

국내 광부품의 현황 - (1)

1. 광부품 산업의 현황

가. 광부품의 정의 및 분류

광부품의 그 용도에 따라서 광통신용 부품, 광 정보 처리용 부품 및 에너지 부문으로 대별 할 수 있다. 광통신 부품의 기술이란 광섬유 케이블을 신호 전송 선로로 이용하는 대용량 기간망 및 가입자망을 포함하는 국가의 광통신 시스템과 정보통신망 구축에 쓰이고 3년 내지는 5년 이후에 시장 수요가 발생하여 국제 경쟁력 확보에 필요할 것으로 예측되는 다양한 종류의 핵심 광부품 기술을 가리킨다.

광통신용 부품 기술은 다시 광전송 시스템 소자 기술과 광분배망 및 교환 노드 소자 기술로 구분되는데, 광전송 시스템 소자기술은 또 전송방식에 따라 TDM 광소자 기술과 WDM 광소자 기술로 나눌 수 있으며, 광분배망 및 교환 노드 소자 기술에는 스위치 소자기술, 광ADM 소자기술, 광 파워 분배 및 결합 소자기술, 광 신호처리 모듈기술, 광신호 저장/변환 소자기술 등이 포함된다.

나. 광부품 기술 개황 및 전망

앞으로 기간망 광통신 기술은 TDM 기술에서 점차 고밀도 다채널 WDM(Dense WDM) 광전송 시스템 기술로 발전할 것으로 전망된다. 또한 기존의 전기적인 망 연결 대신에 광학적인 망연결(OXC : Optical CrossConnect)구도로 발전하며 궁극적으로는 광교환 노드가 등장하리라 기대된다.

광전송 시스템 TDM 광소자의 상용화 기술은 현재 2.5Gbps급 이상 40Gbps급 광소자 기술은 아직 연구 개발 대상이며, 일부 연구기관에서 100Gbps급 이상의 OTDM(Optical Time-Division-Multiplexing) 광

소자 기술도 연구개발하고 있는 수준이나, 아직 이러한 고속 광소자의 응용 및 시장 전망에 대해서는 아직 검증이 되어 있지 못한 상태이다.

광전송 시스템 광소자로 WDM광소자는 상용화 기술 수준에서 현재 약 8채널 수준이 가장 널리 보편화 되어 있고, 향후 16채널 및 32, 64채널 수준의 기술로 발전할 전망이다.

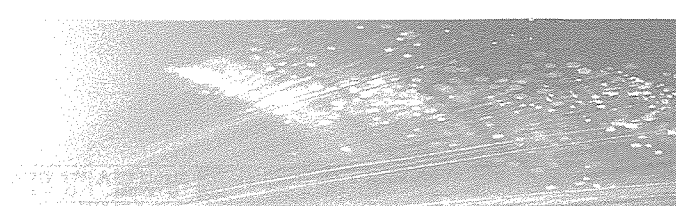
광전송 시스템용 광원 소자는 향후에도 일정기간 동안 직접 변조2.5Gbps급 LD 가 가장 많이 사용될 것으로 보이며, 고밀도 다채널 WDM을 위해 외부변조 LD와 나아가 어레이형 다채널 LD들의 사용이 점점 대두될 전망이다.

광전송 시스템용 광증폭기는 현재 잘 개발되어 있는 EDFA(어븀첨가 광섬유 증폭기)의 약 30nm수준에서 향후 다채널 대용량 WDM 광통신을 위해 70nm, 100nm이상의 광대역 광증폭기로 발전할 것으로 보인다.

2.5Gbps급 이하의 광전송 시스템에서는 광섬유 전송로의 분산이 크게 문제가 되지 않으나, 10Gbps급 이상의 광전송 시스템에서는 색분산을 보상해 주어야 하며 40Gbps급 이상의 시스템에서는 편광 분산도 보상해 주는 기술이 요구되고 있다.

대용량 광통신망 구축을 위해 이미 선진국들에서는 고정형 광신호 Add/Drop구도를 시험한 바 있으며, 향후 가변성이 있는 가변형 광신호 Add/Drop구도를 시험하기 위해 관련 스위치 및 필터, 파장변환기 등의 개별 소자와 연계모듈 구도에 연구 노력이 이루어지고 있다.

향후 가입자에게까지 광섬유 선로를 구축하게 되며 각 가입자 단위까지 155Mbps급 광송수신기가 필요하게 되며, 여기에서는 가장 중요한 부분은 소자의



저가격화에 있다. 그러므로 기존의 155Mbps급 광송수신기나 2.5Gbps급 광송수신기도 새로운 소자 구조와 제작 공정을 도입하여 소자의 저가격화와 성능 향상을 도모해 세계적으로 경쟁력 있는 소자로 개발해야 할 필요가 있다.

그 외에도 향후 테라비트급 광통신 시스템 구축을 위해 채널당 전송 속도도 2.5Gbps급 구도에서 10Gbps급으로 상향되는 추세에 있고, 또 실리카 광섬유 전송로를 최대 로 활용하는 대용량WDM 광전송 시스템을 위하여 기존의 1.4μm 파장대 OH 흡수대를 없앤 광대역 저손실 광섬유 개발에 대한 수요가 늘어나고 있다.

(표 1) 광통신 부품 기술의 분류

◇광전송 시스템 소자 기술

분류기술	요소기술
TDM광소자 기술	광원기술, 변조기술, 광 검출기술, 광신호 재생기술 분산 보상기술, 선로용 광섬유기술
WDM광소자 기술	광원기술, 파장 다중기술, 파장 변환기술, 고정형 광필터 기술, 능동형 광필터기술, 광검출 소자기술, 광증폭기술, 선로 용 광섬유기술

◇광분배망 및 교환노드 소자기술

분류기술	요소기술
스위치 소자기술	공간 광스위치 소자기술, Mechanical광스위치 기술, 파장 가변형 광스위치 기술, 음향광학 광스위치 기술
광ADM 소자기술	단일 광소자 기술, 광 ADM 모듈,
광 파워분배/결합 소자	평면 도파로 소자, 벌크형 소자
광신호처리 모듈	직렬형 신호처리 모듈, 병렬형 신호처리
모듈광신호 저장/변환소자기술	광 신호 지연 소자기술, 파장변환 광소자, WDM/TDM변환기술, TDM광신호 변환기술
고속 전자 소자기술	Mux/DeMUX, Transponder

다.국내 기술의 현황

국내에서의 광통신용 광 부품의 산업은 그 동안 광섬유 케이블을 제외하고는 국내 시장뿐만 아니라 세계 시장에 크게 기여하지 못한 편이다. 과거 10여년간 정보통신부 주도로 국가 출연연구기관(ETRI 및 KETI)을 중심으로 산·학·연 공동연구의 결과로 많은 성과가 있었으나, 급변하는 기술 흐름에 아직 기업체에서 효과적으로 대응하고 있지는 못한 실정이다. 아직 상용화하기에는 안정성, 신뢰성, 등의 기술적으로 보완되어야 하는 부분이 남아 있다.

일부 반도체 광소자가 대기업에서 개발되기도 했으나, 특허권 문제가 해결되지 못하였거나 외국 소자만큼 안정성, 신뢰성이 확보되지 않아 국내 내수도 크게 만족시켜

주지 못하고 있는 실정이다. 특히, 시장이 클 것으로 예측되고 국내 경쟁력 확보가 가능한 광소자들에 대해서는 자체 대체 특허권을 확보하여 부품별로 적게는 세계시장의 약 3%에서 많게는 15~20%세계 시장을 목표로 조기 연구 개발과 더불어 전략적인 수행 추진 방법이 강구되어질 전망이다.

라.세계 광통신 기술의 시장 개황

광부품 세계 시장은 1996년도 70억불에서 2001년도에 200억불, 2006년도에 470억불 수준으로 매년 평균12% 정도의 성장률을 보일것으로 전망되며, 그 중에서 북미 시장이 세계 시장의 약45~50% 수준으로 차지하고 있다. 그 다음으로 유럽 시장이 약 25%를 차지하고, 동남아권이 약 20%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 광네트워크 장비별 세계 시장은 1996년부터 2006년까지 비WDM장치 세계 시장이 수십억불에서 수백억불로 가장 크게 성장되면서, WDM 장치 및 광 ADM 장치 시장은 수억불 수준에서 2000년대에 들어가면서 수십억불 시장으로 점점 커져 갈 것으로 전망된다.

WDM 광통신 부품별 세계 시장은 2001년경에는 광송신기 시장이 약 14억불이며 다음으로 광증폭기 시장은 약 13억불, 광수신기가 약 5억불, 광필터가 약 3억불 수준으로 예측된다. 이들 부품 시장은 2006년경에는 광송기가 약 50억불, 광증폭기 시장은 약 33억불, 광수신기가 약 17억불, 광필터가 약 10억불 수준으로 증가될 것으로 예측된다. 2006년경에는 집적형WDM 광전자부품의 시장도 약 10억불 수준으로 증가될 것으로 전망된다.

WDM 광 송신기의 북미 시장의 경우에는 2.5Gbps급 OC-48소자가 2001년에 약 7.5억불에서 2006년에 20.6억불로 가장 많이 차지하고 있으며, 그 다음으로 10Gbps급 OC-192 소자가 약 0.9억불에서 3.5억불로 증가할 것으로 예측된다. 155Mbps급 OC-3소자는 광가입자망 구도의 증가와 더불어 0.3억불에서 1억불로 증가할 것으로 예측된다.

(표2)광소자 시장 규모

구분	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010
국내시장(억원)	490	1,170	2,400	7,000	8,600	13,240	16,940	28,000
세계시장(억불)	35	42	58	72	88	105	121	200
세계시장점유율(%)	1	2	3	5	7	9	10	10

자료 : Electroni Cast, 1998

마. 국내 광통신망의 전개과정/초고속정보통신망 구축계획

◇정부

구분	제1단계(1994-1997)	제2단계(1998-2000)	제3단계(2001-2010)
개념	초고속정보통신망 기본 구축단계	초고속정보통신망 확산단계	초고속정보통신망 완성단계
기간전송량	155Mbps-622Mbps급 광케이블망 구축	2.5Gbps급 광케이블망 구축	수십Gbps급 광케이블망 구축

◇통신사업자

구분	제1단계 (1992-1997)	제2단계 (1998-2001)	제3단계 (2002-2006)	제4단계 (2007-2013)
FTTO (Fiber to the Office)	공급	확산	정착	진화
FTTC (Fiber to the Office)	개발	공급	확산	정착
FTTH (Fiber to the Home)	기술연구	개발	공급	확산

바. 국내 광부품의 산업의 발전 가능성

◇광전송 시스템 소자 기술

인터넷 서비스의 폭발적인 수요에 부응하기 위해 각국은 backbone망을 초고속 대용량화시켜 무한한 대역폭과 실시간 가까운 서비스를 제공하는 노력을 기울이고 있으며, 이를 위한 대용량 광전송 시스템과 이에 필요한 핵심 부품의 수요가 점점 커지고 있다. 국내에서도 광전송 시스템개발 수준은 주요 선진국 업체와 불과 몇 년 이내의 기술격차로 격차가 작은 편이므로, 자체 부품 개발을 바탕으로 한 대용량 WDM, 광전송 시스템 및 광분배망 노드 구현 기술들을 시기에 맞게 개발한다면 국내의 시장에 진출할 수 있는 가능성이 높다.

부품과 시스템 기술을 조속히 확보함으로써 국제 표준화 작업에 적절히 대처할 수 있으므로 특정 선진 업체들에 의한 기술 종속화를 피할 수 있다.

멀티미디어 서비스 시장 창출은 기반 통신망 및 가입자망 인프라 구축에 들어가는 비용을 최소화하지 않고는 불가능하므로, 국내에서 확보되는 자체 부품을 바탕으로 가격경쟁력이 잇는 광전송 및 가입자망 장치 및 터미널 등을 누가 먼저 개발하느냐가 경쟁의 관건이다.

미국과 같은 장거리 전송이 필요한 국가의 경우에

는 WDM시스템의 종속신호를 25Gbps로 잡고 있으나, 국내의 경우에는 주로 전송구간이 40~60km 정도이며 잘 확립된 동기식 전송망과 조밀 지역에 집중된 통신 트래픽을 가지고 있어 채널당 10~20Gbps 기본으로 WDM 및 OXC등이 다양한 기술의 조화로 경제적인 망구성을 기획할 수 있고 이에 필요한 핵심 광부품을 개발함으로써 우리와 같은 지리적 여건의 지역 통신망 구축에 관련된 세계 시장에 진출하기가 용이할 수 있다.

◇광분배망 및 교환 노드 소자

광분배망 노드 및 광교환 등에 필요한 핵심 광부품들은 아직 완벽하게 확립되지 못한 편이므로, 이 부품들의 성능 개선 또는 대체 신소자 개발 등에 대한 연구 노력이 필요하며 빠른 시일내의 선두적인 기술 확보로 경쟁력 확보가 가능할 수 있다.

특히 광 가입자망 기술(FITL : fiber in the loop)의 경쟁력은 광부품의 단가의 의해 결정되며, FITLP의 한 서비스의 보급을 위하여서는 광부품의 저가화가 필수적이므로 저가화를 위하여 능동광소자의 집적화 및 PLC를 활용한 광수동 부품의 고기능화 이들의 수동광정렬을 통한 저가의 패키징을 이용한 Hybrid ONU가 개발되어 지고 있다.

하이브리드 집적화 기술은 1차적으로 광가입자망을 목표로 개발하고 있으나 향후 WDM네트워크용 핵심기술로 활용될 전망이다.

사. 광통신 · 광부품 기술 발전 로드 맵

구분	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2007	2010이후	
전송 시스템	채널	WDM1~8채널		WDM16채널		WDM32/64채널		>100채널		
	광원	직접변조LD			외부변조LD			여러이형		
	증폭	30nm대역		70nm대역		100nm대역		>100대역		
	Mux/Dmux	8/16WDM		32/64WDM		128WDM		>128		
	광섬유	비선형제어 광섬유		광대역 지순실 광섬유						
TDM	속도	TDM10G			TDM40G		OTDM 100G			
	광원	직접변조LD		광변조기 직접LD		광변조기 40G		광MUX/DEMUX		
	광섬유	분산원이 광섬유		NZDSF						
광분배망	교환기			40Gb/s		160Gb/s		1Tb/s 5Tb/s		
		WDM 모듈		광메트릭스 32X32		광메트릭스 128X128				
	스위치	공간 스위치		파장스위치		하이브리드 파장/공간 스위치				
	광원	단일 LD 어레이		다채널 LD 어레이		파장 가변 LD				
	신호처장	OE변환 지연		광 지연소자		광 메모리				
가입자망 구성	FTTC		FTTC/FTTO/FTTB		FTTH >100Mbps					

자료 : 전자부품연구원, 1999

2. 품목별 현황

가. 석영 광섬유(Optical Fiber)

1) 부품의 개요

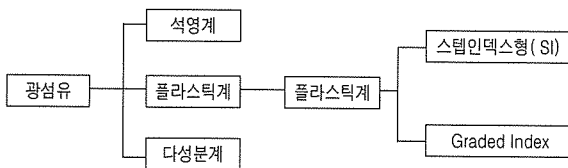
재질에 따라 크게 석영계 광섬유, 합성유리 광섬유, 플라스틱 광섬유 및 다성분계 광섬유로 구분되며, 광통신에서는 석영계 광섬유가 주로 이용된다.

석영계 광섬유는 다시 광의 전파모드와 굴절률 분포에 따라서 계단형 굴절률 분포 다중모드(Step Index Multi-Mode : SI) 광섬유, 경사형 굴절률 분포(Graded Index : GI) 광섬유 및 단일모드(Single Mode : SM) 광섬유 등으로 구분한다.

용도에 따라서는 전송용(선로용) 광섬유, 증폭기용 광섬유 및 grating 용 광섬유로 분류하며 이중 전송용 광섬유가 가장 큰 시장용 광섬유가 가장 큰 시장을 형성하고 있다. 광섬유의 특성을 결정짓는 변수들은 코아의 재료·크기 및 이심률 전송손실 분산 강도 및 피로 특성 등이 있으며, 이외에도 공정기술등이 있다.

제조방식으로는 Modified Chemical Deposition법(MCVD), Outside Chemical Vapor Deposition법(OCVD), Vapor Axial Deposition법(VAD)등이 있다.

광섬유는 중심으로부터 광신호가 전파되는 코아(core)



(표3)선로용 광섬유의 종류 및 장단점

구분	장점	단점
SMF	1.5 μ m 파장대에서 고밀도 WDM가능	1.5 μ m 파장대에서 고밀도 TDM이 곤란
DSF	1.5 μ m 파장대에서 고속 TDM이 가능	1.5 μ m 파장대에서 고밀도 WDM이 곤란
NZDSF	1.5 μ m 파장대에서 고속 TDM 및 고밀도 WDM이 동시 가능	단자 신규 선로 포설때만 고려 대상
AWF	1.3~1.6 μ m 파장 대역 모두 활용 가능	장점을 살리기 위해 개발되어야 할 부분이 너무 많음.
LC-DSF	광섬유에서 발생하는 비선형 현상저거	기존의 광선로 교체 요
DCF	기존의 SMF의 교체없이 10G 이상 전송시의 분산보상 가능	SMF 특성에 대응하는 DCF 제조 곤란
POF	값싼 광원사용가능	손실이 심라하게 광섬유에 비해 매우 크고 고가임

주) SMF: single-mode fiber, DSF: dispersion-shifted fiber, NZDSF: non-zero DSF, AWF: dispersion-compensation fibre, POF: plastic optical fiber, LC-DSF: Large core DSF

를 둘러 싸고 있는 클래드(clad)를 기본으로 하여 구성되어 있으며 이를 다시 피복재료 감싸고 있으며 코아는 클래드보다 굴절률이 큰 물질로 이루어져 있으며 이 코아의 재료와 굴절률 분포에 따라 광섬유를 구분하기도 한다.

2) 시장동향

가) 세계시장

◇기능별 광섬유 시장 (단위 : 백만불)

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2007	2010
1.4 μ m 파장대 저손실 광섬유	-	300	1,254	2,688	4,356	7,600	11,480
광대역 저손실 광섬유	-	300	1,254	2,688	4,356	7,600	11,480
비선형 광효과 제어 광섬유	1,336	1,497	1,610	1,738	1,881	2,411	3,037
합계	1,336	2,097	4,118	7,114	10,593	17,611	25,997

자료: Electroni Cast 1998

◇모드별 광섬유 시장 (단위 : 백만불)

구분	1999	2001	2003	2005	2007
single mode(Mkm)	42.93	57.8	76.82	94.19	113.97
multi mode(Mkm)	4.25	5.71	9.32	9.32	11.27
합계수량(Mkm)	47.18	63.5	103.51	103.51	125.24
합계금액(M\$)	3,303	4,444	5,674	7,246	8,767

자료: Electroni Cast 1998

나) 국내 시장

현재 국내에는 LG전선, 삼성전자, 대한전선, 머큐리(대우통신), 연합정밀 등에서 시장에 진출하여 있으며, 세계 시장 수요량의 약 5%내외를 국내업체에서 점유하고 있는 것으로 추정된다.

구분	매출/생산량	
	1999	2000(추정)
LG전선	1200억원/ 180만f-km	2000억원/ 500만f-km
삼성전자	1100억원/230만f-km	2000억원/
대한전선	800억원/ 80만f-km	1000억원/200만f-km
머큐리	800억원/	1000억원/ 150만f-km

(1) 현황

전세계적으로 초고속인터넷망 구축 확산으로 광섬유 부족현상이 일어나 국내시장 또한 광섬유 공급이 부족한 상태로 국내4개사만이 광섬유를 제조중이며 일부 케이블 제조업체가 광섬유 제조에 진출을 준비중이다.

2000년 현재 공급이 수요에 미치지 못하는 실정이며 국내 광섬유제조 업체들의 생산설비 증설이 이루어지는 2001년 하반기부터는 다소 공급과 수요가 일치할 것으로 보며 수요는 꾸준히 증가 될 것으로 예상된다.

미국의 코닝은 광섬유에서 세계시장의 30%를 점유하고 있는 최대업체이고 국내에서는 LG전선, 삼성전자, 머큐리(대우통신), 대한전선 등에서 생산하며 세계시장 수요량의 약 5%내외를 국내업체들이 점유하고 있는 것으로 집계된다.

◇성장 가능성

2005년 전세계 수요가 약 235천만f-km로 예상되고 있고 국내 제조 능력이 2000년말 총 1,400만 f-km내외로 볼 때 시장성이 있다. 현재 통신망사업자의 동향으로 보아 향후 약 5년간 증가추세가 지속되어 1999년 대비 매년 20%이상씩 증가가 예상되고 있다.

인터넷의 보급이 등으로 통신의 고속, 대용량화에 대응한 제품의 수요가 확대될 것으로 보고 코닝이 2000년부터 기존제품과 비교해 10배 이상의 전송용량을 가진 차세대 광섬유를 일본시장에 투입할 예정이다.

◇대규모 수요처(세트제품, 내수 및 수출)

주로 통신망 사업자인 한국통신, 하나로 통신, SK텔레콤, 파워콤, 두루넷, G&G네트웍스 등.

(2) 시장규모 추이(1997~2004)

(단위 : 수량-천F.Km, 생산, 판매 :백만원, 수출입-백만불)

구분	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
생산	수량 4,000	4,000	5,000	7,000	120,000	150,000	150,000	150,000
	금액 160,000	160,000	200,000	280,000	480,000	600,000	600,000	600,000
수출	수량 2,200	2,200	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	금액 88,000	88,000	120,000	160,000	200,000	200,000	200,000	200,000
수입	수량 1,800	1,800	2,000	3,000	7,000	10,000	10,000	10,000
	금액 75,869	51,318	67,226	100,840	235,294	336,134	336,134	336,134
수입	수량 -	-	600	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250
	금액 -	-	20,168	33,613	42,017	42,017	42,017	42,017

주: 1. 환율(W/S)1997(949), 1999(1,190), 2000-2004(1,190)
 2. 상기 데이터는 광케이블 기준임
 3. 수입 내수 시장의 약 20% 추정(업체조사)

3) 기술동향

◇저손실로 분산을 보상하는 광섬유의 개발

과장다중전송(WDM)에 있어서 광섬유내의 저손실, 분산보상 기술개발이 진행되고 있으며 저손실을 실현하기 위하여 광섬유의 코어재료에 게르마늄 등을 도핑하는 방법도 있으나, 손실은 적은 반면 분산

이 생기게 된다. 이 때문에 클래드재료에 도핑을 해서 분산을 낮추는 연구가 이루어지고 있다.

하나의 광섬유로 저손실과 저분산을 꾀하지 않고 저손실을 추구한 후 분산한 광을 별개의 광섬유로 보상하는 등 다른 광섬유를 조합하여 사용하는 방법이 많이 취하고 있다.

기타 분산보상 광섬유(DCF) 개발, Non Zero분산 Shift Fiber(NZ-DSF) 개발 등이 각각 이루어지고 있다.

◇광섬유 기술발전 로드맵

구분	~1998	1999~2000	2001~2003	2004이후
광섬유당전송용량	10~40Gb/s	320Gb/s	640Gb/s	>1Tera
WDM	비선형 광 효과 제어 광섬유 기술			광대역 저손실 고속 WDM전송 응용기술
TDM	분산선이 광섬유			NZDF 광섬유 기술

-국내외 주요업체 Profile

기업명	소재지	전화번호	국내생산지	해외생산지
대우통신	한국/인천	T:031-789-7114	인천	-
		F:031-789-7500		
		www.dwt.co.kr		
삼성전자	한국/구미	T:05-479-7100	구미	-
		F:054-479-7114		
		www.samsung.co.kr		
대한전선	한국/서울	T:316-9114	안양	
		F:754-5493		
		www.taihan.com		
LG전선	한국/서울	T:3773-2581	안양	
		F:3773-2608		
		www.lgcable.co.kr		
Corning	미국/뉴욕	T:607/974-9000	뉴저지 등	중국등
		www.corning.com/opticalfiber		
Lucent Technology	미국/Breinigsville	www.lucent.com	Breinigsville	
스미토모 전기	일본동경	T:03-5606-1030	요코하미 등	중국, 미국
후지쿠라	일본동경	T:03-5606-1030	후지쿠라 등	인도, 미국
占河전기	일본 동경	T:03-3286-3001	千葉 등	중국, 인도, 미국

<이 글은 산업자원부에서 시행한 산업기반기술개발사업의 '유망 전자기기·부품 현황분석' 연구 보고서로 산업자원부에서 시행한 산업기반기술개발사업의 연구결과임. 연구주관기관 전자부품연구원>