

친환경 차량의 지능형 파워 모듈의 신뢰성 평가에 대한 연구 Research on reliability test of the intelligent power module for an eco-friendly vehicle

양대근† · 김철수* · 김규식* · 이봉현* · 이홍섭**

Dae-Geun Yang, Chil-Soo Kim, Kyu-Sik Kim, Bong-Hyun Lee, Hong-Seob Lee

회회로를 집적시킨 것이다.

1. 서 론

기존 내연기관 자동차에서 발생하는 환경 문제를 해결하기 위해서 하이브리드 자동차나 전기자동차와 같이 구동 모터를 사용하는 친환경 자동차의 개발이 이루어지고 있다. 이러한 친환경 자동차에는 구동 모터를 제어하기 위한 인버터와 컨버터에 대전력 스위칭용 전력변환모듈이 사용된다.

구동 모터용 인버터의 핵심부품인 전력변환 모듈의 신뢰성 저하는 차량 성능 저하로 직결되고, 주행 중 파손이나 오동작은 심각한 위험을 초래할 수 있다. 이에 본 논문에서는 실차 조건에 준하는 작동 환경을 고려하여 개발되는 지능형 파워 모듈(Intelligent Power Module, IPM)의 전기적 성능, 진동 및 온도에 대한 신뢰성 평가를 수행하고 정립하였다.

2. 지능형 파워 모듈(Intelligent power Module, IPM)

Figure 1과 같이, 친환경 자동차의 구동 모터를 제어하기 위해서, 배터리의 직류(DC) 전력을 교류(AC) 전력으로 변환시키는 인버터 혹은 모터 컨트롤러가 필요하다. 인버터의 핵심부품은 대전력 스위칭용 전력변환모듈로써, 일반적으로 IGBT나 MOSFET과 같은 스위칭 파워모듈이 사용된다. IPM은 일반적인 파워모듈에 게이트 드라이버와 보

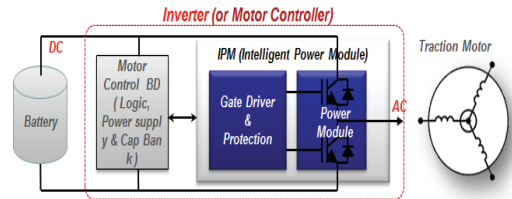


Figure 1 IPM system block diagram

3. IPM의 신뢰성 평가 및 결과

자동차용 전기기기의 신뢰성을 평가하는 방법에는 과전압 시험, 전자와 적합성 시험, 내진동 시험, 내열충격 시험, 온습도 사이클 시험, 내파워사이클 시험 등이 있다.

본 논문에서의 개발 중인 IPM은 산화알루미늄, 질화알루미늄, 질화규소 등의 재질로 이루어진 절연성 기판 윗면에는 전력 반도체를, 아랫면에는 방열판을 납땀한 후, 와이어 본딩 기술을 이용하여 회로간 연결한 제품이다. 따라서 주변 온도나 시편의 작동에 의해 발생하는 열에 의해 납땀이나 본딩 부분이 소손될 수 있다. 그러므로 열에 대한 신뢰성이 중요하므로 온도에 대한 평가를 주요 항목으로 선정했다. 그래서 시편 주변 온도의 주기적인 변화에 의한 열충격에 대한 신뢰성 시험을 수행하고 IPM의 작동에 의해 발생하는 열에 대한 신뢰성 시험으로 내파워사이클 시험을 수행하였다. 또 자동차의 운행에서 발생하는 기계적 충격에 대한 신뢰성 시험을 위해 내진동 시험이 수행되었다.

다음의 Figure 2는 내열충격 시험 셋업과 방법을 나타낸다.

† 교신저자; 정회원, 자동차부품연구원 사업개발본부/대구경북지역본부/전기구동지역연구센터

E-mail : dgyamg@katech.re.kr

Tel : (053) 592-3168 , Fax : (053) 592-3169

* 자동차부품연구원 사업개발본부/대구경북지역본부

** (주)하이브론

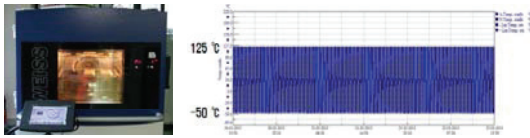


Figure 2 Thermal cycle test setup

Figure 3은 내 진동 시험에 대한 시험 셋업 및 방법을 나타내며 시험 사양은 Table 1에 나타내었다.

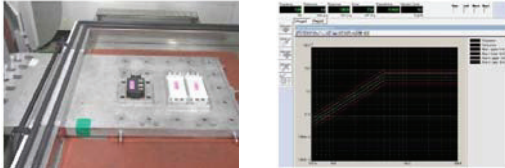


Figure 3 Vibration test setup

Table 1 Vibration test conditions

시험 조건	시험 내용
가진 모드	Sine sweep
주파수	5~500 Hz
Sweep rate	4 min
진동가속도	5 G
최대진폭	1 mm
가진 사이클	왕복 4 cycle/ 각 방향
가진 방향	X, Y, Z

내파워사이클 시험 셋업 및 방법은 Figure 4에 나타내었다.

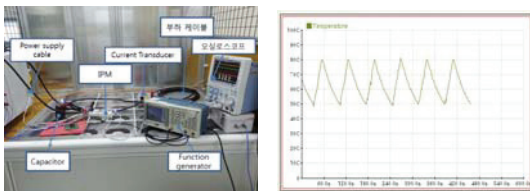


Figure 4 Power cycle test setup

각각의 시험의 합부 판정을 하기 위해서 시험 후 IPM의 작동 여부를 확인 하였으며 내부 보호회로에 의해 고장 유무를 판별할 수 있는 고장진단 신호도 확인하였다. 또한 전기제품의 사용에 있어서 누전여부를 확인할 수 있는 절연 저항을 측정하여 보았다.

개발 중인 IPM 시험 전후에 절연 저항 측정 결

과 collector와 emitter 단의 절연 저항은 감소하는 경향을 보였으나 시험 종료 후 정상작동을 확인 하였고 내부 보호회로의 고장진단 단자의 정상 신호를 확인했다. 다음의 Figure 5에 고장 진단 검사와 절연저항 측정 과정을 나타내었다.



(a) Fault diagnosis (b) Insulation resistance

Figure 5 Basic function test

4. 결 론

본 논문은 차량 환경에서의 전동기 구동용 지능형 파워 모듈(IPM)의 신뢰성 평가를 위한 연구이다. 자동차 전장품의 경우 수요 완성차 업체의 시험 규격에 맞게 시험되어야 하나 보안 문제의 제약이 없는 JASO(Japanese Automotive Standards Organization), JEDEC(Joint Electron Device Engineering Council) 등의 시험 규격을 참고한 충분한 조건으로 내열충격 시험, 내진동 시험, 내파워사이클 시험을 구현하여 실시하였다. 또 시험의 합부 판정을 위해서 시험 전후에 기본 적은 성능 검사를 수행함으로써 전동기 구동용 IPM의 정확한 신뢰성 평가 방법이 제시되었다.

후 기

본 연구는 산업통상자원부에서 주관하는 그린카 수송시스템산업 원천기술개발사업 “글로벌 해외 연계가 가능한 전기동력 차량용 1.2kV급 소비전력 10%이상 저감 전력저감형 인버터 전기 핵심부품 개발(No.10042566)”의 지원으로 수행되었습니다.