

해외신기술 동향

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



광소자

유리 내부에 회절격자 제작

일본 교토대학 대학원 공학연구과의 平尾一之 교수 연구팀은 빛을 파장에 따라 분리하는 회절격자를 유리 내부에 만드는데 성공했다. 이들은 펨토(1/100조)초 레이저를 두 방향에서 비추어 간섭시켜 회절격자를 만들었다.

펨토초 레이저를 60각도로 조사하면 간섭유형이 생긴다. 이것을 석영 유리에 비추면 간섭유형에 따라서 굴절률이 다른 부분이 나타나 회절격자가 된다. 빛이 회절격자를 통과할 때에 파장에 따라서 굴절하는 정도가 다르기 때문에, 중첩된 빛은 회절격자를 통과하면 파장에 따라 분리될 수 있다.

지금까지 개발된 회절격자는 모두 유리 표면에 만들어졌기 때문에

그 회절 효율이 낮았다.

이에 비해 이번에 개발된 회절격자는 유리 내부에 만들어졌기 때문에 그 효율이 종래의 2배 이상인 70%에 달하고 있어, 효율이 높은 분광기를 개발하는데 이용할 수 있게 됐다.

표면에 형성된 회절격자는 반사형이기 때문에 반사광과 2차 광선이 발생하는 단점이 있다.

이와는 달리 유리 내부에 형성된 회절격자는 투과형이기 때문에 반사광 등의 낭비가 적어 효율이 매우 높아졌다.

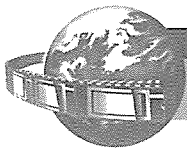
광통신에서 다중 송신할 때에 빛을 파장에 따라 분리할 필요가 있는데, 회절효율이 높은 이 소자(素子)를 이용하면 파장을 미세하게 나눌

수 있을 뿐만 아니라 증폭 장치 등이 작아지게 된다.

이 연구팀은 이미 유리 내부에 광파이버나 필터를 만드는데 성공했는데, 이번에 개발한 분광기가 이들 소자와 결합하면 효율이 보다 좋은 광소자가 개발될 수 있다.

이 연구팀은 펨토초 레이저를 간섭시키는 기술을 이용해 1입방센티미터의 유리 조각에 37조 장의 입체 영상을 기록하는 기술 개발도 추진하고 있다. 이 기술은 영상 소거도 가능하기 때문에 앞으로 대용량의 포토그래픽 메모리로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

(일간공업신문)



광정밀

레이저 조사 이용해 고밀도 미립자 이동 관측

오사카 대학 대학원 이학연구과 渡會仁 교수 등은 레이저 빛을 조사한 용액 중에서 스테인리스와 유리 등 고밀도 미립자가 이동하는 것을 관측하는 데에 성공했다.

보통 빛을 미립자에 조사하면 빛은 반사 산란된다. 이 때 입자는 빛으로부터 그 진행방향을 향해 힘을 받는다. 보통의 빛에서는 이렇게 받는 힘이 너무 작기 때문에 입자를 이동(泳動)시키는 것은 불가능하다. 그렇지만 레이저 빛을 이용하면 마이크로미터 수준의 미립자를 이동시킬 수가 있기 때문에 渡會교수 등은 이러한 레이저 빛 이동을 통해 단

일 미립자의 물성 해석법이나 분리법을 연구하고 있었다.

그러나 중력 아래에서는 미립자가 보통 그 자신의 질량이나 부력의 영향을 받기도 하고, 빛을 흡수하는 시료에서는 레이저 조사로 열이 발생해 매체의 대류가 일어나기도 해 용매와 밀도가 다른 미립자에 대해서는 정밀하게 빛의 이동 속도를 측정할 수가 없었다.

따라서 이번 실험에서는 이러한 점을 보완하기 위해 낙하실험 시설이나 항공기를 이용해 중력의 영향을 제거하고 이동속도도 미립자 자체의 질량이나 부력 등의 저해요인을 없

애 정밀계측을 가능하도록 했다.

이번 관측을 통해 빛을 흡수하는 탄소구의 이동속도는 매우 빠르고, 빛을 반사하는 스테인리스는 이것보다 느리며, 빛을 투과 유리나 폴리스틸렌 입자의 속도는 더욱 느리다는 것이 밝혀졌다.

이번 연구성과는 혈구,세포의 선별, 소포체, 핵의 이동에 의한 세포의 진단과 치료에 이용될 수 있으며 더 나아가서는 용액 중에서 미립자를 3차원으로 조작하고 새로운 마이크로 소자를 만드는 데에도 이용될 수 있을 것으로 기대된다. (일간공업신문)



광통신

NTT 포토닉 연구소, 매초 10테라비트 광통신기술 개발

NTT 포토닉연구소는 매초 10테라(테라는 조)비트의 고속 광통신을 가능하게 하는 대도시간 기간통신망용 기술을 개발했다.

이 기술은 DVD(디지털 다용도 디스크)에 저장되어 있는 영화 250매분의 정보를 1초에 전송할 수 있다. 이 기술은 256종류 파장의 빛을 하나로 묶거나 묶은 빛을 원래대로 분리하는 장치로, 대용량 고속 광통신 중 핵심기술인 광파장 분할 다중전송(WDM)을 한층 고도화시켰으며 올해 안에 실용화가 이뤄진다.

WDM을 이용한 고속 광통신망에서는 지역의 통신 네트워크에서 모

은 대량의 정보를 파장이 다른 40종류의 빛에 실어, 그것을 하나로 묶어 보내고 있다. 수신 측에서는 빛의 다발을 다시 분리해 지역 네트워크에 분배한다. 1파장 당 2.5기가(기가는 10억)비트의 데이터가 수용된다.

NTT가 개발한 기술은 WDM의 중핵장치가 되는 광합분파기이다. 이 장치는 현재의 제품능력의 4배에 해당하는 256파장의 빛을 묶거나 분리할 수 있다.

현재의 기술 수준에서는 1종류의 파장으로 전송 가능한 데이터는 최고로 매초 40기가비트이다. 256종류의 파장을 완전히 사용하면, 매초

10테라비트의 데이터 전송이 실현될 수 있다. 현재의 기간계통 광섬유망의 약 100배나 된다.

이 장치는 일본 전국에서 하루에 서적과 TV를 통해서 만들어낼 수 있는 모든 정보량을 3.4초에 보내는 능력을 갖는다. 2시간분의 영화를 저장한 DVD에는 1매 40기가비트의 정보가 들어있다. 이러한 DVD를 매수로 약 250매, 500시간 분의 정보를 1초에 보낼 수 있다는 계산이다.

NTT연구소는 1000km 이상의 장거리에서 대용량의 정보를 전송하는 대도시간의 기간 광통신망에 응용할 것을 예상하고 있다. 이 연구

소는 최종적으로 신 기술을 통신기기 회사에 옮겨, 상품화한다. 장거리의 대용량 고속 광통신의 요구가 높은 미국 등이 시장으로 상정되고 있다. 가격은 통상 빛의 파장 수에 비례하지만, 현행의 3배 정도로 억제될 것이다.

개발팀은 빛을 묶거나 나누는 합분과 필터와 입출력에 사용하는 광섬유와의 접속부분에 새로운 구조를 고안했다. 이 결과 빛의 손실이 현재의 64파장용의 합분과기와 같

은 정도로 억제됐다.

합분과기 내의 도파로에 효율이 좋으며 빛을 차단할 수 있는 기법이 개발됐다. 크기를 가로 20cm, 세로 12cm로 과거보다 좀 더 크게 해서 실용 수준의 기술이 육성됐다.

NTT 그룹의 경우, 최근 몇 년 사이에 매년 2000억 엔 정도를 투자해서 광섬유 설치를 진행하고 있어, 전화국 사이를 연결하는 기간망은 모두 광섬유로 됐다. 전환국에서 가정의 근처까지의 액세스망의 커버

율은 40%를 넘는다. 기간망에서는 음성 및 데이터 통신 모두 광섬유로 전송되고 있다.

인터넷의 진전과 기업의 데이터 통신의 확대로 기간 간선망을 통과하는 데이터 양은 매년 증대하고 있다. 앞으로는 방송용 프로그램을 광통신망 경유로 보내는 등 기간망을 지나가는 데이터 양은 더욱 늘어날 것으로 예상된다. 미국 등에서는 WDM을 사용하는 기간 간선망이 급속히 확대되고 있다. (닛케이산업신문)



무선 광대역 서비스 전망 밝다.

Allied Business Intelligence ABI 사가 최근에 발표한 보고서에 따르면 현재 무선 광대역 시장을 급증세를 보이며 성장하고 있으나 종래에는 무선 광대역 서비스가 어느 정도 시장을 분할할 전망이다.

이 보고서에 따르면 무선 광대역 서비스는 2006년 기준 전체 광대역 가입자수의 15퍼센트와 매출 규모의 22퍼센트를 차지할 것이다. 매출 규모가 가입자 수에 비해 높은 것은 무선 광대역 서비스가 무선 광대역 서비스에 비해 어느 정도 높은 가입비를 채택하는 것을 가정한 것으로 보인다.

Broadband Delivery in the Local Loop라고 이름 붙은 이 보고서에 따르면, 전체 광대역 서비스의 매출 규모는 2001년 168억 달러 규모에서 2006년에는 594억 달러의 규모까지 증대해 5년간 4배정도의 성장을

구가할 것으로 예측되고 있다.

이 보고서는 현재 광대역 무선 시장을 DSL, 케이블 모뎀, ISDN, 광통신, LMDS, MMDS, 위성통신, 단파 라디오등과 같이 세부 기술 부문으로 나누고 있고 각 부문별 가입자, 매출 예상, 제품 출하 등과 같은 부문에 대한 예측을 2006년까지 제공하고 있다. 여기에 각 부문별 주요 사업자 및 장비업체에 대한 자세한 분석까지 곁들여졌다.

현재 무선 광대역 서비스의 가장 큰 문제점은 바로 설치비와 장비가격이다. 3000달러 정도가 보통인 이러한 설치비용은 DSL이나 케이블 모뎀에 비해 무선 광대역서비스가 가장 약한 부문이다. 하지만 이미 무선 광대역 서비스가 제공하는 서비스의 질은 유선의 그것에 비해 전혀 손색이 없거나 혹은 그 이상이다. 물론 이러한 초기 설치비는 무선 광대

역 서비스가 보편화됨에 따라 규모의 경제가 이뤄지면 자연스럽게 완화될 문제라는 것이 보고서의 결론이다.

또한 무선 서비스가 가지고 있는 거리와 공간에 대한 자유로움은 유선 서비스가 가지고 있는 가장 큰 약점이라는 것이다. 또한 DSL과는 달리 기존에 전화선을 보유하고 있는 업체들이 보이콧할 수 있는 유선망의 독점이라는 문제가 무선망에서는 그다지 심각하지 않다는 것이다. 따라서 새로운 사업자가 신규 서비스를 시작할 때 유선 서비스와 달리 도로를 전부 파내고 케이블을 깔 필요가 없이 무선 서비스 액세스 포인트들을 설치하면 된다는 것이 무선 광대역 서비스가 가지고 있는 매력 중의 하나이다.

(www.electronicweekly.co.uk)



광원응용

초광대역 연속 스펙트럼 (SC) 발생 성공

일본 나고야 대학의 後藤俊夫 교수 연구팀은 파장이 1~2마이크로미터의 넓은 영역에서 연속적으로 분포된 초광대역 연속스펙트럼 (Super-continuum, SC) 광을 생성하는데 성공했다고 발표했다.

이 실험에 사용된 장치는 손바닥 크기의 초소형인데, 초단펄스 파이버 레이저를 광원으로 해 파장 1.55나노미터의 여기광을 특수한 비선형 광파이버에 입사시켜 광파이버 자체의 특성으로부터 SC가 자동으로 생성되도록 했다. 1.55마이크로미터를 중심으로 폭이 1마이크로미터인 SC광을 생성시킨 것은 세계 최초의 일로서, 지금까지는 1.45~

1.65마이크로미터의 영역에서 SC가 보고됐다. 이것은 광대역화, 고속화가 진행되고 있는 광소자나 차세대 LSI의 평가, 생체 단층계측, DNA 평가계측 등에 응용될 것으로 기대되고 있다.

연구팀은 이전에 20펨토초의 폭을 가진 초단펄스 광파이버 레이저 광원과 길이가 100미터인 광파이버를 결합해 초소형 파장가변장치를 만들었다. 이 장치를 이용해 1.55마이크로미터의 여기광이 광파이버 안에서 1.85 마이크로미터까지 연속적으로 분포된 SC가 성공적으로 생성됐다.

이번 실험에 사용된 고비선형 광

파이버는 지금까지의 광파이버보다 Ge원소를 더 많이 갖고 있으며 코어의 직경도 10마이크로미터에서 3.6마이크로미터로 줄여 파이버 안에서의 빛의 밀도가 높아지도록 했다. 빛의 밀도가 높기 때문에 비선형 효과가 더 높아지고, 그 결과 종전보다 훨씬 짧은 5미터의 광파이버에서 밴드폭이 1마이크로미터인 SC 광이 생성된 것이다.

SC광 발생장치는 다중파장 광통신에 본격적으로 사용되어 광소자의 파장의존성 평가에 불가결한 장치이다. 이 외에도 물성평가나 분광계측에도 광대역 파장가변 광원이 필요하다.



광정밀기기

레이저광 분포 변화시키는 광학소자

일본 직업능력개발종합대학교 생산기계공학과와 德永 교수의 연구 그룹은 레이저광의 강도 분포를 미묘하게 변화시키는 광학계를 제작하고 3차원 가공 등에 응용할 수 있는 기술을 개발했다.

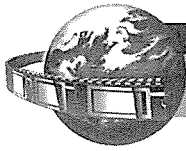
새로운 기술은 빛의 강약을 미세하게 변화시켜 레이저 가공기를 기계의 machining 센터처럼 다양한 “공구”를 갖춘 공작기계로 변신시킬 수 있다.

지금까지의 레이저는 빛에너지의 강도를 일정하게 만들어 절단과 용

접, 열처리 등의 가공에 이용됐다. 연구그룹은 빛의 분포에 강약을 주는 ‘광학적 푸리에 변환’이라는 방식을 기초로 해, 조사되는 빛의 단면상의 분포를 국소적으로 굴절시켜 빛을 배분할 수 있도록 했다. 또한 이들은 1 매의 비구면 광학 소자로 가공에 필요한 빛의 강도를 배분할 수 있는 광학소자를 개발했다.

이들은 개발된 광학소자를 시험하기 위해 아크릴 수지로 만든 비선형 광학 소자를 스테인레스 강판에 붙이는 실험을 했다. 빛의 강도가 일

정한 일반 YAG 레이저의 빛을 개발된 광학 소자를 사용해서 두께가 0.3 밀리미터인 스테인레스 강판에 조사해 거의 설계값 대로 붙이는 것에 성공했다고 연구그룹은 밝혔다. 앞으로 연구그룹은 광학 현미경의 배율을 변화시키는 것처럼, 빛의 분포를 변화시키는 광학소자를 바꾸어 가면서 다양한 3차원 형상을 가공하거나 열처리할 수 있는 레이저 공작기계로 발전시킬 계획이다. (www.ijj.co.jp/news)



재생 가능 광메모리 개발

일본 교토대학 대학원 공학연구과의 平尾一之 교수 연구팀은 1 입방 센티미터에 37 테라비트(terabit) (1 테라 = 1조)의 정보를 써 넣을 수 있고, 게다가 몇 번이고 다시 기록할 수 있는 광메모리를 개발했다.

이것은 DVD의 약 1만 배의 대용량으로, 실용화 된다면 메모리에 커다란 혁신을 불러일으키게 될 것이다. 기록한 정보를 해독하는 장치를 이미 민간기업이 개발하고 있어 이 연구팀은 앞으로 다시 기억용량을 높임과 동시에 메모리로서의 실용화 연구에도 몰두할 것이다.

개발된 메모리는 직경 200 나노

(1 나노 = 1/10억)미터의 점(spot)을 100 나노미터의 간격으로 입체적으로 배치한 구조를 가진다. 이제까지의 연구에서는 spot의 직경이 400 나노미터 정도였지만 절반으로 소형화됨과 동시에 정보도 한 개의 광 펄스(pulse)로 써넣게 되어 기입하는 시간도 크게 단축되어 실용단계에 아주 가까워졌다.

정보 기록은 기입은 파장이 800 나노미터인 펄스(펄스 = 1/1000 초) 레이저를 이용하고 소거는 파장이 600나노미터 이하인 녹색 레이저로 한다. 소거 후에는 펄스 초 레이저를 이용하면 다시 기록이 가

능하다. 레이저의 출력은 소거가 수십 마이크로와트이고 기입은 소거보다도 크게 낮아도 가능하다.

이 팀이 기입 후에 해독하는 장치를 이용해서 실험한 결과, spot으로부터 명확한 빛의 출력이 확인됐다. 메모리 글래스는 희토류 원소인 사마륨을 혼합한 것이다. 여기에 펄스 초 레이저를 조사하면 레이저에 닿은 부분이 3가의 사마륨 이온으로부터 2가의 사마륨 이온으로 변한다. 3가에서는 투명하지만, 2가로 변하면 파장이 680 나노미터의 빛을 발하게 된다. 발광의 유무를 간파하면 메모리가 된다.



레이저와 가스 아크 용접 이용한 하이브리드 용접

오하이오주의 콜럼버스에 위치한 Edison Welding Institute사의 연구진들은 두꺼운 부분을 용접하기 위한 하이브리드 용접 기법을 개량했다고 발표했다.

이 용접 기법은 Nd:YAG 레이저 용접과 가스 금속 아크 용접을 접목시킨 기술이다. 비록 이 기법은 새로 개발된 것은 아니지만, EWI사의 연구진인 Paul Denney는 공정상의 신뢰도나 성능, 속도를 개선하기 위해서 다양한 소재들의 적합한 변수를 찾기 위한 밑거름이 될 수 있을 것이라고 평가했다.

EWI사의 연구진들은 맞대기 용접 기법을 이용해서 10mm의 두께

를 가지는 소재를 분당 1m 용접할 수 있으며, 이 때 틈(gap)은 약 0.8mm라고 밝혔다. 이 회사의 연구진들이 현재 공동으로 개발하고 있는 목표는 12mm의 두께를 가지는 소재를 시간당 약 1m 용접하는 것이다. 레이저는 보다 높은 용접 속도를 가질 뿐만 아니라 보다 깊이 침투하며, 뒤틀림을 최소화 하고 용접 공정의 자동화를 용이하게 하는 장점을 가지고 있는 것으로 알려졌다.

그러나 레이저 용접 공정에는 매우 많은 동력이 필요할 뿐만 아니라 장치의 엄격한 정교함을 요구하는 제한 요인도 있다.

GMAW의 공정에 있어서, 용가재

(filler materials)는 와이어를 이용해서 공급되며, 그리고 나서 아크를 이용해서 용융된다. 이러한 기법을 레이저 기법에 부가시킴으로써, 엔지니어들은 보다 낮은 레이저 동력으로 보다 많은 양을 용융시켜서 용접할 수 있었으며, 장비가 요구하는 정밀성도 많이 완화시킬 수 있었다. 또한 높은 공정 속도는 뒤틀림의 양을 최소화 할 수 있었으며, 용가재를 적당하게 조절함으로써 원하는 기계적 성능이 획득된다.

EWI사는 현재 파이프라인과 선박 건조의 프로젝트에 참여하고 있다. (www.ewi.org)



광정밀기기

미세 가공용 자외선 고체 레이저 개발

미쓰비시 전기는 오사카대학, 광학기술연구소와 공동으로 차세대 휴대 전화 등 고밀도 프린트기초판자의 초미세 가공을 가능하게 하는 파장 266나노(1나노는 10억)미터의 자외선 고체 레이저를 개발했다고 발표했다.

출력은 23와트로 세계 최고 출력이고, 실용화의 조건이 되는 50시간 이상의 연속 동작(출력 20와트 이상)도 이뤄져, 앞으로 1~2년 내에 상품화가 가능하다.

이 레이저는 집광성이 뛰어난 녹색 레이저광(532나노미터)를

CLBO(보레이트) 결정으로 파장 변환해 파장 266나노미터, 23와트의 자외선 레이저를 발생시키는 구조이다.

미쓰비시가 독자적인 반도체 레이저 여기기술과 공진기 기술을 이용해 동작시간이 1000시간(종래는 100시간)인 녹색 레이저광을 개발했다. 한편, 오사카대학은 고품질 CLBO 결정을 개발했고 광학기술연구소가 이 결정을 레이저 부품으로서 이용하기 위한 새로운 연마 기술을 개발했다. 각각의 기술이 결합되어 초기 출력 23와트, 50시간 이상

에 걸치는 연속 동작이 실현됐다. CLBO 결정은 300마이크로미터 정도의 미세 영역에서 파장변환을 할 수 있기 때문에 5제곱밀리미터의 결정으로 20번 이상 돌아가며 사용할 수 있다. 연속 사용시간이 50시간이면 총 동작 시간은 1000시간 이상이 되기 때문에 실용화가 충분히 가능하다.

고밀도 프린트 기관자의 초미세 구멍과 저온 폴리 실리콘 액정의 제작에는 작은 크기로 집광할 수 있는 고효율 자외선 레이저가 없어서는 안 된다. (www.jji.co.jp/news)



광소재

합성광학 펄초 펄스 레이저

로버트 셸톤(Robert Shelton) 교수를 주축으로 한 콜로라도대학(University of Colorado at Boulder) 연구팀은 서로 다른 파장의 펄초 레이저를 사용해서 새로운 레이저 펄스를 발생시키는데 성공했다.

저명한 학술잡지인 사이언스(Science)誌 8월 17일 판을 통해 공개된 연구 보고서에 따르면 각각의 파장이 760나노미터(nanometers ; nm), 810나노미터인 독립적인 두 대의 레이저를 사용해 합성광학펄스(synthesized optical pulse)를 발생시켰다.

펄초 레이저는 1조분에 1초에 해당하는 극단 펄스(puls)를 발생시킬 수 있는 레이저다.

2 대의 펄초 레이저를 조합하여 새로운 펄스 레이저를 발생시키는 것은 2 가지 서로 다른 악기의 소리가 합쳐져서 전혀 새로운 소리가 탄생하는 것과 유사하다. 그러므로 2대의 펄초 레이저를 조합시켜 발생하는 레이저 펄스는 원래의 레이저 펄스와는 전혀 다른 레이저 펄스이다.

셸톤 박사의 설명에 따르면 펄초 레이저 펄스의 길이는 매우 짧기 때문에 사진을 찍을 때 사용하는 스트로브(strobe)와 같은 역할을 하는 “초고속 광스위치”로 사용할 수 있다.

우리가 사진을 찍을 때 스트로브를 발광시키는 것처럼 분자나 원자의 움직임이 발생할 때 펄초 레이저 펄스를 조사하면 분자의 움직임

을 포착해낼 수 있는 것이다.

원자 또는 분자와 응집성(coherent), 광선 사이의 상호작용과 광선을 이용하여 원자나 분자를 조정(control)하는 방법에 대한 연구는 현시대를 주도하는 과학적 화두 중 하나이다.

그렇기 때문에 2종 이상의 레이저 펄스를 조합해서 새로운 레이저 펄스를 발생시킬 수 있다는 것은 단일 광원으로는 불가능했던 연구들을 가능하게 할 것이다.

즉 셸톤 박사팀의 이번 연구 업적은 물질과 빛의 상호작용을 연구하는 과학자들에게 보다 융통성 있는 접근 방식을 제공할 것이다. (www.colorado.edu/PublicRelations)