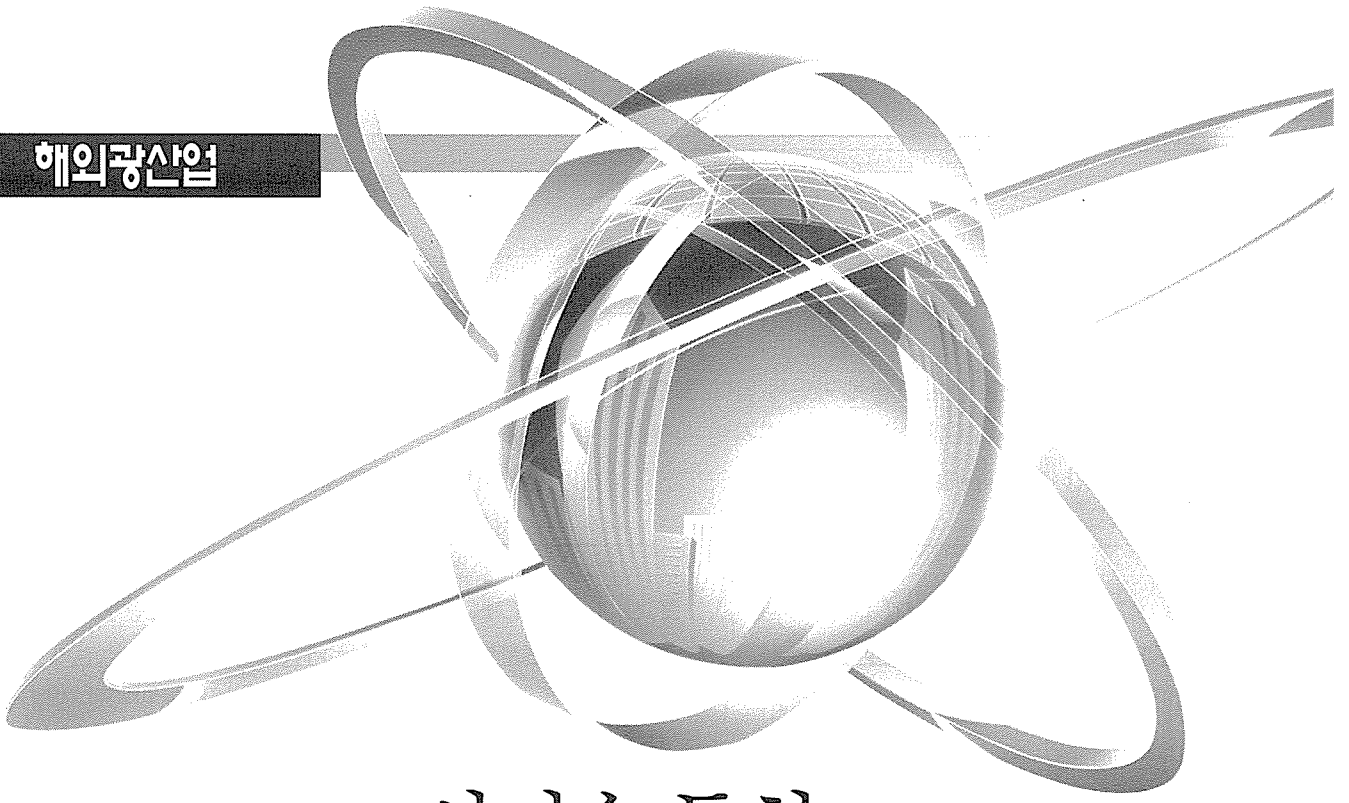

신기술 동향

본지에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 자료협조를 받아 광산업과 관련된 해외 신기술 동향을 소개한다.

광원

무기물 바이오 촉매로 광학장치 제조

공군 연구 실험실과 신시내티 대학의 연구원들에 따르면, 무기 물질의 바이오 촉매 구조는 광학장치를 제조하는데 사용될 수 있다.

그들은 실리카 나노구체를 포함하는 홀로그래픽 회절발(holographic diffraction grating)을 만들기 위해 실리카 구조를 가진 이원자 미생물의 펩티드가 사용하는 바이오 규소화 공정을 이용했다.

이전 다른 그룹의 연구에 따르면, 이원자 미생물이 실리카의 형성을 위해 사용하는 펩티드는 실험실에서 그 기능을 유지한다. 팀 리더인 몰리 스톤(Morley Stone)과 그의 동료들은 실용적인 장치를 만들기 위해 그 연구의 영역을 확장하기 시작했다.

회절발은 아크릴레이트 단량 전구체와 광 개시제 그리고 이원자 펩티드의 혼합물을 광 중합함으로써 만들어진다. 광 중합의 광원은 펩티드의 기능이 유지되는 적외선이다. 홀로그램의 간섭 패턴은 높고 낮은 교차결합 밀도가 교대로 나타나는 영역을 만들어낸다. 펩티드는 낮은 교차결합 밀도 영역으로 몰린다. 고분자 표면이 규산(silicic acid)에 노출될 때, 펩티드는 홀로그램의 주기성을 갖는 2차원적 배열로 실리카 나노구체의 형성을 촉진한다.

이렇게 형성된 회절발은 실리카가 없는 비슷한 홀로그램 회절발보다 50배 더 큰 회절 효율을 갖는다. 스톤은 이것이 고분자와 실리카 사이의 굴절률 차이 때문이라고 생각한다.

"우리는 이 바이오 촉매 접근방법을 취하는 이점 중의 하나가 무기물이 훨씬 더 많이 포진한 것을 만들 수 있다는 것이라고 생각한다"고 스톤은 말했다.

다음 단계는 3차원 장치를 제작하는 것이라고 스톤은 말했다. "우리가 3차원으로 갈 수 있다면, 우리는 광학적 밴드갭 구조와 혁신적인 바이오 센서 같은 것을 고려해 훨씬 더 복잡한 광학 구조물을 만들 수 있다"고 그는 말했다.

(http://pubs.acs.org)

광정밀

강력한 자외선 자유전자레이저

다른 종류의 레이저보다 천 배나 강한 자외선 레이저가 독일 함부르그에 있는 DESY의 물리학자들에 의해 만들어졌다.

이 연구결과는 자유전자레이저가 빛을 백만 배 이상 증폭시킬 수 있다는 예상을 검증했다.

이 자외선 레이저는 그 자체만으로도 강력한 연구 장비이지만, 물리, 화학, 생물, 의학 분야에서 엄청난 응용이 기대되는 X선 레이저의 가능성을 밝게 해 주는 결과이다.

보통의 레이저는 원자나 분자 속의 전자가 에너지 준위 사이를 움직일 때 빛을 낸다. 그러나 자유전자레이저는 진공 속을 움직이는 고에너지 전자빔을 이용한다. 주기적인 자석 배열로 전자는 지그재그 운동을 하면서 빛을 방출한다. 거울을 이용해 이 빛을 가두면 다른 전자와의 상호작용으로 더 많은 빛이 발생한다. 이런 자기증폭 과정은 어떤 파장에서도 일어날 수 있기 때문에 전자의 속도를 바꾸면 어떤 파장의 자유전자레이저도 만들어질 수 있다.

DESY의 실험에서는 80나노미터에서 180나노미터 사이의 파장에서 빛이 증폭되는 것이 확인됐다. 증폭이 가장 잘 되는 파장은 98 나노미터였다. 함부르그의 국제 공동연구팀은 1년 안에 6나노미터 이하, 즉, X선 파장에서와 같은 정도의 이득을 얻는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해서 연구팀은 가속기의 길이를 지금의 50미터에서 300미터로 확장할 필요가 있다. DESY의 자유전자레이저 프로젝트는 TESLA라고 하는 입자물리 실험용 차세대 선형 충돌 가속기 프로젝트의 일부분이다.

(http://physicsweb.org)

광소재

마이크로 렌즈 엑츄에이터 개발

일본 후지쯔 연구소와 동경공업대학 정밀공학연구소의 下河邊進士 연구실은 광자기 디스크에서 데이터를 읽고 쓰는 대물렌즈와 매체와의 거리를 약 1마이크로미터의 폭으로 조절 제어하기 위한 '마이크로 렌즈 엑츄에이터' (MLA)를 개발했다.

후지쯔는 2004년경에 등장하는 1평방 인치당 50기가비트의 광자기(MO) 디스크 장치에 이 기구를 채용할 예정이다.

광자기 디스크 장치를 한층 고속화하기 위해서, 회전하는 디스크에 의해 일어나는 풍압을 이용한 '광부상 헤드' (OFH)방식이 검토되고 있다. 하드디스크 등에서는 이미 비슷한 방법이 이용되고 있지만, 광자기 디스크의 헤드는 현재 모터로 움직이고 있고, 대물렌즈와 매체는 1밀리미터 정도 떨어져 있다.

OFH의 실현에는 빛의 초점 크기를 일정하게 제어하기 위한 정밀한 거리 제어가 필요하다.

즉, 디스크의 중심측과 주변부의 풍압이 다르기 때문에 헤드와 매체와의 거리가 변화되어 그 차를 보상하는 기구가 필요하다.

이번에 후지쯔 연구소와 동경공업대는 고강도이지만 유연한 박막 금속 글래스를 잡아당겨 트램포린 같은 구조를 만들고 정전기에 의해 변위를 일으키는 마이크로 머신을 만들었다.

여기에 이용한 금속 합금은 팔라디움계의 박막 금속 글래스로, 가열하면 하면 유리(glass) 상태가 되는 특징을 갖고 있다. 이 특성을 이용하면 결정 성장시에 생긴 내부 응력을 제거할 수 있다. 이 때문에 거친 돌기 없이 매우 매끄러운 평면이 제작될 수 있다. 개발된 MLA의 시야각은 1.7 mrad이고, 수직 방향의 변위는 0.85 마이크로미터로, 종래의 천분의 일 수준이다.

광원

가시광 이용한 리소그래피 기술

일본 산업기술총합연구소는 샤프, TDK와 공동으로 가시광을 이용해 0.1마이크로미터 (100 나노미터)의 미세패턴을 형성할 수 있는 리소그래피 기술을 개발했다고 발표했다.

이 기술은 적색반도체 레이저를 광원으로 이용하고 있어 전자선과 X선 등에 비해 낮은 비용으로 차세대 반도체 제조가 가능하게 된다. 연구팀은 이 성과를 에치 공업대학에서 개최되는 응용물리학회에서 발표했다.

개발된 신기술은 레이저광 조사로 발생하는 열로, 레지스터 막에 패턴 형성하는 열 리소그래피 방법을 발전시킨 것으로, 富永淳二 차세대 광공학 연구실장 팀에 의해 개발됐다. 연구팀은 기판의 구조에 특수하게 설계해 열 발생 영역을 미세화함으로써 미세가공을 가능하게 했다.

구체적으로는 연구팀은 광디스크 기판에 레이저광의 흡수효율이 좋은 막을 형성하고, 그 위에 레지스터 막을 도포해 시료를 회전시키면서 기판표면으로부터 레이저를 조사했다.

레이저 출력과 회전속도를 최적화한 결과 열의 퍼짐이 약 1마이크로미터의 레이저 spot보다 작아졌다. 실험에서는 선폭 110나노미터의 라인패턴, 직경 80미터의 점패턴(dot pattern)이 형성됐다. 富永 연구실장은 "레지스터 막을 가열하는 것이 아니라 기판에서 발생한 열을 반응에 이용한 것이 미세화를 가능하게 한 요인"이라고 말했다.

(일간공업신문)

광정보

100기가 바이트 광 디스크 개발

이중층으로 된 재 기록 가능 광 디스크 기술이 개발됐다.

일본의 마쓰시타 전기가 개발한 이 기술은 0.85 및 0.1mm 커버 층의 수치 틈새와 자외선 레이저 세트를 사용해 한 면에 50기가 바이트 용량이 되도록 했다. 이로 인해 고선명 프로그램을 2시간 이상 녹화하는 것이 가능해졌다.

이 외에도 히따찌는 100기가 바이트 용량의 광 디스크를 목적으로 한 광 픽업용 암을 개발했다고 발표했는데, 히따찌 역시 마쓰시타와 동일한 수치틈새(NA) 및 커버 층 변수를 사용했다.

이 변수 세트는 DVR-블루 디스크 녹화 시스템에 사용된 것으로 소니 사와 필립스 전자가 개발해 지난해에 발표한 것이다.

그러나 현재의 DVD포맷에서 분리된 것이므로 인정을 받기가 어렵다는 것이 예상됐다. 이 때문에 다른 저장 방식 포맷과 차이가 나는 규격을 갖는 것이 기피됐는데, NA값이 광디스크의 용량을 늘리는 변수를 통제하므로, 현재의 광학 시스템과 400nm파장을 이용해 고용량 디스크를 만들기 위해서는 큰 NA값이 반드시 필요하며 그 가운데서 0.85mm가 실제적인 값이다.

DVD 디스크에서와 같이 한 면이 0.6mm 두께인 디스크를 만든다고 해도 이것이 DVD와 호환성이 있으리라는 보장이 없으므로 차세대 디스크 시스템을 위해서라고 NA가 0.85나 0.1mm 두께를 갖는 표준이 요청된다. 120mm 지름의 광 디스크는 한 면에 이중 기록 층을 갖고 위상 변경을 하는 디스크로서 각 층이 25기가 바이트 재기록 가능 능력을 가지므로, 디스크 한 번에 50기가 바이트를 기록할 수 있고, 양면 디스크의 경우에는 100기가 바이트를 기록할 수 있다.

(http://www.eet.com)

광통신

광 인터네트워킹 포럼-UNI 1.0 규격 완성

광 인터네트워킹 포럼(OIF; Optical Internetworking Forum)은 UNI 1.01 규격을 최종 버전으로 정식으로 승인했다.

UNI(User-to-Network Interface)는 광 네트워크상에서의 대역폭 요구사항을 맺고 끊어주는 기본적인 시그널링 메카니즘이다. 보다 자세히 말하자면, UNI 1.0은 서로 다른 클라이언트의 장비와 네트워크 장비 사이의 서비스 연동을 보장해주기 위해 구현된 시그널링 프로토콜을 말한다. UNI 1.0은 전달망 내에서 시그널링 메세지를 전달하거나 시그널링을 가능케 하는 자동 탐지 등의 메커니즘을 지원한다.

UNI 1.0은 개방형 전달망 계층으로 발전하기 위한 중대한 역할을 하게 될 것이라고 OIF 관계자는 말했다. 다음 단계로, OIF는 네트워크-네트워크 인터페이스(NNI; Network-to-Network Interface) 개발을 위한 노력을 기울일 것이라고 밝혔다.

(http://www.convergedigest.com)

광소재

레이저로 전자 회절

세계 최초로 빛을 이용해 전자들을 결맞음 상태로 회절하는 것이 성공했다. 이를 예측한 카피차-디락 효과가 알려진 지 70년이 지나서야 실현된 것이다.

이 관측은 강력한 레이저와 물질에서의 파동과 입자의 현상 규명으로 가능하게 됐다. 미국 네브라스카 대학의 헤르만 베이트란과 그의 동료들은 이러한 효과를 이용해 현재의 빛을 이용한 장치보다 만 배 더 정확한 전자 간섭계를 만들 수 있을 것으로 내다보고 있다.

지난 1933년 피터 카피차와 폴 디락은 정상파가 전자를 회절시키는 광격자로 사용될 수 있다고 예측했다. 그러나 빛은 전자와 아주 약하게 상호작용하고, 이전에 결맞음 전자 회절을 측정하기 위해 시도했던 레이저의 강도가 충분하지 않아서 관측이 성공하지 못했었다. 광격자를 형성하기 위해 베이트란과 그의 동료들은 2개의 강력한 레이저 빔을 마주보고 쏘았다. 마주 보고 진행하는 레이저 빔은 수 밀리미터 길이의 정상파를 형성한다. 가는 전자빔이 광격자에 입사됐고, 측정장치는 격자의 24 센티미터 뒤에서 회절된 전자빔의 공간 분포를 기록했다.

연구팀이 기대한대로 회절된 전자빔은 중심부에 가장 많이 분포하고, 양 옆으로 약해지는 피크들이 주기적으로 나열됐다. 이러한 주기는 브래그 법칙으로 예측될 수 있으며, 이 실험에서는 55마이크로미터였다. 피크들의 크기는 물질에서의 입자와 파동의 세계를 기술하는 슈뢰딩거 방정식에서 예상되는 크기와 비교해 약간의 차이만 보여주었다.

중요한 것은 격자를 통과하면서 회절된 전자빔은 그 과정에서 같은 위상 관계를 유지한다는 것이다. 물질의 구조를 밝히는 강력한 측정 도구인 간섭계는 이처럼 위상 관계를 만족하는 결맞음 빔들을 나누고 합친다. 만약 이러한 빔들의 위상이 같다면 이들은 더 강력한 신호를 주는 보강 간섭을 하게 된다. 그러나 물질을 통과하는 한 빔의 위상이 변하게 되면 간섭된 두 빔의 신호 크기는 약해진다. 이처럼 간섭된 신호의 세기로부터 그 물질의 특성을 밝힐 수 있다.

베이트란이 설명하는 것과 같이 전자 간섭계는 전자의 물질파 파장이 빛의 파장보다 약 만 배 더 짧기 때문에 그만큼 더 정확하게 측정할 수 있는 장점을 갖고 있다. "아주 미세한 효과도 전자빔의 위상 변화를 초래할 수 있다. 우리는 원자와 입자들에 관련된 아주 미약한 전자기장을 측정할 수 있게 됐다"고 그는 말했다.

(http://physicsweb.org)

광정밀

레이저 이용해 극미세 섬유 가공

일본 야마나시 대학 공학부의 스즈키 조교수의 연구 그룹은 레이저로 합성섬유를 가볍게 균일하게 가열해 길이를 1000배로부터 5만 배까지 늘리고, 직경 2마이크로미터 이하의 극미세 섬유로 가공하는 기술을 개발했다.

조건에 따라서는 직경 1마이크로미터 미만의 극미세 섬유도 이뤄질 수 있을 전망되어, 나노 재료의 새로운 가공법으로 기대되고 있다. 이 방법은 다양한 합성섬유에 응용될 수 있다. 극미세 섬유는 공기 청정과 의료용, 액체 분리 등의 미세한 필터와 초발수성 고밀도 직물 등에 응용될 수 있다.

지금까지는 특수한 방사법을 사용해 직경 7마이크로 미터 정도의 섬유를 제조하는 것이 한계였고, 연신율도 300~400배가 한계로 보여졌다.

새롭게 개발된 연신법은 원료 섬유에 0.1~0.3메가파스칼 정도의 미약한 장력을 걸고, 최대 출력 10와트의 탄산가스(CO_2) 레이저로 섬유를 균일하게 가열한다. 실험에서는 결정질을 포함하는 나일론 6과 거의 비정질의 아이소텍트 폴리프로필렌(it-PP), polyethylene 테레프탈레이트(PET)의 섬유가 눌려 펴졌다.

직경 409마이크로미터의 it-PP 섬유는 2단계로 잡아 늘어졌는데, 2단계째에서는 0.3메가파스칼의 장력을 걸고 1평방센티미터 당 39.6와트의 레이저로 가열한 결과, 직경 1.8 마이크로미터의 극미세 섬유가 만들어졌다.

이 방법을 이용하면 길이 1미터의 원료 섬유를 5만 미터 이상의 극미세 섬유로 만들 수 있다. 또한, 레이저에 의해 표면이 거친 흔적이 없고 직경도 균일했다. 또한 결정 구조를 분석한 결과 단순하게 섬유가 길어지는 것만이 아니라 미세한 결정과 그 결정 방향이 일정하게 정렬되는 것이 관찰됐다. 이에 섬유의 질을 개선하는 열처리의 가능성도 있다.

광원

자외반도체 레이저의 실온 연속발진에 성공

일본 일아화학공업은 2 성분의 질화갈륨을 발광층으로한 자외반도체 레이저(LD)의 실온 연속발진에 성공했다. 발진파장은 369 나노미터의 자외역. 종래에는 질화갈륨계에서는 결함이 많아서 발광 층으로 인듐을 더한 3 성분계 밖에 발광하지 않았지만, 특수한 질화갈륨의 기판에서 결함을 줄이고, 2원에서도 가능하게 되었다. 푸른 보라색 LD, 고밀도 정보 기록과 의료분야 등에 응용 할 수 있다.

시작된 자외 LD는 사파이어 기판 위에 버퍼 층의 질화갈륨을 성장시키고, 그 위에 형성된 실리콘 산화막을 마스크를 사용해서 질화갈륨을 가로방향으로 선택 성장시켰다. 이 기술에는 ELOG (용어 참조) 기판을 사용했다. 푸른 보라색 LD에서도 이 ELOG 기판을 사용해서 신뢰성을 높이고 있다. 질화갈륨에서 실현한 것에 의해, 금후, 보다 본격적인 자외역에까지 단파장화 할 수 있는 질화 알루미늄을 발광 층에 사용하고 있는 LD도 가능해졌다.

발광층은 각각 불순물을 첨가하지 않은 질화갈륨의 우물을 질화갈륨, 알류미늄의 장벽의 사이에 둔 단일 양자우물 구조를 갖고 있다. 발진을 시작하는 문턱 전류밀도와 전압은 각각 3.5 밀리암페아, 4.6볼트. 이미 실온에서 2밀리와트 출력시의 수명평가도 추정해서 2000시간을 넘고 있다.

초기의 질화칼륨계는 전위결함이 많고 인듐을 발광 층에 첨가함으로 비로소 높은 휘도 발광으로 연결되었다. 이 때문에 이제까지 질화갈륨계의 발광소자는 발광 다이오드(LED)든 LD든 발광 층은 질화 갈륨에 인듐을 첨가한 3원계가 거의 대부분이다. 2원계의 예는 적고 광여기 발진에 멈추고 있었다.

3원의 질화갈륨, 인듐의 LD의 파장대는 405 나노미터 부근. 2원으로

함에 따라 질화갈륨은 약 1할 정도 파장이 짧아져서 정보기록의 고밀도화로 연결된다.

[용어] ELOG= epitaxial lateral overgrowth (성장 측면 덧생장)의 약자. 사파이어 기판 위에 질화갈륨을 성장시키고, 스트라이프 모양의 실리콘 산화막을 덮어씌워 다시 질화갈륨을 성장하면, 질화갈륨은 가로 방향으로 적층 성장하고, 관통전위가 도중에 멈춘다. 게다가 전위가 아주 적은 양질의 질화갈륨 층이 생긴다.

(일간공업신문)

광통신

광회선분배기의 미래를 예견한 여론조사

라이트 리딩(Lignt Reading)은 이번 달에 모든 신호를 광신호로 처리하는 전광회선 분배기(all-optical switch)를 개발하는 사람들에게 좋은 소식과 좋지 않은 소식을 예견한 여론조사를 시행했다.

좋은 소식은 이러한 광회선 분배기가 2년 이내에 꽤 큰 시장을 형성할 것으로 조사된 점이고, 좋지 않은 소식은 상당수의 스타트업 회사들이 이러한 큰 시장의 맛을 보기 전에 파산하게 될 것이라는 것이다.

이 여론조사는 설문자에게 향후 2년 동안 광회선 분배기 시장이 어떻게 형성이 될 것인가를 물었다.

모든 신호를 광신호로 처리하는 전광회선 분배기는 광파장을 전기적신호로 바꾸는 과정 없이 입력단 광섬유의 광파장을 임의의 출력단 광섬유로 스위치 하는 장치를 의미한다. 이러한 광회선 분배기를 선적하는 벤더들은 아직 드문 상태다. 가장 유명한 업체는 콜비스(Corvis Corp.)인데, 상당히 많은 업체들이 이러한 광회선 분배기를 개발하고 있는 중이다. 이러한 벤더들은 OMM Inc.의 2차원 MEMS 칩을 이용하고 있다.

지금까지 약 180명이 이번 설문에 응답했는데, 이중 66%는 "장거리 백본망에서 10개중 1개는 이와 같은 전광회 선분배기가 쓰여질 것"이라고 답했다. 또한 22%는 반 이상이 전광회선 분배기가 쓰여질 것이라고 답했다.

이와 관련해 메트로 네트워크에서의 예상치도 예상외로 높았다. 52%의 응답자는 10개중 1개가 백본망에서 전광회선분배기가 쓰여질 것이라고 예상했고, 19%는 반 이상이 전광회선분배기가 쓰일 것이라고 응답했다.

설문 응답자의 대부분은 2차원 MEMS가 스위칭 구조에서 가장 유망할 것이라고 답했다.

2년 이내에 100개 이상의 네트워크에서 실제 트래픽을 수용할 기술은 어떤 것이라는 물음에, 49%가 2차원 MEMS라고 답했다.

또한 37% 설문응답자는 3차원 MEMS기술이 그리 멀지 않았다고 답했다. 이것은 OMM과 Onix가 3차원 MEMS 기술개발을 잠시 보류했다는 사실을 고려할 때 실로 놀라운 일이 아닐 수 없다. OMM과 Onix 사는 3차원 MEMS 기술이 수년간의 시장성을 확보하기 어려워 기술개발을 보유했다고 전했다.

또 다른 스위칭 구조기술은 31%의 표를 획득한 인화성 인디움, 갈륨 비소, 니오븀 리튬으로 만든 광전 도파관 기술이다.

이 스위칭 구조는 MEMS 구조와는 달리 움직이는 부분이나 닳는 부분이 없는 견고한 고체상태라는 것이다. 이러한 기술로 스위칭 구조를 만드는 업체로는 Nynx Photonic Network, Marconi PLC, NTT Electonics 등이 있다.

위에서 언급했듯이, 좋지 않은 소식은 대부분의 설문응답자가 이 분야의 대부분의 스타트업 회사들이 큰 경기침체를 겪을 것이라고 예상한 부분이다. 40% 응답자들은 반수 이상이 오는 2년 동안 파산할 것이라고 예상했고, 28%의 응답자는 무려 4분의 3이나 되는 업체가 파산할 것이라고 예상했다.

(http://www.lightreading.com)