

Application Note

AMC3301 제품군 방사 방출 EMI를 감쇠하기 위한 모범 사례



추상

이 문서는 PCB(인쇄 회로 보드) 입력 트레이스 또는 케이블 설계가 텍사스 인스트루먼트의 통합 DC/DC 컨버터를 사용하는 AMC3301 정밀 절연 증폭기의 방사 방출 EMI(전자기 간섭) 성능에 어떤 영향을 미치는지 보여줍니다. 표 6-1에 보이는 것처럼 AMC3301 제품군은 자체로 과도한 방사 방출이 발생하지 않으며, 장치에 연결된 입력 트레이스의 길이가 짧은 경우 그림 2-2에서 볼 수 있는 것처럼 추가 부품 없이 CISPR 11 클래스 B를 통과할 수 있습니다. 추가 방사 방출 감쇠가 필요한 설계의 경우 페라이트 비드 및 공통 모드 초크 선택과 배치가 권장됩니다.

여러 산업용 및 차량용 애플리케이션에서는 기능을 수행하는 고전압 회로로부터 디지털 회로를 보호하기 위해 몇 가지 유형의 절연이 필요합니다. 텍사스 인스트루먼트는 고객이 절연 데이터 변환 요구 사항을 해결할 수 있도록 SiO₂ 절연 장벽을 갖춘 광범위한 절연 증폭기 및 컨버터 포트폴리오를 보유하고 있습니다. 텍사스 인스트루먼트의 SiO₂ 절연 장벽은 종종 100년 이상 작동하는 탁월한 안정성을 제공합니다. TI의 SiO₂ 절연 장벽에 대한 자세한 내용은 절연 링크를 참조하십시오. 이러한 애플리케이션에서는 일반적으로 시스템이 시스템의 다른 부품 또는 회로에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 정의된 수준을 초과하는 방사 방출을 생성하지 않는지 확인하기 위해 EMI 테스트가 수행됩니다. EMI에 대한 자세한 설명은 이 애플리케이션 노트를 참조하십시오. 방사 방출에 대해 허용되는 방사선의 크기와 테스트 절차는 CISPR(Comité International Spécial des Perturbations Radio)에 의해 정의됩니다. 산업용 애플리케이션은 CISPR 11 표준에 따라 측정되며, 차량용 애플리케이션은 CISPR 25 표준에 따라 측정됩니다. CISPR 표준과 주파수에 따른 각 크기에 대한 자세한 내용은 이 애플리케이션 노트를 참조하십시오.

목차

- 1 머리말..... 2
- 2 입력 연결이 AMC3301 제품군 방사 방출에 미치는 영향..... 3
- 3 AMC3301 제품군 방사 방출 감쇠..... 5
 - 3.1 페라이트 비드 및 공통 모드 초크..... 5
 - 3.2 AMC3301 제품군의 PCB 회로도 및 레이아웃 모범 사례..... 6
- 4 여러 AMC3301 장치 사용..... 8
 - 4.1 장치 방향..... 8
 - 4.2 여러 AMC3301에 대한 PCB 레이아웃 모범 사례..... 9
- 5 결론..... 10
- 6 AMC3301 제품군 표..... 10
- 7 개정 내역..... 11

그림

- 그림 1-1. AMC3301 절연 증폭기 블록 다이어그램..... 2
- 그림 2-1. AMC3301EVM 및 입력 길이를 사용한 테스트 설정..... 3
- 그림 2-2. AMC3301EVM 입력 단락 및 수평 주변 CISPR 11 측정..... 3
- 그림 2-3. 다른 입력 길이를 사용한 AMC3301EVM CISPR 11 측정..... 4
- 그림 3-1. 1.5m 입력으로 AMC3301EVM CISPR 11 측정..... 5
- 그림 3-2. 30 cm 입력으로 AMC3301EVM CISPR 11 측정..... 6
- 그림 3-3. AMC3301 페라이트 비드 및 공통 모드 초크 회로도..... 6
- 그림 3-4. AMC3301 페라이트 비드 및 공통 모드 초크 레이아웃..... 7
- 그림 4-1. 장치 방향의 예..... 8
- 그림 4-2. 1.5m 입력으로 여러 AMC3301 CISPR 11 측정..... 8
- 그림 4-3. 권장되는 여러 AMC3301 장치 레이아웃..... 9

표

- 표 3-1. 권장 페라이트 비드 및 공통 모드 초크..... 5
- 표 6-1. AMC3301 제품군 표..... 10

상표

모든 상표는 해당 소유권자의 자산입니다.

1 머리말

AMC3301 장치 제품군에는 그림 1-1에서 볼 수 있는 것처럼 방사 방출의 2가지 소스가 있습니다. 하나는 빨간색으로 표시된 정전식 데이터 경로이며 다른 하나는 파란색으로 표시된 통합 DC/DC 컨버터입니다. 데이터 경로의 방사 방출 성능은 AMC1300B-Q1과 동일하며, AMC1300B-Q1 절연 증폭기를 사용한 동급 최고의 방사 방출 EMI 성능 기술 백서에서와 같이 매우 적은 방사 방출을 기여합니다. AMC3301 제품군의 두 번째이자 가장 큰 방사 방출 소스는 확산 스펙트럼 변조를 사용한 30MHz의 주파수에서 작동하는 통합 DC/DC 컨버터입니다. 내부 DC/DC 컨버터의 코일은 절연 장벽의 1차(사용자) 측에서 2차(높은) 측까지 기생 커패시턴스를 가집니다. 기본 드라이버는 절연 접지, HGND 및 GND 사이에서 공통 모드 전압을 생성하며 반공진 특성을 갖고 더 높은 주파수로 고조파를 생성합니다. 절연 장벽의 특성 때문에 에너지는 소스로 돌아갈 도체를 찾을 수 없습니다. 소스로 돌아가는 경로가 없는 상태에서 에너지는 장치 핀(및 연결된 모든 트레이스나 PCB 평면)에서 방사 방출 형태로 방사됩니다.

절연 증폭기 또는 컨버터에 연결된 입력 트레이스와 케이블은 HGND와 GND 사이에 주입되는 전기 자기 에너지에 대한 안테나 역할을 합니다. 트레이스와 케이블의 크기와 모양은 주파수에 따른 방사 방출의 크기에 직접 영향을 미칩니다. 일반적으로 짧은 안테나는 높은 주파수에서 더 효과적으로 방사되는 반면, 더 긴 안테나는 낮은 주파수에서 더 효과적으로 방사됩니다. AMC3301 제품군을 사용하여 설계할 때는 방사 방출 규모를 제한하기 위해 입력 트레이스와 케이블을 가능한 한 짧게 유지해야 합니다.

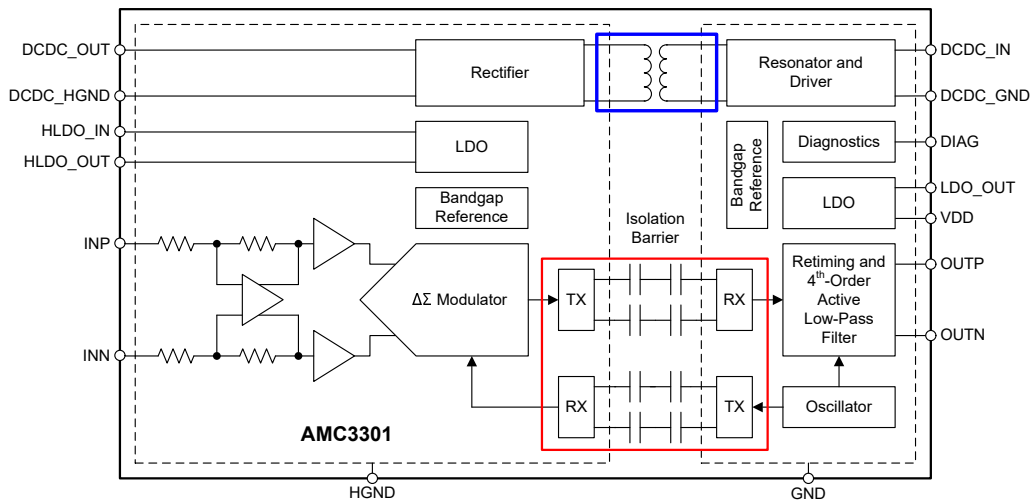


그림 1-1. AMC3301 절연 증폭기 블록 다이어그램

2 입력 연결이 AMC3301 제품군 방사 방출에 미치는 영향

CISPR 11 피크 측정은 다양한 입력 케이블 길이와 텍사스 인스트루먼트의 AMC3301로 수행되었습니다. 테스트된 입력 케이블 길이는 1.5m 입력, 30cm 입력, EVM(평가 모듈)의 입력 단자의 입력 단락입니다. 모든 테스트에 동일한 AMC3301EVM이 사용되며 외부 배터리로 전원을 공급했습니다. 표시된 모든 측정값은 수평 또는 최악의 경우 방향입니다. 그림 2-1의 테스트 설정과 그림 2-2 및 그림 2-3의 CISPR 11 방사 방출 EMI 플롯을 참조하십시오.

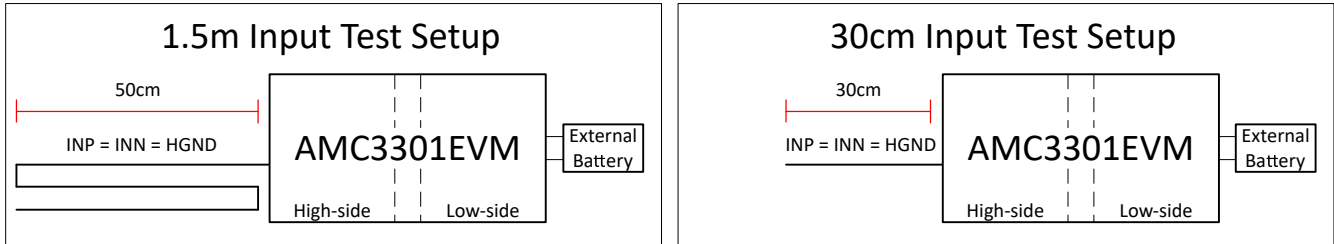


그림 2-1. AMC3301EVM 및 입력 길이를 사용한 테스트 설정

그림 2-2은 AMC3301의 방사 방출 성능을 보여줍니다. 입력 단락은 파란색으로 표시되어 있습니다. AMC3301은 잡음 플로어 위에서 매우 적은 방사 방출(빨간색)을 보여줍니다. 이는 장치에 대한 입력 트레이스나 케이블이 단락되면 AMC3301이 과도한 방사 방출을 생성하지 않는다는 것을 보여줍니다.

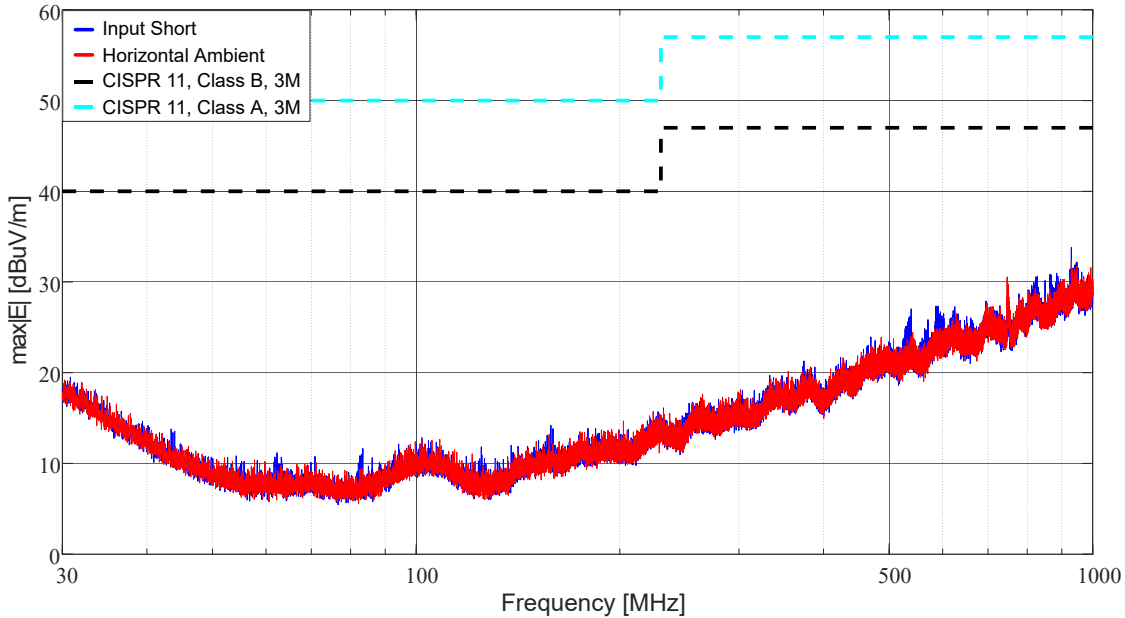


그림 2-2. AMC3301EVM 입력 단락 및 수평 주변 CISPR 11 측정

그림 2-3은 1.5m 입력(파란색), 30cm 입력(빨간색), 입력 단락(녹색)의 방사 방출 측정치를 보여줍니다. AMC3301에 더 긴 입력 트레이스와 케이블이 연결되어 있으면 입력 단락과 비교했을 때 방사 방출의 크기가 늘어납니다. 이는 1.5m 입력과 30cm 입력 테스트 사례에서 알 수 있습니다.

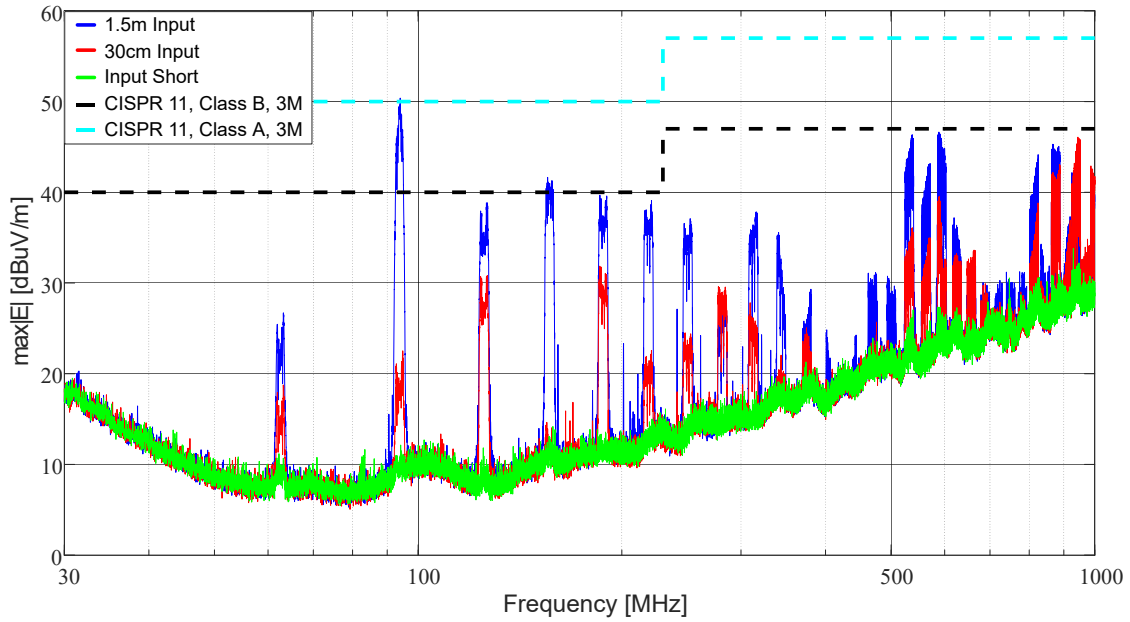


그림 2-3. 다른 입력 길이를 사용한 AMC3301EVM CISPR 11 측정

3 AMC3301 제품군 방사 방출 감쇠

3.1 페라이트 비드 및 공통 모드 초크

설계자는 AMC3301 제품군에 연결되는 입력 트레이스나 케이블의 길이를 제한해야 합니다. 그러나 일부 애플리케이션에서는 과도한 방사 방출을 초래하는 더 긴 입력 트레이스나 케이블이 필요합니다. 이 방사는 페라이트 비드 또는 공통 모드 초크를 입력 연결과 직렬로 사용하여 감쇠할 수 있습니다. 페라이트 비드 또는 공통 모드 초크를 선택할 때는 부품의 데이터 시트에서 주파수 플롯에 따른 임피던스를 참조하십시오. 관심 주파수 범위에 걸쳐 최소 1kΩ 임피던스가 권장되고, CISPR 11의 경우 더 높은 임피던스의 150MHz~800MHz가 방사 방출을 더 효과적으로 감쇠합니다. 표 3-1에 권장 페라이트 비드와 공통 모드 초크가 나열되어 있습니다.

표 3-1. 권장 페라이트 비드 및 공통 모드 초크

| 유형 | 제조업체 | 부품 번호 |
|----------|------------------|----------------|
| 페라이트 비드 | Würth Elektronik | 74269244182 |
| 페라이트 비드 | Murata | BLM15HD182SH1 |
| 페라이트 비드 | Taiyo Yuden | BKH1005LM182-T |
| 공통 모드 초크 | Murata | DLW31SN222SQ2 |

1.5m 입력 및 30cm 입력에 페라이트 비드 또는 공통 모드 초크를 추가할 때의 이점을 보려면 그림 3-1 및 그림 3-2 항목을 각각 참조하십시오. Würth Elektronik의 74269244182 페라이트 비드와 Murata의 DLW31SN222SQ2 공통 모드 초크가 이러한 테스트를 위한 입력 연결에 직렬로 추가되었습니다.

그림 3-1은 1.5 m 입력의 방사 방출을 나타냅니다. 페라이트 비드나 공통 모드 초크가 없는 경우가 파란색으로 표시되어 있고 CISPR 11 클래스 B 한도를 위반합니다. 페라이트 비드의 감쇠 이점은 빨간색으로 표시되어 있고 공통 모드 초크는 녹색으로 표시되어 있습니다. 페라이트 비드와 공통 모드 초크 모두 방사 방출을 크게 감쇠하므로 AMC3301EVM은 CISPR 11 클래스 B 테스트를 통과할 수 있습니다.

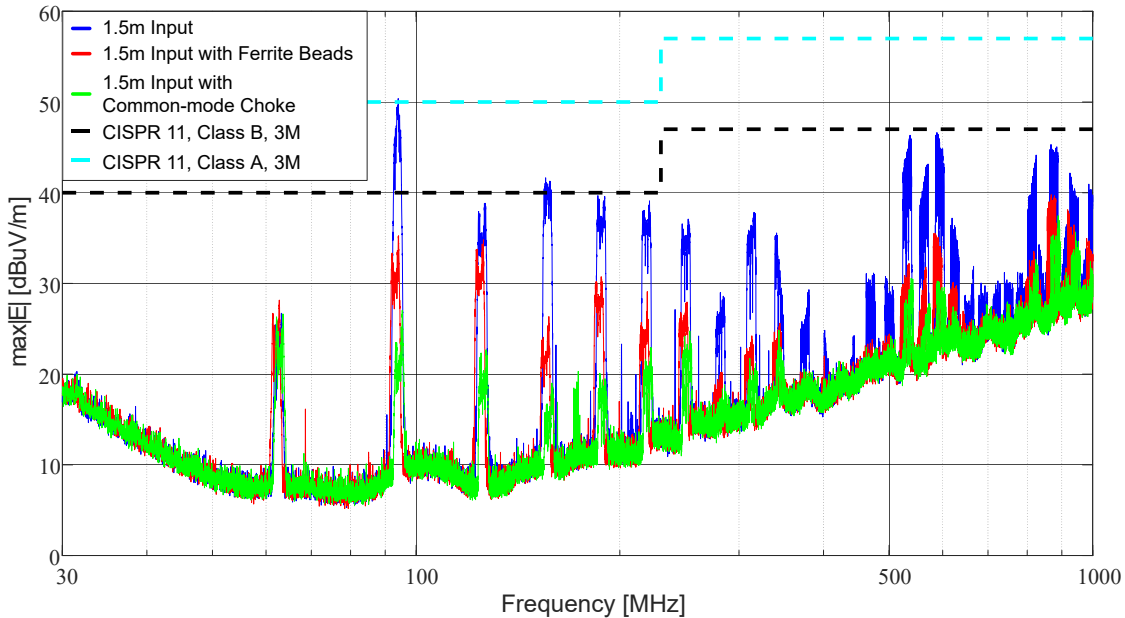


그림 3-1. 1.5m 입력으로 AMC3301EVM CISPR 11 측정

그림 3-2는 30cm 입력의 방사 방출을 나타냅니다. 파란색으로 표시된 페라이트 비드 또는 공통 모드 초크가 없는 경우를 포함하여 모든 테스트 케이스가 CISPR 11 클래스 B 테스트를 통과합니다. 이는 테스트 통과에 추가 부품이 필요하지 않다는 것을 보여주지만, 감쇠 이점을 보여주기 위해 페라이트 비드로 측정된 값은 빨간색으로 표시되어 있고 공통 모드 초크는 녹색으로 표시되어 있습니다.

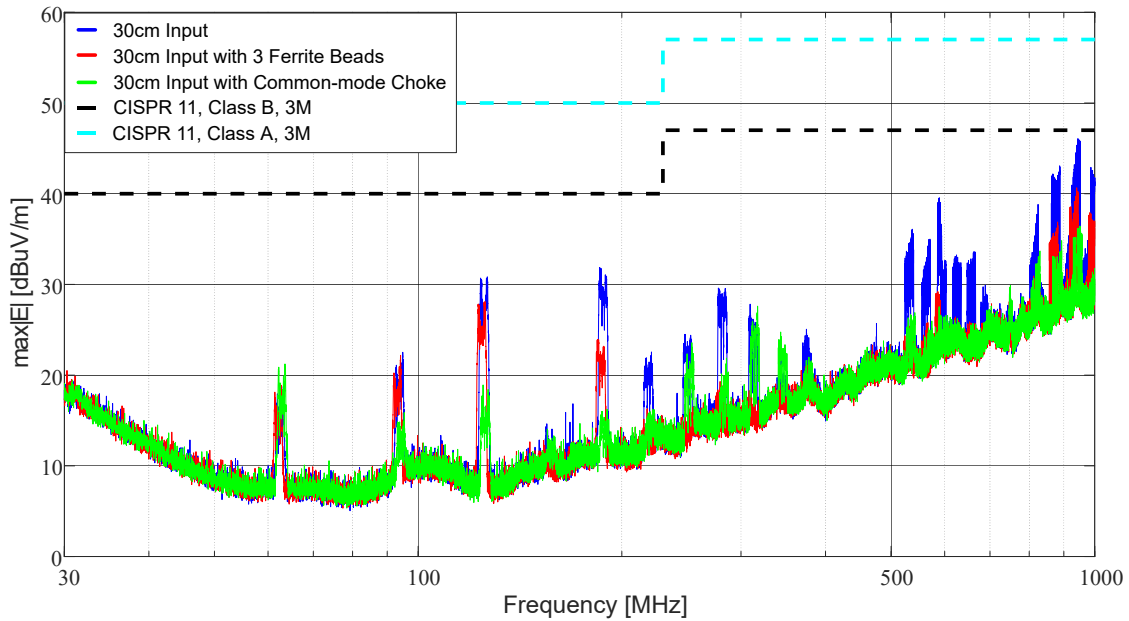


그림 3-2. 30 cm 입력으로 AMC3301EVM CISPR 11 측정

3.2 AMC3301 제품군의 PCB 회로도 및 레이아웃 모범 사례

그림 3-3에는 왼쪽에 페라이트 비드에 대한 회로도, 오른쪽에 공통 모드 초크에 대한 회로도가 있습니다. 페라이트 비드 3개가 필요합니다. 각 입력당 1개, 그리고 션트 저항으로의 HGND 트레이스에도 1개입니다. 공통 모드 초크에는 두 개의 채널이 있으며 공통 모드 초크 근처에 있는 VINN에 대한 HGND 연결을 종료해야 합니다. R2, R4 및 C12에서 생성되는 차동 RC 필터는 페라이트 비드 또는 공통 모드 초크와 AMC3301 사이에 배치됩니다. 자세한 내용은 장치 데이터 시트의 레이아웃 지침 섹션을 참조하십시오.

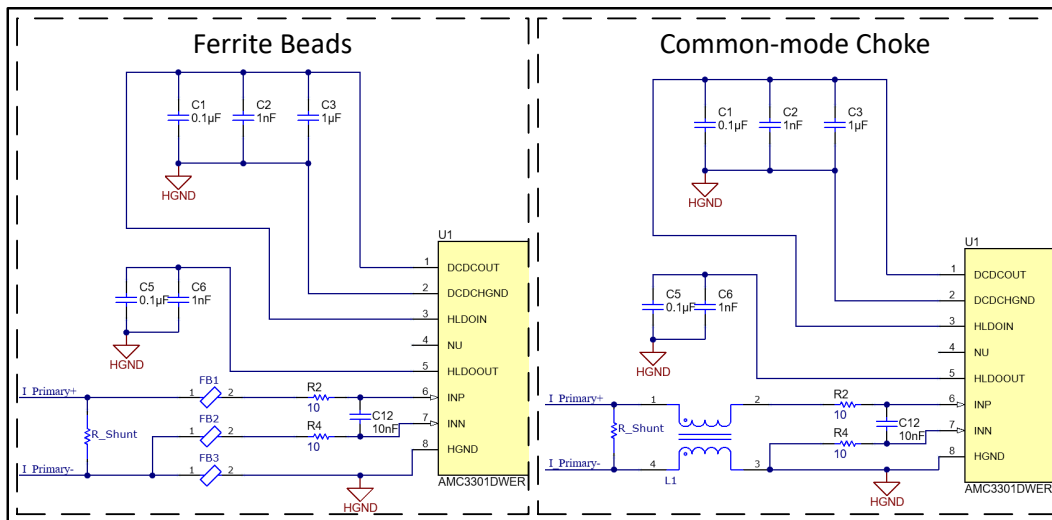


그림 3-3. AMC3301 페라이트 비드 및 공통 모드 초크 회로도

페라이트 비드 또는 공통 모드 초크는 안테나 역할을 할 구리 면적의 양을 제한하기 위해 가능한 한 장치에 가깝게 배치해야 합니다. 핀 2(DCDC_HGND)에서 핀 8(HGND)로 직접 및 낮은 인덕턴스 연결을 만들어야 합니다. 그림 3-4에는 왼쪽에 페라이트 비드에 대한 권장 레이아웃, 오른쪽에 공통 모드 초크에 대한 권장 레이아웃이 있습니다.

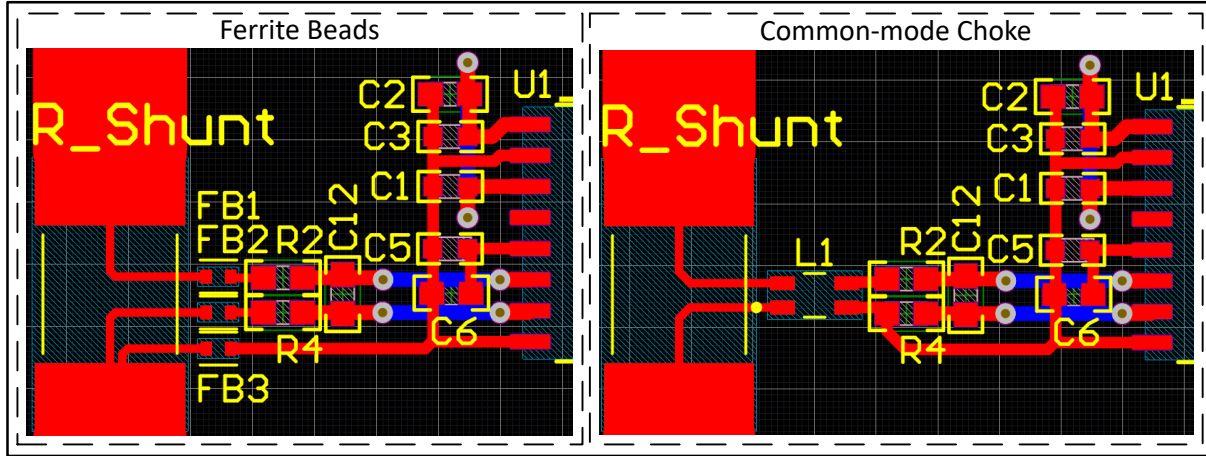


그림 3-4. AMC3301 페라이트 비드 및 공통 모드 초크 레이아웃

4 여러 AMC3301 장치 사용

4.1 장치 방향

앞서 언급했듯이, 내부 DC/DC 컨버터의 코일은 1차측에서 2차측으로의 기생 커패시턴스가 있으며, 장치 핀과 핀에 연결된 트레이스에서 에너지가 방사됩니다. 따라서 AMC3301 제품군이 절연 장벽을 따라 다른 AMC3301을 포함한 다른 장치에 어떻게 방사하고 영향을 미치는지 고려해야 합니다.

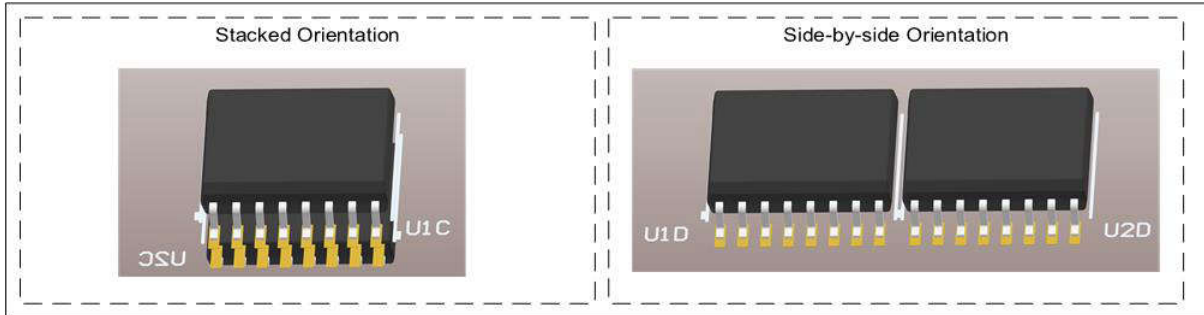


그림 4-1. 장치 방향의 예

장치 방향의 효과를 시연하기 위해 스택 방향 및 나란한 방향을 테스트합니다. 테스트에 사용된 회로도에는 그림 4-1의 페라이트 섹션과 동일합니다. 입력 페라이트 비드 부품 번호는 74269244182이며 1.5m 입력 단락으로 테스트되었습니다.

그림 4-2은 이전에 설명한 페라이트 비드의 결과로 CISPR 11 클래스 B 한도를 충족하는 방향을 보여줍니다. 스택 방향은 빨간색이고, 나란히 방향은 파란색입니다. 또한, 방향은 서로 5dBuV/m 이내입니다. 그러나 두 장치를 모두 스택 방향으로 배치하면 최상의 성능을 볼 수 있습니다.

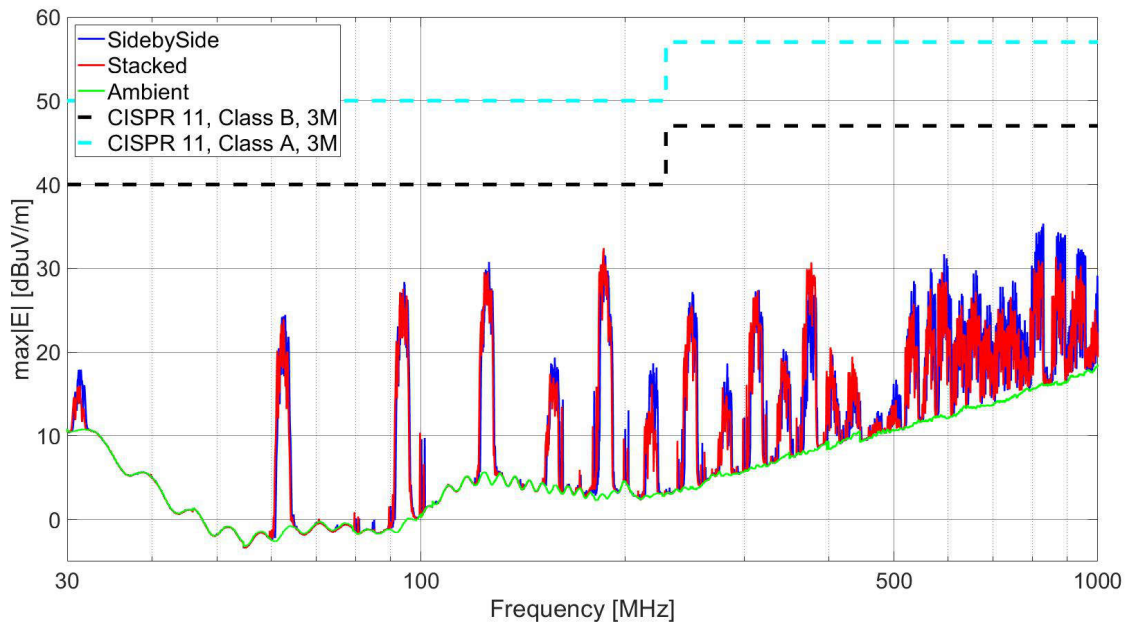


그림 4-2. 1.5m 입력으로 여러 AMC3301 CISPR 11 측정

4.2 여러 AMC3301에 대한 PCB 레이아웃 모범 사례

테스트에 사용된 회로도는 [그림 4-3](#)의 페라이트 섹션과 동일합니다. 그러나 AMC3301을 스택킹하기 위한 레이아웃은 [그림 4-3](#)에 나와 있습니다.

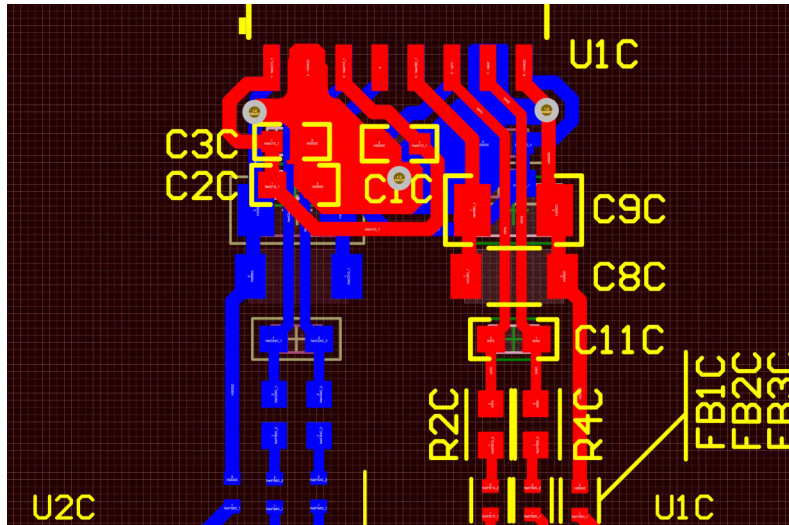


그림 4-3. 권장되는 여러 AMC3301 장치 레이아웃

일반적으로 2층 보드 설계는 [섹션 3.2](#)에서 설명한 것과 동일한 레이아웃 원칙을 따릅니다.

그러나 각 장치의 핀 2(DCDC_HGND)에서 핀 8(HGND)까지의 직접 및 낮은 인덕턴스 경로는 다르게 구현됩니다. 트레이스 대신 Star 연결이 핀 4와 5의 상단 및 하단 레이어 사이에 두 장치를 연결합니다. 추가로 구리 풀을 사용하여 DC/DC 커패시터를 동일한 레이어의 DCDC_HGND에 연결합니다.

마지막으로 LDO_out 커패시터가 1206 패키지까지 확장되어 커패시터 아래의 양극 및 음극 입력에 대한 직접적이고 중단 없는 경로를 가능하게 합니다.

5 결론

지난 몇 년 동안 SiO₂ 절연은 절연 증폭기가 필요한 여러 고객에게 인기 있는 선택이었습니다. 텍사스 인스트루먼트는 지속적으로 혁신을 이루고 있으며, 최근에는 **통합 DC/DC 컨버터가 있는 AMC3301 정밀 절연 증폭기**를 출시했습니다. AMC3301 제품군은 자체로 과도한 방사 방출을 생성하지 않으며 입력 트레이스나 케이블의 길이가 짧은 경우 추가 부품 없이 CISPR 11 클래스 B를 통과할 수 있습니다. 원하는 경우 페라이트 비드 또는 공통 모드 초크를 사용하여 방사 방출을 추가로 감쇠할 수 있습니다. AMC3301 장치는 여러 개를 사용할 경우 상단과 하단 레이어에 쌓을 수 있습니다. AMC3301 제품군을 사용하면 고객은 통합 DC/DC 컨버터의 편리함과 동급 최고의 방사 방출 성능을 유지하면서, 정전식 절연이 제공하는 높은 안정성과 높은 아날로그 성능을 가진 설계를 자신 있게 만들 수 있습니다.

6 AMC3301 제품군 표

이 애플리케이션 노트에서 설명하는 내용은 표 6-1에 나열된 AMC3301 제품군에 통합된 DC/DC 컨버터를 가진 모든 절연 증폭기 및 절연 컨버터에 적용됩니다.

표 6-1. AMC3301 제품군 표

| 디바이스 | 유형 | 설명 |
|------------|-------------|-----------------------|
| AMC3301 | 강화 절연 증폭기 | 전류 감지, ±250mV 입력 |
| AMC3301-Q1 | 강화 절연 증폭기 | 전류 감지, ±250mV 입력, 차량용 |
| AMC3302 | 강화 절연 증폭기 | 전류 감지, ±50mV 입력 |
| AMC3302-Q1 | 강화 절연 증폭기 | 전류 감지, ±50mV 입력, 차량용 |
| AMC3330 | 강화 절연 증폭기 | 전압 감지, ±1V 입력 |
| AMC3330-Q1 | 강화 절연 증폭기 | 전압 감지, ±1V 입력, 차량용 |
| AMC3306M25 | 강화 절연 모듈레이터 | 전류 감지, ±250mV 입력 |
| AMC3306M05 | 강화 절연 모듈레이터 | 전류 감지, ±50mV 입력 |
| AMC3336 | 강화 절연 모듈레이터 | 전압 감지, ±1V 입력 |
| AMC3336-Q1 | 강화 절연 모듈레이터 | 전압 감지, ±1V 입력, 차량용 |

7 개정 내역

| Changes from Revision * (June 2021) to Revision A (September 2022) | Page |
|---|-------------|
| • 문서 전체에서 표, 그림 및 상호 참조에 대한 번호 매기기 형식이 업데이트되었습니다..... | 2 |
| • 장치 방향 데이터 및 레이아웃 권장 사항과 함께 여러 AMC3301 장치 사용 섹션이 추가됨..... | 8 |

중요 알림 및 고지 사항

TI는 기술 및 신뢰성 데이터(데이터시트 포함), 디자인 리소스(레퍼런스 디자인 포함), 애플리케이션 또는 기타 디자인 조언, 웹 도구, 안전 정보 및 기타 리소스를 "있는 그대로" 제공하며 상업성, 특정 목적 적합성 또는 제3자 지적 재산권 비침해에 대한 묵시적 보증을 포함하여(그러나 이에 국한되지 않음) 모든 명시적 또는 묵시적으로 모든 보증을 부인합니다.

이러한 리소스는 TI 제품을 사용하는 숙련된 개발자에게 적합합니다. (1) 애플리케이션에 대해 적절한 TI 제품을 선택하고, (2) 애플리케이션을 설계, 검증, 테스트하고, (3) 애플리케이션이 해당 표준 및 기타 안전, 보안, 규정 또는 기타 요구 사항을 충족하도록 보장하는 것은 전적으로 귀하의 책임입니다.

이러한 리소스는 예고 없이 변경될 수 있습니다. TI는 리소스에 설명된 TI 제품을 사용하는 애플리케이션의 개발에만 이러한 리소스를 사용할 수 있는 권한을 부여합니다. 이러한 리소스의 기타 복제 및 표시는 금지됩니다. 다른 모든 TI 지적 재산권 또는 타사 지적 재산권에 대한 라이선스가 부여되지 않습니다. TI는 이러한 리소스의 사용으로 인해 발생하는 모든 청구, 손해, 비용, 손실 및 책임에 대해 책임을 지지 않으며 귀하는 TI와 그 대리인을 완전히 면책해야 합니다.

TI의 제품은 [ti.com](https://www.ti.com)에서 확인하거나 이러한 TI 제품과 함께 제공되는 [TI의 판매 약관](#) 또는 기타 해당 약관의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다.

TI는 사용자가 제안했을 수 있는 추가 또는 기타 조건을 반대하거나 거부합니다.

주소: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated