

# HDC3120-Q1 高精度 (1%RH、0.2°C) アナログ湿度および温度センサ、低い長期ドリフト (0.19%RH/年)、4SRH%応答を実現

## 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%RH
  - 精度:  $\pm 1\%$  RH (標準値)
  - 長期ドリフト: 0.19%RH / 年
  - レシオメトリック出力: 10.0% ~ 90.0%  $V_{DD}$
- 温度センサ:
  - 動作範囲: -40°C ~ 125°C
  - 精度:  $\pm 0.2^\circ\text{C}$  (標準値)
  - レシオメトリック出力: 12.3% ~ 87.7%  $V_{DD}$
- NIST トレース可能
- 出力短絡保護機能
- ヒーターを内蔵
- 高い容量性負荷駆動能力: 最大 47nF
- 低消費電力: 250 $\mu\text{A}$  (標準有効電流)
- 電源電圧: 1.62V ~ 5.50V

## 2 アプリケーション

- 車載用:
  - ADAS システム
  - 車載用カメラ
  - 車載用 LIDAR モジュール
  - 電動パワー ステアリング システム

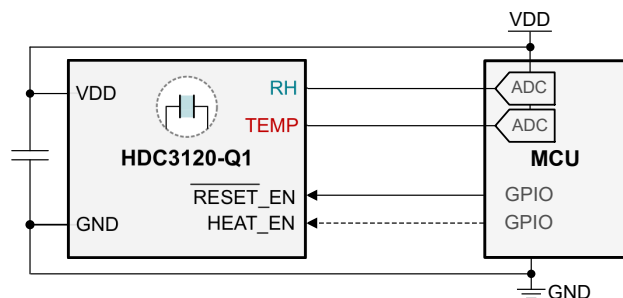


図 2-1. 代表的なアプリケーション

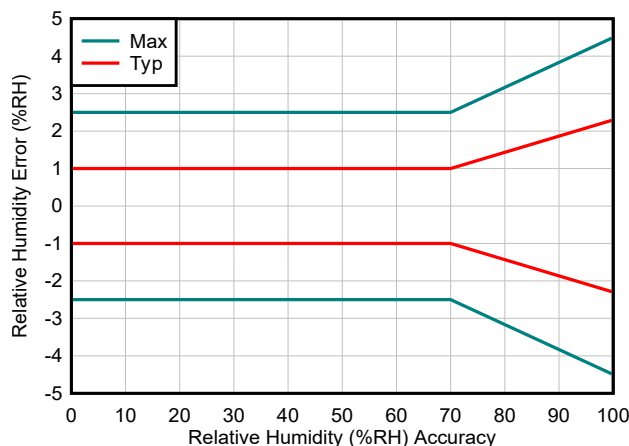
## 3 説明

HDC3120-Q1 は、相対湿度 (RH) および温度のセンサ結果がレシオメトリック アナログ出力として示される、統合された容量性ベースの相対湿度 (RH) および温度センサです。信号をアナログドメインに変換することで、有線または他の距離ベースの使用事例による信号転送が必要なアプリケーションにおいて、堅牢な設計を実現できます。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同時に、年間 0.19% 未満の長期ドリフトを維持します。HDC3120-Q1 デバイスは、2.5mm × 2.5mm × 0.8mm の小型 WSON 8 ピン パッケージで供給されます。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 規格に従って校正済みの機器により検証されています。

### 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>
HDC3120-Q1	WSON (8)	2.50mm × 2.50mm ×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を含みます。



相対湿度 (%RH) 精度



## 目次

1 特長.....	1	7.4 デバイスの機能モード.....	22
2 アプリケーション.....	1	8 アプリケーションと実装.....	27
3 説明.....	1	8.1 アプリケーション情報.....	27
4 デバイスの比較.....	3	8.2 代表的なアプリケーション.....	27
5 ピン構成および機能.....	5	8.3 電源に関する推奨事項.....	30
6 仕様.....	6	8.4 レイアウト.....	30
6.1 絶対最大定格.....	6	8.5 保存および PCB アセンブリ.....	32
6.2 ESD 定格.....	6	9 デバイスおよびドキュメントのサポート.....	35
6.3 推奨動作条件.....	6	9.1 ドキュメントのサポート.....	35
6.4 熱に関する情報.....	6	9.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	35
6.5 電気的特性.....	7	9.3 サポート・リソース.....	35
6.6 代表的特性.....	10	9.4 商標.....	35
7 詳細説明.....	14	9.5 静電気放電に関する注意事項.....	35
7.1 概要.....	14	9.6 用語集.....	35
7.2 機能ブロック図.....	14	10 改訂履歴.....	35
7.3 機能説明.....	15	11 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	35

## 4 デバイスの比較

表 4-1. TI 車載用湿度デバイスの比較

	HDC3120-Q1	HDC3020-Q1
インターフェイス	アナログ	デジタル、I <sup>2</sup> C
相対湿度 (RH) センサ		
標準的な RH 精度 (%RH)	±1.0 (0 ～ 70%RH)	±0.5 (10 ～ 50%RH) ±1.0 (0 ～ 80%RH)
最大 RH 精度 (%RH)	±2.5 (0 ～ 70%RH) ±4.0 (0 ～ 90%RH)	±2.0 (0 ～ 80%RH) ±3.0 (0 ～ 90%RH)
ヒステリシス (%RH)	±0.8	
RH 再現性 (%RH)	±0.02	
RH 長期ドリフト (%RH/年)	±0.19	
動作範囲 (%RH)	0～100	
Rh 応答時間 (s)	4	
温度センサ		
標準的な温度精度 (°C)	±0.1 (-10 ～ 60°C)	±0.1 (0 ～ 50°C)
最大温度精度 (°C)	±0.3 (-10 ～ 60°C)	±0.2 (0 ～ 50°C)
温度再現性 (°C)	±0.04	
長期温度ドリフト (°C/年)	±0.03	
動作範囲 (°C)	-40°C ～ 125°C	
応答時間 (秒)	1.8	2.0
電気的特性		
電源電圧範囲 (V)	1.62～5.5	
標準的な平均電流、1Hz (μA)	250	1.3 (High) 0.7 (Low)
スリープ電流 (μA)	50 (ディスエーブル)	0.360
I2C アドレス	-	4
オンチップ ヒーター		
最大電力 (mW)	140	249
ヒータ タイプ	固定	プログラム可能
保護カバー オプション		
取り外し可能なテープ	予定 <sup>(1)</sup>	HDC3021-Q1
永続的な IP67 フィルタ	予定 <sup>(1)</sup>	HDC3022-Q1
その他の特長		
NIST トレース可能	あり <sup>(2)</sup>	あり <sup>(2)</sup>
商用バージョン	HDC3120	HDC3020
パッケージの寸法 (mm)	2.5×2.5×0.8	

(1) HDC3120-Q1 の将来の保護オプションについては、TI にお問い合わせください

(2) NIST に関する詳細情報については、TI にお問い合わせください

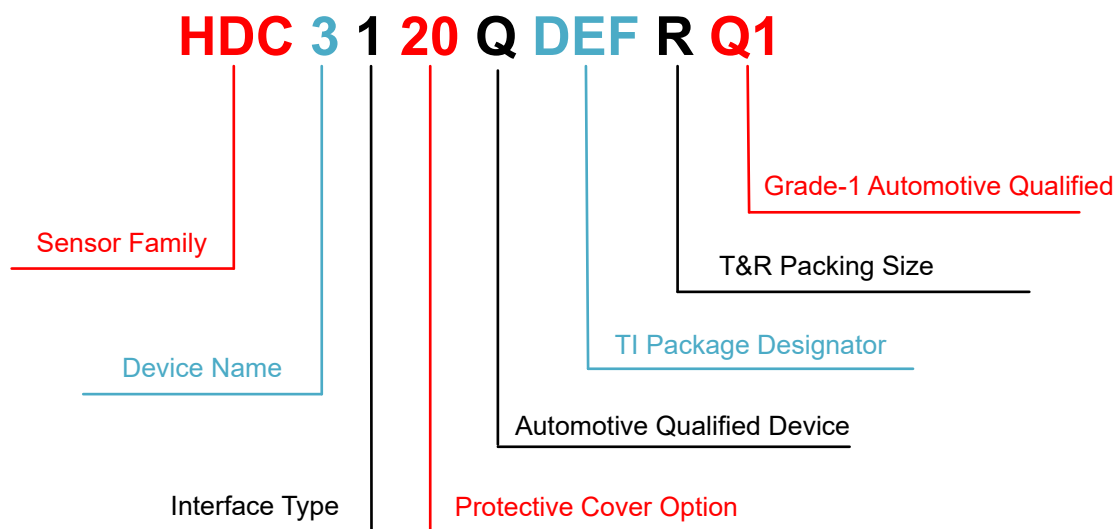


図 4-1. HDC3120-Q1 デバイスの項目表記

表 4-2. HDC3120-Q1 の項目表記

フィールドの説明	フィールドの詳細
センサ ファミリ	<b>HDC</b> : 湿度センサ
ジェネレータ	<b>3</b> : 第 3 世代 HDC センサ
インターフェイスのタイプ	<b>0</b> : デジタル、I2C <b>1</b> : アナログ、レシオメトリック
保護カバー オプション	<b>20</b> : 保護カバーなし <b>21</b> : 取り外し可能なテープ カバー <b>22</b> : 永続型 IP67 フィルタ カバー
グレード	<b>Q</b> : 車載用認定済み
TI パッケージタイプ	<b>DEF</b> : 8 ピン DFN、2.50mm × 2.50mm
T&R パッキング サイズ	<b>R</b> : 大型 T&R、SPQ = 3,000 ユニット
車載用グレード カテゴリ	<b>Q1</b> : 車載グレード -1

## 5 ピン構成および機能

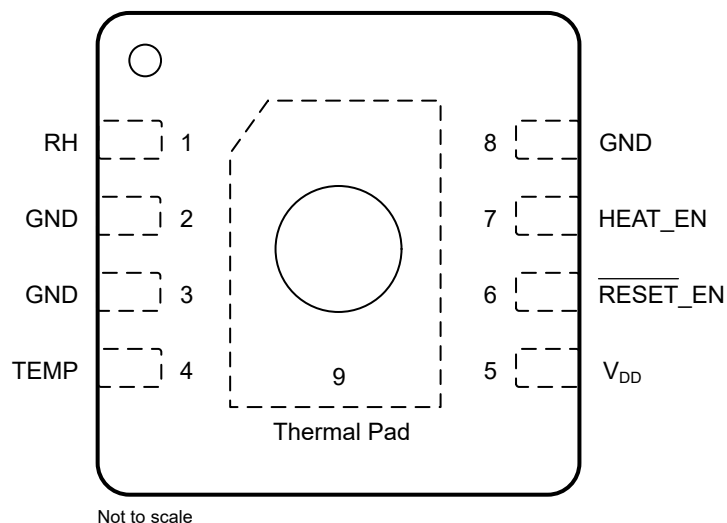


図 5-1. DEF パッケージ 8 ピン WSON 透過上面図

表 5-1. ピンの機能

ピン		タイプ <sup>(1)</sup>	説明
名称	番号		
RH	1	O	相対湿度 (RH%) を表すレシオメトリックアナログ出力電圧を提供します。詳細については、 <a href="#">セクション 7.3.3.1</a> を参照してください。
GND	2、3、8	G	接地/VSS。安定した動作のため、すべての GND ピンはアースに接続します。
TEMP	4	O	温度を表すレシオメトリック・アナログ出力電圧を提供します。詳細については、 <a href="#">セクション 7.3.3.2</a> を参照してください。
V <sub>DD</sub>	5	P	電源電圧、1.62V～5.50V
RESET_EN	6	I	1μs 以上の間低にすると、デバイスをリセット/無効化モードに駆動します。このデバイスには、V <sub>DD</sub> への 51kΩ プルアップが内蔵されています。使用しない場合は、このピンをフローティングのままにするか、直接 V <sub>DD</sub> に接続するか、外付けプルアップ抵抗を使用して V <sub>DD</sub> に接続します。詳細については、 <a href="#">セクション 7.3.2</a> を参照してください。
HEAT_EN	7	O	高に駆動すると、オンチップ・ヒーターが有効になります。このピンをフローティングのままにすると、ヒーターが断続的にオンになる場合があります。オンチップ・ヒーターを使用しない場合は、アース (GND) に直接接続します。詳細については、 <a href="#">セクション 7.4.1</a> を参照してください。
サーマルパッド	9	G	GND に内部接続します。システムの要件に応じて、ピンは半田付けまたは未半田付けのままにできます。機械的に安定するために半田付けは必要ありません。サーマルパッドをはんだ付けしないと、接合部から基板への熱抵抗が増加するため、デバイスと PCB の間の不要な熱伝導を管理できません。サーマルパッドをはんだ付けする場合は、サーマルパッドをフローティングにする、または GND に接続する必要があります。

(1) P = 電源、G = グランド、I = 入力、O = 出力

## 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>	V <sub>DD</sub> ピン上の印加電圧	-0.3	6.0	V
RESET_EN, HEAT_EN	RESET_EN ピンと HEAT_EN ピン上の印加電圧	-0.3	V <sub>DD</sub> + 0.3	V
V <sub>RH</sub>	RH ピンの電圧	-0.3	V <sub>DD</sub> + 0.3	V
V <sub>TEMP</sub>	TEMP ピンの電圧	-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 準拠 <sup>(1)</sup>	±2000	V
		荷電デバイス 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>	温度センサの自由気流での動作温度	-40	125	°C
T <sub>RH</sub>	相対湿度センサの自由気流での動作温度 <sup>(1)</sup>	-40	100	°C
T <sub>A-HEATER</sub>	内蔵ヒーターの自由気流での動作温度	-45	85	°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>		HDC3120-Q1 DEF (WSO) 8 ピン				単位
		サーマル パッド (半田付け)		サーマル パッド (半田付けなし)		
		ヒーター オフ	ヒーター オン	ヒーター オフ	ヒーター オン	
R <sub>θJA</sub>	接合部から周囲への熱抵抗	89.3	95.0	170.5	176.3	°C/W
R <sub>θJC(top)</sub>	接合部からケース (上面) への熱抵抗	58.0	62.0	82.9	122.7	°C/W
R <sub>θJB</sub>	接合部から基板への熱抵抗	58.0	85.0	117.7	86.5	°C/W
Ψ <sub>JT</sub>	接合部から上面への特性パラメータ	12.4	15.7	21.5	25.2	°C/W
Ψ <sub>JB</sub>	接合部から基板への特性パラメータ	57.6	61.9	117.5	121.5	°C/W
R <sub>θJC(bot)</sub>	接合部からケース (底面) への熱抵抗	37.9	42.0	-	42.0	°C/W

熱評価基準 <sup>(1)</sup>		HDC3120-Q1 DEF (WSON) 8 ピン				単位
		サーマル パッド (半田付け)		サーマル パッド (半田付けなし)		
		ヒーター オフ	ヒーター オン	ヒーター オフ	ヒーター オン	
M <sub>T</sub>	熱質量	5.7	5.7	5.7	5.7	mJ/°C

(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。

## 6.5 電気的特性

T<sub>A</sub> = -40°C ~ 125°C、V<sub>DD</sub> = 1.62V ~ 5.5V、OUT<sub>RL</sub> = 50kΩ (特に記述のない限り)。標準仕様は T<sub>A</sub> = 25°C かつ V<sub>DD</sub> = 3.3V のものです (特に記述のない限り)

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>RANGE</sub>	RH 動作範囲		0		100	%RH
RH <sub>ACC</sub>	RH 精度 <sup>(1) (2)</sup>	T <sub>A</sub> = 25°C、10% ~ 70% RH		±1.0	±2.5	%RH
RH <sub>REP</sub>	RH 再現性	T <sub>A</sub> = 25°C、10% ~ 90% RH。一定の T <sub>A</sub> で 1 秒以上積分されます		±0.02		%RH
RH <sub>HYS</sub>	RH ヒステリシス <sup>(3)</sup>			±0.8		%RH
t <sub>63RH</sub>	RH 応答時間 <sup>(4)</sup>	10% ~ 90% RH のステップ応答で τ = 63%、T <sub>A</sub> = 25°C <sup>(6)</sup>		4		s
RH <sub>LTD</sub>	RH 長期ドリフト <sup>(5)</sup>			±0.19		%RH/年
LSB <sub>RH</sub>	RH 分解能 (1 LSB)	12 ビット DAC 出力		0.0244		%RH
t <sub>ON-RH</sub>	RH DAC ターンオン時間			17		ms
RH <sub>SENS</sub>	RH センサ ゲイン / 感度	V <sub>DD</sub> = 1.8V		14.4		mV/%RH
		V <sub>DD</sub> = 2.5V		20		
		V <sub>DD</sub> = 3.3V		26.4		
		V <sub>DD</sub> = 5V		40		
RH <sub>OFFSET</sub>	RH センサ オフセット電圧			0.1 × V <sub>DD</sub>		V
<b>温度センサ</b>						
TEMP <sub>RANGE</sub>	動作温度範囲		-40		125	°C
TEMP <sub>ACC</sub>	温度精度	-10°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ 60°C、V <sub>DD</sub> ≥ 2.5V		±0.1	±0.3	°C
		-10°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ 90°C、V <sub>DD</sub> ≥ 2.5V		±0.15	±0.4	
		-40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ 125°C、V <sub>DD</sub> ≥ 2.5V		±0.2	±0.6	
		-20°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ 85°C、V <sub>DD</sub> = 1.62V ~ 5.5V		±0.2	±0.6	
		-40°C ≤ T <sub>A</sub> < 125°C、V <sub>DD</sub> = 1.62V ~ 5.5V		±0.3	±0.8	
TEMP <sub>REP</sub>	温度再現性			±0.04		°C
TEMP <sub>HYS</sub>	温度ヒステリシス			±0.02		°C
t <sub>63TEMP</sub>	温度応答時間 (25 °C から 75 °C まで) <sup>(4) (7)</sup>	攪拌油。1 層フレックス PCB 厚さ 0.13mm		0.61		s
		攪拌油。1 層 FR4 PCB 厚さ 1.575mm		1.78		s
		静止空気。1 層フレックス PCB 厚さ 0.13mm		12.91		s
TEMP <sub>LTD</sub>	温度の長期ドリフト				±0.03	°C/年
LSB <sub>TEMP</sub>	温度分解能 (1 LSB)	12 ビット DAC 出力		0.0427		°C
t <sub>ON-TEMP</sub>	TEMP DAC ターンオン時間			11		ms

**HDC3120-Q1**

JAJSTG9A – FEBRUARY 2025 – REVISED JUNE 2025

$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{DD} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$ ,  $\text{OUT}_{RL} = 50\text{k}\Omega$  (特に記述のない限り)。標準仕様は  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$  かつ  $V_{DD} = 3.3\text{V}$  のものです (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
TEMP <sub>SENS</sub>	温度センサ ゲイン / 感度	$V_{DD} = 1.8\text{V}$		8.2		mV/°C
		$V_{DD} = 2.5\text{V}$		11.4		
		$V_{DD} = 3.3\text{V}$		15.1		
		$V_{DD} = 5\text{V}$		22.9		
TEMP <sub>OFFSET</sub>	温度センサ オフセット電圧			$0.306 \times V_{DD}$		V
<b>電源</b>						
I <sub>DD</sub>	平均電源電流 ( $\overline{\text{RESET\_EN}} = \text{High}$ )	RH、TEMP 負荷 = $1\text{M}\Omega$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		250	370	μA
		RH、TEMP 負荷 = $1\text{M}\Omega$			480	μA
V <sub>POR</sub>	パワーオン リセットのスレッシュホールド電圧	電源電圧の立ち上がり		1.35	1.45	V
V <sub>BOR</sub>	ブラウンアウト検出スレッシュホールド電圧	電源電圧の立ち下がり	1.1	1.25		V
<b>イネーブルとリセット</b>						
I <sub>DD_DISABLE</sub>	平均電源電流 - ディセーブル モード ( $\text{RESET\_EN} = 0\text{V}$ )	$V_{DD} = 1.62\text{V}$		32	47	μA
		$V_{DD} = 3.3\text{V}$		64	95	
		$V_{DD} = 5.5\text{V}$		106	160	
V <sub>OUT_DISABLE</sub>	ディセーブル モードでの TEMP および RH ピンの出力電圧	$\text{RESET\_EN} = 0\text{V}$		0.3	10	mV
t <sub>RESET_EN</sub>	リセット パルスの最小時間		1			μs
R <sub>RESET_EN</sub>	$\overline{\text{RESET\_EN}}$ ピンの内部プルアップ抵抗			51		kΩ
t <sub>ON</sub>	$\overline{\text{RESET\_EN}}$ のターンオン時間の遅延	$\overline{\text{RESET\_EN}}$ : V <sub>IH</sub> 超から有効な RH 出力まで		8		ms
		$\overline{\text{RESET\_EN}}$ : V <sub>IH</sub> 超から有効な温度出力まで		13		ms
t <sub>OFF</sub>	$\overline{\text{RESET\_EN}}$ のターンオフ時間遅延			0.45		ms
<b>アナログ出力</b>						
V <sub>O</sub>	出力電圧範囲		$0.1 \times V_{DD}$		$0.9 \times V_{DD}$	V
V <sub>OUT0</sub>	パワーアップのデフォルト出力	初回測定前		$0.1 \times V_{DD}$		V
C <sub>L</sub>	容量性負荷ドライブ強度	絶縁抵抗なし。45° 以内で十分な位相マージン			47	nF
R <sub>L</sub>	抵抗性負荷ドライブ強度		50			kΩ
I <sub>SC</sub>	短絡電流		-16	±7	16	mA
t <sub>STL</sub>	セトリング タイム	ステップ サイズ = $V_{DD}/2$ , ±0.5LSB 以内にセトリング。C <sub>LOAD</sub> = 1nF		0.5		ms
t <sub>CONV</sub>	ADC RH + 温度変換時間			13		ms
t <sub>PERIOD</sub>	ADC サンプリング時間			250		ms
<b>オンチップ ヒーター</b>						
R <sub>25-HEAT</sub>	ヒーター抵抗			168.4		Ω
I <sub>HEAT</sub>	ヒータ電流	$V_{DD} = 1.8\text{V}$		10		mA
		$V_{DD} = 3.3\text{V}$		19		
		$V_{DD} = 5\text{V}$		28		
P <sub>HEAT</sub>	ヒーター電力	$V_{DD} = 1.8\text{V}$		18		mW
		$V_{DD} = 3.3\text{V}$		62		
		$V_{DD} = 5\text{V}$		138		
t <sub>ON-HEAT</sub>	ヒーター ターンオン時間遅延			130		ms
t <sub>OFF-HEAT</sub>	ヒーター ターンオフ時間遅延			0.45		ms



$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{DD} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $\text{OUT}_{RL} = 50\text{k}\Omega$  (特に記述のない限り)。標準仕様は  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$  かつ  $V_{DD} = 3.3\text{V}$  のものです (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
ロジック入力						
$V_{IH}$	High レベル入力電圧	$\overline{\text{RESET\_EN}}$ 、 $\text{HEAT\_EN}$ ピン	$0.7 \times V_{DD}$			V
$V_{IL}$	Low レベル入力電圧			$0.3 \times V_{DD}$		V

- (1) ヒステリシス、長期ドリフト、デバイスの自己発熱による影響は含まれません
- (2) RH 範囲の他の部分については、「[RH 精度と RH 設定点の関係](#)」プロットを参照してください
- (3) ヒステリシス値は、立ち上がりおよび立ち下がり RH 環境における RH 測定値の最大差の半分です。この値は、10% のステップ サイズ、10% ~ 90% の RH 範囲で測定されます
- (4) 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
- (5) 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
- (6) 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
- (7) 環境温度のステップ変化後に TEMP 出力が変化して TEMP 変化全体の 63% に達するまでの時間

## 6.6 代表的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$  (特に記述のない限り)

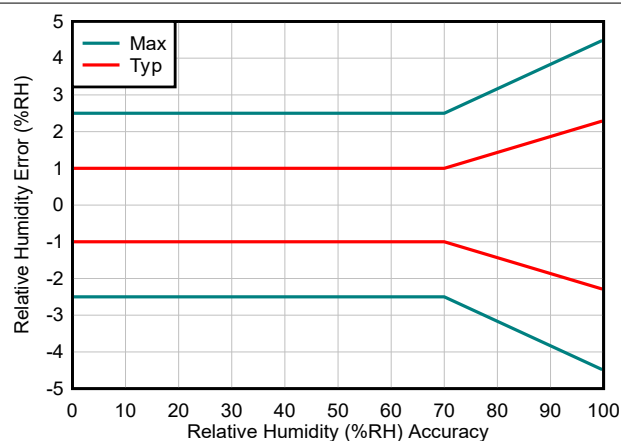


図 6-1. RH 精度と RH 設定点との関係 ( $V_{DD} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$ )

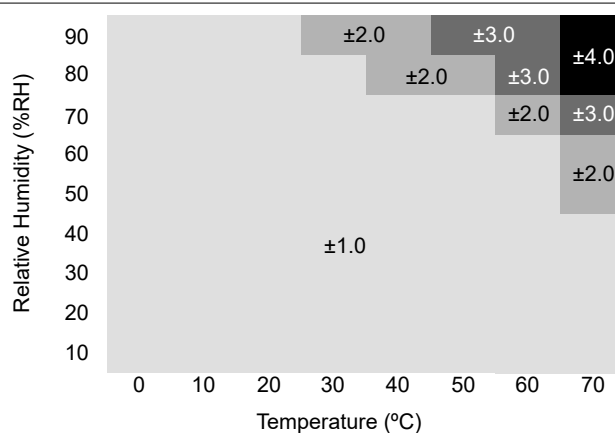


図 6-2. RH の標準的な精度と  $T_A$  設定値との関係

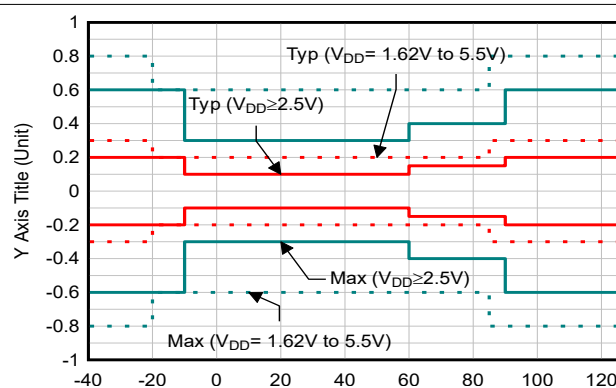


図 6-3.  $T_A$  精度と  $T_A$  設定値との関係

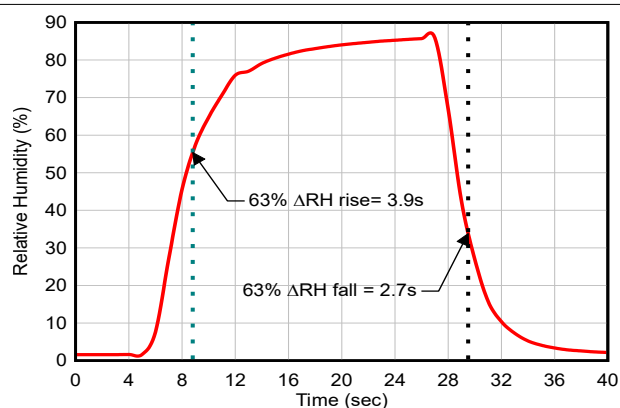


図 6-4. 相対湿度応答時間

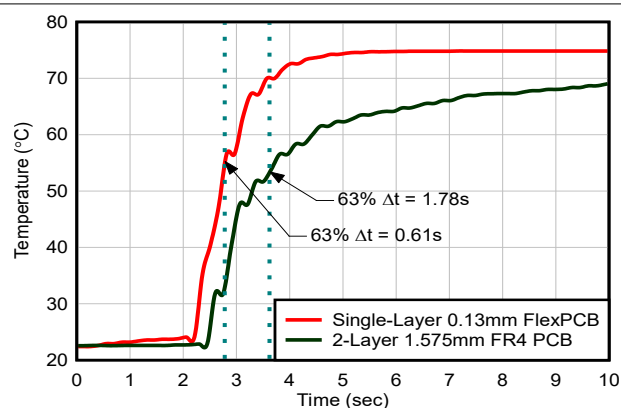


図 6-5. 熱的応答時間 (攪拌液体)

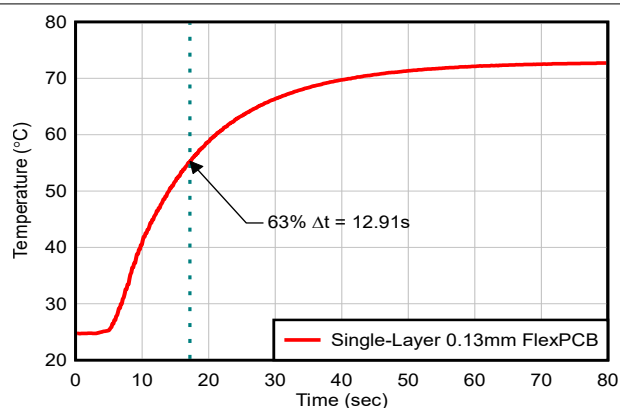


図 6-6. 熱的応答時間 (攪拌液体)

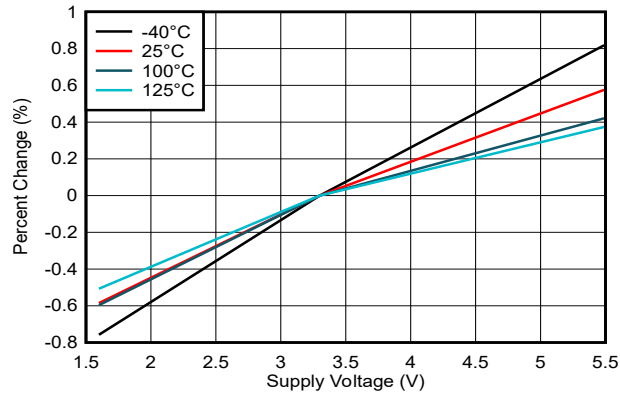


図 6-7. サンプリング時間の変化と温度との関係

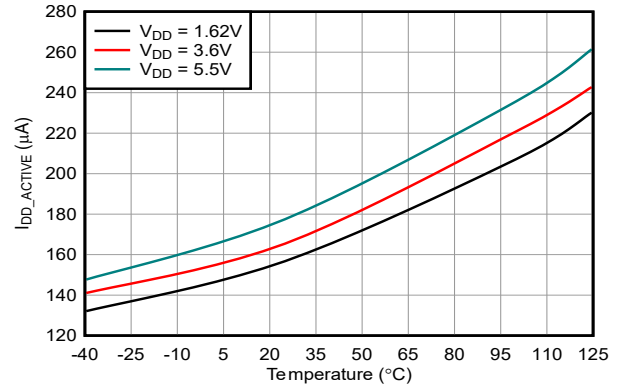


図 6-8. アクティブ電流と温度との関係

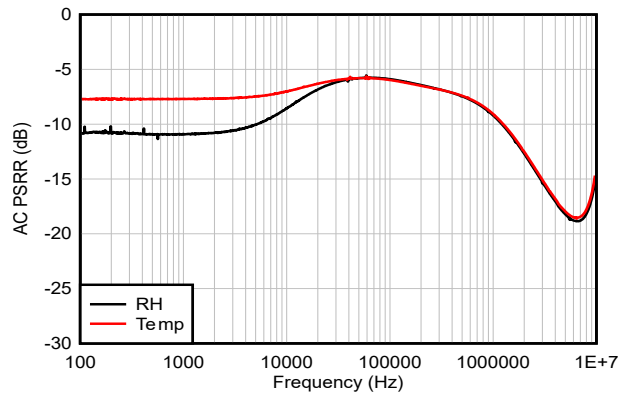


図 6-9. DAC PSR と周波数との関係

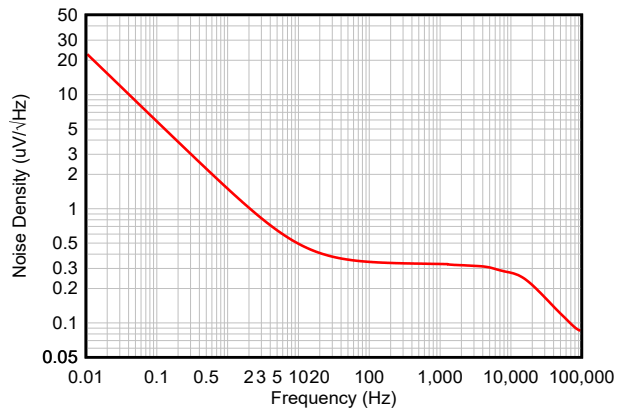


図 6-10. DAC の出力ノイズ密度と周波数との関係

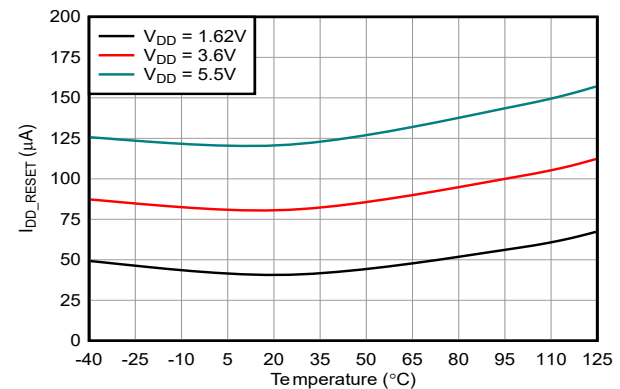


図 6-11. シャットダウンモードでの静止電流と温度との関係

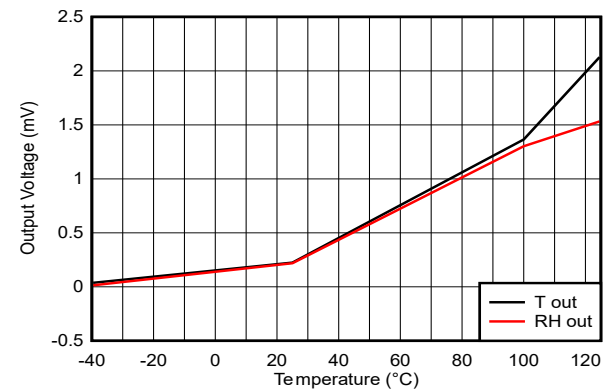


図 6-12. ディセーブル・モードでの出力電圧と温度との関係

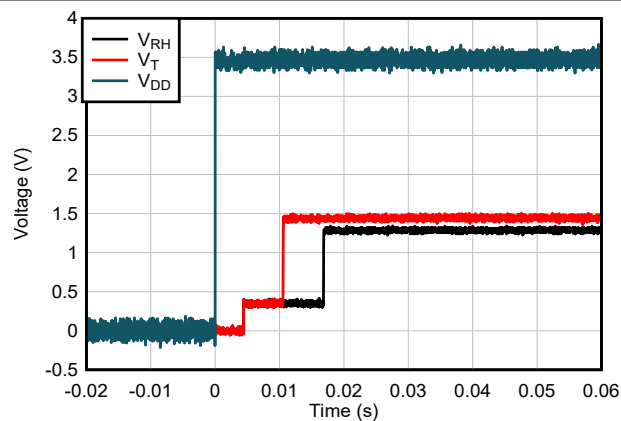
V<sub>DD</sub> 立ち上がり時間 = 1μs

図 6-13. スタートアップ応答

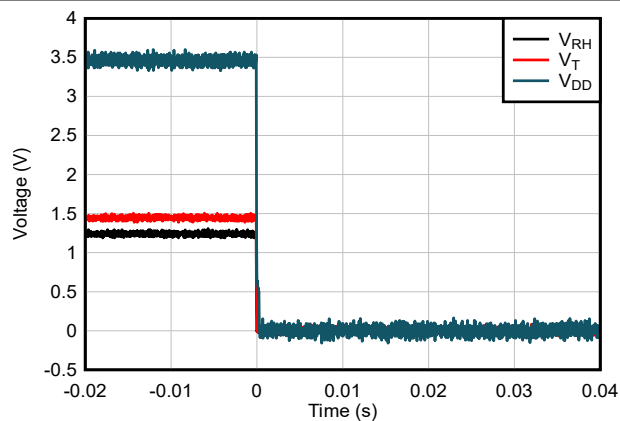
V<sub>DD</sub> 立ち下がり時間 = 1μs

図 6-14. パワーダウン応答

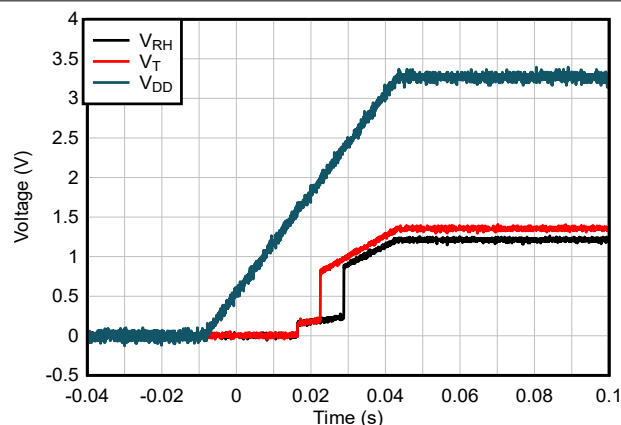
V<sub>DD</sub> 立ち上がり時間 = 50ms

図 6-15. スタートアップ応答

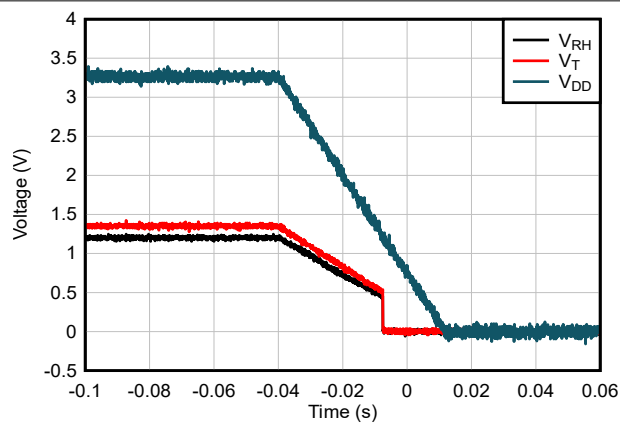
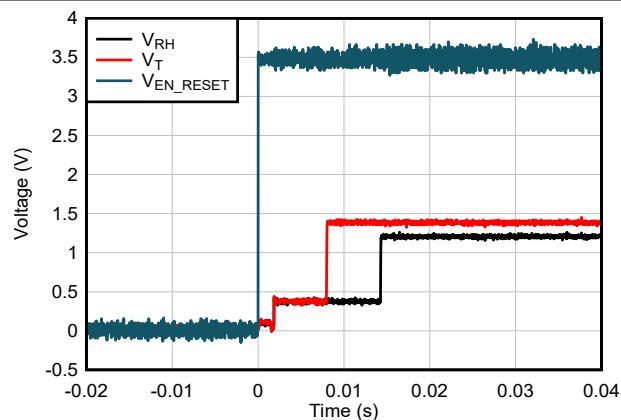
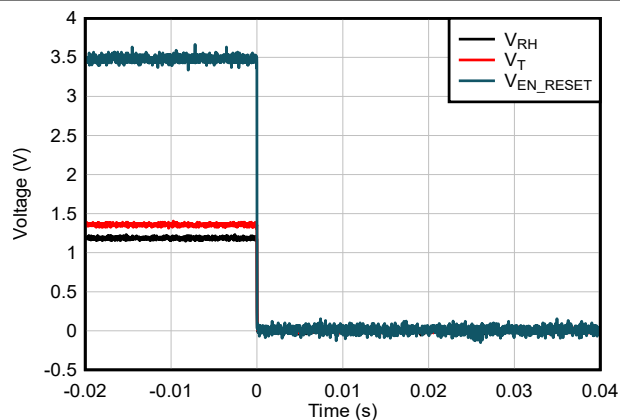
V<sub>DD</sub> 立ち下がり時間 = 50ms

図 6-16. パワーダウン応答



RESET\_EN: 0V ~ 3.5V

図 6-17. イネーブル応答



RESET\_EN: 3.5V ~ 0V

図 6-18. ディセーブル応答

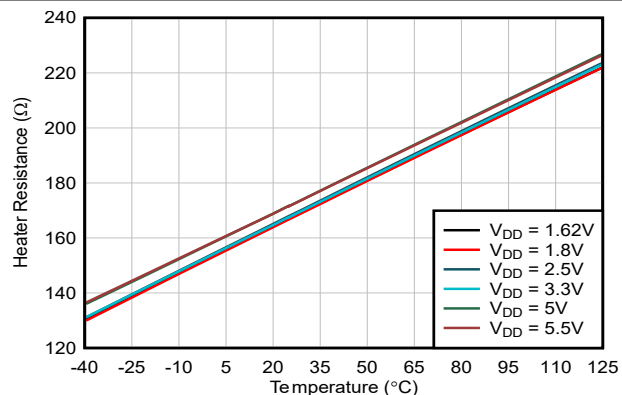


図 6-19. ヒーターの抵抗と温度との関係

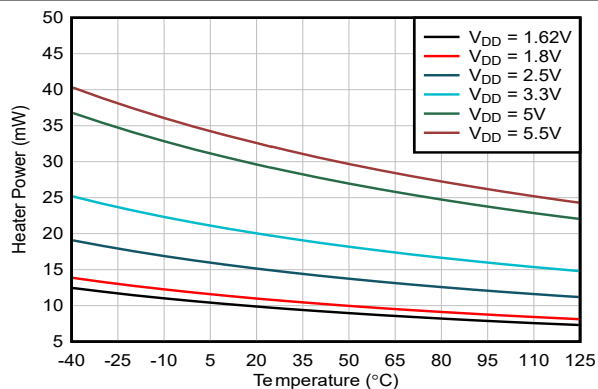


図 6-20. ヒーターの電流と温度との関係

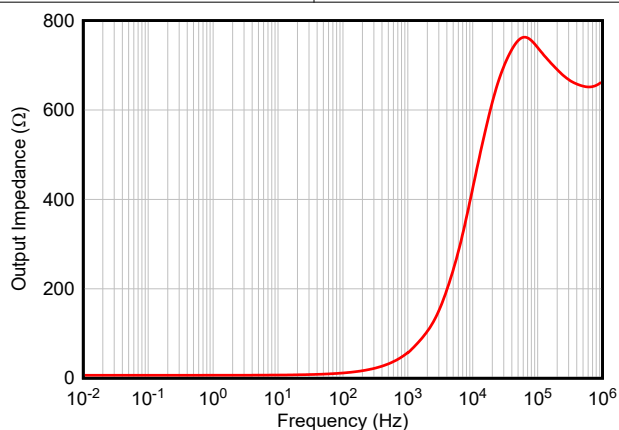


図 6-21. 出力インピーダンス 対 周波数

## 7 詳細説明

### 7.1 概要

HDC3120-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を組み込んだアナログ出力センサです。HDC3120-Q1 の出力電圧は、相対湿度および温度の測定値に直線的に比例します。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 規格に従って校正済みの機器により検証されています。

このデバイスは、非常に低い消費電力で優れた測定精度を実現し、通常動作時の消費電流はわずか 230μA であり、1.62V ~ 5.5V の広い電源電圧範囲に対応します。また、このデバイスには RESET\_EN ピンもあり、Low に切り替えることでデバイスを低消費電力状態に維持し、システムの総消費電力を低減できます。RESET\_EN ピンを解放すると、デバイスは測定を再開する前に完全なリセットを実行します。

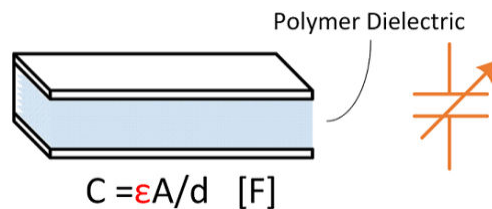


図 7-1. ポリマー誘電体が形成されたコンデンサです

HDC3120-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。このセンサは、薄膜ポリマー誘電体と隣接する 2 つの導電性電極で構成されます (図 7-1 を参照)。湿度が高くなると、ポリマーは周囲(空気)環境から水分子を吸収し始め、コンデンサセンサの誘電率を変化させます。湿度レベルは、静電容量と相対湿度の関係に基づいて決定されます。

この技術を採用している大半の相対湿度センサと同様、最良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。

- HDC3120-Q1 の規定の性能を得るには、保管と取り扱いの正しいガイドラインに従ってください。組み立て、保管、または動作中にセンサへの化学物質による汚染や損傷を避けるため、特別な注意を払う必要があります。これらのガイドラインについては、[セクション 8.5.1](#) および『[HDC3x Silicon ユーザーガイド](#)』を参照してください。
- 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、[セクション 8.4.1](#) および『[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。
- HDC3120-Q1 などのポリマーベースの湿度センサには、再水和が必要です。再水和により、半田リフローなど、高温露光の後で湿度センサのベースライン性能が回復します。

### 7.2 機能ブロック図

図 7-2. 機能ブロック図

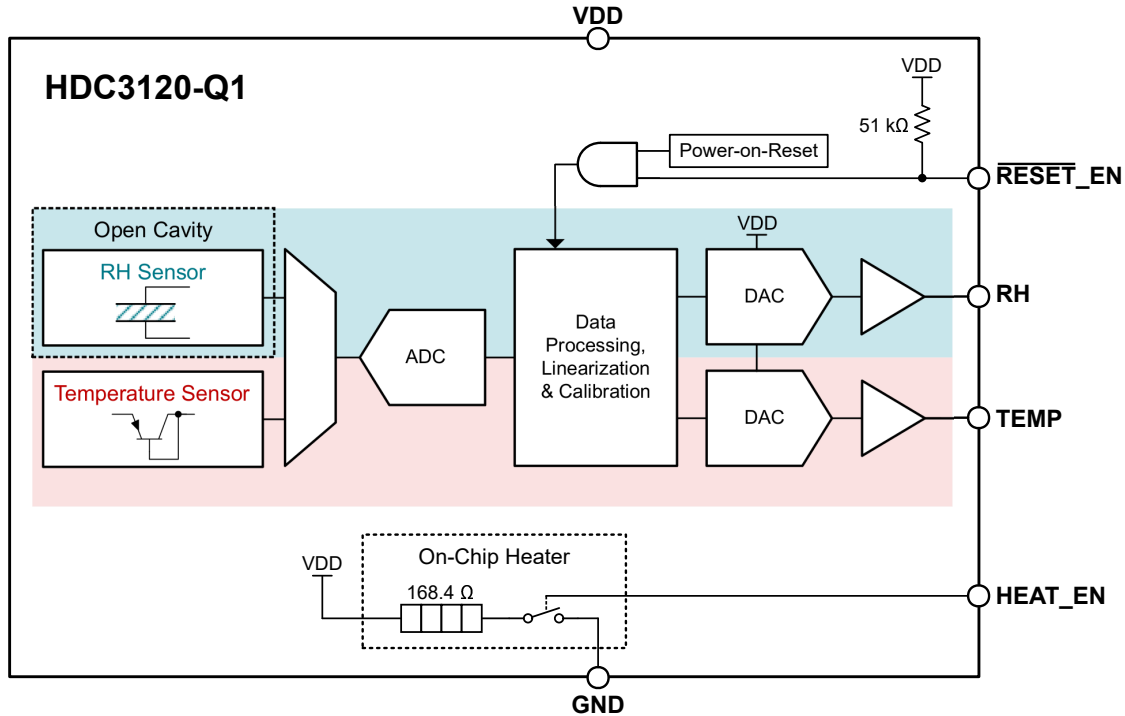


図 7-3. 機能ブロック図

## 7.3 機能説明

### 7.3.1 デバイスの起動

HDC3120-Q1 は、電源投入時に出力電圧を制御する電源オンリセット (POR) 機能を備えています。 $V_{DD}$  電源が立ち上がると ( $V_{DD} > V_{POR}$ )、POR イベントが発行されます。POR により、デバイスはメモリからデフォルト設定をロードして、温度と湿度を測定します。

湿度と温度の最初の測定中、DAC 出力はデフォルトレベルの  $0.1 \times V_{DD}$  に駆動されます。各 DAC チャンネルは、測定が完了するまでデフォルトの電圧レベルに維持されます。湿度測定には約  $RH_{PUR}$ 、温度測定には  $T_{PUR}$  が必要です。測定が完了すると、DAC 出力は測定された湿度と温度の値に対応する電圧レベルに駆動されます。図 7-4 に、HDC3120-Q1 の電源オン動作の例を示します。

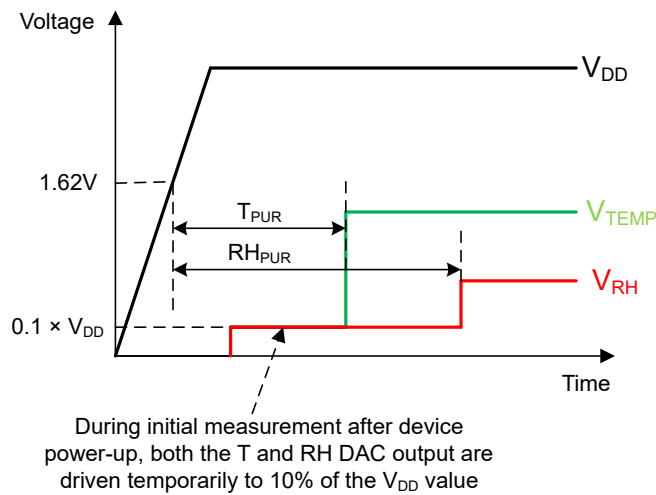


図 7-4. HDC3120-Q1 の電源投入シーケンス

POR 回路は、次の図に示されているように、内部コンデンサを放電し、電源投入時にデバイスをリセットするために特定の電源レベルを必要とすることに注意してください。POR イベントを開始するには、 $V_{DD}$  が少なくとも  $t_{RESET\_NPW}$  の期間、対応する下限スレッショルド ( $V_{BOR}$ ) を下回っている必要があります。 $V_{DD}$  が指定された上限スレッショルド ( $V_{POR}$ ) を超えたままの場合、POR イベントは発生しません。 $V_{DD}$  が上限スレッショルド  $V_{POR}$  を下回っても、下限スレッショルド ( $V_{BOR}$ ) を超えている場合、デバイスは未定義状態になり、指定されたすべての温度および電源条件下でリセットされとは限りません。

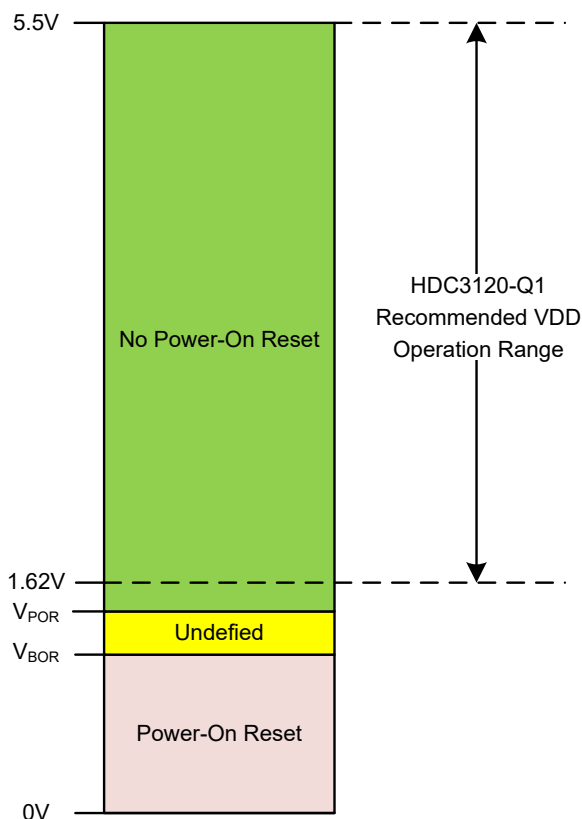


図 7-5. HDC3120-Q1 POR 回路のしきい値

### 7.3.2 デバイスのイネーブルとディスエーブル

HDC3120-Q1 は、 $\overline{RESET\_EN}$  ピンを Low ( $V_{IL}$  未満) に設定することでディスエーブルにできます。この状態では、RH および温度 DAC 出力はほぼゼロの状態 ( $V_{OUT\_DISABLE}$ ) になり、デバイスの消費電流は  $I_{DD\_DISABLE}$  まで大幅に低減されます。消費電流が低減されるため、センサ測定が不要な場合にシステムの電力を節約できます。デバイスのディスエーブルシーケンスおよび DAC 出力電圧を 図 7-6 に示します。



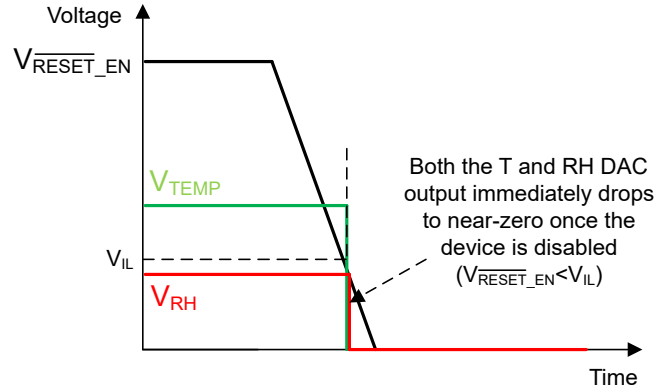


図 7-6. HDC3120-Q1 無効化動作

HDC3120-Q1 をイネーブルにするには、 $\overline{\text{RESET\_EN}}$  ピンを high ( $V_{IH}$  超) に設定する必要があります。イネーブルシーケンスとセンサ出力電圧は、[セクション 7.3.1](#) で説明されているように、デバイスのパワーアップ時と同様に動作します。 $\overline{\text{RESET\_EN}}$  ピンが  $V_{IH}$  を上回ると、デバイスはメモリからデフォルト設定をロードし、温度と湿度を測定します。温度と湿度の最初の測定中、DAC 出力はデフォルトレベルの  $0.1 \times V_{DD}$  に駆動されます。各 DAC チャンネルは、測定が完了するまでデフォルトの電圧レベルに維持されます。湿度測定には約  $RH_{PUR}$ 、温度測定には  $T_{PUR}$  が必要です。測定が完了すると、DAC 出力は測定された湿度と温度の値に対応する電圧レベルに駆動されます。[図 7-7](#) に、HDC3120-Q1 有効化シーケンスを示します。

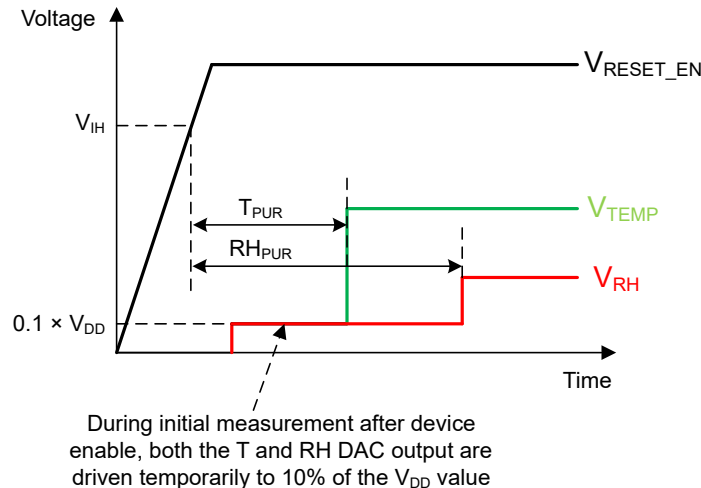


図 7-7. HDC3120-Q1 動作を有効に

HDC3120-Q1  $\overline{\text{RESET\_EN}}$  ピンは  $V_{DD}$  への弱い 51k $\Omega$  内部プルアップを備えているため、このピンをフローティングのままにしておくことが可能であり、リセットしても無効化機能は利用されません。

### 7.3.3 信号出力の変換

HDC3120-Q1 には、2 つのアナログ レシオメトリック出力電圧があります。つまり、1 つは温度用で、もう 1 つは相对湿度用であり、電源電圧 ( $V_{DD}$ ) に対してレシオメトリックです。レシオメトリック設計では、出力電圧は  $V_{DD}$  の変化に比例してスケールされます。電源電圧の変動があれば、センサ出力は直接調整されます。このアーキテクチャにより、電源電圧の変動があっても、センサの読み取り値の精度が維持されます。

HDC3120-Q1 レシオメトリック アーキテクチャは、HDC3120-Q1 とサンプリング ADC の両方に同じ基準電圧または電源電圧を使用するアプリケーションで効果を発揮します。 $V_{DD}$  が変化すると、センサのオフセットとスパンが一緒にシフトし、測定比率が一定のまま維持されます。たとえば、 $V_{DD}$  が 5.0V の場合、 $V_{RH}$  は 0%RH で 0.5V、100%RH で 4.5V を示します。電源が 10% 低下して 4.5V になると、出力はそれぞれ 0.45V と 4.05V になり、同じ比率が維持されます。

測定基準が同じ電源を追従する限り、レシオメトリック設計は電源電圧の誤差を低減するのに役立ちます。出力は温度と湿度に直線的に比例し、次のセクションで説明する伝達関数を使用して物理単位に変換できます。

### 7.3.3.1 相対湿度 (RH%) 測定

RH% は、次の式を使用して  $V_{RH}$  出力電圧と  $V_{DD}$  から計算できます。

$$\%RH = -12.5 + 125 \times \frac{V_{RH}}{V_{DD}} = -\frac{10}{0.8} + \frac{100}{0.8} \times \frac{V_{RH}}{V_{DD}} \quad (1)$$

図 7-8 は、RH% の計算値を正規化された  $V_{RH}/V_{DD}$  の関数としてプロットしたものです。

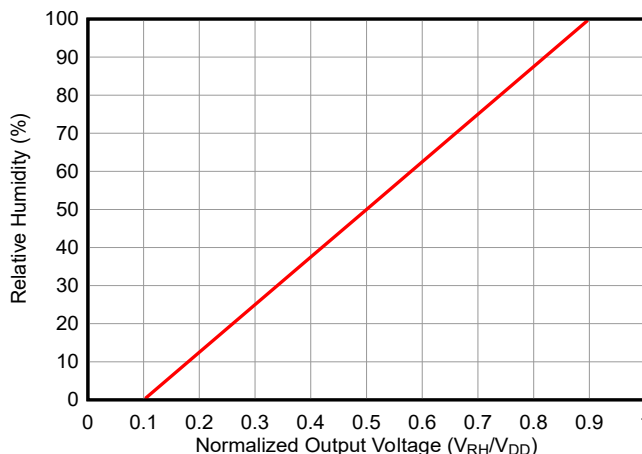


図 7-8. HDC3120-Q1%RH 出力プロファイル

または、湿度測定用にセンサの電圧ゲインを調べるために、電圧感度を表す次の式で、 $V_{RH}$  電圧を  $V_{DD}$  と %RH の関数として表すこともできます。

$$V_{RH} = V_{DD} \times \left[ (\%RH) \times 8 \frac{mV}{\%RH} + 0.1 \right] \quad (2)$$

- **8mV/%RH** は  $V_{DD}$  に応じてスケールされるセンサのゲインを表し、1%RH あたりの電圧変化を示します。
- この電圧は  $0.1 \times V_{DD}$  (0% RH のセンサ オフセット) から  $0.9 \times V_{DD}$  (100% RH) までの範囲です

図 7-9 に、さまざまな  $V_{DD}$  レベルにおける RH (相対湿度) 出力電圧の関数を示します。図 7-10 は同じデータを示していますが、RH 出力電圧を  $V_{DD}$  に正規化したものです。

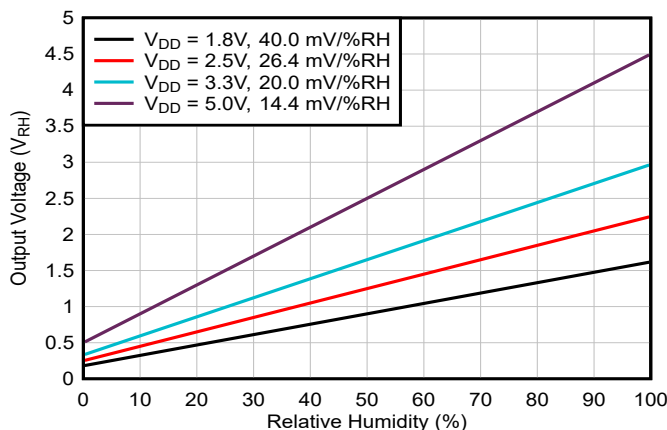


図 7-9. RH センサ出力 ( $V_{RH}$ ) と RH% の関係

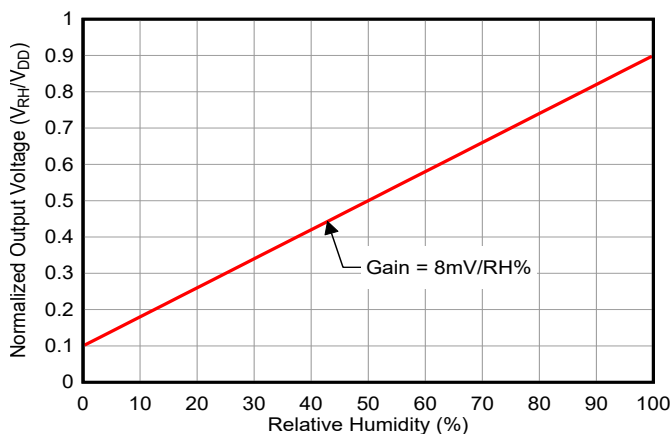


図 7-10. 正規化された RH% センサ出力 ( $V_{RH}$ ) と RH% との関係

表 7-1 は、さまざまな %RH および  $V_{DD}$  レベルでの  $V_{RH}$  電圧読み取り値の例を示します。同じ RH% レベルで  $V_{RH}$  電圧が  $V_{DD}$  によって変化しても、 $V_{RH}/V_{DD}$  比は一定に保たれ、正確な測定が可能です。このレシオメトリック設計により、HDC3120-Q1 センサは電源の変動に対して安定した読み取りを行えます。

表 7-1. さまざまな %RH および  $V_{DD}$  レベルでの  $V_{RH}$  電圧

	$V_{DD} = 1.8V$	$V_{DD} = 2.5V$	$V_{DD} = 3.3V$	$V_{DD} = 5.0V$	$V_{RH}/V_{DD}$ 比
%RH = 0%	0.18	0.25	0.33	0.50	0.10
%RH = 25%	0.54	0.75	0.99	1.50	0.30
%RH = 50%	0.90	1.25	1.65	2.50	0.50
%RH = 85%	1.40	1.95	2.57	3.90	0.78
%RH = 100%	1.62	2.25	2.97	4.50	0.90
センサ ゲイン	14.4mV/%RH	20mV/%RH	26.4mV/%RH	40.0mV/%RH	
センサ オフセット	180mV	250mV	330mV	500mV	

### 7.3.3.2 温度測定

摂氏 (°C) または華氏 (°F) の温度は、次の式を使用して  $V_{TEMP}$  出力電圧と  $V_{DD}$  から計算できます。

$$T(^{\circ}C) = -66.875 + 218.75 \times \frac{V_{TEMP}}{V_{DD}} = -45 - \frac{17.5}{0.8} + \frac{175}{0.8} \times \frac{V_{TEMP}}{V_{DD}} \quad (3)$$

$$T(^{\circ}F) = -88.375 + 393.75 \times \frac{V_{TEMP}}{V_{DD}} = -49 - \frac{31.5}{0.8} + \frac{315}{0.8} \times \frac{V_{TEMP}}{V_{DD}} \quad (4)$$

図 7-11 は、RH% の計算値を正規化された  $V_{TEMP}/V_{DD}$  の関数としてプロットしたものです。

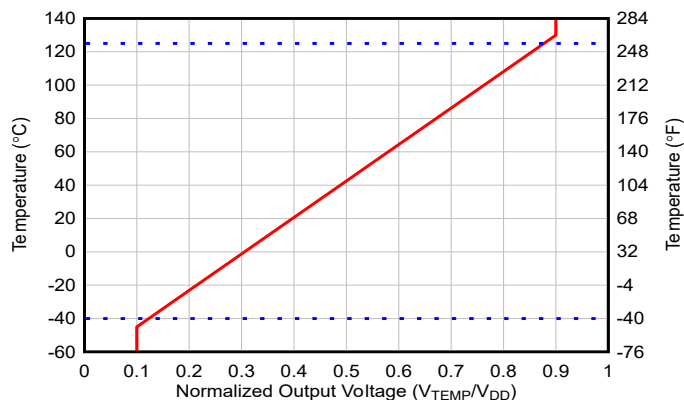


図 7-11. HDC3120-Q1 温度出力プロファイル

または、温度測定用にセンサの電圧ゲインを調べるために、電圧感度を表す次の式で、 $V_{TEMP}$  電圧を  $V_{DD}$  と温度の関数として表すこともできます。

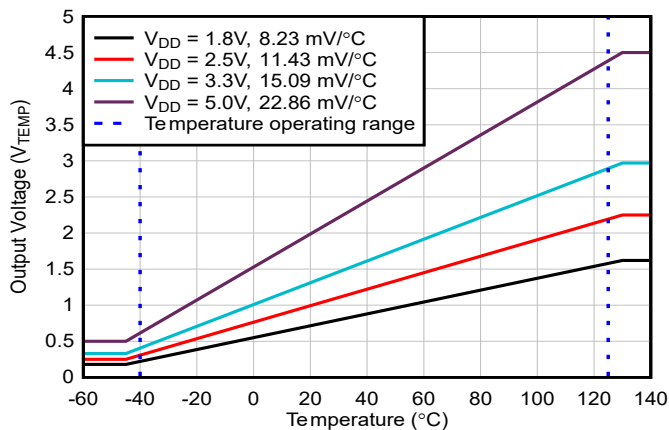
$$V_{TEMP} = V_{DD} \times \left[ T(^{\circ}\text{C}) \times 4.571 \frac{\text{mV}}{^{\circ}\text{C}} + 0.306 \right] \quad (5)$$

- **4.571mV/°C** は  $V_{DD}$  に応じてスケーリングされるセンサのゲインを表し、1°C あたりの電圧変化を示します。
- 電圧は  $0.1 \times V_{DD}$  (-45°C のセンサ オフセット) から  $0.9 \times V_{DD}$  (130°C) までの範囲です

#### 注

$V_{TEMP}$  出力電圧は、温度が 45°C 未満 ( $V_{TEMP} = 0.1 \times V_{DD}$ )、および温度が 130°C を上回る (ここで  $V_{TEMP} = 0.9 \times V_{DD}$ ) 場合にレール出力されます。

図 7-12 に、異なる  $V_{DD}$  レベルにおける温度の関数としての温度出力電圧を示します。図 7-13 は同じデータを示していますが、温度出力電圧を  $V_{DD}$  に正規化したものです。

図 7-12. 温度センサ出力 ( $V_{TEMP}$ ) と温度との関係

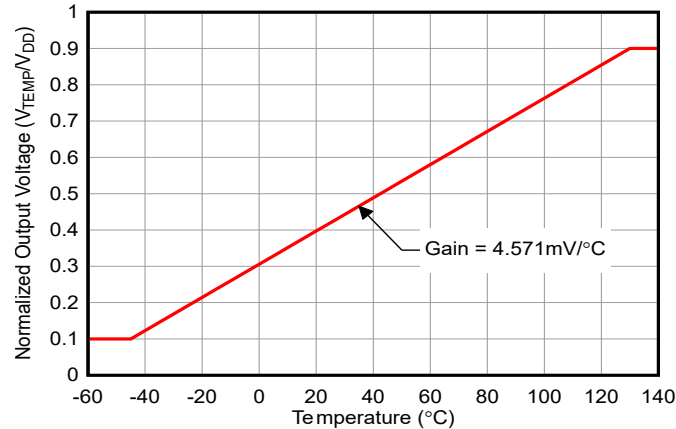


図 7-13. 正規化された温度センサ出力 ( $V_{TEMP}$ ) と温度との関係

表 7-2 に、さまざまな温度および  $V_{DD}$  レベルでの  $V_{TEMP}$  電圧読み取り値の例を示します。同じ温度で  $V_{TEMP}$  電圧が  $V_{DD}$  によって変化しても、 $V_{TEMP}/V_{DD}$  比は一定に保たれ、正確な測定が可能です。このレシオメトリック設計により、HDC3120-Q1 のセンサ読み取りは、電源が変動しても常に安定したものになります。

表 7-2. さまざまな温度および  $V_{DD}$  レベルでの  $V_{TEMP}$  電圧

	$V_{DD} = 1.8V$	$V_{DD} = 2.5V$	$V_{DD} = 3.3V$	$V_{DD} = 5.0V$	$V_{TEMP}/V_{DD}$ 比
温度 = -40°C	0.221	0.307	0.405	0.614	0.123
温度 = 0°C	0.550	0.764	1.009	1.529	0.306
温度 = 25°C	0.756	1.050	1.386	2.100	0.420
温度 = 85°C	1.250	1.735	2.291	3.471	0.694
温度 = 125°C	1.579	2.193	2.895	4.386	0.877
センサ ゲイン	8.229mV/°C	11.429mV/°C	15.085mV/°C	22.857mV/°C	
センサ オフセット	550mV	764mV	1.009V	1.529V	

### 7.3.4 NIST トレーサビリティと一意の ID

「NIST トレーサビリティ」とは、測定またはテスト結果を米国国立標準技術研究所(NIST)の標準にリンクする一連のキャリブレーション(校正)を指します。これは、測定に使用される装置またはプロセスが既知の信頼できる基準に基づいて校正され、最終的に NIST の基本基準に基づいて追跡可能であることを意味します。

HDC3120-Q1 ユニットの 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校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 HDC3120-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。

各 HDC3120-Q1 部には、デバイスに一意の ID が割り当てられています。一意の ID はテキサス インストルメンツのみがアクセスできる重要な情報を保持しており、すべてのチップを製造テストデータにトレース可能であり、デバイス故障の原因となる可能性のあるテスト パラメータや製造工程条件が存在するかどうかを確認できます。サポートについては、直接テキサス・インストルメンツにお問い合わせください。

### 7.3.5 出力短絡保護機能

HDC3120-Q1 は、 $V_{DD}$  または GND に対する連続的な短絡状況に耐えられるよう設計されています。短絡時に出力電流が  $I_{SC}$  に制限され、デバイスの損傷を防止します。この機能により堅牢な動作が得られ、意図しない短絡による潜在的なフォルトから HDC3120-Q1 を保護します。

## 7.4 デバイスの機能モード

### 7.4.1 オンチップヒーター

**HDC3120-Q1** は、温度センサを周囲よりも高くするように設計されたオンチップ ヒーターを内蔵しています。この機能は複数の目的を果たします。この機能は湿度検出素子の乾燥を加速し、センシングポリマーから吸収した汚染物質の気体排出を容易にします。センサの接合部温度を上げることで、センサの性能および長期的な安定性に悪影響を及ぼす状況を防止または軽減できます。

オンチップ ヒーターの主なアプリケーションは以下のとおりです。

- **結露防止:** 周囲の条件が露点に近づくとセンサを加熱すると、センサ表面に結露が発生しないようになります。センサを保護ハウジングに密閉していない場合、このことが特に重要になります。センサ パッケージの下に湿気が侵入すると、露出したセンサ ピン間で短絡が発生し、デバイスやユーザーのシステムに永続的な損傷を引き起こす可能性があります。
- **高湿度安定性:** 連続的な高湿度の環境では、周期的な加熱によって残留湿気が蒸発し、センシング素子に蓄積する可能性があります。これにより、長期的なドリフトが低減し、湿度測定の精度が維持されます。
- **汚染物質のベークアウト:** ヒーターを長期間 (システムの制約に応じて最大数時間) 使用すると、揮発性有機化合物 (VOC) またはセンシング ポリマーに吸収される可能性のある他の汚染物質の除去を迅速化できます。このプロセスでは、ベースライン動作に近い状態でセンサが復元されます。
- **デバイス セルフテスト:** ヒーターのアクティブ化は、基本機能チェックとしても機能します。温度の測定可能な上昇は、センサとヒーター回路が動作していることを示します。

オンチップ ヒーターは、センシング素子を必要ときに乾燥し、汚染しないようにして、過酷な環境条件においてセンサの性能を維持するために重要な役割を果たします。最高の性能を得るために、このヒーターは **V<sub>DD</sub> ≥ 2.5V** で最も効果的です。**10°C** を超える温度上昇 (**ΔT**) を達成するために、**3.3V** 以上を推奨します。

#### 7.4.1.1 動作原理

**HDC3120-Q1** のオンチップ ヒーターは、センサダイに内蔵された抵抗性発熱素子として実装されています。ヒーターは、専用の **HEAT\_EN** ピンを使用して制御します。**HEAT\_EN** を **High** に駆動するとヒーターがイネーブルになり、ヒーターを **low** に駆動するとヒーターがディセーブルになります。偶発的な作動を防止するため、**HEAT\_EN** をフローティング状態のままにしないでください。ヒータ機能を使用しない場合は、このピンをグラウンドに接続してください。

**HEAT\_EN** がアサート (**high** に設定) されると、ヒータ電流が印加されるまでに約 **130ms** の組み込みスタートアップ遅延が発生します。この遅延により、安定した起動を検証し、スプリアス パルスや短時間の過渡による意図しないヒーター動作を防止できます。**HEAT\_EN** がデアサートされる (**low** に設定される) と、ヒータは **0.45ms** 以内にオフになり、熱の発生が急速に停止します。

#### 注

ヒーターが作動している間、センサは実際の周囲温度や湿度を測定しません。代わりに、温度センサは接合部温度の上昇を報告し、局所的な温度の上昇に伴い相対湿度の測定値は人為的に低下しているように見えます。加熱サイクル後、正確な **RH/T** 測定が再開されるまで、センサは冷却して環境と平衡化するための時間を必要とします。

加熱サイクル後の信頼性の高い湿度測定を行うため、静止空気中の状態では少なくとも **30 秒** の回復時間を確保してください。実際の復帰時間は、最終的なヒーターの温度、エアフロー、周囲の熱特性に依存します。

##### 7.4.1.1.1 ヒータの設定例

次の表に標準的なヒーター起動サイクルを示します。熱応答時間 (**T<sub>99.9%</sub>**) が **4S**、1 秒間のホールド時間が湿気の蒸発または汚染物質の除去に必要とされ、正確な **RH/T** 測定を再開する前に、センサが周囲条件と完全に再平衡化されていることを確認するための **30s** の冷却時間を仮定します。



**表 7-3. ヒータの設定例**

時間 (ms)	アクション
0	最終周囲 RH/T 読み取り完了
+1	HEAT_EN = High (1ms 信号の立ち上がり時間)
+130	ヒータ電流が開始します
+130~+5,130	ヒータ保持 (4 秒間のウォームアップ + 1 秒間の保持)
+5,130.45	HEAT_EN = Low (ヒータは 0.45ms でオフ)
+35,130.45	RH/T の測定値が再開される (30 秒の冷却後)

#### 7.4.1.2 ヒータの電氣的動作

HDC3120-Q1 のオンチップヒーターは、正の温度係数 (PTC) を持つ抵抗素子として動作し、その抵抗は温度とともに増加します。ヒータ抵抗は、接合部温度 (T<sub>J</sub>) の関数として 式 6 を使用して推定できます。

$$R_{\text{HEATER}}(T_J) \approx R_{25-\text{HEATER}} \cdot [1 + \alpha(T_J - 25^\circ\text{C})] \quad (6)$$

25°C では、標準抵抗 (R<sub>25-HEATER</sub>) は約 168.4Ω、温度係数 α はおおむね 0.00326°C<sup>-1</sup> である。HEAT\_EN がアサートされると、ヒーターはオームの法則に従って V<sub>DD</sub> から電流を引き込みます。I<sub>HEATER</sub> ≅ V<sub>DD</sub> / R<sub>HEATER</sub>。抵抗値は温度に比例して上昇しますが、実際の接合部温度 (すなわちヒータ抵抗) は、環境条件、エアフロー、PCB レイアウト、デューティサイクルに応じて変化することに注意してください。

ヒータ抵抗値を推定した場合、次の 式 7 を使用してヒータの電力を概算できます。

$$P_{\text{HEATER}}(T_J) \approx \frac{V_{\text{DD}}^2}{R_{\text{HEATER}}(T_J)} \approx \frac{V_{\text{DD}}^2}{R_{25-\text{HEATER}} \cdot [1 + \alpha(T_J - 25^\circ\text{C})]} \quad (7)$$

表 7-4 に、周囲 25°C での標準的なヒーター電流と電力の値をまとめます。これらの値は、サーマル ランプアップ前のヒータの初期消費電力を表します。ダイの温度が上がるにつれてヒータ抵抗が増大するため、加熱サイクル中の時間の経過とともに電流引き込みがわずかに減少します。ただし、ヒータがまだ冷えている最初の 1 ~ 2 秒の間は、電流消費が最大になります。

**表 7-4. 25°C におけるヒータ電流と消費電力の推定値**

電源電圧 (VDD)	ヒータ電流 (標準値)	ヒータ出力 (標準値)
1.8V	≅10mA	≅18mW
3.3V	≅19mA	≅62mW
5.0V	≅28mA	≅138mW
5.5V (最大値)	≅30mA	≅165mW

#### 注

これらのさまざまな要因のため、抵抗値または電力から接合部温度を正確に推定することは実用的ではありません。したがって、理論的な抵抗モデルに頼るのではなく、ヒーターのイネーブルタイミングとシステム レベルの熱挙動に注目する必要があります。

起動時に観測されるピーク ヒーター電流に対応できるように、電源およびシステムのサーマル エンベロップを常に設計する必要があります。これにより、安定性を検証し、特に高い V<sub>DD</sub> レベルでのブラウナウト条件を防止できます。

#### 7.4.1.3 ヒータ温度上昇

ヒータによる温度上昇は、電源  $V_{DD}$  に大きく依存します。図 7-14 に、さまざまな電源レベルでの標準的な温度上昇プロファイルを示します。このデータは 15mm×15mm、1.575mm FR4 PCB でキャプチャされます。

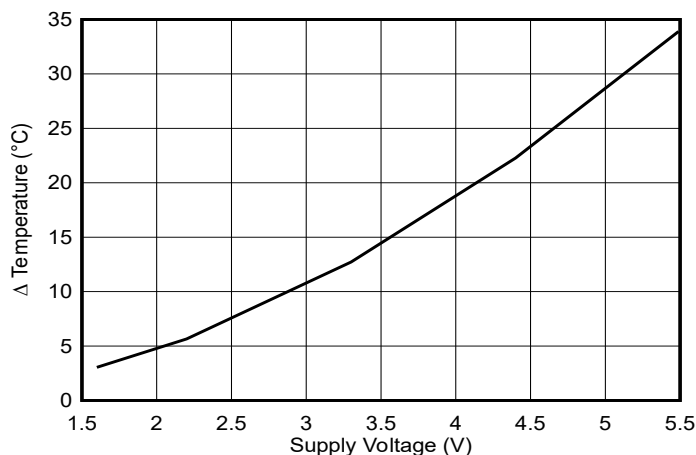


図 7-14. 高剛性 1.575mm FR4 PCB 上のヒーター誘導温度上昇と電源電圧との関係

図 7-15 に、単層の 1.575mm FR4 PCB にデバイスを実装し、サーマル パッドを半田付けしていない状態での温度上昇測定例を示します。使用する電源によって、センサ ダイはさまざまな温度に到達できます。

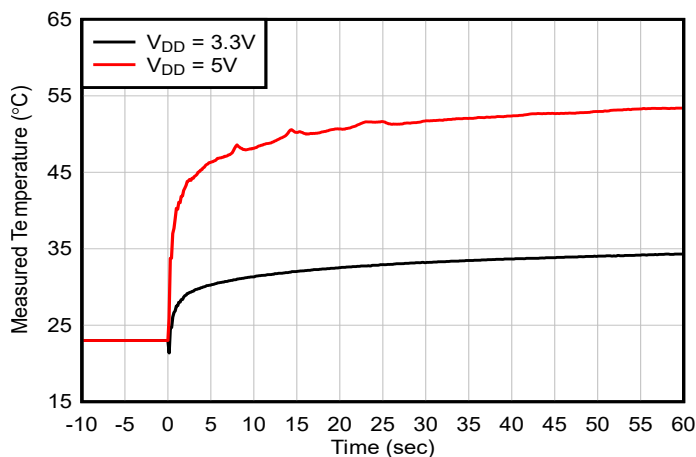


図 7-15. リジッド PCB のヒーターによる温度上昇 (1.575mm FR4)

ヒータの温度を上げるには、薄い Flex PCB にデバイスを取り付け、PCB の熱質量の影響を最小限に抑えます。図 7-16 に、単層 0.13mm のフレックス PCB にデバイスを取り付け、サーマル パッドを半田付けしない状態で温度上昇測定の例を示します。デバイスに電源電圧 5V が印加されていると、センサダイは周囲条件でほぼ 100°C に達することができます。



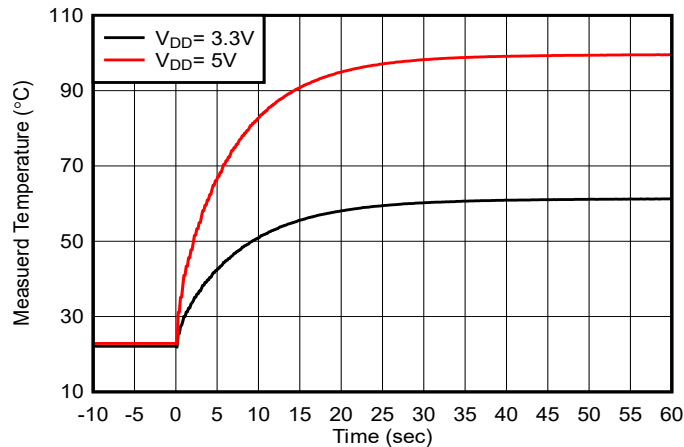


図 7-16. FlexPCB 上のヒーターによる温度上昇 (0.13mm フレックス)

#### 7.4.1.4 ヒーター使用上のガイドライン

HDC3120-Q1 のオンチップ ヒーターは、湿気の多い環境で結露を除去し、乾燥を促進するのに役立ちます。ただし、最高の性能と長期的な信頼性を実現するには、以下の注意事項とベスト プラクティスに従う必要があります。

- 加熱中のセンサ測定:

ヒータが作動しているとき:

- 温度測定値は、周囲温度ではなくダイの内部温度を反映しています。
- 局所的な加熱のため、湿度の測定値は人為的に低くなります。

これらの値は、周囲センシングには有効ではありません。ヒータをオフにした後、センサの温度と RH は平衡状態に戻るまで 30 秒以上かかることがあります。RH 測定値はさらにゆっくりと安定することができます。加熱後の測定値に依存する前に、測定値が安定するのを待ちます。

- 電源に関する考慮事項:

ヒータは装置の電流消費を大幅に増加させる。

- 一般的なヒーター電流範囲は、V<sub>DD</sub> に応じて 10–30mA です。
- 電源とバイパス コンデンサが電圧降下なしでこのサージに対処できることを確認します。電源電圧が急激に低下すると、センサリセットがトリガされたり、付近の回路への干渉が発生する。
- ローカル デカップリング コンデンサ (0.1μF + 1μF セラミックなど) を強く推奨します。

- 結露および残留リスク:

ヒーターは水を蒸発させますが、その水に含まれる溶解したミネラルまたは汚染物質はセンサ表面に固体残留物として残ります。時間の経過に伴って、精度や応答時間が低下する可能性があります。

- ヒータは不揮発性残留物を除去できません。
- 結露や水しぶきが発生しやすい環境では、汚染リスクを低減するために保護膜を使用することを検討してください。
- 汚染度の高いユニットの場合は、手動でのクリーニングまたはセンサーの交換が必要になる場合があります。

- ヒータ デューティ サイクルおよびセンサのエージング:

ヒーターを頻繁に使用するか、長期間使用すると、湿度センサの長期的な経年劣化が加速される可能性があります。

- 場合によっては、条件に基づいた使用をお勧めします。
- 絶対に必要な場合を除き、ヒータを連続的または高デューティサイクルで作動させないでください。
- 最良の結果を得るためには、結露が検出された場合または予想される場合にのみヒータを作動させる。

テキサス インスツルメンツは、標準的なヒーター使用 **HDC3120-Q1** としての認定を取得しました。ただし、ヒータの作動が過剰になると、時間の経過とともに性能が徐々に変化する可能性があります。高精度の制御とフィードバックを必要とする高度なアプリケーションには、デジタル **HDC3020** デバイスの検討をお勧めします。

## 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になります。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 アプリケーション情報

デジタル出力センサに対するアナログ出力センサの主な必要性は、最も簡単なソリューションを必要とする用途向けです。同じ電源を共有する外部コンパレータと **HDC3120-Q1**、基準点としての分圧抵抗を組み合わせることで、設計者はマイクロプロセッサと高精度電源を必要とせずに、最も簡単な湿度および温度制御システムを構築できます。

### 8.2 代表的なアプリケーション

**HDC3120-Q1** を使用した **ADAS** センサ監視システムのアプリケーション例を以下に示します。湿度センサの目的は、車内の湿度を検出することです。このアプリケーションでは、湿度センサをメイン システム コントローラと同じ基板上に配置することができません。センサ ボードとマイコン ボードを接続するには、ワイヤを使用する必要があります。

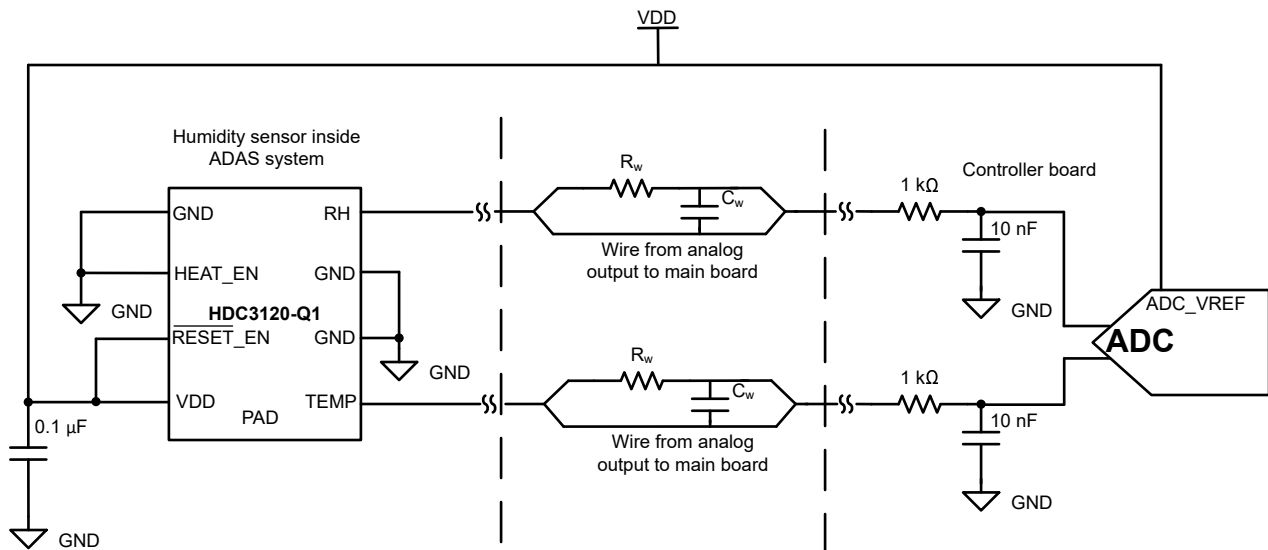


図 8-1. ADC に接続された **HDC3120-Q1**

次の図では、ケーブル容量と抵抗を描き、**HDC3120-Q1** が 47nF までの容量性負荷を駆動できることを強調しています。**HDC3120-Q1** を ADC に接続する場合は、外部リファレンス電圧を備えた ADC の使用をお勧めします。これは、**HDC3120-Q1** に供給する電圧に接続する必要があります。る、**HDC3120-Q1** の RH および温度出力はデバイスの VDD に対してレシオメトリックであるため、VDD ラインにスパイクやノイズが発生した場合、出力にもノイズが現れることがあります。ADC のリファレンス電圧が **HDC3120-Q1** VDD と一致するようにすると、両方の IC でノイズ イベントが発生し、ADC がマッチングしてノイズを除去できます。アナログ出力では、ADC の近くに RC フィルタを実装することを推奨します。このコンデンサは同時に、RC フィルタ内のノイズをフィルタするのに役立ちます。また、このコンデンサはサンプリング中に ADC の充電リポジトリとして機能し、サンプリング グリッチを防止します。

上記の回路例に示す RC フィルタの値は一例であり、目的のカットオフ周波数に合わせて変更できます。RH と温度の出力 DAC は強力で、外部バッファ アンプなしに長いケーブルでも駆動できます。ケーブル配線とフィルタの両方の容量について、合計負荷容量が 3μF を下回ることを確認してください。また、選択した R-C 値に対して、選択した ADC がサポートできる内容と目的のサンプリング周波数も考慮する必要があります。

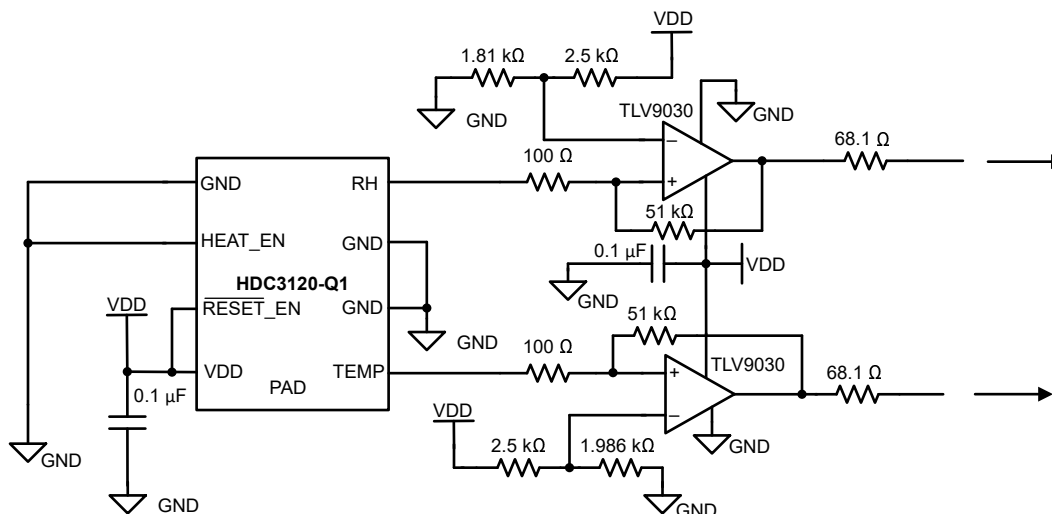


図 8-2. HDC3120-Q1 のコンパレータへの接続

上の図では、HDC3120-Q1 出力をデュアル チャネル コンパレータに接続し、ローカルの温度および湿度制御システムを構築しています。HDC3120-Q1 のアナログ出力を、抵抗デバイダの抵抗基準電圧と比較します。この例では、RH 出力の抵抗分割器入力値は 90%RH に設定され、温度出力のしきい値は 50°C に設定されています。V<sub>DD</sub> が 3.3V では、RH コンパレータ電圧が 2.706V に設定され、温度コンパレータ電圧は 1.763V に設定されます。したがって、RH が 90% を超えるか、または温度が 50°C を超えると、コンパレータは high にトリップします。

この回路を使用して、システム内のファンを制御するか、または高温または高湿度条件から保護する他のシステム ロジックを使用できます。コンパレータのヒステリシスを生成するには、51kΩ の正帰還抵抗が必要です。これは HDC3120-Q1 出力が抵抗デバイダの制御電圧に近い場合にコンパレータが「バウンス」するのを防ぐために必要です。

ヒステリシスレベルは、各アンプの帰還抵抗を変更することで設定できます。この例では、%RH 出力チャネルのヒステリシスが 5% です。コンパレータのヒステリシスレベルは、「ヒステリシス回路ありなしコンパレータ」の指示に従って設定できます。5% RH ヒステリシスでは、コンパレータは 90%RH で作動し、HDC3120-Q1 の RH が 85% RH を下回るまで出力を low にクリアしません。これを次の図に示します。

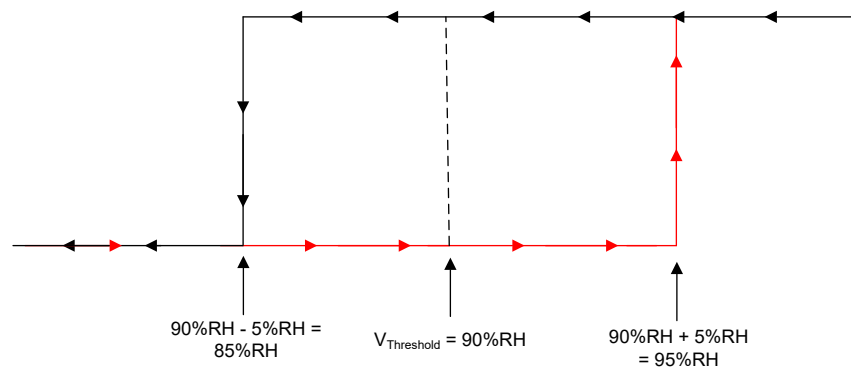


図 8-3. コンパレータ回路の RH ヒステリシス

### 8.2.1 設計要件

相対湿度と温度の測定精度は、センサの精度とセンシング システムの設定によって異なります。HDC3120-Q1 は、その場の環境において相対湿度と温度を感知するため、センサの局所的な条件を監視対象の環境と一致させることが重要です。最終製品の物理カバーには 1 つ以上の開口部を設けて、静止状態でも良好な気流を確保します。測定応答時間と精度を改善できる HDC3120-Q1 の領域内で PCB の熱質量を最小限に抑える PCB レイアウトの例を参照してください。

HDC3120-Q1 を使用して設計する際、次の事項があります。

1. 周囲温度と湿度を正しく検出するには、HDC3120-Q1 を PCB 上の熱源から離して配置する必要があります。
2. 結露環境を避けます。センサ表面に結露があると、RH(相対湿度)測定値が不正確になる可能性があります。さらに、このような環境での動作は、デバイスのパッケージの下での水の浸透のリスクをもたらし、ピン間の短絡の可能性があります。
3. センサに直接光を当てることは避けてください。光によってコンデンサのポリマーの経年劣化が加速し、時間の経過に伴う RH ドリフトが増加する可能性があります。また、直接露光はセンサの加熱につながり、測定値が不正確になる可能性があります。
4. 密閉用途では、空気の流れが不十分で測定対象の空気を循環させない「デッドゾーン(死界)」にセンサを配置しないでください。センサを地面に対して垂直な取り付け位置に配置すると、水平位置よりも良好な結果が得られます。
5. 強い気流領域(風速が 1 m/s を超える)にセンサを配置しないでください。これにより、温度と RH 出力ノイズが増加する可能性があります。
6. センサの温度が周囲の気温とほぼ一致していることを確認します。場合によっては、この不整合により、1°C によるセンサ温度オフセットによって、RH 出力誤差が 3% 変化することがあります。
7. センサの周囲または上部に、時間の経過に伴うほこりのたまりを防止します。ほこりが多い、または汚れの多い環境には、IP67 定格ファイラーを搭載したデジタル HDC3022 を検討してください。センサを垂直取り付け位置に配置すると、水平位置よりも肯定的な結果が得られるため、ほこりの蓄積を最小限に抑えることができます。
8. デバイスがレシオメトリック出力を生成するとき、電源電圧またはグランド電圧に結合されたノイズは、デバイスの出力に影響を及ぼします。そのため、最高の性能を得るために、安定したグランドと電源がデバイスに供給されていることを確認します。

## 8.2.2 詳細な設計手順

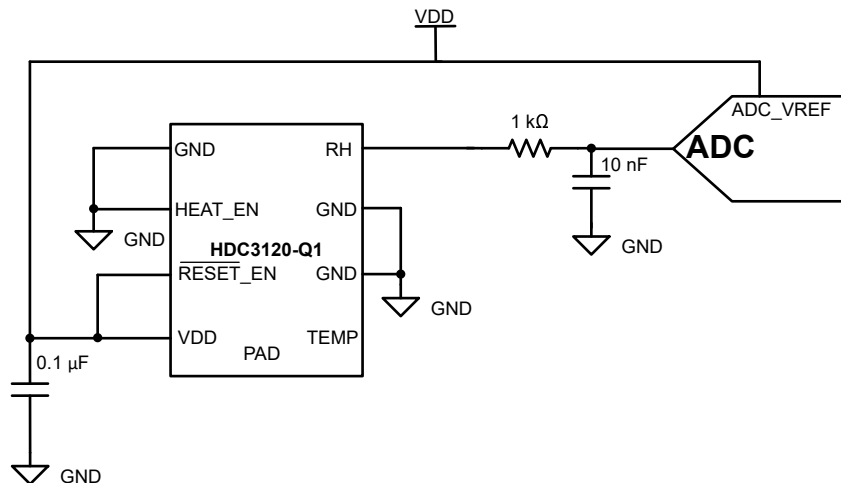


図 8-4. HDC3120-Q1 で RH アナログ出力を ADC 入力に接続

HDC3120-Q1 を最適に使用するため、RH と温度は、一対のバッファ付き DAC からのアナログ出力であることに注意してください。したがって、相対湿度と温度には LSB が割り当てられます。HDC3120-Q1 の出力は、供給される  $V_{DD}$  に対してレシオメトリックであるため、LSB サイズは  $V_{DD}$  レベルに応じて変化します。LSB サイズは、次の式で計算されます。

$$1 \text{ LSB} = \frac{FSR}{2^n - 1} = \frac{0.8 \times V_{DD}}{4095} \quad (8)$$

出力 DAC はそれぞれ 12 ビットであり、フルスケール範囲(FSR)は  $V_{DD}$  の 80% ( $V_{DD}$  の 10% は最小出力で、 $V_{DD}$  の 90% は最大出力)です。 $V_{DD}$  公称電圧が 3.3V の場合、1 LSB は 644.7  $\mu\text{V}$  です。これより小さい LSB が必要な場合は、 $V_{DD}$  が小さくなると LSB サイズがそれに比例して小さくなるため、 $V_{DD}$  を下げる必要があります。



HDC3120-Q1 の使用を開始するにはまず、必要なセンシング条件、電源電圧、ユーザーがアナログ出力を受信する方法を特定します。たとえば、マイクロコントローラでアナログ出力を受信できるように、ADC に接続するのが一般的な使用事例です。この例の状況では、ユーザーは  $V_{DD}$  が 5V、10°C から 50°C の温度範囲で、5% ~ 95% の RH センシングを必要とします。5V の電源電圧により、温度出力と RH 出力両方について 977 $\mu$ V の DAC LSB が生成されます。

次に、LSB が特定されたら、ユーザーは ADC を選択する必要があります。この場合、ADC には  $V_{DD}$  の 10%~90% の範囲を満たすフルスケール範囲 (FSR) が必要です。そのため、この場合、FSR は最低でも 500 mV~4.5V の範囲を満たす必要があります。HDC3120-Q1 の自動変換レートは、起動後、毎秒 4 回の測定値であるため、ADC は少なくとも毎秒 4 回サンプリングする必要がありますが、非常に高速なサンプリングは必要ありません。ADC FSR を選択するときは、ADC の LSB サイズが HDC3120 の LSB よりも小さいことを確認します。この場合、LSB<sub>ADC</sub> 977  $\mu$ V 未満である必要があります。ADC 基準電圧に HDC3120-Q1  $V_{DD}$  使用することを推奨しており、これにより、センサのノイズが ADC にマッチします。これは選択した ADC にも影響を与える可能性があります。目的の  $V_{DD}$  が 5V の場合、ADC は +5V の基準電圧を受け入れることができる必要があります。そのため、このシナリオの ADC には最大 LSB 977  $\mu$ V が必要で、基準電圧 5 V で最大 4.5 V の入力を処理できることが必要です。

こうした機能を強化するため、ADS1115 を使用して HDC3120-Q1 とインターフェイスを確立できます。ADS1115 は、カスタマイズ可能な FSR を備えた 16 ビット ADC です。HDC3120-Q1 の必要な電圧出力範囲を満たすには、最大の FSR 範囲を  $\pm 6.144$ V を選択する必要があります。このオプションの ADC LSB は 187.5 $\mu$ V です。この LSB は 5V 電源で必要とされる 977 $\mu$ V よりもはるかに小さいためこの ADC を選択することが設計の要件を満たしています。16 ビット ADC は通常、ADC の HDC3120-Q1 LSB よりもはるかに小さいため、HDC3120-Q1 と組み合わせるのが適切な選択肢です。

ADC を選択した後、HDC3120-Q1 を ADC に接続する方法を決定する必要があります。HDC3120-Q1 DAC 出力にはバッファが内蔵されているため、長いケーブル長を駆動したり出力インピーダンスを下げるための外部バッファ アンプは必要ありません。ADC サンプリングで発生するノイズを防止するためのチャージ・バケットとして機能する ADC の入力にコンデンサを追加し、安定性とフィルタリングのための抵抗を追加することは通常は不要です。HDC3120-Q1 は最大 3 $\mu$ F の容量性負荷を駆動でき、HDC3120-Q1 の変換レートは 4Hz であるため、コンデンサ値が大きい場合でも RC 回路で信号減速の問題が発生することはありません。

### 8.3 電源に関する推奨事項

HDC3120-Q1 でサポートされる電圧範囲は 1.62V ~ 5.50V です。TI は、 $V_{DD}$  ピンと GND ピンの間に、0.1 $\mu$ F のマルチレイヤ セラミック バイパス X7R コンデンサを接続することを推奨します。ヒーターを使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 50mA を処理できることを確認する必要があります。

HDC3120-Q1 アナログ出力はデバイスに供給される  $V_{DD}$  に対してレシオメトリックであり、 $V_{DD}$  上のノイズも考慮する必要があります。 $V_{DD}$  信号のノイズにより、アナログ出力ピンにノイズが発生します。これは、 $V_{DD}$  でも確認される出力上のミラー ノイズ信号や、INL 誤差や DNL 誤差の増加として現れる可能性があります。アナログ出力信号の整合性を保つため、 $V_{DD}$  をできるだけ低ノイズに維持するよう注意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

湿度センサで PCB を使用する場合、理解する必要のある最も重要な概念は、湿度センサの接合部温度ができるだけ周囲温度に一致する必要があることです。これは、相対湿度が温度に依存するため、正確な相対湿度結果を得るには、センサで測定される温度が周囲空気である必要があるためです。実際には、HDC3120-Q1 と周囲の空気との熱抵抗を最小限に抑え、HDC3120-Q1 と PCB の熱源の間の熱抵抗を最大化することを意味します。TI では、これらの目標を達成するため、以下のことを推奨します。

1. すべての熱源を HDC3120-Q1 から分離します。この設計とは、HDC3120-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。理想的には、HDC3120-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、[レイアウトの例](#)を参照してください。

2. PCB 上で熱を発生する可能性のあるその他の部品に接続されたデバイスの下および周囲の銅層 (GND、V<sub>DD</sub>) を不要にするか、別の電力源から熱エネルギーを伝達します。
3. 信号に電氣的に接続されていない小さな露出裏面銅層は、HDC3120-Q1 の下 (サーマル パッドをはんだ付けした状態) に配置できます。次に、サーマル ビアを追加して、HDC3120-Q1 パッケージを裏面の銅プレーンに熱的に接続できます。この銅プレーンの目的は、周囲の気温が HDC3120-Q1 に達するまでの経路を確保することです。銅プレーンは周囲の空気にさらされると加熱または冷却され、その温度の変化をサーマル ビアを経由して HDC3120-Q1 に渡します。このように、HDC3120-Q1 は PCB 上面のパッケージ本体を通して周囲気温を受け取るだけでなく、熱伝導によっても温度を受け取ることができます。
4. 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。
  - [レイアウトの例](#)の配線の直径は 6mm です。PCB 内でスロットカットが必要な正確な幅については推奨されていません。ユーザーは、PCB 上に外部の温度勾配が十分に分離されていることを確認する必要があります。HDC3120-Q1 の周囲に、できるだけ大きなスロットカットを配置することを推奨します。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。
5. [セクション 11](#) 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。
  - TI は、VDD ピンと GND ピンの間に、0.1μF の多層セラミック・バイパス X7R コンデンサを推奨します。
6. パッケージのサーマルパッドを、電氣的にフローティングのままの基板パッドに半田付けするのが、一般にベストプラクティスです。ただし、パッケージのサーマル・パッドは半田付けせずに放すことで、熱リークを最小限に抑え、ヒーター効率を最大化することができます。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

デバイスの横に付属する唯一の部品は、電源バイパス コンデンサです。相対湿度は温度に依存するため、HDC3120-Q1 はバッテリー、ディスプレイ、マイコンなど、基板上にあるホット スポットから遠ざけて配置してください。HDC3120-Q1 を囲む円形の部分は、PCB の切り欠きです。これは、PCB 上の他の場所からの熱エネルギーが、PCB 材料よりも熱抵抗がはるかに高い空気を介して伝送されることを意味します。PCB の切り欠きにより、HDC3120-Q1 が熱的に絶縁されるため、より正確な周囲測定が可能になります。

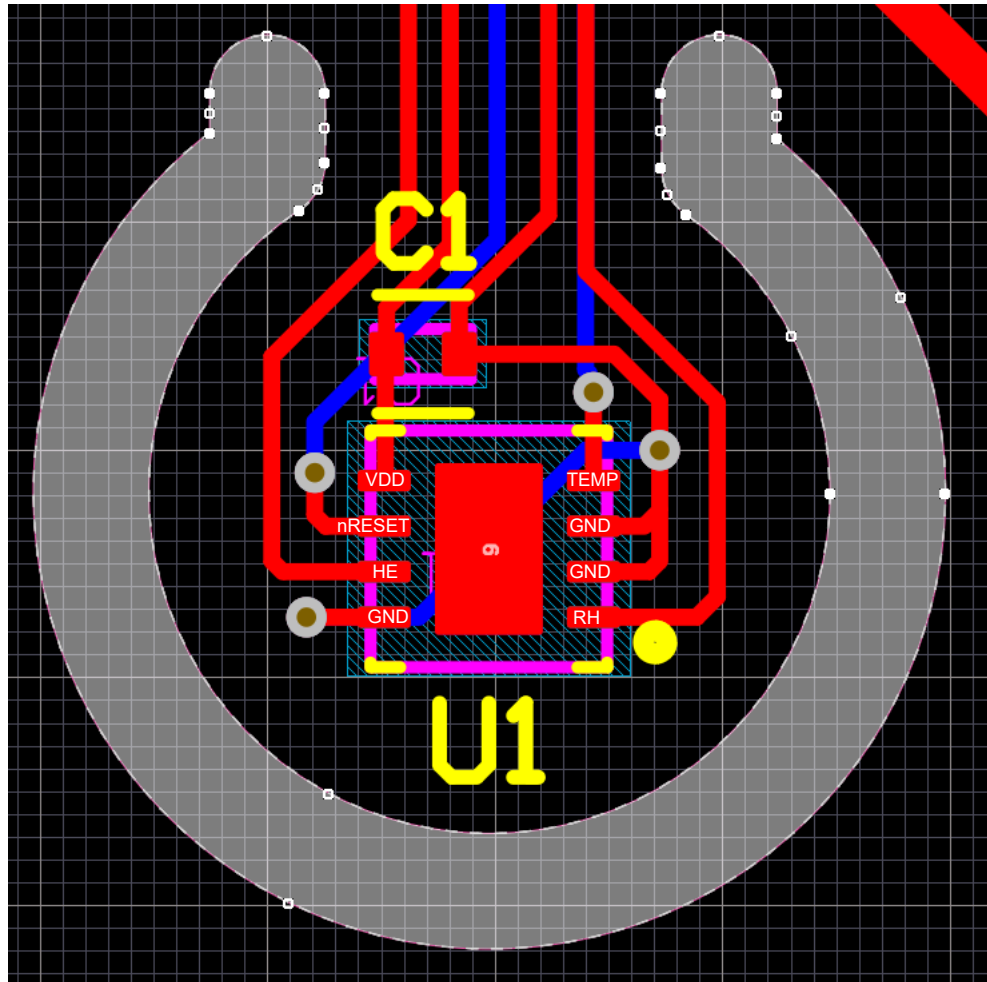


図 8-5. レイアウト例

## 8.5 保存および PCB アセンブリ

### 8.5.1 保管と取り扱い

HDC3120-Q1 などのポリマーベースの湿度センサの取り扱いと保管については、通常の半導体デバイスでは一般的でない、特別なガイドラインに従う必要があります。このセクションでは、HDC3120-Q1 湿度センサが製造から最終用途まで高精度の性能を維持することを確認するためのベスト プラクティスを紹介します。このセクションでは、適切な保管条件、再水和の重要性、推奨される半田リフロー プロセス、安全なリワークのガイドライン、過酷な条件にさらされた後にセンサ性能を向上させる方法について説明します。『[HDC3x Silicon ユーザー ガイド](#)』も参照してください。

### 8.5.2 製品の保管

適切に保管することで、相対湿度 (RH) 精度のシフトが最小限に抑えられ、汚染を防ぐことができます。HDC3120-Q1 は MSL レベル 1 に対応しています。保管期間とリフロー プロファイルの一般的な詳細については、次の資料を参照してください。『[MSL 定格およびリフロー プロファイル](#)』

一般的な推奨保管環境は、10°C ~ 35°C、20% ~ 60% RH です。湿気や化学物質による汚染からデバイスを保護するために、密閉され管理された環境下でデバイスを保管します。可能な限り、センサを UV / 可視光や化学蒸気から遮断します。



パッケージ材料に関しては、ポリエチレン バッグ (多くの場合、青、ピンク、黄色) は有害な蒸気を放出する可能性があるため、使用を避ける必要があります。過度の湿気やガス放出から保護するため、密閉された静電気防止防湿バッグ (金属製) を使用します。

### 8.5.3 PCB アセンブリ フロー

クリーンで暴露が最小限のアセンブリ プロセスを実現することで、センシング素子を保護し、精度を維持します。可能な場合は、HDC3120-Q1 センサを基板上の最後の部品の 1 つにして、半田リフロー サイクル数および汚染物質への暴露回数を制限します。推奨される半田付けリフロー手順については、以下のガイドラインに従ってください。

- **リフロー プロファイル:** IPC/JEDEC J-STD-020 に準拠し、ピーク温度は 260°C を超えないようにしてください。一般的なリフローのガイドラインについては、次を参照してください。『[MSL 定格およびリフロー プロファイル](#)』
- **無洗浄半田ペースト:** 水や溶剤で洗浄すると、センシング領域に汚染物質が残る可能性があるため、オープン キャビティ デバイス (テープ除去後の HDC3020、HDC3120、HDC3120-Q1、HDC3021) で使用する必要があります。また、無洗浄フラックスが、ガス排出の可能性がある揮発性化学物質を含有していないことも確認してください。
- **センサの精度への影響:** 高温時には RH 読み取り値が一時的にシフトすることがありますが、センサが標準的な屋内周囲条件にさらされて湿気を吸収し、通常は再水和によって回復するため、時間の経過とともにシフトは低減します。
- **基板洗浄:** 洗浄が必要な基板の場合、洗浄中はセンサ キャビティをカバーしてください。保護カバー (HDC3120-Q1 など) の水または溶剤がない状態で、オープン キャビティ センサを洗浄しないでください。センサに損傷を与える可能性のある超音波クリーナや超音波振動は避けてください。

### 8.5.4 再加工の検討

複数のリフロー・サイクルを実行すると、センサの性能が低下する可能性があります。理想的には、センサを単一のリフロー・サイクルに制限してください。2 回目のリフローは、センシングポリマーが清潔で損傷のない状態が維持され、クリーンなペーストを使用せず、ピーク温度が 260°C の下である場合のみ可能です。

通常、手動または高温空気での再加工は推奨されません。必要に応じて、デバイスの露出を熱に制限し、フラックスの汚染を防ぎます。再加工を実施した場合は、再加工の後、制御された湿度条件でセンサの精度を確認してください。

### 8.5.5 化学物質や蒸気に対する感受性

湿度センシングポリマーはさまざまな化学物質を吸収できるため、一時的または永続的な精度の変化に繋がります。一般的な汚染物質は次のとおりです。

- 洗浄剤 (アンモニア、漂白剤、過酸化水素)
- 接着剤、酸性または基本的な煙、包装材料からの気体排出

汚染物質がないか、関連する製品安全データシート (MSDS) を確認してください。制御された環境でセンサを動作させ、VOC への曝露を制限し、腐食性または高濃度の煙からセンサを密閉またはシールドすることで、デバイスの損傷を最小限に抑えます。

一部の化学物質および露光プロファイルについてはテストが実行されており、HDC3x 湿度センサ・ファミリに対して実施された化学物質テストの結果および情報については、『[HDC3x シリコン・ユーザー・ガイド](#)』を参照してください。

### 8.5.6 高温・高湿度条件への曝露

極端な (上限または下限) 相対湿度や温度での長時間の動作により、RH 出力が一時的に変化する可能性があります。極端な湿度および温度の両方で推奨動作条件の範囲外に長時間曝露すると、一時的または永続的に RH 出力をオフセットする可能性があります。

推奨湿度動作範囲は、-20°C ~ 80°C の範囲にわたって 0 ~ 100% RH (結露なし) です。これらの範囲を超えて動作したり、これらの範囲内の特定の極端な場合 (たとえば、80°C の 85% RH) で長時間の動作を続けると、以下のようなことがあります。

- 段階的な RH オフセット: 100% RH (相対湿度) 付近の長時間の曝露では、測定値が一時的に変化
- 遅い回復: 通常的环境条件に戻ると、通常は数時間または数日にわたってオフセットが解消されます。
- 永続的な効果: 繰り返しまたは重度の曝露を行うと、元に戻せないドリフトが生じる可能性があります。

### 8.5.7 センサ性能の回復：焼成および再水和手順

高湿度および温度の状態、または化学薬品への暴露によるセンサのドリフトが発生した場合、対象とする回復プロセスを使用すると、次のようになることがあります。

1. 高温と低湿度 (5% RH 未満で (100°C は 5～10 時間低湿度) で**焼成を行う**と、蒸発を加速し、特定の汚染物質を除去することができます。
2. 「**再水和の推奨事項**」セクションで説明されている推奨**再水和**プロファイルのいずれかを使用して再水和します。これにより、ポリマーを平衡状態にして、ベースライン パフォーマンスの回復を促進できます。
3. センサ出力を**確認**して、精度の回復を確認します。

腐食性の化学物質や物理的な損傷など、特定の状況では、完全な回復が常に不可能な場合があります。

## 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

- 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、『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、『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

### 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。

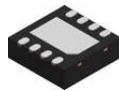
## 10 改訂履歴

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。

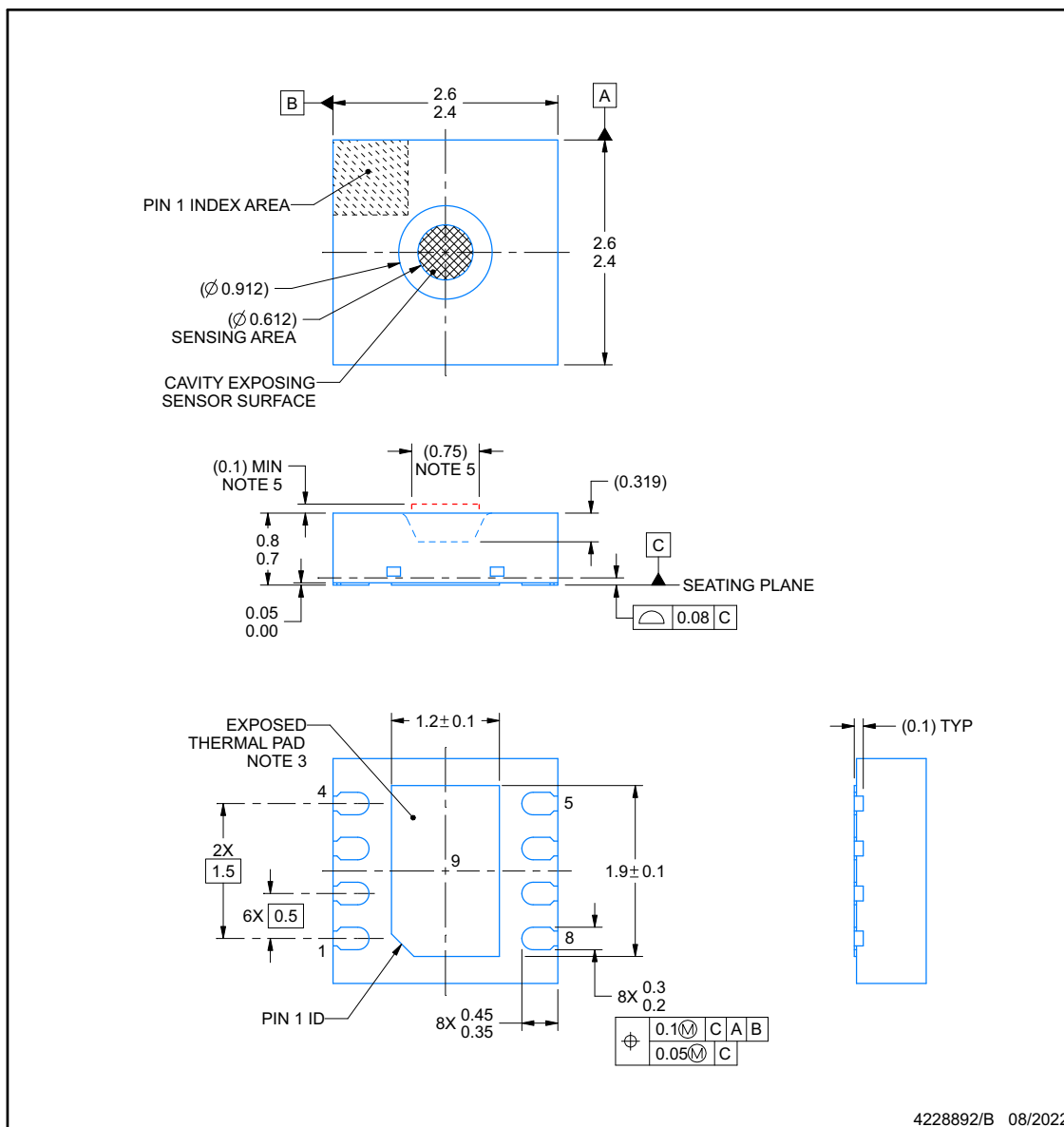
Changes from Revision * (February 2025) to Revision A (May 2025)	Page
• データシートのステータスを「事前情報」から「量産混合」に変更.....	1

## 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.

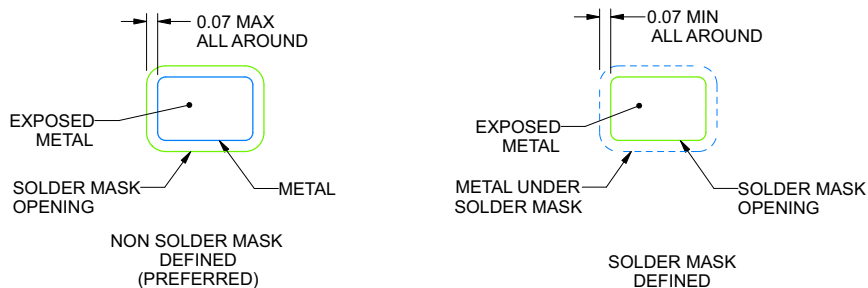
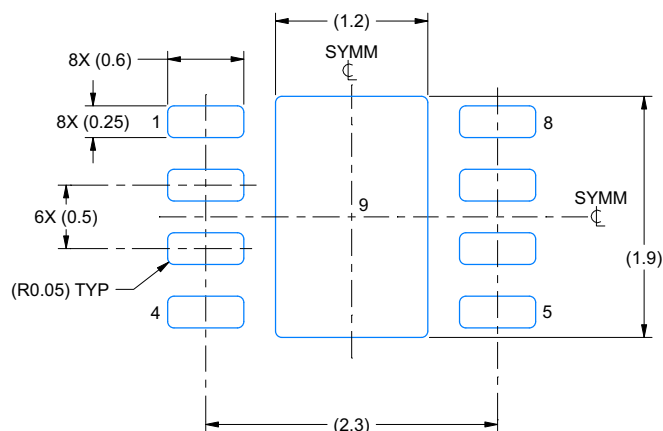
**図 11-1. HDC3120-Q1 パッケージ外形図**

## EXAMPLE BOARD LAYOUT

**DEF0008A-C01**

**WSN - 0.8 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



**SOLDER MASK DETAILS**

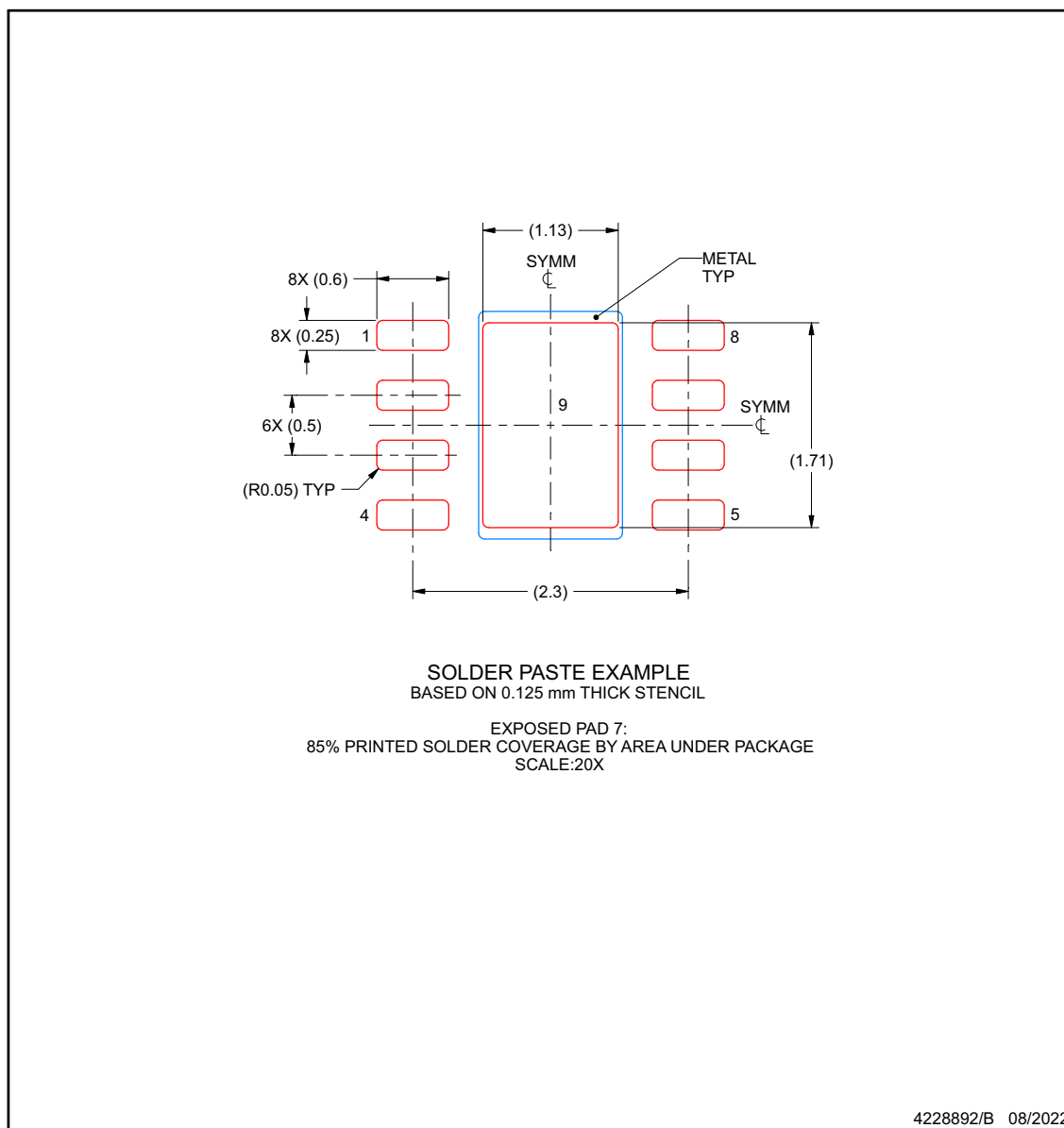
4228892/B 08/2022

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/sluea271](http://www.ti.com/lit/sluea271)).
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.

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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 テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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ます。

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 テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

## PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package   Pins	Package qty   Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
<a href="#">HDC3120QDEFRQ1</a>	Active	Production	WSO8 (DEF)   8	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	Y

(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 HDC3120-Q1 :

- Catalog : [HDC3120](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:



- Catalog - TI's standard catalog product

## TAPE AND REEL INFORMATION



\*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
HDC3120QDEFRQ1	WSO	DEF	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)
HDC3120QDEFRQ1	WS0N	DEF	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みいかなる保証も、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、TI は一切の責任を拒否します。

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](https://www.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