

# HDC302x-Q1 車載用 0.5%RH デジタル相対湿度センサ、長期ドリフト 0.19%RH / 年、応答時間 4 秒、オフセット誤差補正、0.1°C 温度センサ

## 1 特長

- 車載アプリケーション向けに AEC-Q100 認証済み
  - 温度グレード 1: -40°C ~ 125°C
  - デバイス HBM ESD 分類レベル 2
  - デバイス CDM ESD 分類レベル C4
- 機能安全対応
  - 機能安全システムの設計に役立つ資料を利用可能
- 相対湿度 (RH) センサ:
  - 動作範囲: 0% ~ 100%
  - 精度:  $\pm 0.5\%$  (代表値)
  - オフセット誤差補正: オフセットを低減し、デバイスを精度仕様内に戻す
  - 長期ドリフト: 0.19%RH / 年
  - 内蔵ヒーターによる結露保護
- 温度センサ:
  - 動作範囲: -40°C ~ 125°C
  - 精度:  $\pm 0.1^\circ\text{C}$  (標準値)
- NIST トレース可能: 相対湿度および温度
- 出力短絡保護機能
- 低い消費電力: 平均電流 0.4 $\mu\text{A}$
- I<sup>2</sup>C インターフェイス互換: 最高速度 1MHz
  - 4 つの I<sup>2</sup>C アドレスを選択可能
  - CRC チェックサムによるデータ保護
- 電源電圧: 1.62V ~ 5.50V
- 自動測定モードを使用可能
- プログラム可能な割り込み
- RH および温度の測定オフセットをプログラム可能
- 工場出荷時に取り付けられたポリイミドテープアセンブリカバー
- 工場出荷時に取り付けられた IP67 保護等級の環境カバー
- ウェットダブル フランク オプション付きの WSON パッケージ

## 2 アプリケーション

- 車載用 HVAC 制御モジュール
- 車載用 HVAC (エアコン) センサ: 大気品質

- 自動車の微粒子状物質 PM2.5
- バッテリー管理システム
- オンボード充電器
- 車載用カメラ

## 3 概要

HDC302x-Q1 は、このデバイスは、広い電源電圧範囲 (1.62V ~ 5.5V) にわたって高精度の測定を行い、低消費電力であると温度センサおよび湿度センサは、製造時のセットアップで 100% テストおよび調整済みであり、このセットアップは NIST トレース可能で、ISO/IEC 17025 規格に従って較正済みの機器により検証されています。

オフセット誤差補正は、経年劣化、極端な動作条件への暴露、汚染物質によって発生する RH (相対湿度) センサのオフセットを低減し、デバイスを精度仕様の範囲内に戻します。バッテリーによる IoT アプリケーションの場合、自動測定モードとアラート機能により、MCU のスリープ時間を最大化して、システムの消費電力を低減できます。4 種類の I<sup>2</sup>C アドレスがあり、最大 1MHz の速度をサポートします。ヒーターを使用して、結露や水分を消失させることができます。

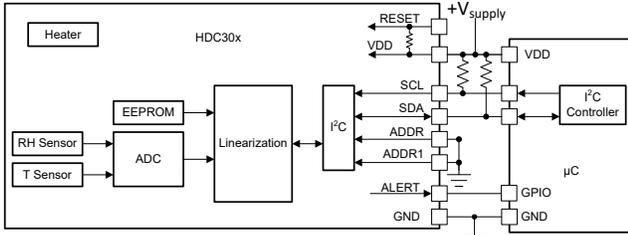
HDC3020-Q1 は、保護カバーなしのオープン キャビティ パッケージです。2 種類のバリエーションには、オープン キャビティの RH センサを保護するカバー オプションがあります。HDC3021-Q1 と HDC3022-Q1 です。HDC3021-Q1 は、取り外し可能な保護テープを備えており、コンフォーマルコーティングと PCB 洗浄が可能です。HDC3022-Q1 は、ほこりや結露から保護するための恒久的な IP67 フィルタ メンブレンを備えています。3 種類のパッケージ バリエーションは、いずれもウェットダブル フランクを選択できます。

### パッケージ情報

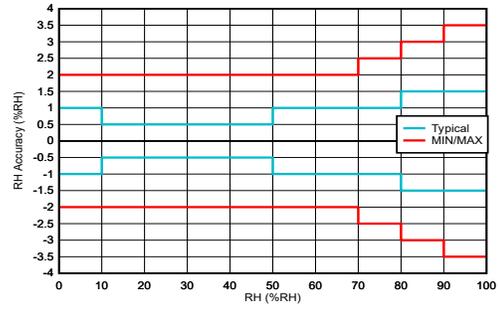
| 部品番号                                | パッケージ <sup>(1)</sup> | パッケージ サイズ <sup>(2)</sup>   |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|
| HDC3020-Q1<br>HDC3021-Q1 HDC3022-Q1 | WSON (8)             | 2.50mm × 2.50mm<br>×0.75mm |

- 詳細については、[セクション 11](#) を参照してください。
- パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。





代表的なアプリケーション



相对湿度 (%RH) 精度

## 目次

|  |           |                                     |           |
|--|-----------|-------------------------------------|-----------|
| <b>1 特長</b> .....                        | <b>1</b>  | <b>7.3 機能説明</b> .....               | <b>13</b> |
| <b>2 アプリケーション</b> .....                  | <b>1</b>  | <b>7.4 デバイスの機能モード</b> .....         | <b>16</b> |
| <b>3 概要</b> .....                        | <b>1</b>  | <b>7.5 通信</b> .....                 | <b>17</b> |
| <b>4 デバイスの比較</b> .....                   | <b>4</b>  | <b>8 アプリケーションと実装</b> .....          | <b>34</b> |
| <b>5 ピン構成および機能</b> .....                 | <b>5</b>  | <b>8.1 使用上の注意</b> .....             | <b>34</b> |
| <b>6 仕様</b> .....                        | <b>6</b>  | <b>8.2 代表的なアプリケーション</b> .....       | <b>34</b> |
| 6.1 絶対最大定格.....                          | 6         | <b>8.3 電源に関する推奨事項</b> .....         | <b>36</b> |
| 6.2 ESD 定格.....                          | 6         | <b>8.4 レイアウト</b> .....              | <b>36</b> |
| 6.3 推奨動作条件.....                          | 6         | <b>9 デバイスおよびドキュメントのサポート</b> .....   | <b>39</b> |
| 6.4 熱に関する情報.....                         | 6         | 9.1 ドキュメントのサポート.....                | 39        |
| 6.5 電気的特性.....                           | 7         | 9.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....         | 39        |
| 6.6 I <sup>2</sup> C インターフェイスのタイミング..... | 10        | 9.3 サポート・リソース.....                  | 39        |
| 6.7 タイミング図.....                          | 10        | 9.4 商標.....                         | 39        |
| 6.8 代表的特性.....                           | 11        | 9.5 静電気放電に関する注意事項.....              | 39        |
| <b>7 詳細説明</b> .....                      | <b>13</b> | 9.6 用語集.....                        | 39        |
| 7.1 概要.....                              | 13        | <b>10 改訂履歴</b> .....                | <b>39</b> |
| 7.2 機能ブロック図.....                         | 13        | <b>11 メカニカル、パッケージ、および注文情報</b> ..... | <b>40</b> |

## 4 デバイスの比較

表 4-1. Ti の湿度デバイスの比較

|                                   | HDC302x  | HDC312x  | HDC2010                                       | HDC2080                                       | HDC1010              | HDC1080        |
|-----------------------------------|--|--|---|---|----------------------|----------------|
| 動作温度(°C)                          | -40~125  | -40~125  | -40~85  | -40~125                                       | -40~85               | -40~125        |
| 電源電圧 (V)                          | 1.62~5.5   |  | 1.62~3.6                                      |   | 2.7~5.5              |                |
| インターフェイス。アドレス数                    | I2C、4  | レシオメトリック・アナログ、該当なし   | I2C、2   |   | I2C、1                |                |
| RH の精度<br>(代表値/最大値)<br>(%RH)      | ±0.5/±2.0、10% - 50% RH<br>±1.0/±2.0、10% - 70% RH<br>±1.0/±2.5、10% - 80% RH<br>±1.5/±3.0、10% - 90% RH | ±0.5/±2.0、10% - 50% RH<br>±1.0/±2.0、50% - 60% RH<br>±1.0/±2.5、60% - 70% RH<br>±1.5/±3.0、70% - 90% RH | ±2/±3、20% - 80% RH                            |   | ±2、10 - 80% RH       | ±2、20 - 60% RH |
| RH 再現性<br>(%、標準)                  | ±0.02  | ±0.02  | ±0.1、14 ビット分解能                                |   | ±0.1、14 ビット分解能       |                |
| RH LTD (% / 年、標準)                 | ±0.19  | ±0.19  | ±0.25   |   | ±0.25                |                |
| Rh 応答時間<br>(秒、標準)                 | 4  | 4  | 8   |   | 15                   |                |
| 温度精度 (標準値 / 最大値) (°C)             | ±0.1/±0.2、0°C – 50°C<br>±0.1/±0.3、-40°C – 100°C<br>±0.1/±0.4、-40°C – 125°C                           | ±0.2/±0.6、-20°C – 100°C<br>±0.3/±0.7、-40°C – 125°C   | ±0.2/±0.4、15°C – 45°C<br>±0.2/±0.7、5°C – 60°C | ±0.2/±0.4、10°C – 35°C<br>±0.2/±0.7、5°C – 60°C | ±0.2/±0.4、5°C – 60°C |                |
| スリープ電流 (µA、標準値)                   | 0.4 (トリガ オンデマンド)<br>0.55 (自動測定)  | 240  | 0.05  |   | 0.1                  |                |
| アクティブ電流 (µA、標準値)                  | 99   | 該当なし   | 650   |   | 190                  |                |
| 平均 I <sub>DD</sub><br>(1Hz 時の標準値) | 0.7 (トリガ オンデマンド)、0.9 (自動測定)  | 該当なし   | 0.55  |   | 0.71                 |                |
| NIST トレース可能                       | あり   | あり   | なし  |   | なし                   |                |
| 保護オプション                           | HDC3021: 保護テープ<br>HDC3022: IP67 フィルタ   | No <sup>1</sup>  | なし  | HDC2021: 保護テープ<br>HDC2022: IP67 フィルタ          | なし                   |                |
| ヒーターを内蔵                           | あり   | あり   | あり  |   |                      |                |
| パッケージ サイズ<br>(mm <sup>3</sup> )   | 2.5×2.5×0.8  | 2.5×2.5×0.8  | 1.5×1.5×0.675                                 | 3×3×0.8                                       | 2×1.6×0.675          | 3×3×0.8        |

## 5 ピン構成および機能

図 5-1. HDC302x-Q1 DEF、DEH、DEJ パッケージ 8 ピン WSON 透過上面図

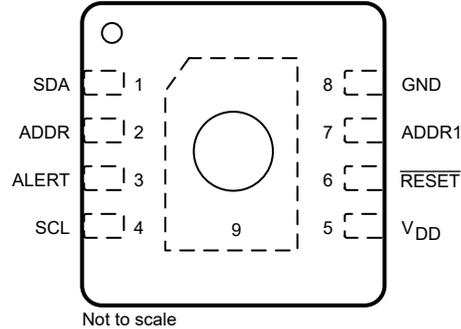


表 5-1. ピンの機能

| ピン              |    | タイプ <sup>(1)</sup> | 説明  |
|-----------------|----|--------------------|---|
| 名称              | 番号 |                    |   |
| ADDR            | 2  | I                  | I <sup>2</sup> C デバイス アドレスピン。<br>デバイス アドレスが 0x44 および 0x45 の場合、ADDR1 電圧を GND にする必要があります。<br>0x44 では、ADDR 電圧を GND にする必要があります。<br>0x45 では、ADDR 電圧を VDD にする必要があります。<br>フローティングのままにすることはできません。 |
| ADDR1           | 7  | I                  | I <sup>2</sup> C デバイス アドレスピン。<br>デバイス アドレスが 0x46 および 0x47 の場合、ADDR1 電圧を VDD にする必要があります。<br>0x46 では、ADDR 電圧を GND にする必要があります。<br>0x47 の場合、ADDR の電圧は VDD 入力<br>フローティングのままにすることはできません。        |
| ALERT           | 3  | O                  | 割り込みピン。プッシュプル出力。<br>使用しない場合は、フローティングのままにする必要があります。  |
| GND             | 8  | G                  | グラウンド   |
| リセット            | 6  | I                  | リセットピン。アクティブ Low、VDD への内部プルアップ抵抗付き。使用しない場合は、VDD に接続します。   |
| SCL             | 4  | I                  | I <sup>2</sup> C 用シリアル クロックライン。   |
| SDA             | 1  | I/O                | I <sup>2</sup> C 用シリアル データライン、オープンドレイン方式で、プルアップ抵抗が必要。   |
| V <sub>DD</sub> | 5  | P                  | 電源電圧: 1.62V ~ 5.50V。  |
| サーマル パッド        | 9  | G                  | サーマル パッドは、はんだ付けしても、はんだ付けせずにしても構いません。サーマル パッドをはんだ付けする場合は、GND に接続されたパッド、または望ましくはフローティング パッドに接続します。ただし、ヒーター効率を最大化するため、または周囲温度を測定するために熱容量を最小限に抑えたい場合は、サーマル パッドを PCB に接続しないままにすることもできます。       |

(1) I/O = 入力および出力、G = グラウンド、I = 入力、O = 出力、P = 電源

## 6 仕様

### 6.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)<sup>(1)</sup>

|                  |                | 最小値  | 最大値                   | 単位 |
|------------------|----------------|------|-----------------------|----|
| V <sub>DD</sub>  | VDD ピン上の印加電圧   | -0.3 | 6.0                   | V  |
| SCL              | SCL ピン上の印加電圧   | -0.3 | 6.0                   | V  |
| SDA              | SDA ピン上の印加電圧   | -0.3 | 6.0                   | V  |
| ADDR             | ADDR ピン上の印加電圧  | -0.3 | 6.0                   | V  |
| ADDR1            | ADDR1 ピン上の印加電圧 | -0.3 | V <sub>DD</sub> + 0.3 | V  |
| ALERT            | ALERT ピン上の印加電圧 | -0.3 | V <sub>DD</sub> + 0.3 | V  |
| リセット             | RESET ピン上の印加電圧 | -0.3 | V <sub>DD</sub> + 0.3 | V  |
| T <sub>J</sub>   | 接合部温度          | -55  | 150                   | °C |
| T <sub>stg</sub> | 保存温度           | -65  | 150                   | °C |

(1) 「絶対最大定格」の範囲外の動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを意味するものではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用すると、デバイスが完全に機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。

### 6.2 ESD 定格

|                    |      | 値  | 単位    |
|--------------------|------|--|-------|
| V <sub>(ESD)</sub> | 静電放電 | 人体モデル (HBM)、AEC Q100-002 <sup>(1)</sup> 準拠 | ±2000 |
|                    |      | デバイス帯電モデル (CDM)、AEC Q100-011 準拠            | ±750  |

(1) AEC Q100-002 は、HBM ストレス試験を ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 仕様に従って実施しなければならないと規定しています

### 6.3 推奨動作条件

| パラメータ               |   | 最小値  | 最大値 | 単位  |
|---------------------|---|------|-----|-----|
| V <sub>DD</sub>     | 電源電圧                                    | 1.62 | 5.5 | V   |
| T <sub>TEMP</sub>   | 温度センサ - 自由気流での動作温度                      | -40  | 125 | °C  |
| T <sub>RH</sub>     | 相対湿度センサ - 自由気流での動作温度                    | -20  | 80  | °C  |
| T <sub>HEATER</sub> | 結露除去用ヒーター内蔵 - 自由気流での動作温度 <sup>(1)</sup> | -40  | 60  | °C  |
| RH <sub>OR</sub>    | 相対湿度センサの動作範囲 (結露なし) <sup>(1)</sup>      | 0    | 100 | %RH |

(1) 推奨温度動作条件以外で長時間動作する場合や、推奨動作範囲より高い温度で 80%RH を超える場合は、センサの読み取り値がシフトし、復帰に時間がかかることがあります。0°C 未満で RH を測定する場合は、着霜する可能性があるため注意する必要があります。詳細については、「高温および高湿度条件への暴露」を参照してください。

### 6.4 熱に関する情報

| 熱評価基準 <sup>(1)</sup>  |                                    | HDC3x                                  | 単位   |
|-----------------------|------------------------------------|--|------|
|                       |                                    | DEF、DEH、DEJ、DEL、<br>DEQ および DER (WSON) |      |
|                       |                                    | 8 ピン                                   |      |
| R <sub>θJA</sub>      | 接合部から周囲への熱抵抗                       | 84.9                                   | °C/W |
| R <sub>θJC(top)</sub> | 接合部からケース (上面) への熱抵抗 <sup>(2)</sup> | 該当なし                                   | °C/W |
| R <sub>θJB</sub>      | 接合部から基板への熱抵抗                       | 52.0                                   | °C/W |
| Ψ <sub>JT</sub>       | 接合部から上面への熱特性パラメータ <sup>(2)</sup>   | 該当なし                                   | °C/W |
| Ψ <sub>JB</sub>       | 接合部から基板への特性パラメータ                   | 51.7                                   | °C/W |

| 熱評価基準 <sup>(1)</sup>  |                     | HDC3x                                  | 単位   |
|-----------------------|---------------------|--|------|
|                       |                     | DEF、DEH、DEJ、DEL、<br>DEQ および DER (WSON) |      |
|                       |                     | 8ピン                                    |      |
| R <sub>θJC(bot)</sub> | 接合部からケース (底面) への熱抵抗 | 30.4                                   | °C/W |

- (1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『[半導体および IC パッケージの熱評価基準](#)』アプリケーション ノートを参照してください。  
(2) JEDEC 標準 JESD51-X では、パッケージの上面中心の位置でこの測定を規定しています。キャビティ開口部が中心にあるため、この測定は適用されません。

## 6.5 電気的特性

T<sub>A</sub> = -40°C ~ 125°C、V<sub>DD</sub> = 1.62V ~ 5.50V (特に記載のない限り)、代表的な仕様は T<sub>A</sub> = 25°C、V<sub>DD</sub> = 1.8V (特に記載のない限り)

| パラメータ              |                                 | テスト条件   | 最小値 | 標準値   | 最大値   | 単位     |
|--------------------|---------------------------------|---|-----|-------|-------|--------|
| <b>相対湿度センサ</b>     |                                 |   |     |       |       |        |
| RH <sub>ACC</sub>  | 精度 <sup>(3) (4)</sup>           | T <sub>A</sub> = 25°C、10% ~ 50% RH  |     | ±0.5  | ±2.0  | %RH    |
|                    |                                 | T <sub>A</sub> = 25°C、0% ~ 70% RH   |     | ±1.0  | ±2.0  |        |
|                    |                                 | T <sub>A</sub> = 25°C、10% ~ 80% RH  |     | ±1.0  | ±2.5  |        |
|                    |                                 | T <sub>A</sub> = 25°C、10% ~ 90% RH  |     | ±1.5  | ±3.0  |        |
|                    |                                 | T <sub>A</sub> = 25°C、0% ~ 100% RH  |     | ±1.5  | ±3.5  |        |
| RH <sub>REP</sub>  | 再現性 <sup>(12)</sup>             | 低消費電力モード 0 (最小限のノイズ)  |     | ±0.02 |       | %RH    |
|                    |                                 | 低消費電力モード 1  |     | ±0.02 |       |        |
|                    |                                 | 低消費電力モード 2  |     | ±0.03 |       |        |
|                    |                                 | 低消費電力モード 3 (最小限の電力)   |     | ±0.04 |       |        |
| RH <sub>HYS</sub>  | ヒステリシス <sup>(5)</sup>           | 10% ~ 90% RH  |     | ±0.8  |       | %RH    |
| RH <sub>RT</sub>   | 応答時間 <sup>(6) (7)</sup>         | 10% ~ 90% RH<br>t <sub>63%</sub> ステップ。  |     | 4     |       | s      |
| RH <sub>LTD</sub>  | 長期ドリフト <sup>(4)</sup>           |   |     | 0.19  |       | %RH/年  |
| RH <sub>PSRR</sub> | 電源感度の RH 精度                     | V <sub>DD</sub> = 1.8V ~ 5.5V   | -10 | 1.8   | 10    | %mRH/V |
| <b>温度センサ</b>       |                                 |   |     |       |       |        |
| T <sub>ACC</sub>   | 精度                              | すべての構成において<br>0°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ 50°C   |     | ±0.1  | ±0.2  | °C     |
|                    |                                 | すべての構成において<br>-40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ 100°C  |     | ±0.1  | ±0.3  |        |
|                    |                                 | すべての構成において<br>-40°C ≤ T <sub>A</sub> < 125°C  |     | ±0.1  | ±0.4  |        |
| T <sub>REP</sub>   | 再現性 <sup>(12)</sup>             | 低消費電力モード 0 (最小限のノイズ)  |     | ±0.04 |       | °C     |
|                    |                                 | 低消費電力モード 1  |     | ±0.05 |       |        |
|                    |                                 | 低消費電力モード 2  |     | ±0.06 |       |        |
|                    |                                 | 低消費電力モード 3 (最小限の電力)   |     | ±0.08 |       |        |
| T <sub>RT</sub>    | 応答時間 (攪拌液体) <sup>(6) (13)</sup> | 25C < T <sub>A</sub> < 75C<br>t <sub>63%</sub> ステップ<br>Roger's 4350B PCB (厚さ 1.575mm) |     | 2     |       | s      |
| T <sub>LTD</sub>   | 長期ドリフト                          |   |     |       | ±0.03 | °C/年   |
| T <sub>PSRR</sub>  | 電源感度 / 温度精度                     |   | -25 | -5.7  | 25    | m°C/V  |
| <b>センサのタイミング</b>   |                                 |   |     |       |       |        |
| t <sub>meas</sub>  | 測定期間 <sup>(8)</sup>             | 低消費電力モード 0 (最小限のノイズ)  |     | 12.5  | 14.1  | ms     |
|                    |                                 | 低消費電力モード 1  |     | 7.5   | 8.4   |        |
|                    |                                 | 低消費電力モード 2  |     | 5.0   | 5.7   |        |
|                    |                                 | 低消費電力モード 3 (最小限の電力)   |     | 3.7   | 4.2   |        |
| <b>SCL、SDA ピン</b>  |                                 |   |     |       |       |        |

$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{DD} = 1.62\text{V} \sim 5.50\text{V}$  (特に記載のない限り)、代表的な仕様は  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{DD} = 1.8\text{V}$  (特に記載のない限り)

| パラメータ              |                             | テスト条件  | 最小値                | 標準値               | 最大値                | 単位            |
|--------------------|-----------------------------|--|--------------------|-------------------|--------------------|---------------|
| $V_{IL}$           | Low レベル入力電圧                 |  |                    |                   | $0.3 \cdot V_{DD}$ | V             |
| $V_{IH}$           | High レベル入力電圧                |  | $0.7 \cdot V_{DD}$ |                   |                    | V             |
| $V_{OL}$           | Low レベル出力電圧                 | $I_{OL} = 3\text{mA}$  |                    |                   | 0.4                | V             |
| $I_{IN}$           | 入力リーク電流                     | SDA ピンと SCL ピン   | -0.5               |                   | 0.5                | $\mu\text{A}$ |
| $C_{IN}$           | 入力容量                        |  |                    | 4.5               |                    | pF            |
| <b>コントロールピン</b>    |                             |  |                    |                   |                    |               |
| $V_{OH}$           | 高レベル出力電圧 - ALERT            | $I_{OH} = -100\mu\text{A}$   | $V_{DD}-0.2$       |                   |                    | V             |
|                    | 高レベル出力電圧 - ALERT            | $I_{OH} = -3\text{mA}$   | $V_{DD}-0.4$       |                   |                    | V             |
| $V_{OL}$           | 低レベル出力電圧 - ALERT            | $I_{OL} = 100\mu\text{A}$  |                    |                   | 0.2                | V             |
|                    | 低レベル出力電圧 - ALERT            | $I_{OL} = 3\text{mA}$  |                    |                   | 0.4                | V             |
| $V_{IH}$           | 高レベル入力電圧 - ADDR、ADDR1、RESET |  | $0.7 \cdot V_{DD}$ |                   |                    | V             |
| $V_{IL}$           | 低レベル入力電圧 - ADDR、ADDR1、RESET |  |                    |                   | $0.3 \cdot V_{DD}$ | V             |
| $I_I$              | 入力リーク電流 - ADDR および ADDR1    | $V_I = V_{DD}$ または GND   | -0.5               |                   | 0.5                | $\mu\text{A}$ |
| <b>電源</b>          |                             |  |                    |                   |                    |               |
| $I_{DD\_ACTIVE}$   | アクティブ電流 <sup>(1)</sup>      | 低消費電力モード 0 (最小限のノイズ)   |                    | 110               | 170                | $\mu\text{A}$ |
|                    |                             | 低消費電力モード 1   |                    | 108               | 165                |               |
|                    |                             | 低消費電力モード 2   |                    | 103               | 155                |               |
|                    |                             | 低消費電力モード 3 (最小限の電力)  |                    | 99                | 153                |               |
|                    |                             | アクティブ測定なし、トリガ オンデマンド モード<br>$T_A = 25^{\circ}\text{C}$                           |                    | 0.36              | 0.75               |               |
| $I_{DD\_SLEEP}$    | スリープ電流 <sup>(1)</sup>       | アクティブ測定なし、トリガ オンデマンド モード<br>$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ |                    |                   | 14.5               | $\mu\text{A}$ |
|                    |                             | アクティブ測定なし、自動測定モード<br>$T_A = 25^{\circ}\text{C}$                                  |                    | 0.54              | 1.05               |               |
|                    |                             | アクティブ測定なし、自動測定モード<br>$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$        |                    |                   | 15.0               |               |
| $I_{DD\_AVG\_EQN}$ | 平均電流算出式                     | 測定周波数 = 1 秒あたりのサンプル数   |                    | <sup>(9)</sup> 参照 |                    |               |
| $I_{DD\_AVG}$      | 平均電流 <sup>(1) (2)</sup>     | オンデマンド モードでトリガ、低消費電力モード 3 (最小消費電力)<br>1 秒に 1 回のサンプルでトリガ                          |                    | 0.7               |                    | $\mu\text{A}$ |
|                    |                             | オンデマンド モードでトリガ、低消費電力モード 3 (最小消費電力)<br>5 秒に 1 回のサンプルでトリガ                          |                    | 0.4               |                    |               |
|                    |                             | 自動測定モード、低消費電力モード 0 (最小ノイズ)<br>毎秒 1 サンプル  |                    | 1.9               |                    |               |
|                    |                             | 自動測定モード、低消費電力モード 1<br>毎秒 1 サンプル  |                    | 1.3               |                    |               |
|                    |                             | 自動測定モード、低消費電力モード 2<br>毎秒 1 サンプル  |                    | 1.0               |                    |               |
|                    |                             | 自動測定モード、低消費電力モード 3 (最小消費電力)<br>毎秒 1 サンプル   |                    | 0.9               |                    |               |
|                    |                             | 自動測定モード、低消費電力モード 3 (最小消費電力)<br>2 秒ごとに 1 サンプル                                     |                    | 0.7               |                    |               |
| $P_{HEATER}$       | ヒーター電力 <sup>(11)</sup>      | 最大出力 0x3FFF、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$  |                    | 249               | 368                | mW            |
|                    |                             | ハーフ パワー 0x03FF、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$   |                    | 137               | 203                |               |
|                    |                             | クォーター パワー 0x009F、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$   |                    | 67                | 100                |               |
| $V_{POR}$          | パワーオン リセットのスレッシュホールド電圧      | 電源立ち上がり  |                    | 1.35              |                    | V             |
| $V_{BOR}$          | ブラウン アウト検出電圧                | 電源立ち下がり  |                    | 1.19              |                    | V             |

$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{DD} = 1.62\text{V} \sim 5.50\text{V}$  (特に記載のない限り)、代表的な仕様は  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{DD} = 1.8\text{V}$  (特に記載のない限り)

| パラメータ                             |                        | テスト条件                                     | 最小値  | 標準値   | 最大値 | 単位            |
|-----------------------------------|------------------------|---|------|-------|-----|---------------|
| Sensor <sub>PUR</sub>             | 電源投入準備完了               | $V_{DD} \geq 1.62\text{V}$ になった時点でセンサ準備完了 |      | 3.5   | 5.0 | ms            |
| Sensor <sub>RR</sub>              | リセット準備完了               | リセット後、センサの準備完了                            |      | 1.3   | 3.0 | ms            |
| R <sub>RESET</sub>                | RESET ピンの内部プルアップ抵抗     |   |      | 49    |     | k $\Omega$    |
| t <sub>RESET_NPW</sub>            | ハードリセットをトリガするための負のパルス幅 |   | 1    |       |     | $\mu\text{S}$ |
| <b>EEPROM (T、RH オフセットおよびアラート)</b> |                        |   |      |       |     |               |
| OS <sub>END</sub>                 | プログラムの耐久性              |   | 1000 | 50000 |     | サイクル          |
| OS <sub>RET</sub>                 | データ保持期間                | 100% パワー時間                                | 10   | 100   |     | 年             |
| t <sub>PROG</sub>                 | EEPROM のプログラミング時間      |   |      | 53    | 77  | ms            |
| I <sub>EEPROM</sub>               | EEPROM 書き込み時の静止電流      | アクティブな測定は行われず、シリアルバスは非アクティブ               |      | 525   |     | $\mu\text{A}$ |

- (1) I<sup>2</sup>C の読み書き通信や SCL および SDA を通るプルアップ抵抗の電流は含まれません
- (2) 変換実行中の平均消費電流
- (3) ヒステリシスおよび長期ドリフトは含まれません
- (4) Arrhenius-Peck 加速モデルを使用した THB (温度湿度バイアス) テストに基づきます。粉塵、気相溶剤に加え、パッケージ材料、接着剤、テープなどからの気化物質など、その他の汚染物質の影響を除きます。
- (5) ヒステリシス値は、特定の RH (相対湿度) ポイントにおける立ち上がりおよび立ち下がり RH 環境における RH 測定値の差です
- (6) 実際の応答時間は、システムの熱質量およびエアフローに応じて異なります
- (7) 環境湿度のステップ変化後に RH (相対湿度) 出力が変化して RH 変化全体の 63% に達するまでの時間
- (8) 測定時間には湿度 (RH) と温度を測定するための時間が含まれます
- (9)  $I_{DD\_AVG\_EQN} = \text{測定周波数} \times I_{DD\_ACTIVE} \times t_{meas} + I_{sleep} \times (1 - (\text{測定周波数} \times t_{meas}))$ 、単位が一致していることを確認し、測定周波数は Hz、 $t_{meas}$  は秒、電流はすべて同一の単位になっているかを確認します
- (10) 周囲温度がステップ変化した後、T 出力が全体の温度変化量の 63% に達するまでの時間
- (11) ヒーターの詳細については、『[HDC3x シリコン ユーザー ガイド](#)』を参照してください
- (12) 代表値は、温度および電源電圧の両方に対して 3 シグマで測定した値です。

## 6.6 I<sup>2</sup>C インターフェイスのタイミング

最小値と最大値の仕様は、-40°C ~ 125°C、V<sub>DD</sub> = 1.62V ~ 5.50V での値です (特に記述のない限り)<sup>(1)</sup>

| パラメータ                |  | ファストモード                          |     | ファストモード プラス                      |      | 単位  |
|----------------------|--|----------------------------------|-----|----------------------------------|------|-----|
|                      |  | 最小値                              | 最大値 | 最小値                              | 最大値  |     |
| f <sub>(SCL)</sub>   | SCL 動作周波数  | 1                                | 400 | 1                                | 1000 | kHz |
| t <sub>(BUF)</sub>   | STOP 条件と START 条件の間でのバス開放時間                      | 1.3                              |     | 0.5                              |      | μs  |
| t <sub>(SUSTA)</sub> | 再スタート条件のセットアップ時間                                 | 0.6                              |     | 0.26                             |      | μs  |
| t <sub>(HDSTA)</sub> | 反復 START 条件の後のホールド時間。<br>この期間の後で、最初のクロックが生成されます。 | 0.6                              |     | 0.26                             |      | μs  |
| t <sub>(SUSTO)</sub> | ストップ条件のセットアップ時間                                  | 0.6                              |     | 0.26                             |      | μs  |
| t <sub>(HDDAT)</sub> | データ ホールド時間 <sup>(2)</sup>                        | 0                                | 900 | 0                                | 150  | ns  |
| t <sub>(SUDAT)</sub> | データ セットアップ時間                                     | 100                              |     | 50                               |      | ns  |
| t <sub>(LOW)</sub>   | SCL クロックの Low 期間                                 | 1.3                              |     | 0.5                              |      | μs  |
| t <sub>(HIGH)</sub>  | SCL クロックの High 期間                                | 0.6                              |     | 0.26                             |      | μs  |
| t <sub>(VDAT)</sub>  | データ有効時間 (データ応答時間) <sup>(3)</sup>                 |                                  | 0.9 |                                  | 0.45 | μs  |
| t <sub>R</sub>       | SDA, SCL 立ち上がり時間                                 | 20                               | 300 |                                  | 120  | ns  |
| t <sub>F</sub>       | SDA, SCL 立ち下がり時間                                 | 20 x<br>(V <sub>DD</sub> / 5.5V) | 300 | 20 x<br>(V <sub>DD</sub> / 5.5V) | 120  | ns  |
| t <sub>LPF</sub>     | グリッチ抑制フィルタ                                       | 50                               |     | 50                               |      | ns  |

- (1) コントローラとデバイスの V<sub>DD</sub> 値は同じです。  
 (2) 最大 t<sub>(HDDAT)</sub> は、ファストモードでは 0.9μs で、最大 t<sub>(VDAT)</sub> よりも遷移時間の分だけ短くなります。  
 (3) t<sub>(VDAT)</sub> = データ信号の SCL Low から SDA 出力までの時間 (High から Low へ、またはどちらか長い方の時間)。

## 6.7 タイミング図

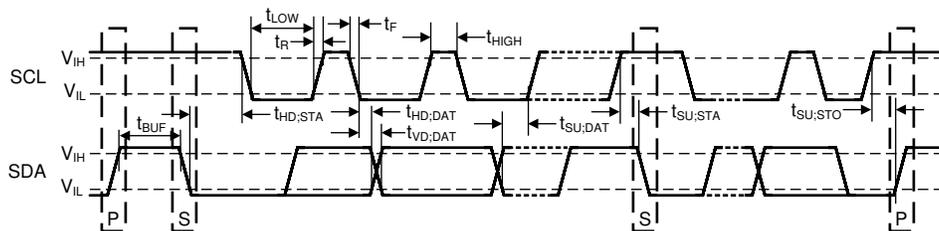


図 6-1. HDC302x-Q1I<sup>2</sup>C のタイミング図

## 6.8 代表的特性

特に記述のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 1.80\text{V}$ 。

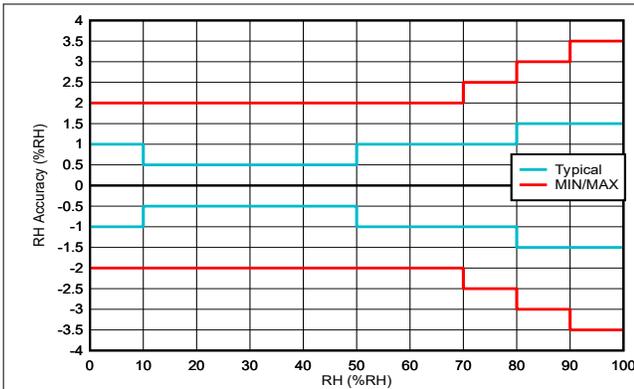


図 6-2. RH 精度と RH との関係

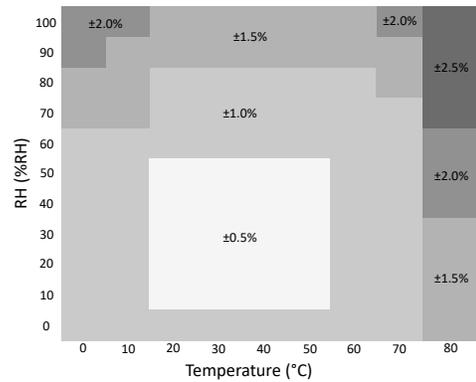


図 6-3. RH と温度範囲にわたる代表的な RH 精度

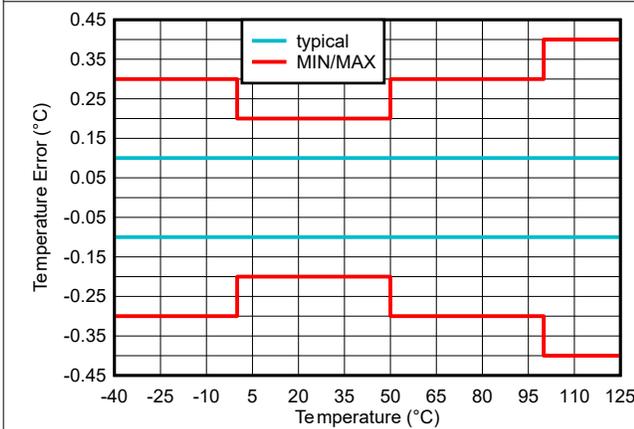


図 6-4. 温度精度と温度との関係

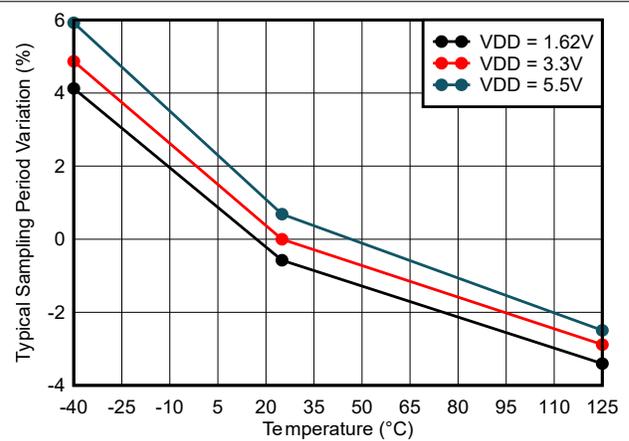


図 6-5. 自動サンプリングのタイミングの変動

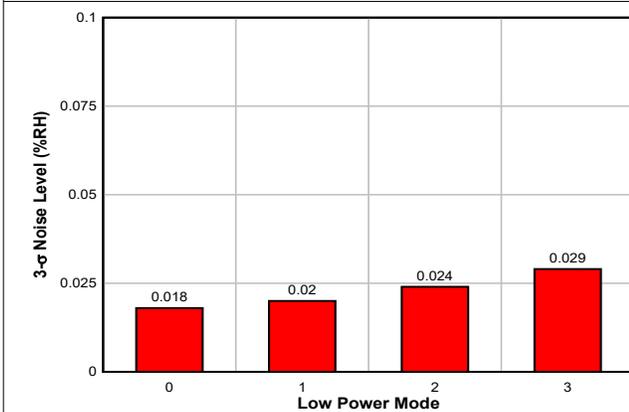


図 6-6. 低消費電力モードにおける代表的な RH ノイズ

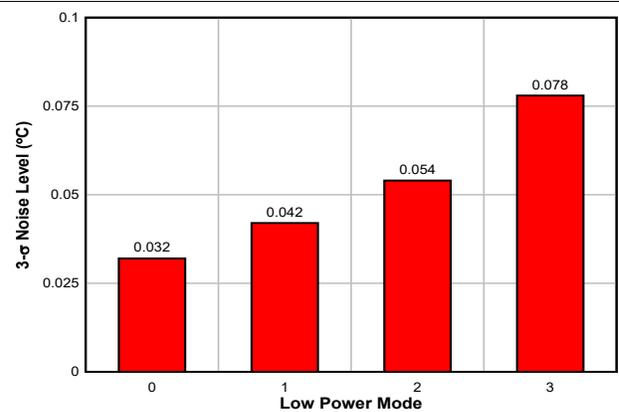


図 6-7. 低消費電力モードにおける標準的な温度ノイズ

## 6.8 代表的特性 (続き)

特に記述のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 1.80\text{V}$ 。

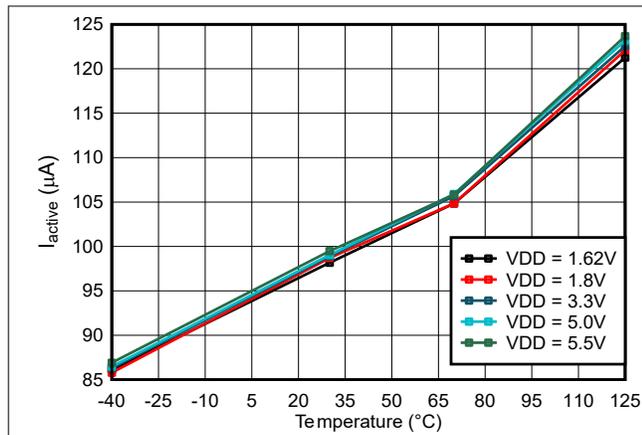


図 6-8. さまざまな電源電圧における  $I_{\text{active}}$  と温度との関係

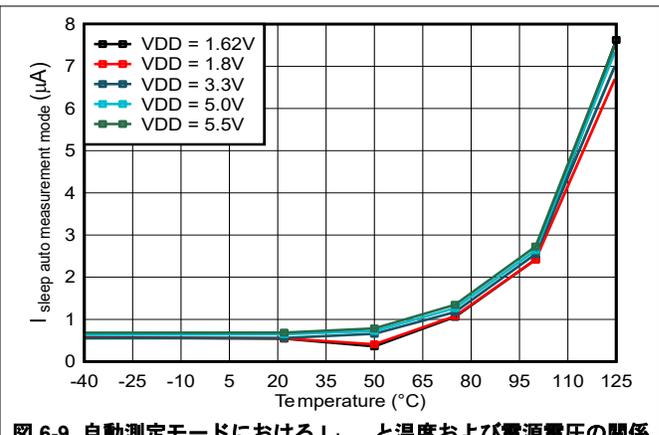


図 6-9. 自動測定モードにおける  $I_{\text{sleep}}$  と温度および電源電圧の関係

## 7 詳細説明

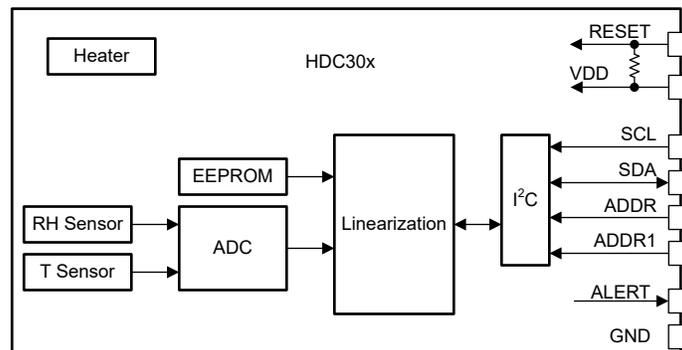
### 7.1 概要

HDC302x-Q1 は、2.50mm × 2.50mm、8 ピン WSON パッケージに湿度センシング素子および温度センシング素子、A/D コンバータ、較正メモリ、および I<sup>2</sup>C 互換インターフェイスを組み込んだ統合インターフェイス デジタル センサです。HDC302x-Q1 はまた、非常に低い消費電力で優れた測定精度を実現し。

HDC302x-Q1 は、ポリマー誘電体の容量の変動から相対湿度を測定します。この技術を採用している大半の相対湿度センサと同様、最適なデバイス性能を得るには注意が必要です。これには、以下の注意点があります。

- 基板組み立て中は、正しい保管手順と取り扱い手順に従ってください。また、ピンク色の保管用フォームなどのアウトガスを発生する物質や、アセトン、エチレングリコールなどの化学物質への曝露も避けてください。これらのガイドラインについては、[HDC3x シリコン ユーザー ガイド](#)を参照してください。
- PCB の組立および使用時には、アウトガスを発生する物質や腐食性の高い化学物質への曝露を避けてください。これらのガイドラインについては、[HDC3x シリコン ユーザー ガイド](#)を参照してください。
- 基板の組み立て中および動作中は、センサを汚染物質から保護してください。それが不可能な場合は、保護カバーのオプションを備えたデジタル版が利用可能です。
  - HDC3021-Q1 には取り外し可能な保護テープが備わっており、組立工程中にコンフォーマル コーティングや PCB 洗浄を行うことができます。
  - HDC3022-Q1 には、ほこりや結露から保護するための恒久的な IP67 フィルタ メンブレンが備わっています。
- センサの精度に影響を与える可能性がある高温および高湿度に長時間曝露されないようにしてください。
- 最高の性能を引き出すには、正しいレイアウト ガイドラインに従ってください。これらのガイドラインについては、[湿度センサの配置とルーティングの最適化](#)を参照してください。

### 7.2 機能ブロック図



### 7.3 機能説明

#### 7.3.1 工場出荷時に取り付けられたポリイミド テープ

HDC3021-Q1 には、湿度センサ素子の開口部をカバーするためポリイミド テープがあります。このテープは、SMT 実装、プリント基板 (PCB) 洗浄、コンフォーマル コーティングなどの製造工程の一環として発生する可能性のある汚染物質から、湿度センサ素子を保護します。周囲環境で相対湿度を正確に測定するために、組み立ての最終段階より後に、このテープを取り除く必要があります。このテープは、少なくとも 3 回の標準リフロー サイクルに耐えることができます。

TI は、湿度センサ素子からポリイミド テープを取り外す際は、ESD 対策済みのピンセットを使用して右上隅にある粘着剤の付いていないタブをつかみ、表面を横切る方向ではなく、右上隅から左下隅に向かって上方向に、ゆっくりと粘着剤をはがすことを推奨しています。この方法により、湿度センサ素子を傷つけるリスクを低減できます。

#### 7.3.2 工場出荷時に取り付けられた IP67 保護カバー

HDC3022-Q1 には、湿度センサ素子の開口部を覆う IP67 定格の PTFE 製恒久フィルタが搭載されています。このカバーは疎水性の微多孔 PTFE フィルムで、IP67 規格に従い、湿度センサ素子を粉じん、水、および PCB 洗浄から保護し

ます。このカバーは、全寿命を通じてパッケージに接着されるように設計されており、薄膜なしのセンサと同じ応答時間を維持します。このカバーは、100nm までの粒径に対して 99.99% のろ過効率を実現しています。

### 7.3.3 ウェッタブル フランク

ウェッタブル フランクは、はんだ付け時に側面端子のぬれ性を向上させ、一貫したはんだフィレットの形成に寄与します。はんだフィレットは、はんだ付けの可能性および製造上の堅牢性を視覚的に確認するための指標となります。はんだ接合部の形状が一貫していることで、自動外観検査システムは、はんだ接合部が正しく形成されていることを識別できます。ウェッタブル フランク パッケージは、非ウェッタブル フランク パッケージと同一のフットプリントを採用しています。HDC302x-Q1 には、ウェッタブル フランクを備えた 3 種類の注文可能な製品があります：

- HDC3020DELRQ1 は、オープン キャビティのウェッタブル フランク パッケージです。
- HDC3021DEQRQ1 は、センサ キャビティ上に工場出荷時にポリイミド テープが貼付されており、ウェッタブル フランクを備えたパッケージです。
- HDC3022DERRQ1 は、センサ キャビティ上に工場出荷時に IP67 の恒久フィルタが装着されており、ウェッタブル フランクを備えたパッケージです。

### 7.3.4 相対湿度および温度の測定

HDC302x-Q1 は相対湿度および温度の測定をサポートしています。サポートされる相対湿度の範囲は 0% ~ 100%、サポートされる温度範囲は -40°C ~ 125°C です。各測定値は 16 ビット形式で表され、デバイスはこの範囲外の温度および相対湿度を報告することはできません。変換式は以下に記載されています：

$$RH(\%) = 100 \times \left[ \frac{RH_{HDC302x}}{2^{16} - 1} \right] \quad (1)$$

$$T(^{\circ}C) = -45 + \left[ 175 \times \left( \frac{T_{HDC302x}}{2^{16} - 1} \right) \right] \quad (2)$$

$$T(^{\circ}F) = -49 + \left[ 315 \times \left( \frac{T_{HDC302x}}{2^{16} - 1} \right) \right] \quad (3)$$

### 7.3.5 RH オフセット誤差の補正：精度の復元

汚染物質、センサのポリマー誘電体の自然な経時劣化、ならびに過酷な動作条件への曝露により、長期的なドリフトが発生します。デバイスに内蔵されたヒーターは、RH のオフセットを低減し、デバイス上の結露を除去するために使用できます。RH オフセット補正に加えて、温度にもオフセット補正レジスタが用意されています。通常、RH の測定値は温度の測定値に依存します。ただし、温度にデジタル オフセットが適用されても、温度の変化によって RH 測定値は変化しません。

### 7.3.6 NIST トレース可能な相対湿度および温度センサ

HDC302x-Q1 ユニットは NIST トレース可能な製造時のセットアップで 100% テスト済みであり、ISO/IEC 17025 で認められた標準に従って較正済みの機器により検証されています。これにより、コールド・チェーン管理などの用途での HDC302x-Q1 設計が可能になりますが、その場合には、既知の基準に対する校正の連続的な確立が不可欠です。

### 7.3.7 測定モード：トリガ オン デマンドと自動測定

HDC302x-Q1 では、次に示す 2 種類の測定モードを利用できます：トリガ オン デマンドと自動測定モード。

トリガ オン デマンドは、必要に応じて I<sup>2</sup>C コマンドによってトリガされる、温度および相対湿度の単回測定読み出しです。測定値の変換後、別の I<sup>2</sup>C コマンドを受信するまで、デバイスはスリープ モードのままです。

自動測定モードは、温度と相対湿度の繰り返し測定読み取りであるため、I<sup>2</sup>C コマンドを使用して測定要求を繰り返し開始する必要はありません。測定間隔は、2 秒あたり 1 回の測定から、1 秒あたり 10 回の測定まで調整できます。自動測定モードでは、HDC302x-Q1 は選択したサンプリング レートに基づき、スリープから測定モードへウェイクアップします。

自動測定モードは、次の 2 つの方法でシステム全体の消費電力を低減します。まず、I<sup>2</sup>C コマンドを使用して測定を繰り返し開始する必要がないため、SCL および SDA プルアップ抵抗を流れるシンク電流を排除できます。次に、マイコンは

ディープ スリープ モードに設定でき、温度や相対湿度が過度に高い測定値となった場合に、ALERT ピンによる割り込みでのみウェークアップされます。

### 7.3.8 ヒーター

HDC302x-Q1 には、内蔵加熱素子が含まれており、周囲環境が露点温度に近付いたときに発生する可能性のある結露を除去できます。さらに、このヒーターは温度および RH の測定値が正しく機能しているかを確認するためにも使用できます。

アプリケーションの露点が継続的に計算・監視されており、かつ、結露が発生する可能性のある状況 (または期間) をデバイスが検出できるようにアプリケーション ファームウェアが実装されている場合、予防措置として、結露を除去することを目的にオンボード ヒーターを有効化するソフトウェア サブルーチンを実行できます。ヒーター起動後も引き続きデバイスが % RH レベルを測定し、追跡するようにしてください。% RH の測定値が 0% (またはそれに近い値) になったら、その後ヒーターをオフにして、デバイスを冷却させることができます。デバイスの冷却には数分かかる場合がありますが、通常の動作に戻ったことを確認するため、温度測定は継続され、通常のサービスを再開する前にデバイスが正常な動作状態に戻ったかどうかを確認されます。

ヒーターが有効化されると、デバイスの動作温度は、推奨動作条件に定義されている  $T_{HEATER}$  の制限に基づいて制限される点に注意してください。

オープン キャビティ センサを使用している場合、内蔵ヒーターは湿度センサー 上部に形成された結露を蒸発させます。ただし、ヒーターは溶解した汚染物質を除去することはできません。存在する汚染物質の残留物は、湿度センサーの精度に影響を与える可能性があります。結露除去の詳細については、[HDC302x シリコン ユーザー ガイド](#)を参照してください。

HDC3x センサのキャビティが水滴で覆われており、その水滴を蒸発させるためにヒーターを使用する場合は、温度を 100°C を超えないようにし、また急激に温度を上昇させないようにします。これは、温度を 100°C を超えて急激に上昇させると水滴が破裂し、その結果、センサ キャビティ内のポリマを損傷するおそれがあるためです。周囲温度から 100°C までヒーター温度を上昇させる場合、安全のため、その立ち上がり時間は 5 ~ 10 秒の範囲とする必要があります。結露が発生しない環境では、短時間であれば 100°C を超えても懸念はありません。

### 7.3.9 ALERT 出力、プログラマブル割り込み付き

ALERT 出力ピンを使用することで、HDC302x-Q1 が記録した測定値のうち、温度または相対湿度の結果が、プログラムされた「快適ゾーン」の範囲外であるかどうかを判定できます。このピンは、温度および湿度の両方についてプログラム可能な不揮発性スレッシュホールドに基づき、ハードウェア割り込みを出力します。ALERT ピンは強力なプッシュプル出力であるため、センサの自己発熱を防ぐためにも、ALERT ピンへの大電流の流入と流出が生じないように注意します。自己発熱によりセンサの温度が上昇し、それによって RH が著しく低下します。

ALERT 出力ピンは、ソフトウェア監視が不可能な回路ブロックを駆動するために機能します。例えば、除湿機を起動するために電源スイッチを有効化したり、サーマル シャットダウンを開始したりする用途が挙げられます。さらに、ALERT ピンを使用することで、環境条件に応じてマイコンが起動し、デバッグや是正処理を行う必要が生じるまで、ディープ スリープ状態を維持させることができ、消費電力の低減に寄与します。

### 7.3.10 チェックサム計算

データのエラーチェックはチェックサム計算によって行われ、2 バイトのデータごとにチェックサム バイトを送信することで、データ通信の信頼性は確保されます。各データワードの後に送信される 8 ビットの CRC チェックサムは、CRC アルゴリズムを用いて生成されます。CRC プロパティを表 7-1 に示します。CRC は、直前に送信された 2 バイトのデータの内容を対象としています。チェックサムを計算するために、以前に送信されたこれら 2 つのデータ バイトのみが使用されます。

次のいずれかの場合に、CRC バイトが HDC302x-Q1 から I<sup>2</sup>C コントローラへ送信されます:

1. 相対湿度の測定値の送信後
2. 温度の測定値の送信の後
3. ステータスレジスタの送信後
4. プログラムされた ALERT 制限値 (高アラート、設定; 高アラート、クリア; 低アラート、設定; 低アラート、クリア) のいずれかの送信後

次の場合、I<sup>2</sup>C コントローラから HDC302x-Q1 に CRC バイトを送信する必要があります:

1. ALERT 制限値 (高アラート、設定; 高アラート、クリア; 低アラート、設定; 低アラート、クリア) のいずれかの設定後。
2. ヒーターの設定後。
3. オフセットをパートに書き込み後。

**表 7-1. HDC302x-Q1CRC プロパティ**

| 特性       | 値                              |
|----------|--------------------------------|
| 名称       | CRC-8/NRSC-5                   |
| 幅        | 8 ビット                          |
| 保護されたデータ | データの読み取り、データの書き込み、またはその両方      |
| 多項式      | 0x31 ( $x^8 + x^5 + x^4 + 1$ ) |
| 初期化      | 0xFF                           |
| 入力を反映    | 誤り                             |
| 出力を反映    | 誤り                             |
| 最終的な XOR | 0x00                           |
| 例        | 0xABCD = 0x6F の CRC            |

HDC302x-Q1 から CRC バイトを取得する必要があります。CRC バイトを受信する前に、キャンセルのための NACK を I<sup>2</sup>C コントローラが発行することはできません。CRC を計算する方法と他のすべての HDC302x 通信の計算方法を示したサンプル コードは、[ASC Studio](#) で利用できます。

### 7.3.11 相対湿度および温度の測定結果のオフセットをプログラム可能

HDC302x-Q1 では、相対湿度および温度の不揮発性オフセット値をユーザーがプログラムできます。オフセット値は、センサの測定結果に対して加算または減算する用途にのみ使用できます。湿度または温度にオフセットを加算または減算しても、もう一方の測定結果には影響しません。例えば、空気中の水蒸気量が一定の場合、通常は温度が上昇すると相対湿度は低下します。ただし、ユーザーが温度の測定結果にオフセットを適用しても、湿度の測定値には影響しません。

## 7.4 デバイスの機能モード

HDC302x-Q1 には、次の 2 つの動作モードがあります:スリープ モードと測定モードです。

### 7.4.1 スリープモードと測定モード

スリープ モードは、電源投入時、RESET ピンによるハードリセット時、およびソフトリセット時における HDC302x-Q1 のメーカー設定のデフォルト モードです (この電源投入時モードは再プログラム可能であり、その方法については[セクション 7.5.7.3.5](#)に記載されています)。HDC302x-Q1 は、I<sup>2</sup>C 命令が測定をトリガするまで、または有効なデータの読み取り / 書き込みを待機します。測定要求によっては HDC302x-Q1 が測定モードに切り替わるようトリガされます。このモードでは、内蔵センサからの測定値が内部 ADC を通過し、デバイス内部の独自手法による線形化処理を経て、温度および相対湿度の正確な算出結果が生成されます。結果はそれぞれのデータ レジスタに保存されます。変換完了後、HDC302x-Q1 はスリープ モードに戻ります。ヒーターを動作させたり、EEPROM をプログラムしたりするには、ユーザーはデバイスをスリープ モードに戻す必要があります。トリガー オンデマンド測定と自動測定の両方は、測定モードとみなされます。測定モードでは、温度および湿度のデータはコントローラによって 1 回のみ読み取り可能です。その後に温度および湿度の結果を読み取ろうとすると、最小の温度値および湿度値が返されます。

## 7.5 通信

### 7.5.1 I<sup>2</sup>C インターフェイス

HDC302x-Q1 は、I<sup>2</sup>C バス上のターゲット デバイスとしてのみ動作します。同じ I<sup>2</sup>C バスに同じアドレスを持つ複数のデバイスを接続することは許可されていません。バスへの接続は、SCL とオープンドレインの I/O ラインである SDA を介して行われます。電源投入後、センサは、温度および相対湿度測定値の取得を開始する前に、センサの電源投入準備完了時間である Sensor<sub>PUR</sub> を必要とします。すべてのデータ バイトは、MSB が最初に送信されます。I<sup>2</sup>C バスの電圧は、デバイスの VDD と異なることがあります。デバイスの自己発熱を防止するため、I<sup>2</sup>C バスの電圧が VDD と同じかそれ以上であることを確認することを推奨します。

### 7.5.2 I<sup>2</sup>C シリアルバス アドレスの構成

I<sup>2</sup>C コントローラは、ターゲット アドレス バイトを介して目的のターゲット デバイスと通信します。ターゲット アドレス バイトは、7 ビットのアドレスと、読み取りまたは書き込みのどちらかを実行するかを示す、1 ビットのデータ方向ビットで構成されています。HDC302x-Q1 は 2 本のアドレスピンを備えているため、1 つの I<sup>2</sup>C バス上で 4 つのアドレス指定可能な HDC302x-Q1 デバイスをサポートできます。表 7-2 に、最大 4 つのデバイスの通信に使用されるピンのロジックレベルを示します。

表 7-2. HDC302x-Q1 I<sup>2</sup>C デバイス アドレス

| ADDR | ADDR1 | アドレス (7 ビット 16 進表現) |
|------|-------|---------------------|
| GND  | GND   | 0x44                |
| GND  | VDD   | 0x46                |
| VDD  | GND   | 0x45                |
| VDD  | VDD   | 0x47                |

### 7.5.3 I<sup>2</sup>C 書き込み - デバイス コマンドの送信

HDC302x-Q1 との通信はコマンドリストに基づいて行われ、その詳細は表 7-4 に記載されています。記載されているもの以外のコマンドは未定義であり、デバイスに送信しないものとします。

I<sup>2</sup>C 書き込みシーケンスを実行して、HDC302x-Q1 にコマンドを送信します。これらのコマンドの一部には、I<sup>2</sup>C コントローラからの構成データも必要です。このような場合、HDC302x-Q1 によるエラー チェックを許可するために、構成データに CRC バイトが添付されている必要があります。これらの I<sup>2</sup>C 書き込みシナリオの両方を、図 7-1 と図 7-2 に示します。

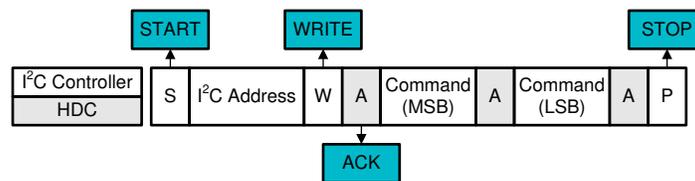


図 7-1. I<sup>2</sup>C 書き込みコマンド、構成データは不要

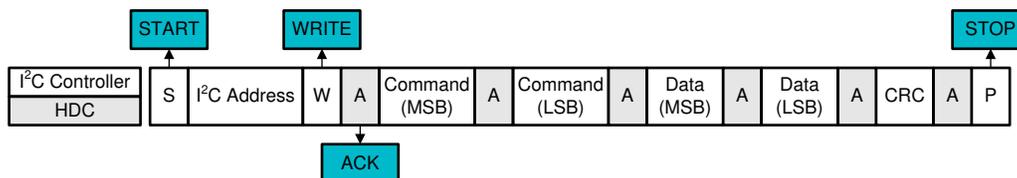


図 7-2. I<sup>2</sup>C 書き込みコマンド、構成データおよび CRC バイトが必要

### 7.5.4 I<sup>2</sup>C 読み取り - 単一データ結果の取得

HDC302x-Q1 からデータを取得するために、I<sup>2</sup>C の読み取りシーケンスが実行されます。I<sup>2</sup>C 読み取りシーケンスは、デバイスに対する読み取りコマンドを開始するために使用される I<sup>2</sup>C 書き込みシーケンスに続く必要があります。CRC バイトは、HDC302x-Q1 から送信されるデータに常に付属しています。I<sup>2</sup>C コントローラは、ユーザーが CRC を使用するかどうかに関係なく、CRC バイトを受け入れる必要があります。CRC を受信して CRC 送信を破棄する前に、I<sup>2</sup>C コントローラは NACK を発行できません。I<sup>2</sup>C 読み取りを図 7-3 に示します。

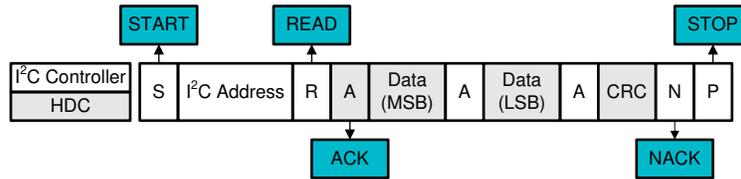


図 7-3. I<sup>2</sup>C 単一データ結果の読み取り

いずれかのデータバイトの後に I<sup>2</sup>C コントローラが ACK に失敗した場合、HDC302x-Q1 がデータバイトの送信を停止します。

### 7.5.5 I<sup>2</sup>C 読み取り - 複数データの結果の取得

複数のデータ結果を取得するために I<sup>2</sup>C の読み取りシーケンスを実行し、かつ I<sup>2</sup>C コントローラが CRC バイトを用いてデータ完全性チェックを行わない場合でも、I<sup>2</sup>C コントローラは最終の CRC バイトを受信する必要があります。この I<sup>2</sup>C 読み取りシナリオを図 7-4 に示します。

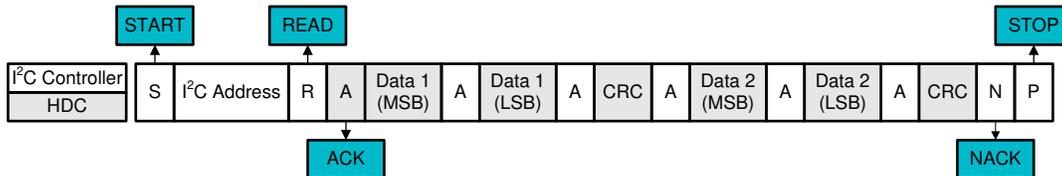


図 7-4. I<sup>2</sup>C 読み取り - 複数データの結果

### 7.5.6 I<sup>2</sup>C 繰り返しスタート - コマンドの送信およびデータ結果の取得

HDC302x-Q1 は I<sup>2</sup>C の繰り返し START をサポートしているため、I<sup>2</sup>C バスを解放せずに、コマンドの発行とデータの取得が可能です。また、他のすべてのデータ取得要求と同様に、最後のデータ結果に対応する CRC バイトの受信を保持する必要があります。この例は、単一データ結果の読み出しについては図 7-5 に、複数データ結果の読み出しについては図 7-6 に示されています。

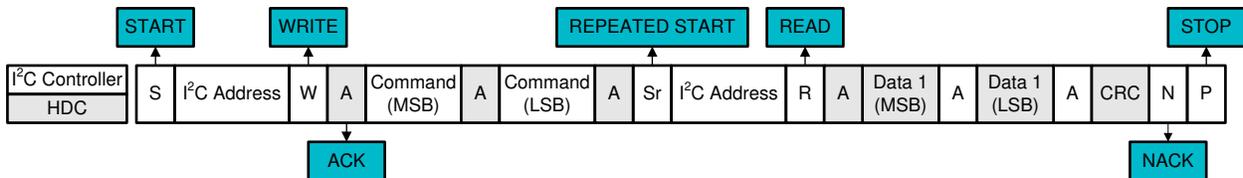


図 7-5. I<sup>2</sup>C 繰り返し START シーケンス、単一データ結果

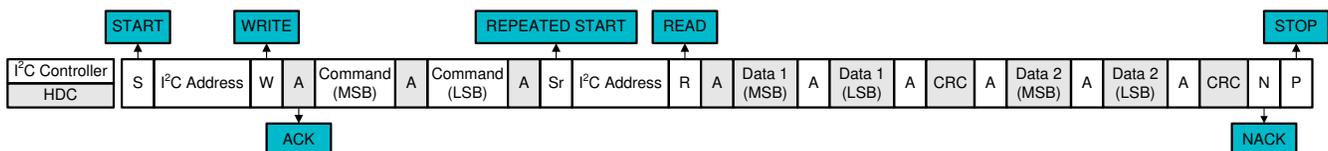


図 7-6. I<sup>2</sup>C 繰り返し START シーケンス、複数データ結果

### 7.5.7 コマンド表および詳細説明

HDC302x-Q1 コマンド構造については、以下の表 7-4 で説明されています。各コマンドの詳細は、以下の各サブセクションに記載されています。

表 7-3. HDC302x 低消費電力モード (LPM) オプションおよび説明 (25°C、V<sub>DD</sub> = 3.3V)

| ロー パワー モード (LPM) | 測定時間 (代表値) | アクティブ IQ (標準値) | RH 測定ノイズ  |
|------------------|------------|----------------|-----------|
| LPM0             | 12.5ms     | 110μA          | ±0.02 %RH |
| LPM1             | 7.5ms      | 108μA          | ±0.02 %RH |
| LPM2             | 5.0ms      | 103μA          | ±0.03 %RH |
| LPM3             | 3.7ms      | 99μA           | ±0.04 %RH |

表 7-4. HDC302x-Q1 コマンド表

| 16 進コード (MSB) | 16 進コード (LSB) | コマンド  | コマンドの詳細              |
|---------------|---------------|---|----------------------|
| 24            | 00            | トリガ オンデマンド モード<br>単一温度 (T) 測定<br>および相対湿度 (RH) 測定 <sup>(1)</sup> | 低消費電力モード 0 (最小限のノイズ) |
| 24            | 0B            |   | 低消費電力モード 1           |
| 24            | 16            |   | 低消費電力モード 2           |
| 24            | FF            |   | 低消費電力モード 3 (最小限の電力)  |
| 20            | 32            | 自動測定モード<br>2 秒あたり 1 測定。   | 低消費電力モード 0 (最小限のノイズ) |
| 20            | 24            |   | 低消費電力モード 1           |
| 20            | 2F            |   | 低消費電力モード 2           |
| 20            | FF            |   | 低消費電力モード 3 (最小限の電力)  |
| 21            | 30            | 自動測定モード<br>1 秒あたり 1 測定。   | 低消費電力モード 0 (最小限のノイズ) |
| 21            | 26            |   | 低消費電力モード 1           |
| 21            | 2D            |   | 低消費電力モード 2           |
| 21            | FF            |   | 低消費電力モード 3 (最小限の電力)  |
| 22            | 36            | 自動測定モード<br>1 秒あたり 2 測定。   | 低消費電力モード 0 (最小限のノイズ) |
| 22            | 20            |   | 低消費電力モード 1           |
| 22            | 2B            |   | 低消費電力モード 2           |
| 22            | FF            |   | 低消費電力モード 3 (最小限の電力)  |
| 23            | 34            | 自動測定モード<br>1 秒あたり 4 測定。   | 低消費電力モード 0 (最小限のノイズ) |
| 23            | 22            |   | 低消費電力モード 1           |
| 23            | 29            |   | 低消費電力モード 2           |
| 23            | FF            |   | 低消費電力モード 3 (最小限の電力)  |
| 27            | 37            | 自動測定モード<br>1 秒あたり 10 測定。  | 低消費電力モード 0 (最小限のノイズ) |
| 27            | 21            |   | 低消費電力モード 1           |
| 27            | 2A            |   | 低消費電力モード 2           |
| 27            | FF            |   | 低消費電力モード 3 (最小限の電力)  |
| 2C            | 06            | トリガ オンデマンド モード<br>単一温度 (T) 測定<br>および相対湿度 (RH) 測定 <sup>(1)</sup> | 低消費電力モード 0 (最小限のノイズ) |
| 2C            | 0D            |   | 低消費電力モード 1           |
| 2C            | 10            |   | 低消費電力モード 2           |

表 7-4. HDC302x-Q1 コマンド表 (続き)

| 16 進コード (MSB) | 16 進コード (LSB) | コマンド                                   | コマンドの詳細   |
|---------------|---------------|--|---|
| 30            | 93            |  | 終了してから、トリガ オンデマンド モードに戻ります。                                   |
| E0            | 00            | 自動測定モード                                | T と RH の測定値読み出し<br>(注: RH と T が更新されない場合、データ読み出しはすべて FF になります) |
| E0            | 01            |  | RH のみの測定値読み出し   |
| E0            | 02            |  | 最小 T の測定履歴読み出し。   |
| E0            | 03            |  | 最大 T の測定履歴読み出し。   |
| E0            | 04            |  | 最小 RH の測定履歴読み出し。  |
| E0            | 05            |  | 最大 RH の測定履歴読み出し。  |
| 61            | 00            |  | T および RH の ALERT スレッショルドを設定                                   |
| 61            | 1D            | 「高アラート設定」のスレッショルドを構成                   |   |
| 61            | 0B            | 構成<br>「低アラートをクリア」のスレッショルド              |   |
| 61            | 16            | 構成<br>「高アラートをクリア」のスレッショルド              |   |
| E1            | 02            | T および RH の ALERT のスレッショルドを読み取り         | 「低アラート設定」のスレッショルドを読み取り  |
| E1            | 1F            |  | 「高アラート設定」のスレッショルドを読み取り  |
| E1            | 09            |  | 「低アラートをクリア」のスレッショルドを読み取り                                      |
| E1            | 14            |  | 「高アラートをクリア」のスレッショルドを読み取り                                      |
| 30            | 6D            | ヒーターを内蔵                                | イネーブル   |
| 30            | 66            |  | 無効  |
| 30            | 6E            | ヒーターを内蔵                                | 構成<br>ヒーター設定の読み取り   |
| F3            | 2D            | ステータスレジスタ                              | コンテンツを読む  |
| 30            | 41            |  | コンテンツをクリア   |
| 30            | A2            | ソフトリセット                                |   |
| 36            | 83            | NIST ID (シリアル番号) のバイト 5 および 4 を読み取り    |   |
| 36            | 84            | NIST ID (シリアル番号) のバイト 3 および 2 を読み取り    |   |
| 36            | 85            | NIST ID (シリアル番号) のバイト 1 および 0 を読み取り    |   |
| 37            | 81            | メーカー ID (テキサス インストルメンツ) (0x3000) を読み取り |   |

- (1) オンデマンドトリガ モードでは、いずれのコマンドを使用しても同じ結果が得られる 3 組のコマンド ペアがあります:
- 0x2400 と 0x2C06
  - 0x240B と 0x2C0D
  - 0x2416 と 0x2C1

表 7-5. 変換時間別 HDC302x の温度および RH 読み取りコマンド (16 進コード)

| 変換レート:      | 変換時間: 3.7ms | 変換時間: 5ms | 変換時間: 7.5ms | 変換時間: 12.5ms |
|-------------|-------------|-----------|-------------|--------------|
| トリガ オン デマンド | 0x24FF      | 0x2416    | 0x240B      | 0x2400       |
| 毎秒 10 回の測定  | 0x27FF      | 0x272A    | 0x2721      | 0x2737       |
| 毎秒 4 回の測定   | 0x23FF      | 0x2329    | 0x2322      | 0x2334       |
| 毎秒 2 回の測定   | 0x22FF      | 0x222B    | 0x2220      | 0x2236       |

**表 7-5. 変換時間別 HDC302x の温度および RH 読み取りコマンド (16 進コード) (続き)**

| 変換レート:       | 変換時間:3.7ms | 変換時間:5ms | 変換時間:7.5ms | 変換時間:12.5ms |
|--------------|------------|----------|------------|-------------|
| 毎秒 1 回の測定    | 0x21FF     | 0x212D   | 0x2126     | 0x2130      |
| 2 秒ごとに 1 回測定 | 0x20FF     | 0x202F   | 0x2024     | 0x2032      |

**表 7-6. HDC302x NVM (EEPROM) プログラミング コマンド表**

| 16 進コード (MSB) | 16 進コード (LSB) | コマンド                                    | コマンドの詳細   |
|---------------|---------------|---|---|
| 61            | 55            | T および RH の ALERT スレッシュホールドをプログラム        | ALERT スレッシュホールドを不揮発性メモリ (NVM) に転送                                   |
| A0            | 04            | 湿度および温度測定結果のオフセット値をプログラム / 読み取り         |   |
| 61            | BB            | デフォルトのデバイス電源投入 / リセット時測定状態をプログラム / 読み取り | このコマンドを使用すると、EEPROM が正常にプログラムされたかを確認するために、デバイスのデフォルト設定を読み戻すこともできます。 |

NVM プログラミング コマンド表では、EEPROM をプログラムすることで HDC302x に恒久的な変更を加えることができる個別のコマンドについて説明しています。上記の NVM プログラミング コマンドを実行する際は、HDC302x がすでにスリープモードでない場合、事前に HDC302x をスリープモードにする必要があります。次に、コマンドを発行した後、ユーザーは  $t_{\text{PROG}} = 77\text{ms}$  に従って待機する必要があります。この 77ms の待機時間中は、他のコマンドや通信を行うことはできません。待機が完了すると EEPROM のプログラミングが終了し、通常動作に戻ります。

表 7-7. デフォルトのデバイス電源投入 / リセット時測定状態を上書きするための有効な構成値一覧 HDC302x-Q1

| CFG (MSB) | CFG (LSB) | CRC                        | 構成       | 低電力モード     | 1 秒あたりの測定値 |
|-----------|-----------|----------------------------|----------|------------|------------|
| 0x00      | 0x03      | 0xD2                       | 自動測定モード  | 0 (最小ノイズ)  | 0.5        |
|           | 0x05      | 0x74                       |          | 0 (最小ノイズ)  | 1          |
|           | 0x07      | 0x16                       |          | 0 (最小ノイズ)  | 2          |
|           | 0x09      | 0x09                       |          | 0 (最小ノイズ)  | 4          |
|           | 0x0B      | 0x6B                       |          | 0 (最小ノイズ)  | 10         |
|           | 0x13      | 0x91                       |          | 1          | 0.5        |
|           | 0x15      | 0x37                       |          | 1          | 1          |
|           | 0x17      | 0x55                       |          | 1          | 2          |
|           | 0x19      | 0x4A                       |          | 1          | 4          |
|           | 0x1B      | 0x28                       |          | 1          | 10         |
|           | 0x23      | 0x54                       |          | 2          | 0.5        |
|           | 0x25      | 0xF2                       |          | 2          | 1          |
|           | 0x27      | 0x90                       |          | 2          | 2          |
|           | 0x29      | 0x8F                       |          | 2          | 4          |
|           | 0x2B      | 0xED                       |          | 2          | 10         |
|           | 0x33      | 0x17                       |          | 3 (最小消費電力) | 0.5        |
|           | 0x35      | 0xB1                       |          | 3 (最小消費電力) | 1          |
|           | 0x37      | 0xD3                       |          | 3 (最小消費電力) | 2          |
|           | 0x39      | 0xCC                       |          | 3 (最小消費電力) | 4          |
|           | 0x3B      | 0xAE                       |          | 3 (最小消費電力) | 10         |
| 0x00      | 0x81      | 工場出荷時のデフォルト設定に戻す (スリープモード) | なし<br>変換 | 該当なし       |            |

### 7.5.7.1 リセット

HDC302x リセット コマンド、I<sup>2</sup>C ゼネラル コール リセット、パワー サイクル、nRESET ピンにゼロ パルスを実加するには、4 つの方法があります。

#### 7.5.7.1.1 ソフト リセット

HDC302x-Q1 には、電源電圧を維持したままデバイスをデフォルト状態に強制的に移行させるためのソフトウェア コマンドが用意されており、その内容は図 7-7 に示されています。この機能は、電源サイクル (または RESET ピンの切り替え) によるハードウェア リセットと同等のソフトウェアです。実行されると、HDC302x-Q1 はステータス レジスタをリセットし、校正データとプログラムされた湿度 / 温度オフセット誤差をメモリからリロードし、以前に保存された測定結果をクリアして、割り込みスレッショルドの制限値をデフォルト条件に戻します。

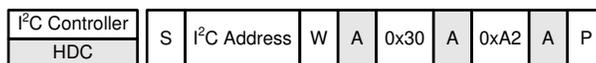


図 7-7. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : HDC302x-Q1 ソフトウェア リセット

#### 7.5.7.1.2 I<sup>2</sup>C ゼネラル コール リセット

デバイス固有のソフトリセット コマンドに加えて、このデバイスは、HDC302x-Q1 I<sup>2</sup>C 仕様のゼネラル コール アドレスをサポートしています。これにより、1 つのコマンドを使用して I<sup>2</sup>C システム全体をリセットできます (I<sup>2</sup>C バス上のすべてのデバイスがコマンドをサポートしている場合)。図 7-8 は、このコマンドを示します。ゼネラル コールは、センサが I<sup>2</sup>C コマンドを処理でき、ソフトウェア リセットと機能的に同等である場合に認識されます。

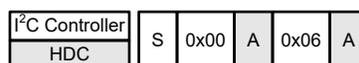


図 7-8. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : HDC302x-Q1 ゼネラル コールによるリセット

### 7.5.7.2 トリガ オン デマンド

このコマンドのセットにより、まず温度の単回測定が実行され、その後に相対湿度の測定が行われます。HDC302x-Q1 はスリープ モードから測定モードに遷移し、測定が完了するとスリープ モードに戻ります。トリガ オンデマンド コマンドには 4 種類があり、それぞれ異なる変換時間 (したがって、消費電力レベルも異なる) に対応しています。表 7-4 に、これらのコマンドを示します。トリガ オンデマンド コマンドを発行した後、ホストは後続のデータ読み出しを開始する前に、指示した変換が完了するのに十分な時間をセンサに与える必要があります。

これらのコマンドによる測定結果の読み出しは、[I<sup>2</sup>C 読み取り - 単一データ結果の取得](#)および [I<sup>2</sup>C 読み取り - 複数データの結果の取得](#)にすでに記載されているとおり、I<sup>2</sup>C の読み取りシーケンスを通じて取得されます。測定結果の読み出し形式は、温度を表す 2 バイトのデータ、続いて 1 バイトの CRC チェックサム、その後相対湿度を表す 2 バイトのデータ、さらに 1 バイトの CRC チェックサムという構成で、[図 7-9](#) に示されています。



図 7-9. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : トリガ オンデマンド モードにおける測定結果の読み出し例

I<sup>2</sup>C コントローラが新しい測定が完了する前に測定結果の読み取りを試みると、HDC302x-Q1 は [図 7-10](#) に示すように NACK 条件で応答します。

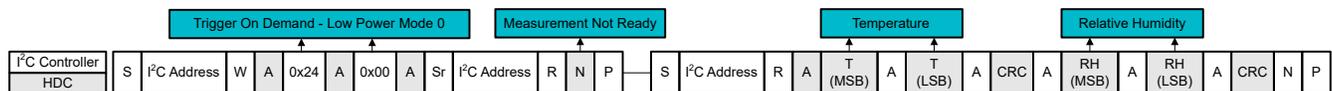


図 7-10. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : トリガ オンデマンド モードでの測定準備ができていない例

### 7.5.7.3 自動測定モード

自動測定モードでは、HDC302x-Q1 が特定のタイミング期間で温度と相対湿度の測定を強制的に実行するため、I<sup>2</sup>C コントローラで測定のアクイジションを繰り返し開始する必要はありません。このセクションでは、各コマンドの詳細情報について説明します

#### 7.5.7.3.1 自動測定モード : 有効化および測定間隔の設定

自動測定モードが有効な場合、サンプリング周期と変換時間の組み合わせは 20 通りあります。これらのコマンドについては、[表 7-4](#) を参照してください。温度センサの自己発熱を避けるため、TI はサンプリング間隔を 1 秒あたり 1 回の測定より速くしないことを推奨しています ([図 7-11](#) に図示)。

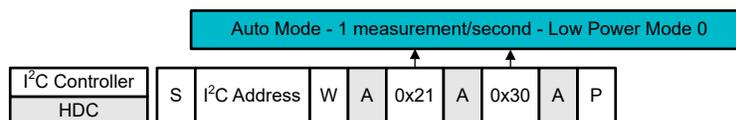


図 7-11. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : 1 秒あたり 1 回の測定で自動測定モードを有効化

#### 7.5.7.3.2 自動測定モード : 測定結果の読み出し

自動測定モードにおける最新の測定結果は、測定読み出しコマンドを使用して取得できます。これらのコマンドは [表 7-4](#) に記載されており、[図 7-12](#) に図示されています。測定値の読み取りが完了すると、HDC302x-Q1 は測定結果をクリアします。したがって、次の変換が行われる前に次のデータの読み取りが実行された場合、読み取り結果は温度が +130°C、湿度が +100%RH となります。

[トリガ オン デマンド](#) に示すように、I<sup>2</sup>C コントローラが測定完了の前に測定結果の読み出しを試みると、HDC302x-Q1 は NACK 条件で応答します。

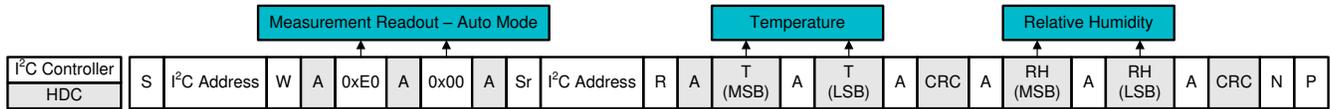


図 7-12. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : 自動測定モードでの測定値の読み取り

### 7.5.7.3.3 自動測定モード : 終了

自動測定モードを終了するためのコマンドは表 7-4 に記載されており、図 7-13 に示されています。HDC302x-Q1 は進行中の測定を直ちに中止し、スリープ モードに戻ります。

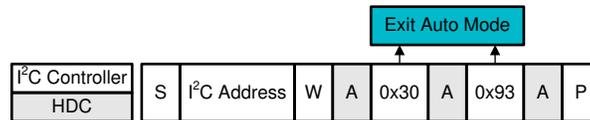


図 7-13. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : 自動測定モードを終了

### 7.5.7.3.4 自動測定モード : 極端な測定履歴

自動測定モードでは、HDC302x-Q1 は温度および相対湿度の測定値について、最大値と最小値の履歴を保持します。これらは変数 MIN T、MAX T、MIN RH、MAX RH として管理されます。表 7-8 に、デバイスリセット後の MIN T、MAX T、MIN RH および MAX RH のステータスをまとめます。

表 7-8. HDC302x-Q1 構成に基づく測定履歴変数のステータス

| HDC302x-Q1 構成 | MIN T        | MAX T | MIN RH | MAX RH |
|---------------|--------------|-------|--------|--------|
| リセット後         | 130°C        | -45°C | 100%   | 0%     |
| 自動測定モード内      | 必要に応じて監視とラッチ |       |        |        |

MIN T、MAX T、MIN RH、MAX RH の値は、自動測定モードでのみ更新されます。これらの値は、自動測定モードおよびスリープ モード中に読み取ることができます。これらの値は、RESET イベントが発生した場合にのみ開始値にリセットできます。図 7-14 に、MIN T、MAX T、MIN RH、MAX RH の測定読み取りのための I<sup>2</sup>C シーケンスを示します。

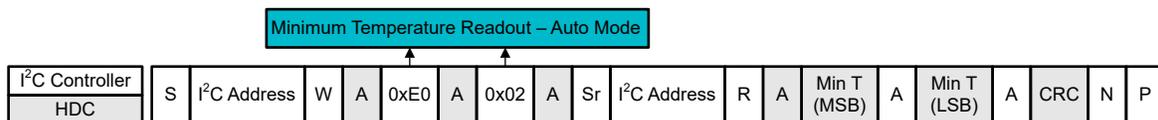


図 7-14. 代表的な I<sup>2</sup>C シーケンス : 最小温度測定値の読み取り (自動測定モード)

### 7.5.7.3.5 デフォルトのデバイス電源オンおよびデバイス リセット状態をオーバーライド

HDC302x-Q1 は、デバイスの電源投入後またはデバイスリセット後にスリープ モードへ移行するよう、出荷時に設定されています。ただし、オーバーライド コマンドを HDC302x-Q1 に送信することで、デバイスの電源投入時およびデバイスリセット時ごとに自動測定モードへ強制的に移行させることができます。このコマンドは図 7-15 に示されており、使用可能なすべてのコマンド構成の一覧は表 7-7 に記載されています。これは EEPROM プログラミング コマンドであるため、このコマンドが発行されてから EEPROM のプログラミングが完了するまでの間、通信は行えません。このコマンド、または他のいかなる EEPROM プログラミング コマンドを発行する前にも、HDC302x をスリープ モードにしておく必要があります。

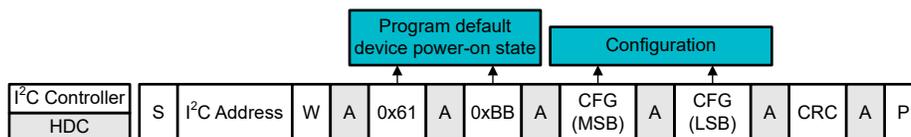


図 7-15. 代表的な I<sup>2</sup>C シーケンス : デフォルトの電源投入時状態およびサンプリング周期の設定

### 7.5.7.4 ALERT 出力構成

HDC302x-Q1 は、割り込み出力ピン (ALERT) により、イベントのハードウェア通知を提供します。具体的には、ALERT 出力はステータスレジスタのビット 15、11、10、および 4 のステータスを表します。ALERT 出力は、イベントを検出するとロジック High にアサートされ、イベントが解消された場合、またはステータスレジスタがクリアされた後にロジック Low にデアサートされます。

ALERT 出力は、電源オン時やすべてのリセット イベント時にデフォルトでアクティブになります。ALERT 出力は、HDC302x-Q1、または  $\overline{\text{RESET}}$  ピンのアサートによって無効化されている場合に低レベルになります。

ALERT 出力を介した温度相関湿度トラッキングが不要な場合、ALERT 出力:環境追跡の無効化で説明されているように、この機能をディスエーブルにできます。

#### 7.5.7.4.1 ALERT 出力: 温度および相対湿度の環境追跡

ALERT 出力の主な用途は、周囲温度および相対湿度の測定値が設定されたしきい値を逸脱した場合に、信号による通知を行うことです。温度については合計 4 つ、相対湿度についても 4 つのプログラム可能なしきい値があり、表 7-4 に記載されており、以下の図 7-16 に示されています。

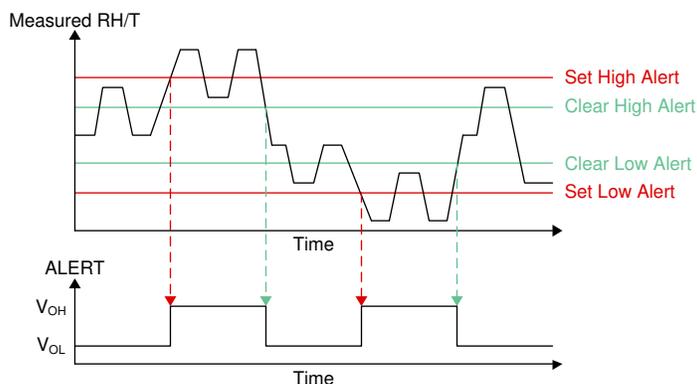


図 7-16. ALERT がプログラム可能な環境スレッシュホールド

4 つのプログラム可能なスレッシュホールドを以下に示します

1. **高アラート設定:** HDC302x-Q1 がこの値を上回る温度または相対湿度を測定した場合、ALERT 出力がアサートされます。
2. **高アラートをクリア:** HDC302x-Q1 が温度または相対湿度を測定し、その値がこの値を下回った場合、高アラート設定によってアサートされた ALERT 出力はデアサートされます。
3. **低アラート設定:** HDC302x-Q1 が温度または相対湿度を測定し、その値がこの値を下回った場合に、ALERT 出力をアサートするための設定値です。
4. **低アラートをクリア:** HDC302x-Q1 が温度または相対湿度を測定し、その値がこの値を上回った場合に、低アラート設定によってアサートされた ALERT 出力をデアサートするための設定値です。

ユーザー アプリケーションで ALERT 出力を環境監視に使用する場合、温度または相対湿度の測定を取得する前に、これら 4 つのスレッシュホールドをあらかじめ設定することが推奨されます。セット スレッシュホールドとクリア スレッシュホールドの間に十分な分離をプログラムすることは重要です。セット レベルとクリア レベルの間の距離が短くなると、測定ノイズのために ALERT ピンが高低にトグルする可能性があるためです。

### 7.5.7.4.2 ALERT 出力：環境スレッシュホールドの表現およびデフォルトのスレッシュホールド値

高アラート設定、高アラートをクリア、低アラート設定および低アラートをクリアの各スレッシュホールドはそれぞれ切り捨てられた 16 ビット値で表されており、[図 7-17](#) に示されています。相対湿度測定値の上位 7 ビット (MSB) と、温度測定値の上位 9 ビット (MSB) が連結されます。実際の温度および相対湿度の測定結果は常に 16 ビット値として保存されますが、プログラムされたスレッシュホールドと比較する際には、表現が切り捨てられているため、温度では 0.5°C、相対湿度では 1% の分解能低下が生じます。

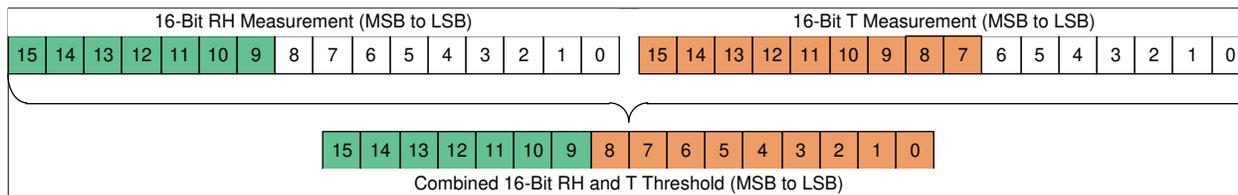


図 7-17. RH と T を組み合わせた ALERT スレッシュホールドの表現

以下の表 7-9 に、リセット イベント後の相対湿度および温度スレッシュホールドのメーカーのデフォルト値を示します。スレッシュホールドを再プログラムするための適切なコマンドについては、[表 7-4](#) を参照してください。

表 7-9. ALERT スレッシュホールドのデフォルト値

| ALERT スレッシュホールド | メーカー デフォルトの RH スレッシュホールド | メーカー デフォルトの T スレッシュホールド | 16 進数値 | CRC  |
|-----------------|--------------------------|-------------------------|--------|------|
| 高アラート設定         | <80% RH                  | 60°C                    | 0xCD33 | 0xFD |
| 高アラートをクリア       | <79% RH                  | 58°C                    | 0xCB2D | 0x22 |
| 低アラート設定         | <20% RH                  | -10°C                   | 0x3266 | 0xAD |
| 低アラートをクリア       | <22% RH                  | -9°C                    | 0x3869 | 0x37 |

### 7.5.7.4.3 ALERT 出力：環境スレッシュホールドを計算およびプログラムする手順

高アラート設定、高アラートをクリア、低アラート設定、および低アラートをクリアのスレッシュホールドを計算する手順を以下に示します：

1. 設定する相対湿度および温度のスレッシュホールドと、そのプログラム値を選択します。
2. 相対湿度および温度のスレッシュホールドを、それぞれ対応する 16 ビットのバイナリ値に変換します
3. 相対湿度については上位 7 ビット (MSB) を、温度については上位 9 ビット (MSB) を保持します
4. 相対湿度の上位 7 ビット (MSB) と温度の上位 9 ビット (MSB) を連結して、16 ビットのスレッシュホールド表現を完成させます
5. 16 ビットのスレッシュホールド値から CRC バイトを計算します

以下に例を示します。

1. この場合、高アラート設定スレッシュホールドは 90% RH および 65°C にプログラムされます
2. 相対湿度 90% RH は 0b1110011001100111 に変換され、温度 65°C は 0b1010000011101011 に変換されます
3. 90% RH の上位 7 ビット (MSB) は 0b1110011 で、65°C の温度の上位 9 ビット (MSB) は 0b101000001 です
4. 相対湿度と温度の MSB を連結すると、スレッシュホールドの表現 0b1110011101000001 = 0xE741 となります
5. 0xE741 の場合、これは CRC バイト 0x55 に対応します
  - a. [図 7-18](#) に、HDC302x-Q1 に送信するための適切なコマンドを示します。
  - b. HDC302x-Q1 は、I<sup>2</sup>C の NACK を使って誤った CRC バイトを受信すると応答します。

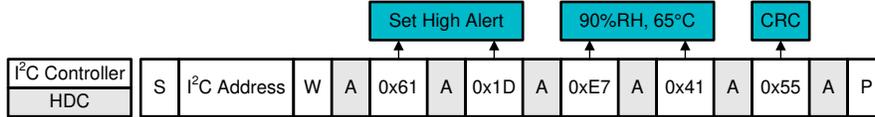


図 7-18. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : 90% RH、65°C に高アラートを設定するプログラミング例

#### 7.5.7.4.4 ALERT 出力 : 環境追跡の無効化

温度または相対湿度の測定結果に対して ALERT 出力が応答しないようにするには、高アラート設定のスレッシュホールドを低アラート設定のスレッシュホールドよりも低く設定する必要があります。図 7-19 に、温度と相対湿度のトラッキングをディスエーブルするスレッシュホールドのプログラミング例を示します。より具体的には:

- 温度アラートトラッキングを無効にする場合: 低アラート設定スレッシュホールド内の温度ビットを、高アラート設定スレッシュホールド内の温度ビットより高くするように構成します。
- 湿度アラートトラッキングを無効にする場合: 低アラート設定スレッシュホールド内の湿度ビットを、高アラート設定スレッシュホールド内の湿度ビットよりも大きく設定します。

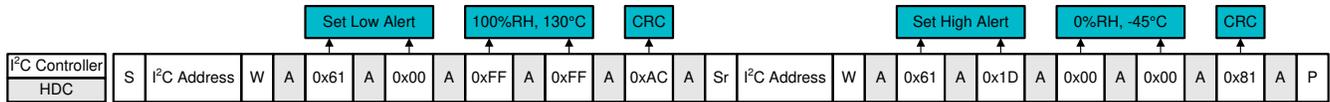


図 7-19. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : 温度および相対湿度の ALERT 出力トラッキングを無効にする例

#### 7.5.7.4.5 ALERT 出力 : スレッシュホールドを不揮発性メモリへ転送

以下の図 7-20 に示している、このコマンドを使用すると、デバイスのリセットまたは電源を切って再投入した後に、デフォルトの ALERT スレッシュホールド値をオーバーライドできます。

これは EEPROM プログラミング コマンドであるため、このコマンドが発行されてから EEPROM のプログラミングが完了するまでの間、通信は行えません。このコマンド、または他のいかなる EEPROM プログラミング コマンドを発行する前にも、HDC302x をスリープ モードにしておく必要があります。EEPROM のプログラミング後は、デバイスをリセットし、すべての ALERT 値を読み戻して EEPROM プログラムが正しく行われたことを確認することが推奨されます。

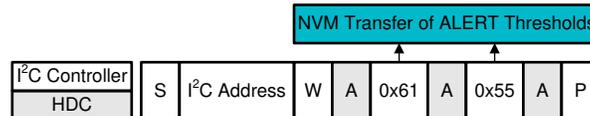


図 7-20. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : ALERT スレッシュホールドを NVM に転送

### 7.5.7.5 プログラム可能な測定オフセット

HDC302x-Q1 は、プログラムされたオフセット値を考慮した、相対湿度測定または温度測定を返すようにプログラムできます。符号ビット (結合された RH および温度オフセットレジスタのビット 15 およびビット 7) は、実際のセンサ測定結果に対してオフセットを加算するか減算するかを決定します。この機能は、温度センサから局所的な熱源を分離できず、かつそれらの熱源が時間とともに変動する (有効 / 無効になる部品が異なることによる) 設計を対象としています。コマンドについては表 7-4 を参照してください。

オフセットを変更する場合、デバイスはスリープモードにしておく必要があります。デバイスが自動測定モードのままだと、予測不能な結果が生じる可能性があるためです。なお、RH 測定では、補正のために実測された温度が使用され、設定された温度オフセットは使用されません。このため、RH の精度に影響を与えることなく、局所的な発熱を補正する目的で温度オフセットを設定できます。

いずれかのオフセット値を設定するには、対応する EEPROM 内の不揮発性メモリ領域に書き込む必要があります。したがって、オフセットプログラミングが完了するまで、I<sup>2</sup>C 通信は許可されません。単一の場所のプログラミングに要する時間  $t_{\text{PROG}}$  および、プログラミング中に必要な電流  $I_{\text{EEPROM}}$  については、電気的特性表を参照してください。これらの手順は、オフセットのプログラミングに限らず、すべての EEPROM プログラミングコマンドに適用されます。

#### 7.5.7.5.1 オフセット値の表現および工場出荷時のデフォルト値

図 7-21 に示すように、相対湿度 (RH<sub>OS</sub>) と温度 (T<sub>OS</sub>) についてプログラムされたオフセット値は、1 つの 16 ビット表現に組み合わせられています。7 ビットは RH<sub>OS</sub> を表し、7 ビットは T<sub>OS</sub> を表します。また、RH<sub>OS</sub> を加算または減算するための操作ビット (RH<sub>+/-</sub>) が 1 ビット、T<sub>OS</sub> を加算または減算するための操作ビット (T<sub>+/-</sub>) が 1 ビットあります。相対湿度の 16 ビット表現では、ビット 13 ~ 7 を使用して RH<sub>OS</sub> を表します。16 ビット表現の温度から、ビット 12 ~ 6 を使用して T<sub>OS</sub> を表します。

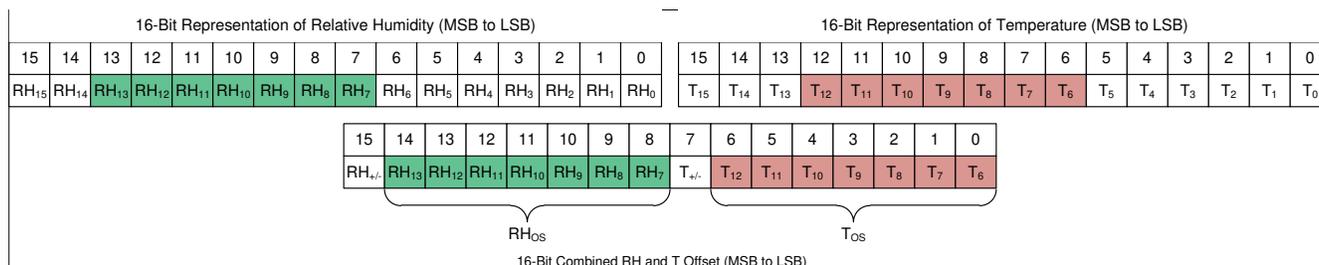


図 7-21. RH および T のプログラム済みオフセット値を表すデータ構造

#### 7.5.7.5.2 工場出荷時のデフォルトのオフセット値

HDC302x-Q1 は出荷時に、RH<sub>OS</sub> と T<sub>OS</sub> の両方についてデフォルト値 0x00 が設定されています。

#### 7.5.7.5.3 相対湿度オフセット値の計算

表 7-10 には、RH<sub>OS</sub> 内の各相対湿度オフセット ビットが表すプログラム済みオフセット値が記載されています。プログラム可能な最小オフセットは 0.1953125%、最大オフセットは 24.8046875% です。オフセットが負であっても、RH は 0% RH 未満を通知できません。

表 7-10. 各データ ビットが表す相対湿度オフセット値 (RH<sub>OS</sub>)

| RH オフセットビット       | 0 にプログラムされている場合の値 | 1 にプログラムされている場合の値 |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| RH <sub>+/-</sub> | 減算                | 追加                |
| RH <sub>13</sub>  | 0                 | 12.5              |
| RH <sub>12</sub>  | 0                 | 6.25              |
| RH <sub>11</sub>  | 0                 | 3.125             |
| RH <sub>10</sub>  | 0                 | 1.5625            |
| RH <sub>9</sub>   | 0                 | 0.78125           |
| RH <sub>8</sub>   | 0                 | 0.390625          |

表 7-10. 各データ ビットが表す相対湿度オフセット値 (RH<sub>OS</sub>) (続き)

| RH オフセットビット     | 0 にプログラムされている場合の値 | 1 にプログラムされている場合の値 |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| RH <sub>7</sub> | 0                 | 0.1953125         |

以下の表 7-11 では、(動作ビット RH<sub>+/-</sub> を含む) 計算可能な相対湿度オフセット値の一部の例を示しています:

表 7-11. RH<sub>OS</sub> のプログラム値の例

| RH <sub>+/-</sub> | RH <sub>13</sub> | RH <sub>12</sub> | RH <sub>11</sub> | RH <sub>10</sub> | RH <sub>9</sub> | RH <sub>8</sub> | RH <sub>7</sub> | RH オフセット値        |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1                 | 0                | 0                | 0                | 0                | 0               | 0               | 1               | <+0.1952125% RH  |
| 0                 | 0                | 0                | 0                | 0                | 0               | 0               | 1               | <-0.1952125% RH  |
| 1                 | 1                | 0                | 0                | 0                | 0               | 0               | 0               | <+12.5% RH       |
| 0                 | 1                | 0                | 0                | 0                | 0               | 0               | 0               | <-12.5% RH       |
| 1                 | 0                | 1                | 0                | 1                | 0               | 1               | 0               | <+8.203125% RH   |
| 0                 | 0                | 1                | 0                | 1                | 0               | 1               | 0               | <-8.203125% RH   |
| 1                 | 1                | 1                | 1                | 1                | 1               | 1               | 1               | <+24.8046875% RH |
| 0                 | 1                | 1                | 1                | 1                | 1               | 1               | 1               | <-24.8046875% RH |

#### 7.5.7.5.4 温度オフセット値の計算

表 7-12 に、T<sub>OS</sub> 内の各相対温度オフセットビットで表される、プログラムされたオフセット値を示します。プログラム可能なオフセットの最小値は 0.1708984375°C、最大値は 21.7041015625°C です。なお、RH は通常温度に依存しますが、温度オフセットを変更しても RH の測定値には影響しません。

表 7-12. 各データ ビットで表される温度オフセット値 (T<sub>OS</sub>)

| T OFFSET ビット     | 0 にプログラムされている場合の値 | 1 にプログラムされている場合の値 |
|------------------|-------------------|-------------------|
| T <sub>+/-</sub> | 減算                | 追加                |
| T <sub>12</sub>  | 0                 | 10.9375           |
| T <sub>11</sub>  | 0                 | 5.46875           |
| T <sub>10</sub>  | 0                 | 2.734375          |
| T <sub>9</sub>   | 0                 | 1.3671875         |
| T <sub>8</sub>   | 0                 | 0.68359375        |
| T <sub>7</sub>   | 0                 | 0.341796875       |
| T <sub>6</sub>   | 0                 | 0.1708984375      |

以下の表 7-13 は、温度オフセット値の計算値の一部の例を示します (動作ビット T<sub>+/-</sub> を含みます):

表 7-13. T<sub>OS</sub> のプログラム値の例

| T <sub>+/-</sub> | T <sub>12</sub> | T <sub>11</sub> | T <sub>10</sub> | T <sub>9</sub> | T <sub>8</sub> | T <sub>7</sub> | T <sub>6</sub> | T OFFSET 値       |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| 1                | 0               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 1              | +0.1708984375°C  |
| 0                | 0               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 1              | -0.1708984375°C  |
| 1                | 1               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 0              | +10.9375°C       |
| 0                | 1               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 0              | -10.9375°C       |
| 1                | 0               | 1               | 0               | 1              | 0              | 1              | 0              | +7.17734375°C    |
| 0                | 0               | 1               | 0               | 1              | 0              | 1              | 0              | -7.17734375°C    |
| 1                | 1               | 1               | 1               | 1              | 1              | 1              | 1              | 21.7041015625°C  |
| 0                | 1               | 1               | 1               | 1              | 1              | 1              | 1              | -21.7041015625°C |

### 7.5.7.5.5 オフセット値のプログラム

相対湿度オフセット値の計算および温度オフセット値の計算に記載されているとおり、RH<sub>+/-</sub>、RH<sub>OS</sub>、T<sub>+/-</sub>、T<sub>OS</sub> の設定値を決定した後、正しい CRC チェックサムを算出し、[図 7-22](#) に示すように 3 バイトすべてを HDC302x-Q1 に送信します (例: +8.20% RH、-7.17°C)。このコマンドの後、少なくとも 50ms の通信一時停止が発生する可能性があります。

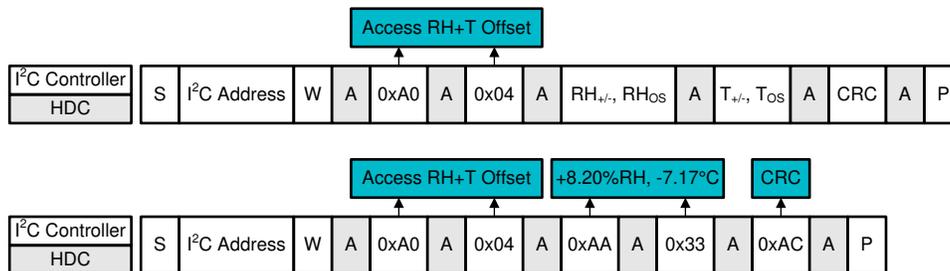


図 7-22. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : RH および T のオフセットのプログラミング (例 : +8.20% RH、-7.17°C)

### 7.5.7.5.6 プログラムされたオフセット値の確認

プログラムされたオフセット値を検証するためのコマンドは表 7-4 に記載されており、コマンド シーケンスは[図 7-23](#) に示されています。温度または湿度のオフセットをプログラムした後、新しく設定された値を読み戻そうとする前に、ユーザーは少なくとも 77ms 待つ必要があります。

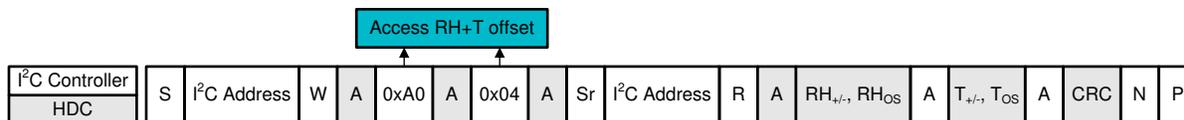


図 7-23. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : プログラム済み RH および T オフセットの検証

### 7.5.7.6 ステータス レジスタ

ステータス レジスタには、表 7-14 に記載されているように、HDC302x-Q1 の動作状態に関するリアルタイム情報が含まれています。ステータス レジスタには、次の 2 つのコマンドがあります: 表 7-4 に記載され、[図 7-24](#) および [図 7-25](#) に示されているとおり、コンテンツの読み取りとコンテンツのクリアを実行します。

表 7-14. カスタム表示 : ステータス レジスタ

| ビット | デフォルト | 説明  |
|-----|-------|---|
| 15  | 1     | 全体的なアラート ステータス<br>0 = アクティブなアラートなし<br>1 = 少なくとも 1 つ<br>アラートのトラッキングまたはリセット |
| 14  | 0     | 予約済み  |
| 13  | 0     | ヒーター ステータス<br>0 = ヒーター無効<br>1 = ヒーター有効                                    |
| 12  | 0     | 予約済み  |
| 11  | 0     | RH トラッキング アラート<br>。アラートピンにミラー出力<br>0 = RH アラートなし<br>1 = RH アラート           |
| 10  | 0     | T トラッキング アラート<br>。アラートピンにミラー出力<br>0 = T アラートなし<br>1 = T アラート              |

表 7-14. カスタム表示 : ステータス レジスタ (続き)

| ビット | デフォルト | 説明  |
|-----|-------|---|
| 9   | 0     | RH 高トラッキング アラート<br>0 = RH 高アラートなし<br>1 = RH 高アラート   |
| 8   | 0     | RH 低トラッキング アラート<br>0 = RH 低アラートなし<br>1 = RH 低アラート   |
| 7   | 0     | T 高トラッキング アラート<br>0 = T 高アラートなし<br>1 = T 高アラート  |
| 6   | 0     | T 低トラッキング アラート<br>0 = T 低アラートなし<br>1 = T 低アラート  |
| 5   | 0     | 予約済み  |
| 4   | 1     | デバイス リセット検出<br>アラート。Alert ピンにミラーリングされます。<br>0 = ステータス レジスタを最後にクリアして以降、リセットは検出されていません<br>1 = デバイスのリセットを検出 (ハードリセット、ソフトリセットコマンド、または電源投入によります) |
| 3   | 0     | 予約済み  |
| 2   | 0     | 予約済み  |
| 1   | 0     | 予約済み  |
| 0   | 0     | 最後のデータ書き込みのチェックサム検証<br>0 = 成功 (正しいチェックサムを受信)<br>1 = 失敗 (不正なチェックサムを受信)。<br>正常なデータ書き込み、またはリセット イベントによってのみクリアされます。                             |

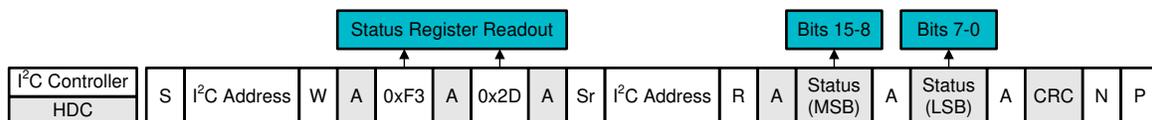


図 7-24. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : ステータス レジスタの読み取り



図 7-25. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : ステータス レジスタのクリア

ステータス レジスタのクリア コマンドによってクリアされるのは、ステータス レジスタ内のリセット ビットとトラッキング ビットのみです。

#### 7.5.7.7 ヒーター : イネーブルおよびディセーブル

HDC302x-Q1 は、凝縮環境での動作を可能にする十分な電力を備えた内蔵ヒーターを内蔵しています。ヒーターは、結露を防止するとともに、発生した結露を除去することで、湿度センサー領域を保護します。ヒーターの有効化および無効化については表 7-4 に記載されており、図 7-26 および図 7-27 に図示されています。

ヒーターは、温度測定結果および相対湿度測定結果に影響を与えることが想定されます。IC ベースの湿度センサは、周囲温度の推定値としてダイ温度を使用します。ヒーターを使用すると、ダイ温度は周囲温度より最大で 80°C 高くなります (電源電圧に依存します)。したがって、ヒーター動作中は周囲温度および相対湿度を正確に測定することはできません。

内蔵ヒーターは湿度センサー上部に形成される結露を蒸発させますが、溶解した汚染物質は除去しないことを認識しておくことが重要です。このような汚染物質の残留物が存在する場合、湿度センサの精度に影響を与える可能性があります。

す。HDC3022Q Q1 の IP67 定格 PTFE 恒久フィルタは、結露が蒸発する際に、湿度センサを結露および溶解した汚染物質から保護します。

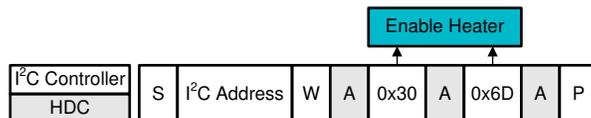


図 7-26. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : ヒーターを有効化

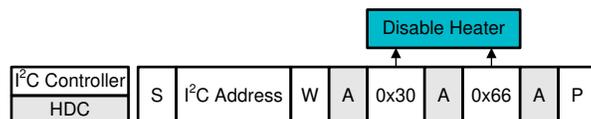


図 7-27. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : ヒーターを無効化

### 7.5.7.8 ヒーター : ヒーター電流のレベル設定

HDC302x-Q1 ヒーター アーキテクチャは、並列に配置された 14 の抵抗で構成されており、複数の異なる電力レベルをサポートします。この抵抗アレイの目的は、周囲温度および電源電圧に基づいて、オフセット誤差補正または結露の防止 / 除去に適したヒーター電流を設定することです。ヒーター アレイは HEATER\_CONFIG[15:0] で表され、次のように定義されています:

HEATER\_CONFIG[15:0] = H<sub>13</sub>H<sub>12</sub>H<sub>11</sub>H<sub>10</sub>H<sub>9</sub>H<sub>8</sub>H<sub>7</sub>H<sub>6</sub>H<sub>5</sub>H<sub>4</sub>H<sub>3</sub>H<sub>2</sub>H<sub>1</sub>H<sub>0</sub>。ここで、各 H<sub>x</sub> ビットは 14 個あるヒーターのうちのヒーター #X の設定を表します。以下の表に、ヒーター構成オプションの一部を示します。

ヒーター電力のレベルは VDD にも依存し、VDD が高いほどヒーター電力が大きくなり、その結果デバイスの発熱も増加します。センサの上面に水が結露する状況では、100°C を超えないように注意する必要があります。

表 7-15. HEATER\_CONFIG[16:0] の設定例

| 望ましいヒーター構成         | 必要な HEATER_CONFIG[15:0][HEX] | CRC |
|--------------------|------------------------------|-----|
| ヒーターを最大出力で有効化      | 3F FF                        | 06  |
| ヒーターをハーフ パワーで有効化   | 03 FF                        | 00  |
| ヒーターをクォーター パワーで有効化 | 00 9F                        | 96  |

表 7-16. ヒーターの代表的な抵抗値一覧表

| ヒーター コード、16 進 | 代表的な抵抗値 (Ω) |
|---------------|-------------|
| 1             | 1875.7      |
| 2             | 1379.3      |
| 4             | 1361.7      |
| 8             | 674.5       |
| F             | 292.4       |
| 10            | 692.0       |
| 20            | 692.0       |
| 40            | 472.8       |
| 80            | 475.3       |
| F0            | 145.2       |
| 100           | 478.0       |
| 200           | 477.6       |
| 400           | 281.6       |

表 7-16. ヒーターの代表的な抵抗値一覧表 (続き)

| ヒーター コード、16 進 | 代表的な抵抗値 (Ω) |
|---------------|-------------|
| 800           | 281.6       |
| F00           | 93.2        |
| 1000          | 283.7       |
| 2000          | 284.6       |
| 3FFF          | 40.3        |

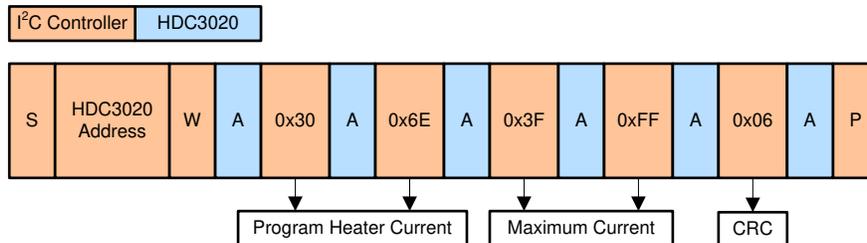


図 7-28. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : ヒーター電流を最大出力に設定

#### 7.5.7.9 NIST ID / シリアル番号の読み取り

各 HDC302x-Q1 には変更不可能な一意の 48 ビット コードが設定されており、これはセンサの NIST トレーサビリティをサポートするために使用されます。この値は、そのデバイスの一意のシリアル番号を表すためにも使用できます。図 7-29、図 7-30 および図 7-31 に示すように、完全な 48 ビット値を読み出すには 3 つのコマンドが必要です。各コマンドは、2 バイトの NIST ID と、それに続く CRC バイトを返します。MSB から LSB の順に、デバイスの完全な NIST ID は NIST\_ID\_5、NIST\_ID\_4、NIST\_ID\_3、NIST\_ID\_2、NIST\_ID\_1、NIST\_ID\_0 として読み出されます。

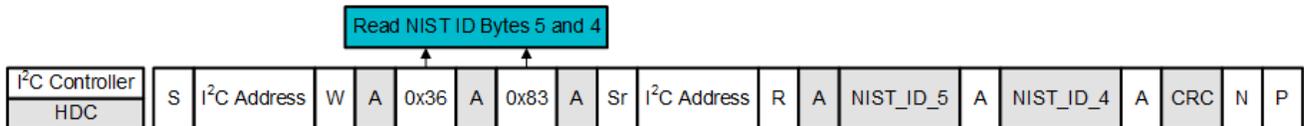


図 7-29. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : NIST ID を読み取り (バイト NIST\_ID\_5、次に NIST\_ID\_4)

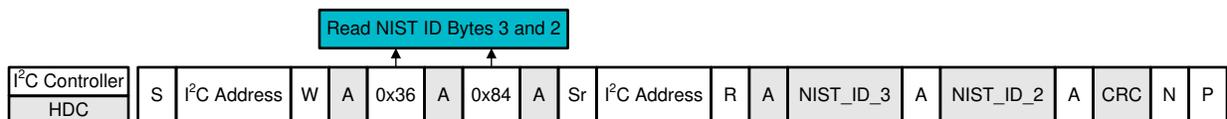


図 7-30. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : NIST ID を読み取り (バイト NIST\_ID\_3、次に NIST\_ID\_2)

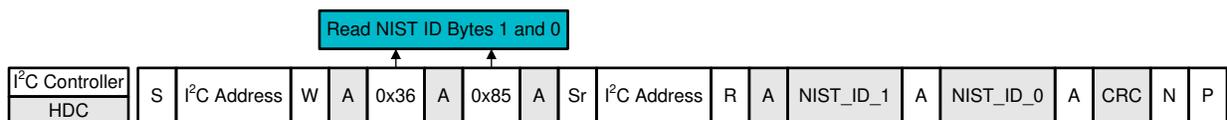


図 7-31. I<sup>2</sup>C コマンド シーケンス : NIST ID を読み取り (バイト NIST\_ID\_1、次に NIST\_ID\_0)

## 8 アプリケーションと実装

### 注

以下のアプリケーション情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくこととなります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

### 8.1 使用上の注意

HDC302x-Q1 は、デバイスが実装されている基板上の位置における相対湿度および温度を測定するために使用されます。設定可能な I<sup>2</sup>C アドレスオプションにより、1 本のシリアルバス上で最大 4 か所を監視できます。

算出される RH 値は温度の測定値に依存するため、正確な RH の結果を得るには、センサの温度を空気温度と一致させることが重要です。通常動作中に、HDC302x が外部熱源によって加熱されたり、自己発熱したりしていないことを確認するため、注意を払う必要があります。

### 8.2 代表的なアプリケーション

相対湿度および温度センサを必要とする一般的な車載アプリケーションの 1 つが LIDAR です。HDC302x-Q1 センサはプロセッサと組み合わせて使用され、プロセッサはセンサから相対湿度および温度データを取得し、環境条件を補正することで LIDAR のシステム精度を向上させたり、カメラレンズ上の結露を検知して、その除去のためにヒータを有効化したりします。図 8-1 に、LIDAR システムに適用できる湿度センサ システムのブロック図を示します。HDC302x-Q1 は 1.62V ~ 5.5V の広い電源電圧をサポートしているため、車載バッテリーには、HDC302x-Q1 に必要な低電圧を生成するサブシステムが備えられています。

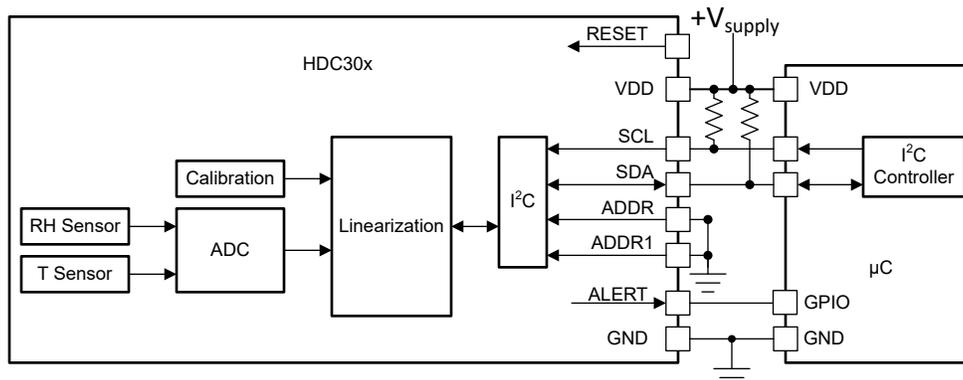


図 8-1. 代表的な湿度アプリケーション回路図

#### 8.2.1 設計要件

測定精度向上のため、TI では HDC302x-Q1 をアクティブな回路、バッテリー、ディスプレイ、抵抗素子の形を取るすべての熱源から分離することを推奨します。設計空間が制約条件となっている場合、デバイス周囲の切り取り、または小さい溝を設けることで、PCB の熱源から HDC302x-Q1 への熱転移を最小限に抑えることができます。HDC302x-Q1 の自己発熱を避けるため、TI はデバイスの測定レートを 1 秒あたり 1 回以下に設定することを推奨しています。ラジエータや直射日光などの高温源からデバイスに熱が加わらないようにします。

HDC302x-Q1 はターゲット デバイスとしてのみ動作し、I<sup>2</sup>C 互換のシリアル インターフェイスを介してホストと通信します。SCL は入力ピン、SDA は双方向ピン、ALERT は出力です。HDC302x-Q1 では、SDA ラインにプルアップ抵抗が必要です。システム マイクロプロセッサの SCL ピンがオープンドレインの場合、SCL プルアップ抵抗が必要です。プルアップ抵抗の推奨値は、一般的に 5kΩ です。一部のアプリケーションでは、プルアップ抵抗を 5kΩ より低い、または高い値にしてもかまいません。プルアップ抵抗の値は、I<sup>2</sup>C ライン上の容量、バスのリーク電流、および通信周波数によって決まります。詳細については、『I<sup>2</sup>C のプルアップ抵抗の計算』アプリケーション ノートを参照してください。V+ と GND との間に

0.1 $\mu$ F のバイパス コンデンサを接続することをお勧めします。アプリケーションの動作範囲と一致する温度定格を持つセラミック コンデンサを使用し、コンデンサを HDC302x-Q1 の VDD ピンのできるだけ近くに配置します。アドレッシング方式に従って 4 つの固有ターゲット ID アドレスを選択するには、ADDR ピンと ADDR0 ピンを GND または VDD に直接接続する必要があります (表 7-2 を参照)。ALERT 出力ピンはマイコンの割り込み入力に接続でき、相対湿度または温度が設定されたリミット範囲外になったときに発生するイベントをトリガします。デバイスの自己発熱を防ぐため、ALERT ピンの入出力電流は 1mA 未満に保ちます。ALERT ピンは、使用しない場合はフローティングのままにしておく必要があります。使用しない場合は、nRESET ピンを VDD に接続するのが最適です。これは、電磁干渉によって発生する可能性のある nRESET ピン上のグリッチを防ぐためです。

パッケージのサーマル パッドを PCB にはんだ付けするかどうかは、ユーザーが判断できます。サーマル パッドをはんだ付けしないことで、ヒーター効率を最大化するため、または周囲温度を最適に測定するための熱容量を最小限に抑えることができます (さらに、結露によってパッケージ下に水が入り込み短絡が発生した場合でも、デバイスが生き残る可能性が高まります)。サーマル パッドをはんだ付けすると、熱容量が増加して温度測定がより安定するため、RH 測定の安定性が向上します。結露が発生する環境で HDC302x を使用する場合は、IP67 定格のフィルタ カバーにより水の侵入からセンサを保護できるため、HDC3022 の使用が最適です。また、短絡が起きないように、デバイスの下にやデバイスのピンに水が入らないことを確認するよう注意する必要があります。

### 8.2.2 詳細な設計手順

温度および相対湿度測定の精度は、センサの精度およびセンシング システムの構成に依存します。HDC302x-Q1 はセンサ周辺の直近環境における相対湿度および温度を測定するため、センサ位置での局所的な条件が周囲の環境条件と一致していることを確認することが重要です。静止状態においても十分な気流を確保できるよう、デバイス上の物理カバーには 1 つ以上の開口部を設けます。逆に、過度に強い気流 (通常は 1m/s 超) がかかる場所にセンサを配置することは避けず。強い空気の流れは、大きな温度と湿度を引き起こす可能性があります。HDC302x-Q1 周辺における PCB の熱容量を最小化し、湿度応答時間および精度の向上に寄与する PCB レイアウトについては、レイアウト図 8-3 を参照してください。結露を避けるように注意します。センサ表面に液体の水が結露すると、RH の誤った測定値を招くだけでなく、パッケージ本体の下に水が入り込み、電気的な短絡を引き起こす可能性があります。センサを垂直方向に配置することで、結露した水滴がセンサ本体から転がり落ちやすくなり、さらに、ほこり粒子がセンサ上に落下して滞留するのを防ぐことができます。センサを直接光にさらすことは避けます。光はセンサを加熱するだけでなく、センサの経時劣化を促進し、その結果、時間の経過とともに RH の誤差が増大します。

### 8.2.3 アプリケーション曲線

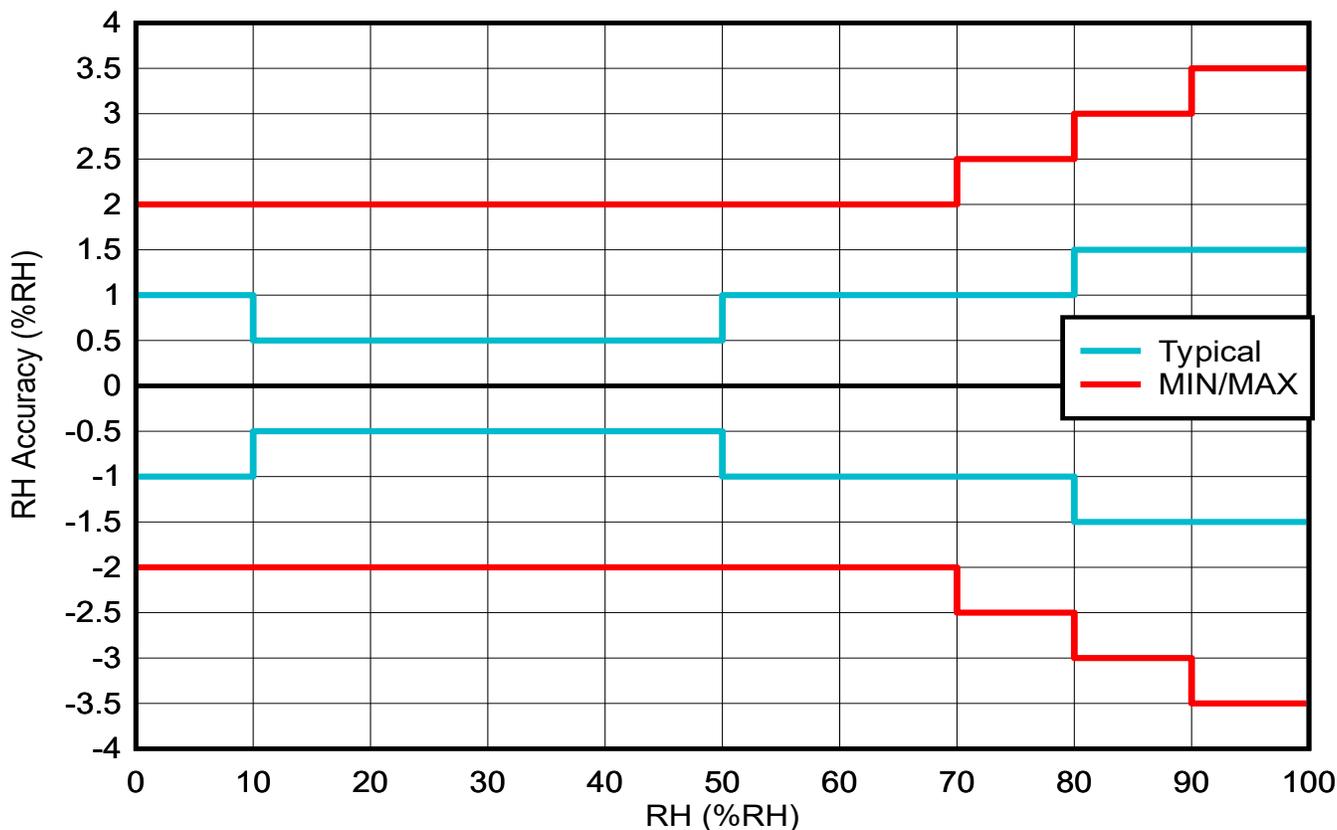


図 8-2. RH 精度と RH との関係

### 8.3 電源に関する推奨事項

HDC302x-Q1 は 1.62V ~ 5.50V の電源電圧範囲をサポートしています。TI は、 $V_{DD}$  ピンと GND ピンの間に 0.1 $\mu$ F の多層セラミック X7R バイパス コンデンサを配置することを推奨しています。ヒーターや EEPROM プログラミング機能を利用する予定である場合は、電源と  $V_{DD}/GND$  のパターンが最大 100mA を処理できることを確認する必要があります。

### 8.4 レイアウト

#### 8.4.1 レイアウトのガイドライン

温度と相対湿度を正確に測定するには、HDC302x-Q1 を適切に PCB レイアウトすることが重要です。したがって、TI では以下のことを推奨します。

- すべての熱源を HDC302x-Q1 から分離します。この設計とは、HDC302x-Q1 を、バッテリー、ディスプレイ、マイクロコントローラなどの電力集約型の基板コンポーネントから遠ざけることを意味します。HDC302x-Q1 に近い唯一のオンボードコンポーネントは、電源バイパスコンデンサです。詳細については、[レイアウト例](#)を参照してください。
- デバイス直下の銅層 (GND、 $V_{DD}$ ) を除去します。
- デバイスの周囲にスロットまたはカットアウトを使用して熱質量を低減し、突然の環境変化に対して迅速な応答時間を実現します。
  - [レイアウト例](#)における配線の直径は 6mm です。このサイズ自体は重要ではありませんが、PCB 上に存在する外部の熱勾配を十分に分離することが重要です。熱解放のための切り欠きに関する他の表現や、追加のレイアウトガイドラインおよび情報については、[湿度センサの配置とルーティングの最適化アプリケーション ノート](#)を参照してください。
- [メカニカル、パッケージ、および注文情報](#)に示す基板レイアウトの例とステンシル設計の例に従います。

- SCL および SDA ラインにはプルアップ抵抗が必要です。TI は  $0.1\mu\text{F}$  コンデンサを VDD ラインに接続することを推奨しています。
  - TI は、VDD ピンと GND ピンの間に  $0.1\mu\text{F}$  の X7R 多層セラミック バイパス コンデンサを配置することを推奨しています。
5. パッケージのサーマル パッドを、フローティングのままにした基板パッドにはんだ付けすることがベスト プラクティスです。ただし、ヒーター効率を最大化するために熱リークage を最小限に抑えたい場合は、パッケージのサーマル パッドをフローティングのままにすることもできます。ユーザー用途の場合、サーマル パッドをはんだ付けしない状態にする方法の詳細については、[HDC3x シリコン ユーザー ガイド](#)を参照してください。

### 8.4.2 レイアウト例

レイアウト例に示されている基板パッドに、パッケージのサーマル パッドをはんだ付けします。ただし、ヒーター効率を最大化するために熱容量を最小限にしたい場合や、周囲温度を測定したい場合には、そのパッドをフローティングのままにすることもできます。サーマル パッドをフローティングにすることもできます。

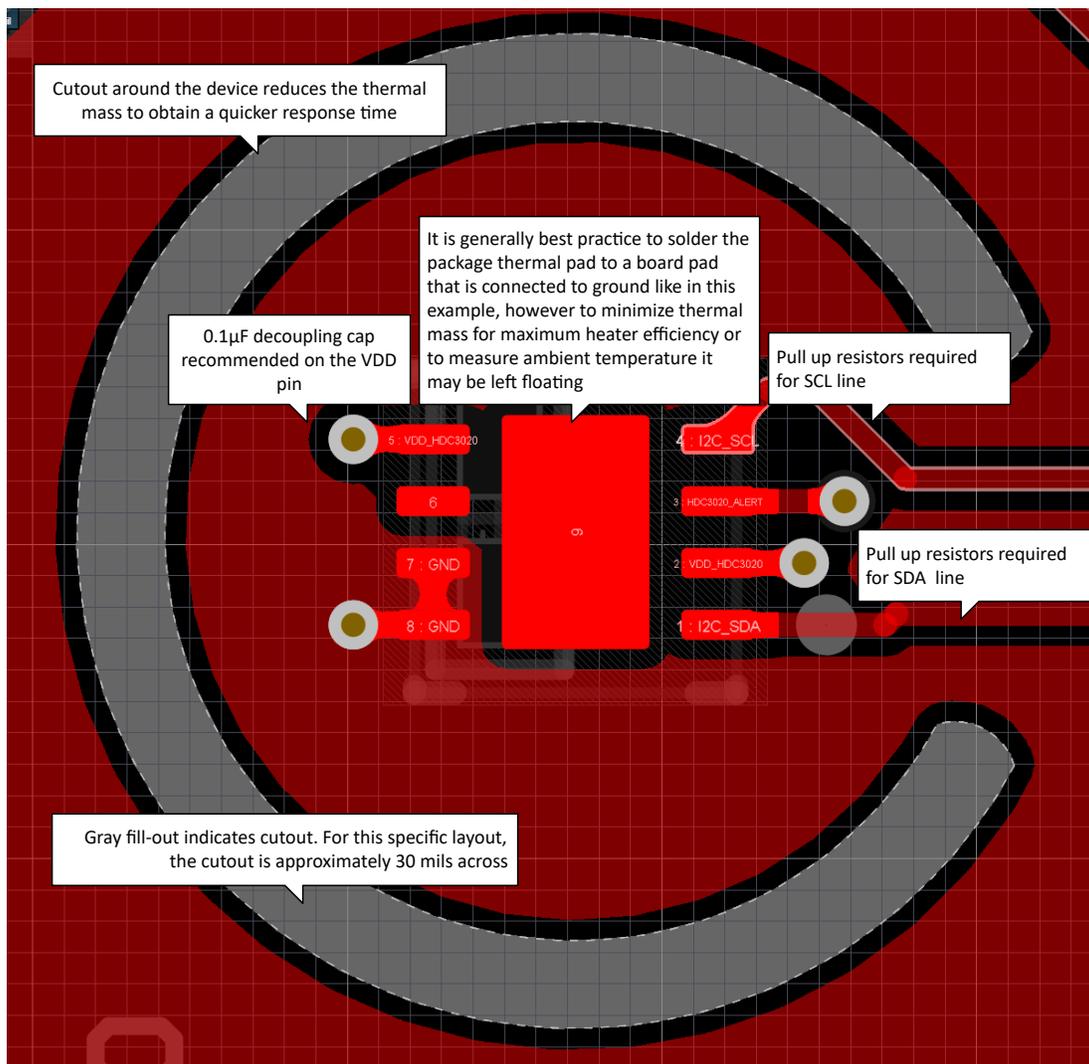


図 8-3. HDC302x-Q1 の PCB レイアウトの例

### 8.4.3 保存およびPCB アセンブリ

#### 8.4.3.1 保管と取り扱い

すべての湿度センサと同様に、HDC302x-Q1 の取り扱いと保管については、特別なガイドラインに従う必要があります。これは、通常の半導体デバイスでは一般的でない内容です。UV 光および可視光への長時間の曝露、高温、高湿環境、または化学蒸気への長期間の曝露は、RH% の精度に影響を及ぼす可能性があるため、避ける必要があります。保管中は、極端に低い湿度や高い湿度への長時間の曝露を避けます。さらに、製造、輸送、動作中、ならびにパッケージ材料 (粘着テープ、ラベル、気泡緩衝材など) から発生するアウトガス溶剤蒸気から、このデバイスを保護する必要があります。RH センサの特性ずれを防ぐためのベスト プラクティスは、センサを密封された ESD 対策済みのプラスチック袋に入れて保管することです。詳細については、[HDC3x シリコン ユーザー ガイド](#)を参照してください。

#### 8.4.3.2 ハンダ付けリフロー

PCB アセンブリには、標準的なリフロー ハンダ付けオープンが使用できます。HDC302x-Q1 は、ピーク温度 260°C の IPC/JEDEC J-STD-020 に準拠した標準はんだ付けプロファイルを使用します。HDC3020Q -Q1 をはんだ付けする際は、無洗浄はんだペーストの使用が必須であり、組立工程中に水や溶剤による洗浄に曝してはなりません。これらの汚染物質は、センサの精度に影響を与える可能性があります。HDC3021Q -Q1 または HDC3022Q -Q1 を半田付けする場合は、センサを保護する保護カバーを備えたこれらのデバイスを使用するとプリント基板 (PCB) の洗浄が可能になります。

リフロー工程では高温に曝されるため、センサは (オープン キャビティの場合でも保護カバー付きデバイスの場合でも)、一般に相対湿度の出力にシフトが生じることが想定されます。このシフトは、センサが一般的な屋内環境 (25°C、50% RH) に 5 日間曝されることで、時間の経過とともに低減します。この再水和手順に従うと、リフロー後、ポリマーが正しく安定し、較正された RH (相対湿度) 精度に戻ることができます。

#### 8.4.3.3 リワーク

TI では、HDC302x-Q1 をリワークなしで単一の IR リフローに制限することを推奨していますが、以下のガイドラインを満たしている場合は、2 回目のリフローを行うことができます。

- 露出したポリマー (湿度センサ) は、クリーンで損傷のない状態に維持されている。
- 無洗浄ハンダ ペーストを使用し、プロセスを水または溶剤などの液体に曝露しない。
- ピーク ハンダ付け温度が 260°Cを超えない。

#### 8.4.3.4 高温・高湿度条件への曝露

推奨動作条件範囲外の状態に長時間曝露すると、一時的に RH 出力がオフセットすることがあります。推奨湿度動作範囲は、-20°C ~ 80°C の範囲で 0% ~ 100% RH (相対湿度) (結露なし) です。これらの範囲を超えて長時間の動作を続けると、センサの測定値が変化し、復帰時間が遅くなる場合があります。

#### 8.4.3.5 ベーキング / 再水和手順

極端な状況や、厳しい汚染物質に長期間曝露されると、センサ性能に影響を及ぼすことがあります。汚染物質により恒常的なオフセットが見られる場合、以下の手順の実施を推奨します。これにより、センサ性能に見られる誤差を回復または低減できることがあります。

1. ベーキング: 100°C、RH (相対湿度) 5% 未満で、5~10 時間
2. 再水和: 25 °C、50% RH、5 日間

## 9 デバイスおよびドキュメントのサポート

### 9.1 ドキュメントのサポート

#### 9.1.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス インスツルメンツ、[湿度センサ:『保存と取り扱いのガイドライン』](#)、アプリケーションノート
- テキサス・インスツルメンツ、[『湿度センサの配置とルーティングの最適化』](#)、アプリケーションノート
- テキサス インスツルメンツ、[『HDC3020 EVM ユーザー ガイド』](#)、EVM ユーザー ガイド
- テキサス・インスツルメンツ、[『HDC3x シリコンユーザーガイド』](#)、ユーザーガイド
- テキサス・インスツルメンツ、[『I<sup>2</sup>C プルアップ抵抗値の計算』](#)、アプリケーションノート
- テキサス・インスツルメンツ、[『85°C/85% RH 加速寿命試験の湿度センサへの影響』](#)、ホワイトペーパー
- テキサス インスツルメンツ、[超低消費電力システムのための相対湿度センサの拡張機能の活用](#)、アプリケーション ノート
- テキサス インスツルメンツ、[HDC3020 湿度センサ ファミリが業界最小のドリフトを達成した方法](#)、アプリケーション ノート
- テキサス・インスツルメンツ、[『相対湿度センサにとって長期的な一貫性のある性能が重要な理由』](#)、技術記事
- テキサス インスツルメンツ、[ASC Studio によるセンサへの数秒でのインターフェイス](#)、技術記事

### 9.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、[www.tij.co.jp](http://www.tij.co.jp) のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

### 9.3 サポート・リソース

[テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラム](#)は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

### 9.4 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

### 9.5 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

### 9.6 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#) この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

## 10 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

### Changes from Revision D (November 2024) to Revision E (January 2026)

Page

- |  |   |
|--|---|
| • 温度センサの標準精度を以下のように更新: $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ から $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ (仕様に合わせて)..... | 1 |
|--|---|

## Changes from Revision C (March 2023) to Revision D (November 2024)

Page

|   |    |
|---|----|
| • ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新.....  | 1  |
| • ピン構成および機能セクションにサーマル パッド構成情報を追加 .....  | 5  |
| • <a href="#">図 6-3</a> に 0% および 100% RH および 80°C のデータを追加.....                                  | 11 |
| • デフォルトのデバイス電源投入 / リセット時測定状態を上書きするための有効な構成値一覧表において、複数の CRC 値を変更 .....                           | 19 |
| • 「半田付けリフロー」セクションを変更して、オープン キャビティと保護カバー デバイスで再水和が必要な理由を追加し、リフロー後にすべての湿度センサで再水和が必要であることを強調 ..... | 38 |
| • 「高温・高湿度条件への曝露」の項に推奨動作範囲を追加。 .....   | 38 |

## 11 メカニカル、パッケージ、および注文情報

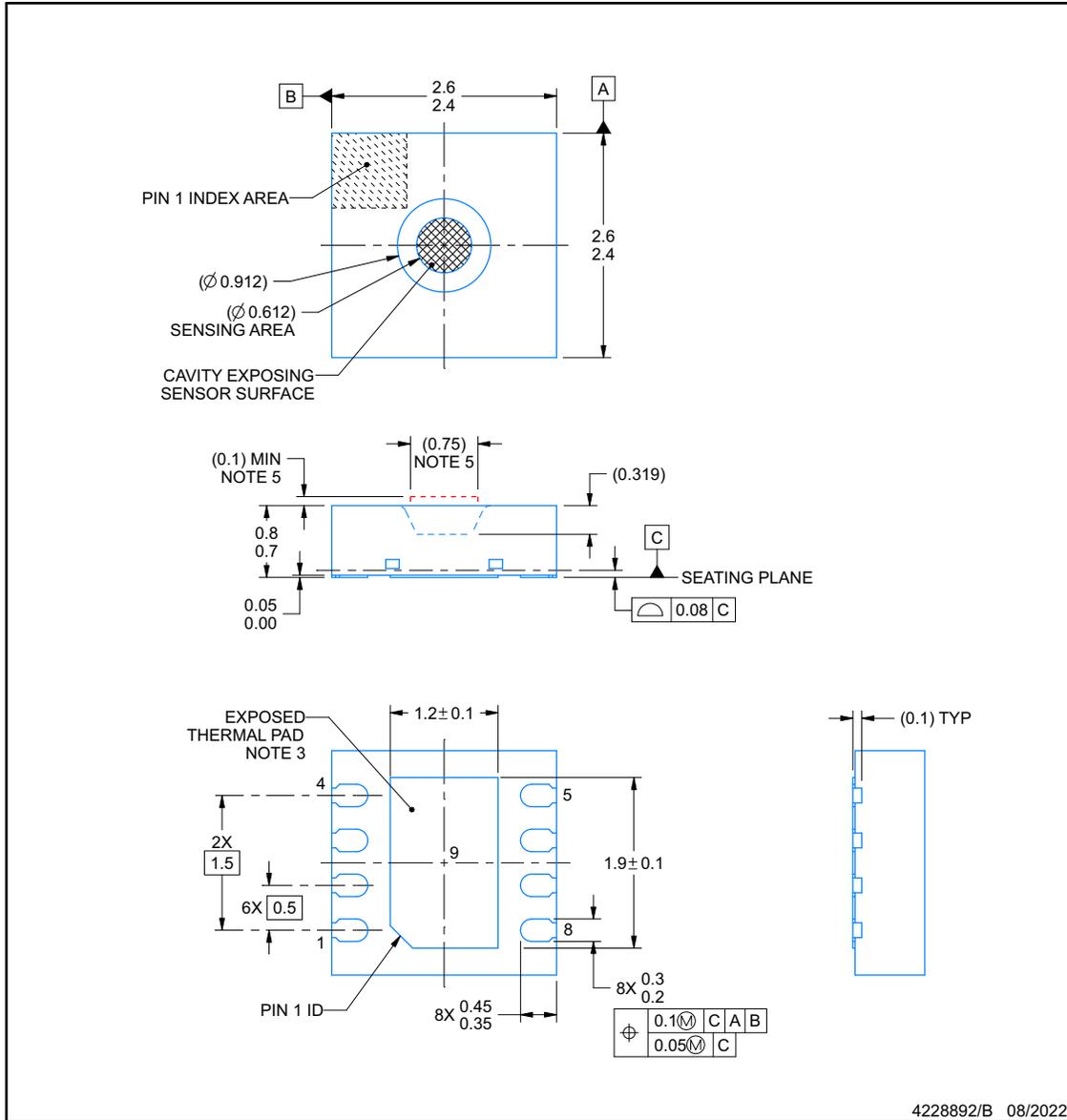
以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。



**DEF0008A-C01**

**PACKAGE OUTLINE**  
**WSN - 0.8 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



**NOTES:**

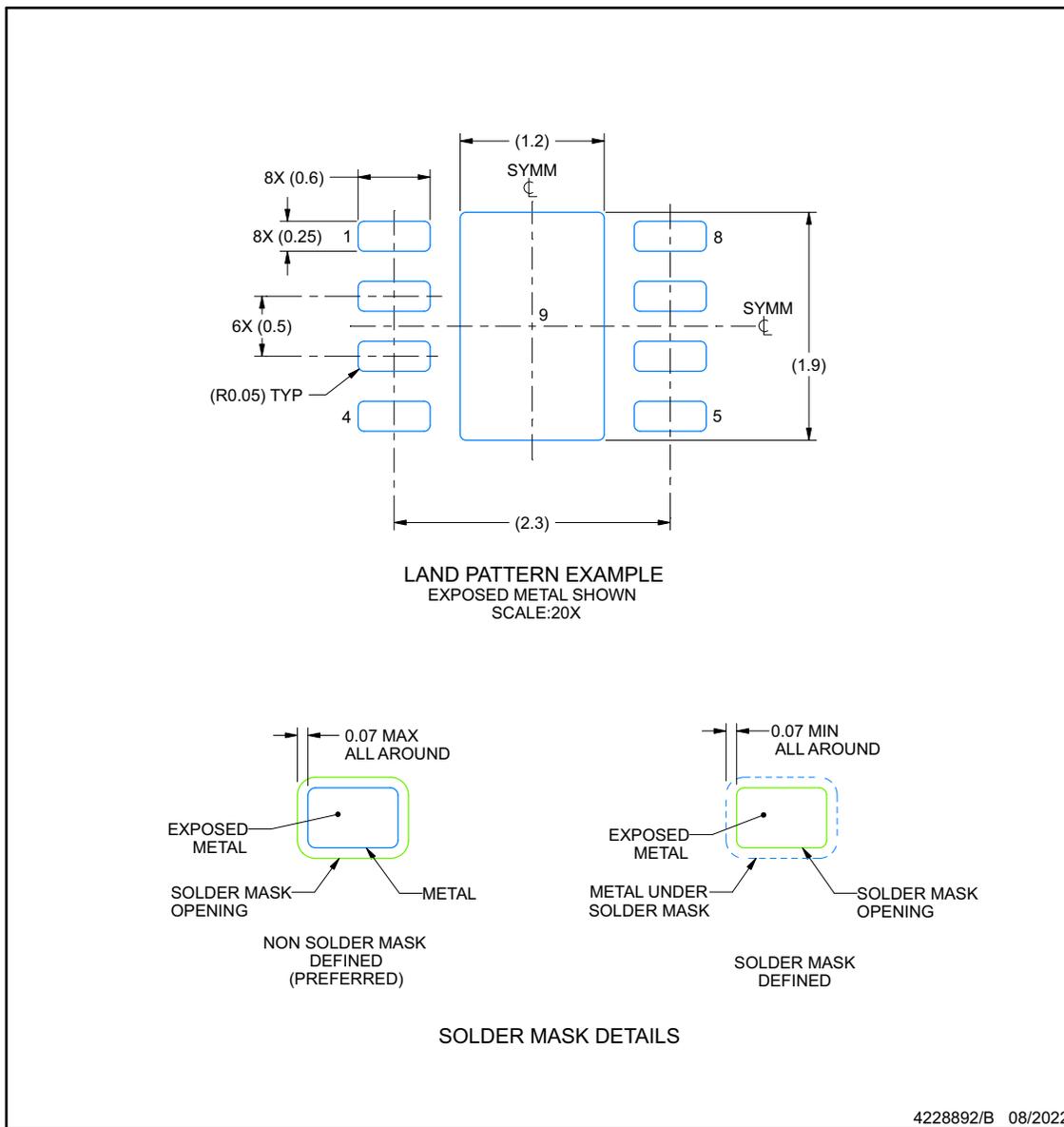
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. It is generally best practice to solder the package thermal pad to a board pad that is connected to ground, however to minimize thermal mass for maximum heater efficiency or to measure ambient temperature it may be left floating.
4. The pick and place nozzle internal diameter has to be between  $\varnothing 0.915$  and  $\varnothing 1.875$  mm.
5. Customers must maintain adequate clearance from this region to allow for proper functioning of the humidity sensor.

## EXAMPLE BOARD LAYOUT

**DEF0008A-C01**

**WSN - 0.8 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



NOTES: (continued)

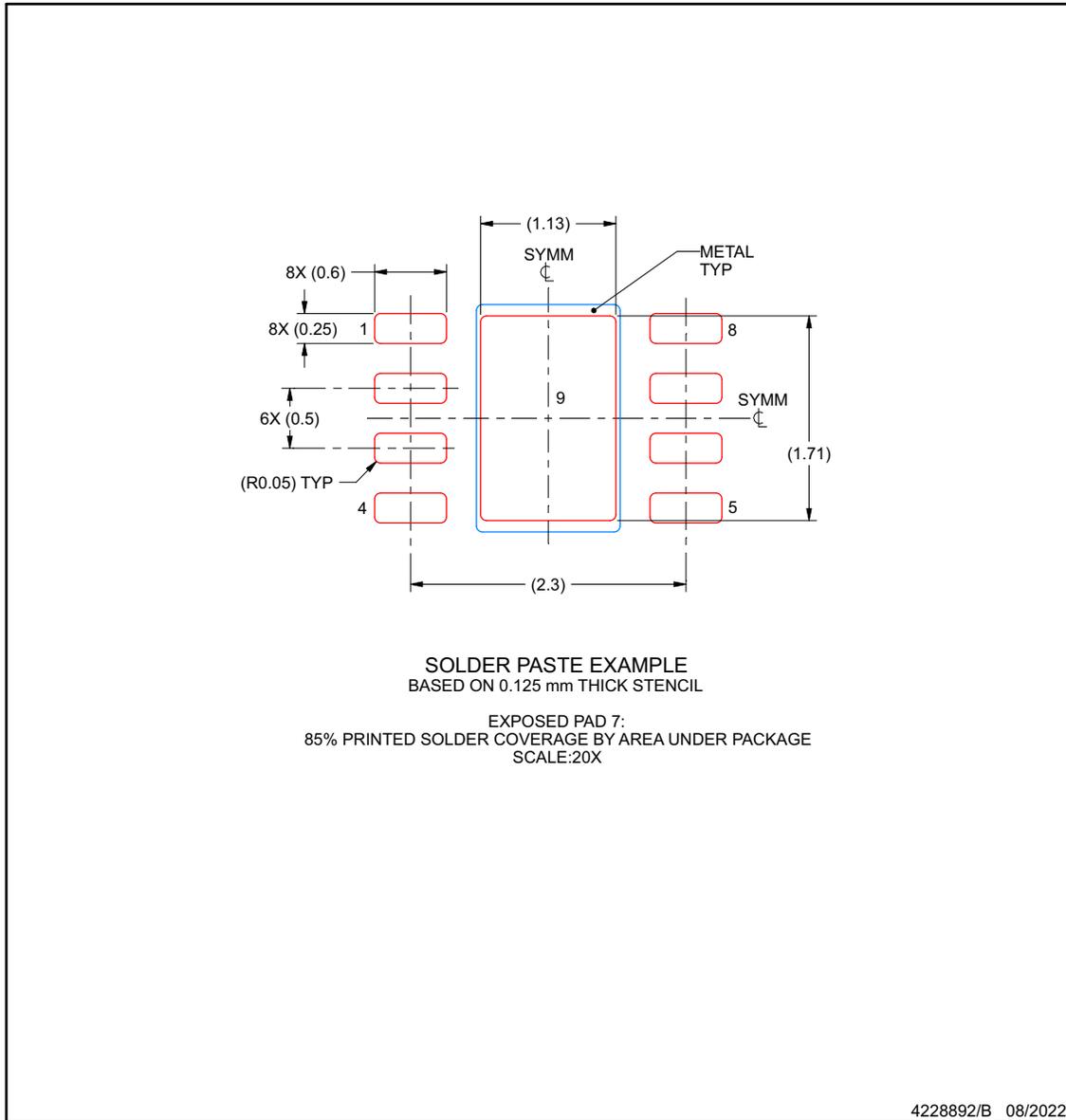
6. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/slua271](http://www.ti.com/lit/slua271)).
7. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

**DEF0008A-C01**

**WSN - 0.8 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



NOTES: (continued)

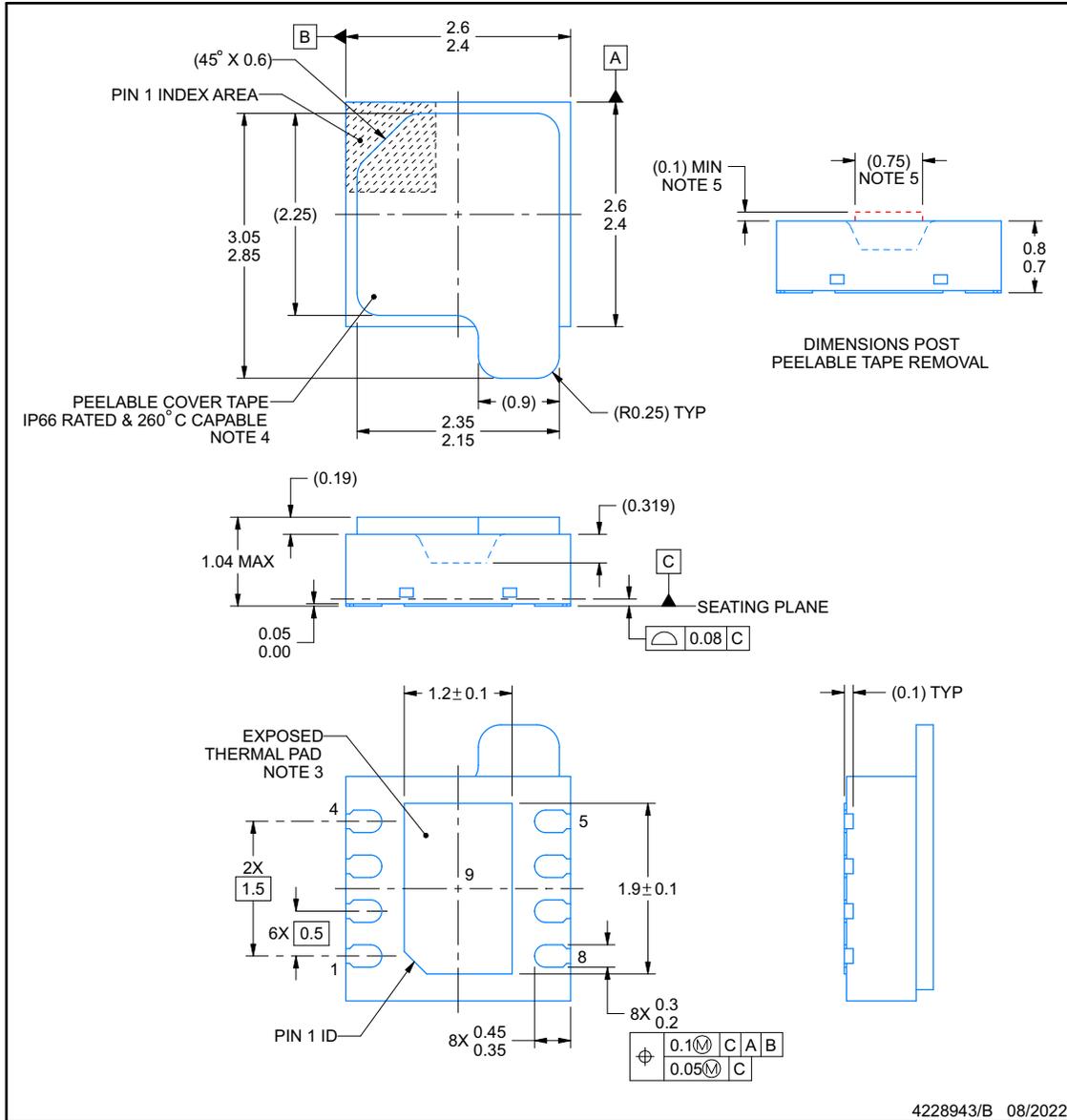
8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.



**DEH0008A-C01**

**PACKAGE OUTLINE**  
**WSON - 1.04 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



**NOTES:**

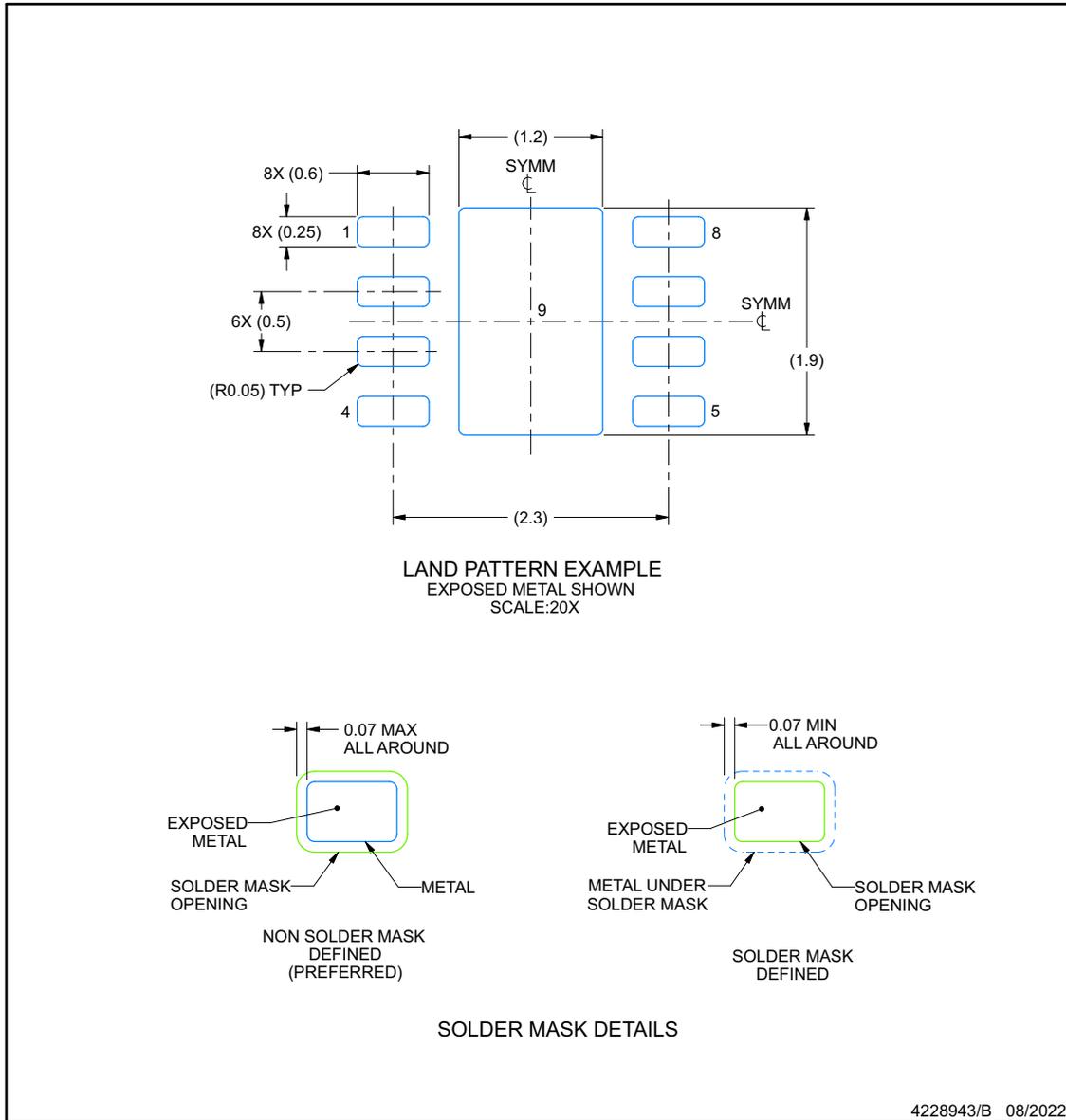
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. It is generally best practice to solder the package thermal pad to a board pad that is connected to ground, however to minimize thermal mass for maximum heater efficiency or to measure ambient temperature it may be left floating.
4. IPXY Rating represents environmental ingress protection from both dust and high pressure water sprays. X=6 represents resistance to dust and Y=6 represents high pressure water spray resistance per IEC60529 testing conditions.
5. Customers must maintain adequate clearance from this region to allow for proper functioning of the humidity sensor.

## EXAMPLE BOARD LAYOUT

**DEH0008A-C01**

**WSON - 1.04 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



NOTES: (continued)

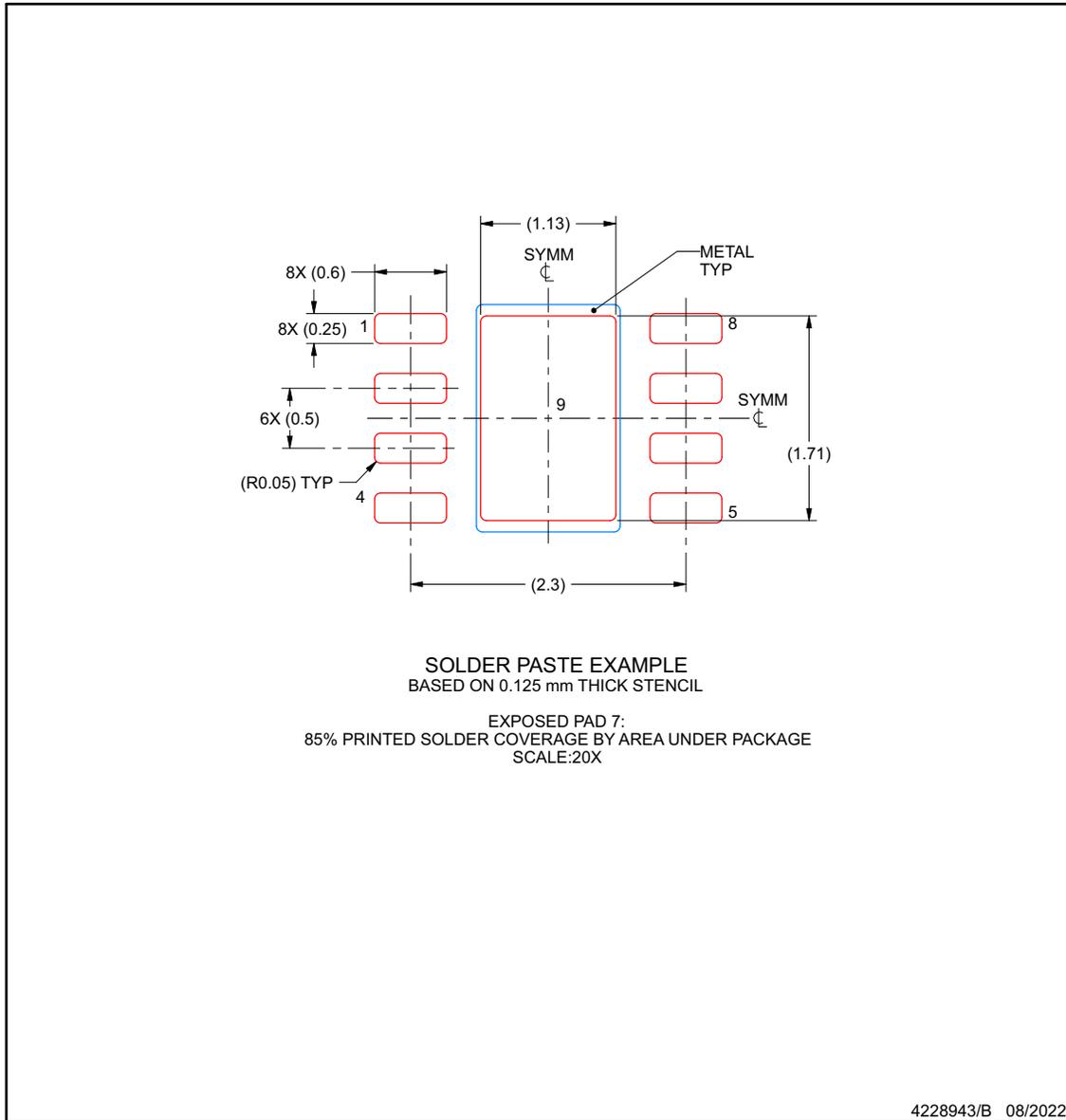
6. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/slua271](http://www.ti.com/lit/slua271)).
7. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

**DEH0008A-C01**

**WSON - 1.04 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



NOTES: (continued)

8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

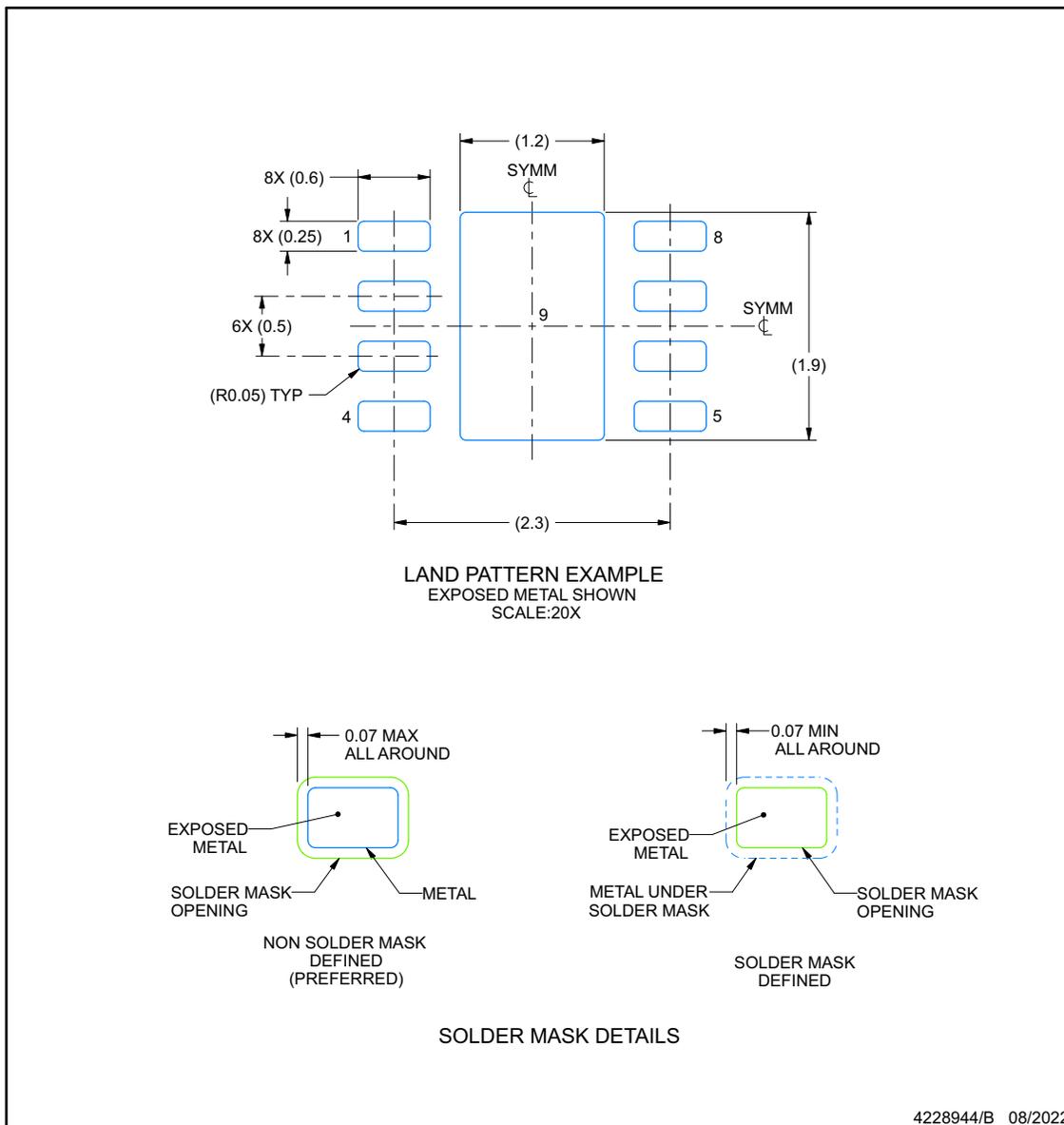


## EXAMPLE BOARD LAYOUT

**DEJ0008A-C01**

**WSON - 1.25 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



NOTES: (continued)

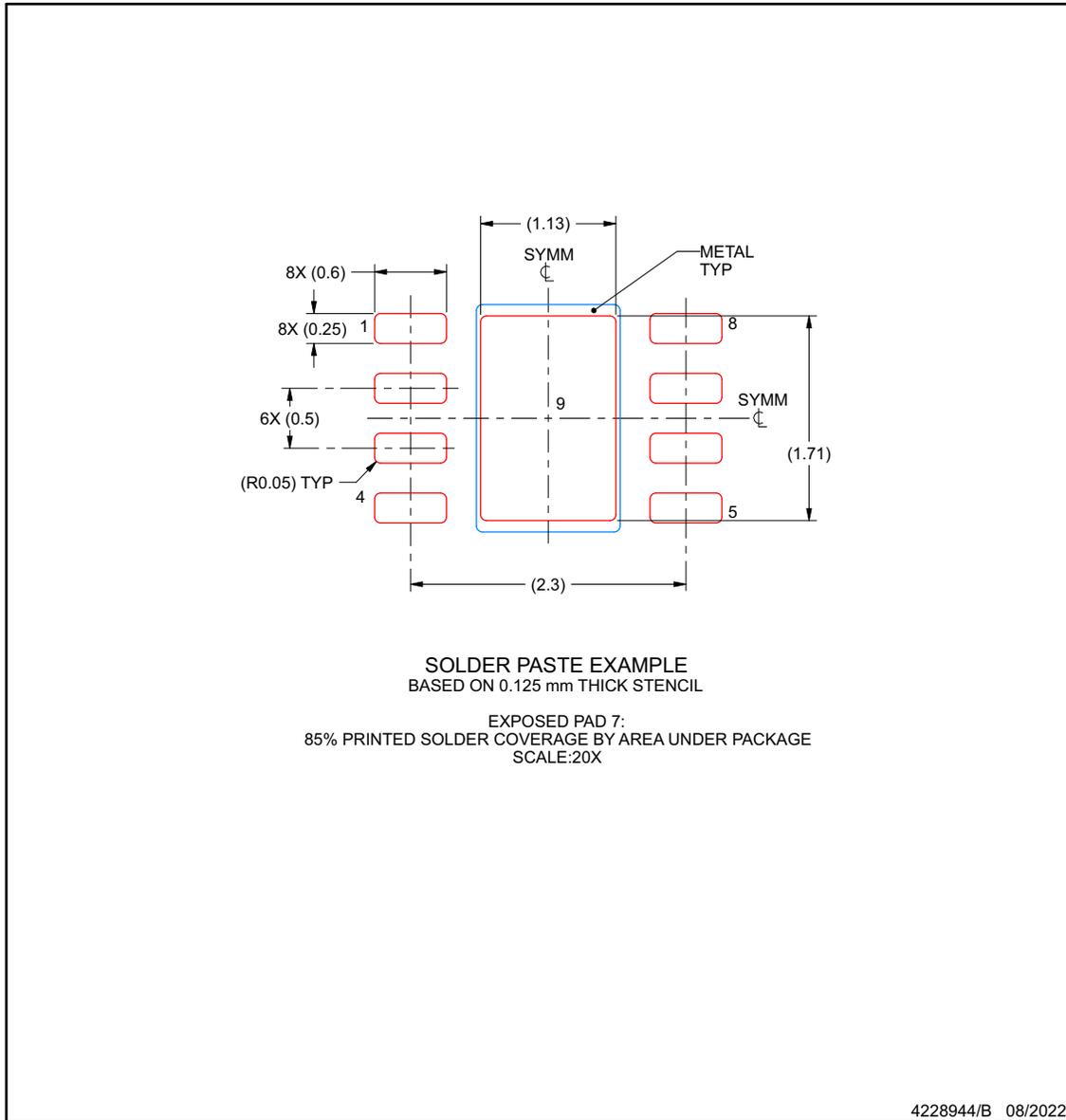
6. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/slua271](http://www.ti.com/lit/slua271)).
7. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

**DEJ0008A-C01**

**WSON - 1.25 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



NOTES: (continued)

- 8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

**PACKAGING INFORMATION**

| Orderable part number          | Status<br>(1) | Material type<br>(2) | Package   Pins | Package qty   Carrier | RoHS<br>(3) | Lead finish/<br>Ball material<br>(4) | MSL rating/<br>Peak reflow<br>(5) | Op temp (°C) | Part marking<br>(6) |
|--------------------------------|---------------|----------------------|----------------|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| <a href="#">HDC3020QDEFRQ1</a> | Active        | Production           | WSO (DEF)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | P<br>Q              |
| HDC3020QDEFRQ1.A               | Active        | Production           | WSO (DEF)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | P<br>Q              |
| <a href="#">HDC3021QDEHRQ1</a> | Active        | Production           | WSO (DEH)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | P<br>I              |
| HDC3021QDEHRQ1.A               | Active        | Production           | WSO (DEH)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | P<br>I              |
| <a href="#">HDC3022QDEJRQ1</a> | Active        | Production           | WSO (DEJ)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | P<br>K              |
| HDC3022QDEJRQ1.A               | Active        | Production           | WSO (DEJ)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | P<br>K              |

(1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

**Important Information and Disclaimer:** The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

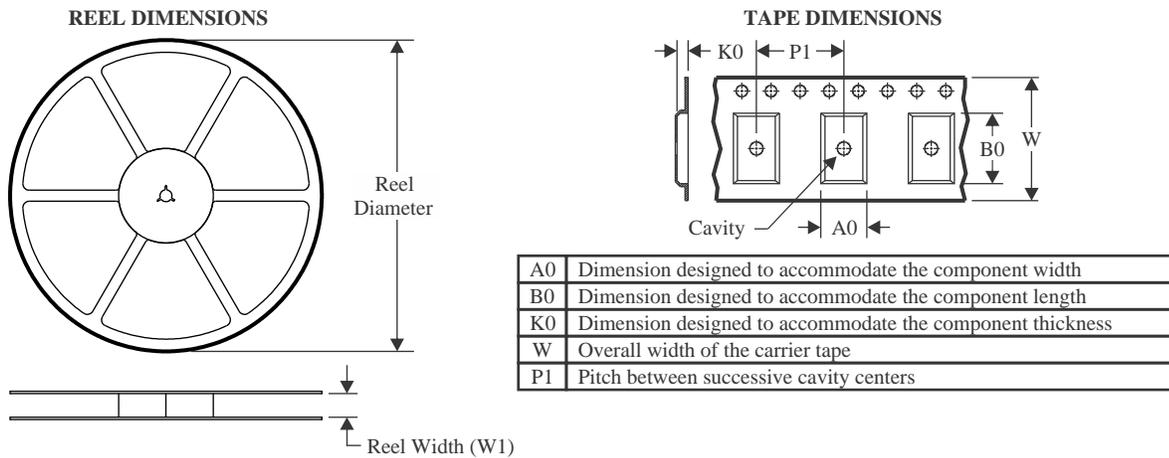
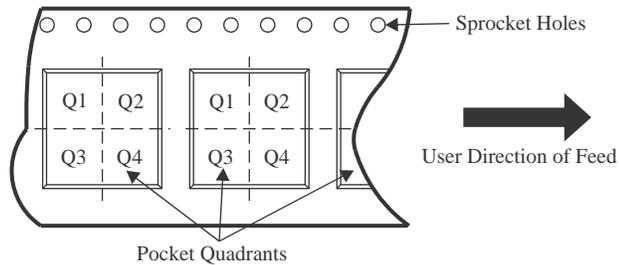
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

**OTHER QUALIFIED VERSIONS OF HDC3020-Q1, HDC3021-Q1, HDC3022-Q1 :**

- Catalog : [HDC3020](#), [HDC3021](#), [HDC3022](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

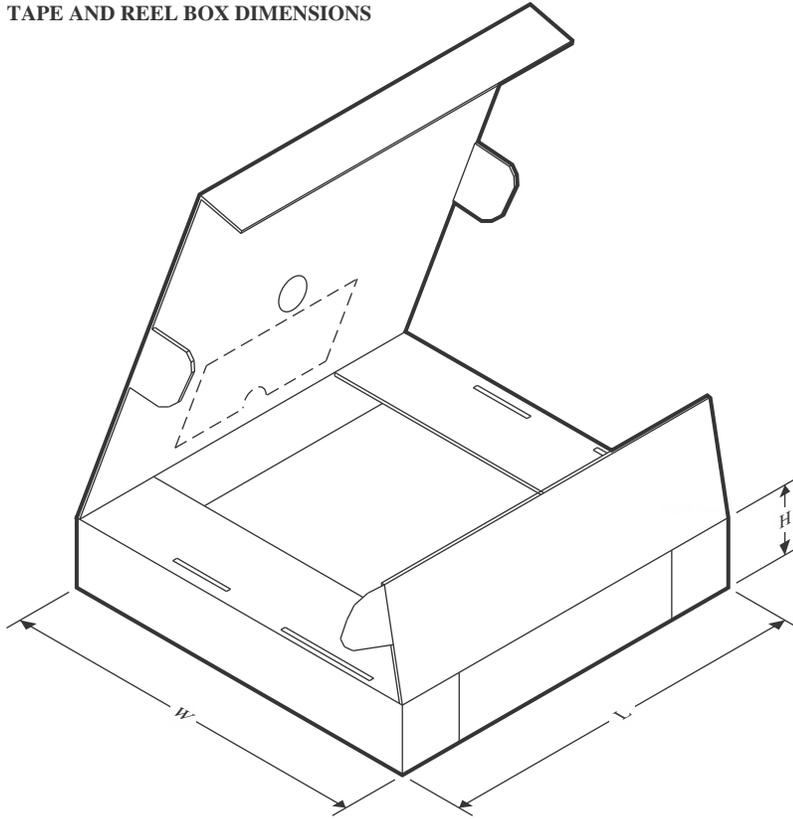
- Catalog - TI's standard catalog product

**TAPE AND REEL INFORMATION**

**QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE**


\*All dimensions are nominal

| Device         | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Reel Diameter (mm) | Reel Width W1 (mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P1 (mm) | W (mm) | Pin1 Quadrant |
|----------------|--------------|-----------------|------|------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------------|
| HDC3020QDEFRQ1 | WSON         | DEF             | 8    | 3000 | 330.0              | 12.4               | 2.75    | 2.75    | 1.3     | 8.0     | 12.0   | Q1            |
| HDC3021QDEHRQ1 | WSON         | DEH             | 8    | 3000 | 330.0              | 12.4               | 2.8     | 2.8     | 1.1     | 8.0     | 12.0   | Q1            |
| HDC3022QDEJRQ1 | WSON         | DEJ             | 8    | 3000 | 330.0              | 12.4               | 2.75    | 2.75    | 1.3     | 8.0     | 12.0   | Q1            |

## TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



\*All dimensions are nominal

| Device         | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Length (mm) | Width (mm) | Height (mm) |
|----------------|--------------|-----------------|------|------|-------------|------------|-------------|
| HDC3020QDEFRQ1 | WSON         | DEF             | 8    | 3000 | 356.0       | 338.0      | 48.0        |
| HDC3021QDEHRQ1 | WSON         | DEH             | 8    | 3000 | 356.0       | 338.0      | 48.0        |
| HDC3022QDEJRQ1 | WSON         | DEJ             | 8    | 3000 | 356.0       | 338.0      | 48.0        |

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月