

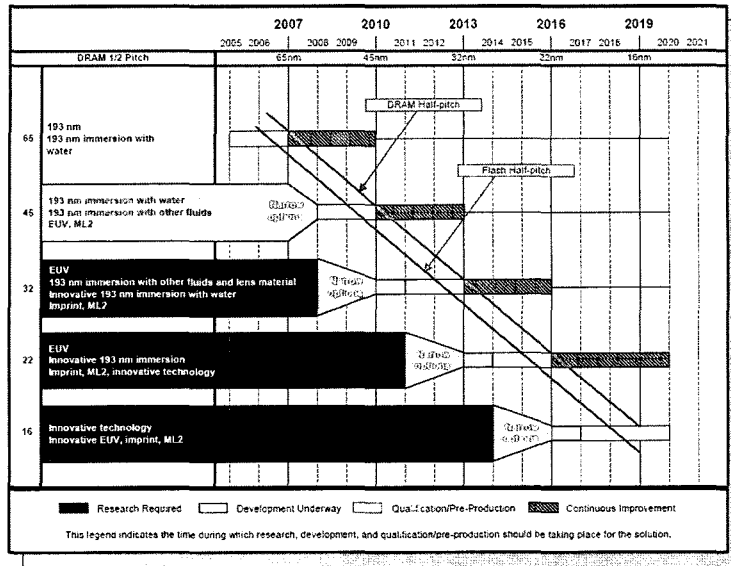
차세대 극자외선 리소그래피(EUVL) 기술

이승윤(한양대학교 디스플레이공학연구소), 안진호(한양대학교 신소재공학부, 차세대 EUVL신기술개발사업 단장)

1. 서론

반도체 소자는 잘 알려진 바와 같이 소위 ‘무어의 법칙(Moore’s Law)’에 의해 지난 30년간 진보를 계속해 왔다. 여기서 일컫는 진보라 함은 소자의 소형화 즉, 동일 면적당 메모리 용량의 증가를 의미하는데, 이러한 지속적이고 급속한 소자의 발전이 가능했었던 내적인 요인은 소자를 제작하는 제작공정, 반도체 재료, 장비 등의 변화 등에서 찾을 수 있으며 기술적으로 가장 핵심적인 역할을 한 것은 바로 노광공정(Lithography)이라고 말할 수 있다. 소자의 소형화는 소자를 제작하는데 필요한 각종 요소기술의 동반발전을 필요로 하나 소자의 크기라는 측면에서 봤을 때는 노광공정이야말로 이 소자의 진보와 궤(軌)를 같이 하고 있다고 하겠다. 이에 따라 좀 더 높은 해상력(解像力)을 갖는, 좀 더 작은 패턴을 전사할 수 있는 노광공정의 개발은 반도체 업계의 지난 수십 년간의 한결같은 화두가 되어왔다. 노광공정은 지난 수십 년간 가시광, 자외선, 그리고 365nm, 248nm, 193nm의 파장을 갖는 원자외선(Deep Ultraviolet: DUV)로 그 사용하는 빛의 파장을 줄여가면서 해당 기술의 해상도를

높여왔다. 그런데 이렇게 노광공정의 광원이 바뀔 때 마다 사용되는 감광제(感光劑, Photo Resist: PR), 노광장치, 기타 공정조건 등이 한꺼번에 바뀌어야 하기 때문에 노광공정의 교체는 반도체 업계에서 가장 피하고자 하는 일이기도 하다. 지난 2000 년대를 전후하여 본격 사용되기 시작한 ArF(193nm) 노광공정은 최근 다시 다음 세대의 노광공정으로 교체되어야 하는 상황에 놓여져 있다. 이 ArF 노광공정은 애초 70nm node 이하의 세대에서는 사용이 불가능 할 것으로 예상되었으나 기존의 장비에서 대물렌즈와 웨이퍼 사이에 액체를 채워 넣음으로써 좀 더 해상도를 향상시킬 수 있는 ArF 액침(液浸, immersion) 노광공정이 개발되어 그 수명을 약 45nm node까지 연장시킨 상태이다. 2005년 발표된 ITRS(International Technology Roadmap for Semiconductor)를 살펴보면 2010년 이후 32nm node에서부터는 현재와 같은 개념의 노광공정을 대신할 새로운 노광공정이 필요할 것으로 예상하고 있다. 이와 같은 차세대 노광공정(Next Generation Lithography: NGL)의 필요성의 대두로 인하여 현재 세계 각국의 연구소, 기업 등은 최적의 노광공정기술을 찾아내기 위한



Notes: RET and lithography friendly design rules will be used with all optical lithography solutions, including with immersion; therefore, they are not explicitly noted.

〈그림 1〉 리소그래피 기술전망(ITRS 2005)

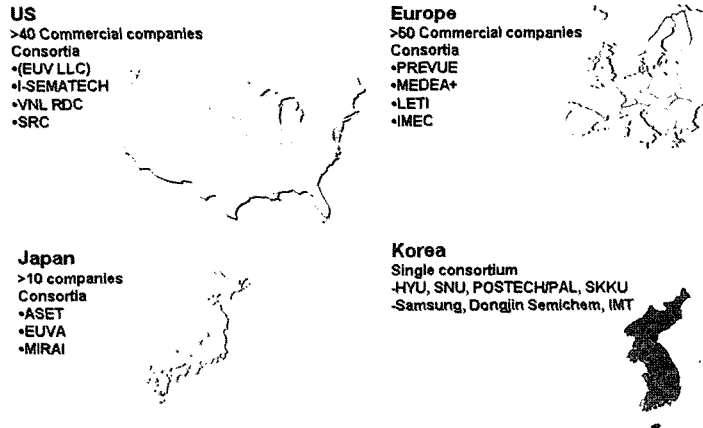
무한경쟁을 하고 있다.

현재 연구가 진행 중이거나 진행되었던 여러 차세대 노광공정 후보기술들의 한계를 고려하여 불 경우 차세대 노광공정 기술로 EUVL(극자외선 노광기술)이 채택될 가능성이 가장 높을 것으로 의견 수렴이 이루어진 상태이며, 이 기술에 대해서는 이미 90년대 중반 이후로부터 요소기술 및 장비기술에 대한 연구개발이 세계 각국에서 활발하게 펼쳐지고 있다.

이 EUVL을 개발하기 위한 범 세계적이라 일컫을 수 있는 각국의 연구 전력을 간략하게 살펴보면 EUVL의 생산기술로서의 본격적인 연구개발은 1990년대 중반 미국의 Intel 주도하에 설립된 EUV-LLC(Limited Liability Company)가 그 시초라 할 수 있다. 지난 30여 년 간 세계 소자업체의 선두 주자이자 무어의 법칙의 원류로서 Intel은 70nm node 이후 세대에서도 이러한 위치를 유지하기 위하여 차세대 노광공정기술로

이미 90년대 중반 EUVL을 지정한 뒤 막대한 투자와 강력한 조정력을 발휘하여 요소기술을 가진 각종 회사를 규합함과 동시에 미국정부와 긴밀한 협조를 통하여 Virtual National Laboratory(VNL)을 조직하고 process의 개발, 장비 개발, 재료 개발 그리고 지적재산권 확보에 나서게 된다. 유럽의 EUVL 개발 프로그램은 EUCLIDES를 시작으로 현재 Media+까지 이어지는데 프랑스, 독일, 네덜란드 등 전 유럽에서 각 요소기술을 지원할 수 있는 회사 혹은 연구소를 망라하여 공정 및 마스크 개발에 나서고 있다. 일본도 지난 90년대 후반 ASET으로부터 시작하여 2000년대 들어서 MIRAI, EUVA로 이어지는 프로젝트를 통해 일본의 대표적 소자 제조 회사, 노광 장비사 마스크사 등이 망라되는 연구 컨소시엄을 조직하여 연구를 진행 중이다.

이와 같은 해외의 연구사례를 종합해 보면 공통적으로 발견되는 몇 가지 특징은 모두 산학연



〈그림 2〉 세계 각국의 EUVL관련 연구개발 현황

을 모두 포함하는 컨소시엄을 구성하여 연구를 진행하며, 수천억원 이상, 누적 액으로 따지면 수조원 이상의 대규모 자본이 투입되고 있으며, 또한 해당국 정부로부터 적극적인 지원을 받고 있다는 점을 들 수 있다. 이것은 역설적으로 차세대 노광공정의 개발의 어려움을 말해주고 있음과 동시에 노광공정의 개발이 단순히 몇몇 기업 혹은 관심을 가지고 있는 몇몇 나라들만의 당면과제는 아님을 의미하고 있다. 단일 공정기술에 대하여 이와 같은 전 세계적인 대응체제가 몇 년 사이에 수립된 것은 전례가 없는 일일뿐더러 이것의 파급효과가 단순한 공정개발에 그칠 것이 아님을 시사하고 있다. 즉, 전술한 바와 같은 반도체 소자의 진보가 지금까지처럼 앞으로도 계속 이어질 것인지 그리고 이를 바탕으로 정보산업, 통신산업 등의 3차 산업에 대한 파급 효과가 계속 가능할 것인지를 결정하는 중요한 기술적 인자이기 때문이다.

II. 극자외선 리소그래피의 장점

EUVL 기술은 여타 차세대 리소그래피 기술

과 차별화 되는 몇 가지의 장점을 가지고 있는데 첫째, 높은 생산성을 기대할 수 있다는 점이다. 현재 생산성의 목표치로는 300mm wafer를 기준으로 100wf/hr의 수준을 예상하고 있으며 이는 지금의 DUV 리소그래피의 생산성에 필적하는 값이다. 이에 따라서 비용이 많이 소모되는 기술임에도 불구하고 대량생산이 필요한 메모리 분야에 적용이 기대되고 있다. 둘째로는 기존기술과의 유사성을 들 수 있다. EUVL은 여타 차세대 리소그래피와 비교하였을 경우 마스크의 거시적 구조, image의 형성 과정 등에서 기존의 개념을 유지할 수 있다는 장점이 있다. 셋째로는 EUVL의 해상도 확장성(extendibility)이다. 현재 EUVL이 도입되리라 예상되는 technology node는 32nm node이며 대략 20nm node 이하 또는 현재 MOS 구조 transistor의 한계점인 15nm node까지도 적용이 기대되고 있다. 사실상 EUVL을 제외한 여타 리소그래피 기술들은 생산적용이 이루어지더라도 한 세대 내지 두 세대에 그칠 것으로 예상되고 있다. 하나의 차세대 리소그래피 기술을 개발하는데 드는 천문학적 인 개발비용과 이로 인한 기회비용 등을 감안한

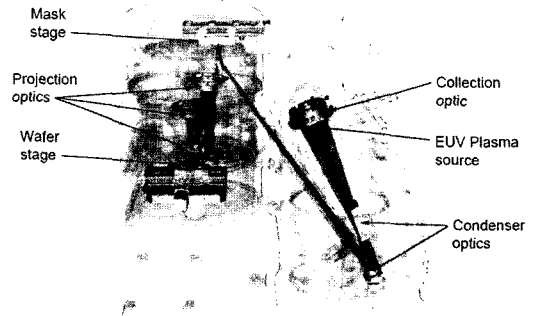
다면 기술의 확장성은 리소그래피 기술뿐만이 아닌 여타 차세대 반도체 공정을 개발함에 있어서 가장 중요하게 고려해야 할 항목이다. 네 번째는 EUVL 마스크의 기계적인 우수성이다. EUVL 마스크는 저 열팽창 계수 물질(LTEM) 글라스 위에 EUV반사 다층박막과 흡수체가 형성되어 기계적 강도가 큰 구조이다.

III. 극자외선 리소그래피 장치

극자외선 리소그래피 기술이 기존의 기술과 가장 차별화 되는 부분은 바로 극자외선이 대부분의 물질(기체 포함)에 흡수되기 때문에 광학계에 투과형 렌즈를 사용하지 못하고 반사형 거울(mirror)를 사용하여야 된다는 것이다. 다음 그림 3은 극자외선 리소그래피용 노광장치(스테퍼)의 개략도이다.

플라즈마 광원에서 형성된 극자외선은 조명광학계(condenser)를 거쳐서 마스크에 입사되고 이 마스크 상의 패턴 이미지를 투영광학계를 통해서 4분의 1로 축소하여 웨이퍼 상의 감광제에 전사하게 된다. 표 1에서 이 리소그래피 장치의 개발과 기술 구현에 필요한 여러 요소기술들에 대해 정리해 보았다.

옆 그림 3의 모델을 기초로 몇 대의 시작품이 ASML, Nikon 등의 회사에 의해 제작되었으며, 연구개발을 위한 micro exposure tool(MET) 등도 여러 대 제작되었다. ASML은 최초로 β -tool을 개발하여 미국의 international SEMATECH 과 유럽의 IMEC에 2006년 최초로 납품하였다. EUVL의 개발에 가장 큰 관심을 보이던 소자회사인 intel는 2003년 Exitech으로부터 300mm full field print가 가능한 MET를 구매하였으며 2006년 하반기 경 일본의 Nikon으로부터 또 다



〈그림 3〉 EUVL 노광시스템(스테퍼) 모식도
(Courtesy of EUV-LLC)

른 β -tool을 납품받기로 되어있는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 intel의 정치적 선택으로 ASML의 독주체제였던 극자외선 리소그래피 장비 시장에 경쟁이 도입되게 되었으며 장비기술 개발에도 박차가 가해지게 되었다.

IV. 극자외선 리소그래피용 마스크

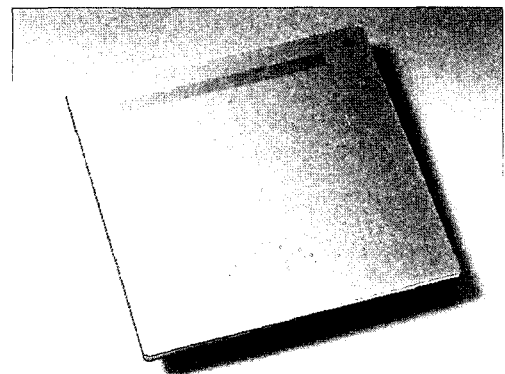
마스크는 EUVL의 여러 요소기술들 중에서 가장 핵심적이며 다른 리소그래피 기술들과 차별화되는 부분이다. 이전까지 요소기술 위주로 각기 개발되었던 EUVL 마스크는 2000년경 SEMI의 P37로 substrate, P38로 blank mask, P40으로 mask chucking, P10으로 mask ordering의 format을 각각 표준화 하게 되게 되었다. 이 format들은 기존의 DUV 마스크와 외형차체는 공유하나 EUVL의 마스크에 사용되는 기판 재료는 기존의 quartz와는 달리 낮은 열팽창계수를 가지는 LTEM(: Low Thermal Expansion coefficient Material, Zerodur™, ULE™) 재료를 사용한다는 점에서 크게 차별화 되며 마스크의 chucking등의 부분에서도 기존기술과 상이하다. 낮은 열팽창 계수는 EUV의 마스크 조사 시에 일

〈표 1〉 EUVL 개발에 필요한 핵심 요소기술

Item	Risk level	Continued development
Reflective optics		
Aspheric optics fabrication	Medium	Metrology for < 0.1 nm rms
Precision multilayer surface coatings	Low	Improved efficiency for Mo/Si
Mounting and alignment	Low	Simplification
Thermal management	Low	Model validation/Alternate Materials
Source		
High power LPP (80 wafers/hour)	High	Efficiency/Cost Reduction
Condenser	Medium	Efficiency/Lifetime
Alternate sources	High	Debris reduction/Discharge source
Reflective mask		
Materials (Low thermal expansion)	Low	Polishing/defect reduction
Defect free multilayer coatings	Medium	Defect reduction/ smoothing
Thermal management	Medium	Model correlation
Pellicles	Medium	Alternatives/standards
System (stage)		
High precision scanning stages	Low	Vacuum compatible
Vacuum housing/enviriment control	Low	Contamination Isolation
Alignment & focus/level	Low	High accuracy
Commercialization	High	Cost reduction/timing
Resist	Low	LER reduction/Higher contrast/negative tone

어날 수 있는 마스크의 팽창을 최소화하여 소자의 불량률을 줄이는 중요한 요소가 된다. 그림 4는 유럽의 마스크 연구개발 프로그램인 EXTUMASK의 참여사인 Schott Lithotec에서 발표한 EUVL 마스크의 substrate와 이 위에 형성된 EUV반사 다층박막과 absorber pattern까지 완성된 마스크의 사진이다.

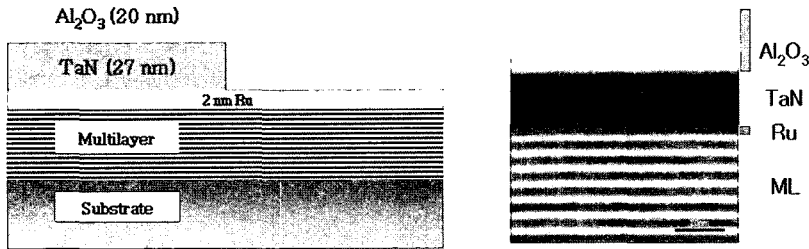
현재 Schott 등의 몇몇 회사가 마스크 기관을 제작하고 있으며, 그 중 한 회사의 제품만이 surface roughness값이 0.15-0.17nm rms의 범위



〈그림 4〉 EUVL 마스크(Courtesy of EUV-LLC)

〈표 2〉 EUVL 마스크 연구 개발 상황

요소기술	국외 연구 수준	향후 개발 목표
고반사율의 다층박막 형성	상	확산방지막 개발, 70% 수준의 반사도 확보
저결함 증착기술	중	결함 밀도 0.001/cm ²
다층박막 결함 검출	하	Actinic defect analysis, scanning 속도 향상
다층박막 결함 수정	하	전자 빔과 focused ion beam을 이용한 다층박막 표면 또는 내부의 printable 결함 수정
흡수체 패턴 형성	상	흡수체로 적합한 물질 selection
흡수체 패턴 수정	하	focused ion beam을 이용한 패턴 수정 기술



〈그림 5〉 반사방지막을 채용한 새로운 마스크의 개략도와 TEM 사진

로 요구조건을 만족시켰으나 최근 마스크 관련 기술력이 빠른 속도로 개선되고 있다. 특히 2005년 이후에는 기관의 high frequency roughness를 저감시킬 수 있는 하부층 증착기술도 개발되어 기관 전체의 figure error 혹은 low frequency error에 치중하여 정밀 연마기술을 개발하고 있다. 표 2는 성공적인 EUVL 마스크 개발을 위해 필요한 핵심 요소기술에 대한 연구개발 상황이다.

그림 5는 본 연구그룹에 의해 새롭게 제안된 EUVL 마스크의 각 세부 레이어와 이를 증착한 시편의 TEM 사진이다. 이와 같은 구조를 가지는 구조는 수율과 패턴의 fidelity를 위한 EUV 반사도와 contrast 그리고 결함 검사를 위한 DUV 반사도와 contrast를 모두 요구조건 이내로 충족시키며 동시에 매우 얇은 두께를 가져

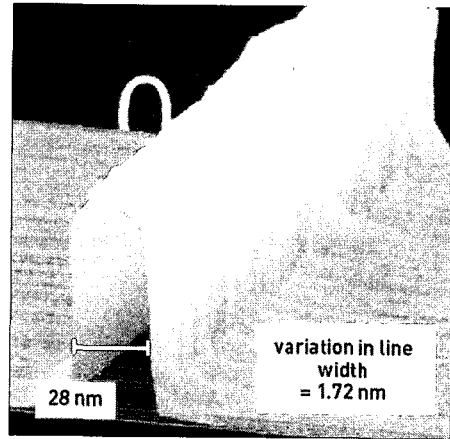
shadow effect를 최소화 할 수 있는 가능성을 가지고 있다.

현재 EUVL을 연구하는 각 연구그룹들은 마스크가 EUVL의 가장 큰 걸림돌 중이라 판단하고 있는데, 이와 같은 평가가 내려지는 이유로는 바로 마스크의 결함 때문이다. EUVL에서는 마스크 상의 결함이 매우 치명적이며 이것이 제작 공정 과정에서 생성될 가능성 역시 매우 높으며 이에 따라서 여러 가지 결함 검지 기술과 결함 수정기술이 연구되고 있는 상황이다. 마스크 상의 결함 검지기술을 크게 나누어보면 DUV를 광원으로 검사하고, 그 데이터베이스를 통하여 실제 전사결함과 연관관계를 파악하는 방식과 실제로 마스크의 결함 검사를 EUV 광을 이용하여 실시하는 방식의 두가지의 방식이 있으나, 아

직까지는 명확한 해결책이 제시되지 않고 있는 실정이다. 결함에 대한 수정기술은 각종 세정기술에도 없어지지 않는 결함에 대해서 반사도의 세기 자체에 영향을 미치는 amplitude defect는 FIB나 e-beam을 이용한 국부적 식각으로, 반사파의 위상에 영향을 미치는 phase defect는 전자빔을 이용한 국부적 가열로 없애는 등의 후보기술들이 현재 연구 중이다. 이와 같은 결함의 검지와 수정기술은 모두 막대한 예산과 연구 노력이 투입되어야만 하는 기술들로 애초에 결함의 발생을 허용하지 않는 청정한 제작공정기술의 개발 그리고 생성된 결함의 위치 등을 고려하여 사용 여부를 결정하는 전략에 관한 연구 등 역시 활발하게 벌어지고 있다. 또한 마스크의 제작공정 당시 그리고 마스크 사용 중에 유입될 수 있는 여러 가지 오염물질들, 예컨대 유기물 오염 세정 대책 그리고 입자 오염 해결대책 등에 대한 여러 연구가 진행되고 있는데 2006년 최신자료들에 따르면 대기 중에서 강력한 Laser를 이용하여 마스크 상공에서 플라즈마를 형성시켜 이때 발생하는 충격파를 이용한 세정방법이 국내 업체에 의해 제안되어 장비가 개발 중이며 intel에서는 마스크상의 입자오염물을 플라즈마를 통하여 대전시켜 정전기적 반발력으로 떼어내는 개념의 연구를 진행하고 있다. 이러한 여러 요소 기술들의 개발이 성패 여부가 EUVL 자체의 실용화에 결정적인 영향을 미칠 것으로 보인다.

V. 극자외선 리소그래피용 감광제

EUUV를 이용해 50nm 이하의 패턴을 전사하는 경우 line width roughness(LWR) 값이 1nm 이하, 그리고 sensitivity가 $3mJ/cm^2$ 이하가 되어야 한다는 것이 감광제를 연구하는 이들의 이상이



〈그림 6〉 EUVL을 이용해 패터닝된 28 nm resist isolated line의 AFM image

다. LWR 값을 낮추기 위한 연구로는 PR로 사용하는 고분자의 주쇄 중 EUV에 노광된 부분이 현상액에 씻겨 나가는 방법인 주쇄절단형 레지스트(Main-Chain Scission Resist, MCS)가 주류를 이루고 있다. 고분자의 주쇄가 산에 의해 끊어짐으로 노광 받은 부분이 현상액에 전부 씻겨 나가 LWR 값을 낮추는 결과를 유도하는 것이다.

패턴의 크기가 작아질수록 실리콘 웨이퍼에 코팅하는 감광제의 두께가 얇아지게 되어, 감광제와 실리콘 웨이퍼와의 접착성이 우수해야지만 패턴 형성 후 패턴이 웨이퍼에서 떨어져 나가는 스트립(strip) 현상을 막을 수 있다. 그래서 접착성이 우수한 폴리(옥시에틸렌)과 폴리실록산을 고분자 주쇄로 하는 감광제의 합성에 관한 연구가 진행되고 있다. 합성한 감광제와 실리콘 웨이퍼와의 접착성 테스트를 한 결과, 현재 KrF용 PR로 시판중인 APEX-E 보다 접착 특성이 약 10% 이상 우수하다는 결과 등이 국내외 업체들을 통하여 발표되고 있다.

위에서 언급한 화학증폭형(CAR: chemically amplified resist) 외에 Non-acid amplified type

의 감광제 및 단량체 형태의 감광제 등도 계속적으로 검토, 연구 진행 중에 있다. 그러나 이처럼 감광제 분야에 다양한 방향의 연구안이 존재하는 것 자체가 감광제 개발의 어려움을 보여주고 있다. 현재 얻어지는 해상도의 한계는 노광장치 자체의 한계가 아니라 감광제의 한계 때문이라는 연구결과가 속속 얻어지고 있다. 현재의 해상도 한계는 resist limit가 약 28-30nm, optics limit가 20-25nm 정도인 것으로 밝혀지고 있다.

VI. EUVL 광원에 관한 연구

EUVL 연구 초기에는 로드맵에서 요구하는 115W 급의 in-band power는 여러 가지 문제점들 예컨대, 에너지 conversion 효율, debris 문제, collector의 수명문제 등등의 이유로 요원한 것처럼 보였으나, 최근의 연구성과로는 광원 즉 EUV 램프에 관해서는 상당히 상용화에 근접한 것으로 평가되고 있다. 이 분야의 연구는 일찍이 Philips, Cymer, Xtreme 등의 여러 업체들이 참여하였으며 Laser produced plasma를 시초로 여러 가지 형태의 광원에 관한 연구가 진행되었다. 현재로서는 z-pinch를 사용한 광원이 가장 유력한 해결책으로 알려져 있으며 여기에 z-pinch를 구성하는 전극을 회전시킨다거나 conversion efficiency를 증가시키기 위해서 Xe plasma의 core 부분에 Tin droplet을 주기적으로 떨어뜨린다는 가 하는 몇몇 추가적인 아이디어를 접목하여 성공적인 결과를 보여주고 있다. 이때 발생할 수 있는 여러 오염 즉, particle이나 Tin sputtering 등에 관해서는 gas separation, pin hole, grid 등의 각종 노하우를 사용하여 회사별로 상용제품을 내놓고 있으며 향후 2-3년 가량의 추가적인 연구가 계속된다면 요구조건을 충족시키는 상용품을 시장에

서 접할 수도 있을 것으로 판단된다. 이를 위해서 몇 가지 세부적인 성능개선이 이루어져야 하는데 30,000시간 이상의 수명, 6 kHz로 운행하며 50 펄스에서 0.3% 3 σ 의 안정성 그리고 plasma의 크기를 줄이고 etendue를 증가시키며 전극 구성 물질 등의 구조체와의 간섭을 최소화하여 더욱 에너지 효율을 높이고 수명이 긴 방향으로 장치를 개선해 나가는 것이 필요한 것으로 판단된다.

VII. 국내 EUML 관련 연구개발 현황

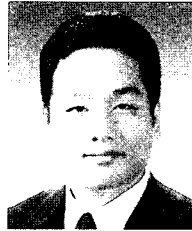
국내에서는 산업자원부 지원의 차세대신기술 개발사업의 일환으로 2002년 말부터 10년 계획으로 “나노급 반도체용 극자외선 노광 핵심요소 기술” 연구개발과제가 진행 중에 있다. 삼성전자, 동진썬미켐, 아이엠티의 3개사와 한양대, 서울대, 포항공대, 성균관대, 포항가속기연구소 등이 참여하는 컨소시엄 형태로 EUVL 마스크, 감광제, 마스크 세정장비 등을 개발하고 있다. 또한 포항가속기연구소 내에 EUVL 빔라인(11B)을 구축하고 micro exposure tool, resist outgassing 평가장치 등을 완성하는 단계에 이르러 조만간 EUVL과 관련된 기초 인프라가 마련되어 연구 개발에 박차가 가해질 전망이다. 또한 나노기술 집적센터와 협력하여 각종 EUVL 관련 평가설비가 추가 구축될 예정으로 있어 본격적으로 EUVL 연구개발 지원환경을 갖출 예정이다.

VIII. 결 론

극자외선 리소그래피 기술은 현재까지 연구개발된 여러 가지 차세대 노광기술들 중에서 가장 실용화에 근접한 기술이다. 비록 몇몇 기술적 난제들이 남아있기는 하나 이는 향후 2-3년 안에

해결책과 함께 기술적 돌파구가 마련될 것으로 예상하고 있다. 1990년대 말 2000년대 초까지 세계의 우리나라의 경쟁자들이 반도체 기술의 해체모니 싸움의 주도권을 쥐기 위해 차세대 노광공정의 개발에 전력투구 할 때 사실상 우리나라는 전혀 대책을 가지지 못하였다는 것이 정확한 표현일 것이다. 이러한 현상이 발생한 이유는 국내의 인프라 부족이라든지 기초기술 분야의 기술 및 인력의 수급 불투명, 경쟁력 있는 중소기업의 부채 등등의 여러 가지들 들 수 있겠으나 결국 무한경쟁의 산업계에서 결정적인 이유는 되지 못한다. 다행스럽게도 2002년 경 부터는 국내에서도 반도체 관련사들의 관심과 더불어 정부지원 의지가 맞물려 산학연 공동 연구체제를 갖춘 연구과제가 수행되고 있으며 이로 인해 국내외의 교류확대를 확대하고 국내 차세대 리소그래피 기술 개발에 대한 구체적 로드맵 제시함과 동시에 국내에서 비교적 용이하게 시장에 진입할 수 있는 분야를 선정하여 공격적으로 연구개발을 진행하고 있다. 이와 같은 연구개발이 진행될수록 성공의 당위성과 확신은 강해지나 국내의 연구인프라 부족과 더불어 해외의 1/100에도 미치지 못하는 연구비, 연구인력의 부족 등 연구자본의 상대적 부족이 느껴지는 것도 사실이다. 앞에서 언급하였다시피 리소그래피 분야는 몇몇 기업의 차원에서 개발될 수 있는 단위 기술이 아니며 높은 기술적 위험도를 가지고 있어 여러 측면에서 산학연의 공동연구와 정부의 참여가 필요하다. 그리고 이는 해외의 컨소시엄 등의 예에서 명확하게 확인되고 있다. 전환의 시기에 있어 국내 반도체 산업의 위상을 재고할 수 있는 획기적인 투자와 지원을 기대해 본다.

저자소개



이 승 운

1996년 한양대학교 공과대학 재료공학과, 공학사
 1998년 한양대학교 공과대학원 재료공학과, 공학석사
 2003년 한양대학교 공과대학원 재료공학과, 공학박사
 2003년-2004년 일본 New Subaru 가속기연구소, 방문연구원
 2003년-2005년 한양대학교 산업과학연구소 연구원
 2004년-현 재 한양대학교 디스플레이공학연구소 전임연구원
 주관심분야 차세대 리소그래피 공정 및 마스크 개발



안 진 호

1986년 서울대학교 공과대학 금속공학과, 공학사
 1988년 서울대학교 공과대학원 금속공학과, 공학석사
 1992년 Univ. of Texas at Austin, Materials Sci. & Eng., 공학박사
 1989년-1992년 UT/Austin, Microelectronics Research Center, Research Assistant
 1992년-1995년 일본 NEC, Microelectronics Research Lab, Researcher
 1995년-현 재 한양대학교 신소재공학부 교수
 2003년-2004년 Stanford University, Visiting Professor
 2002년-현 재 산업자원부 차세대 EUV Lithography 신기술개발사업단장
 2003년-현 재 IEUVI, Mask TWG, Co-Chair
 2005년-현 재 차세대성장동력반도체사업단/반도체산업협회 전문위원
 주관심분야 Nano patterning technology, High-k dielectric materials and Thin film processing technology, Novel non-volatile memory