

반도체 장비용 광학계 개발 현황과 전망

글 : 정해빈 팀장/한국전자통신연구원
회로소자기술연구소 반도체종합공정연구부 리소그래피팀



▲ 정해빈 팀장

‘광학 기기’ 하면 누구나 가장 먼저 떠올리게 되는 것이 카메라, 망원경, 현미경 등일 것이다. 그 만큼 이 기기들에서 광학계가 중요한 역할을 하고 있고 그 구성 원리 자체가 광학적 원리에 기반을 두고 있기 때문일 것이다. 이 밖에도 복사기나 현상기와 같은 장비에서 광학계는 그 주요한 부분을 차지한다.

이와 마찬가지로 일반인들에게 잘 알려져 있지는 않지만 어떤 반도체 제조 장비들은 광학적 원리를 이용하거나 그 장비에서 광학계가 중요한 비중을 차지하고 있는데, 그 중에서 가장 대표적이라 할 수 있는 노광장비(露光裝備)를 중심으로 그 개발 현황과 전망에 대해서 말해 보도록 하겠다.

반도체 소자를 제작하는 공정은 기본적으로 원본인 마스크에 새겨진 회로의 패턴을 광학계를 써서 사진 전사하여 작업물인 웨이퍼 위에 새기는 방법을 사용한다. 이때 사용하는 장비를 노광장비라 하며, 이를 기존의 광학 기기와 비교해 보면 복사기와 유사한 기능을 가지면서 그 성능에는 현미경과 같은 높은 해상도를 요구한다. 노광장에는 이러한 광학계 기

술 이외에도 작업물을 정밀하게 움직여 주기 위한 정밀 구동계, 전체 시스템의 제어를 위한 제어계, 마스크와 웨이퍼 사이의 상대적인 위치를 정확히 맞춰주기 위한 정렬계 등에 관한 기술이 필요하다.

특히 광학 기술과 정밀구동 기술이 중요한데, 이로 인해 노광장비 회사는 광학기술이나 정밀구동 기술 중 하나는 반드시 보유하여야 한다. 과거에는 정밀구동에 관한 기술을 보유한 회사들이 주도적인 역할을 하였다. 그러나 점차 반도체 공정에서 요구하는 회로의 선폭이 좁아짐에 따라 정밀 구동계 보다는 회로의 선폭을 구현하는데 직접적인 영향을 미치는 광학계가 상대적으로 만들기 어렵게 되었다. 그래서 현재는 광학기술에 바탕을 두고 있는

니콘, 캐논 등의 회사가 주도하고 있다.

이러한 노광장비의 국내 시장 규모는 우리 나라 반도체 산업이 세계 시장에서 차지하는 규모에 대체로 비례하며 10%를 조금 넘는 수준이다. 하지만 국내 수요를 전량 외국 기업에 의존하고 있다.

국내에서는 이러한 노광장비의 연구 개발에 대해서 한국 전자통신연구원을 중심으로 몇몇 회사와 대학이 지난 10년간 꾸준히 기술을 개발해오고 있다. 개발 초기 단계에서는 시스템 측면에서 접근이 이루어져 시스템을 구성하는 각 모듈을 외국 업체들로부터 공급받아 시스템으로 구성하는 형식으로 이루어졌고, 그 다음 단계에서는 광학계, 제어계, 정렬계 등을 국내에서 제작하고 정밀 구동계와 광원이 되는 엑시머 레이저는 국외에서 공급 받아 시스템으로 구성하는 형식으로 진행되었다. 즉, 초기 단계에서는 시스템 구성 기술 위주로 연구 개발을 진행하다가 점차 핵심 모듈을 자체 개발하는 방향으로 진행되어 왔다.

이러한 과정을 통하여 한국 전자통신연구원은 노광장비에 대한 시스템 기술을 축적할 수 있었으며, 개발에 참여한 기업 및 대학도 직간접적으로 노광장비용 모듈의 제조에 관한 노하우를 축적하기에 이르러 연

“

연구소나 대학이 가지고 있는 기술을 보다 효율적으로 기업에 이전하는 것과 모듈이나 부품 단계에 머물러 있는 기업 현장의 기술을 결합하여 산업화산업화로 이끄는 것이 중요한 과제다

”

구 개발 측면에서는 시스템적인 단계까지 도달하게 되었다. 하지만 산업화 측면에서는 아직도 모듈 또는 부품별 기술을 확보하는 단계에 머물러 있으며, 시스템 단계에 도달하기까지는 좀더 시간이 소요될 것으로 예상된다.

따라서 다음 단계에서는 연구소나 대학이 가지고 있는 기술을 보다 효율적으로 기업에 이전하는 것과 모듈이나 부품 단계에 머물러 있는 이러한 기업 현장의 기술을 발전 또는 결합하여 산업화로 이끄는 것이 중요한 과제가 될 것이다. 물론 가장 좋은 방법은 처음부터 기업 자체가 직접 반도체 장비 회사가 되어 산업화를 추진하는 것이지만 워낙 큰 규모의 투자를 전제로 하고 위험도가 높기 때문에 이와 같은 직접적인 방식은 현실적인 어려움이 있다.

흔히 연구 개발 프로젝트는 어떤 특정 장비나 상품에 대한 모든 것을 개발하고 개발된 기술은 오직 그 장비 또는 상품 개발에만 쓰일 것으로 상정하여 추진하게 되는데, 종합적인 기술의 발전을 위해서는 이와 같이 확고한 목표를 세워서 개발해 나가는 것이 불가피하지만 산업화 단계에서는 단계적인 접근 방법이 더욱 효과적인 경우가 많다.

특히 노광장비와 같이 규모가 크고 복잡한 장비의 산업화를 위해서는 점진적인 접근이 필요하다고 생각한다. 전부 또는 전무(all-or-nothing)가 되어서는 지속적인 추진이 어렵고 위험도 너무 크기 때문이다. 즉, 개발된 기술의 일부 또는 유사한 장비로의 응용도 고려하면서 산업화가 진행되어야 한다. 이러한 관점에서 생각해

볼 수 있는 산업화 방안에는 다음과 같은 것들이 있다.

가장 먼저 생각할 수 있는 것은 노광장비에 들어가는 광학부품이나 유니트를 기존 외국 노광장비 회사에 공급하는 것이다. 노광장비 회사의 보수적인 성격을 감안하면 쉬운 일은 아니나 이미 국내 광학회사들이 부품 가공에는 상당 수준에 올라 있음을 감안한다면 어렵지만 한 일도 아니라고 생각한다. 기술적인 측면에서는 한국전자통신연구원에서 개발 중인 노광장비의 광학계를 연구원 자체 및 국내 광학회사의 장비와 인력으로 제작함으로써 그 가능성을 입증하고 있다.

두번째로 생각해 볼 수 있는 것은 개발된 기술을 이용하여 유사한 분야에 적용하는 것이다. 예를 들어 엑시머 레이저 노광장비용 광학계에 사용되는 렌즈 연마나 코팅 기술을 사용하면 안과 수술용 장비에 들어가는 엑시머 레이저용 광학 부품을 만들 수 있다. 외국 광학 부품 제조 회사의 경우에서 보듯이 원래 목표인 노광장비보다 이 수술용 레이저 장비에서 더 큰 매출을 올리고 있다.

끝으로 유사한 기술을 다소 낮은 수준의 성능을 요구하는 장비에 적용하는 것이다. 예를 들어 반도체 노광장비의 경우

그 요구되는 선풍이 너무 가늘어서 광학계 제조에 많은 어려움이 예상된다. 하지만 이보다 굵은 선풍을 요구하는 평판 디스플레이용 노광장비 등에 해당 기술을 적용하면 좋은 결과를 기대할 수 있을 것이다. 이러한 평판 디스플레이 노광장비 시장은 일종의 틈새 시장으로 시장 진출 초기 단계에 있는 우리 나라로서는 반도체 장비 시장보다는 손쉽게 경쟁력을 갖출 수 있는 시장이라고 할 수 있다. 또한, 노광장비에 쓰이는 조명계 제작 기술은 레이저 열처리에 의한 폴리 실리콘 재결정화와 같은 새로운 기술에 필요한 장비를 개발하는 데 사용할 수 있다.

이러한 산업화가 보다 효율적으로 이루어지도록 하기 위해서는 연구소와 기업간의 긴밀한 협조가 필요하다. 한 장소에 모여 공동으로 연구하는 방법이 가장 이상적이기는 하지만 연구소와 기업이 갖고 있는 장비의 개방이나 인력의 상호 교류를 통해서도 상당한 성과를 거둘 수 있다.

연구소는 성격상 소수의 고급 장비를 갖고 있으나 광학계 제작에 필요한 전반적인 장비는 갖추지 못하고 있으므로 연구소는 갖고 있는 첨단 측정장비나 가공장비를 기업이 활용

할 수 있도록 개방하고, 기업은 보유하고 있는 장비를 일시적으로 연구원들이 이용할 수 있도록 개방하는 것이다. 이와 같이 시설을 상호 이용할 수 있게 되면 자연스럽게 인적 교류가 이루어지면서 서로가 갖고 있는 기술이 교환될 수 있다.

또한 연구소에서 개발된 기술을 기업이 필요한 부분만 이전을 받을 수 있도록 하는 제도적 개선이 필요하다. 현재와 같이 개발된 기술의 일괄적인 이전은 기업에 큰 부담으로 작용하여 상업화를 지연시키는 요인이 되고 있다. 산업화 대상과 범위를 기업이 정한 후 그 구현에 필요한 부분만을 선별적으로 기업이 이전 받을 수 있도록 해야 한다.

결론적으로 노광장비 개발의 현 상태는 기본적인 기술의 개발이 이루어진 상태에서 이를 산업화로 유도하는 단계에 있다. 이러한 산업화는 초기 단계에서는 광학부품의 제조 공급과 같은 비교적 쉬운 일로부터 시작하여 점차 유사 장비의 산업화를 통해 산업 기반을 확충하면서 시스템으로서의 노광장비 산업화로 나아가게 될 것이다.

이 과정에서 연구소와 기업간의 협력을 증진해 산업화를 가속시킬 필요가 있다.