

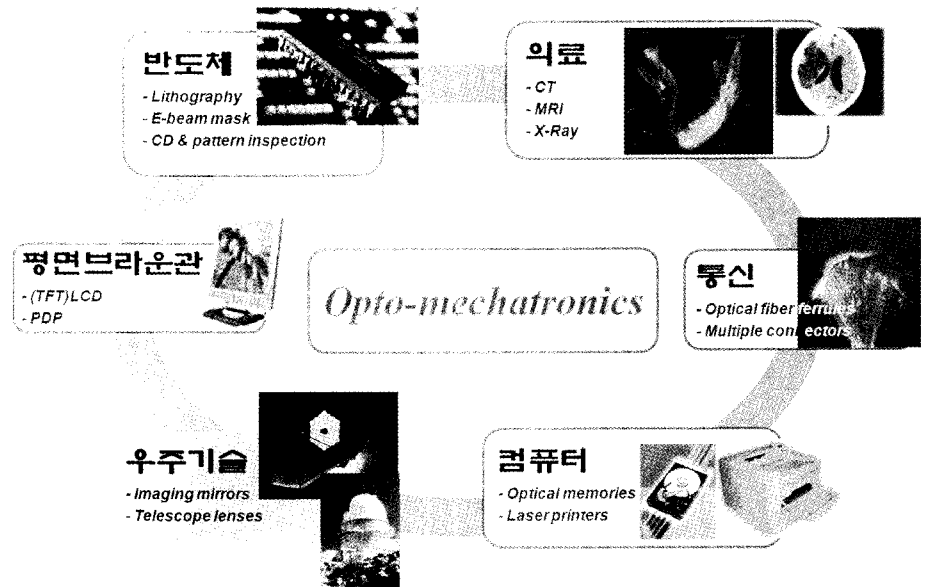
우주기술에서의 옵토메카트로닉스



김병창

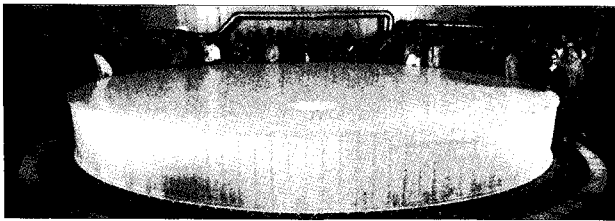
2003년 KAIST에서 기계공학과 공학박사학위를 취득하였고, 미국표준연구소(NIST)에서 Post Doc. 과정을 거쳤으며, 2005년부터 경남대학교 기계자동화공학부 교수로 재직하고 있다. 광학식/광산란 자유곡면의 3차원 형상측정에 관련된 장비개발 및 이론연구를 수행하고 있다.

1970년대 중반 일본에서 만들어진 메카트로닉스(Mechatronics)라는 용어는 기계공학(Mechanics)과 전자공학(Electronics)의 합성어로 1980년대 이후 전 세계적으로 널리 사용되었다. 이후 컴퓨터 기술의 급속한 발전에 힘입어 메카트로닉스는 로봇, 공장자동화, CNC공작기계 등 현대산업의 근간을 이루는 핵심 기술로 자리매김 하였다. 최근에는 학문의 경계를 허무는 작업들이 더욱 속도를 내고 있는데, 생활에서 늘 접하는 휴대폰, TV, 빔프로젝트 등의 제품에 시각적 신호를 창출하기 위한 광학적 요소가 결합되고 있다. 이를 우리는 옵토메카트로닉스(Optomechatronics)라는 영역으로 분류한다. 여기에 생체공학(Bionics)과 나노기술(Nano technology)의 결합을 필요로 하는 제품들이 또한 바이오옵토메카트로닉스(Bio-Optomechatronics) 또는 나노바이오옵토메카트로닉스(Nano-Bioopmechatronics) 등의 새로운 영역 창출을 준비하고 있다.



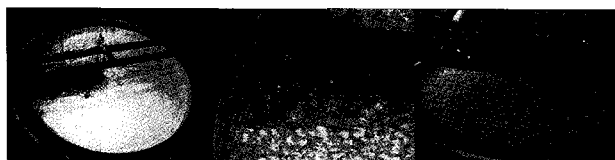
〈그림 1〉 옵토메카트로닉스가 응용되고 있는 분야

1610년 갈릴레오에 의해 만들어진 최초의 굴절식 천체망원경은 2016년 제작예정인 총 직경 25m의 반사 망원경 GMT(Giant Magellan Telescope) 제작에 이르렀다. GMT는 직경 8.4m의 거울 7장이 주경을 구성하며, 직경1m의 비구면 거울 7장이 부경을 구성한다. 천체망원경은 수 백 광년 떨어진 곳에서 발산된 빛들을 지구상에서 모으는 도구이므로, 이를 위해서는 천체망원경으로 날아들어오는 빛들을 정교한 광학식 표면을 이용하여 반사 시켜 모아야 한다. 더 많은 양의 빛들을 모으기 위해서는 망원경의 구경이 커질 필요가 있으며, 이를 반영해 천체망원경의 주경은 계속 커져가는 추세이다. GMT의 경우 주경을 이루는 7장의 거울 중 각 거울의 직경이 8.4m에 이른다.



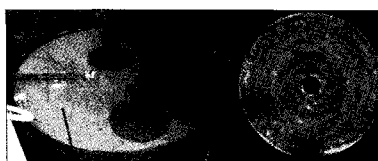
〈그림 2〉 GMT 주경을 구성하는 7장의 거울 중 1장

이를 제작하기 위해서는 기계공학분야의 고전기술인 주조(Casting), 연마(Grinding & Polishing)기술이 차례로 도입된다. 8.4m 유리제품의 주조를 위해 주형(Mold)을 구성하고, 18톤의 E6 borosilicate glass를 1160℃ 온도에서 용융시킨 후, 4.9rpm으로 회전시켜 3개월 가량의 기간 동안 응고과정을 수행한다.



〈그림 3〉 거울 제조를 위한 주조 준비과정

주조를 통해 형성된 표면은 연마과정을 통해 최종적으로 빛의 파장 정밀도를 가진 광학식

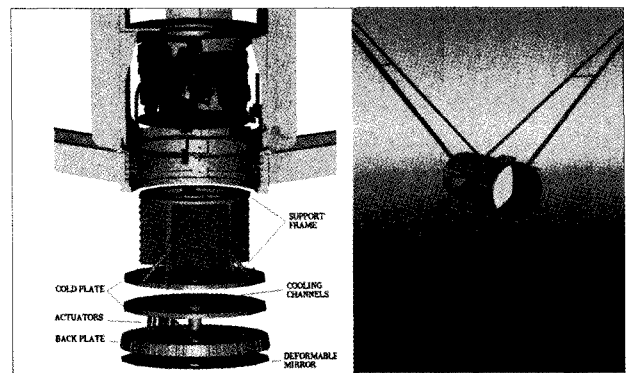


〈그림 4〉 연마공정과 표면형상 오차

표면으로 태어나게 된다. 연마에 의해 생성되는 광학식 표면은 광간섭 측정을 이용해 연마의 정도와 최종

형상까지 남은 오차량이 모니터링 되어진다. 광간섭 측정기는 높이 건설된 타워 윗부분에 장착되어져 아래에 연마 중인 표면을 조명하고, 반사된 파면을 간섭시켜 파장 정밀도로 형상오차를 획득하는 원리를 가지고 있다.

천체망원경은 더 많은 별빛량을 모으기 위해 주경의 크기를 키워야 하는 숙제 외에 지구로 향해 날아오는 별빛이 대기 요동에 의해 산란되고 이로 인해 화상의 질이 저하되는 문제를 풀어야 하는 숙제도 안고 있다. 1990년 디스커버리 우주왕복선에 의해 지구상공 610km 궤도에 올려진 허블망원경(Hubble telescope)은 이 문제를 극복하기 위한 대표적인 노력의 결과였다. 하지만 지상에 설치된 천체망원경의 경우, 이미 대기에 의해 별빛이 산란되어졌으며, 이를 극복하기 위해서는 파면보정 과정이 요구된다. 이를 위해 적용되는 대표적인 기술이 적응광학(Adaptive optics)이다. 산란에 의해 왜곡된 파면은 부경에 장착된 거울을 변형시켜 파면을 보정시킬 수 있고, 이를 실현시키기 위해서는 거울의 형상을 미세하게 변형시키는 수 백 개의 구동부(Actuators)를 제어 할 수 있는 기술이 요구된다.



〈그림 5〉 부경에 장착된 적응광학계

지금까지 오토메카트로닉스의 소개와 우주광학, 특히 반사형 천체망원경에 적용되고 있는 오토메카트로닉스 기술을 간략히 살펴보았다. 현재 미국 애리조나대학(The University of Arizona)을 중심으로 개발되고 있는 8.4m 초대형 광학계 제조기술이 국내에서도 가까운 미래에 실현되는 날을 꿈꾸어본다.

[참고문헌] [1] www.optics.arizona.edu