

광통신모듈 패키징기술

2002. 5. 3.
오 행 석
(hsohs@etri.re.kr)



광통신부품연구센터
ETRI
한국전자통신연구원



목 차

광인터넷 개요

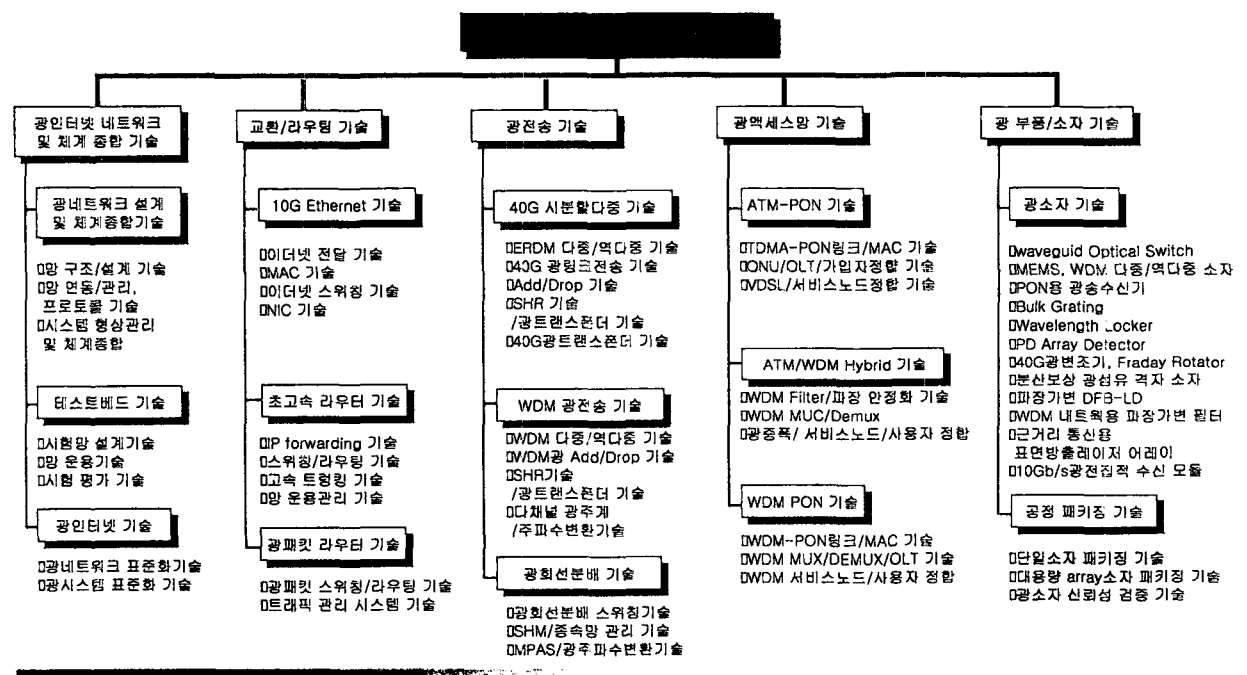
- 광인터넷 요소 기술
- 광인터넷 Road map

광통신 모듈 패키징 기술

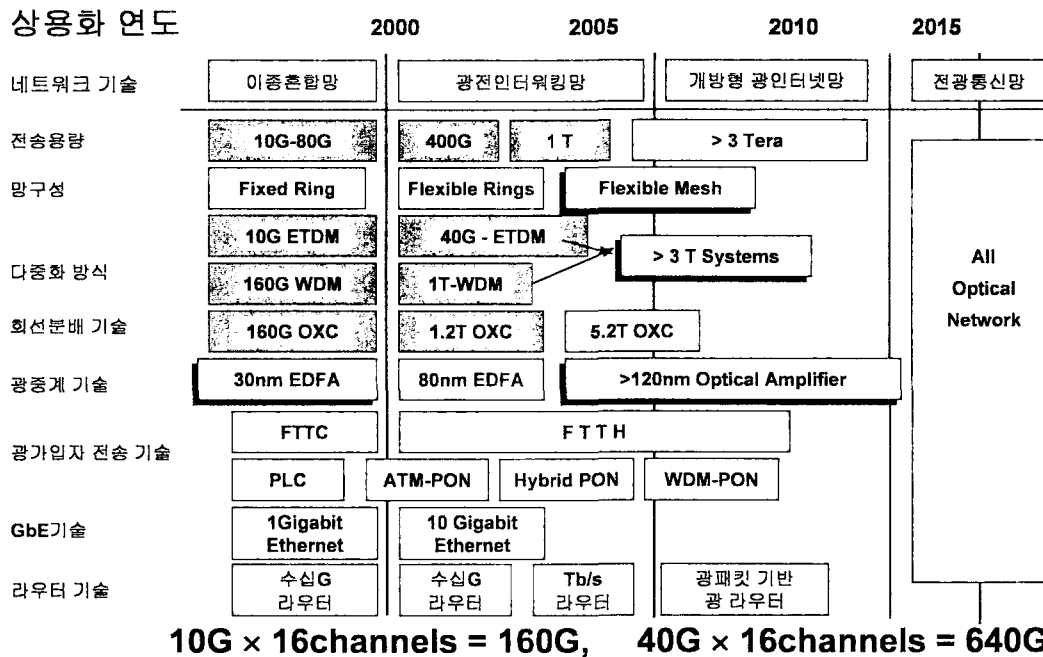
- 광통신 부품 패키징 기술 및 시장 동향
- 광통신 부품 패키징 핵심 요소 기술
- 광통신 모듈 설계 기술
- 광통신 모듈 제조 공정 기술

광 인터넷 기술

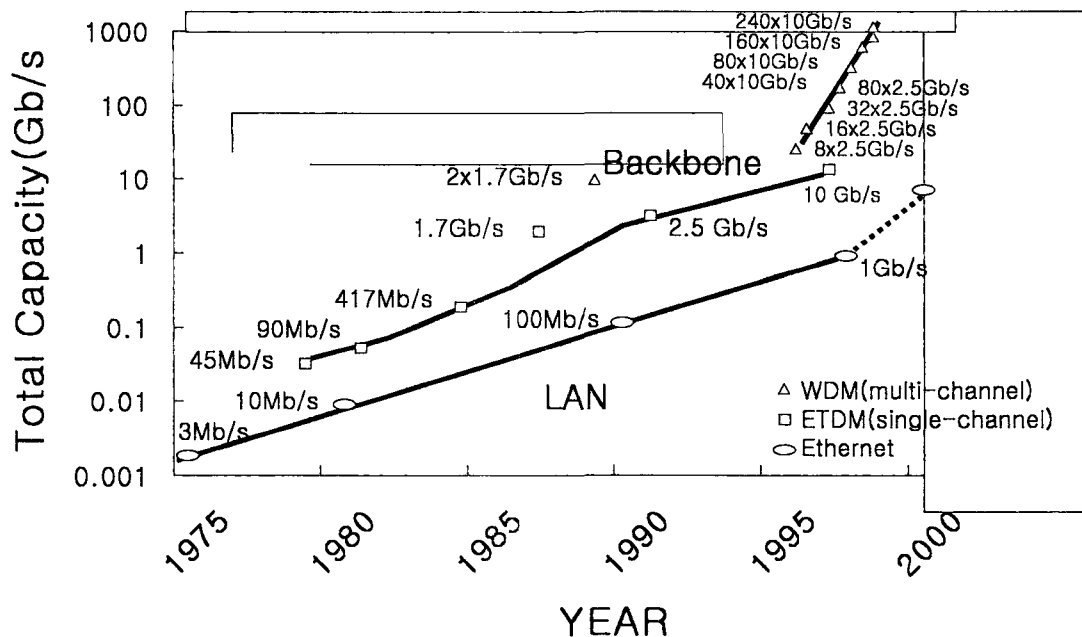
광인터넷 요소기술 체계도



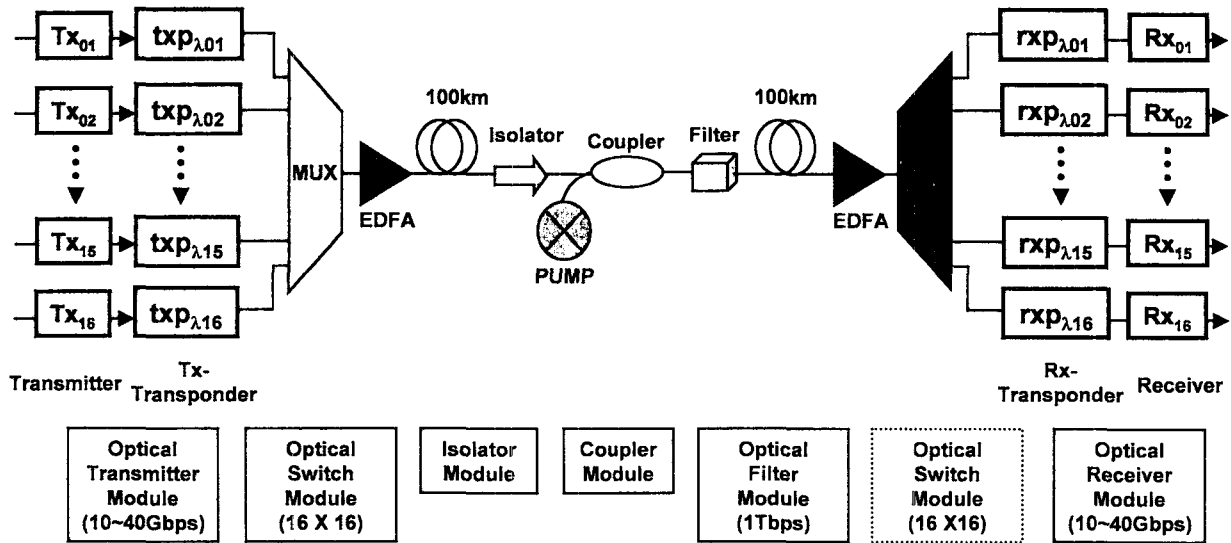
광인터넷 기술 Road Map



Transport Capacity of Commercial Systems



광통신 시스템 구성과 적용부품



광통신 부품 패키징 기술

광통신 부품 패키징 기술 경향

Low Speed Optical Device
(LED, Short-haul FP LD, PIN-PD)



Multi-mode Optical Fiber

High Speed Optical Device
(DFB-LD, PIN PD, APD)



Single-mode Fiber

Multi-channel Optical Devices
(Optical Switch, AWG(arrayed wave-guide grating), multi-wavelength light sources, transceiver modules, etc.)



Single-mode Fiber Array

국내 광통신 부품 기술 동향

- ◆ 케이비아아이 : 2.5Ghz (16채널 X 155Mbps) 광트랜스폰더 개발
- ◆ 아이티 : WDM와 2.5G 및 10G급 광모듈 생산
- ◆ 레텍커뮤니케이션 : DWDM 장비 및 10G급 파장 광송신 모듈 개발
- ◆ 네트워크케이블 : 광섬유 스텐브(stub) 국산화 성공
- ◆ 한국단자공업 : 2.5Gbps 대역 4채널과 8채널 CWDM 모듈 개발
- ◆ 커미넷 : 2.5Gbps 광트랜스폰더와 WDM장비 개발
- ◆ 루미넨트코리아 : 광트랜시버모듈 개발
- ◆ 인오시스템 : 최대 80개 채널까지 광전, 전광 변환 없이 증폭할 수 있는 EDFA 개발

국외 광통신 부품 패키징 기술 동향

- ◆ 세계시장규모 : 2001년 광송수신모듈류 84%, 수동광부품류 약 11%
(루슨트·노텔·알카텔·NEC 등 국외통신시스템업체들이 점유)
<출처 : Electronicast & Kessler Marketing Information>
- ◆ 일본 NTT : Opto-bump 형태의 60Gbps의 속도까지 전송할 수 있는
패키지 개발
- ◆ 광섬유 정렬 : SiOB 또는 초정밀 V-groove형성 기술을 이용한 Passive
정렬 방법
- ◆ 광섬유 고정법 : 내환경성이 우수한 접착제 개발에 따른 UV 접착제 사용
- ◆ 광패키징 구조 : Hermetically Sealed 구조

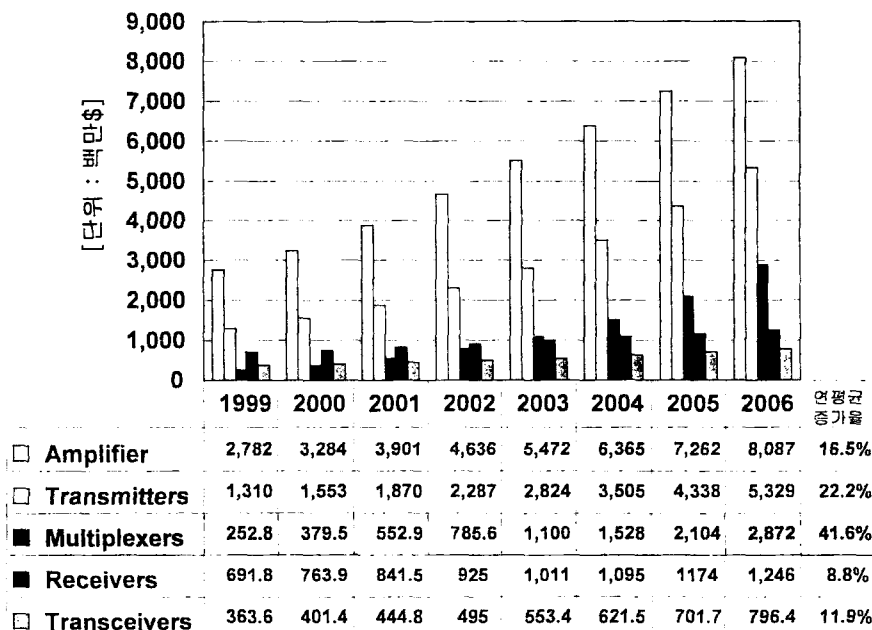
광통신 부품별 시장전망 및 파급효과(1)

- ◆ Optical Transmitter/Receiver Module
 - 광가입자용 155Mbps급 광트랜시버가 주종, 점차 622Mbps와 1.2Gbps의 수요 증가
 - 광LAN용은 기가비트 인터넷의 수요증가
 - 1.2Gbps 및 2.4Gbps급 광트랜시버의 시장 증가 전망
 - 루슨트·알카텔·지멘스·노텔·HP 등 해외 선진업체가 국내시장 선점
 - 국내의 경우 삼성전자와 LG전자 등이 155Mbps급 송수신기 상용화 2.5Gbps급 LD 및 PD 등에 대한 상용화 예정
 - 올해 1조6000억원 규모의 세계 광모듈 시장은 연평균 30 %이상 성장
 - 국내 시장 역시 40%에 달하는 고속성장 전망
- ◆ Optical Switch
 - 국내 : 아직까지 국내 업체들이 양산하지 못하고 주로 수입에 의존
 - 세계시장 규모 : 현재 2000억원
 - 국내시장 규모 : 약 10억원으로 추정 2004년에는 국내시장 규모만 500억원 추산

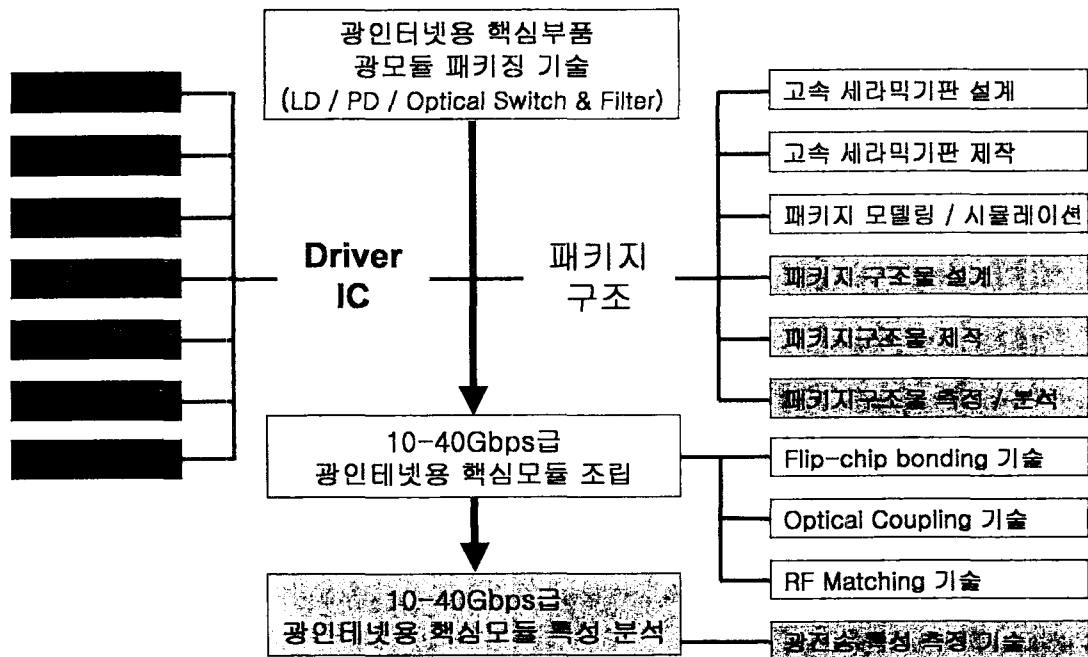
광통신 부품별 시장전망 및 파급효과(2)

- ◆ Optical Amplifier
 - 국내에서는 SCM과 대우통신 등이 생산중이며 최근 LG전자와 삼성전자를 비롯해 신규 중소 벤처기업이 생산 예정
 - 세계시장은 2001년 3000만달러, 2005년 3억달러 수준예상
- ◆ Optical Isolator
 - 삼성전자와 한국단자공업 등 일부 업체가 생산하고 있으나 대부분 수입에 의존
 - 2004년 세계시장 규모는 5억8000만달러 예상
- ◆ Optical Connector
 - 국내 생산업체가 96년 이전에는 3, 4개에서 최근에는 20개 이상으로 경쟁이 심화,
 - 세계시장은 2001년 9억달러 예상
- ◆ Optical Fiber
 - LG전선·삼성전자·대한전선·현합정밀 등이 시장진출
 - 전세계적으로 초고속 인터넷망 구축 확산으로 광섬유 부족상태
 - 세계시장 수요량의 5% 정도를 국내 업체가 공급 추정

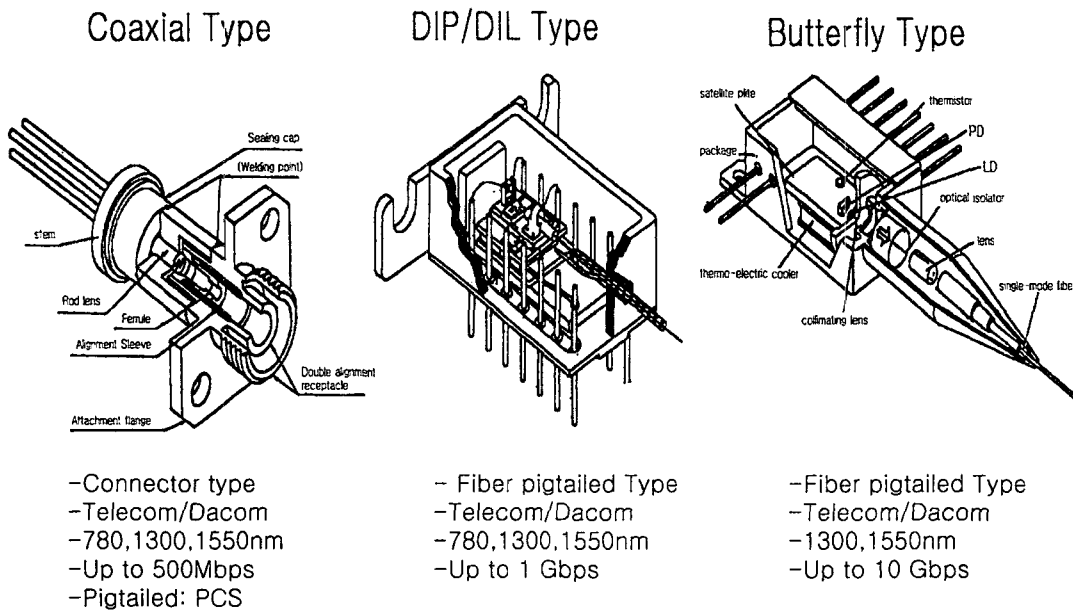
광통신 부품 패키징 시장 전망



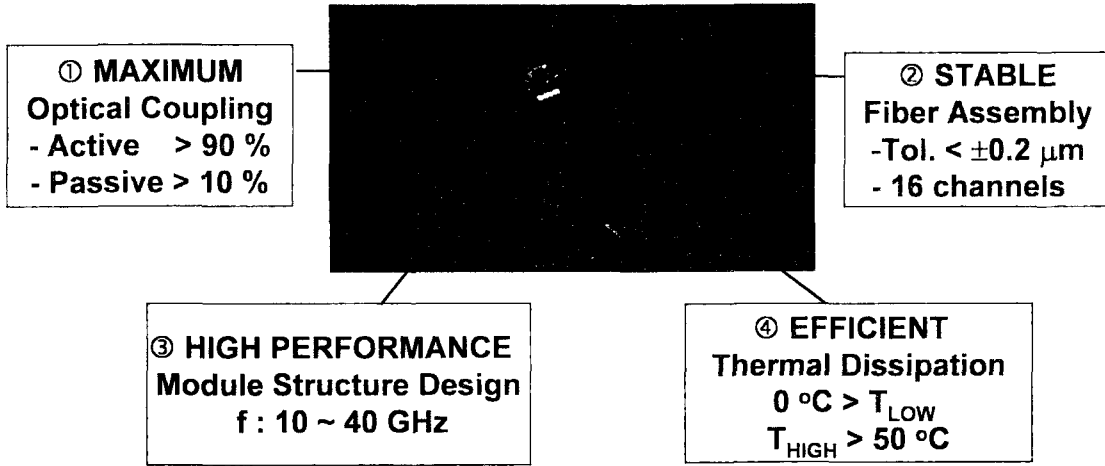
광통신 부품 패키징 핵심요소 기술분류



광통신 부품 패키지 구조



광통신 부품 패키징 기술적 요구 조건



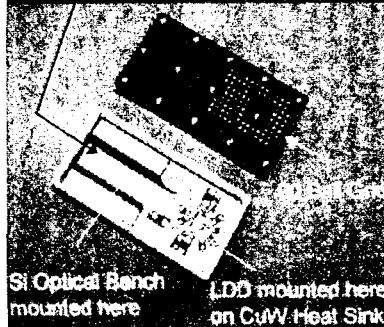
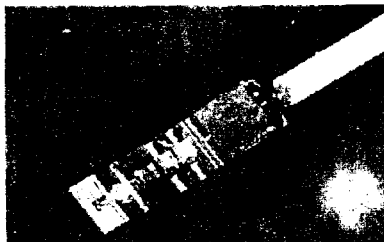
광통신 부품 패키징 요소 기술 도시에



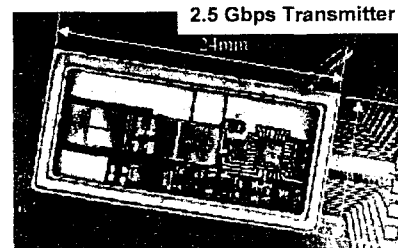
Mini-DIL
(Uncooled / Low Cost)



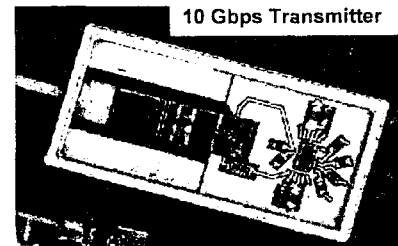
14-Pin Butterfly



Si Optical Bench mounted here
LD mounted here on CuW Heat Sink



2.5 Gbps Transmitter



10 Gbps Transmitter

광통신 모듈 설계 고려사항

Optical Aspect

- High Coupling Efficiency
- Large aligning tolerance
- Low optical feedback



- Various optical system (tapered fiber, single or double lens, etc.)
- Low optical feedback

Electrical Aspect

- High modulation speed



- Low parasitics (L, C)
- Impedance matching (25 or 50 Ω)

Thermal Aspect

- Stable laser diode operation



- TEC, Thermistor
- Effective heat dissipation

Mechanical Aspect

- Reliable assembly tech.



- Soldering, epoxy, laser welding, FCB
- Effective heat dissipation

Process Aspect

- Accurate and reproducible



- Proper design of components
- Process development

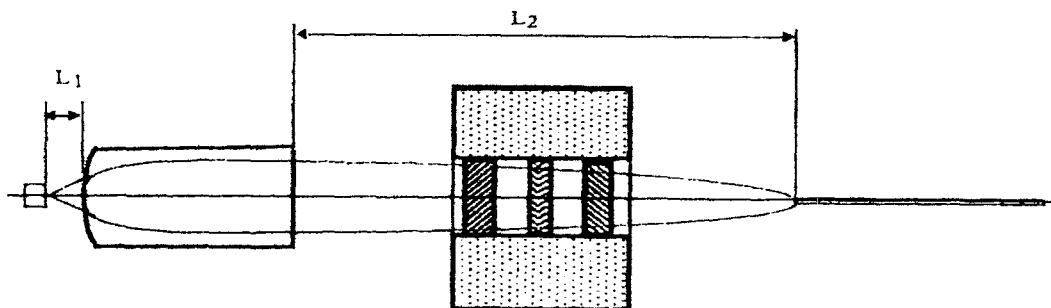
Cost Aspect

- Manufacturable and cost effective



- Simple but small structure
- Reducing number of components

Optical Path Design for LD Submodule



LD

- near field
- $2 \omega_{ff} : 1.54 \mu\text{m}$
- $2 \omega_b : \times 1.36 \mu\text{m}$

GRIN rod lens

- plano/convex type
- $\Phi = 1.8 \text{mm}, L = 3.26 \text{mm}$
- $r = 1.75 \text{mm}$
- AR coating (T > 99.5%)

Optical isolator

- size: $\Phi 4 \times 2.8 \text{mm}$
- window size: 1.4 mm dia
- typical insertion loss : 0.2dB
- peak isolation : 45dB
- min. isolation(+/-20nm): 32dB

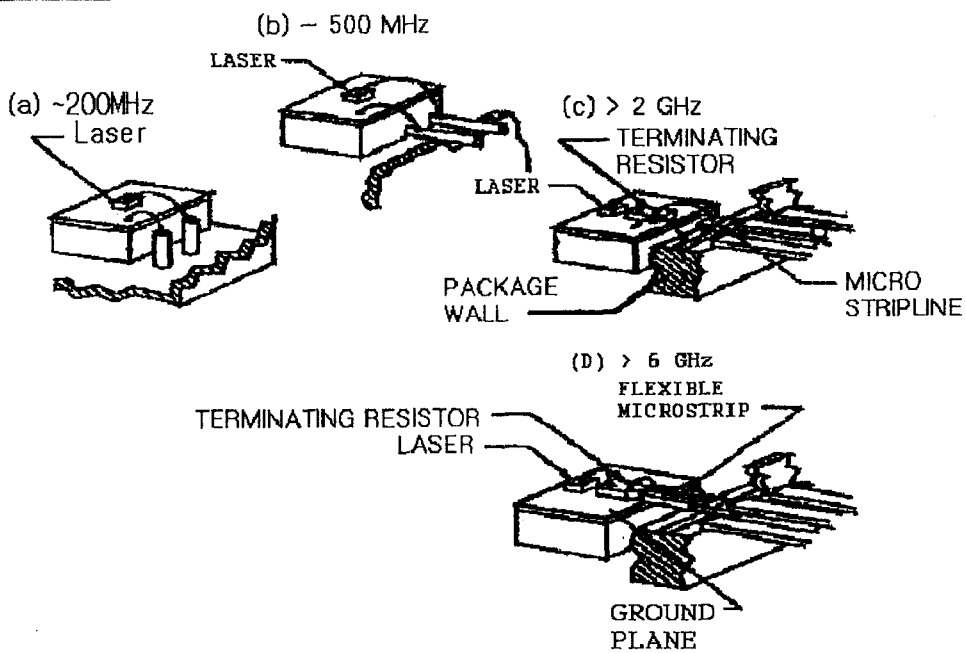
Single mode fiber

- core dia.: 9.8 μm
- cladding dia.: 125 μm
- NA: 0.1
- .5° angle polished

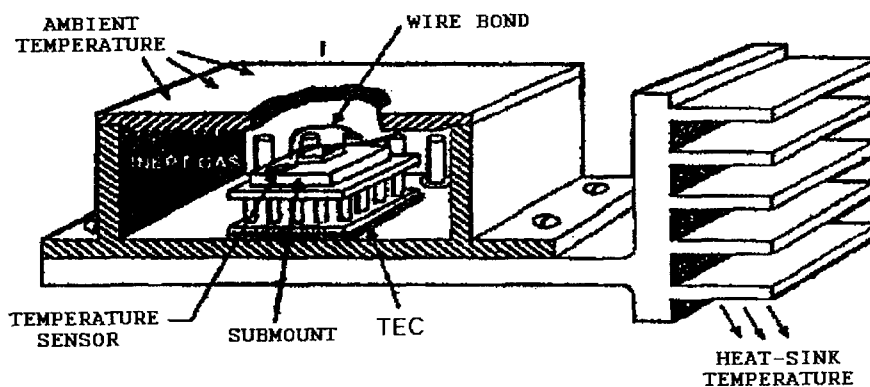
L_1 : object-to-lens displacement

L_2 : lens-to-image displacement

Electrical Consideration of OE Packaging



Thermal consideration of OE Packaging



Thermal paths from chip to air

- ❖ Chip to submount
- ❖ Wire bonds
- ❖ Fiber/optics
- ❖ Conduction + convection through inert gas
- ❖ Submount to TEC
- ❖ TEC to package body
- ❖ Package body to heat sink
- ❖ Heat sink to ambient environment

광통신 모듈 제조 공정

1. Die boncing : Submount 또는 Heat sink에 LD chip의 실장
[Die bonding 장치]
2. Wire bonding : LD chip의 전기배선
[Wire bonding 장치]
3. Lens 실장: YAG Laser에 의한 LD chip 발광 단면에서의 Lens 장착
[XYZ 축의 Alignment 장치, YAG 용접장치]
4. Packaging: LD assembly을 package에 실장(LD beam 과 package 창과의 alignment) [Alignment 장치]
5. 봉입 : Package내를 질소치환해서 뚜껑을 닫음
[봉입용 용접장치(Baking, 배기, 질소치환기능도 필요)]
6. 파이버접속: LD단면에서의 Fiber pigtail접속
[XYZ축의 alignment장치, YAG용접장치]

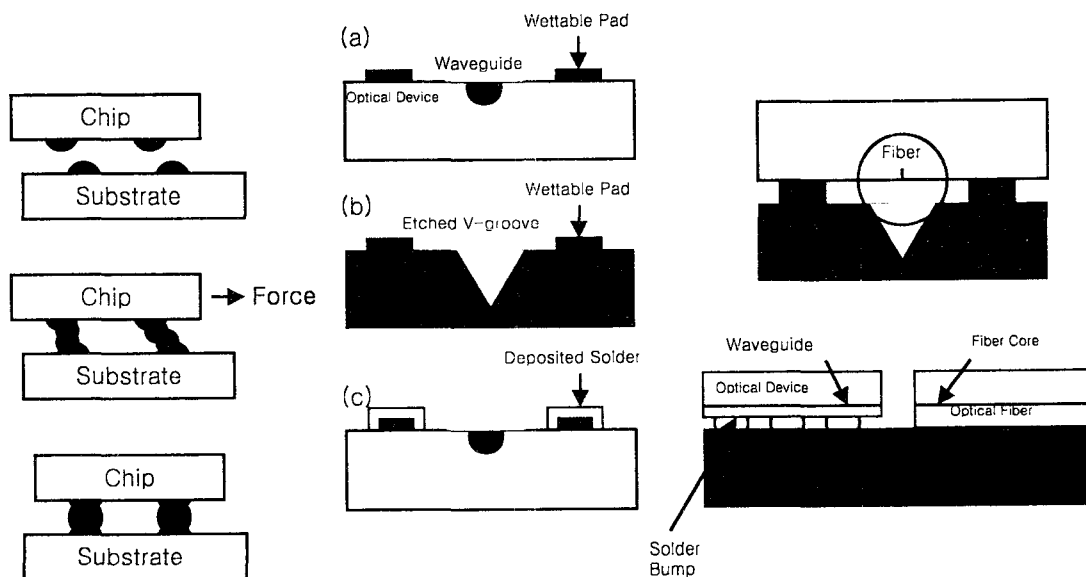
Die 본딩

- LD chip을 다이아몬드, Si, SiC heat-spreader에 bonding
- Die bonding 재료: Sn, Sn-Pb, In, Au-Sn, Au-Ge 등의 공정합금
- 안정적인 본딩(void-free)은 heat-spreader에 Au공정합금(88-12wt%Au-Ge 또는 80-20 wt% Au-Sn)을 증착시키면 얻어짐
- Au가 In 솔더층으로 확산하여 주로 Au_9In_4 인 취약한 금속간화합물 생성
디바이스의 열 및 전기적 저항성이 시간과 온도에 따라 저하
- Sn, Sn-Pb solder에 Au가 용해되어 $AuSn_4$ 의 금속간화합물을 만드는 경우 solder joint 취화가 일어남
- 원하지 않는 금속간화합물의 생성을 방지하기 위하여 확산장벽 사용
텅스텐 확산장벽이 die나 heat sink에서 In 솔더로의 Au확산 방지에 이용
1-5 μ m의 니켈 장벽이 Cu의 In 솔더로의 확산을 방지하는데 사용

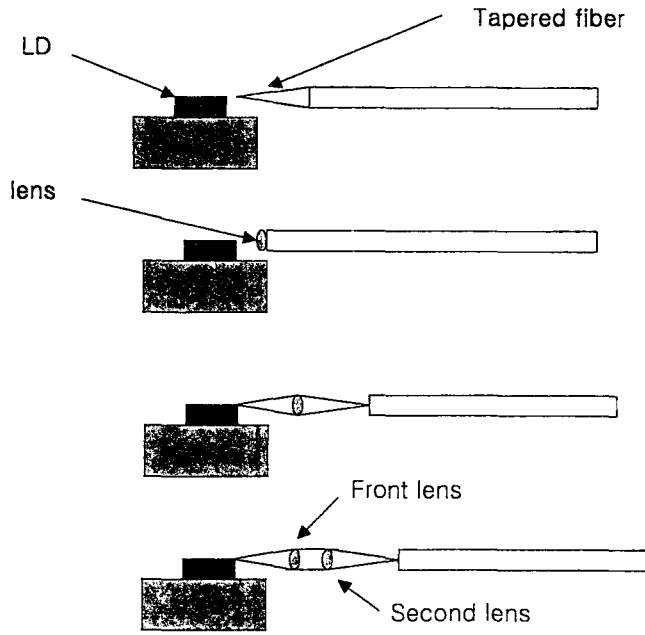
Wire 본딩

- 광전자 재료의 취약성 때문에 와이어 본딩 파라미터의 변화범위가 좁음
GaAs는 Si에 비해 강도 및 파괴저항성이 적으므로 와이어 본딩중에 damage를 받기 쉽고 cratering이 쉽게 생김
- GaAs의 파괴성질은 결합의 농도에 의존하지만 15-20Mpa정도의 낮은 응력에서 전기적인 결합이 생김
- Cratering의 위험과 다이 damage를 줄이기 위하여 ultrasonic wedge 본딩보다 Thermosonic ball 본딩이 좋음
- 와이어 본딩시에는 최소 ultrasonic 에너지를 사용하고, 작업물 holder 온도를 충분히 올려서 본딩 함

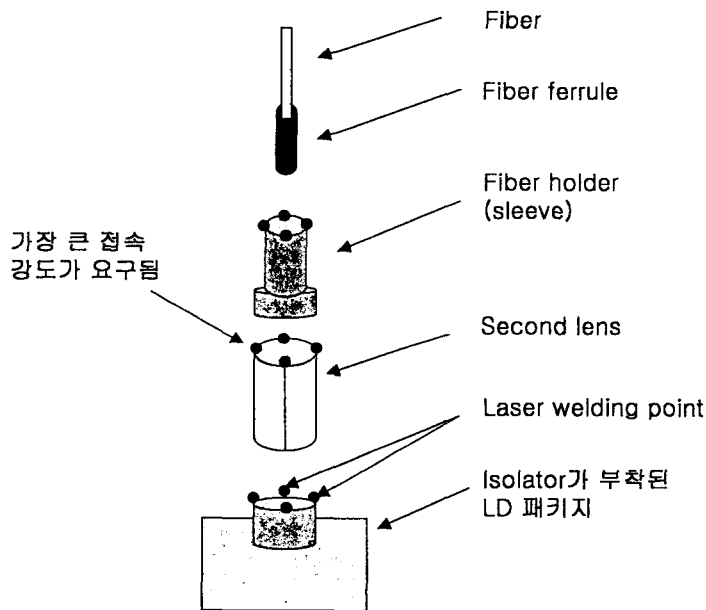
Concept of Passive Alignment for Low Cost



LD에 대한 Fiber 접속방법

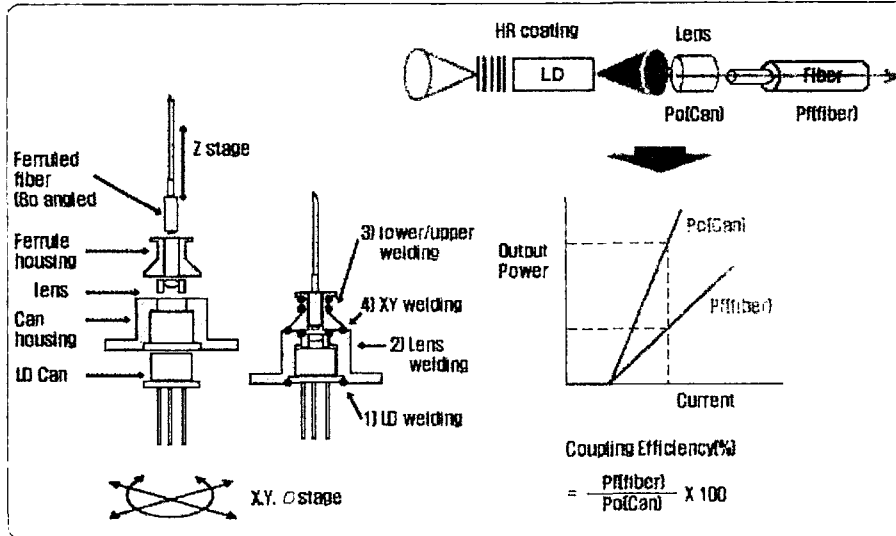


Alignment and Laser welding



Fiber alignment –laser welding(pigtailing)

Fiber Alignment - Laser welding(Pigtailing)



Laser Welding System

