

3상 모터 구동을 위한 새로운 1200V 지능형 전력 반도체 모듈

이 종욱, 이 민섭, 백 미란, 이 준배, 정 대웅
인피니언 테크놀로지스 코리아

A New Smallest 1200V Intelligent Power Module for Three Phase Motor Drives

JongUk Lee, Minsub Lee, Miran Beak, Junbae Lee, Daewoong Chung
R&D Infineon Technologies Korea, Seoul Korea

ABSTRACT

본 논문은 3상 AC 모터와 영구동기자석 모터제어를 위한 새로운 1200V, 5A/10A 지능형 전력반도체 모듈(Intelligent Power Module, IPM) 제품을 소개한다. 이 전력 모듈은 DIP (Dual in line) 패키지의 DBC(Direct Bond Copper)로 구성되어 있으며 Silicon on Insulator, SOI type의 6 채널 게이트 드라이브와 6개의 IGBT, Diode로 구성되어 있다. 본 논문에서는 1200V, 5A/10A 의 새로운 전력반도체의 전기적 특성 및 드라이빙 퍼포먼스를 소개한다.

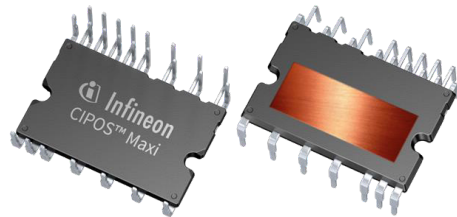


그림 1. Package drawing
(Size: 36mm x 22.7mm x 3.1mm)

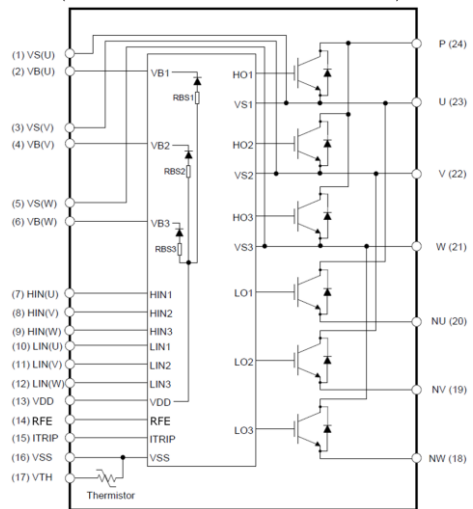


그림 2. Internal block diagram

1. 서론

에너지 절감과 환경오염에 대한 관심이 증가함에 따라 고효율, 소형화의 넓은 범위의 어플리케이션을 갖는 인버터의 중요성은 증가하고 있다. 본 논문에서 소개하는 1200V 지능형 전력 반도체는 인피니언 테크놀로지스의 새로 개발된 SOI single 게이트 드라이브 IC를 사용하여 사이즈를 최소화하며 최적으로 개발되었다. 본 지능형 전력반도체는 Control Integrated Power System(CIPOS™) Maxi라 칭하며 산업용 모터드라이브 어플리케이션산업에서 보다 향상된 효율, 신뢰성 및 유연한 제어능력을 가진다. 따라서 새로운 지능형 전력 반도체 1200V CIPOS™ Maxi 의 전기적 특성 및 드라이빙 퍼포먼스를 소개한다.

2. 본문

2.1 Overview and circuit configuration

그림 1,2는 1200V CIPOS™ Maxi 의 패키지 모형과 내부 회로이다. 6개의 IGBT와 diode와 1200V SOI 게이트 드라이브 IC로 구성되어 있다. 최적의 IC 내부 Bootstrap 회로와 여러 Protection function을 포함하여 Power device의 DBC를 통해 패키지 사이즈를 1200V 지능형 전력모듈 중 가장 최소화 시켰다. 본 제품의 패키지 개발에서 사이즈를 가능한 최소화를 하였으며 clearance와 creepage 같은 절연거리의 국제 표준 규격을 준수하였다. 표 1은 본 논문에서 소개하는 1200V/ 5A, 10A의 제품 군이다.

표 1

Current rating	Device name	Package
5A	IM818-SCC	24pins, Dual in line
10A	IM818-MCC	

2.2 Feature of new 1200V SOI single gate driver IC

본 논문의 1200V CIPOS™ Maxi에 SOI(Silicon-On-Insulator) 기반의 IC를 적용하였다. 그림 3은 게이트 드라이브의 Timing chart 이며 IC의 보호동작에 관한 동작 시퀀스를 나타낸다. A의 경우, HIN(High side Input)과 LIN(Low side Input)이 동시에 turn-on 신호를 받은 상황이며, Shoot-through 보호기능을 통해 Output에서 이러한 상황이 생기지 않도록 보호기능이 작동한다. 또한 MCU에서 잘못된 명령으로 인해 B와 C 간격의 오작동으로 IGBT가 손상될 수도 있으므로 Sleep-function을 통해 Output을 제어하여 IGBT를 보호한다. 그 후 Fault 신호가 다시 정상상태가 된 후, IC에서는 새로운 입력신호를 기다리게 된다.

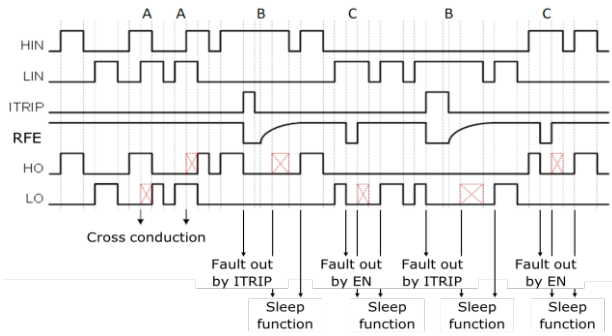


그림 3. IC Timing Chart

2.3 Performance

1200V CIPOS™ Maxi는 기존의 타 1200V IPM 제품들과 비교하였을 때, 최단 데드타임 및 최소 입력 펄스 폭을 제공한다. 권장 최소 데드타임은 0.5 μ s 이며 최소 펄스 폭은 1 μ s 이다.

그림 4는 VDC=800V, VDD=15V, TC=150°C 조건에서 IM818-MCC의 스위칭 측정 테스트 파형이다. VDC=800V, VDD=15V 및 TJ \leq 150°C 조건에서, 단락조건(Short circuit capability)이 최대 10 μ s 까지 보장되는 것을 확인했다. 그림 5는 5A, 10A의 두 제품을 높은 VDC 및 VDD와 같은 열악한 조건에서 어떠한 손상도 없이 단락 내력에 관한 실제 테스트 결과를 기록하였다.

그림 6은 VDC=600V, VDD=15V, PF=0.8, MI=0.8, Tc=100°C fsw =15kHz의 조건에서 1,200V 10A 등급의 IPM과 비교하여 인버터 손실을 나타낸다. 그림 7는 동일한 Heatsink를 사용한 10A 조건의 지능형 전력 반도체에서 인피니언 제품인 IM818-MCC과 경쟁사 제품을 비교한 평가 결과이다. 본 논문에서 소개하는 1200V CIPOS™ Maxi, IM818-MCC 패키지가 약 절반 크기임에도 불구하고 동일한 작동 조건에서 거의 유사한 열 성능을 보여준다.

이 시뮬레이션은 인피니언 테크놀로지에서 제공되는 CIPOSIM을 통해 해석하였으며 추정되는 손실 및 Tj (Junction Temperature), 최대 허용 동작 상황까지 시뮬레이션을 통해 검증하였다.

3. 결론

본 논문은 지능형 전력 반도체시장에서 인피니언 테크놀로지의 새로운 CIPOS™ Maxi와 기존의 타 1200V IPM에 비해, 가장 작은 패키지로 개발되었다. 또한 전기적 특성 및 효율을 비교하였을 때, 우수한 성능을 나타내어 소형화, 고성능을 달성하였다. 따라서 인버터 시스템의 안전성과 간소화된 보드 설계를 통해 비용을 절감과 제품의 소형화를 할 수 있는 기회를 제공한다.

참고 문헌

- [1] R. Keggenhoff, Z.Liang, A. Arens, P. Kanschat, R. Rudolf. "Novel SOI Driver for Low Power Drive Applications", *Power Systems Design Europe*, Nov. 2005.
- [2] Taehyun Kim, Minsub Lee, Junbae Lee "Protection Features of Intelligent Power Module against Transient State" *PCIM Europe*, 2016

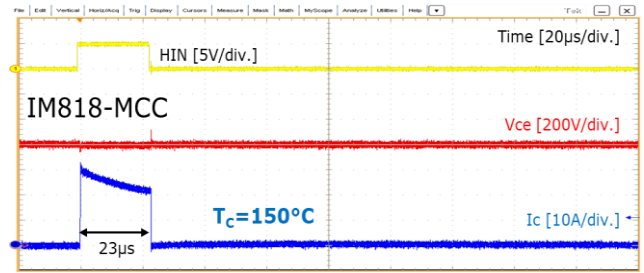


그림 4. IM818-MCC Short circuit test result waveform

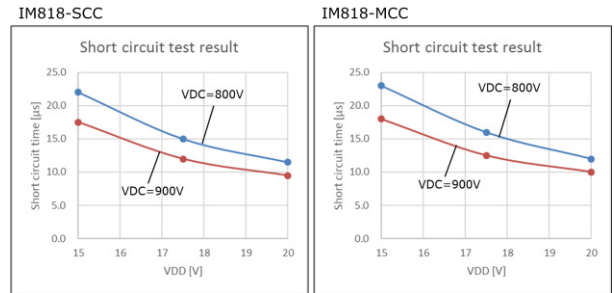


그림 5. Short circuit withstand time results under worse condition

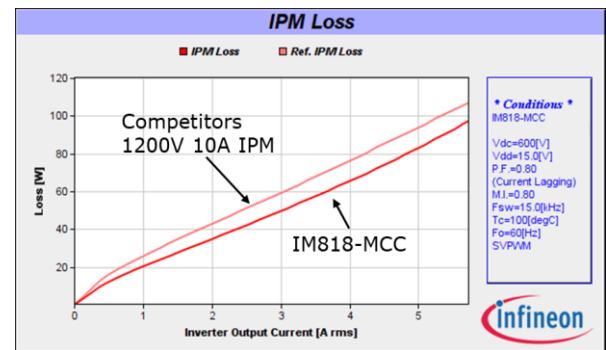


그림 6. Comparison of Inverter loss (VDC=600V, VDD=15V, PF=0.8, MI=0.8, TC=100°C, fsw=15kHz, FO=60Hz, SVPWM)

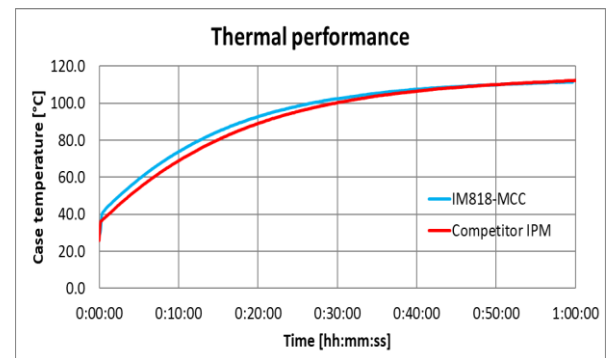


그림 7. Thermal performance results (VDC=600V, VDD=15V, PF=1, MI=0.46, Ta=25°C, fsw=15kHz, FO=60Hz, SVPWM)