

첨단 광학계 개발위한 전반적인 기술 인프라 부족, 산학연의 공조 필수

최근 광기술의 발전흐름과 전망

국내 광산업은 IMF를 거치면서 많은 대기업들이 사업을 포기함으로써 중소기업 위주로 개편되었다. 전체적인 시설투자는 일시적으로 줄었지만 기술력 중심의 전문기업들이 많이 생겼고, 다행스럽게도 삼성전자 등에서 지속적으로 관련 산업을 유지함으로써 새로운 도약을 맞이하고 있다. 국책연구소들도 특성화된 분야에서 세계적인 연구성과를 발표하고 있으며, 대학에서는 광공학 관련 학과들이 많이 생겨서 전문인력을 양성하고 있다. 개발 경쟁이 심한 광산업에서 다양한 첨단 광학계를 개발하기 위한 전반적인 기술 인프라가 아직은 부족하지만 산학연이 지금과 같이 계속 노력한다면 앞으로 광산업 선진국에 충분히 도약할 것으로 확신한다.

편집자 주



이윤우

한국표준과학연구원 박사

국내 광기술은 70년대 초반 일본에서 기술이전 받아 쌍안경, 카메라 렌즈 등을 단순생산 하면서 시작하였다. 그러나 불과 30년 만에 디지털 카메라, 레이저 프린터, 복사기, 휴대폰 렌즈, 투사렌즈 등을 대량생산하고 있으며 인공위성카메라, 천체망원경과 같은 고급 광학계를 전문기관에서 연구개발하고 있다. 이와 같이 매우 짧은 기간 내에 광기술을 급속하게 발전시킨 사례는 세계적으로 매우 드물며, 산업용 광기술을 주도하는 일본과 근접해 있는 지리적인 이점과 관련 종사자들의 끊임없는 노력의 결과로 판단된다.

현재 생산하거나 개발중인 광학계들의 특성은 매우 다양하지만 크

기와 면의 형상정도로써 다음에 나오는 그림 1에 나타내었다. 그리고 DVD, 디지털 카메라, 휴대폰, HDTV, 프린터 등과 같은 디지털 기기용 광학계와 인공위성 카메라와 천체망원경 등과 같은 특수 목적용 광학계로 나누어 최근 기술적인 흐름을 알아보자.

디지털 광학계, 한국과 일본이 개발경쟁 주도

1990년대부터 전자기기들과 결합한 디지털 광학계는 첨단 전자제품에서 핵심부품역할을 함으로써 우리 생활에 필수품으로 사용되고 있다. 이것은 매일 아침 전자신문을 펼치면 접하는 새로운 광전자 제품의 기사에서도 알 수 있다.

디지털 광학계는 직경이 1mm ~ 80mm, 형상오차는 20nm ~ 100nm 정도로서 화질을 개선하고 부품수를 줄이기 위하여 초정밀 비구면 렌즈를 주로 사용한다. 그리고 형상가변이 쉽고 저가격으로 대량생산할 수 있는 플라스틱 재료를 유리와 함께 사용하며, 레이저 프린터에서는 토릭 렌즈와 같은 자유곡면을 사용한다. 이러한 광학계는 기술 경쟁이 매우 심하여 제품주기가 짧으므로 다양한 모델을 빠르고 지속적으로 개발해야 된다.

디지털 광학계는 일본과 우리나라가 개발경쟁을 주도하고 있지만 기술적인 면으로는 차이가 크다. 일본의 경우 다양한 광학 재료뿐만 아니라 광학가공 및 측정기술 등이 높은 수준으로 확립되어 있으므로 신제품 개발을 가속할 수 있다. 우리나라의 일부 제품에서는 일본과 동등한 수준이지만 전문인력 수가 절대적으로 부족하고 전반적인 기술 인프라가 열악하여 지속적인 연구개발에 애로점이 많다. 더구나 최근에는 중국의 저가제품에 의한 물량공세를 받고 있어 우리 제품의 고급화와 자동화에 의한 조립 및 평가기술개발이 매우 시급하다.

디지털 카메라와 경쟁중인 휴대폰 카메라는 올해부터 2백만 이상 화소용 줌렌즈의 대량생산을 시도함으로써 고정 초점렌즈에 비하여 개선된 비구면 렌즈의 제작과 조립, 그리고 실시간 평가기술 등의 개발을 가속시키고 있다. 고정 초점렌즈는 직경 2mm 정도이고 초점이 매우 짧아 조립 문제로 인한 수율저하가 매우 심각하였다. 그러나 이러한 문제들을 해결하기도 전에 초소형 고해상도 줌렌즈를 양산하는 국면이므로 관련자들을 당황시키고 있다. 특히 생

산업체 대부분이 전문 인력과 시설이 부족한 중소기업이므로 광기술 인프라가 튼튼한 일본과의 경쟁에서 매우 불리한 상황이다.

DVD의 저장밀도를 향상시키기 위하여 405nm 광원을 사용하는 광픽업의 경우, NA(수치구경)를 0.85로 높이기 위하여 직경 1mm ~ 2mm의 비구면 렌즈와 구면렌즈가 결합한 SIL(Solid Immersion Lens) 광학계이다. 그리고 픽업의 크기를 축소하기 위하여 광원과 검출기를 일체화시킨 다양한 기능의 회절광학소자가 함께 사용되고 있다. 이러한 초소형 광학부품을 개발하기 위해서는 새로운 광원의 파장에서 광학계의 성능을 평가하는 기술과 반도체 공정기술을 이용한 회절광학소자 제조기술의 뒤받침이 반드시 필요하다.

최근에는 근접장 광학원리를 사용하여 NA를 2.0 가까이 크게 함으로써 저장밀도의 획기적인 향상이 가능해졌다. 그러므로 굴절률이 2정도 되는 새로운 SIL용 렌즈와 이러한 렌즈들을 수 nm 이내에 정렬할 수 있는 초정밀 조립기술이 요구되고 있다.

위성 카메라 등 대형 광학계의 국내 개발 시급

고해상도 인공위성 카메라와 대형 천체 망원경의 개발은 미국에서 주도하고 있으며 프랑스, 러시아, 독일, 일본 등이 상당한 기술수준을 유지하고 있다. 인공위성 카메라의 경우 직경이 400mm 이상이면 전략품목으로 특별히 관리하므로 외국으로부터 기술이전이 엄격히 제한된다. 하지만 환경관측, 지도제작, 군사목적 등과 같이 다양한 수요가 급속히 증가하고 있으므로 국내 개발이 매우 시급하다. 더욱이 위성카메라는 매우 고가이나 수명이 3년 정도이므로 지속적인 교체가 필요하다.

최근에 우리나라에서는 말레이시아에 직경 300mm급 위성카메라를 수출하고 있으며, 외국과 공동 개발하여 분해능 1m급의 위성카메라를 도입하였다. 그리고 표준과학연구원에서 직경 1m급 초정밀 비구면의 제작과 조립기술을 개발함으로써 고해상도 위성카메라의 국산화를 위한 핵심기반기술을 상당히 확보하였다.

미국에서는 직경 2.4m의 허블망원경을 대체하기 위하여 직경 6.5m의 James Webb 우주망원경을 개발하고 있다.

국내 광학산업의 현황 및 전망

이것은 직경 1.2m 정도의 6각형 비구면 조각거울 18개로 구성되며 경량화를 위한 새로운 재료와 온도차가 심한 우주환경에서 성능을 유지하는 초정밀 자세보정기술들이 개발되고 있다.

지상용 천체망원경은 단일거울의 직경이 8.4m가 최대이지만 소형거울을 조립한 직경 10m의 Keck 망원경이 사용되고 있다. 최근에 미국에서는 직경 30m의 초대형 천체 망원경사업이 시작되고 있다. 이것은 직경 1.2m의 육각형 비구면 거울 618개를 조립하여 수십 nm의 형상오차를 유지해야 한다. 그러므로 초정밀 비구면 거울을 대량생산하기 위한 새로운 고속 연마기술과 많은 거울들을 정렬하기 위한 초정밀 광기계 기술들이 요구되고 있다. 그리고 유럽과 중국에서도 비슷한 사업을 계획하고 있다. 현재 직경 1m급 비구면의 일반적인 연마기간은 대략 6개월 정도이므로 이러한 사업을 원활히 수행하기 위해서는 보다 획기적인 고속 대형연마기술이 개발되어야 한다. 1970년 이후에 미국에서 주도하는 대형 광기술 국책사업들은 초정밀 비구면, 회절광학소자, 신소재 등 새로운 기술들을 개발함으로써 지금까지 민수용 광기계 개발에 핵심기술로 활용되고 있다. 현재 진행중인 초대형 위성 망원경과 천체망원경 사업에서도 새로운 원천기술들이 개

발될 것이므로 디지털 광학분야에서 선두를 유지하기 위해서는 이러한 기술들을 신속히 획득하고 활용하기 위한 전략적인 노력이 필요하다. 이를 위해서는 관련 국가연구소들의 적극적인 사업 참여와 전문가들의 지속적인 국제 학회활동이 우선적으로 요구되며, 산학연 활동에 의한 기술교류의 활성화가 더욱 필요하다.

새로운 도약기를 맞고 있는 국내 광산업

국내 광산업은 IMF를 거치면서 많은 대기업들이 사업을 포기함으로써 중소기업 위주로 개편되었다. 전체적인 시설투자는 일시적으로 줄었지만 기술력 중심의 전문기업들이 많이 생겼고, 다행스럽게도 삼성전자 등에서 지속적으로 관련 산업을 유지함으로써 새로운 도약기를 맞이하고 있다.

한편 국책연구소들도 특성화된 분야에서 세계적인 연구성과를 발표하고 있으며, 대학에서는 광공학 관련 학과들이 많이 생겨서 전문인력을 양성하고 있다. 개발경쟁이 심한 광산업에서 다양한 첨단 광학계를 개발하기 위한 전반적인 기술 인프라가 아직은 부족하지만 산학연이 지금과 같이 계속 노력한다면 앞으로 충분히 광산업 선진국으로 도약할 것으로 확신한다.

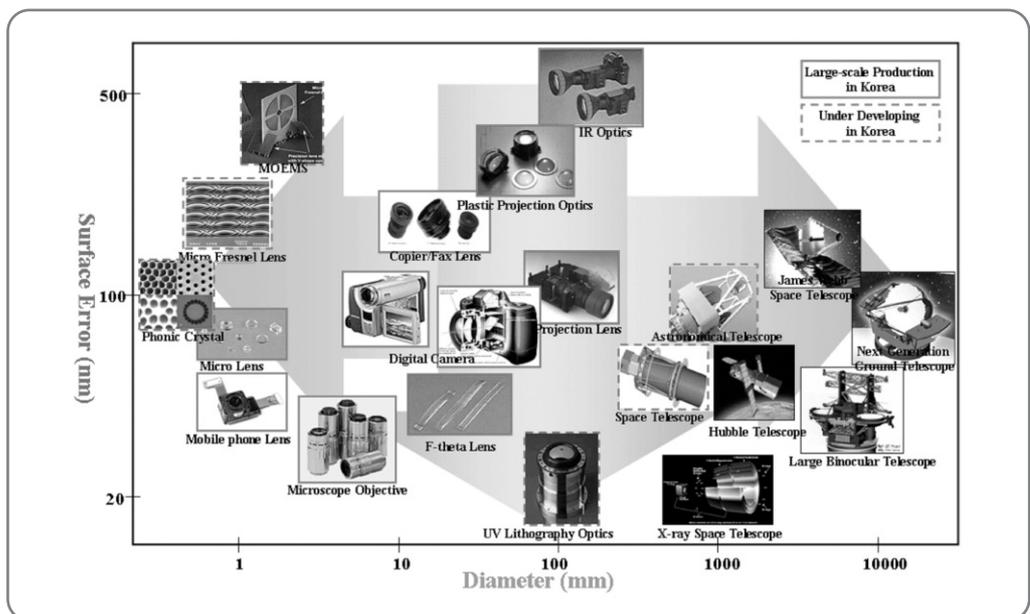


그림 1. 최근 생산하거나 개발 중인 정밀광학계의 직경과 형상오차