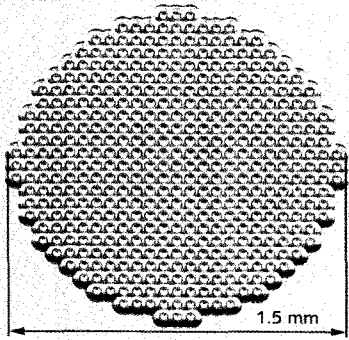


Photonics Application

Optical Material, Optical Precision Instruments

광응용(광소재, 광정밀기기)

테라헤르츠 복사광을 집속시키는 메타물질 렌즈



(그림) 메타물질 테라헤르츠 복사 집속 GRIN 렌즈는 60 μ m 폭의 단위 셀들을 갖고 있다. 단위 셀들은 2개의 벤조시클로부텐(benzocyclobutene) 유전체 평판을 사이에 샌드위치 형태로 끼어 있는 200 nm 두께의 구리 필름으로 이루어져 있다.

광학 메타물질은 파장보다 약간 작은 크기의 단위 셀들로 구성된다. 이것은 복잡한 금속 구조물들과 유전체들을 포함하고 있는 단위 셀들의 크기가 그 메타물질에서 처리하고자 하는 파장의 치수에 직접 비례한다는 것을 의미한다. 결과적으로, 많은 이론적 메타물질 구조물들이 처음에 마이크로파 파장에서 시험되는 이유는 셀 크기가 10 mm 정도로 제조하기가 쉽기 때문이다. 반대로 가시광선 영역의 메타물질은 단위 셀들의 크기가 200 nm 정도이다. 가시광선 메타물질은 빛 흡수성도 매우 높은 경향이 있다.

하지만 중간의 테라헤르츠 스펙트럼 영역이 메타물질 기술의 주요 목표로 부각되고 있다. 테라헤르츠 영역은 현재 화학물질 감시, 산업용 품질제어, 보안 및 기타 영상 시스템에 이용되고 있다. 테라헤르츠 메타물질의 단위 셀 크기는 수십 마이크로미터 정도이므로 광리소그래피를 이용하여 쉽게 제조될 수 있으며 과도한 흡수성도 없다. 그리고 메타물질 광학이 테라헤르츠 영역에 혜택이 되는 이유는 집속 렌즈와 같은 영상화 부품에 이용할 적절한 재래식 광학물질이 부족하기 때문이다.

그런데 이번에 광대역 메타물질로 만든 경사형굴절률(GRIN) 렌즈가 독일 카이저슬라우테른대(University of Kaiserslautern)와 프라운호퍼 물리측정기술연구소(Fraunhofer Institute for

Physical Measurement Techniques)의 연구진에 의해 개발되었다. 특히, 연구진은 1.2~1.5 THz 영역에서 단일층 GRIN 렌즈보다 집속능력이 더 강한 3층 GRIN 렌즈를 만들었다.

비교실험을 위해서, 2개의 메타물질 GRIN 렌즈가 제조되었다. 두 렌즈 모두 측면치수는 60 \times 60 μ m이고 축 방향으로 40 μ m인 단위 셀들을 이용한다. 첫 번째 렌즈는 단일 층 셀들로 구성되었으며, 개별 셀들은 가운데에 구리 필름이 포함된 유전체 샌드위치로 이루어져 있다. 개별 셀에 있는 구리 층에는 고리 모양의 슬릿이 포함되어 있는데, 슬릿의 폭은 3 μ m로 일정하지만 슬릿의 직경은 렌즈 광축으로부터의 셀 반경의 함수로서 18~23 μ m 범위로 다양하다. 그 결과 중심주파수 1.3 THz에서 0.08~1.65 범위로 변하는 포물선 형태의 굴절을 분포가 만들어진다. 두 번째 렌즈도 비슷하지만, 단일 층이 아니라 3층이 포함되어 있기 때문에 렌즈의 집속능력이 더 크다. 두 렌즈 모두 원하는 주파수 영역에 대해서는 브래그 방식으로 동작하지 않도록 설계되었다. 이것은 두 렌즈들이 원치 않는 회절차수에서 광 손실이 초래되는 일반적인 회절렌즈의 형태로는 작용하지 않음을 의미한다.

테라헤르츠 복사광을 발생시키기 위해서, 초고속 레이저의 15 fs 펄스가 광전도 스위치로 이루어진 막대기들 사이로 집속되었으며, 그 결과로 생긴 편광 복사광은 2개의 포물선 거울들에 의해 모아져서 1.5 mm 크기의 한 점으로 집속되었다. 시험을 위해서, GRIN 렌즈들은 임의의 집속왜곡을 제거하기 위해 광학축에 대해 세밀하게 정렬되었다. GRIN 렌즈의 초점은 인화갈륨(GaP) 평판 위로 보내진 뒤 광학탐침을 이용한 GaP 스캐닝을 통해 전기광학 효과를 측정함으로써 60 μ m의 공간분해능으로 영상화되었다. 그 결과, 단일 층 GRIN 렌즈는 테라헤르츠 복사광 파장의 1.45배인 320 μ m의 한 점으로 집속시키는 것으로 나타났다. 하지만, 3층 렌즈는 파장의 0.96배에 불과한 220 μ m의 점으로 집속시킬 수 있었다. 1.2~1.5 THz 영역 전체에 대해서는, 단일 층 렌즈의 초점 크기는 파장의 1.45~1.75배, 3층 렌즈의 초점 크기는 파장의 0.94~1.05배 범위의 점으로 집속시킨다.

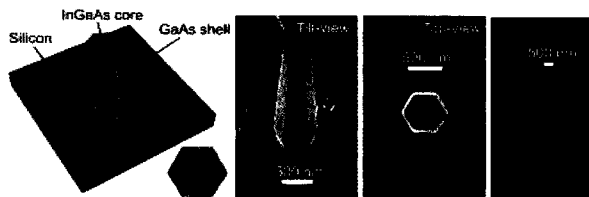
< www.optoiq.com >

Photonics Application

Optical Material, Optical Precision Instruments

광응용(광소재, 광정밀기기)

포토닉스를 위한 나노레이저



〈그림 1〉 실리콘 표면 위에 직접 성장한 나노레이저의 모식도 및 주사전자현미경 이미지

실리콘 칩 위에 optical interconnects를 집적하는 기술은 실리콘 논리 회로 요소들의 소형화에 따라 칩간 통신을 위한 중요한 문제로 자리잡고 있다.

미국 University of California at Berkeley의 연구원들은 실리콘 표면 위에 나노레이저를 직접 성장할 수 있는 방법을 개발했다. 이는 새로운 형태의, 빠르고 효율적인 마이크로프로세서를 개발하고, 또한 광전자공학(optoelectronics) 칩에 이용되는 강력한 생화학 칩 개발을 가능하게 할 것이다. 연구 결과는 2011년 2월 6일자 Nature Photonics지 온라인 판에 “Nanolasers grown on silicon”란 제목으로 게재됐다.

이번 연구를 이끈 Connie Chang-Hasnain 교수는 이번 연구 결과는 물질 과학, 트랜지스터 기술, 레이저, 광전자공학 등 다양한 분야에 영향을 미칠 것으로 기대한다고 밝혔다. 광 입자는 전자를 이용한 신호보다 더 멀리 정보를 전달할 수 있는 고유의 능력을 가지고 있다. “Optical interconnects”는 컴퓨터 칩 내부에서 그리고 컴퓨터 칩 간의 통신의 한계를 극복할 수 있는 잠재력을 지니고 있다.

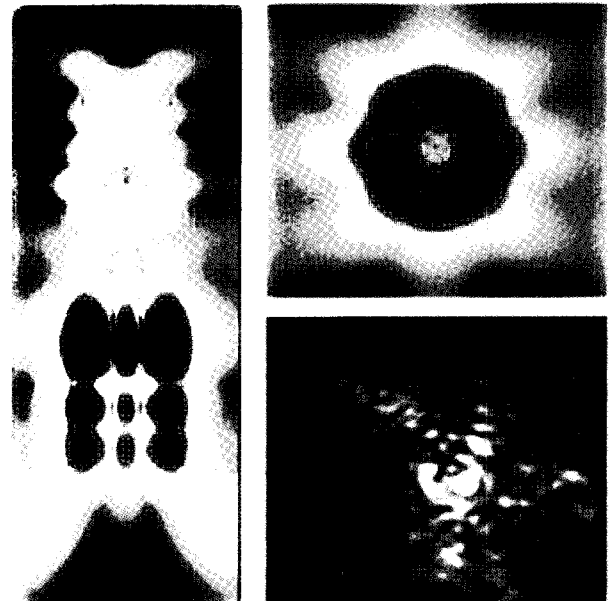
현대의 일렉트로닉스를 구성하고 있는 실리콘은 간접 밴드갭(indirect bandgap)을 가지고 있어 빛을 내기에 적합하지 않다. 따라서 과학자들은 LED 또는 레이저를 개발하기 위해, 3-5족 반도체 물질을 사용하고자 한다.

하지만 단일 광전자공학 칩을 개발하기 위해 실리콘과 함께 3-5족 반도체를 이용함에 있어 몇 가지 문제가 있다. 먼저 두

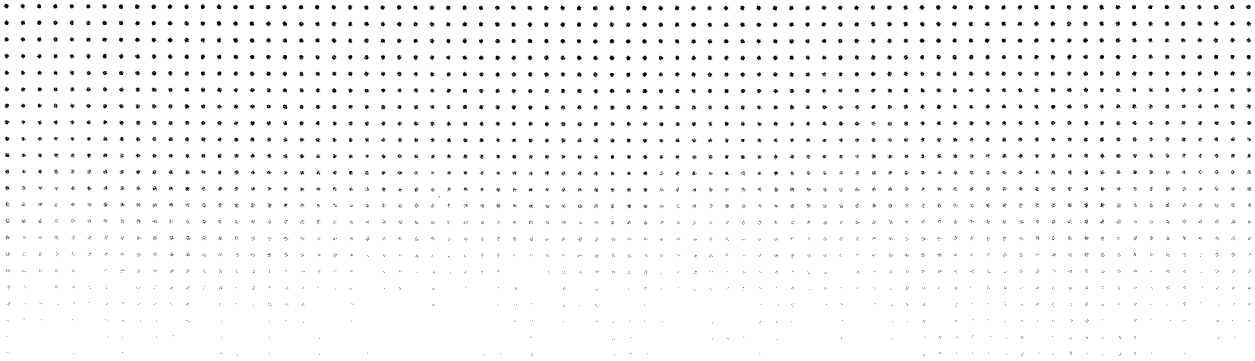
물질간 원자 구조의 미스매치(mismatch)이다. 본 연구의 또 다른 저자인 Roger Chen는 모양이 맞지 않는 퍼즐을 강제로 맞춰 넣는 것과 같다고 밝혔다. 결국, 물질은 일정한 손상을 입게 된다. 게다가, 현재의 제조업은 실리콘 기반의 물질 생산에 맞춰 건설되어 있다.

즉, 실질적인 응용을 위해서 3-5족 반도체 소자의 생산은 현존하는 기반 시설에 집적될 수 있어야 한다. 오늘날 실리콘 기반의 대량 생산 구조는 경제적인 측면에서, 기술적인 측면에서 바꾸기 어렵다. 3-5족 반도체의 성장은 통상적으로 700도 이상의 고온을 요구하기 때문에, 실리콘 일렉트로닉스 자체는 파괴할 수 있다. 그리고, 실리콘이 아닌 다른 물질은 대량 생산에 적합하지 않다.

University of California at Berkeley의 연구원들은 이러한 한계를 실리콘 표면 위에 상대적으로 낮은 400도의 공정을 통해



〈그림 2〉 연구원들이 성장한 나노 기둥의 구조로써, 미세한 공간 안에 빛을 강하게 국한시킬 수 있음. 좌측 및 우측 상단의 이미지는 시뮬레이션을 통해 얻어진 전기장 세기. 우측 하단은 단일 나노레이저부터 나오는 빛을 카메라로 측정된 결과



인듐 갈륨 아세나이드(indium gallium arsenide)를 성장함으로써 극복할 수 있었다. 이번 연구에 이용된 유기금속화학증착장비(MOCVD; Metal-Organic Chemical Vapour Deposition)는 현재 박막 태양 전지 및 발광다이오드(LED; Light Emitting Diode) 생산을 위해 산업적으로 이용되고 있기 때문에, 대량 생산에 적합한 시스템이다.

형성된 나노기둥은 상온에서 약 950 nm 파장의 근적외선 레이저를 발생시킬 수 있다. 나노기둥의 결정 구조에 의한 육각형 구조는 빛을 트랩하기 위한 새롭고 효율적인 광학 cavity를 형성하게 된다. 빛을 이 구조 내에서 위 아래로 회전하게 되며, 광학적인 피드백 메커니즘을 통해 신호를 증폭하게 된다. 궁극적으로, 이 기술은 레이저, 광검출기, 모듈레이터, 그리고 태양 전지를 위한 강력하고 새로운 길을 제시할 수 있을 것이다.

<www.physorg.com>

**국내 중소기업,
MWC 스타로 등극하며 세계 시장 교두보 확보**

MWC 2011에 참석한 국내 중소기업들이 기대 이상의 관심을 받으며, 세계시장 진출의 교두보를 확보했다. 대규모 공급 계약을 체결한 것은 물론 세계시장을 주도할 수 있는 제휴를 성사시키는 등 가시적인 성과도 눈부시다. 15일(현지시간) 스페인 바로셀로나에서 열리고 있는 MWC 2011에 참석한 중소기업 중 상당수가 가시적인 성과를 현장에서 만들어낸 것으로 나타났다. 한국의 앞선 통신환경에 대한 해외의 높은 관심과 참여 기업들의 기술력이 만들어낸 결과로 풀이된다.

옵티컬 트랙패드 세계 1위 업체인 크루셀텍(대표 안건준)은 15일 전시회에서 세계 최고의 터치패드 생산업체와 공동개발과 마케팅을 위한 업무제휴를 체결했다. 이를 통해 터치패드 콘트롤 칩용 광응용모듈(OTP)에 알고리즘 형태로 탑재, OTP모듈에서 트랙패드와 터치패드를 단일 칩으로 구동할 수 있도록 할

계획이다. 각 분야 세계 1위 업체 간 만남이라는 점에서 시너지가 클 전망이다. 이 같은 성과를 바탕으로 크루셀텍은 올해 1억개의 모듈을 판매할 계획이다. 또 시장 지배력 강화를 바탕으로 신규 비즈니스 확대에도 나선다. 디바이스 사용자환경(UI)을 개발, 트랙패드와 패키지로 판매하는 것은 물론 모바일 게임 사업도 진행한다. 특히 모바일 게임은 트랙패드와 터치패드를 동시에 잘 살릴 수 있는 게임 위주다. 현재 10여개의 게임을 직접 개발했으며 전 세계 게임 개발사와 협력, 연말까지 100개의 게임을 확보할 계획이다. 이를 위한 미팅도 이번 전시회에서 활발하게 진행될 전망이다.

데이터통신모뎀 업체인 씨모텍(대표 김태성)도 작년 11월 SK텔레콤을 통해 출시했던 3W브릿지(와이브로, WCDMA 신호를 와이파이어로 변화시켜주는 단말)를 유럽의 유명 통신사에 공급키로 했다. 내달 중순 본계약을 체결한다. 미국 스포린트에 대규모 데이터모뎀 공급이 이어지는 가운데 성공적인 유럽 진출도 이뤄냈다. 이번 유럽 계약을 이끈 통신시스템업체와 협력, 중남미 지역 진출도 추진하고 있어 수출지역을 더 확대될 전망이다. 이에 앞서 워다스(대표 박춘호)도 일본 NTT도코모에 최신 LTE, WCDMA 듀얼 중계기 공급계약을 체결하기도 했다. 이 회사도 유럽 통신사와의 추가 협상을 진행하고 있어 성과가 더 커질 가능성도 크다.

SK텔레콤의 협력업체 지원을 받은 씨에스(대표 이홍배)도 밀려드는 세계 통신사업자들의 상담에 진땀을 빼고 있다. SK텔레콤 전시부스 내에 위치하기 때문에 전 세계 통신사업자의 발길이 자연스럽게 이어지고 있다. 전시 상담을 하고 있는 씨에스 정재준 해외사업팀 차장은 “사실상 만나기 불가능했던 해외 통신사 임원들이 줄줄이 찾아오고 있다”고 표현했다. KT를 통해 전시된 세림모바일(대표 김희정)도 전자펜과 앱을 이용한 HMS(Handwriting Messaging Service)도 많은 기업들의 주목을 받았다. 즉석에서 독점 계약에 대한 논의가 진행되는 등 수많은 비즈니스 미팅으로 이어졌다. 이외에도 네오엔텔, 디지털아리아, 웰라인 등 MWC에 참석한 국내 중소기업 부스도 전시 내내 사람들의 방문이 이어지고 있다.

Photonics Application

Optical Material, Optical Precision Instruments
 광응용(광소재, 광정밀기기)



MWC 한국관을 책임지고 있는 KOTRA 박성기 마드리드 코리아비즈니스센터장은 “한국은 IT 강국이라는 인식이 강하기 때문에 국내 중소기업들을 찾는 발길이 많다” 며 “올해 참여기업들의 기술력이 좋아 직접적인 성과도 작년보다 더 좋을 것” 이라고 전망했다.

국내 카메라모듈 업계 '격변' 맞았다

스마트폰 시장의 급성장으로 국내 카메라모듈 업계 순위가 완전히 뒤바뀌고 있다. 지난해 500만 화소 이상급 스마트폰용 카메라모듈 수요 급증에 따른 현상이다. 시장 환경에 적극 대응한 업체들은 매출 급성장이란 달콤한 과실을 거뒀지만, 뒤처진 업체들은 매출 부진으로 경쟁자에게 상위 순위를 내줬다. 최근 관련 업계와 주요 증권사 분석에 따르면 지난해 카메라모듈 부문(매출 기준)에서 3위에 불과했던 LG이노텍이 전통의 강자 삼성전기를 제치고 국내 1위를 달성한 것으로 추정된다. 엠씨넥스·파트론 등 후발 업체들도 전년 대비 가파른 매출 성장을 기록하며 상위 업체들을 위협하고 있다.

지난해 ‘슈퍼스타’ 카메라모듈 업체는 LG이노텍이다. 관련 업계에 따르면 이 업체는 주요 고객사인 LG전자의 휴대폰 부진에도 불구하고 2분기에 아이폰용 카메라모듈을 공급하면서

폭발적인 성장을 기록했다. LG이노텍은 아이폰 효과로 지난해 매출이 전년보다 무려 135% 증가한 6500억원으로 국내 1위에 올랐다.

엠씨넥스는 중국 및 일본 시장 공략, 전장용 카메라 매출 증가 영향으로 7위에서 6위로 한 단계 상승했다. 5위 업체인 캄시스와의 격차도 상당히 줄었다. 이 업체는 해외 시장 개척으로 수출 비중을 68%까지 늘렸고, 자동차용 카메라 시장에서 230억원의 매출을 올려 총매출 1370억원을 기록했다.

그러나 세 업체를 제외한 대부분 카메라모듈 업체들은 전년 대비 부진한 실적을 기록했다.

삼성전자에 고화소 카메라모듈을 공급하는 삼성전기·삼성테크윈·삼성광통신은 전년 대비 부진한 실적을 기록했다. 갤럭시S가 기대 이상의 판매량을 보이며 500만 화소 카메라모듈 수요를 견인했지만, 판가인하의 압력으로 큰 효과를 보지 못했다. 삼성전기는 모토로라 등 해외 거래처 물량을 늘리면서 선전했지만, 매출이 소폭 상승하는데 그쳤다. 삼성광통신도 고성능 자동초점(AF) 액추에이터를 개발하는 등 간간힘을 썼지만, 매출이 소폭 하락했다. 삼성테크윈은 매출이 대폭 줄었다. 200만, 300만 화소 제품을 생산하는 업체들 간에도 희비가 엇갈렸다. 한성엘컴텍·캠시스는 피쳐폰 시장의 부진으로 각각 49%, 23% 매출이 하락했다. 파트론은 지난 4분기부터 갤럭시S·갤럭시탭 등 인기제품에 영상통화용 VGA급 카메라모듈을 공급하면서 전년보다 매출이 36% 증가했다.

업계 관계자는 “애플·RIM 등 신형 강자를 잡기 위해 국내 카메라모듈 업체 간 경쟁이 더욱 치열해질 것” 이라며 “특히 하반기에는 3D 카메라모듈 출시가 본격화돼 업체 간 기술 경쟁력에 따라 시장 내 경쟁 구도가 변할 수 있다” 고 말했다.



전기연, 테라파 이용한 식품 검사 신기술 개발

미세한 이물질에 대한 검사(아래)는 T-ray 영상이 보다 뚜렷한 것을 확인할 수 있다. '쥐머리 스낵', '벌레 라면' 등 식품 이물질에 대한 소비자의 불안감이 높아지고 있는 가운데 최근 국내 연구진이 새로운 전파를 이용해 식품 내 이물질을 보다 안전하고 정확하게 검사할 수 있는 신기술을 개발해 화제다.

한국전기연구원(KERI·원장 유태환 www.keri.re.kr)은 KERI 김근주·김정일 테라헤르츠 연구팀이 차세대 광원으로 주목받는 테라헤르츠파(T-ray)를 이용해, 보다 안전하고 광범위하게 식품의 상태(이물질 검출, 품질 검사 등)를 검사할 있는 기술을 개발하는데 성공했다고 12일 밝혔다.

현재 대부분의 식품 검사는 초음파 검사나 금속탐지기, 엑스레이(X-ray) 장비에 의존하고 있다. 이중 초음파 검사는 직접 접촉식 검사라는 점에서, 금속탐지기는 금속성 이물질만 걸러낸다는 점에서 다양한 식품의 적용에 한계가 있었다. 또 엑스레이 장비는 검출 범위가 넓지만 활성 물질이나 유효 물질이 포함된 경우 잔류 방사능 및 특정 물질에 대한 손상 우려가 내재돼 있으며 검출 이물질도 대부분 금속, 뼈, 유리 등 고밀도 시료에 국한돼 있다. 따라서 식품 이물질 사고의 50% 이상이 벌레, 털, 곰팡이 등 저밀도 이물에서 발생되고 있는 만큼 인체에 안전하면서도 금속과 같은 고밀도 이물질은 물론 저밀도 이물질에도 광범위하게 적용 가능한 기술 개발이 지속적으로 요구돼 왔다. KERI 테라헤르츠 연구팀은 고효율, 고밀도로 T-ray를 집속할 수 있는 테라헤르츠(THz) 안테나를 적용한 새로운 영상 추출 기법을 개발해 기존 검사 방법보다 높은 고해상도의 영상을 측정하는데 성공했다.

실제로 연구팀이 0.2 THz 광원을 이용해 밀가루 분말 속 벌레를 검사한 T-ray 영상은 기존 X-ray 영상과 거의 동일했고, 작은 이물질의 경우에는 T-ray 영상이 보다 뚜렷하게 유무를 확인할 수 있었다. 이는 T-ray가 가지는 전파·광학적 성질에 의해 X-ray와 달리 위상 변화 검출이 용이하기 때문이라고 연구

팀이 설명했다. 이와함께 연구팀은 T-ray를 이용한 홍삼 품질 검사용 2차원 영상기기 시제품도 개발했다.

현재 홍삼의 품질을 감별하기 위해서는 홍삼선별 전문가들이 한뿌리씩 직접 검사를 한다. 홍삼제조사들은 기기를 이용한 자동선별을 추진하고는 있으나 홍삼의 특성상 자동화에는 많은 어려움이 있다. 특히 홍삼 내부의 구조 결함(내공, 내백 등)은 X-ray 장비로 검출 가능하지만 X-ray 사용에 대한 소비자의 거부감이 크고, 이상 조직인 내백에 대해서는 X-ray로도 검출이 어렵다. 홍삼 제조사측은 이 제품에 대해 "T-ray 기술의 안정성과 투과능력, 차별적 물질 분석 능력이 홍삼 비파괴 품질 검사로 적합하다"고 인정했다.

※ 용어설명

▲ 테라헤르츠파(T-ray 또는 THz): '테라'는 1조를 뜻하는 그리스어로, 테라헤르츠파(T-ray)는 1000억~10조 헤르츠(Hz) 사이의 전자기파를 말한다. 쉽게 표현하면 1초에 적어도 1000억번 이상 진동한다는 뜻이다. 미국(2004년 '세상을 바꿀 10대 신기술')과 일본(2005년 '일본의 10대 기간 기술') 등 선진국에서 그 활용가치에 주목하고 있으며, 우리나라도 지난 해 5월 방송통신위원회가 매년 3600억원 이상을 투자해 우리나라의 신성장 동력으로 육성할 10대 서비스를 발표했다. 이 중 하나가 바로 T-ray를 포함한 '새로운 전파(New-Wave)' 서비스 분야다.

