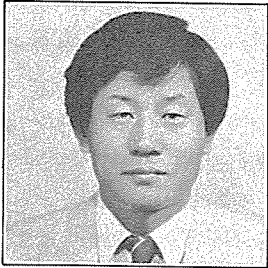


光技術의 연구개발 동향

# “超集積化 및 大容量化”



이 원 승  
〈金星光通信(주) 공장장〉

광산업이란 전자파 스펙트럼의 한부분인 광파의 성질을 이용하는 기술을 바탕으로 광을 발생 또는 전달하거나 변화시키는 데 사용되는 재료 및 부품과 광부품을 이용한 정보기기 그리고 이를 복합적으로 조합한 시스템에 관련된 모든 산업을 총칭한다.

광산업에 있어서 광기술이라고 하면 너무 광범위하여 한마디로 구분하기는 어려우나 크게 나누면 다음과 같다.

광섬유를 이용한 정보전송기술, 광 특히 레이저광의 파장·시간·공간 및 에너지등의 제어성이 뛰어난 점을 이용한 광섬유 및 광응용계측제어기술, 민수용으로부터 의료·산업분야에까지 널리 이용되는 광응용기술과 새롭게 시작되고 있는 고도의 광연산등을 포함한 광신기술등이다.

광산업에 있어서 우리나라의 산업자체가 성숙 단계라고 하기에는 빠른감이 있으므로 주로 해외의 광기술동향에 대해서 살펴보기로 한다.

◇ 光産業의 개요

광산업은 1960년 레이저의 발명이래 광섬유를 이용한 광통신에서부터 꽃피기 시작하였다고 할 수 있다.

이때부터 급속한 정보화사회로 빠른 발걸음을 내딛기 시작하였으며 광산업이라고 하여도 그리 낮설지 않는 단어로 받아들여지기 시작했다.

이 광기술을 여러분야에 적용시킴으로써 재료의 개발, 제조공정기술개발을 통한 광부품 및 응용기기개발에 총력을 다하여 고도정보화 사회를 향하여 대용량의 정보를 빠르게 효율적으로 보다 정확하게 전달하도록 광기술을 발전시켜 나가야 할 것이다.

앞에서 언급한바와 같이 광을 이용한 전송기술이라고 하면 주로 광섬유로 줄게 의미부여가 되므로, 광통신의 선구자라고 할 수 있는 K.C.Kao 박사의 광통신분류방식에 따라 세분화하여 보면 다음과 같다.

- ① Long-Distance 통신 : 기간중계선, 광해저통신 등
- ② Inter-City 통신 : 도시간 국간 중계 등
- ③ Inter-Subscriber 통신 : 양방향 CATV, ISDN, 공중전화망의 가입자통신 등
- ④ Inter-Processor 통신 : 비교적 소형 LAN, 컴퓨터 실내통신 등
- ⑤ Inter-Board 통신 : 컴퓨터, Board간 통신
- ⑥ Inter-Chip 통신 : Board Chip간 통신
- ⑦ Inter-Device 또는 Intra-device 통신 등이다.

그러나 아직까지는 광통신이라고 하면 공중통신, 전용통신과 구내통신으로 언급되어지고 있는 실정이다.

광응용 및 광계측제어기술은 레이저 가공등의 에너지이용기술과 표시기록등의 광정보처리기술 뿐만 아니라 센서기술을 말하며 광의 특징을 살

- 해보면, ① 파장 제어성 : 단색성, 파장가변성.  
 ② 시간적 제어성 : 짧은 펄스 발진이 가능, 광대역 변조가 가능.  
 ③ 공간적 제어성 : 편파면제어, 지향·집속력이 좋다.  
 ④ 에너지제어성 : 고출력, 고휘도 등이 있으며 상기 네 특징을 잘 살리는 것이 바로 광기술을 이용한 광산업이다.

◇ 光部品 기술

광부품이라고 하면 발광소자, 수광소자, 광케이블 및 콘넥타 등의 수동소자를 포함하고 있다.

발광소자라고 하면 통상 레이저와 발광다이오드를 말한다. 광섬유손실이 1.55 $\mu$ m대에서 최저로 무중계거리를 최대로 할 수 있기 때문에 1.55 $\mu$ m 반도체 레이저 다이오드의 실용화를 위한 노력을 하고 있으며 특히 발진파장에 대해서 발진파장폭을 좁게하고 높은 안정성이 요구되기 때문에 DFB(Distributed Feedback) 반도체 레이저등의 실용화가 시도되고 있다.

현재는 코히어런트 통신용 광원으로 LEC(long External Cavity) 레이저를 이용하고 있지만 반도체 레이저와 피드백기능을 갖도록 일체화시킨 집적형의 반도체 광원이 시도되고 있다.

한편 단파장용 반도체 레이저는 통신용보다는

〈표 - 1〉 광부품(발광소자)의 종류

종 류	개요 및 응용분야
1. 반도체 가시광LED 적외광LED 가시광LD 적외광LD	<ul style="list-style-type: none"> <li>표시장치 : Display</li> <li>광통신시스템</li> <li>기록밀도향상을 위해 단파장화 : CD, VD, Printer 등</li> <li>광통신시스템 및 응용기기 : GaAlAs (0.75-0.9<math>\mu</math>m) InGaAsP (0.11-1.6<math>\mu</math>m)</li> </ul>
2. 기체레이저 CO <sup>2</sup> ION He-Ne Eximer	<ul style="list-style-type: none"> <li>고출력, 고효율 : 파장 10.6<math>\mu</math>m, 재료가공, 의료</li> <li>주로 가시영역 : 파장 0.488<math>\mu</math>m(Ar)</li> <li>안정된 연속출력, 취급용이, 저가격 : 0.6328<math>\mu</math>m</li> <li>자외선 파장영역(파장가변성) : 연구, 의료용</li> </ul>
3. 고체레이저 YAG Glass	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형, 경량, 고효율 연속 또는 펄스 : 파장 1.06<math>\mu</math>m, 군사, 재료가공</li> <li>파장 1.06<math>\mu</math>m, 재료가공, 의료</li> </ul>
4. 액체레이저 Dye	<ul style="list-style-type: none"> <li>파장의 다원화(0.3-1.0<math>\mu</math>m) : 연구, 의료</li> </ul>

정보계통의 상품에 주로 사용하고 있다.

왜냐하면 GaAlAs, InGaAsP/GaAs를 통해 가시광선쪽에서 보다 낮은 파장대로 옮겨가고 있다.

이는 단파장화할 수록 광의 집속력이 더욱 강해지기 때문이며 광 디스크 및 프린터등에 사용하고 있다.

기술적인 측면에서는 온도변화에 따른 발진파장의 안정과 고효율화를 위하여 저잡음의 레이저다이오드의 개발로 응용분야의 확대이다.

반도체 레이저 이외에 일반적인 레이저로는 기체, 고체, 액체레이저 등이 있다. 기체레이저의 종류로는 He-Ne, CO<sub>2</sub>, Eximer 등이 있으며 공업용으로 가공 절단등에서부터 정보처리·계측, 광유기화학반응에 사용하는데까지 특성에 따라 용도선택을 하고 있으며 고체레이저는 대표적으로 YAG레이저를 트리밍, 마킹 및 용접등에 이용하나 앞으로 파장가변이 용이하면서도 출력이 높은 매질의 개발과 임의 장소로 광을 유도하기 위한 광섬유의 사용이 해결해야 할 과제이다.

발광다이오드(LED)는 용도에 따라 요구하는 특성이 다르나 통신용으로는 고속이어야 하는 반면에 산업용으로는 고휘도화, 대색화등이다. 다색화의 예로는 GaAsP는 적 등, 황색을 전압에 따라 나타내는 one Chip의 표시용이며 소비전력 감소, 발광효율증대가 주된 기술이다.

수광소자

수광소자는 크게 분류하면 개별수광소자와 어레이 또는 매트릭스형 수광소자로 나눈다.

수광소자는 통신용으로는 단파장대(Si)에서 장파장대(Ge)로 옮겨가며 비통신용의 용도는 FAX, 복사기 리모콘등이다.

특히 통신용은 보다 장파장화(1.55 $\mu$ m)를 위한 고속 고감도인 수광소자 개발이 진행되고 있다.

또한 1.3 $\mu$ m 통신은 이미 실용화되었기 때문에 1.55 $\mu$ m 통신을 위해서 InGaAs-APD의 개발뿐만 아니라 Pin-PD와 FET등의 OEIC(Opto Electronics) 화가 요구된다.

어레이형 수광소자는 1차원과 2차원으로 구분하는데, 1차원은 FAX, 복사기등에 사용하고 2차원은 카메라등의 고체촬상소자로 사용이 되며

금후 과제는 저코스트화이다.

광수동소자

광분파 및 합파, 광감쇠기, 광스위치, 광콘넥터 등이 광수동소자에 포함된다. 광수동소자는 저코스트화를 위한 양산공법의 적용이 진행되고 있다. 왜냐하면 국내 및 광가입자망에서는 수동소자가 시스템에서 점유하는 비율이 상대적으로 크기 때문에 가입자망이라든가 LAN의 조기확산을 위해서는 저코스트화가 필연적이며 특히 광스위치 및 광분합파기기의 수요가 커질 것이다.

광섬유 및 광케이블

광섬유는 그동안 눈부신 발전을 해왔으며 실용화된 광섬유는 손실치가 이론한계치까지 도달하였기 때문에 사실상 주변장치보다 기술이 선행해 왔다. 따라서 주변기기 및 장치에 대한 새로운 기술전개로 광섬유의 장점을 충분히 살리도록 하여야 하겠다.

광섬유 및 케이블에 대한 기술동향을 살펴보기로 한다.

① 이미 언급한바와 같이 광손실은 이론 한계치까지 접근하였고 단일모드 광섬유인 경우에 Ge첨가 코아에서 순수석영코아를 갖는 형태로 움직여가는 추세이며, 최저손실의 실현은 1.55 $\mu$ m에서 0.157dB/Km가 보고 되고 있다.

② 광섬유를 이용한 응용분석확대를 위해 저코스트화가 급선무이며 고속증착기술, 고속인선, 고속피복기술로 해결해야 한다.

③ 장거리 및 국간중에서는 단일모드광섬유가 전부 사용되기는 하나 주변기술의 발달로 광가입자계에서도 다중모드보다는 단일모드로 향하는 추세이다.

④ 중계거리를 확장시키기 위하여 1.55 $\mu$ m대에서 해저광케이블의 실용화, OPGW(Composite

<표-2> 광부품(수광소자)의 종류

종 류	개요 및 응용분야
1. Photo Diode Photo TR	광응용기기 및 전자기기, 범용광검출 Sensor
2. PIN, APD (Si, Ge)	광통신시스템, 광변환장치
3. Array Diode	위치, 화상정보검출 : 산업용로봇, 카메라

<표-3> 광섬유의 종류

종 류	개 요
실 리 카	주성분 : SiO <sub>2</sub> , 최저 0.157dB/km실현 종류 : Single mode 및 Multimode fiber Dispersion Shifted fiber Dispersion Flattened fiber Polarization maintaining fiber
할로젠화물	1/1000 dB/km가 이론치(3-4 $\mu$ m), 불화물계가 대표적
다 성분 계	값이 싸다
플 라 스틱	순수플라스틱, 플라스틱클래드

Overhead Ground Wire With Optical Fiber)에서 적용이 요구된다.

⑤ 편광유지광섬유(Polarization Maintaining Optical fiber)를 이용한 코히어런트 광통신방식으로 수신감도를 증대시키는 일이며 통신용에 사용할 정도의 충분히 긴 광섬유 제조기술의 확립이 절실히 요구된다.

⑥ 편광유지 광섬유로 각종 계측제어에 응용

⑦ 저코스트화를 위해 고밀도다심 광케이블구조의 개발과 실용화(번들 또는 리본형태를 갖는 광케이블)

⑧ 플라스틱 광섬유를 단거리통신에 적용시키기 위하여 내환경성특성의 개선이 필요하며 저코스트화의 추구

⑨ 번들형태의 광섬유 수요를 위해 세경화, 장척화가 필요하다.

광섬유의 종류를 보면 <표-3>과 같다.

기타광부품

지금까지는 광부품중에서도 커다란 비중을 차지하는 발광소자, 수광소자, 광수동소자에 대해서 살펴보았다.

복합광소자인 포토커플러와 태양전지 등이 있으나 생략하기로 한다.

광전송장치 및 기기를 포함하여 광측정기, 광센서, 광학식정보기기(CD, VD, Disk memory), 광입출력장치, 의료용레이저를 포함한 레이저 가공기등이 포함된다.

광전송기기 및 장치

저속의 아날로그, 디지털링크에서부터 고속전송기기까지 다양하다. 광전송기기 및 장치는 고

도정보화사회를 향한 시스템고속화가 필연적이다.

미국, 일본등에서는 Gbps 광전송방식이 실용화에 접어들었으며 예로서 일본에서는 F-1.6G NTT 방식으로 23040GH/Sys이며 FT 시리즈 1.7Gb/s AT&T 방식은 24192Ch/Sys으로 고속화되어 가고 있다.

그러나 광강도변조기술에서는 변조속도가 상승함에 따라 수광레벨이 포함되어 전송능력에 한계가 있으므로 코히어런트 광전송(광강도변조에 비해 15-20dB 수신감도개선)으로 대폭적인 수광레벨의 개선을 할 수 있기 때문에 차세대 시스템이며, 수 100km 무중계 Gbps 전송속도의 달성이 기대된다.

◇ 광센서 응용기술

광센서의 종류로는 온도, 압력, 위치 및 각도, 각속도, 가속도, 회전수, 유량 및 레벨등의 물리량을 측정할 수 있다.

산업분야에서는 특히 온도, 각종 발생잡음 및 폭발위험성등의 나쁜 환경이 많기 때문에 광계측제어방식이 대단히 유리하다. 무유도 절연체라는 전기적 특성은 잡음발생지역에서 고품질의 데이터전송이 가능할 뿐만 아니라 전기적 절연 문제까지 해결되기 때문에 장소구애를 받지 않는다.

또한 전력선과의 복합화가 가능하기 때문에 전력계통에 유용하다.

광센서라고 하면 레이저의 빛만을 이용하는

〈표 - 4〉 광센서의 예

종 류	개 요	응용분야
전류, 자계 전압, 전계 온도 유속 진동, 음향 압력 길이, 거리 두께	-물리적변화량을 광학적변화량으 로 계측 -감도, 안정도 내환경성 우수	-자동제어 및 전 력계통

것과 광섬유를 센서로 이용하는 것으로 크게 구분할 수가 있으며, 광섬유자체가 센서기능을 가지면서 동시에 전송로 역할을 하는 경우와 단순히 전송로로만 사용되는 경우가 있다.

다음 광섬유이용센서의 응용예를 보면(표-4)와 같다.

◇ 광응용시스템

광응용시스템에는 크게 공중통신시스템, 특정 수요시스템과 이동체통신시스템으로 구분된다.

여기서는 이에 대한 개요만 간단히 설명하고자 한다.

공중통신시스템은 장거리 대용량정보전송으로 국가기간망이 주를 이루며 특정수요시스템은 전력, 철도, 공항, 학교, 연구소, 공장등의 설비장치등에 광통신시스템을 도입하여 각종 정보를 제공하거나 설비를 제어하거나 감시관리를 목적으로하는 시스템을 말한다.

또한 이동체통신이란 자동차, 선박, 항공기, 철도등이 있으나 주로 자동차에 한정되고 있으며 안정성, 쾌속주행을 위한 각종 제어기능 증대에 따른 문제점을 해결하기 위하여 광시스템이 도입되고 있다.

◇ 맺음말

지금까지 광기술에 대해서 전반적인 동향을 살펴보았다.

광기술이라고 하면 너무 방대하고 첨단기술이기 때문에 좁은 지면에 충분하지 못한 설명을 하였지만 종합적으로 다음과 같은 몇가지 기술 동향으로 요약할 수 있다.

광부품은 첫째로 고신뢰성과 저코스트화이다. 따라서 광집적화(OEIC)가 이루어질 것이며 장기적으로는 보다 소형화될 것이다.

또한 광센서를 이용한 응용분야가 확대되며 정보화시대에 따른 대용량전송시스템으로 Gbps 고속화와 코히어런트통신으로 기술발전을 할 것이다.