

VSD를 견고하고 콤팩트하게 만들어주는 TMPIM 기술

CIB 또는 CI 회로의 전원 모듈은 일반적으로 모터 드라이버, 서보 및 HVAC 애플리케이션에서 VSD용으로 채택된다. 온세미컨덕터는 혁신적인 TMPIM 기술을 통한 전력 집적 모듈 개발로, 더욱 세밀한 패키징에 더욱 높은 효율과 전력 밀도를 제공한다.

글/진창 조우(Jinchang Zhou), 온세미컨덕터 애플리케이션 엔지니어 담당

가변속 드라이브(Variable-Speed Drives, VSD)는 모터 토크와 속도를 매우 효율적으로 변경할 수 있어 모터 드라이버, 서보(Servo), 공조 기술(HVAC) 등 내구성이 강한 애플리케이션에 널리 사용된다. VSD가 채택되기 전에는 교류(AC) 출력 전력을 그리드 전력의 라인 주파수로만 인가할 수 있었으며 최대 속도가 필요하지 않은 경우에는 기계적인 단속이 일반적으로 사용되었다. 따라서 필요에 따른 속도 제어는 전력 사용량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 모터의 수명도 연장시킨다. 이것을 실현하는 가장 일반적인 형태의 제품중 하나가 컨버터-인버터-브레이크(CIB) 모듈이다.

그림 1은 CIB 모듈의 기본 구성을 보여준다. 모듈 회로는 컨버터(Converter), 인버터(Inverter), 브레이크(Brake)의 세 부분으로 구성되며 해당 부품들의 맨 첫 글자인 C, I, B를 따온 'CIB'로서 알려지게 되었다. 정상 작동 중에는 그리드로부터 3상 전압(그림 1의 R/S/T)이 컨버터단으로 입력되어 교류가 직류(DC)로 변환된다.

일반적으로 사용되는 3상 전압은 240V 급과 400V 급이며 전압 크기에 따라 650V 급 CIB 모듈 또는 1200V 급 CIB 모듈이 제안된다. 컨버터 끝단 직류 버스에 커패시터를 연결하여 동적 전력 사용으로 인한 인버터로부터의 전압 리플을 완



화시킬 수 있다. 그 다음 인버터단이 직류 입력을 교류 출력으로 변환하여 모터에 전원을 공급한다. 이는 해당 인버터단에서 6개의 IGBT를 켜고 끄는 방식으로 이뤄진다. 출력전압/전류는 펄스 폭 변조를 통해 제어되는데 이는 원하는 속도 및

방향으로 모터를 구동하는 데 필요한 전력을 생성하도록 신호를 구성하는 것이다. 온세미컨덕터가 TMPIM(Transfer-Molded Power Integrated Modules)의 전류 정격을 정의할 때 전류는 인버터 부분의 IGBT 정격을 의미한다. 사용예로 1200V 25A TMPIM CIB 모듈은 5kW 모터 출력을 전달하고, 35A TMPIM이 7.5kW, 50A가 10kW, 최대 15kW 및 20kW를 공급한다. 킬로와트(kW) 출력 정격은 일반적인 참조 규격이라 점에 유의해야 한다. 애플리케이션이 다른 제어 및 냉각 설정을 사용하는 경우, 해당 전력 정격은 크게 달라질 수 있다.

따라서 최대 출력은 전원 모듈 설계와 모듈 제어 및 냉각 방법에 의해 정의된다. 가장 적합한 모듈을 선택하고자 한다면 온세미컨덕터의 모션 컨트롤 온라인 시뮬레이션 툴의 도움을 받을 수 있다. 모터가 멈추고 감속할 때, 모터는 회생 모드로 전환된다. 모터에 의해 발생된 전력은 직류 버스 커패시터로 다시 돌아간다. 이 때 발생 전력이 과도해지면 과충전 발생해 커패시터를 손상시킬 수 있다. 이 경우 브레이크 IGBT가 동작하여 초과 전력을 IGBT와 직렬로 연결된 외부 브레이크 저항기로 보낸다. 이 구성은 과도한 회생 전력을 소멸시키고 커패시터의 전압을 안전한 수준으로 유지한다.

팬, 펌프 및 히터 드라이브같이 회생 전력이 크지 않은 애플리케이션의 경우, 브레이크는 없앨 수 있으며 이 경우 해당 모듈은 CI(컨버터-인버터) 모듈이라고 한다.

전력 통합 모듈을 위한 혁신적인 패키지

일반 CIB/CI 모듈은 전원 관련 부품들을 하우징 내부에 집어넣는 젤 충전식 패키징을 사용한다. 이 방식은 다단계의 제조 공정이 요구되는데, 보다 본질적인 문제는 해당 방식이 여러층의 비균질 물질들과 접합을 결합시킴으로서 모듈을 약화시키고 견고성을 낮출 수도 있다는 것이다. 온세미컨덕터는 TMPIM(Transfer-Molded Power Integrated Modules)을 개발하여 이러한 기준을 바꿔 놓았다. 이름에서 알 수 있듯이, 해당 공정은 패키지와 부품들을 감싸는 중간재를 동일한 물질로 만드는 '단일공정 캡슐화 기술'이다.

트랜스퍼 몰드 공정은 일반적으로 부속품을 하우징 하는데 사용되는 플라스틱 박스나 접착제, 전원 장치를 둘러싸는 인캡슐런트 등 여러 물질의 필요성을 없앴다. 트랜스퍼 몰드는 전체적으로 더 효율적인 제조 공정일 뿐만 아니라, 열 배향상된 온도 사이클링으로 효율을 높이는 데에 직접적으로 기여한다. 이는 최종 제품의 크기와 외형 측면에서 더 나은 융통성을 제공함은 물론, 높은 신뢰성과 높은 전력 밀도를 제공한다.

현재까지 온세미컨덕터는 TMPIM 공정을 적용, 25A, 35A, 50A의 전류 정격을 갖는 1200V CIB 모듈 6개로 구성된, 3.75kW~10kW의 전력이 요구되는 애플리케이션을 대상으

그림 1. CIB모듈의 기본구성

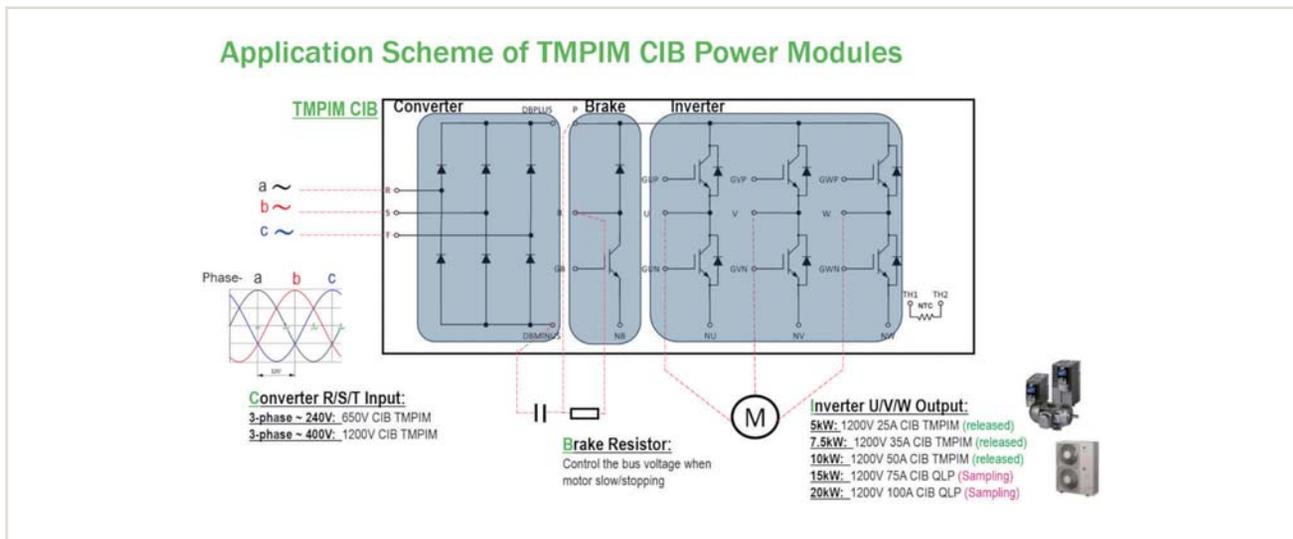
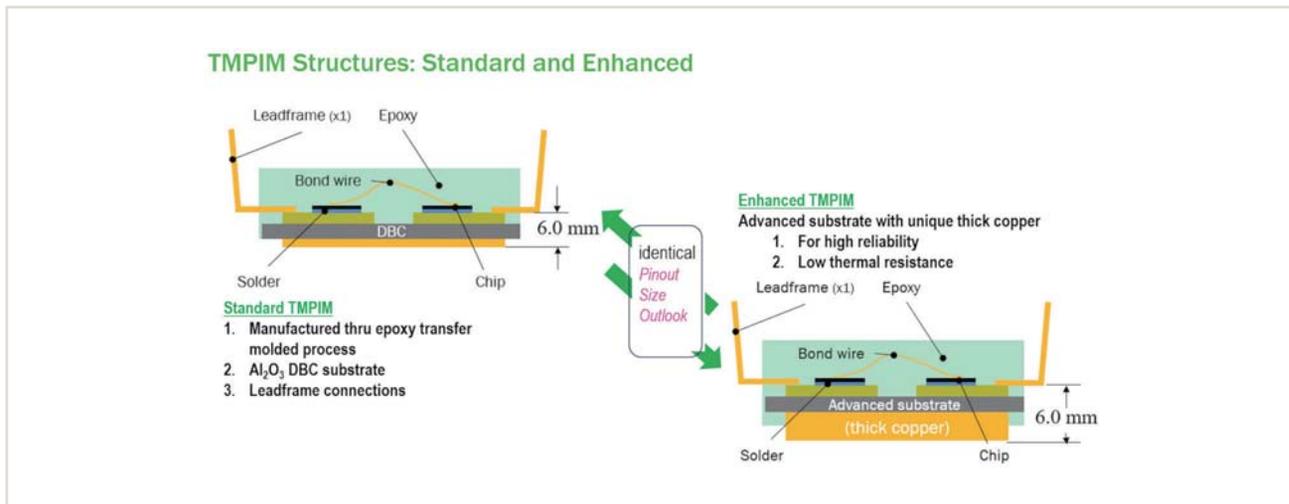


그림 2. 온세미컨덕터의 표준 버전 및 향상된 버전의 TMPIM 패키징



로 한 다수의 모듈을 개발, 출시했다. 이러한 제품들은 DIP-26 패키지를 지원하며 CBI 및 CI 변형을 포함한다. 현재 온세미컨덕터는 35A~150A의 출력 전류를 지원하는 650V 모듈 제품군을 선보였음은 물론 75A~100A의 출력 전류를 지원하는 1200V CBI 모듈로 제품군을 확대할 예정이다. 해당 디바이스들은 최대 20kW의 전력을 요구하는 애플리케이션까지 커버할 수 있으며, QLP 패키지를 지원한다. DIP-26 패키지는 양쪽에 터미널이 있는 반면 QLP는 4면 모두에 터미널이 있는 4각형 리드 프레임 패키지다.

패키지 개선으로 높아지는 전력밀도

온세미컨덕터는 높은 출력 전력을 수용하기 위해 TMPIM 공정을 더욱 발전시켜 표준 버전과 향상된 버전을 개발했다. 향상된 버전은 구리 층이 더 두꺼운 고급 기판을 특징으로, 베이스 플레이트의 필요성을 제거, 두 패키지의 외부 치수가 동일하게 유지되도록 하여, 제조업체는 전력 수요에 따라 두 패키지 간의 선택을 더욱 쉽게 할 수 있게 되었다. 베이스 플레이트를 제거하면 경쟁 제품 대비 모듈의 부피가 약 57% 감소하는 동시에 표준 TMPIM 패키지 대비 열전도율이 약 30%까지 증가된다.

길어진 수명

구리의 두께를 높임으로써 해당 패키지의 열저항은 낮아지고 열용량은 높아짐과 동시에 향상된 기판은 모듈의 신뢰도를 더욱 높여준다.

앞서 설명했듯이 칩, 리드 프레임, 본드 와이어를 포함한 전체 조립품은 패키지를 구성하는 동일한 에폭시로 캡슐화된다. DIP-26 패키지에서는 CBI와 CI 모듈이 모두 동일한 핀아웃을 공유하며, CI 모듈에서는 브레이크 터미널이 내부 연결되지 않는다.

온세미컨덕터 자체 경쟁업체 분석 결과, 트랜스퍼 성형 공정을 이용해 제작된 모듈은 열전도율과 전반적인 효율이 개선된 반면 온도 사이클은 10배 이상 높고 전력 사이클은 3배 개선된 것으로 나타났다.

결론

CIB 또는 CI 회로의 전원 모듈은 일반적으로 모터 드라이버, 서버 및 HVAC 애플리케이션에서 VSD용으로 채택된다. 온세미컨덕터는 혁신적인 TMPIM 기술을 통한 전력 집적 모듈 개발로, 더욱 세밀한 패키징에 더욱 높은 효율과 전력 밀도를 제공한다. **SN**