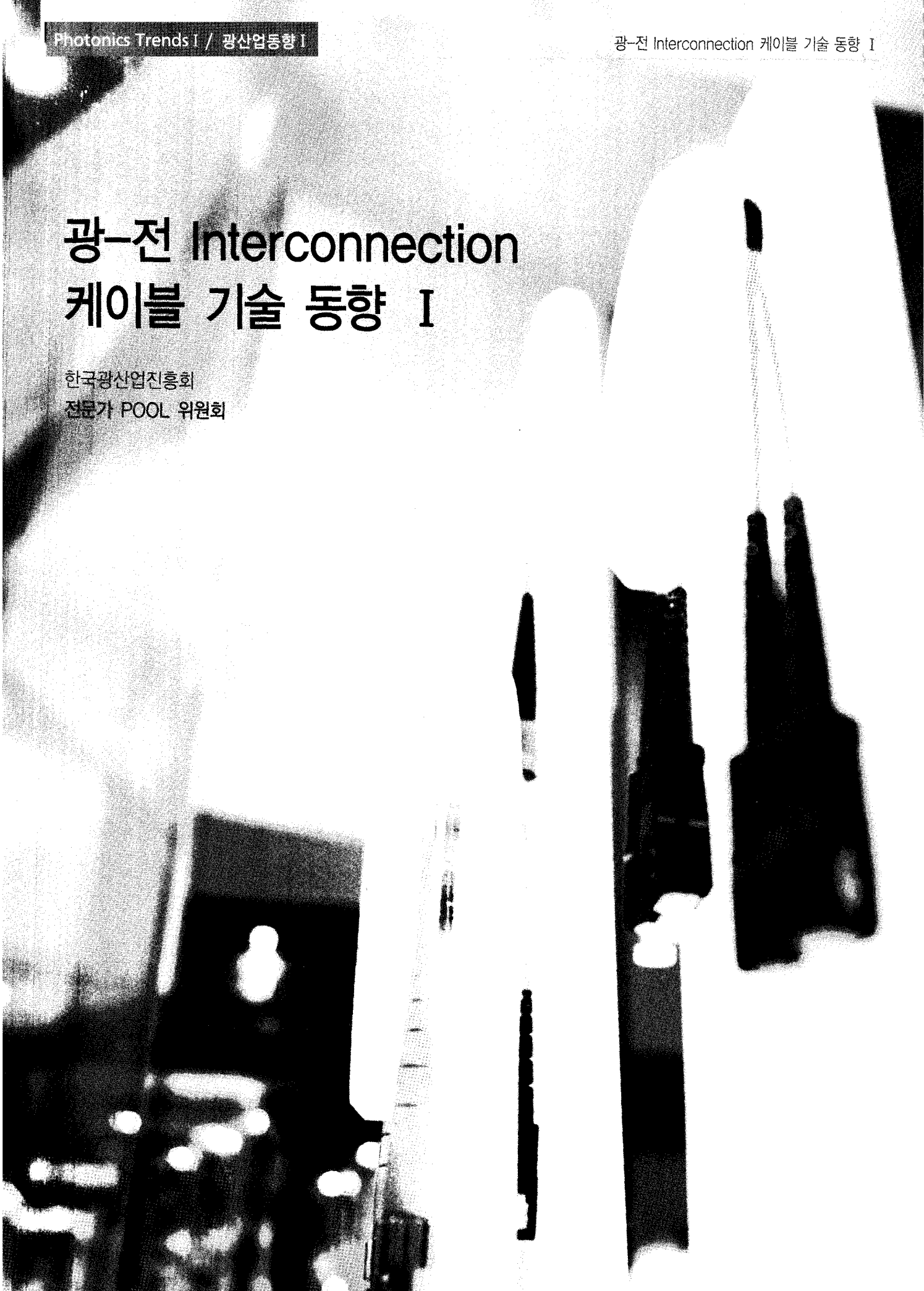


광-전 Interconnection 케이블 기술 동향 I

한국광산업진흥회
전문가 POOL 위원회

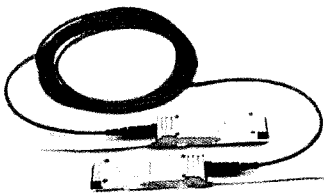


- 밴드폭의 한계, 전력 소비의 증가, EMI 문제 등으로 인해 전기적인 Interconnection에 의한 대용량 데이터 전송의 한계가 발생.
- Optical Interconnection 및 optical Channel에 의한 고속, 대용량의 데이터 전송이 가능함.
- Optical Interconnection의 장점으로는 광 채널을 병렬로 두어 대용량의 전송을 가능케 하며, EMI 해결, Low Power Consumption 및 우수한 BER 특성을 가짐.
- 고속, 대용량 데이터 전송을 가능하게 하기 위해서는 VCSEL array, 광도파로, 광전송 채널, 광-전 변환 모듈, 광 Coupling 기술 등이 집약되어야 됨.
- 최근에는 광전 Interconnection을 통한 데이터 전송 채널이 광 트랜시버와 연결되어 일체형으로 제작되어 출시되고 있음.
- 최근에 소개되고 있는 광전변환 모듈과 광케이블의 일체형 케이블의 기술, 시장동향, 향후 전망에 대해 소개함.

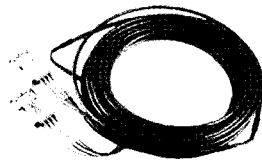
1. 개요

1.1. 개념

- 데이터를 상호 전송하는 기기간을 연결하는 Optical transmitter, Receiver 및 케이블로 구성된 모듈로서 광케이블의 양 끝단에는 Optical Transmitter and/or Receiver를 포함하고 있으며, 전송된 광신호는 전기적인 신호로 변환되어 수신하고자 하는 기기로 전달되는 제품
- Active Optical Cable(AOC)로도 명명되며, 해외 업체에서는 다양한 Interface type으로 케이블이 출시되고 있음.
- <그림 1>은 양방향 데이터 전송이 가능한 Optical Transceiver를 내장하고 있는 경우이며, <그림 2>는 단방향 데이터 전송이 가능한 Type으로 한쪽은 Optical Transmitter, 반대쪽은 Optical Receiver가 내장된 형태임.



<그림 1> Optical Cable Assembly



<그림 2> Optical Extension Cable

1.2. 특징

- 구리선보다도 장거리까지 더 많은 데이터를 전송할 수 있는 것이 광케이블이며, 우수한 Signal Quality와 더 낮은 Data Transmission Error를 가짐.
- 작고, 가벼우며 광케이블의 flexible한 특성으로 설치에 유리함. 광케이블로서 주변의 RF 간섭에 대한 영향이 없음.
- 적은 소비 전력으로도 구리선에 비해 많은 데이터를 전송할 수 있으므로 Green 기술, High-Technology 임.

1.3. 광-전 Interconnection 케이블 장점

- 전송 매체로 광케이블이 사용되므로 일반적인 Copper 케이블과 비교시 다음과 같은 장점을 가지고 있음.
 - 10^{-15} 의 BER로 100m까지 전송 가능

<표 1> Cable type and BER

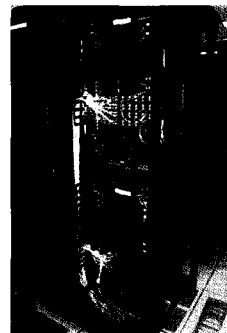
구분	Errors per day for a single link(@20 Gbps)	Errors per day for 1,000 links(@20 Gbps)
Copper cables(at 10^{-15})	1,728	1,728,000
광-전 Interconnection cable	1.7	1,728

*BER : Bit Error Rate의 약어로 비트오류율을 뜻함.

- Copper cable에 비해 약 84% 가벼움.
 - *길이 10m를 기준으로 copper 케이블(10m 24AWG)의 경우 1,135g, 광-전 Interconnection 케이블의 경우 약 180gram임.
- Copper 케이블보다 Bend 반경이 더 짧음, Copper cable에 비해 약 83% 적은 체적을 가짐.

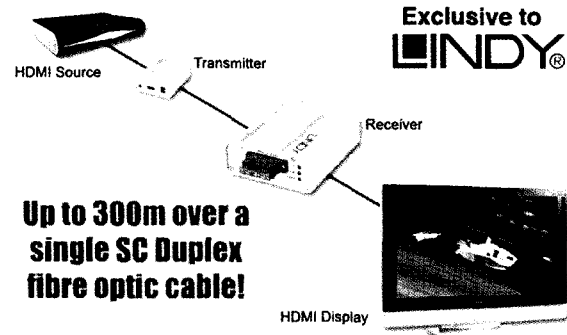
1.4. 응용분야

- Super Computer, Data Storage/Server
 - 구리선에 의한 데이터 전송의 한계를 극복
 - 고속/대용량 데이터 전송을 위해 광케이블로 수십 ~ 수백Gbps 전송이 가능.



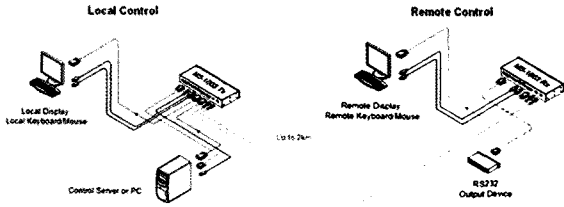
<그림 3> Data Center의 고속 전송용

- HDTV
 - 고화질 Full HD급 영상 및 고용량 콘텐츠의 전송이 증가됨.
 - Blu-ray 디스크에 의한 고화질 대용량 전송 가능

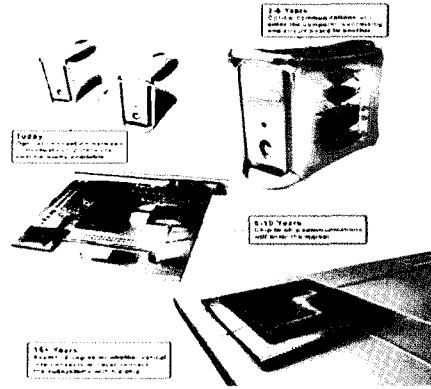


<그림 4> HDMI 소스와 Display간 연결

- PC Data 전송
 - USB2.0을 넘어서 USB3.0과 경쟁이 가능한 기술로 Intel, Sony 등이 차세대 광전 Interconnection 기술을 상용화 할 경우, AOC 시장의 동반 상승이 예상됨.



〈그림 5〉 기간 데이터 전송

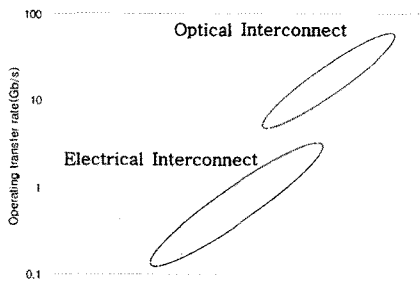
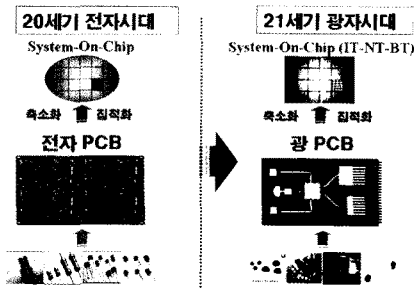


〈그림 7〉 컴퓨터의 광배선 기술¹⁾

2. 기술동향

○ 광배선

- 기존의 전기 배선 시스템(Electrical backplane)은 전송속도의 한계(전송속도~2.5Gbps), 전기 선로간의 높은 누화(Crosstalk) 및 실장 밀도(50 Signal Line/inch)의 제약, EMI/EMC 등의 영향으로 인하여 대용량 고속 전송의 한계를 가짐.
- 전송용량 2.5Gbps 이상인 시스템에서는 광선로의 적용이 바람직함.
- 광컴퓨터에서 마이크로, 나노 전자산업의 발전으로 급속히 빨라지는 칩 속도를 기반으로 CPU의 속도는 수십 GHz 이상으로 증가하지만, CPU 간 또는 CPU와 Memory 간 접속 장애 및 병목 현상이 발생, 새로운 인터페이스 기술이 요구됨.

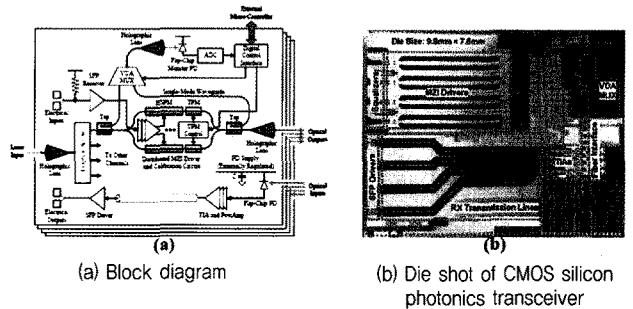


〈그림 6〉 PCB의 패러다임 변화

- 병렬 광 인터페이스를 통해 프로세스와 주변기기 간을 연결하게 되면 프로세서의 클럭속도와 데이터 전송속도 차이에 따른 성능 한계를 극복할 수 있음.
- 현재 전기적으로 처리되고 있는 대용량 광신호의 라우팅, 스위칭 등의 기능을 처리하기 위해서는 광기능 소자를 광회로 시스템에 Embedded 시켜야 함.
- 광-전 Interconnection 케이블은 컴퓨터 외부에서 광을 이용하여 정보를 전송하고 있지만, 향후에는 광-전 변환 모듈이 PCB로 실장이 될 것으로 예상함.

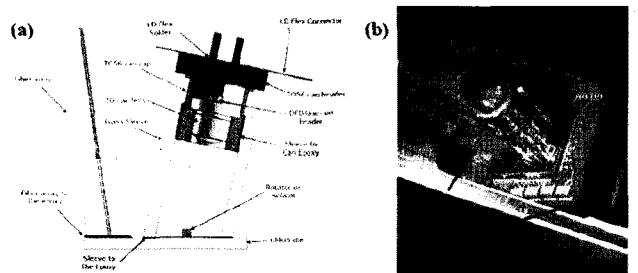
○ Optical Transceiver

- VCSEL array와 광도파로를 PCB main board 상에서 정렬하여 EMI 문제를 해결하며, Optical Fiber의 array를 통해 데이터 전송량을 향상시킴.
- VCSEL array는 array chip 수를 증가시킴으로써 병렬 데이터 전송 채널 확장 가능
- 〈그림8〉에서는 CMOS 공정에 의한 대용량 Optical Transceiver로서 Single Laser에서 1×4 Splitter를 거쳐 4개의 도파로로 광신호가 전달됨.
- Single source를 사용하여 멀티 채널의 광신호의 전송을 가능하게 함으로써 비용 감소와 신뢰성을 향상시킴.

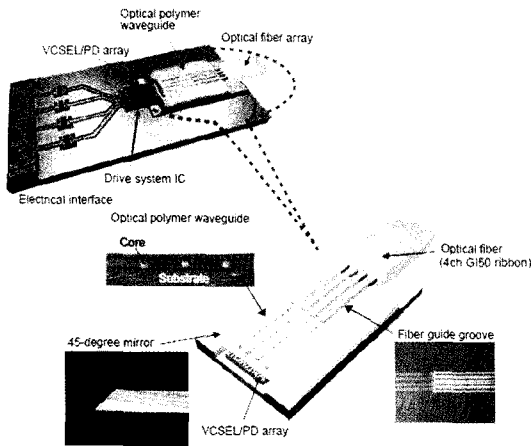


〈그림 8〉 Optoelectronic transceiver architecture¹⁾

- 〈그림9〉는 CMOS Photonics chip의 광 인터페이스를 보여주는 것으로 TO-56 Laser로부터 나온 신호는 4개의 도파로로 나누어져 Optical Carrier를 제공함.
- 〈그림10〉은 VCSEL에서 나온 광신호는 45도 경사 미러를 통해 도파로를 거쳐 광섬유로 신호가 전달되는 것을 보여줌. 여기서 광섬유는 Silicon Optical Bench(SIOB)의 V-groove 위에 놓여짐.



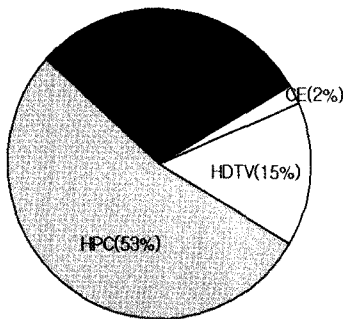
〈그림 9〉 Optical interfacing to the CMOS photonics chip²⁾



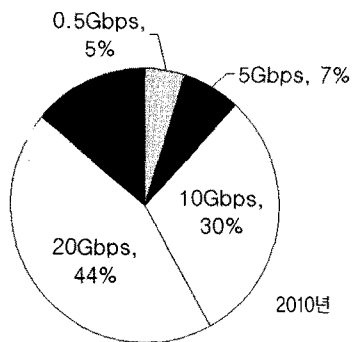
〈그림 10〉 Optical integration mounting technology

○ VCSEL

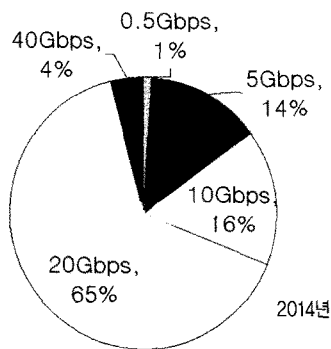
- 광-전 Interconnection 케이블의 Transceiver의 광원으로 VCSEL을 사용함.
- 응용 분야별 VCSEL의 비중을 살펴보면 컴퓨터 분야의 비율이 큼.



〈그림 11〉 VCSEL의 응용분야별 (%) (10)⁴⁾



2010년



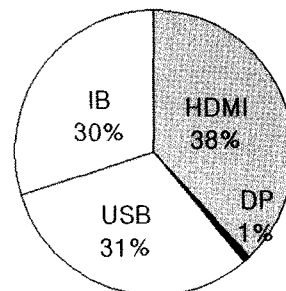
2014년

〈그림 12〉 VCSEL의 데이터 전송용량 예측(2010 → 2014)⁴⁾

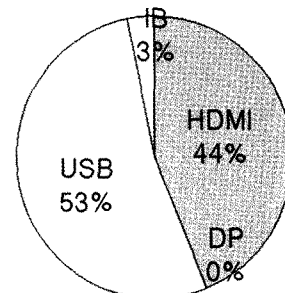
○ Interface Bus type

- USB3.0 WG이 2007년 9월 처음으로 발표한 후, 2008년 최종 스펙을 발표함
- 초기 USB3.0 copper cable은 꽤 크고, bulky하며 상대적으로 덜 Flexible하여 Intel에서도 USB3.0보다 Light Peak으로 Shift함.
- HDMI는 V1.4까지 발표되었으며, 3-D 비디오 용량 전송이 가능함. Set-top box, Blu-ray와 모니터 간 연결 가능함.
- 1080p HD TV의 고해상도 비디오 영상 전송을 지원함.
- InfiniBand Connector는 현재 일반적으로 38 Circuit CX4와 QSFP Type이 널리 사용됨.
- Display port는 PC와 Projector 간의 단거리에서 Copper wire로 연결됨.
- 고해상도 영상에 대한 요구 증가로 Display port는 서서히 HDMI, USB 등으로 대체될 것으로 예상됨.

○ Units(%) by Interface type



Units by Interface type(2010)



Units by Interface type(2014)

〈그림 13〉 Units by Interface type (2010 → 2014)

- 다음호에 계속 -

〈참고 문헌〉

1. A 40-Gb/s QSFP Optoelectronic Transceiver in a 0.13μm CMOS Silicon-on-Insulator Technology, OFC/NFOEC 2008
2. Hwekyung Kim, Young-Min Im, Jin-Suk Jang, and Chang-Woo Kim, "12-Channel Optical Transmitter on an Organic Substrate for Optical Interconnections", 2009 Electronic Components and Technology Conference, 2009
3. 광 PCB 기술 및 시장 동향, MIC FG-2005-01-16, 2005
4. Active Optical Cables Market Report, IGI Consulting, Inc., 2010
5. 광PCB 기술동향 및 시장현황 분석, KETI, 2006