

오토모티브 어플리케이션의 최적 솔루션인 SKIM과 SKAI소개

김창호, 이창민, 최춘호, 원종훈
세미크론

Optimized solutions for Automotive application: SKIM & SKAI

CH Kim, JH Won, CM Lee & YH Kim
SEMIKRON KOREA

ABSTRACT

극한 조건을 요구하는 오토모티브 어플리케이션은 일반 산업용 제품으로 접근 어려운 분야이다. 세미크론은 오랜 경험을 통하여 고객의 요구에 맞는 솔루션을 가지고 있다. 전력모듈만을 필요로 하는 고객에게는 SKiM을 추천하며, 제어기와 DC 링크를 포함 전력변환 장치를 원한다면 SKAI를 추천한다.

1. 서론

오토모티브 어플리케이션은 극한 조건을 요구한다.

표 2 차량 어플리케이션의 요구사항

Vehicle application requirements	Rating
Passive temperature cycles (@ ΔT 100K ; 2 daily cold starts)	10,000 cycles
Active temperature cycles (@ ΔT 40K)	3,000,000 cycles
Non-operational life	20 years
Operational life	10,000...50,000 hours
Ambient temperature	-40°C...+125°C
Liquid cooling (separate cooling circuit)	-40°C...+75°C
Vibration	5...12g
Shock	50...100g
Protection Class	IP54...IP6K9K
Ratio of output power to volume	High
Ratio of output power to weight	High

표 1에서 보는 바와 같이 대기 온도는 최대 125도이다. 일반 산업용 소자로는 견딜 수 없는 온도이다. 세미크론의 SKiM 제품은 오토모티브에 적합성 여부를 가리는 AEC Q101인증 시험에서 모든 부분을 통과 하였으며 특히 동작 수명 시험에서 인증 조건 보다 더 악조건에서 문제없이 작동되었다(표2 참조)

표 3 AEC-Q101 중 동작 수명 시험(파워사이클)

No	Test	AEC-Q101	SKiM	No. devices failed	SKiM Test vs. AEC-Q101
10	Intermittent operational life (power cycle)	ΔT ≥ 100°C, n ≥ 6k - 15k (2-5 min on, 2-5 min off per cycle) depending on package	ΔT = 110°C, n ≥ 60,000	0/24	better

2. SKIM 모듈과 SKAI 소개

2.1 SKIM 모듈 신뢰성 시험

AEC 101 pass 조건은 ΔT ≥ 100°C 이고 전력 사이클이 6000에서 15,000이상이면 합격이다. SKiM 제품은 ΔT = 110°C 에서 전력 사이클이 모듈내의 상/하에 있는 Chip 모두가 60,000 번이 넘는 전력 사이클에서도 모두 문제없이 동작했다(그림 1 참조).

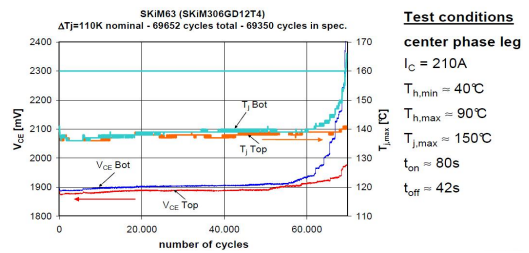


그림 1 SKIM의 전력 사이클링 시험

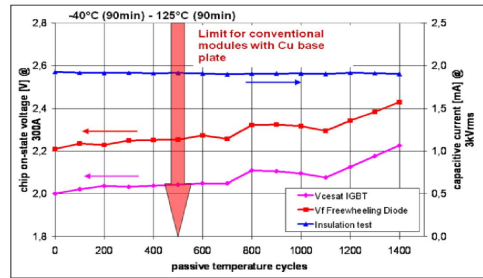


그림 2 SKIM 온도 사이클링 시험

그림 2는 40°C 에서 +125°C까지 온도 편차 165K에서도 1500 사이클을 까지 사양제한 없이 도달 할 수 있음을 보여준다. 산업용 모듈의 경우 IEC 68 2 14에 따라 단지 100 사이클을 만족하면 된다. 또한 구리 base plate를 가진 일반 모듈의 경우 500 사이클이 최대 한계이다.

2.2 SKIM 모듈 소개



그림 3 SKiP, Spring & Sinter 기술이 적용된 SKIM

SKiM은 SemiKron Integrated Module의 약자로 그림3에 보는 바와 같이 3개의 기술이 적용되어 있다 (SKiP, Spring 접촉과 sinter 기술).

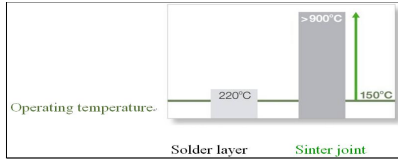


그림 4 sinter joint 용융온도: 900°C이상

Soldering의 용융 온도는 220도 정도이며 보통 전력 소자가 사용되는 최대 온도 150도 정도로 온도여유가 크지 않다. 이로 인해 잦은 온도 사이클은 chip과 DBC에 박리를 가져 온다. Sinter 기술의 경우 sinter joint의 녹는 온도는 900도 이상이므로 최대 사용 온도 150도 보다 750도의 온도여유를 가지고 있어 잦은 온도 사이클에도 문제 없이 동작한다 (그림4 참조).

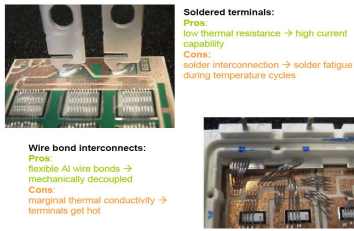


그림 5 soldering 된 단자와 wire 본드로 결합된 단자에 대한 장단점 비교

일반적인 전력 소자는 soldering된 단자나 wire 본드로 접촉되어 있다. 이들은 나름의 장점을 가지고 있지만 온도 사이클에 취약하거나 열적 도통 한계로 인해 단자가 뜨거워지는 단점도 있다 (그림 5 참조).

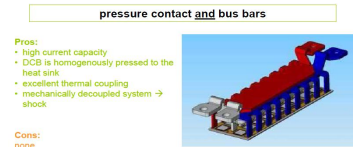


그림 6 압착 접촉 과 버스바 장점

그림 6의 경우는 Spring 접촉과 SKiiP 기술이 적용된 경우로 그림 5의 단점이 없어질 뿐 아니라 고 전류 용량과 같은 더 많은 장점을 가지게 된다.

600 V	1200 V	1700 V
SKiM 406GD066HD I _{max} = 400 A P _{max} = 30 kW	SKiM 306GD12E4 I _{max} = 300 A P _{max} = 30 kW	
SKiM 606GD066HD I _{max} = 600 A P _{max} = 50 kW		
SKiM 909GD066HD I _{max} = 900 A P _{max} = 150 kW	SKiM 459GD12E4 I _{max} = 450 A P _{max} = 50 kW	SKiM 429GD176HD I _{max} = 420 A P _{max} = 90 kW

그림 7 각 노미날 전기용량을 가진 SKiM 63/93 모듈

오토모티브 용으로 개발된 SKiM63/93은 3 상 모듈로 600V, 1200V, 1700V용이 있으며 모두 6종이 있다 (그림 7 참조).

2.3 SKAI 시스템 소개

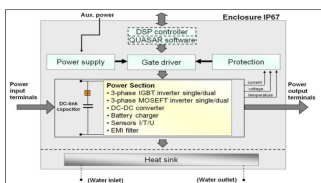


그림 8 전형적인 SKAI 시스템 구조

그림 8은 일반적인 SKAI 시스템의 구조를 나타낸다. SKAI는 SemiKron Advanced Integration의 약자로 DSP 제어기, 전원장치, 게이트 드라이버, 보호회로, 전력 스위치, 센서, DC 링크 콘덴서와 방열판이 장착되어 있다.

	SKAI MOSFET LV System	SKAI IGBT HV System	SKAI Multi-Converter Box
Application	Material handling, electric vehicles	Full electric vehicles, hybrid vehicles	Auxiliary supplies for commercial vehicles
Typical power	< 55kVA	< 250kVA	< 40kVA
DC-link voltage	24V - 160V	150V - 850V	450V - 850V
Topology	Single and dual 3-phase inverter Water or air-cooled	Single 3-phase inverter Water cooled Dual 3-phase inverter (planned)	Inverter, DC-DC converter and battery charger

그림 9 SKAI 시스템 토폴로지

SKAI 시스템은 mosfet으로 구성된 LV(low voltage) 시스템과 IGBT로 구성된 HV(High voltage) 시스템이 있고 각각 DC link 전압은 24 160V 와 150V 850V 전원에 적용될 수 있다. 마지막으로 내부에 인버터, DC DC 컨버터와 배터리 charger가 내장된 Multi converter box도 SKAI시스템에 속한다(그림 9 참조)

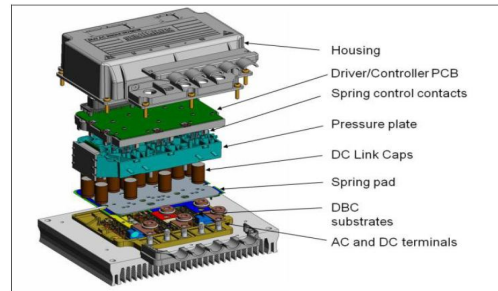


그림 10 SKAI LV 시스템의 내부 구조

SKAI LV system 은 DBC가 바로 방열판에 결합하는 SKiiP기술이 적용되었으며 내부의 부품이 compact하게 배치되어 있음을 알 수 있다 (그림 10 참조)

SKAI 시스템은 SKiM에 적용된 sinter, spring 접촉 및 SKiiP 기술이 모두 적용되어 오토모티브의 약조건에 문제 없이 동작하며, size 또한 compact한 장점이 있다.

3. 결론

오토모티브에 최적인 SKiM 모듈과 SKAI 시스템에 대해 간략히 소개 하였다. SKiM과 SKAI 모두 Sinter, Spring 접촉 및 SKiiP 기술이 적용되어 오토모티브의 약조건에 견디며, 특히 SKAI 시스템의 경우 뛰어난 배치 기술로 제어기를 포함한 모든 전기적 시스템이 내장된 안정된 최적의 솔루션이다.

참고 문헌

- [1] P. Beckedahl, T. Grasshoff & M. Lederer : A new 전력 module concept for automotive applications, PCIM Nuremberg 2007
- [2] Roland Mühlemann & Paul Newman: SKAI Technology Compact vehicle 전력 electronics systems
- [3] SKiM 63/93 presentation
- [4] SKAI 2 presentation