

고전압 스위치가 통합된 액티브 클램프 IC,
InnoSwitch4 오프라인 스위처 IC 제품군과 결합

제품의 주요 특징

높은 집적도, 작은 공간

- InnoSwitch4 1차측 스위치의 스위칭 손실 제거
- 누설 인덕턴스 에너지 회수 및 재활용
- 파워 서플라이 효율 대폭 향상
- InnoSwitch4와 원활히 연결
- InnoSwitch4 BYPASS 핀에서 직접 전력 공급
- 스타트업 시 셸프 바이어스
- DCM 및 CCM 모드에서 작동
- 견고한 750V PowiGaN 스위치(CPZ1075M/CPZ1076M)

고급 보호 및 안전 기능

- 통합 온도 감지 및 히스테리시스 써멀 섯다운

친환경 패키지

- 할로겐 프리 및 RoHS 준수

애플리케이션

- 최대 220W의 고밀도 플라이백 설계

설명

ClampZero™ IC는 InnoSwitch™4 IC 제품군과 페어링되어, 클램프와 1차측 스위치의 스위칭 손실로 인해 낭비되는 에너지가 없도록 합니다. 이로써 파워 서플라이 효율이 대폭 향상되어 손쉽게 95%를 초과하며 플라이백 아키텍처의 유연성과 적은 부품 수가 유지됩니다.

ClampZero IC는 낭비되는 누설 인덕턴스 에너지를 재활용하는 액티브 클램핑 회로입니다. ClampZero는 InnoSwitch4 1차측 컨트롤러에 연결된 로우 사이드 트랜지스터로부터 통신을 수신하는 레벨 시프트 셸프 바이어스 컨트롤러와 하이 사이드 파워 스위치를 통합합니다.

모든 라인 및 부하 조건과 CCM 및 DCM 작동 모드에서 제로 전압 스위칭을 보장함으로써, ClampZero는 InnoSwitch4와 결합하여 매우 유연한 액티브 클램프 플라이백 솔루션을 구현합니다. InnoSwitch4 IC와 페어링된 일반적인 애플리케이션에서는 스위칭 손실이 적어 높은 스위칭 주파수를 사용할 수 있으며, 트랜스포머의 물리적 크기를 최소화하고 PCB 설치 공간을 크게 줄일 수 있습니다.

제로 전압 스위칭은 ClampZero의 턴오프와 InnoSwitch4 파워 스위치의 턴온 사이의 정확한 타이밍을 통해 달성되며, 턴온 손실을 완전히 없앱니다. 턴오프 손실이 없는 InnoSwitch4 PowiGaN 스위치와 결합된 이 동기화된 스위칭의 전반적인 효과는 파워 스위치 스위칭 손실이 없는 플라이백 컨버터이며, 이를 통해 최대 220W 고밀도의 히트싱크 없는 플라이백 설계를 할 수 있습니다.

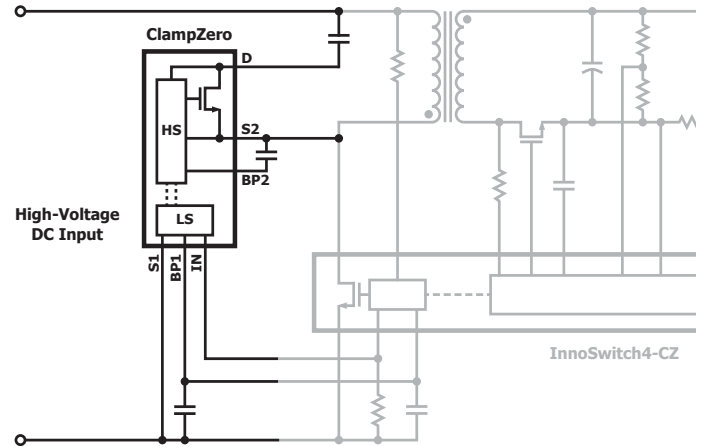


Figure 1. Typical Application schematic.



Figure 2. MinSOP-16A Package with Creepage for High-Side Driver.

ClampZero + InnoSwitch4 Output Power Table

Product ^{3,4}	Adapter ¹	Open Frame ²
CPZ1061M	70 W	75 W
CPZ1062M	90 W	100 W
CPZ1075M	135 W	145 W
CPZ1076M	200 W	220 W

Table 1. Output Power Table.

Notes:

1. Minimum continuous power in a typical non-ventilated enclosed typical size adapter measured at 40 °C ambient. Max output power is dependent on the design. With condition that package temperature must be < 125 °C.
2. Minimum peak power capability.
3. Package: MinSOP-16A.
4. CPZ1061M / CPZ1062M – 650 V MOSFET.
CPZ1075M / CPZ1076M – 750 V PowiGaN Switch.

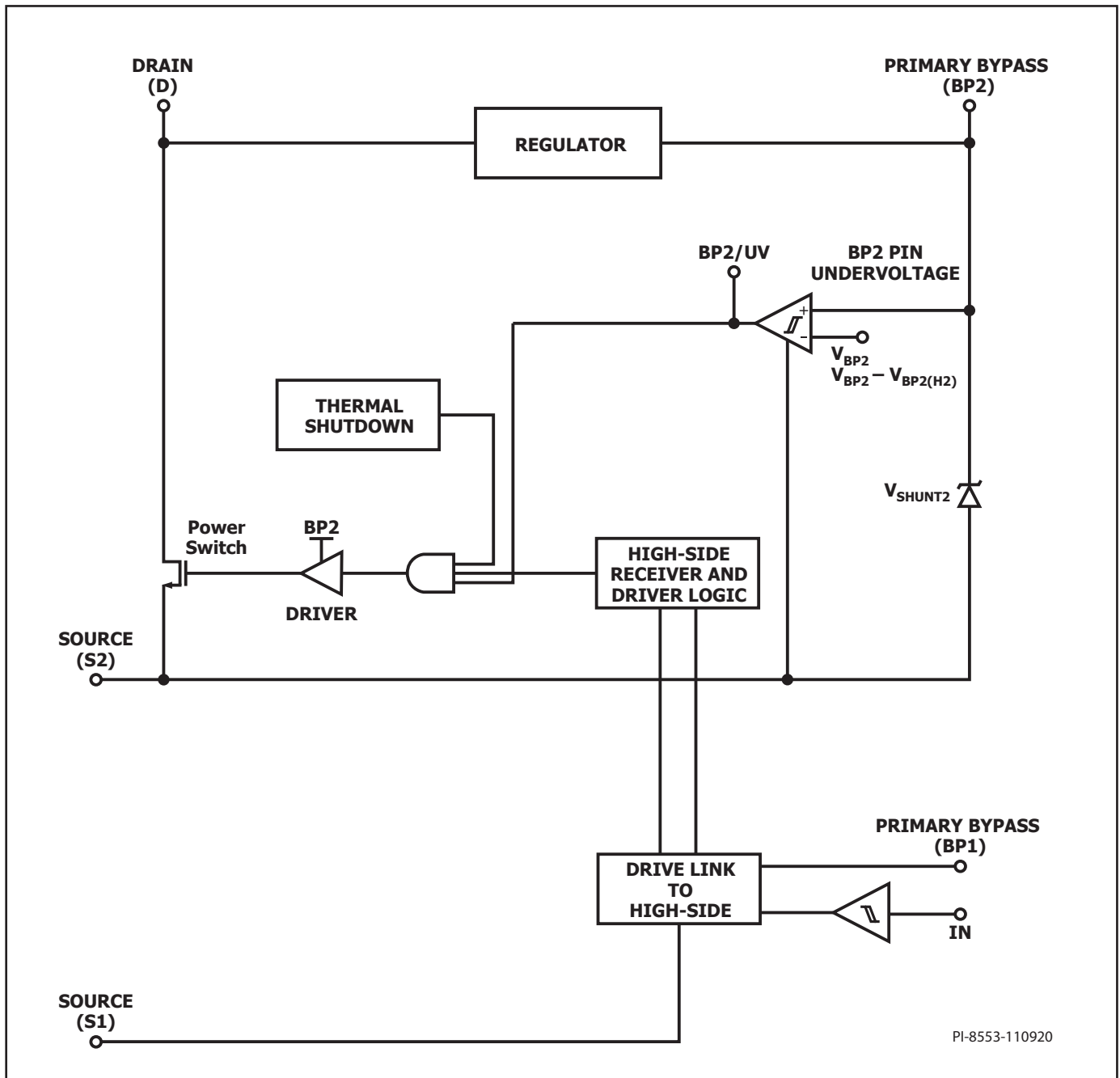


Figure 3. Block Diagram.

핀 기능 설명

NOT CONNECTED(NC) 핀(핀 1-2, 4-5)

전기적으로 연결되지 않는 핀입니다. 핀 5는 S1 핀에 연결해야 합니다.

LOW-SIDE SOURCE(S1) 핀(핀 3, 6)

로우 사이드 컨트롤러의 소스 연결 핀입니다.

LOW-SIDE RECEIVER(IN) 핀(핀 7)

Clamp Zero 트리거 수신기이며, InnoSwitch4의 HSD 핀에 연결합니다.

LOW-SIDE BYPASS(BP1) 핀(핀 8)

로우 사이드 컨트롤러에 전압을 공급합니다. 보조 권선에서 전력을 끌어오려면 InnoSwitch4 1차측의 BPP에 연결해야 합니다.

HIGH-SIDE BYPASS(BP2) 핀(핀 9)

하이 사이드 컨트롤러에 전압을 공급합니다.

HIGH-SIDE SOURCE(S2) 핀(핀 10-12)

하이 사이드 스위치의 소스 연결 핀입니다.

DRAIN(D) 핀(핀 16)

하이 사이드 스위치의 드레인입니다.

ClampZero 기능 설명

ClampZero는 로우 사이드 및 하이 사이드 컨트롤러와 게이트 드라이버가 장착된 하이 사이드 파워 스위치를 통합합니다.

ClampZero는 InnoSwitch4와 함께 사용하는 파트너 IC로, 플라이백 전력 컨버터의 메인 파워 스위치에 제로 전압 스위칭(ZVS) 기능을 제공합니다. ClampZero IC는 CCM(연속 전도 모드)과 DCM(불연속 전도 모드)에서 작동할 수 있는 플라이백 파워 서플라이 디바이스에서 액티브 클램핑 회로로 작동합니다. ClampZero는 하이 사이드 파워 스위치와 자가 바이어스 컨트롤러를 통합 열 보호, 로우-하이 사이드 통신, 로우 사이드 트랜시버와 결합하여 InnoSwitch4 1차측 컨트롤러에서 클램프 턴온 신호를 수신합니다.

그림 3은 컨트롤러의 기능 블록 다이어그램을 나타내며, 가장 중요한 기능을 강조하고 있습니다.

LOW-SIDE BYPASS 핀

로우 사이드 컨트롤러는 InnoSwitch4 BPP 핀에서 BP1의 바이어스를 수신합니다. BP1 전압이 $V_{BP1(RESET)}$ 이상인 경우 로우 사이드 컨트롤러가 기능하고 InnoSwitch4에서 HSD 펄스를 수신하며 하이 사이드 드라이버단에 구동 명령을 전달할 수 있습니다.

LOW-SIDE RECEIVER 핀

ClampZero 로우 사이드 컨트롤러는 InnoSwitch4 HSD 핀에서 신호를 수신합니다. 신호의 상승 엣지 동안 로우 사이드 컨트롤러는 HSD 신호가 $V_{IN(R)}$ 보다 높을 때 하이 사이드 스위치를 켜라는 구동 명령을 전달합니다. 신호의 하강 엣지 동안 로우 사이드 컨트롤러는 HSD 신호가 $V_{IN(F)}$ 보다 낮을 때 하이 사이드 스위치를 끄라는 구동 명령을 전달합니다.

HIGH-SIDE BYPASS 핀 레귤레이터

하이 사이드 BYPASS 핀에는 파워 스위치가 꺼질 때마다 DRAIN 핀에서 전류를 끌어와 BP2를 V_{BP2} 로 충전하는 내부 레귤레이터가 있습니다. BP2에 사용 가능한 충전 전류의 양은 InnoSwitch4의 초기 스위칭에서 빠른 스타트업에 의해 중요합니다. 따라서 BP2 커패시터 값은 150nF

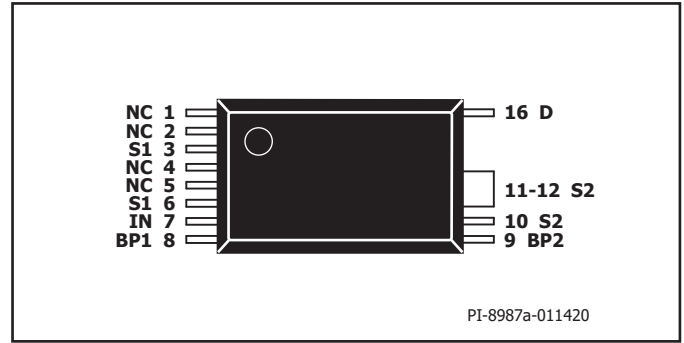


Figure 4. Pin Configuration.

(최소 100nF/최대 220nF)로 제한됩니다. 더 높은 값의 BP2 커패시터는 스타트업에 너무 많은 지연을 초래하고 1차측 클램프 전압의 오버슈트를 일으킬 수 있으므로 바람직하지 않습니다.

HIGH-SIDE BYPASS 핀 저전압 기준점(Threshold)

BP2 핀 저전압 회로는 정상 상태 동작 중에 BP2 핀 전압이 $\sim 4.4V$ ($V_{BP2} - V_{BP2(H)}$) 아래로 떨어지는 경우 파워 스위치를 비활성화시킵니다. BP2 핀 전압이 이 기준점(Threshold) 아래로 떨어지면, 파워 스위치 턴온을 재활성화하기 위해 VBP2까지 상승시켜야 합니다.

또한, 션트 레귤레이터는 외부 바이어스 권선 또는 부트 스트랩 회로를 통해 BP2에 전류가 공급될 때 BP2 핀 전압을 V_{SHUNT2} 로 클램프합니다. 그러면 정상 상태 작동 중에 드레인에서 BP2로의 충전 전류에 의한 과도한 전력 손실이 없어집니다.

과열 보호

써멀 쉴다운 회로는 칩 온도를 감지합니다. 칩 온도가 해당 기준점(Threshold) 이상으로 상승하면 파워 스위치는 비활성화되고, 칩 온도가 $T_{SD(H)}$ 로 떨어질 때까지 비활성화 상태를 유지하다가 이 지점에서 스위칭이 다시 활성화됩니다. 지속적인 고장 상태로 인한 PCB 과열을 방지하기 위해 큰 히스테리시스가 제공됩니다.

제로 전압 스위칭(ZVS)

InnoSwitch4는 CCM 및 DCM 동작에서 모두 ZVS 동작을 달성하며, ClampZero는 추가 하이 사이드 스위치를 제공합니다. 컨버터의 동작은 다음과 같습니다.

- InnoSwitch4는 Flux Link 펄스를 수신한 후 1차측 스위치를 즉시 켜지 않습니다.
- InnoSwitch4 1차측 컨트롤러는 먼저 HSD 핀에서 고정 기간 펄스를 생성합니다. 이 펄스는 ClampZero 내부의 파워 스위치를 제어하며, 스위치는 HSD 펄스가 높을 때 켜집니다. ClampZero는 클램프 커패시터 에너지를 출력으로 재활용하고 나중에 ZVS에 사용되는 트랜스포머 자화 인덕턴스와 누설 인덕턴스에 에너지를 축적하기 시작합니다.
- InnoSwitch4가 HSD 펄스를 종료한 후에는 추가 지연을 기다린 다음 1차측 스위치를 켭니다. 이 지연은 InnoSwitch4에서 프로그래밍할 수 있습니다. 이 지연 동안 자화 인덕턴스와 누설 인덕턴스에서 축적된 에너지는 InnoSwitch4 1차측 스위치에서 C_{oss} 를 방전하여 ZVS를 달성하는 데 도움이 됩니다.

애플리케이션 예제

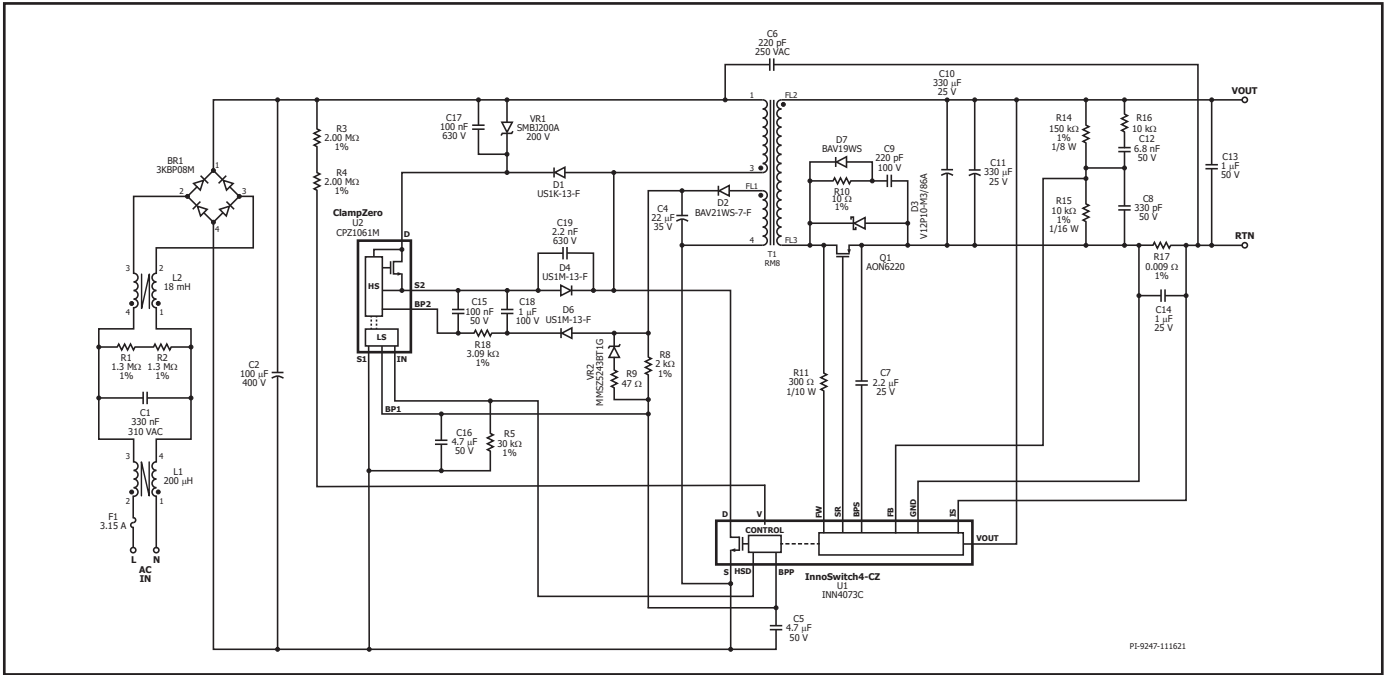


Figure 5. Schematic 20 V / 3.25 A Notebook Adapter Power Supply.

그림 5에 표시된 회로는 INN4073C와 CPZ1061M을 사용하는 20V, 3.25A 단일 출력 파워 서플라이입니다. 이 단일 출력 설계는 DOE 레벨 6과 EC CoC v5를 준수합니다.

입력 퓨즈 F1은 회로를 절연하고 부품 고장으로부터 보호하며 커먼 모드 초크 L1과 L2는 커패시터 C1과 함께 EMI를 감소시킵니다. 브리지 정류기 BR1은 AC 라인 전압을 정류하고 필터 커패시터 C2에서 전파 정류 DC를 제공합니다. 파워 서플라이 입/출력부 사이에 연결된 Y 커패시터 C6은 커먼 모드 EMI를 줄이는 데 도움이 됩니다.

파워 서플라이가 AC 주전원에서 분리되면 U2와 함께 저항 R1과 R2는 커패시터 C1을 방전합니다.

트랜스포머 1차측의 한 쪽은 정류된 DC 버스에 연결되어 있고, 다른 쪽은 InnoSwitch4 IC(U1) 내에 있는 스위치의 드레인 단자에 연결되어 있습니다. 저항 R3 및 R4는 저전압 및 과전압 조건에 대한 입력 전압 센싱 보호 기능을 제공합니다.

다이오드 D1과 커패시터 C17로 구성된 1차측 클램프는 U1 내에서 스위치가 꺼지는 순간 U1의 피크 드레인 전압을 제한합니다. 트랜스포머 T1의 누설 인덕턴스에 저장된 에너지는 커패시터 C17로 전달됩니다. 자화 에너지의 일부는 사용된 커패시턴스 값에 따라 C17로 전달됩니다. VR1은 파워 서플라이에 오작동이 발생할 경우 InnoSwitch4를 과도한 드레인 전압으로부터 보호하는 데 사용됩니다.

FluxLink™ 신호가 2차측에서 수신되면 InnoSwitch4는 HSD 신호를 생성하여 ClampZero 디바이스를 켭니다. ClampZero IC(U2)가 켜지면 클램프 커패시터 C17는 InnoSwitch4 1차측 스위치의 소프트 스위칭을 달성하기 위해 CCM 동작에서는 트랜스포머의 누설 인덕턴스를 충전하기 시작하고 DCM 동작에서는 트랜스포머의 누설 및 자화 인덕턴스를 모두 충전하기 시작합니다. 울트라-fast 다이오드 D1과 D4는 ClampZero 하이 사이드 스위치의 바디 다이오드에서 트랜스포머 전류를 전환하여 역회복 에너지를 최소화하는 데 사용됩니다. CPZ107xM에는 다이오드 (D1, D4)와 커패시터 C19가 필요하지 않습니다. 하이 사이드 스위치가 꺼지는 순간부터 약간의 지연이 제공되어 1차측 스위치에서 제로 전압

스위칭을 달성합니다. 이 지연은 R5의 다른 저항 값으로 프로그래밍할 수 있습니다. 커패시터 C19는 ClampZero IC(U2)의 전압을 낮춰 소프트 턴온을 제공하는 데 도움이 됩니다.

커패시터 C16은 BP1 핀에서 로컬 디커플링을 제공하는 데 사용됩니다. 커패시터 C15는 BP2 핀에 디커플링을 제공합니다. 다이오드 D6과 커패시터 C18은 부트스트랩 회로를 형성하여 하이 사이드 BP2 핀에 바이어스를 제공합니다. 저항 R18은 BP2 핀으로 흐르는 전류를 제한합니다.

InnoSwitch4 IC는 AC가 처음 인가될 때 내부 고전압 전류 소스를 사용하여 PRIMARY BYPASS 핀 커패시터(C5)를 충전함으로써 자체적으로 가동됩니다. 정상 동작 중에 1차측 블록은 트랜스포머 T1의 보조 권선에서 전력을 공급 받습니다. 보조(또는 바이어스) 권선의 출력은 다이오드 D2를 사용하여 정류되고 커패시터 C4를 사용하여 필터링됩니다. 저항 R8은 InnoSwitch4 IC(U1)의 PRIMARY BYPASS 핀에 공급되는 전류를 제한합니다.

출력 레귤레이션은 변조 컨트롤을 통해 이루어지고 스위칭 사이클의 주파수와 ILIM은 출력 부하에 따라 조정됩니다. 고부하에서는 대부분의 스위칭 사이클이 선택된 ILIM 범위에서 높은 ILIM 값으로 활성화되고, 경부하 또는 무부하에서는 대부분의 사이클이 비활성화되며, 활성화된 사이클은 선택된 ILIM 범위에서 낮은 ILIM 값을 갖습니다. 사이클이 활성화되면 스위치는 1차측 전류가 특정 작동 상태에 대한 디바이스 current limit에 이를 때까지 ON으로 유지됩니다.

래치 오프/오토-리스타트 1차측 과전압 보호는 제너 다이오드 VR2와 current limit 저항 R9를 통해 이루어집니다. 플라이백 컨버터의 경우 보조 권선의 출력은 컨버터의 출력 전압을 추적합니다. 컨버터의 출력에서 과전압이 발생하는 경우 보조 권선 전압이 증가하고 VR2가 항복하여 InnoSwitch4 IC U1의 BPP 핀으로 전류가 흐르게 됩니다. BPP 핀으로 들어가는 전류가 I_{SD} 기준점(Threshold)을 넘어서는 경우 U1 컨트롤러가 래치 오프하고 출력 전압이 더 이상 증가하지 않도록 방지합니다.

InnoSwitch4 IC의 2차측에서는 출력 전압, 출력 전류 센싱을 제공하며, MOSFET 구동을 통해 동기 정류를 제공합니다. 트랜스포머의 2차측은 SR FET Q1/D3에 의해 정류되고 커패시터 C10과 C11에 의해 필터링됩니다. 커패시터 C13은 고주파 출력 전압 리플을 줄이기 위해 사용됩니다. 그렇지 않으면 방사 EMI를 일으키는 스위칭 과도 상태 중에 고주파 링잉은 RCD 스너버 R10, C9, D7를 통해 감소됩니다. 다이오드 D7은 저항 R10의 손실을 최소화합니다.

Q1의 게이트는 저항 R11을 통해 센싱되어 IC의 FWD 핀으로 공급되는 권선 전압을 기준으로 IC U1의 2차측 컨트롤러에 의해 턴온됩니다.

연속 전도 모드 동작 중에 SR MOSFET은 2차측이 1차측에서의 새 스위칭 사이클을 명령하기 직전에 꺼집니다. 불연속 동작 모드에서 MOSFET의 전압 강하가 약 $V_{SR(TH)}$ mV의 기준점(Threshold) 아래로 떨어지면 파워 MOSFET은 턴오프 상태가 됩니다.

IC U1의 2차측은 2차측 권선 포워드 전압이나 출력 전압에서 자체 전원을 공급받습니다. IC U1의 BPS 핀에 연결된 커패시터 C7은 내부 회로에 디커플링 기능을 제공합니다.

CC 기준점(Threshold) 이하에서 디바이스는 정전압 모드로 동작합니다. 정전압 모드 작동 중에 분배기 저항 R14 및 R15을 통해 출력 전압을 센싱하여 출력 전압 레귤레이션이 이루어집니다. R15 양단의 전압은 1.265V의 내부 레퍼런스 전압 기준점(Threshold)을 갖는 FEEDBACK 핀에 공급됩니다. 출력 전압은 FEEDBACK 핀에서 1.265V의 전압을 달성하도록 레귤레이션됩니다. 커패시터 C8은 FEEDBACK 핀에서 신호의 노이즈 필터링을 제공합니다.

CC 동작 중에 출력 전압이 떨어지면 디바이스는 2차측 권선에서 자체 전원을 직접 공급받게 됩니다. 1차측 파워 스위치의 온 타임 중 2차측 권선에 나타나는 포워드 전압은 저항 R11 및 내부 레귤레이터를 통해 디커플링 커패시터 C7을 충전하는 데 사용됩니다. 이를 통해 출력 전류 레귤레이션을 ~3.4V까지 낮추어 유지할 수 있습니다. 출력 전류는 IS 및 SECONDARY GROUND 핀 사이의 저항 R17에 걸친 전압 강하를 모니터링하여 센싱됩니다. 약 35 mV의 기준점(Threshold)으로 손실을 줄일 수 있습니다. C14는 IS 핀을 외부 노이즈로부터 필터링합니다. 내부 전류 센싱 기준점(threshold)을 초과하면 디바이스에서는 스위치 펄스의 수를 조정하여 고정 출력 전류를 유지합니다.

레이아웃 예시

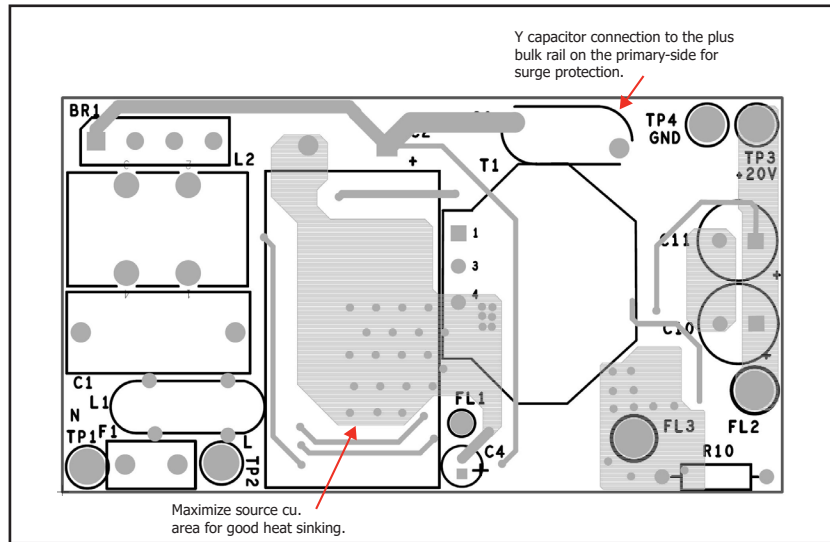


Figure 6. PCB Layout Top Side.

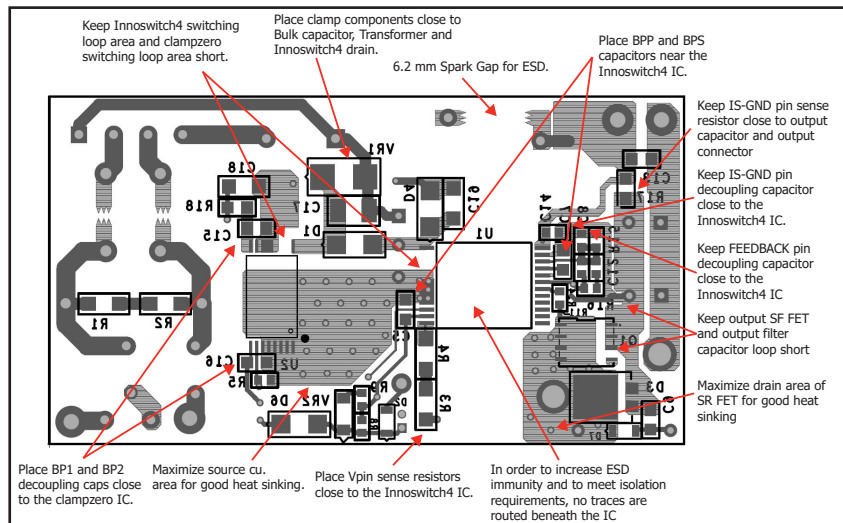


Figure 7. PCB Layout Bottom Side.

애플리케이션 예제 2

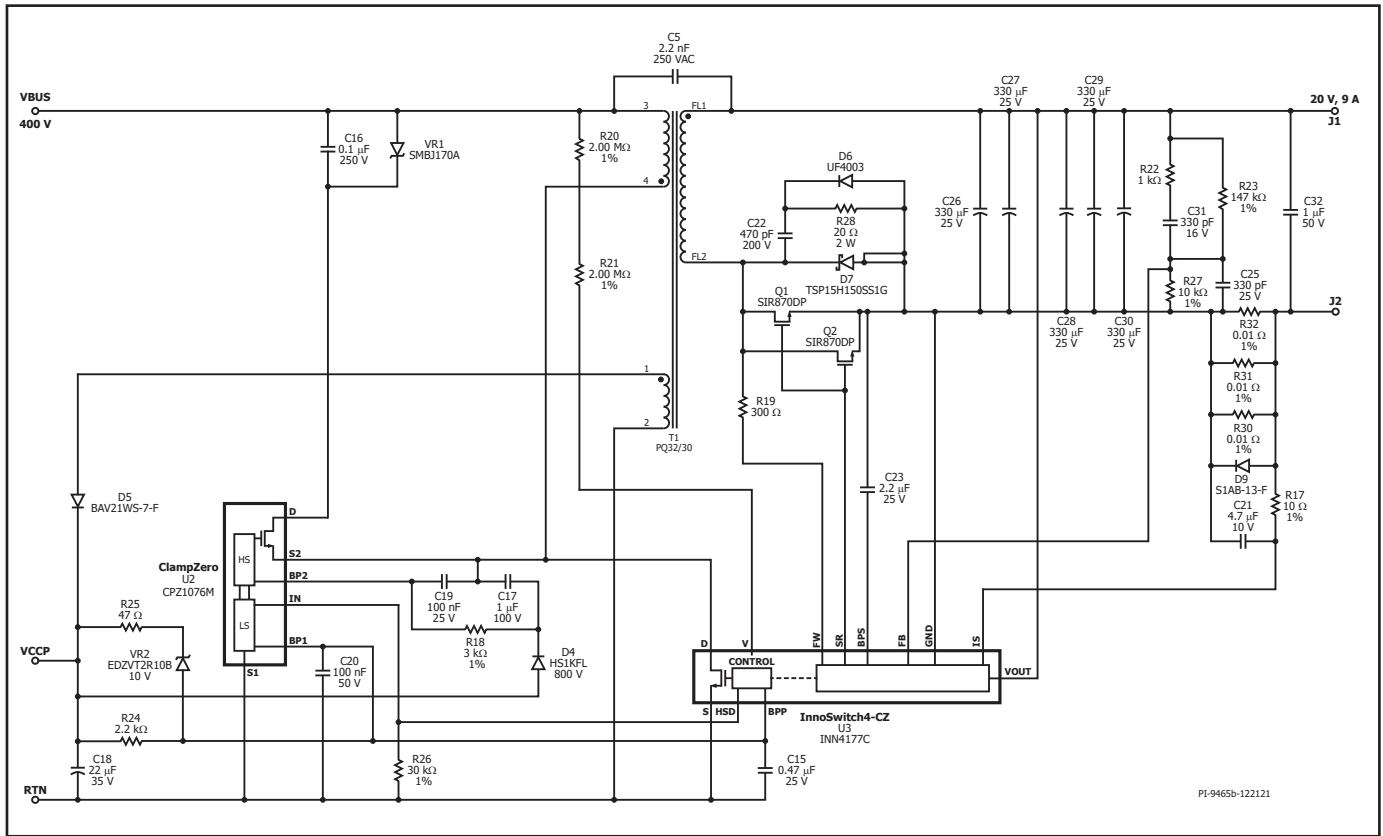


Figure 8. Schematic 20 V / 9 A Power Supply.

그림 8에 표시된 회로는 INN4177C와 CPZ1076M을 사용하는 DC/DC 단 20V, 9A 단일 출력 파워 서플라이입니다. 이 단일 출력 설계는 DOE 레벨 6과 EC CoC v5 준수에 필요한 요건을 초과합니다.

파워 서플라이 입/출력부 사이에 연결된 Y 커패시터 C5는 커먼 모드 EMI를 줄이는 데 도움이 됩니다.

트랜스포머 1차측의 한 쪽은 정류된 DC 버스에 연결되어 있고, 다른 쪽은 InnoSwitch4 IC(U3) 내에 있는 스위치의 드레인 단자에 연결되어 있습니다. 저항 R20 및 R21은 저전압 및 과전압 조건에 대한 입력 전압 센싱 보호 기능을 제공합니다.

U2의 스위치와 커패시터 C16으로 구성된 1차측 클램프는 U3 내부 스위치가 꺼지는 순간 U3의 피크 드레인 전압을 제한합니다. 트랜스포머 T1의 누설 인덕턴스에 저장된 에너지는 커패시터 C16로 전달됩니다. 자화 에너지의 일부는 사용된 커패시턴스 값에 따라 C16로 전달됩니다. VR1은 파워 서플라이에 오작동이 발생할 경우 InnoSwitch4를 과도한 드레인 전압으로부터 보호하는 데 사용됩니다.

2차측에서 FluxLink 신호를 수신하면 InnoSwitch-4는 HSD 신호를 생성하여 ClampZero 디바이스를 켭니다. ClampZero IC(U2)가 켜지면 클램프 커패시터 C16은 InnoSwitch4 1차측 스위치의 소프트 스위칭을 달성하기 위해 CCM 동작에서는 트랜스포머의 누설 인덕턴스를 충전하기 시작하고 DCM 동작에서는 트랜스포머의 누설 및 자화 인덕턴스를 모두 충전하기 시작합니다. 하이 사이드 스위치가 꺼지는 순간부터 약간의 지연이 제공되어 1차측 스위치에서 제로 전압 스위칭을 달성합니다. 이 지연은 R26의 다른 저항 값으로 프로그래밍할 수 있습니다.

커패시터 C20은 BP1 핀에서 로컬 디커플링을 제공하는 데 사용됩니다. 커패시터 C19는 BP2 핀에 디커플링을 제공합니다. 다이오드 D4와

커패시터 C17은 부스트스트랩 회로를 형성하여 하이 사이드 BP2 핀에 바이어스를 제공합니다. 저항 R18은 BP2 핀으로 흐르는 전류를 제한합니다.

InnoSwitch-4 IC는 입력 AC가 처음 인가될 때 내부 고전압 전류 소스를 사용하여 PRIMARY BYPASS 핀 커패시터(C15)를 충전함으로써 자체적으로 가동됩니다. 정상 동작 중에 1차측 블록은 트랜스포머 T1의 보조 권선에서 전력을 공급 받습니다. 보조(또는 바이어스) 권선의 출력은 다이오드 D5를 사용하여 정류되고 커패시터 C18를 사용하여 필터링됩니다. 저항 R24은 InnoSwitch4 IC(U3)의 PRIMARY BYPASS 핀에 공급되는 전류를 제한합니다.

출력 레귤레이션은 변조 컨트롤을 통해 이루어지고 스위칭 사이클의 주파수와 ILIM은 출력 부하에 따라 조정됩니다. 고부하에서는 대부분의 스위칭 사이클이 선택된 ILIM 범위에서 높은 ILIM 값으로 활성화되고, 경부하 또는 무부하에서는 대부분의 사이클이 비활성화되며, 활성화된 사이클은 선택된 ILIM 범위에서 낮은 ILIM 값을 갖습니다. 사이클이 활성화되면 스위치는 1차측 전류가 특정 작동 상태에 대한 디바이스 current limit에 이를 때까지 ON으로 유지됩니다.

래치 오프/오토-리스타트 1차측 과전압 보호는 제너 다이오드 VR2와 current limit 저항 R25를 통해 이루어집니다. 플라이백 컨버터의 경우 보조 권선의 출력은 컨버터의 출력 전압을 추적합니다. 컨버터의 출력에서 과전압이 발생하는 경우 보조 권선 전압이 증가하고 VR2가 항복하여 InnoSwitch4 IC U3의 BPP 핀으로 전류가 흐르게 됩니다. BPP 핀으로 들어가는 전류가 ISD 기준점(Threshold)을 넘어서는 경우 U3 컨트롤러가 래치 오프하여 출력 전압이 더 이상 증가하지 않도록 방지합니다.

InnoSwitch4 IC의 2차측에서는 출력 전압, 출력 전류 센싱을 제공하며, MOSFET 구동을 통해 동기 정류를 제공합니다. 트랜스포머의 2차측은 Q1, Q2, 다이오드 D3에 의해 정류되고 커패시터 C26~C30에 의해 필터링됩니다. 커패시터 C32는 고주파 출력 전압 리플을 줄이기 위해 사용됩니다. 그렇지 않으면 방사 EMI를 일으키는 스위칭 과도 상태 중에 고주파 링잉은 RCD 스너버 R28, C22, D6를 통해 감소됩니다. 다이오드 D6는 저항 R28의 손실을 최소화합니다.

Q1과 Q2의 게이트는 저항 R19를 통해 센싱되어 IC의 FWD 핀으로 공급되는 권선 전압을 기준으로 IC U3의 2차측 컨트롤러에 의해 턴온됩니다.

연속 전도 모드 동작 중에 SR MOSFET은 2차측이 1차측에서의 새 스위칭 사이클을 명령하기 직전에 꺼집니다. 불연속 동작 모드에서 MOSFET의 전압 강하가 약 $V_{SR(TH)}$ mV의 기준점(Threshold) 아래로 떨어지면 파워 MOSFET은 턴오프 상태가 됩니다.

IC U3의 2차측은 2차측 권선 포워드 전압이나 출력 전압에서 자체 전원을 공급받습니다. IC U3의 BPS 핀에 연결된 커패시터 C23은 내부 회로에 디커플링 기능을 제공합니다.

CC 기준점(Threshold) 이하에서 디바이스는 정전압 모드로 동작합니다. 정전압 모드 작동 중에 분배기 저항 R23 및 R27을 통해 출력 전압을 센싱하여 출력 전압 레귤레이션이 이루어집니다. R27 양단의 전압은 1.265V의 내부 기준 전압 기준점(Threshold)을 갖는 FB 핀에 공급됩니다. 출력 전압은 FB 핀에서 1.265V의 전압을 달성하도록 레귤레이션됩니다. 커패시터 C25은 FB 핀에서 신호의 노이즈 필터링을 제공합니다. 저항 R22는 C31과 함께 피드 포워드 회로를 형성하고 출력 트리플을 줄입니다.

CC 동작 중에 출력 전압이 떨어지면 디바이스는 2차측 권선에서 자체 전원을 직접 공급받게 됩니다. 1차측 파워 스위치의 온 타임 중 2차측 권선에 나타나는 포워드 전압은 저항 R19 및 내부 레귤레이터를 통해 디커플링 커패시터 C23을 충전하는 데 사용됩니다. 이를 통해 트림 구성에 따라 출력 전류 레귤레이션을 ~3.4V까지 유지할 수 있습니다. 출력 전류는 IS 및 SECONDARY GROUND 핀 사이의 저항 R30~R32에서에서 전압 강하를 모니터링하여 센싱됩니다. 약 35 mV의 기준점(Threshold)으로 손실을 줄일 수 있습니다. 저항 R17과 커패시터 C21은 외부 노이즈로부터 IS 핀에 대한 필터링을 제공합니다. 내부 전류 센싱 기준점(threshold)을 초과하면 디바이스에서는 스위치 펄스의 수를 조정하여 고정 출력 전류를 유지합니다.

주요 애플리케이션 고려 사항

무부하 소비 전력

ClampZero 디바이스는 InnoSwitch4의 내부 탭에서 공급되는 BP1 핀 디커플링 커패시터에서 에너지를 가져옵니다. InnoSwitch4 IC는 내부 전류 소스를 통해 충전되는 BYPASS 핀 커패시터에서 전력을 받아 자체 전원 공급 모드로 시작할 수 있습니다. 그러나 InnoSwitch4 IC가 스위칭을 시작하면 PRIMARY BYPASS 핀에 전류를 공급하기 위해 바이어스 권선을 사용해야 합니다. 이를 위해 트랜스포머에 보조 또는 바이어스 권선을 제공해야 합니다. ClampZero 디바이스의 하이 사이드 BP2 핀 디커플링 커패시터는 파워 서플라이가 스위칭을 시작하면 내부 탭에서 에너지를 끌어옵니다. 무부하 소비를 최소화하기 위해 부트스트랩 다이오드 D6를 권장합니다. 가장 낮은 무부하 입력 전력을 위해서는 그림 5에 표시된 저항 R8과 R18을 조정해야 합니다. ClampZero는 일반적으로 무부하 시 BP1 핀에서 ~35μA, BP2 핀에서 ~50μA를 소비하여 전체 시스템 손실에 몇 mW만 추가합니다.

필수 부품 선택

BP2 핀 디커플링 커패시터

하이 사이드 BYPASS 핀에는 파워 스위치가 꺼질 때마다 DRAIN 핀에서 전류를 끌어와 BP2를 VBP2로 충전하는 내부 레귤레이터가 있습니다. BP2에 사용 가능한 충전 전류의 양은 InnoSwitch4의 초기 스위칭에서 빠른 스타트업에 의해 중요합니다. 따라서 BP2 커패시터 값은 150nF로 설정됩니다. 더 높은 값의 BP2 커패시터는 바람직하지 않습니다. 스타트업 지연이 너무 길면 1차측 클램프 전압이 오버슈트될 수 있기 때문입니다. 100nF 또는 220nF 커패시터를 사용할 수 있습니다. 최소 커패시턴스 요건을 충족하기 위해서는 10V, 0603 이상 크기의 정격 X5R 또는 X7R 유전체 커패시터를 사용하는 것이 좋습니다. 다른 제조업체 또는 다른 제품군의 X7R 또는 X5R과 같은 세라믹 커패시터 유형을 지정하면 전압 계수가 달라집니다. 선택한 커패시터의 커패시턴스가 5V에서 20% 이상 떨어지지 않도록 커패시터 데이터 시트를 검토하는 것이 좋습니다. Y5U 또는 Z5U/0402 정격 MLCC는 사용하지 마십시오. 이러한 유형의 SMD 세라믹 커패시터는 전압 및 온도 계수 특성이 매우 낮습니다.

바이어스 권선 및 외부 바이어스 회로

스위치의 DRAIN 핀에서 InnoSwitch4-CP 1차측 컨트롤러의 PRIMARY BYPASS 핀으로 연결된 내부 레귤레이터는 InnoSwitch4 BPP 핀과 ClampZero BP1 핀에 연결된 커패시터를 충전하여 스타트업을 달성합니다. BPP 및 BP1 핀에 전류를 공급하는 데 사용할 수 있는 바이어스 공급장치를 만들기 위해서는 트랜스포머에 적절한 정류기와 필터 커패시터를 갖춘 바이어스 권선을 제공해야 합니다. 바이어스 권선의 권선비는 파워 서플라이의 가장 낮은 정격 출력 전압과 가장 낮은 부하 조건에서 바이어스 권선 양단에 최소 ~8V가 흐르도록 선택해야 합니다. 전압이 이보다 더 낮으면 무부하 입력 전력이 증가합니다.

파워 서플라이를 230VAC 입력($V_{BPP} > 5V$)에서 작동할 때 가장 낮은 무부하 전력 소비를 달성하기 위해서는 외부 회로의 바이어스 전류를 $I_{SI(MAX)}$ 로 설정해야 합니다. 최소 22μF의 알루미늄 커패시터를 권장하며, 커패시터 양단에서 발생하는 가장 높은 전압보다 1.2배 높은 정격 전압을 가져야 합니다. 서플라이가 AC 공급 전압이 가장 낮은 상태일 때 가장 높은 정격 출력 전압 및 부하에서 동작하는 경우 일반적으로 가장 높은 전압이 커패시터에 충전됩니다.

클램프 커패시터

C_{CLAMP} 와 L_{LKG} 의 공진 주기의 ~0.25배가 HSD 펄스 폭과 같도록 클램프 커패시터 값을 선택하는 것이 좋습니다. 설계에 따라 10nF~100nF 범위의 커패시턴스를 사용할 수 있습니다. 최소 200V, 1206 또는 더 큰 정격 크기의 X7R 유전체 커패시터를 권장합니다.

$$HSD \text{ Pulse Width} \sim \frac{\pi}{2} \sqrt{L_{LKG} C_{CLAMP}}$$

레이아웃 고려 사항

다음 레이아웃 고려 사항은 특히 ClampZero 부품에 대한 것입니다. InnoSwitch4 특정 부품과 전원 부품의 배치 및 레이아웃은 InnoSwitch4 데이터 시트를 확인하십시오.

1. ClampZero BP1 핀은 InnoSwitch4 내부 BPP 레귤레이터에 의해 전원이 공급되고 조절됩니다. 별도의 디커플링 커패시터를 ClampZero 디바이스의 BP1 핀에 매우 가깝게 배치해야 합니다.
2. 하이 사이드 BP2 핀은 스타트업 시 외부 바이어스가 외부 부트스트랩 회로에서 사용 가능해질 때까지 내부 드레인 탭에 의해 전원이 공급됩니다. 디커플링 커패시터를 ClampZero IC의 BP2 핀에 매우 가깝게 배치해야 합니다.
3. ClampZero는 짧은 기간 동안만 전도되고 소량의 전력을 소모하지만, 열 발생을 최소화하기 위해서는 ClampZero 디바이스의 소스 핀에 PCB 구리 히트싱크가 필요합니다.
4. 부트스트랩 부품을 ClampZero 디바이스의 BP2 및 SOURCE 핀에 가깝게 배치하여 회로의 다른 부분으로의 노이즈 커플링을 최소화하는 것이 좋습니다.
5. ClampZero IC는 클램프 커패시터와 트랜스포머에 가능한 한 가깝게 배치하여 클램프 루프 영역을 최소화합니다.

그림 2는 위에 언급된 권장 사항에 따라 그림 5의 설계에 사용된 ClampZero 레이아웃을 보여줍니다.

빠른 설계 확인 목록

InnoSwitch4 IC의 기능 검증 외에도 ClampZero IC의 적절한 동작도 확인해야 합니다. 최소한 다음 검증 테스트를 수행해야 합니다.

1. 최대 드레인 전압 - ClampZero의 VDS가 정상 동작 및 스타트업 중에 최고 입력 전압 및 피크(과부하) 출력 전력에서 항복 전압의 90%를 초과하지 않는지 확인합니다.
2. 최대 드레인 전류 - 모든 조건에서 ClampZero 스위치의 최대 드레인 전류는 지정된 최대 정격 절대값 미만이어야 합니다.
3. 써멀 검사 - ClampZero IC가 전체 입력 범위에서 최대 부하로 작동할 때 OTP 고장을 일으키지 않는지 확인합니다. 충분한 바이어스 전류를 ClampZero 디바이스의 BP2 핀에 공급해야 합니다. 그렇지 않으면 내부 탭으로 작동할 때 ClampZero 디바이스에서 더 높은 손실이 발생하여 결국 극한의 동작 조건에 도달할 수 있습니다. ClampZero 디바이스의 OTP를 트리거하면 제로 전압 스위칭 손실로 인해 InnoSwitch4 디바이스와 클램프 커패시터에서 사용되는 TVS 디바이스에 추가적인 열 응력이 발생할 수 있습니다. 또한 InnoSwitch4와 ClampZero 디바이스의 DRAIN 핀에 대한 전압 응력을 증가시킬 수 있습니다.

최대 정격 절대값^{1,2}

DRAIN-S2 핀 전압:	CPZ1061M & CPZ1062M-1.8V ⁸ ~650V
	CPZ1075M & CPZ1076M-4.2V ⁸ ~750V ⁶
DRAIN 핀 피크 전류:	CPZ1061M±3.26A ³
	CPZ1062M±3.87A ³
	CPZ1075M±3.2A ⁷
	CPZ1076M±6.5A ⁷
BP1~S1 핀 전압	-0.3V~6V
IN~S1 핀 전압	-0.3V~6V
BP2~S2 핀 전압	-0.3V~6V
S2~S1 핀 전압	-0.3V~650V
보관 온도	-65~150°C
동작 정션 온도 ⁴	-40~150°C
주위 온도	-40~105°C
리드 온도 ⁵	260°C

참고:

- 모든 전압은 로우 사이드 또는 하이 사이드 소스를 기준으로 합니다, $T_A = 25^\circ\text{C}$.
- 지정된 최대 정격은 제품에 영구적인 손상을 초래하지 않는 한도 내에서 일회적으로 측정된 결과입니다. 지정된 시간보다 오랫동안 최대 정격 절대값 조건에 노출하면 제품 신뢰성에 영향을 미칠 수 있습니다.
- 최대 허용 전압 및 전류 조합은 그림 9를 참조하십시오.
- 일반적으로 내부 회로에 의해 제한됩니다.
- 케이스에서 1/16인치 거리를 두고 5초 동안 측정합니다.
- 최대 드레인 전압(비반복 펄스) 750V, 최대 연속 전압 650V.
- 최대 전압 및 전류 조합은 그림 17를 참조하십시오.
- 최소 드레인 전압(비 DC).

열 저항

열 저항:	CPZ106xM
	(θ_{JA})82°C/W ² , 76°C/W ³
	(θ_{JC})19°C/W ¹
	CPZ107xM
	(θ_{JA})126°C/W ² , 115°C/W ³
	(θ_{JC})36°C/W ¹

참고:

- 케이스 온도는 패키지 본체 상단 중앙에서 측정.
- 0.36평방인치(232mm²), 2온스(610g/m²) 동판에 납땜.
- 1평방인치(645mm²), 2온스(610g/m²) 동판에 납땜.

Parameter	Symbol	Conditions SOURCE = 0 V $T_J = -40^\circ\text{C}$ to 125°C (Unless Otherwise Specified)	Min	Typ	Max	Units
Control Functions						
BP2 Supply Current	$I_{S1(2)}$	VBP2 = VBP2 + 0.1 V (Switch not Switching) $T_J = 25^\circ\text{C}$	35	47	55	μA
	$I_{S2(2)}$	VBP2 = VBP2 + 0.1 V (Switch Switching at $f_{\text{OSC}} = 180\text{ kHz}$) $T_J = 25^\circ\text{C}$	CPZ1061M	400	580	800
			CPZ1062M	600	760	950
			CPZ107xM		1490	1700
BP2 Pin Charge Current	$I_{CH1(2)}$	VBP2 = 0 V $T_J = 25^\circ\text{C}$	4.2	5.2	6.2	mA
	$I_{CH2(2)}$	VBP2 = 4 V $T_J = 25^\circ\text{C}$	4.2	5.2	6.2	
BP2 Pin Voltage	V_{BP2}		4.8	5	5.2	V
BP2 Pin Voltage Hysteresis	$V_{BP2(H2)}$		0.38	0.6	0.8	V
BP2 Shunt Voltage	V_{SHUNT2}	IBP2 = 2 mA	5.2	5.45	5.7	V
BP2 Power-Up Reset Threshold voltage	$V_{BP2(RESET)2}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	CPZ1061M CPZ1062M	3	3.23	3.45
			CPZ1075M CPZ1076M		3.1	3.45

Parameter	Symbol	Conditions SOURCE = 0 V T _j = -40 °C to 125 °C (Unless Otherwise Specified)	Min	Typ	Max	Units
Control Functions (cont.)						
BP1 Power-Up Reset Threshold voltage	V _{BP1(RESET)2}	T _j = 25 °C	3.4	3.8	4.2	V
BP1 Supply Current (Load)	I _{S1(1)}	Non Switching, VBP1 = 5.1 V IN: 0 V T _j = 25 °C	20	30	50	μA
	I _{S2(1)}	Switching, IN: 500 ns Pulse at 180 kHz V _{BP1} = 5.1 V T _j = 25 °C	60	80	100	μA
IN Pin Voltage Rising Threshold	V _{IN(R)}		2.75	2.93	3.25	V
IN Pin Voltage Falling Threshold	V _{IN(F)}		1.6	1.82	2.1	V
Delay from HSD High to ClampZero ON	D _{HSD(ON)}	CPZ1061M; CPZ1062M	30	57	100	ns
		CPZ1075M; CPZ1076M		54	100	
Delay From HSD Low To ClampZero OFF	D _{HSD(OFF)}	CPZ1061M	35	55	80	ns
		CPZ1062M	42	62	90	
		CPZ1075M		67	100	
		CPZ1076M		72	100	
Circuit Protection						
Thermal Shutdown	T _{SD}		135	142	150	°C
Thermal Shutdown Hysteresis	T _{SD(H)}			70		°C

Parameter	Symbol	Conditions SOURCE = 0 V T _j = -40 °C to 125 °C (Unless Otherwise Specified)		Min	Typ	Max	Units
Electrical Characteristics							
Off-State Drain Leakage Current	I _{DSS1}	V _{BP2} = V _{BP2} + 0.1 V V _{DS} = 80% Peak Drain Voltage T _j = 125 °C				200	μA
	I _{DSS2}	V _{BP2} = V _{BP2} + 0.1 V V _{DS} = 325 V T _j = 25 °C			15		μA
On-State Resistance	R _{DS(ON)}	CPZ1061M	I _D = 300 mA T _j = 25 °C		3.20	3.68	Ω
			I _D = 300 mA T _j = 100 °C		4.96	5.70	
		CPZ1062M	I _D = 300 mA T _j = 25 °C		1.95	2.24	
			I _D = 300 mA T _j = 100 °C		3.02	3.47	
		CPZ1075M	I _D = 2 A T _j = 25 °C		0.85	1.20	
			I _D = 2 A T _j = 100 °C		1.35	1.80	
		CPZ1076M	I _D = 4 A T _j = 25 °C		0.52	0.78	
			I _D = 4 A T _j = 100 °C		0.78	1.17	

Typical Performance Curves

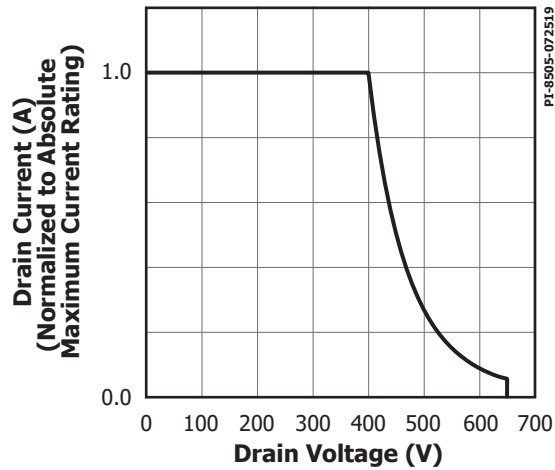


Figure 9. Maximum Allowable Drain Current vs. Drain Voltage.

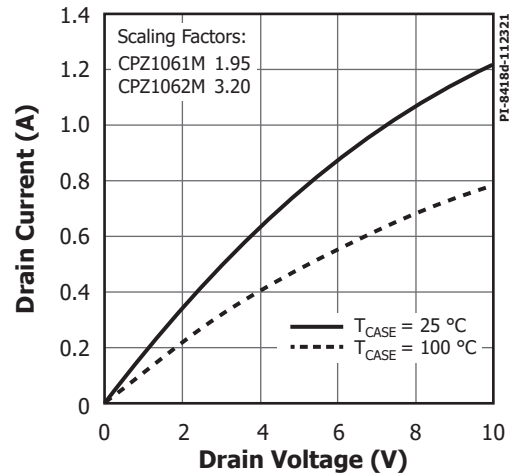


Figure 10. Output Characteristics.

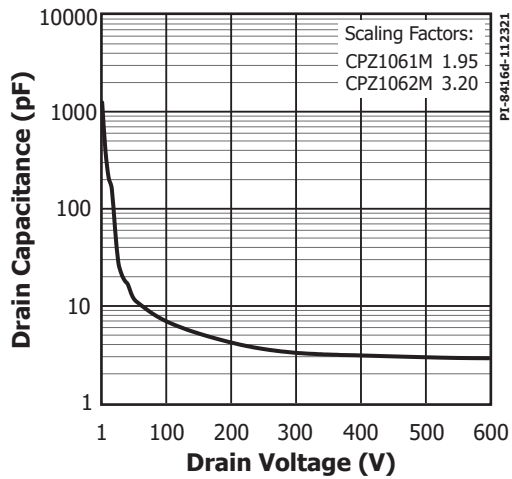


Figure 11. C_{OSS} vs. Drain Voltage.

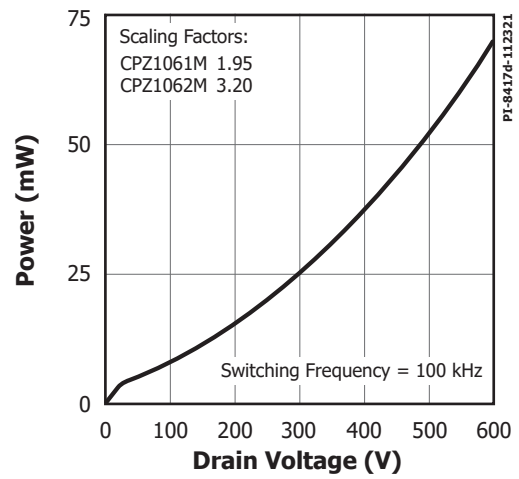


Figure 12. Drain Capacitance Power.

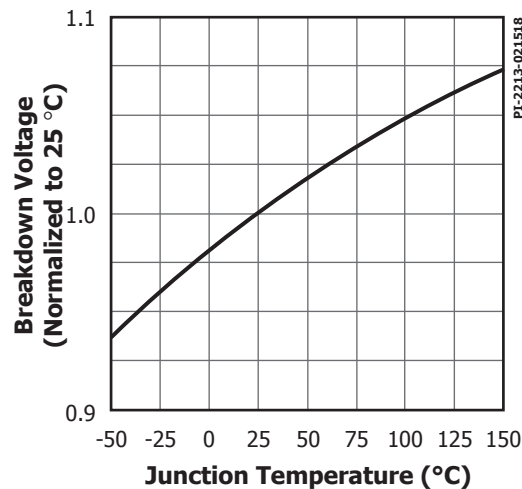


Figure 13. Breakdown vs. Temperature.

Typical Performance Curves

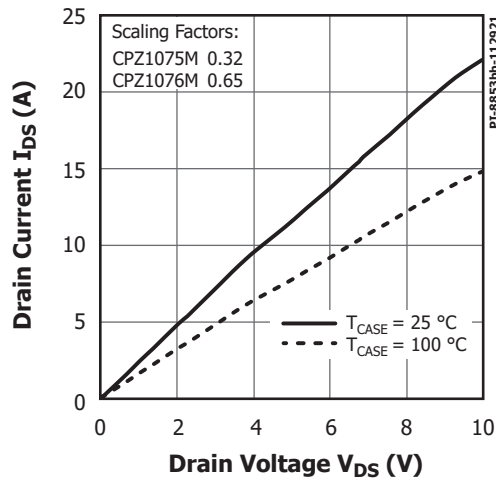


Figure 14. Optional Characteristics.

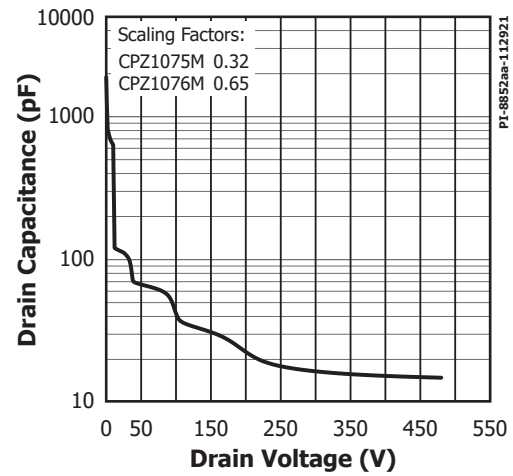


Figure 15. C_{OSS} vs. Drain Voltage.

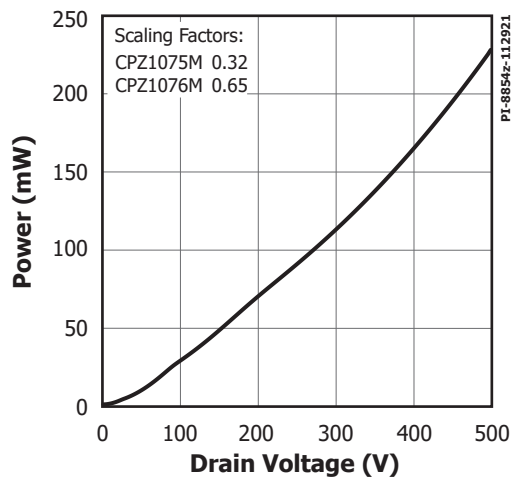


Figure 16. Drain Capacitance Power.

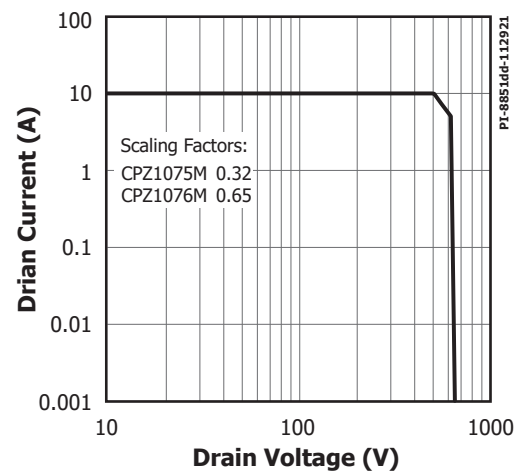
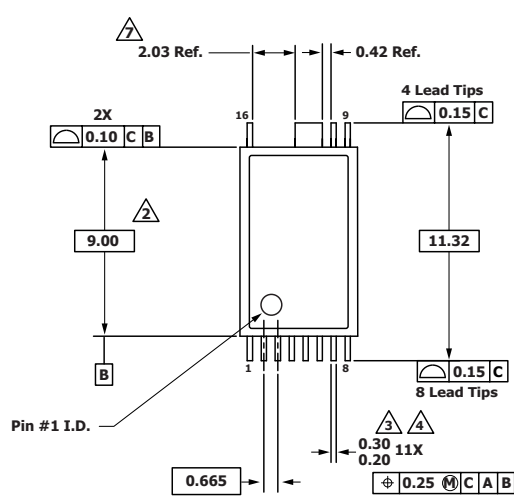
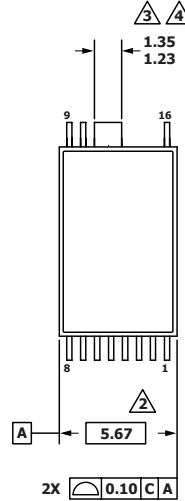


Figure 17. Maximum Allowable Drain Current vs. Drain Voltage.

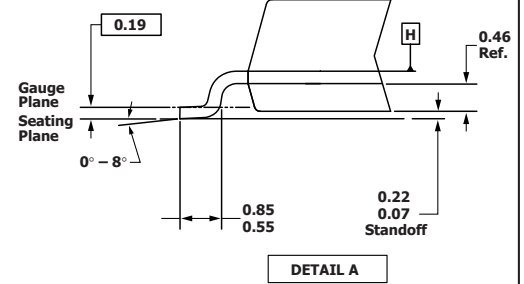
MinSOP-16A(M 패키지)



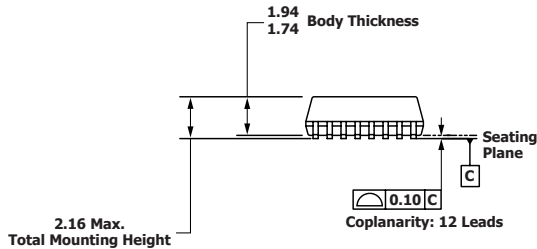
TOP VIEW



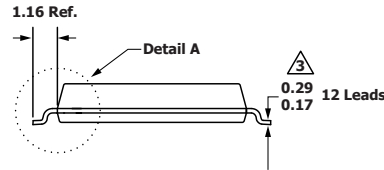
BOTTOM VIEW



DETAIL A



SIDE VIEW



END VIEW

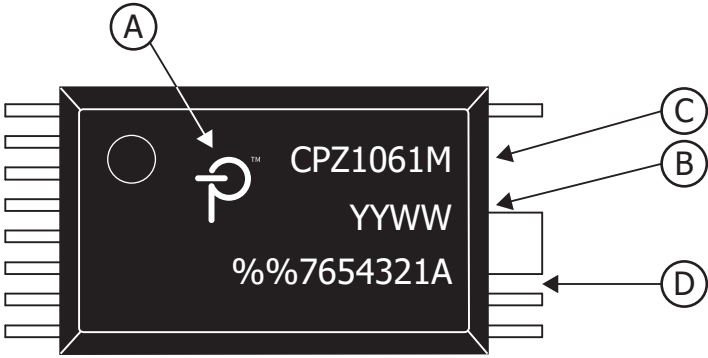
참고:

1. ASME Y14.5M-1994에 따른 치수 및 공차입니다.
2. 표시된 치수는 몰드 플래시(Mold Flash), 타이 바 버(Tie Bar Burr), 게이트 버(Gate Burr), 인터리드 플래시(Interlead Flash)를 포함하지 않는 플라스틱 본체의 치수이지만 플라스틱 본체의 윗면과 아랫면의 불일치한 요소가 포함됩니다. 최대 몰드 돌출은 측면당 0.18입니다.
3. 표시된 치수에는 도금 두께가 포함됩니다.
4. 인터리드 플래시(Interlead Flash) 또는 돌출은 포함되지 않습니다.
5. 제어 치수 단위는 밀리미터(mm)입니다.
6. 기준점 A와 B는 기준점 H에서 결정됩니다.
7. 이 치수는 도금을 포함하지 않고 금속 돌출부를 포함하지 않는 리드팁 사이의 공칭 치수입니다. 금속 간 연면거리는 최소 1.85mm입니다.

POD_MinSOP-16A_E_042922

PI-8833-051622

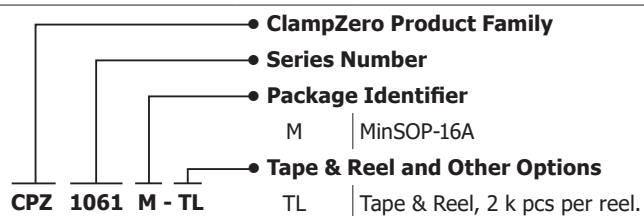
패키지 마킹



- A. 파워 인테그레이션스(Power Integrations) 등록 상표
B. 조립 날짜 코드(앞 두 자리: 연도, 뒤 두 자리: 작업 주)
C. 제품 ID(부품 번호/패키지 유형)
D. Lot ID 코드

PI-9220a-111720

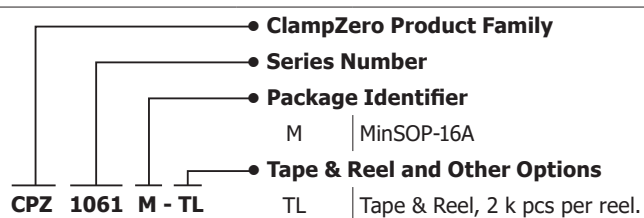
Part Ordering Information



MSL 표

Part Number	MSL Rating
CPZ1061M	3
CPZ1062M	3
CPZ1075M	3
CPZ1076M	3

Part Ordering Information



개정	참고	날짜
C	Production release.	11/20
D	부품 번호 CPZ1075M, CPZ1076M 도입.	01/22
E	PowiGaN 디바이스의 생산 출시, $D_{HSD(ON)}$, $D_{HSD(OFF)}$, $R_{DS(ON)}$ 업데이트.	03/22
F	MinSOP-16A(M 패키지) 도면 업데이트.	05/22
G	최대 정격 절대값 표에서 DRAIN 핀 전압 및 피크 전류 값 업데이트.	07/22

최신 업데이트는 당사 웹사이트 www.power.com을 참고하십시오.

파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 안정성 또는 생산성 향상을 위하여 언제든지 당사 제품을 변경할 수 있는 권한이 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 본 문서에서 설명하는 디바이스나 회로 사용으로 인해 발생하는 어떠한 책임도 지지 않습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 어떠한 보증도 제공하지 않으며 모든 보증(상품성에 대한 묵시적 보증, 특정 목적에의 적합성 및 타사 권리의 비침해를 포함하며 이에 국한되지 않음)을 명백하게 부인합니다.

특허 정보

본 문서에서 설명하는 제품 및 애플리케이션(제품의 외부 트랜스포머 구성 및 회로 포함)은 하나 이상의 미국 및 해외 특허 또는 파워 인테그레이션스(Power Integrations)에서 출원 중인 미국 및 해외 특허에 포함될 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)의 전체 특허 목록은 www.power.com에서 확인할 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 고객에게 www.power.com/ip.htm에 명시된 특정 특허권에 따른 라이선스를 부여합니다.

수명 유지 장치 사용 정책

파워 인테그레이션스(Power Integrations)의 제품은 파워 인테그레이션스(Power Integrations) 사장의 명백한 문서상의 허가가 없는 한 수명 유지 장치 또는 시스템의 핵심 부품으로 사용할 수 없습니다. 자세한 정의는 다음과 같습니다.

1. 수명 유지 디바이스 또는 시스템이란 (i)신체에 대한 외과적 이식을 목적으로 하거나, (ii)수명 지원 또는 유지를 목적으로 사용되며, (iii)사용 지침에 따라 올바르게 사용하는 경우에도 동작의 실패가 사용자의 상당한 부상 또는 사망을 초래할 수 있는 디바이스 또는 시스템입니다.
2. 핵심 부품이란 부품의 작동이 실패하여 수명 유지 디바이스 또는 시스템의 작동이 실패하거나, 해당 디바이스 또는 시스템의 안전성 및 효율성에 영향을 줄 수 있는 수명 유지 디바이스 또는 시스템에 사용되는 모든 부품입니다.

파워 인테그레이션스(Power Integrations), 파워 인테그레이션스(Power Integrations) 로고, CAPZero, ChiPhy, CHY, DPA-Switch, EcoSmart, E-Shield, eSiP, eSOP, HiperLCS, HiperPLC, HiperPFS, HiperTFS, InnoSwitch, Innovation in Power Conversion, InSOP, LinkSwitch, LinkZero, LYTSwitch, SENZero, TinySwitch, TOPSwitch, PI, PI Expert, PowiGaN, SCALE, SCALE-1, SCALE-2, SCALE-3, SCALE-iDriver는 Power Integrations, Inc.의 상표이며, 기타 상표는 각 회사의 재산입니다. ©2022, Power Integrations, Inc.

파워 인테그레이션스(Power Integrations) 전 세계 판매 지원 지역

본사

5245 Hellyer Avenue
San Jose, CA 95138, USA
본사 전화: +1-408-414-9200
고객 서비스:
전 세계: +1-65-635-64480
북미: +1-408-414-9621
이메일: usasales@power.com

중국(상하이)

Rm 2410, Charity Plaza, No. 88
North Caoxi Road
Shanghai, PRC 200030
전화: +86-21-6354-6323
이메일: chinasales@power.com

중국(선젠)

17/F, Hivac Building, No. 2, Keji Nan
8th Road, Nanshan District,
Shenzhen, China, 518057
전화: +86-755-8672-8689
이메일: chinasales@power.com

독일

(AC-DC/LED/모터 컨트롤 판매)
Einsteinring 24
85609 Dornach/Aschheim
Germany
전화: +49-89-5527-39100
이메일: eurosales@power.com

독일(게이트 드라이버 판매)

HellwegForum 3
59469 Ense
Germany
전화: +49-2938-64-39990
이메일:
igbt-driver.sales@power.com

인도

#1, 14th Main Road
Vasanthanagar
Bangalore-560052 India
전화: +91-80-4113-8020
이메일: indiasales@power.com

이탈리아

Via Milanese 20, 3rd. Fl.
20099 Sesto San Giovanni (MI) Italy
전화: +39-024-550-8701
이메일: eurosales@power.com

일본

Yusen Shin-Yokohama 1-chome Bldg.
1-7-9, Shin-Yokohama, Kohoku-ku
Yokohama-shi,
Kanagawa 222-0033 Japan
전화: +81-45-471-1021
이메일: japansales@power.com

대한민국

RM 602, 6FL
Korea City Air Terminal B/D, 159-6
Samsung-Dong, Kangnam-Gu,
Seoul, 135-728, Korea
전화: +82-2-2016-6610
이메일: koreasales@power.com

싱가포르

51 Newton Road
#19-01/05 Goldhill Plaza
Singapore, 308900
전화: +65-6358-2160
이메일:
singaporesales@power.com
대만
5F, No. 318, Nei Hu Rd., Sec. 1
Nei Hu Dist.
Taipei 11493, Taiwan R.O.C.
전화: +886-2-2659-4570
이메일: taiwansales@power.com

영국

Building 5, Suite 21
The Westbrook Centre
Milton Road
Cambridge
CB4 1YG
전화: +44 (0) 7823-557484
이메일: eurosales@power.com