

# Optical Communication 광통신

## 미국 전력사업자 단체, 스마트그리드를 위한 별도의 무선 네트워크 요구

무선대역은 모바일 서비스 공급업체들이 호응하는 공기라고 표현할 수 있다. 그리고 미국 FCC(Federal Communications Commission)은 최근까지 적극적으로 무선 서비스에 대한 지속적인 수요증가에 대응하기 위해 상당부분의 무선대역 활용을 허용해오고 있다. 그러나 단지 이동통신 기업들뿐만 아니라, 신규 벤처기업 또는 구글 등이 추가 대역을 요구하고 있으며, 전력사업자들 역시 무선대역을 요구하고 있다. 최근(2011.1) 미국의 UTC(Utilities Telecom Council)은 자사가 공공안전에 할당될 것으로 보이는 대역폭(경찰 및 소방관들이 특정 영역에서 업무를 완수할 수 있도록 별도로 배정된 무선대역)을 전력회사들이 함께 사용하게 해달라고 FCC에 요청하였다. 이 대역은 700MHz 대역인데, UTC는 전력회사들이 공공안전 서비스를 제공하고 있기 때문에 기타 공공안전 서비스와 함께 그 대역을 함께 사용할 수 있는 자격을 갖추고 있다고 주장한다.

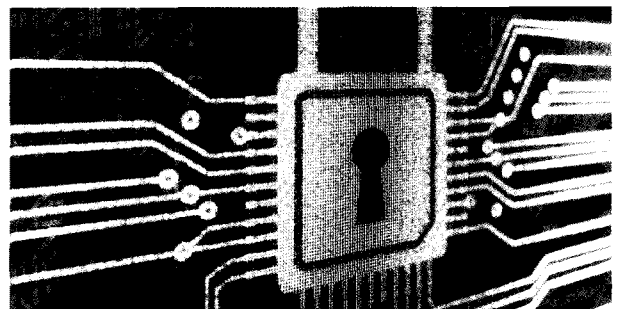
전력회사가 비록 공공안전 서비스를 직접적으로 제공하고 있지는 않지만, 공공서비스를 제공하는 것은 맞다. 그리고 대부분이 해당 지역 공공유틸리티위원회로부터 강한 규제를 받고 있는 상황이다. 그래서 민간기업과 다르게 무선 대역을 획득하는 데 있어 많은 장애요인이 있는 것도 사실이다. FCC는 UTC의 제안을 한동안 검토해왔고, 2010년에 FCC의 National Broadband Plan에서, 의회가 통신법을 개정하여 전력회사들도 700MHz 무선대역 네트워크를 사용할 수 있도록 해야 한다고 주장하였다. FCC는 National Broadband Plan에서 추가적으로 전력회사들은 미션 중심의 통신을 위해 공공안전 모바일 브로드밴드 네트워크를 함께 사용할 수 있어야 한다고 주장하였다. 전력회사들은 스마트그리드 성장을 통해 네트워킹 비즈니스를 확대해나가고 있기 때문에 보다 많은 스펙트럼을 필요로 하고 있다. 그들이 Silver Spring Networks와 같은 제3네트워크 공급업체와 제휴하거나, 직접 자신의 네트워크를 구축하건 간에, 그들의 배전 시스템과 가정 내의 스마트미터에 디지털 지능(digital intelligence)을 지속적으로 추가해 갈 것이다.

이 모든 상황이 전력회사로 하여금 보다 많은 네트워크 대역폭을 요구하게 하고 있다. 미국에서 가장 큰 전력생산업체 중 하나인 AEP(American Electric Power)는 2010년 한 스마트그리드 기술 워크숍에서 FCC에 전력회사에 단독으로 할당된 스펙트럼을 허가해야 한다고 주장하였다. AEP는 정부가 무선 스펙트럼을 전력회사에 할당하여 스마트그리드 목적으로 활용하게 해야 한다는 주장에 동조하고 있다. 일부 전력회사들은 비허가 및 비할당 무선 대역을 다른 여러 기업들과 함께 사용할 경우 전력회사의 스마트그리드 애플리케이션과 다른 기업들의 네트워크 사용 간의 간섭현상(interference)이 발생할 수 있음을 우려하고 있다. 비허가 및 비할당 무선대역은 특정 규칙만 따르면 누구든지 그 대역을 활용할 수 있기 때문에, 주요 서비스를 제공하기에는 무리가 있다는 주장이다.

그 700MHz가 어떻게 분배되어야 하는지와 전력회사가 그것을 공유할 수 있는지에 관한 문제는 향후 몇 개월간, 수년간 주요 이슈가 될 것이다. 그리고 신규 대역 네트워크를 정의하고, 할당하며, 구축하는 일은 5~10년이 걸릴 수 있다. 결코 단기간에 해결될 문제가 아니다. 700MHz 공유 문제는 2009년 초에 디지털방송으로의 전환이 완료되면서 방송용으로 이용되었던 무선대역이 사용되지 않게 되자 일어난 문제이다. 그동안 수많은 이해당사자들이 이 대역을 활용하기 위해 노력을 하고 있는 상황이다.

< [gigaom.com](http://gigaom.com) >

### 고체 메모리 디바이스에 의한 양자 통신



<그림> 양자 역학을 이용한 안전한 통신 방법.

두 독립적인 연구 그룹들이 어떻게 얽힌 포톤쌍이 그들의 얽힘을 고체로부터 전달할 수 있는지를 시연하였다. 이 기술은 언제가 이른바 양자 메모리 또는 양자중계기의 기본을 형성하는데 도움을 줄 것이다. 이런 디바이스는 양자 통신 시스템이 정보를 성능 손실 없이 장거리로 전달하게 해 줄 수 있을 것이다. 이 연구를 수행한 캐나다 캘거리 대학의 올프강 티텔은 그가 수년전에는 유용한 양자 중계기 또는 양자 네트워크를 제작할 수 있는 것에 의심을 가졌지만, 이제는 이런 것이 차후 5년에서 10년안에 성취될 수 있다고 확신하고 있다고 말하였다. 이들의 연구 결과는 네이처 저널에 발표되었다.

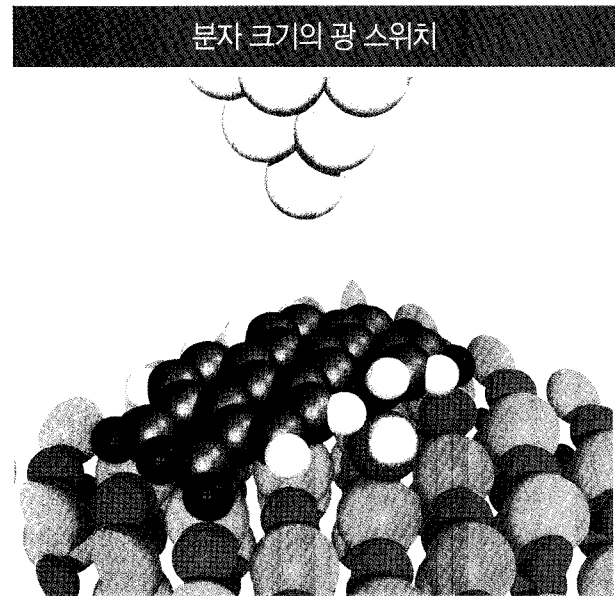
양자 통신은 통신 내용을 제 3자가 엿들을 수 없도록 정보를 송신할 수 있는 방법이다. 두 개의 포톤들은 얽혀 있어야만 한다. 즉, 그들의 양자 상태가 불가분하게 연결되어 있으며 채널의 끝에 암호 해독기가 설정될 수 있다. 양자 역학의 불확정성 원리에 의해서 이런 키를 파괴하지 않고 가로채는 것은 불가능하며 따라서 제 3자가 통신 내용을 감청하려고 한다는 정보를 알 수 있게 되는 것이다.

그러나 양자 통신에 있어서 제한적인 것 중의 하나는 신호 감소이다. 기존의 전통적인 정보 네트워크에서, 엔지니어들은 이 문제를 감소된 신호를 기록하고 그것을 최적화된 신호 세기로 다시 송출하는 중계기를 만들어 해결하고 있다. 그러나 양자 신호는 그것을 파괴하지 않고 양자 신호를 기록하는 것은 불가능하기 때문에 양자 중계기는 얽힌 상태를 교란하지 않고 얽힌 포톤을 흡수하고 재방출할 수 있어야 한다. 양자 메모리는 좀더 초기적인 중계기 형태인데 이전에 단일 원자 또는 원자 증기에서 시연되었지만 아직까지 안정적인 통신 시스템에서 필요한 고체 상태에서는 시연되지 못하고 있다. 이것은 티텔 그룹에 의해서 제작된 것으로서 독일 파더본 대학과 공동으로 연구되었다. 비슷하게 스위스 제네바 대학의 니콜라스 기신도 비슷한 연구를 하였다. 이들 두 연구 그룹들은 얽힌 쌍의 포톤 한 개가 어떻게 희토류 이온이 주입된 결정에 의해서 흡수되어 양자 상태가 원자 여기로써 저장될 수 있는지를 보여주었다. 순간적으로 새로운 포톤이 얽힌 상태를 파괴하지 않고 방출된다. 이들 그룹의 시연에서 다른점들이 있다. 티텔 그룹의 경우 툴륨(thulium) 주입된 리튬 니오베이트(lithium niobate)를 사용하였으며 기신 그룹은 네이디움(neodymium) 주입된 이트륨 실리케이트(yttrium silicate)를 사용하였다. 또한 기신 그룹은 다른 종류의 레이저 장비를 사용하였으며 20% 이상의 효율을 가진 200나노초의 최대 저장 시간을 보고하였다. 티텔 그룹은 2%의 효율로 7나노초의 저장시간을 보고하였다. 반면에 티텔 그룹의 양자 메모리는 기신 그룹보다 40배나 더 큰 5GHz 밴드폭의 기능을 보여주었다. 이것은 잠재적으로 더 많은 정보가

동시에 보내질 수 있다는 것을 의미한다.

네델란드 델프트 대학의 양자 물리학자인 발 즈월러는 두 연구 그룹이 양자 중계기를 위한 분명하고 중요한 연구 결과를 얻었다고 말하였다. 그러나 몇 가지 한계점이 아직도 존재한다고 논평하였다. 이런 한계점들중의 하나는 낮은 효율이다. 저장 시간이 변하지 않는 것도 실제적인 디바이스 제작에 문제점이 될 수 있다. 또 다른 문제점은 저장된 포톤의 파장이 국제 통신 표준인 1300나노미터 근처가 아니라는 문제점도 있다. 두 연구 그룹은 양자 메모리 또는 양자 중계기가 실질적인 시스템에 구현되기 위해서는 더 많은 연구가 필요하지만 극복될 수 있을 것으로 보고 있다. 몇가지 솔루션이 이미 연구중이며 최근 급속한 성과를 얻고 있으므로 곧 중대한 향상이 있을 것이라고 이들 연구진은 말하였다.

< [physicsworld.com](http://physicsworld.com) >



(그림) 전압을 주사 투과 현미경 탐(노란색 피라미드)에 인가하면, 유기 분자 PTODA(회색, 흰색 및 적색)은 근처의 금 원자와 결합을 형성하고 복합체를 통하여 전류가 통하게 하는 구조를 만들어 낸다. 전압을 변화시키면 결합이 깨지고 전류 효율은 급격히 줄어든다. 이런 분자 스위치는 나노스케일 회로에 실용적이다.

분자 스위치는 필요한 상황에 따라 전류를 흐르게 하거나 차단시킬 수 있어야 하는데, 이 경우 분자의 “온” 과 “오프” 사이에 물리적 변화를 필요로 한다. 이것을 잘 수행할 수 있는 분자를 찾기 위해 연구자들은 주사 투과 현미경(9월경)과 원자 힘 현미경(AFM)을 사용해왔다. 이들 장비는 표면상의 원자 및 분자들을 조작하고 이미지를 얻기 위해서 매우 뾰족한 탐침의 탐을 이용하고 있다. 이런 장비로 연구자들은 두 상태를

# Optical Communication 광통신

생성하기 위해서 단일 결합 형성이나 파괴를 조절하는데 이용하였다. 그러나 이런 시스템은 작동하는 디바이스에 실질적으로 이용하기에는 적합하지 않다고 IBM 취리히 연구소의 과학자인 파이안 몬(Fabian Mohn)은 말하였다. 문제점 중의 한가지는 STM 팁 위치시키고 전압펄스를 조절하며 전류 주입을 조절하기 위해서 복잡한 연속적인 단계를 필요로 한다는 것이다. 더구나 “온” 과 “오프” 상태 사이로 스위치하는것이 종종 안정적이지 못하다는 문제점이 있다. 이들 연구진은 새로운 방법으로 나노스케일 회로를 제작하는데 실질적인 분자 스위치를 개발하였다. 더 좋은 스위치를 만들기 위해서, 몬과 그의 동료 연구진은 금 원자들을 먼저 산란시키고, 그다음 구리 표면 위의 염화나트륨 박막에 PTCDA라고 불리는 유기 분자들을 산란시켰다. 그리고 주사 투과 현미경 팁을 이용하여 음으로 대전된 이온인 금 원자를 음으로 대전된 PTCDA 분자 근처로 움직였다. 음의 전압을 위에서 움직이는 팁에 인가하면 전자는 분자를 비우게 하여 일시적으로 중성으로 만든다. 이런 변화는 분자와 금 이온 사이의 반발력을 감소시켜 공유 결합이 충분히 생기도록 해준다. 이 새로운 결합은 분자의 전자 구조를 변경시켜 매우 더 높은 전류가 팁으로부터 복합 분자를 통하여 표면으로 흐를 수 있게 해준다.

이 상태는 스위치의 “온” 위치이다. 주사 투과 현미경의 전압의 부호를 바꾸면 PTCDA가 잉여의 전자를 취하여 금 이온을 배척하고 스위치를 “오프” 로 바꿔게 할 수 있다. 연구진은 이런 사이클을 안정적으로 반복하여 “온” 상태가 “오프” 상태보다 100배 더 큰 전류를 흐를 수 있게 하였다. 실제 회로에서, 주사 투과 현미경에 의해서 인가된 전압은 다른 나노스케일 회로 요소에서 올 수 있다. 연구진은 원자힘 현미경 이미지를 컴퓨터 시뮬레이션과 비교하여 스위칭 프로세스에 관여된 원자 및 분자의 운동을 자세히 이해하였다. 원자힘 현미경으로 관측한 결과, 5개 탄소 고리의 PTCDA의 평면 정렬이 분명히 보였다. “온” 위치에서 분자는 돛처럼 표면으로부터 구부러져 있으며 금 원자는 결합하면서 끝 아래에 들어가 있다. “오프” 위치에서 돛은 평평해지고 금은 밀려나가 결합이 붕괴된다. 연구진은 이것은 복합체에서 두 개의 다른 전하 상태

가 관여된 비교적 간단한 결합 및 비결합 메커니즘으로써 스위칭을 효과적이고 안정적으로 만든다고 하였다.

이 새로운 연구 결과는 매우 놀라운 것이라고 일본 추쿠바에 있는 재료 과학 국립 연구소의 오스카 쿠스탄스는 말하였다. 원자-분자 스위치의 다른 보기에도 불구하고, 이것은 주사 투과 현미경과 원자힘 현미경을 동시에 원자 분자 복합체의 특성을 연구하는데 이용한 것으로서 이전에는 성취하지 못했던 공간적 분해능을 얻은 것이라고 쿠스탄스는 덧붙였다.

미국 일리노이주 에반스톤에 위치한 노스웨스턴 대학의 마크 라트너는 이전의 단일 분자 스위치는 디바이스에 매우 비실용적이었는데, 이 새로운 시스템은 신속하고 안정적인 스위칭을 가능하게 하였다고 말하였다. 분자 전자기술 도구를 제작하는 것은 스위치 이상을 요구한다고 그는 덧붙였다. 그러나 반복적이고 안정적인 이 새로운 단일 분자 스위치는 나노 전자 기술 도구를 제작하는데 매우 중대한 기여를 한 것이라고 그는 논평하였다.

< [focus.aps.org](http://focus.aps.org) >



LINKLINE I&C - Optical Attenuator



신기술 신제품

**“ICT신화는 계속된다” ...ETRI, 세계 첫 4G 시연 성공**

광 인터넷(랜)보다 빠른 이동통신이 오는 2013년 상용화된다. 이는 현재 스마트폰보다 40배나 빠른 속도다. 기술 상용화가 이뤄지면 시속 350km로 달리는 KTX에서도 최고 120Mbps 속도로 데이터 전송이 가능하며, 9.3초 만에 700MB짜리 CD 1장을 다운로드할 수 있다. 한국전자통신연구원(ETRI·원장 김흥남)은 4세대 이동통신 국제표준화기구인 3GPP 국제표준 규격을 만족하는 최고 600Mbps급 ‘4세대 이동통신 시스템 LTE 어드밴스드(Advanced)’ 시제품 개발을 완료했다고 최근 밝혔다.

KT와 이노와이어리스, 가인정보기술, 네스랩, 넷커스터마이즈, 모비안, 스펀텔레콤, 시스레인, 시스메이트, 피플웍스가 지식경제부 지원을 받아 시스템을 개발했다. ETRI는 지난 1996년 세계 처음으로 CDMA(코드분할다중접속) 방식 상용화에 성공한 이후 2005년 휴대인터넷 ‘와이브로 시스템’, 2007년 ‘LTE 시스템’ 핵심기술 개발에 이어 이번에 ‘LTE어드밴스드 시스템’의

원천기술을 확보했다. LTE 어드밴스드는 3세대 이동통신 방식인 WCDMA가 진화된 기술로 3.9세대 이동통신이라 불리는 LTE에 비해 데이터 전송률, 다중안테나 수신율 등을 획기적으로 향상시킨 기술이다. 오는 7월 SK텔레콤이 상용화하려는 LTE에 비해 업로드 및 다운로드 속도는 6배 이상 개선됐다. 현재 사용 중인 3G 이동통신에 비해서는 대략 40배 빠르다. 이 기술은 기존 이동통신시스템 방식 중 셀룰러를 기반으로 단말, 기지국, 코어망, 응용 서버 등을 모두 통합했다. 실내 시연회에서는 기지국과 단말 간 3D 영상을 통한 초고속 멀티미디어 데이터 전송 시연과 영상전화, 2D·3D VoD, 모바일 방송서비스, 인터넷, 개인방송서비스 등 시범테스트가 이어졌다. 실외에서는 차량으로 이동 중인 단말을 통해 2D·3D 동영상서비스와 인터넷, 영상전화 서비스 등이 성공적으로 시연됐다.

**세계 최초 광통신 디지털 용접시스템 개발**

STX조선해양(대표이사 사장 홍경진, www.stxons.com)이 세계 최초로 광통신을 용접 장비에 적용한 광통신 디지털 용접시스템 개발에 성공했다. 광통신은 두께 1밀리미터(mm) 미만의 광섬유를 통해 빛 신호로 정보를 교환하여 수백 킬로미터(km) 거리까지 통신이 가능한 빠르고 안정적인 통신 방법으로, 이를 용접장비에 적용한 것은 STX조선해양이 세계 최초다.

기존 아날로그 방식에서는 용접기를 작동시키기 위해 10개의 케이블을 사용했으나, 디지털 방식을 적용함으로써 단 2개로 줄였으며 무게도 10킬로그램 감량했다. 또한 용접시 발생하는 전자기장의 영향을 전혀 받지 않기 때문에 600A(암페어), 55V(볼트)의 최대출력도 최장 4시간까지 안정적으로 발생시킬 수 있다.

또한, 이 장비는 운영방식을 모두 디지털화했다. 현장에 있는 작업자는 일종의 리모콘 역할을 겸하는 와이어 자동 송급기(Wire Feeder)를 통해 원거리에서 용접기 본체까지 가지 않고 전류와 전압, 가스량 등 모든 용접 조건을 디스플레이 화면을 통해 확인하고 조정할 수 있다. STX조선해양은 최근 군함이나 LNG선 등 특수선에 알루미늄을 사용하는 사례가 늘어나면서 이번 용접기를 통해 알루미늄 용접도 가능하도록 제작했다. 기존 알루미늄 용접은 고가의 수입 장비가 사용되어 왔으나, 이번 기술개발

을 통해 기초적인 알루미늄 용접이 가능해 짐에 따라 수입 대체 효과는 물론 경제적 투자비용 감소 효과로 조선 경쟁력 강화에 기여할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

STX조선해양 관계자는 “이번 장비 개발로 공기 단축으로 인한 생산성 제고 및 선박 품질 향상 등 간접적 효과는 물론 장비 구매비용 및 라이선스 수입료, 전기료 등의 항목에서 향후 5년간 기대되는 직접적 비용 절감 효과만 따져도 최소 115억 원”이라며 “현재 광통신 디지털 용접시스템 기술은 국내 특허 출원 중”이라고 말했다.



# PHOTONICS TRENDS

〈광통신 분야〉

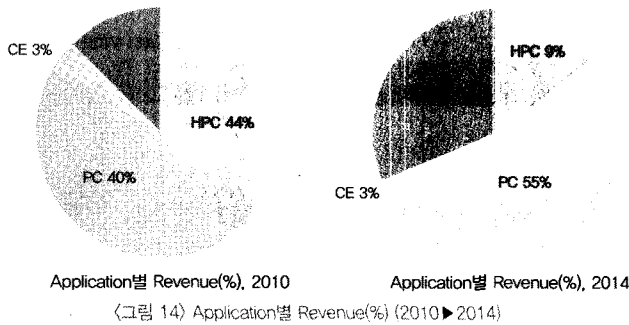
## 광-전 Interconnection 케이블 기술 동향 II

한국광통신진흥회 전자기 EOC, 박원호

- 통권 제 62호 연재 광산업동향 -

### 3. 시장 동향

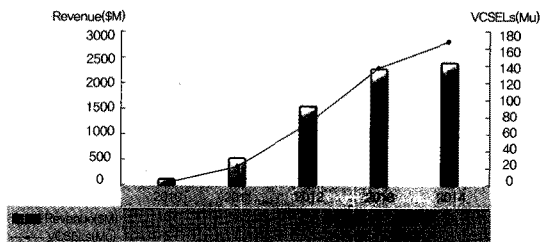
○ 광-전 Interconnection 케이블 시장은 크게 데이터 센터의 (1)고속 컴퓨터, Storage, (2) HDTV, (3) PC, (4) 가전기기 시장으로 크게 분류할 수 있음.



Applications	Revenue(\$M)				
	2010	2011	2012	2013	2014
HPC	60	87	120	150	214
PC	54	407	884	1,320	1,360
HDTV	18	53	501	765	801
CE	4	38	92	81	76

〈표 5〉 광-전 Interconnection 케이블 Revenue(%) by Applications (2010▶2014)

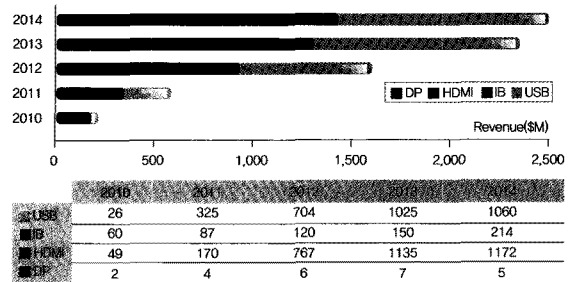
○ 광-전 Interconnection 케이블 Revenue & VCSEL 수량



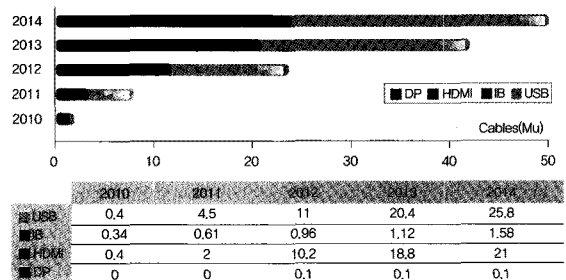
○ 광-전 Interconnection 케이블 Revenue & Fiber Length

○ Interface type별 광-전 Interconnection 케이블 시장

- 현재 출시되고 있는 HDTV, PC 등에서 HDMI, USB 인터페이스를 지원하고 있으며, 지속적인 증가가 예상되며 〈그림 17〉에서도 2014년까지 높은 성장을 예측함.

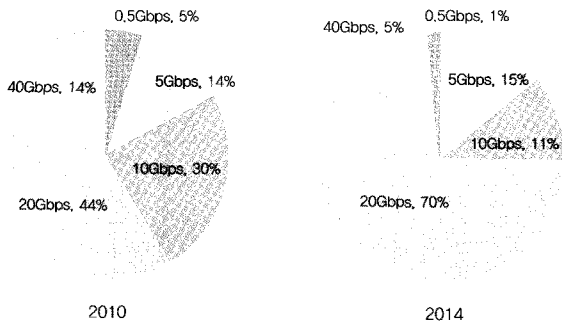


〈그림 17〉 Revenue by interface type (2010▶2014)



〈그림 18〉 Cable count by interface type (2010▶2014)

○ 광-전 Interconnection 케이블 Revenue by Interface Speed



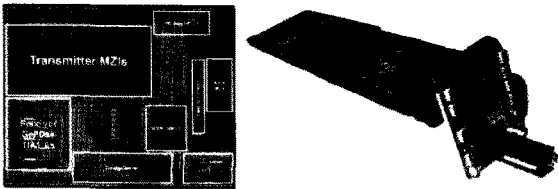
(그림 19) Revenue by interface Speed (2010 ▶ 2014)

## 4. 업체 동향

### 4.1. 해외업체 동향

○ Luxtera

- 4 Channel full-duplex active optical cable transceiver 제품 보유
- 채널당 1.0Gbps - 10.3Gbps
- 4Km까지 전송 가능
- CMOS 공정에 의해 4X10Gbps WDM Transceiver 개발함.



(그림 20) Photographs of a fabricated die and of an assembled test system

○ Avago

- InfiniBand DDR(4X5G), SDR(4X2.5G) type 제품 보유
- 다양한 Application 적용 가능(Rapid IO, PCI-Express, SAS/SATA, Fiber channel, High bandwidth backplane extension 등)

○ Emcore

- 20Gbps급 bi-directional transceiver 제품 보유, InfiniBand, 10GbE 적용 가능.
- 100m 전송 가능, 10-15으로 낮은 BER 특성

○ Finisar

- Quadwir™ 제품은 40Gbps급으로 Storage, HPC에 적용 가능.
- VCSEL 어레이와 수직으로 정렬하여 설계되었으며, 컴팩트하고 전력 소모가 적은 것이 특징임.

○ Intel

- Light Peak은 100미터 정도 떨어진 거리에서도 모니터나 블루레이 플레이어의 영상신호를 데이터 손상없이 전달할 수 있으며, 인텔은 현재 알려진 모든 입출력 인터페이스를 Light Peak 하나로 통합하려는 목표를 가지고 있음.

### 4.2. 국내업체 동향

- 현재 국내에서는 광케이블을 이용한 광-전 Interconnection 케이블을 제작하는 업체로는 오피트정보통신, Opticis 등이 있음.
- ETRI에서 단말기용으로 짧은 거리의 광전송을 위한 기술 개발이 완료되었으며, 고분자 광도파로를 적용하여 Flexible 한 것이 특징임.
- 오피트정보통신
  - Optical splitter 및 DVI, HDMI 인터페이스 지원 Optical extender 제품 보유.
  - 광-전 Interconnection 케이블의 경우, Optical transmitter/ Receiver를 이용하여 영상 신호 전송 가능.
- Opticis
  - Optical DVI extender, Optical HDMI extender, Optical USB extender, Optical Display port Extender 등 인터페이스별 제품 보유.
  - 광-전 Interconnection 케이블의 경우 외부 5V 입력 어댑터에 의해 전원 공급이 요구됨.

## 5. 향후 전망

- 광-전 Interconnection 케이블 세계 시장은 2014년 약 2.4조에 해당함. 그러나 현재 국내의 업체에서는 단방향의 광-전 Interconnection 케이블에 대한 제품만을 가지고 있음.
- 고속 대용량 데이터 전송의 집합체인 데이터센터의 시장을 고려한다면 양방향 광-전 Interconnection 케이블에 대한 제품 포트폴리오 구축이 시급함.
- 국내 광모듈 제작 기술과 광파이버 정렬 기술을 Integration 한다면 향후 시장 진입에도 충분한 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 판단됨.
- Green IT, 탄소배출 감소 등을 위한 스마트 비즈니스 센터 확대 등의 정부 정책과 연계하여 향후 Application 시장의 증가가 예상됨.

〈참고문헌〉

1. A 40-Gb/s QSPF 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