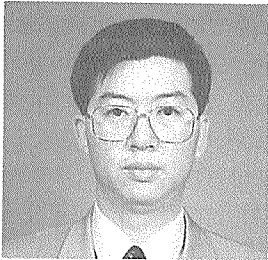


논단 I

(특정 주제)

電力電子産業의 發展方向



三星經濟研究所
電子情報産業室
김재균

1. 序 論

1. 電力電子의 定義 및 分類

가. 定義 및 特徵

電力電子란 전력트랜지스터, 사이리스타 등의 電力用半導體素子를 사용한 전력의 變換과 制御를 포함한 새로운 기술을 지칭하고 있으며, 이 기술을 이용한 기기 및 장치를 전력전자기기라 정의하고 있다.

현재 전력전자 분야는 전력용 반도체소자의 급격한 발달로 그 영역을 더욱 확대하고 있는 바, 오늘날에는 태양전지용 전원장치, 초전도발전기 및 전동기의 구동장치, 마이크로프로세서를 이용한 제어 등의 기술이 실현됨에 따라 超電導 영역, 核融合, 超LSI 분야도 전력전자에 포함되고 있다.

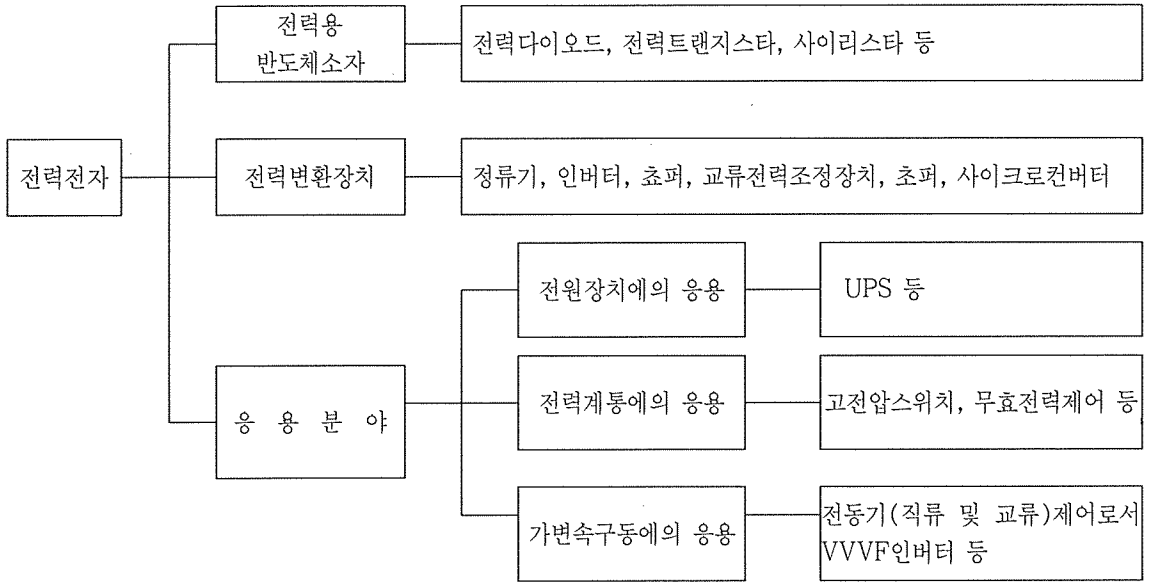
이러한 전력전자의 특징으로는 첫째 광범위한 수준의 전류(수십mA~수십만A) 또는 전압(수V~수십만V) 수준의 전력을 대상으로 하고 있으며, 둘째 반도체소자를 이용하여 제어한다는 것이다.

나. 分類

전력전자를 주요 테마별로 나누어 보면, 핵심기술인 전력용 반도체소자 분야, 이 소자를 이용하여 전력의 변환 및 제어를 행하는 전력변환장치 분야, 그

리고 이를 응용하는 분야로 나눌 수 있다. 여기서 전력전자로 대표되는 전력용반도체 소자는 전력의 변환이나 제어기능을 가진 반도체소자로서, 본 稿에서

는 이들을 중심으로 國內外의 市場 및 技術에 대해 살펴보고, 향후 전력전자산업의 發展方向을 提示하고자 한다.



〈그림 1-1〉 전력전자의 분류

2. 電力電子의 應用分野

전력전자는 전력용반도체소자와 전력변환장치를 사용하여 발전소에서 변전소, 공장에서 사무실, 병원, 교통기관, 가정에까지 전력의 변환과 제어가 필요한 모든 분야에 폭넓게 응용되고 있다. 이러한 응용분야를 전력의 변환과 제어라는 측면에서 보면 크게 變換이 강조된 一般電源으로서의 응용분야(電源裝置 및 電力系統에의 應用)와 制御가 강조된 電動機制御로서의 응용분야로 나눌 수 있다.

가. 一般電源으로서의 應用分野

일반전원으로서의 응용분야는 전력이 제어보다는 변환에 중점을 두고 있다. 전력의 변환방식에 따라

여러 형태의 전원으로 응용되고 있는 바, 특히 역변환방식(DC → AC)인 인버터는 새로운 전원으로 주목되고 있는 太陽電池 및 燃料電池의 出力(直流)를 일반 常用電源(交流)으로 變換하는데 중요한 역할을 하고 있다.

나. 電動機制御로서의 應用分野

전동기제어로서의 응용은 전력변환보다는 전력의 制御에 중점을 두고 있는 바, 전력의 변환방식에 따라 전동기를 제어하는 장치도 다양하다. 특히, VVVF(Variable Voltage Variable Frequency) 인버터는 電壓과 周波數를 수시로 변화시키는 것이 가능한 可變周波數電源으로서, 과거 속도제어가 어려웠던 유도전동기 및 동기전동기의 가변속 구동에 중요한 역할을 하고 있다.

〈표 1-1〉 일반 전원으로의 응용

변 환 방 식	전원의 종류	응 용 분 야
순변환(AC → DC) (정류기)	직류정전압전원 직류정전류전원	- 전기화학(도금, 전기분해)용 전원 - 전철변전소 정류장치, 밧데리 충전장치 - 전자석여자전원, 용접전원 - 통신기·전자기기용전원
	가역변환장치	- 직류송전용 변환기
역변환(DC → AC) (인버터)	CVCF전원	- 계산기·전자장치용 무정전전원 - 병원용 비상전원
	고주파전원	- 고주파유도가열로 전원 - 전기가공기용전원
직류변환(DC → DC) (DC초퍼)	직류안정화 전원 펄스전원	- 전자장치용전원, 스위칭레귤레이터 - 레이더전원, 이그나이트전원
교류전력조정	교류스위치	- 교류정지스위치
	교류전력조정장치	- 조광전원, 히터제어전원 - 무효전력조정장치
주파수변환 (사이크로컨버터)	VSCF전원	- 항공기용 정주파전원

〈표 1-2〉 전동기제어의 응용

변 환 방 식	전원의 종류	응 용 분 야
순변환 (정류기)	정지레오나드 (직류전동기 전기자제어)	- 철강압연기의 속도제어 - NC·로봇등의 서보구동 - 전철·엘리베이터속도제어
	직류전동기 계자제어	- 간이속도제어
역변환 (인버터)	VVF인버터 (유도전동기 가변주파구동)	- 철강, 전철, 엘리베이터속도제어 - NC·로봇등의 AC서보구동 - 펌프, 팬, 콤프레샤 성에너지구동
	직류무정류자 전동기 (동기전동기 가변주파구동)	- 철강, 전철, 엘리베이터속도제어 - NC·로봇등의 AC서보구동 - 펌프, 팬, 콤프레샤 성에너지구동
직류변환 (DC초퍼)	DC초퍼 (직류전동기 전기자제어)	- 전철 주전동기제어 - 전기자동차 - 서보구동
교류전력조정	유도전동기1차전압제어 유도전동기2차전압제어	- 간이속도제어(공작기, 엘리베이터)
주파수변환 (사이크로컨버터)	유도전동기 가변속구동	- 저속·대용량구동 - 초동기셀바우스
	교류무정류자 전동기 (동기전동기가변주파구동)	- 대용량 송풍기 제어 - 고속철도의 리니어동기모타제어

2. 世界 電力電子産業의 現況 및 展望

전력전자로 대표되는 전력용 반도체시장은 93년에 전체 반도체 시장의 약 15.5%를 차지하고 있으며, 연간 6.5%의 안정된 성장을 보일 것으로 보인다.

1. 産業上 位置

〈표 2-1〉 전력전자시장의 비중추이

(단위 : 백만불)

	'93	'94	'95	'96	CAGR
반도체전체	71,945	79,732	85,768	96,050	10.1%
전력용 반도체	11,175	11,368	12,254	13,487	6.5%
전력용반도체 비중(%)	15.5	14.3	14.3	14.0	-

2. 市場現況 및 展望

가. 市場動向

전력전자 시장은 가전 및 OA, HA, 산업, 수송, 우주, 군사용의 전력변환장치, 전원공급장치 등의 핵

심부품으로 채용이 확대되고 있어 급격한 성장을 보이고 있다. 특히, IGBT와 IPM은 기존의 바이폴라 모듈, GTO, 사이리스타 등이 차지하고 있던 시장을 점차 대체하기 시작하고 있으며, Set Maker에서도 적극 채용되고 있다.

〈표 2-2〉 전력전자 시장동향

시 장 동 향	시 장 니 즈
IGBT	<ul style="list-style-type: none"> - 고속스위칭화 - 고내압화
Power TR	<ul style="list-style-type: none"> - 소형화 - 저소음화
MOSFET	<ul style="list-style-type: none"> - 고속스위칭화 - 고주파화 - 저손실화
Power IC	<ul style="list-style-type: none"> - 저손실화 - 고속스위칭화

나. 市場規模 및 展望

전력전자 시장은 94년 113억불에서 2000년에는 199억불 규모로 연간 9.8%의 지속적인 성장을 할 것으로 전망된다. 개별소자로는 Power TR이 스위칭소자로서 응용범위가 확대됨에 따라 평균 15.6%

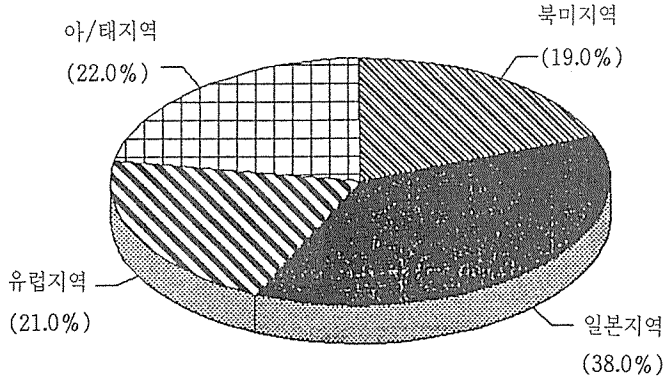
의 높은 성장이 예상되며, Power IC에서는 Smart Power IC가 연평균 14.9%의 높은 성장을 보일 것으로 예상된다.

한편, IGBT 및 IPM은 '94년 3억5천만불 시장에서 2000년에는 24억불로 연평균 37.6%의 높은 성장이 예상되는데, 이는 기존 GTO나 바이폴라 모듈

을 사용하던 Set Maker들이 구동회로를 간단하게 꾸밀 수 있고 소형화가 가능한 IGBT 모듈 및 IPM으로 전환하고 있으며, 또한 Green화 추세에 따라 절전효과가 더욱 뛰어나고 안전성이 좋은 제품을 추

구하기 때문이다.

전력전자시장을 지역별로 보면, 일본이 38%로 전 세계 시장을 주도하고 있으며, 한국은 6% 정도로 낮은 실정이다.



〈그림 2-1〉 전력전자 시장의 지역별 비중('93)

〈표 2-3〉 세계 전력전자 시장전망

(단위 : 백만불)

	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	CAGR
전력전자 총계	11,368	12,254	13,487	14,776	16,222	17,976	19,907	9.8%
개별소자 계	9,723	10,424	11,447	12,492	13,661	15,100	16,716	9.5%
트랜지스터	5,523	6,034	6,867	7,664	8,494	9,572	10,802	11.8%
Small Signal TR	1,870	1,900	1,937	1,980	2,017	2,056	2,095	1.9%
Power TR	3,653	4,134	4,930	5,684	6,477	7,516	8,707	15.6%
Bipolar Power TR	1,905	2,075	2,225	2,350	2,515	2,691	2,879	7.1%
MOSFET	1,395	1,605	1,865	2,175	2,462	2,905	3,428	16.2%
IGBT (IPM포함)	353	454	840	1,159	1,500	1,920	2,400	37.6%
다이오드	2,740	2,840	2,920	3,018	3,230	3,455	3,696	5.1%
사이리스타	740	750	770	810	867	928	993	5.0%
기타	720	800	890	1,000	1,070	1,145	1,225	9.3%
Power IC	1,645	1,830	2,040	2,284	2,561	2,876	3,191	11.7%
범용 PWR	910	1,000	1,100	1,198	1,300	1,415	1,502	8.7%
Smart PWR	735	830	940	1,086	1,261	1,461	1,689	14.9%

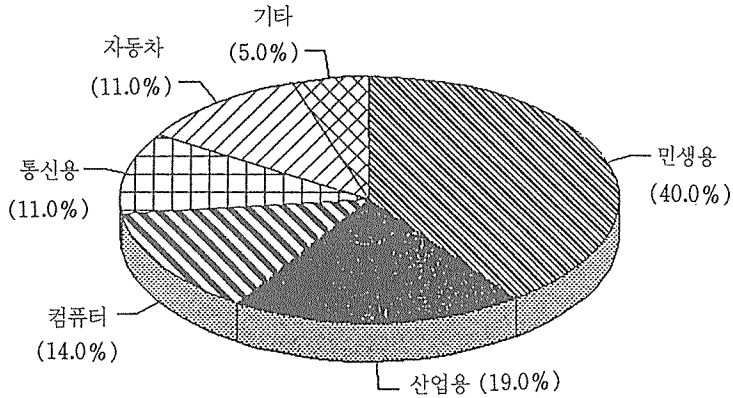
자료 : DQ '92 '93, 삼성전자

한편, 전력전자시장을 응용분야별로 보면, 民生用이 40%로 가장 높으며, 다음으로 産業用, 컴퓨터 通信用, 自動車用으로 되어 있는데, 특히 자동차용은

'93년에 11% 규모로 적지만 향후 電氣自動車가 본격적으로 보급되면서 IPM소자의 채용이 확대가 예상됨에 따라 이 비중은 더욱 커질 것으로 보인다.

전력전자응용의 주요 Set시장별 동향을 보면, 시장 니즈는 輕薄短簫로 요약되며, 시스템의 高効率化를

추구하고 있으며, 특히 自動車의 電子化가 지속적으로 진행되고 있음을 알 수 있다.



〈그림 2-2〉 전력전자의 응용분야별 시장비중('93)

〈표 2-4〉 응용분야별 시장니즈 및 소자특성

응용 분야	시 장 니 즈	Device Response
노트북PC, Laptop PC, HDD	○ 저전압화 추구 - 5V → 3V	◎ Logic Level Device화 - 5V → 2.5V
Tele-Comm. DC-DC Converter	○ Small Size 추구 - 고속 스위칭(200KHz → 1MHz)	◎ Gate 저항 축소화 ◎ Low Capacitance추구
SMPS	○ 고속스위칭화 - 200KHz → 2MHz	- 스위칭특성 향상
인버터 로봇	○ 저손실, 고주파화 ○ 저소음	◎ 6Pack 모듈/어레이 - IGBT, MOSFET
소형모타 - 컴퓨터주변기기 - 가전기기	○ Ichip화 ○ 저손실 ○ 저전압 운전	◎ SMART MOS공정 ◎ 마이콤 Servo ◎ PWM구동
자동차 - Actuator - Relay Substitute - Engin Control등	○ Micom Drive ○ Simplified Circuit ○ MOS제품 주로 이용 ○ Hybrid 모듈화	◎ Gate저항 강화(정전기대책강화) ◎ 열보호 Type의 MOSFET ◎ 과전류Type의 MOSFET ◎ SMART MOS화
BALLAST - Compact Ballast - Dimming Ballast - Back Light - Multi Function Ballast	○ 소형화 ○ Micom Drive ○ 고주파화 ○ 과부하 감지회로 ○ 저손실화	◎ Low RDS(on) MOSFET ◎ Logic Level MOSFET ◎ 과부하 감지회로 ◎ 전용 Controller ◎ High Speed TR
C-TV/MONITOR	○ High Resolution ○ High Freq.(> 84kHz) ○ Simple Drive	◎ High Power ◎ High Speed ◎ IGBT

전력전자의 주요 응용분야별 Set시장규모는 인버터 및 UPS가 93년에 1000만 Set로 규모는 적지만 연평균 20.4%의 높은 성장을 보일 것으로 예상되어

97년경에는 약 2배규모로 증가할 것으로 전망된다. 이는 가전 및 컴퓨터시장에서의 저소음화, 고주파화, 저손실화 니즈가 증대됨에 따른 것이다.

〈표 2-5〉 주요 응용분야별 Set 시장전망

(단위 : M Set)

	'93	'94	'95	'96	'97	CAGR
BALLAST	148	154	170	190	207	8.7%
SMPS	73	78	85	92	99	7.9%
C-TV/MONITOR	122	134	141	150	158	6.7%
인버터/UPS	10	12	14	17	21	20.4%
HDD	44	52	59	70	76	14.6%
자동차	49	50	52	53	54	2.5%
총계	446	480	521	572	615	8.4%

자료) 삼성전자

3. 技術現況 및 展望

가. 技術現況

전력전자의 기술현황을 주요 전력용 반도체 소자를 살펴보면 다음과 같다.

1) 사이리스타

사이리스타(Thyristor)는 스위칭전용 반도체소자로서, 제어소자로 동작하는 3개의 전극(애노드, 캐소드, 게이트)을 가진 PNPN의 4층 구조로 되어 있다. 56년에 GE사에서 개발된 이래 현재는 전류정격 3000A, 전압정격 4000~8000V까지 그 범위가 확대되고 있다.

이러한 사이리스타는 大容量化의 추구로 高耐壓, 大電流 영역에서의 응용이 확대되고 있는 바, 고내압으로는 12kV, 1KA급의 소자가 실용화되어 전력계통의 개폐기 및 SVC(정지형 무효전력보상장치) 등에 적용이 확대되고 있다.

한편, 사이리스타의 일종인 光사이리스타는 스위칭이 전기적신호로 이루어지는 것이 아니라 빛의 조사에 의해 이루어지는 사이리스타로서, 유도노이즈에 의한 오동작을 방지하는 것은 물론 게이트회로의 간소화에 유용하기 때문에 차세대 전력용 사이리스타로서 주목받고 있다. 현재 6kV, 2.5kA급이 실용화되어 주파수변환장치 및 SVC에 적용되고 있다.

2) GTO사이리스타

GTO(Gate Turn-Off)사이리스타는 轉流회로가 필요없는 自己소호형 사이리스타로 각광을 받기 시작한 반도체소자로서, 전철, 공업용 인버터, 전력계어 등 대용량을 필요로 하는 분야에 응용되고 있다. 특히 전철분야에서는 고압과 동시에 대전류가 요구되기 때문에 일찍부터 GTO가 사용되고 있는 바, 輕量, 無補修化를 위해 기존의 교류모터를 GTO를 채용한 VVVF인버터로 제어하는 방식이 정착되고 있다. 또한 전차의 성능향상을 위해 스너비회로의 콘덴서용량 6μF에서 4.5kV, 4kA급의 GTO가 실용화되어 전세계적으로 고속전철에 탑재되고 있다.

3) MOS系 전력용반도체소자

MOS(Metal-Oxide Semiconductor)계 소자는 전력 MOSFET과 IGBT가 있는 바, 고속스위칭시 구동회로의 간소화가 가능한 이점을 가지고 있어 인버터의 고주파화와 소형화의 니즈에 효과적으로 대응할 수 있다.

전력 MOSFET(Power MOS Field Effect Transistor)은 전압구동형으로서, 전류구동형인 바이폴라 트랜지스터에 비해 구동회로가 간단하고 고속스위칭이 가능하며, 열적 안정도가 우수한 반도체 소자이다. 80년대에 VLSI기술향상과 초퍼, 인버터 등의 고주파화와 제어회로의 저손실화 니즈가 확대됨에 따라 자기소호형 전력용소자로서 각광을 받기 시작하였다. 저전류영역에서는 전력MOSFET이 이미 스위칭전원 및 소형모타의 제어 분야에 폭넓게 이용되고 있으나, 고

압영역에서는 그다지 주목받고 있지 않다.

한편, IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)는 전력MOSFET과 바이폴라전력트랜지스터의 복합 소자로서, 전력MOSFET의 높은 입력 임피던스, 간단한 구동회로 및 고속스위칭속도의 특성과 바이폴라트랜지스터의 낮은 導通저항 등의 장점만을 취하고 있다. 82년 RCA, GE 등에서 발표된 이래 85년부터 본격 상품화되어 저소음 인버터에 채용되기 시작하였으며, 현재는 고속 대전력용 서보모터, 에어컨, UPS 등에 폭넓게 응용되고 있다. 특히, IGBT의 전철 및 인버터 응용이 확대됨에 따라 고내압 IGBT의 요구가 높아지고 있는데, 최근 미쓰비시전기에서는 최적설계, 미세화프로세서기술, 시뮬레이션 기술을 구사하여 1700V, 400A의 IGBT모듈을 실용화하였다. 이렇게 IGBT의 대용량화가 가능해짐에 따라 대용량의 무정전원장치 등에 응용이 확대되고 있으나 내부인덕턴스를 줄이기 위한 패키지기술 등은 앞으로 해결해야 할 과제로 남아 있다.

4) IPM

IPM(Intelligent Power Module)은 새로운 IGBT의 칩기술, 최적의 제어IC설계기술, 새로운 패키지 기술이 융합된 기술로서 종래의 개별전력소자와 전력모듈을 비교하여 보다 고성능으로, 보다 사용하기 쉽고, 보다 소형화를 목표로 개발되고 있는 차세대 핵심기술이다.

IPM을 채용할 경우, 주변회로와 Power모듈이 하나의 패키지화되기 때문에 탑재기기의 소형화가 가능하며, 유저측에서의 주변회로설계·실장 시간이 절약되어 기기의 저코스트화가 실현가능하다는 장점을 가지고 있다. 또한 공급측인 반도체업체에 있어서도 종래의 전력모듈에 비해 높은 부가가치를 얻을 수 있다. 현재 전력모듈의 유저인 범용인버터, AC 서보모터 업체에서는 IPM으로의 니즈가 매우 높아 이를 채용하는 업체들도 확대되고 있는 추세로, 향후 IPM은 인버터 등의 핵심소자로서 IGBT등의 고성능화, 다기능화, 고집적화의 방향으로 기술개발이 진전될 것으로 보인다.

5) 電力素子모듈

전력소자모듈은 바이폴라 전력트랜지스터모듈, 전력MOSFET모듈, IGBT모듈이 있는 바, 개별전력소자에 비해 적은 구동력으로 정격전류의 대용량화가

가능하다는 장점을 가지고 있어 전력전자시스템의 소형·경량화, 고효율화 및 무소음화에 큰 기여를 하고 있다. 전력소자모듈의 대용량화를 위해 필요한 핵심기술로는 전력소자의 칩들을 병렬접속 또는 다른 형태의 소자들을 직렬접속하는 기술과 열방출을 고려한 패키지기술이 있다.

6) 電力集積素子(Smart Power IC)

전력집적소자는 개별전력소자와 논리회로가 고집적 단일 칩화되어 전력제어기능을 수행하는 IC로서, 개별전력소자를 구동하는 구동회로, 보호회로 및 인터페이스회로 등의 주변회로부를 모노리틱 형태로 원칩상태에서 제작된 소자를 말한다. 전자기기를 구성하는 부품수 및 집적수를 감소시켜주므로서 시스템의 무소음화, 고효율화, 소형·경량화 등에 절대적으로 중요한 영향을 주고 있다. 현재 400V, 20A급이 제품화되어 있고, 1200V, 10A급 이상의 모터 제어 및 구동용 회로도 개발중에 있다.

7) 新型 전력용반도체소자

MOS Gate 소자는 저구동전력, 구동의 용이성 및 고주파특성을 가지고 있으나, 대폭적인 On전압의 개선을 위해서는 사이리스타 동작의 도입이 필요하다. 이러한 니즈에 대응하여 개발이 진행되고 있는 소자가 MCT(MOS Controlled Thyristor)로서, 사이리스타를 결합하므로써 수kHz에서의 인버터 운전이 가능하다. 특히 고내압, 대용량 영역에서 향후 사이리스타 및 GTO를 대체할 차세대 핵심소자로서 기대되고 있다.

이외에, EST(Emitter Switched Thyristor), BRT(Base Resistance Controlled Thyristor)등 다양한 MOS게이트 소자의 연구가 전세계적으로 진행되고 있음에 따라 향후 전력용반도체소자의 고성능화에 대한 기대는 매우 높아지고 있다.

나. 技術展望

최근 전력전자기기의 고성능화 니즈에 따라 전력용 반도체소자의 모듈화 및 집적화가 한층 추후될 것으로 예상되는 바, 중·소용량급의 産業用 전기기기에는 IGBT 및 IPM이, 전철, 전력계통 등 大容量에서는 MCT가 次世代 제품으로 시장을 주도할 것으로 보인다.

한편, 전력전자기술을 응용장치의 出力容量과 動作周波數와의 관계를 통해 전망해 보면 아래 그림과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 사이리스타와 GTO는 한층 대용량화가 추구될 것이며, 전력 MOSFET은 고주파영역에서 응용되고 있으며, 중간영역에서는 IGBT 및 IPM의 응용범위가 더욱 다양해질 것으로 전망된다.

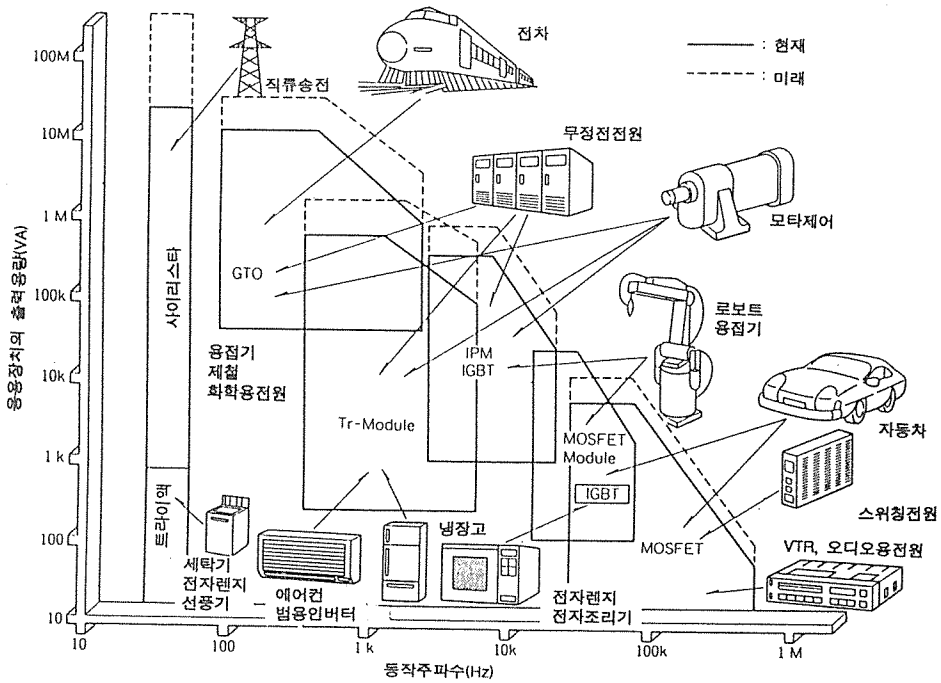
4. 業體現況

전력전자시장은 日本이 전세계 市場을 先導하고

있으며, 미국과 유럽은 일부 특정분야에서만 경쟁력 우위에 있다. 특히, 전기기기의 고도화 및 인텔리전트화 니즈에 따라 주목받고 있는 IGBT 및 IPM은 일본이 압도적으로 경쟁력 우위에 있다.

1) 日本

반도체 3사(미쓰비시전기, 도시바, 후지전기)가 시장을 선도하고 있으나, 산켄, 히타치, 新電元 등이 Power Module시장에 진입하고 있다. IPM시장의 경우 인버터 사업장을 가진 히타치 등의 업체 등에서는 자체생산하여 조달하고 있다.



<그림 2-3> 전력전자의 응용분야 및 향후전망

<표 2-6> 업체별 IGBT모듈과 Bipolar TR모듈의 매출('92)

(단위 : 만개, %)

	미쓰비시전기	도시바	후지전기	기타	계
IGBT모듈	130/9.8	110/8.3	100/7.7	-	340/25.8
Bipolar TR모듈	420/31.8	210/15.9	300/22.7	50/3.8	980/74.2

일본의 반도체업체를 종합업체와 전문업체로 나누어 보면, 종합업체로는 미쓰비시, 도시바를 중심으로 바이폴라트랜지스터, 전력MOSFET, IGBT 및 사이

리스타시장에서 우위에 있으며, 전문업체는 후지반도체, 산켄전기, 신켄켄, 사우스전기 등이 세계시장을 주도하고 있는 실정이다. 특히, 후지반도체는 과

거 지멘스사로 부터 전력용다이오드 기술을 도입하였으나, 현재는 오히려 지멘스로 역수출하고 있다.

2) 美國

미국의 반도체 업체는 대부분 마이크로프로세서, 메모리, ASIC 등에 주력하므로써 전력전자 분야는 일본에 비해 경쟁력이 다소 떨어지고 있는 바, 모토롤라와 International Rectifier사 정도가 전력다이오드, 바이폴라 전력트랜지스터, 전력MOSFET분야에서 경쟁력을 가지고 있다.

3) 유럽

유럽 최대의 반도체사인 프랑스의 SGS-Tomson사와 독일의 EUPEC사에서 바이폴라 전력트랜지스터, 전력MOSFET, 전력다이오드 및 모듈시장에 참여하고 있다. 독일의 지멘스사는 증전기용 대용량 전력다이오드 및 사이리스타모듈 등에서 높은 경쟁

력을 가지고 있다.

3. 國內 電力電子産業의 現況과 展望

1. 市場現況과 展望

국내 전력전자의 시장규모는 92년에 3억6천만불로서 89년이후 연평균 64%의 높은 성장률을 나타내고 있으며, 2000년까지는 연평균 20%의 고성장을 하여 시장규모가 세계 전력전자시장의 7.5%수준인 15억불 규모에 이를 것으로 전망된다.

한편, 92년 수입규모는 2억3천만불로서 수입의존도가 64%인데 이중 대일수입이 70%에 달해 대일의존도가 매우 심각함을 알 수 있다.

〈표 3-1〉 국내 시장수요 및 전망

(단위 : 백만불)

	'89	'90	'91	'92	2000	'92/89	2000/92
생 산	15	46	60	131	800	106%	25%
수 입	66	160	162	232	700	52%	15%
합 계	81	206	222	363	1500	64%	20%
수입의존도(%)	87	78	73	64	47	-	-
대일수입의존도(%)	80	80	75	70	-	-	-

자료) 제1회 비메모리 산업육성 워크숍, '94. 5

2. 技術現況

가. 技術動向

국내의 전력전자기술은 현재까지 대부분 바이폴라 전력트랜지스터와 전력MOSFET을 위주로 개발해오고 있으며, 이 분야에서는 어느정도 생산기술을 확보하고 있다고 할 수 있다. 그러나 고급제품류 즉, 경박단소 및 대용량·고속스위칭 소자 등은 기반기술 미흡 및 국내시장의 협소 등으로 개발 초기단계에 머무르고 있는 실정으로 특히, 소량다품종의 수요형태로 인한 제조업체의 연구개발 및 기술기피와 국내 반도체산업의 메모리분야에 편중된 기술개발로

주요선진국에 비해 가격, 품질, 기술경쟁력 등에서 60~70% 수준에 불과하다.

이렇게 선진국에 비해 경쟁력이 떨어지는 이유로 는 첫째, 대부분의 원자재를 수입에 의존하고 있음으로 인해 제조원가 상승에 따른 가격경쟁력의 악화, 둘째, 메모리산업에 편중된 국내 반도체 산업의 구조로 인해 연구인력 및 연구개발비 투자미흡으로 기술개발력 취약과, 선진국의 기술이전 기피현상에 기인한다고 볼 수 있다.

〈표 3-2〉 전력전자기술의 국내외 경쟁력 비교

	일본	미국	독일	프랑스	영국	대만	싱가폴	한국
가격경쟁력	100	85	70	70	70	60	50	60
품질경쟁력	100	95	95	90	90	60	60	70
기술경쟁력	100	90	90	90	90	70	70	70

나. 技術水準

전력전자의 기술수준은 선진국에 비해 10~60% 수준으로 특히 최근 각광을 받고 있는 IGBT의 경우 선진국에 비해 10% 수준에 불과한 실정이며, 특히, 전력 MOSFET의 경우 연구개발은 일본에 비해 먼

저 시작되었음에도 불구하고 일본의 60% 수준밖에 미치지 못하고 있는 실정이다. 이는 전력 MOSFET에만 국한된 것이 아닌 우리나라 전력전자 기술의 큰 문제점을 나타내고 있는 바, 국내업체의 원천기술 미확보 및 시장이 뒷받침되지 않았던 것에 그 원인이 있다.

〈표 3-3〉 전력전자의 국내외 기술수준 비교

	기 술 수 준			선진국 기술개발 전망 (90년대 후반)
	선진국	한국		
IGBT 및 모듈	1200V/400A IPM개발	600V/30A 개발	10	고성능화 및 고신뢰성 - SMART IGBT 개발
전력MOSFET	1200V/10A	900V/11A	60	도통저항의 저감 및 고성능화
HDTV용 전력바이폴라 트랜지스터	1500V/25A 33"TV21" 모니터용 개발 (82kHz)	1500V/8A 21"CTV 14" 모니터(64kHz)	40	저용량화, 고내압, 고속스위칭화 - 1700V/60A급 개발
정류기용 다이오드	1000V/250A개발	1000V/75A 개발	40	고내압화
Single Chip Motor Driver (LDP, CDP, HDD용)	다양한 응용시스템 개발	HDD용 개발	50	-
SMPS Controller	SMPS의 고성능 및 소형화를 위한 Controller개발	PFC+PWM개발	20	-
전자식안정기 전용 IC	Push Pull Type형 개발	보호회로 내장 IC개발	20	-
Power IC	4세대 Control IC Resonant Mode 2MHz 자동차 IC	3세대 Control IC Current Mode 1MHz	50	SMART PWR - 700V/5A

주의) 1. 기술수준은 선진국을 100으로 한 상대지수
2. 삼성전자, 상공부 자료 참조

3. 業體現況

전력용 반도체소자를 생산하고 있는 국내업체로는 삼성전자, 한국전자, 동성반도체 등으로, 주로 전력

MOSFET, 바이폴라트랜지스터, 전력다이오드 등 개별전력소자이며 일부 모듈화제품 등을 생산하고 있다. 바이폴라 전력트랜지스터는 한국전자를 중심으로 생산중이며, 삼성전자도 일부 생산하고 있는데, 한국전자는 오디오 구동용 및 전력증폭기용으로 100V,

5A급에서 180V, 15A급까지, 전력스위칭용으로는 800V, 3A급까지 개발 생산중에 있으며, 비디오 출력용으로는 200V, 100MHz급을 생산중에 있다. 삼성전자는 주로 모니터에 응용되는 비디오출력트랜지스터를 90년 후반에 개발하여 300V, 150MHz급과 120V, 400MHz급을 생산중이며, 고내압 전력트랜지스터는 1500V, 15A 31KHz급까지 생산중에 있다.

전력다이오드는 그동안 동성반도체가 생산해왔으나, 최근 부도로 인해 생산이 중단되므로서 국내의 기술개발이 불투명한 상황이다. 개발수준은 일반정류용다이오드는 1A~5A급, FRD는 내압 1000V, 전류 5A급까지 개발하였으며, 고속, 고압다이오드는 2kV급까지 개발한 상태이다.

전력MOSFET은 삼성전자에서 86년 개발 착수 이래 한국전자도 연구개발이 진행중이며, 현재 삼성전자의 경우 1000V, 12A급까지 생산가능하다.

사이리스타는 한국전자에서 소용량으로 TRIAC을 생산중이며, 대용량인 SCR은 연구개발 중이다.

한편, IGBT 및 IPM의 경우는 94년부터 본격 적용되고 있으며, 물량은 지속적으로 확대되고 있는 바, 엘리베이터, 콘베이어 등의 범용인버터, UPS, 에어컨 등에 채용이 확대될 것으로 예상된다. 아직 국내에서 생산하고 있는 업체는 없지만, 삼성전자에서 800V, 20A급을 개발한 상태이다.

4. 結 論

本稿에서는 國內外 電力電子産業의 現況과 展望을 電力用 半導體素子를 中心으로 살펴본바, 앞에서 기술한 결과를 토대로 전력전자산업의 發展方向은 크게 대용량/저주파영역, 소용량/고주파영역 그리고 이들의 중간 영역으로 나누어 생각할 수 있다.

대용량/저주파영역에서는 사이리스타, GTO등이 직류송전, 철도 등에 적용되고 있으나, 향후 새로운 소자인 MCT가 이들 영역을 대체할 것으로 전망된다. 이들 소자는 향후 전력, 전철 등과 같은 國家的 인프라設備로의 수요가 확대되고, 기술적 파급효과도 크지만 시장규모가 작고, 성장성도 낮다는 단점

이 있다.

소용량/고주파영역에서는 MOSFET이 스위칭전원이나 VTR, 오디오전원의 핵심부품으로 채용되고 있는 바, 향후에도 특별히 고주파를 필요로 하는 응용분야에서의 수요가 일정수준을 유지할 것으로 예상된다.

한편, 중용량, 중주파수 영역에서는 바이폴라 TR, IGBT, IPM 등이 UPS, 구동제어, 로봇트 등에 적용되고 있으나, 향후에는 IGBT(모듈 포함)와 IPM이 시장을 주도해 나갈 것으로 보인다. 특히, IPM은 시장규모 및 성장성이 매우 높은 제품으로 선진업체들이 적극 연구개발 및 상품화에서 나서고 있으며, IGBT시장을 상당부분 대체해 나갈 차세대 제품으로 주목되고 있다.

전력전자산업은 세계적인 추세인 에너지 및 資源의 節約化, 高度 制御技術化, 우수한 環境性, 생활의 快適性 등을 실현시키기 위한 니즈의 증대로 중요성은 더욱 커질 것으로 예상되는 바, 교통분야에서는 고속전철, 전기자동차부문에, 전력분야에서는 FACTS(가변성 교류송전), HDVC(초고압 직류)송전용으로, 또한 사무자동화, 홈오트메이션 등으로의 채용이 확대될 것으로 보인다.

그러나 국내 전력전자산업은 선진외국업체에 비해 기술수준이 상당히 落後되어 있는 실정으로서 정부 및 업체주도하의 연구개발 및 상용화 노력도 미진한 상태이다. 특히, 국내 반도체 산업이 소품종 대량생산이 가능한 메모리소자에 편중되어 있어 다품종 소량생산이 불가피한 전력용 반도체 등은 업체에서 외면하고 있는 현실에 비추어 불태 전력전자분야의 기술확보를 위한 정부 및 업계의 노력은 매우 절실하다 하겠다.

이렇게 불태, 국내 전력전자산업의 발전을 위해서는 첫째, 전력전자산업이 未來의 國家 인프라構築에 필수적이라는 認識의 轉換이 필요하며, 둘째, 政府次元的 연구개발비, 시설투자비 등의 적극적인 支援策이 마련되어야 할 것이며, 아울러 주변기술을 뒷받침할 수 있는 專門 中小企業을 育成할 필요가 있다. 마지막으로 현재 메모리에만 편중되어 있는 우리나라 半導體産業의 構造調整을 위한 노력이 필요하다.