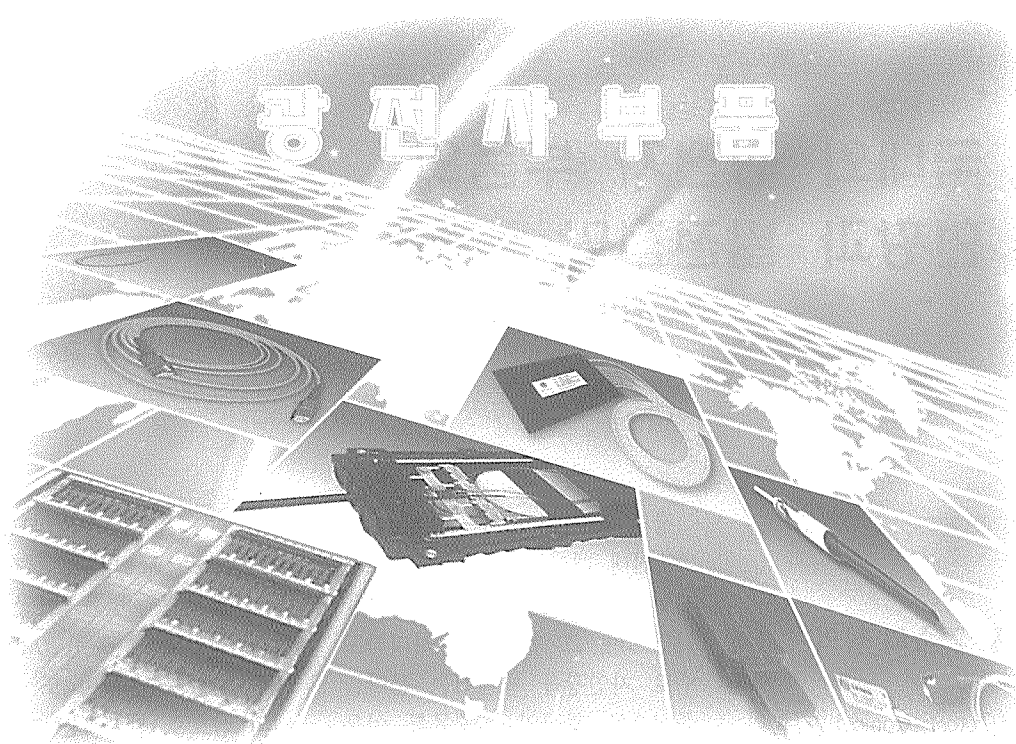


광전자부품



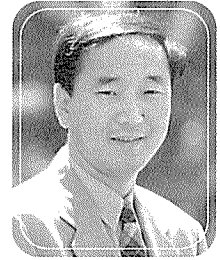
I . 국내외 광전자부품의 현황과 발전전망

김 특 영 교수(동국대학교 반도체과학과)

II . 주요 광전자부품의 기술 현황과 시장동향

이 한 영 팀장(전자부품연구원)

I. 국내외 광전자 부품의 현황과 발전전망



김득영 교수
(동국대학교 반도체과학과)

1. 광전자 기술의 정의

광전자(Optoelectronics) 기술의 일반적 정의는 전자(Electronics) 기술과 광학(Optics) 기술의 복합 기술로, 종래의 전자기술과 광학 기술이 결합하여 각기 고유의 기술 한계를 극복하고 한차원 진보된 기능과 향상된 성능을 나타내는 복합적 요소기술이라 할 수 있다.

여기에는 재료공학 기술, 전자공학 기술, 기하광학기술, 반도체 기술등이 상호 보완적으로 접합되어 있으며, 이로써 기존의 전자 산업에서 달성할 수 없었던 초고속화 기술, 대용량화 기술, 초경량화 기술 및 고품격화 기술이 구현될 수 있게 되었다.

특히 차세대 산업의 근간이라 할 수 있는 정보산업에 있어 핵심 요소기술로 부상되고 있다.

광전자 기술의 태동에는 이미 1960년대 레이저 발명 및 반도체 레이저 개발이 주도적인 역할을 하였으며, 그 전까지만 하더라도 주로 자연광을 제어하는 분야를 중심으로 광산업이 주류를 이루었다.

이후 전자공학에서 반도체 기술이 비약적인 발전을 거듭하면서 원하는 파장의 빛을 내기 위한 광원 기술이 나타나고 또 이의 응용분야가 기하 급수적으로 증가함에 따라 오늘날에는 광전 기술이 정보산업의 그 핵심적 역할을 하고 있는 상황이다.

광전자 산업은 광전자 기술과 관련한 재료산업, 소자 및 부품산업, 그리고 시스템 응용 산업등을 총칭한다.

중종 광산업(光産業)이라 하여 유리광학 산업 및 정밀광학기기 관련산업을 지칭하는 경우가 있으나 본고에서는 광신호의 제어, 전달, 송수신 및 표시에 있어 전기적, 광학적 기능을 보유한 기술

또는 그 산업을 총칭한다. 좀더 구체적으로 표현하면 광전자 기술(산업)에는 빛을 인공적으로 발생 시키고 제어/전달/표시하며 또한 빛을 수신하여 또 다른 형태의 신호로 변환하는 기능을 갖게 하기 위한 재료, 부품, 시스템 등이 모두 포함된다. 한편 우리나라에서는 광산업과 광전산업이라는 2분법적 분류방식이 엄존하는 경우와는 달리 미국과 일본에서는 광전자 분야를 중심으로 광산업 분류하고 있으며, 광전자로 광산업을 정의하는 경우 광원과 광학기기 부문은 제외된다고 볼 수도 있다.

2. 광전자 산업의 분류

광전산업의 분류방식에는 여러 가지가 있다.

우선 응용영역에 따른 분류로써 여기에는 광통신을 주축으로 하는 통신 분야, 광 컴퓨터 및 정

<표 1> 응용영역과 파장에 따른 광전산업의 분류

분 류	주요 품목	
광통신 (IR)	광선로	광섬유
	광통신부품	LD, PD, 광증폭기, 광변조기 등
	광통신 시스템	광전송시스템, 광교환기
광정보 (Visible)	광기록 부품	광픽업, 광다이오드
	광기록 매체	MOD, DVD, CD-ROM
	광입출력 장치	스캐너, 레이저 프린터
에너지/환경 (UV - IR)	디스플레이 소자	LCD, FED, PDP, LED
	레이저발생기기	산업용 레이저, 레저용 레이저
	정밀가공	절단·용접기, 마킹, 반도체 가공기
	광계측기기	광센서, 광계측기기
	의료광학기기	레이저 응용 치료기, 영상진단기
	광변환 기기	태양전지, CCD

<표 2> 응용단계에 따른 광전자 산업(기술)의 분류

구 분	종 류	
광전재료	광학 기능재료	도광재료, 레이저발진재료, 비선형 광학재료 등
	광전변환 기능재료	발광재료, 광전도재료
	광자기 기능재료	광메모리 재료
광전소자 및 부품	발광소자	LD, LED
	수광소자	광센서, 개별 및 어레이형 수광소자 등
	복합광소자	포토커플러, 포토인터럽터 등
	디스플레이소자	LCD, ELD, PDP, FED 등
광응용시스템	에너지 변환소자	태양전지
	광수동소자	광케이블, 광콘넥터, 광변조기/스위치, 광필터 등
	통신용 기기	광통신(전송) 기기, 광 교환 기기
	사무자동화기기	정보 입/출력 기기, 화상기록기기, 광 컴퓨터 등
	계측제어기기	레이저측정기기, 광섬유응용기기, 광섬유센서기기
	산업용기기	재료가공기기, 반도체가공기기 등
	의료기기	치료용기기, 검사용기기, 진단용기기 등

보저장/표시등과 같은 정보처리 분야, 그리고 에너지 및 환경 응용분야로 나눌 수 있다.

두 번째 분류방식으로는 응용되는 광의 파장에 따른 분류로서 가시광 영역, 근적외선 영역 및 적외선 영역으로 분류할 수 있으며 세 번째 분류방식은 최종 제품의 형태 또는 그 응용단계에 따라 광전재료 분야, 광전 소자 및 부품 분야, 그리고 응용기기 및 시스템 분야로 구분할 수 있다. <표 1, 2>는 광전산업을 분류하는 방식에 따른 그 예를 정리한 것이다.

1. 광전자 부품의 일반 현황

앞절에서 살펴 본 바와 같이 광전자 산업은 그 분류방식과 응용범위가 매우 다양하다.

본절에서는 광전자 부품의 응용이 가장 넓고 또한 그 기술이 차지하는 부가가치가 가장 높다고 판단되는 광통신 분야에서의 광전자 부품들에 대한 국내외 기술 및 산업 현황과 앞으로의 기술전개 방향을 알아보고자 한다.

이미 잘 알고 있는 바와 같이 광섬유를 통한 광통신망은 현재 전 세계를 거미줄 처럼 엮어 놓았으며, 이제 고 품위의 대용량 고속 전송기술에 집중되어 있다.

그러나 이는 어디까지나 광전

자 부품 기술과 이를 이용한 광통신 시스템 기술간에 상호 보완적이고 유기적인 발전이 전제되어야 가능한 일이고 그 정해진 목표가 이루어진다고 해서 그것이 곧 기술 진화의 종지부를 의미하는 것은 아니다. 우선 현 단계에서는 현재 계획되어 있는 광통신 시스템에서의 가입자 망 구성의 연차별 전망을 고려함으로써 관련한 부품의 기술발전 추이를 알아보고자 한다.

상용화 단계를 기준으로 하였을 때 각 가정마다 광섬유 통신망이 구성되는 시점(Fiber to the Home : FTTH)은 대략 2010년을 목표로 하고 있다.

따라서 향후 10년여년 간 광통신 시스템 구성을 위한 광전자 부품 기술개발이 실용화 수준까지 이르러야만 전체적인 시스템 구성이 가능하리라고 본다. 따라서 이에 필요한 통신용 광전자 부품을 크게 광전송 시스템 소자와 광분배망 및 교환 노드 소자들로 구분하여 개괄적으로 알아보기로 한다.

향후 기간망 광통신 기술은 채널당 TDM 기술로는 약 10~20 Gb/s 이하 수준에서 고밀도 다채널 WDM 광전송 시스템 기술으로 발전할 것이며, 기존의 전기적인 망 연결 대신에 광학적인 망 연결(OXC : Optical Crossconnect) 구도로 발전하며 궁극적으로는 광 교환 노드가 등장할 것으로 기대된다.

2. 통신용 광전자 부품의 현황 및 발전전망

(1) 광전송 시스템 부품

광전송 시스템용 부품은 크게 시간분할다중(TDM)용 광소자와 파장분할다중(WDM)용 광소자들로 분류될 수 있으며, 이 분류내의 세부 소자들은 광원이나 변조기 등은 각 소자들의 부가적인 규격과 특성에 따라 TDM용이나 WDM용 광소자로 구분된다.

TDM 광전송 시스템용 TDM 광소자의 상용화 기술은 현재 2.5 Gb/s급 수준에서 가장 많이 개발되어 있는 상황이며, 10 Gb/s급 기술도 많이 상용화되어 있는 수준이다.

20 Gb/s급 이상 40 Gb/s급 광소자 기술은 아직 연구개발대상이며, 일부 연구기관에서 100 Gb/s급 이상의 OTDM (optical time division multiplexing) 광소자 기술도 연구 개발하고 있는 수준이나, 아직 이러한 고속 광 소자의 응용 및 시장 전망에 대해서는 아직 검증이 되어 있지 못한 상태이다.

TDM 광원기술에 있어서는 10Gb/s급 장거리 국간 전송장치용 광원으로써 집적형 10Gb/s급 광원 모듈이 향후 4-5년 이내에 상용화 될 것으로 보이며, 광검출기로는 현재의 2.5Gb/s급 APD 기술이 향후 5-6년 이내에 OEIC 형 수광소자 기술로 진화하여 초고속 인터넷 및 초고속 국가망을

구현 시키는데에 중요한 역할을 할 것으로 보인다.

WDM 광소자의 경우에는 상용화 기술 수준에서 현재 약 8채널 수준이 가장 널리 보편화 되어 있고, 향후 16 채널 및 32, 64채널 수준의 기술로 발전할 전망이다. 2010년 경에 이르면 100채널 수준이 실용화 될 것으로 보인다. WDM 광전송 시스템용 광원 소자는 향후에도 일정기간 동안 직접 변조 2.5 Gb/s급 LD가 가장 많이 사용될 것으로 보이며, 고밀도 다채널 WDM을 위해 외부변조 LD와 나아가 어레이형 다채널 LD 들의 사용이 점점 대두될 전망이다.

특히 향후 6-7년 이내에 가입자 및 국간 전송용 WDM 어레이 광원으로써 표면방출형 광원 기술이 상당 수준 발전할 것으로 보인다.

WDM 시스템에서의 광검출기는 현재의 단일 PD 수준이 곧 파장 선택형 수광 소자로 대체될 것으로 보이며 어레이형 다채널 LD의 등장과 함께 어레이형 다채널 PD 기술로 진화될 것으로 여겨진다.

광증폭기의 경우에는 증폭 대역의 폭이 개선되어 현재 실용화 되어 있는 EDFA의 약 30 nm 수준에서 향후 다채널 대용량 WDM 광통신을 위해 70 nm, 100 nm 이상의 광대역 광증폭기로 발전할 것으로 보인다.

이와 함께 광대역 증폭기에서 요구되는 펌핑용 LD에 대한 기

술이 함께 동반적으로 발전할 것으로 보인다.

(2) 광분배망 및 교환 노드소자 부품분야

우선 시스템적인 측면에서 보면 40Gb/s급에서 성능이 급속도로 개선되어 2004년 경에는 160Gb/s급이 실용화되고 2010년 이후에는 5Tb/s로 진화될 것으로 보인다.

이에따라 교환기는 WDM 모듈에서 32x32 광 매트릭스 교환기로 머지 않아 전환되고 곧이어 128x128급의 광 매트릭스 교환기가 등장할 것으로 보인다.

광분배망 및 교환 노드 소자/부품에는 스위치 소자, 광 ADM 소자, 광신호 변환 소자 등이 포함된다. 스위치 소자의 경우 공간 광 스위치와 파장가변형 광스위치로 대별되며 기능에 따라서 Mechanical 광 스위치 및 음향광학 스위치 등이 있다.

현재의 공간 스위치는 향후 2-3년 이내에 파장 스위치로 전환될 것으로 보이며 2005년 이후에는 파장/공간 하이브리드형 스위치가 등장할 것으로 보인다. 이미 실용화 되었거나 향후 2-3년 이내에 실용화가 이루어질 것으로 보인다.

광 ADM 소자와 관련하여 이미 선진국들에서 대용량 광통신망 구축을 위해 고정형 광신호 Add/Drop 구도를 시현한 바 있으며, 향후 가변성이 있는 가변형

광신호 Add/Drop 구도를 시현하기 위해 관련 스위치 및 필터, 파장변환기 등의 개별 소자와 연계한 모듈의 연구 노력이 이루어지고 있음을 보면 현재의 fixed ADM 모듈이 2-3년 후에는 tunable ADM 모듈로 대체될 것으로 보인다.

신호변환 소자에 있어서는 WDM-to-TDM 변환소자가 근간 상용화 될 것으로 보이며, 특히 TDM 광신호 변환소자의 경우에는 고속신호처리 및 전송/분배/교환 기능을 갖는 신호 속도 변환 기술, 신호 포맷 변환 기술등이 2005년 까지는 해결 될 수 있을 것으로 보인다.

3. 국내 광전자 기술 및 산업의 문제점 발전전망

국내의 경우 지난 10여년간 B-ISDN 사업의 일환으로 대책 연구소 및 대기업을 중심으로 통신용 광전자 부품분야에 많은 시간과 자원을 투입하여 어느 정도 기술력을 갖고 있다고는 하지만 그 시장 점유율이나 또한 기술 수준에서 본다면 선진국에 비하여 아직 해결하여야 할 문제점들이 남아 있다.

물론 부분적인 분야에 있어서 세계 수준에 이른 분야도 없지는 않지만, 문제는 특히 소자/부품과 시스템의 연계성이 어느 응용분야 보다도 강조되어야 하는 광통신 분야의 경우 상호간의 유기적

인 연구/개발이 이루어지지 못한 상황이다.

한예로 광전송 시스템에서 광전자 부품이 차지 하는 비중이 1999년 25% 내외였지만 2002년 이후 부터는 65%를 상회할 것이라는 전망을 보면 광전자 부품의 성능과 신뢰성이 전체 시스템의 품질을 좌우한다고 하여도 과언이 아닐 것이다.

광전자 부품의 개별 소자별 기술은 이제 어느 정도 기반 기술이 확보되어 있지만 시스템의 성능과 신뢰성이라는 측면에서는 아직 많은 노력이 필요한 상황이라 하겠다.

아울러 광통신 시스템의 국제 표준화에 대응하기 위한 대책도 미흡한 상황이고 보면 여러 가지 전략적인 측면에서 접근하여야 할 일들이 많이 남아 있는 상황이다.

국내의 경우 광전자 산업 자체에 대한 인식이 크게 부각되거나 확산되어 있지 못한 상황이어서 시장의 규모가 그동안 별로 크지 않았으나, 향후 국내 시장과 더불어 세계 시장의 성장 가능성이 충분히 있으므로 체계적이고 집중적인 노력이 필요하다.

국내의 경우 아직 광전자 산업이 전자산업의 지역적인 분야로 이해되고 있기는 하지만 현재 전자, 기계, 에너지, 의료, 화학산업 등에 영향을 미치며 발전하고 있는 유망산업 분야임에는 틀림이 없다.

Time지 분석에 의하면 전체 전

자산업 중에서 광전자 분야가 차지하는 비중은 10년전 15% 내외에서 이제 50% 이상을 차지하게 되었으며 이는 앞으로 계속하여 비중이 증가 할 것이라는 예측이다.

20세기가 電子의 시대였다면 21세기는 光子의 시대라는 말도 결코 과장은 아니라고 본다.



사실 몇 년전 까지만 하더라도 우리나라의 산업구조에서 광전산업이라는 용어자체가 다소 생소하거나 또는 이질적인 표현으로 받아들여진 적이 있었다.

즉, 아직은 전자산업을 구성하는 지엽적인 분야로 해석하여도 무방하다는 견해, 또는 그 중요성

을 인지 하면서도 우리나라의 산업여건 및 주변환경으로 보아 광전산업을 전자산업에서 분리 독립시킨다는 것은 무리라는 견해 등이 지배적이었던 시기가 있었다.

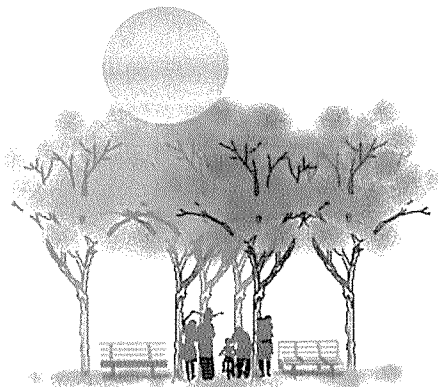
그러나 현재 국내외적으로 과학기술 및 산업기술의 변천추이를 조망할 때 광전산업의 중요성과 그 잠재적 부가가치는 능히 짐작할 만하다.

초고속 정보통신망 구축, B-ISDN 구현, 광 CATV 방송, 한-러 광케이블 포설, H-J-K 라인 구축 등과 같은 국가적 차원의 사건들은 차치 하고서라도 레이저 디스크, 광자기디스크, 콤팩트 디스크, 광LAN, 멀티미디어, 평판디스플레이, 광컴퓨터 등과 같은 광전자 관련 기술(산업)들이 이미 우리 눈 앞에 전개되고 있는 것이 현실이다.

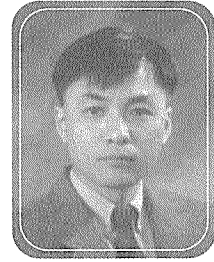
광전자기술은 전자산업의 시장성숙 및 발전을 선도하는 핵심기술로써 현재 및 향후 전자산업이 안정된 고도 성장을 할 수 있는 이유가 바로 광전자기술이 전자기술을 선도 내지는 지원 하고 있기 때문인 것으로 분석된다.

전자산업 전체의 시장성숙 과정은 광전자 기술이 선도하며, 광전자 기술은 고유의 시장을 형성하여 가면서 동시에 전자산업의 미래성에 대한 비전을 제시한다 할 수 있다.

향후 광전자 기술은 전자산업 뿐만 아니라 산업전반에 미치는 파급효과가 지대하여 미래의 3I 사회 즉, 집적화 사회(Integrated), 지능화 사회(Intelligent) 및 정보화 사회(Information)를 형성하는 견인차 역할을 할 것으로 기대된다.



II. 주요 광전자부품의 기술 현황과 시장 동향



이한영 팀장
(전자부품연구원)

일반인들은 인식을 하지도 못한 채 광통신은 정보화 시대의 가장 중요한 기술이 되었다. 90년대 초, 파장다중화(WDM, wavelength division multiplexing)와 시간분할 다중화(TDM, time division multiplexing)간에 벌어졌던 통신방식에 대한 힘 겨루기도 이젠 상호 보완적으로 발전하고 있다. 기간망 차원의 광 네트워크가 거의 완성 단계에 이른 현재, 기술 개발의 관건은 누가 가장 빨리 광 통신망 서비스를 가입자에게까지 직접 전달하는가에 달려 있다. 이를 위한 대표적 광전 부품이 광 스위치와 광 트랜시버이다.

전광스위치(all-optical switch)는 진정한 의미의 초고속 정보통신을 이루기 위해 개발되어야 할 최후의 광통신 소자라 말할 수 있다.

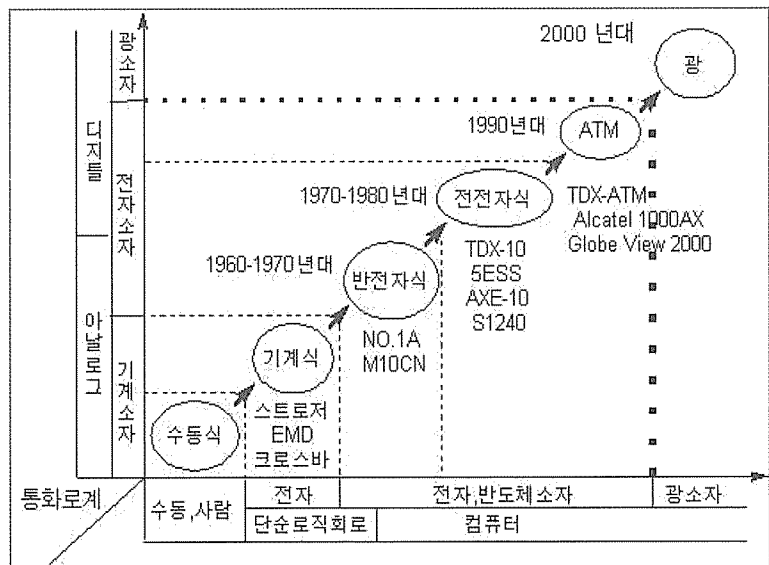
광통신 시스템에서 현재 사용되고 있는 광스witch는 광을 전기적 신호로 바꿔 전기적 레벨에서

스위칭한 다음 다시 이를 광으로 변환시키는 O-E-O(optical-electrical-optical) 방식을 따르고 있다. 그러나 이 방식은 신호의 3R(retiming, reshaping, regeneration)을 요구하며, 전송 속도 특히 하나의 광섬유 포트에 여러 파장의 광을 함께 전송시키는 파장다

중화(WDM, wavelength division multiplexing) 광통신에 의해 크게 제한받는다.

장거리 광통신에서 광전송중에 감소되는 광파워를 증폭시키기 위해 사용되었던 O-E-O에 의한 광증폭 방식이 photon 레벨에서 광신호 파워를 직접 증가시키는

(그림 1) 교환 기술의 발전 방향



광섬유 증폭기가 등장함에 의해 사라졌던 것과 마찬가지로, 순수 광스위치의 도래는 (그림 1)의 technical road map 상에 예견된 바와 같이 기존의 전기식 광스위치를 대체시킬 것이다.

광스위치가 광통신망에서 차지하는 중요성, 수억 달러 이상의 광스위치의 시장 규모 (그림 2 참조) 때문에 세계를 대표하는 광통신 관련 연구소 및 기업은 각자 독자적 방식에 의한 광스위치를 개발하고 있다.

HP의 분사 기업인 Agilent사가 개발한 prototype의 광스위치가 시스템에서 요구하는 성능에 가장 근접해 있다는 뉴스가 2000년 3월 보도되자 Agilent사의 주가가 30% 이상 급등한 것을 볼 때 광스위치의 중요성을 가늠해 볼 수 있다.

반도체 소자가 오랜 연구 개발 기간을 거쳐 이제 설계, 공정 및

구현 방식이 세계적으로 통일되어 있다고 말할 수 있는 반면, 광소자는 그 기능을 구현시키기 위해 소요되는 여러 개별 기술들이 아직까지 그 우위를 세계 시장에서 평가받고 있는 실정이다. 따라서 광스위칭을 위한 여러 기술들이 경쟁적으로 개발되고 있는데 크게 다음과 같은 세 종류로 대별된다. ① free-space optical switching, ② switching by optical solid-state devices, ③ switching by MEMS(micro electro-mechanical system).

자유공간상의 광스위칭은 medium 상에서 acoustic wave에 의한 스위칭, MEMS mirror를 이용한 스위칭도 포함할 수 있으나 여기서는 단지 콜리메이터를 이용한 방식에 국한한다. 콜리메이터를 이용한 자유공간 광스위치는 기계식 스위치로 대변되며 일반적으로 입출력 포트수가 많지

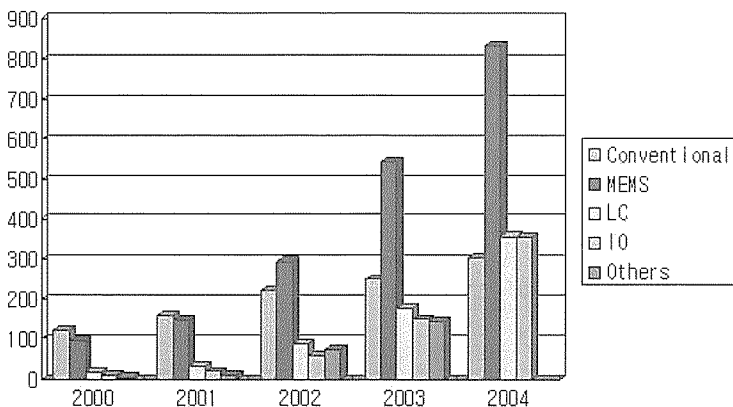
않은 1×2, 2×2, 또는 1×N (N=1~64 또는 128) 스위치로 다중 광원 모듈, 가입자망, 감시망등에 주로 사용되며, 각 콜리메이터에 의해 만들어진 평행광이 정밀 모터 또는 액츄에이터에 의해 광학 미러 또는 프리즘을 통해 반사되는 빔의 경로를 원하는 출력 포트로 바꿈으로서 스위칭이 일어난다. 이러한 기계식 스위치는 DiCon, JDS-Fitel, E-Tek 등에 의해 주로 개발되고 있다.

N×N OXC(optical cross connect)를 위한 자유 공간 광스위치는 Mach-Zehnder waveguide grating router(M-Z WGR)이 있는데 임의의 입력포트로 입사한 입력광은 파장에 따라 출력포트가 결정되기 때문에 파장 라우터(wave length router)라 불리기도 한다.

광경로를 바꾸기 위해 자유 공간이 아닌 다른 매질을 이용하는 스위칭 방식으로는 광도파로를 이용하는 방식과 탄성파(acoustic wave) 이용 방식, SOA (silicon optical amplifier)를 이용하는 방식 등이 있다.

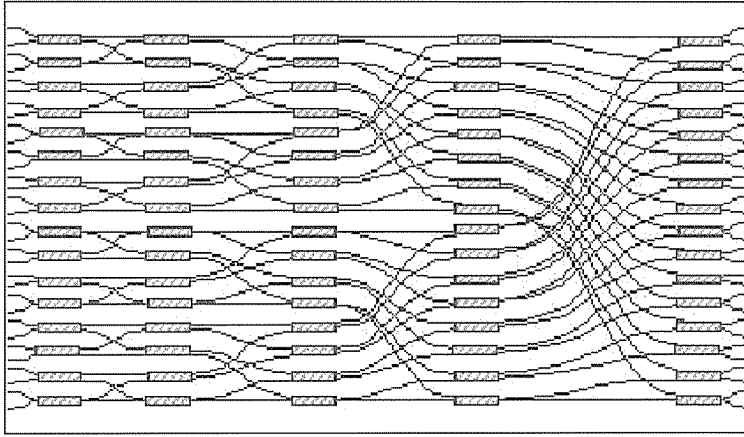
특수 매질을 이용한 광스위치는 N×N 매트릭스 스위치로 주로 활용된다. SOA에 의한 광스위칭은 집적성, 공정성, 광손실 보상 측면에서 큰 기대를 모았으나, 지금은 일본의 NTT에 의해 개발 (그림 3 참조)되고 있는 도파로형 방식이 선호되고 있다. 도파로형 광스위치는 광전물질(예로 LiNbO3) 또는 반도체에 형성된

(그림 2) 방식에 따른 광스위치 (all-optical optical switch) 세계 시장 규모



* 출처 : ElectroniCast

(그림 3) NTT에 의해 개발된 LiNbO3 32×32 매트릭스 광스위치



두 도파로상의 커플링을 광전효과 또는 열-광학효과를 이용해 조절함으로써 스위칭을 일으킨다. 도파로에 적절한 전압을 가해 진행하는 광 특성, 즉 분극(polarisation), 전파상수(propagation constant), 흡수율(absorption) 또는 굴절률(refractive index)을 변화시켜 두 도파로간의 커플링의 정도가 달라진다는 것을 이용한 것이다. 탄성파를 응용한 광스위치는

France Telecom등에 의해 연구되고 있는 방식으로, 광이 탄성파 주파수에 의해 굴절각을 달리하기 때문에 원하는 출력 포트로 광을 스위칭할 수 있다. 매질을 이용하는 스위칭 방식은 스위칭 속도 측면에서 타 방식과 비해 장점을 지니고 있으나(LiNbO3의 경우 수 nano-second) 확장이 용이하지 않은 단점을 가지고 있다. 포트 수가 그리 많지 않은 Non-blocking 광스위치 형태로 (N

×N, N=2~32) 소채널 OXC 또는 라우터(router)등에 주로 응용된다.

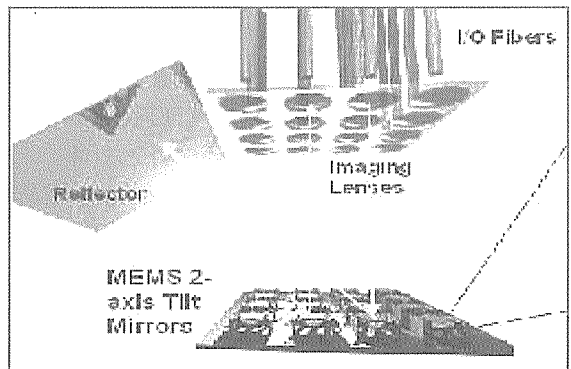
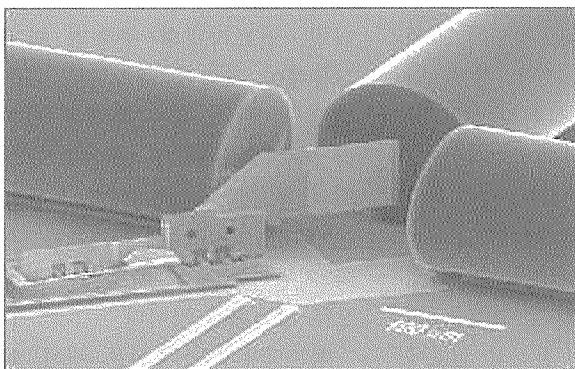
최근 가장 많은 관심을 보이고 있는 스위칭 기술은 MEMS이다. MEMS 기술은 앞에서 설명한 기계식 광스위치를 초소형 미러, 초소형 액츄에이터를 이용하여 구현한다는 점에서, 그리고 256포트 이상으로 확장이 용이하다는 점에서 OXC (optical cross connect) 시스템을 위한 광스위치로 주로 활용될 전망이다.

기술의 난이도, 시장의 규모등으로 인해 Lucent, Agilent, NTT와 같은 대기업에서 주력하고 있는 소자이다.

(그림 4)는 Lucent에 의해 개발된 MEMS 기술에 의한 1×2, N×N 광스위치 예를 보여주고 있다. 삽입 손실, cross-talk은 미러의 각도 콘트롤 정확도에 의해 결정되며 상용화를 위해서는 0.02°이하의 오차범위 내에 들어야 한다.

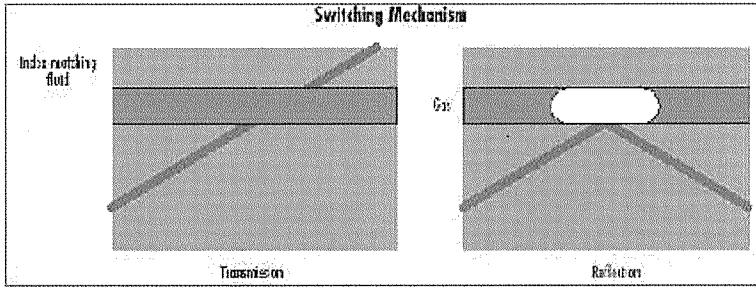
Agilent사는 Inkjet printer에 의해 축적된 micro-bubble 콘트롤

(그림 4) Lucent에 의해 개발된 1×2 (왼쪽), N×N (오른쪽) 광스위치

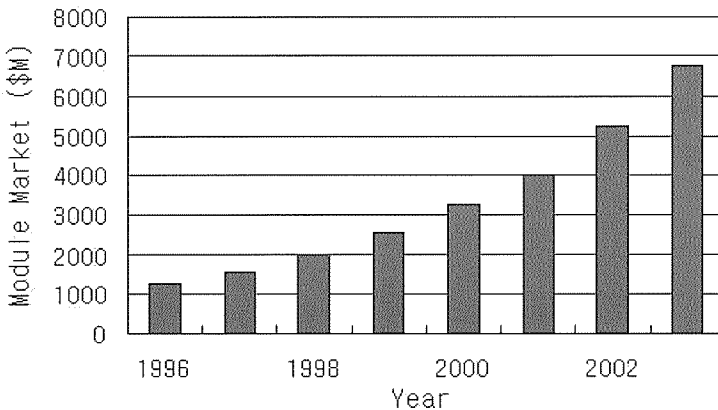




(그림 5) Agilent에 의해 개발된 광스위치의 스위칭 원리 : 광이 bubble을 만날 때까지 계속 진행하다가 경로 상에 bubble에 있을 경우 반사되어 다른 포트로 스위칭이 일어난다.



(그림 6) 광 트랜시버 세계 시장



* 출처 : ElectroniCast

기술과 MEMS 기술의 혼합에 의해 광경로를 바꾸어줄 cross-point에서 bubble로 광을 반사 또는 투과시킴으로 스위칭을 일으킨다 (그림 5 참조).

Agilent는 이러한 방식에 의해 만들어진 광스위치를 Champagne이라고 명명해 대대적 홍보를 하고 있다. 이외 NTT도 비슷한 개념에 입각한 광스위치를 연구개발하고 있으며, MEMS에 의한

광스위치는 512×512 또는 1024×1024까지의 확장성을 가지고 있으며, 수~수십msec 정도의 스위칭 속도, 512×512의 경우 약 12~15dB 정도의 삽입 손실을 보이고 있다.

이외에 일본의 TDK사는 서로 cross 되어 있는 광섬유의 교차점 중간에 마이크로 mirror를 삽입 또는 제거함으로써 스위칭을 일으키고, Philip사는 전기적 신호에

따라 통신용 광파장에 대해 transparent/reflection/absorption 3상을 가지는 물질을 개발하여 이를 광스위치에 적용하려는 노력을 보이고 있다.

최근 미국의 SpectraSwitch사는 Liquid Crystal을 이용하여 광경로를 바꿀 수 있는 소자 개발에 성공하여 각광을 받고 있다.

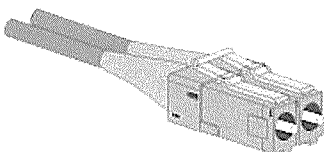
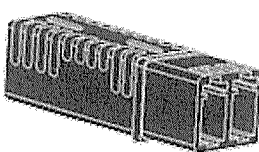
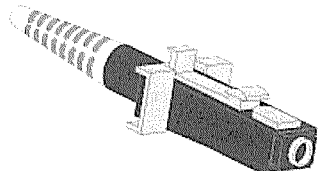
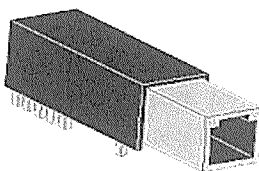
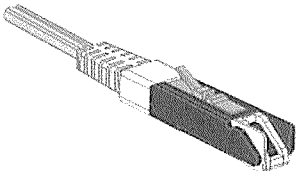
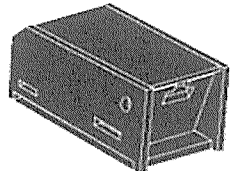
그 외, APII(amino-phenylene-isophorone-isoxazolone)이라고 하는 폴리머의 비선형 광전 특성(non-linear electro-optic)을 이용한 광스위치가 수 pico-second의 스위칭 속도를 가지고 있는데 아직 실험실 수준이며, 상용화까지는 많은 시간이 소요될 것으로 예상된다.

광가입자망 확산을 위해 가장 중요한 광소자중의 하나가 광 트랜시버이다.

우리나라의 네트워크산업은 불과 20년도 안 되는 아주 짧은 역사를 갖고 있지만 인터넷의 폭발적인 확산에 힘입어 2000만명에 육박하는 인터넷 사용자를 자랑하는 거대산업으로 탈바꿈했다. 최근 기업 통신망 하부구조로 인터넷·인트라넷의 구축과 함께 그룹웨어 도입이 급속도로 확산되고 있다. 이 같은 추세는 향후 화상전화뿐 아니라 데이터, 영상회의 등 여러 부가가치를 창출하는 멀티미디어 통신서비스를 적극 지원하는 통합 네트워크 기반으로 발전해갈 것이다.

백본망에서의 통신은 광에 의

<표 1> SFF(small form factor) 광 커넥터의 종류와 이를 이용하는 업체 컨소시엄

Type	Male	Female	Consortium
LC connector			Lucent, IBM, Sumitomo, MRV, Methode 등
MT-RJ			HP, AMP, Fujikura, Siecor, Cisco, Nortel, Lancast, XLNT 등
VF-45			3M, Honeywell, Xylan, Siemens, Corning, Allied Telesyn 등

해 이루어지고 있으나, 실사용자는 전기로 변환된 형태의 신호만을 이용할 수 있으므로, 광통신망과 사용자를 인터페이스 부품이 필요한데 이것이 광모듈이다.

광통신 장비에 사용되는 광모듈이란 광 신호와 전기신호를 상호 변환해주는 핵심 부품으로서 최근 인터넷 수요급증과 더불어 그 수요가 증가하고 있다. 초고속 통신용 부품인 기가비트 인터넷 전송용 광부품은 현재 155Mbps에서 622Mbps 광모듈로 넘어가는 추세이며, 제조사간의 기술 및 시장경쟁이 점차 가열되고 있다.

광모듈의 유형도 과거 전기 신호를 광신호로 변환시켜 전송하

는 트랜스미터(Transmitter)와 전송되어온 광신호를 다시 전기신호로 변환시키는 역할을 하는 리시버(Receiver)를 분리하여 개발하였으나, 현재는 이 두 가지 모듈을 하나로 통합하여 기존 분리형에 비해 크기는 물론 제조가격도 낮은 트랜시버(Transceiver)로 수요가 옮겨가고 있다.

광모듈 시장을 주도하고 있는 세계적 업체로는 루슨트, HP, 지멘스, 3M, 알카텔, 노텔 등이 있는데 각자 소형화 저가격화를 위해 독자적인 광커넥터를 개발해 놓고 있다.

LC type과 MT-RJ type의 트랜시버는 커넥터용 페룰의 크기를

기존 통신용 표준 페룰 크기의 반으로 줄임으로 소형화를 구현했으며, volition type은 커넥터의 사용 없이 입력단 광섬유와 출력단 광섬유가 연결될 수 있는 구조를 가지고 있어 가격 경쟁력을 갖추고 있다.

이들 업체가 개발한 커넥터의 종류와 이에 합류한 컨소시엄 업체들이 <표 1>에 요약되어 있다. 국내에는 622 Mbps가 상용화되는 것과 별개로 세계 광시장의 50%에 육박하는 2.5Gbps급 광모듈과 차세대 광모듈로 일컬어지는 SFF(Small Form Factor)의 연구 개발에도 박차를 가하고 올해를 상용화 목표로 하고 있다.