

초임계 유체를 사용한 wafer세정장치 개발

다음은 국가청정생산지원센터(National Center for Cleaner Production)에서 지원하고 있는 신규 과제를 소개한다.[source: 청정생산 newsletter No.10, September 2000, pp24-26)

주관기관	(주) C.S.ENG	주관책임자	장철수(cseartex21@yahoo.co.kr)
위탁기관	수원대학교		
참여기관(협력기관)	삼성전자(주)		
사업기간	2000.8.1 - 2003.6.30 (총35개월)		

1. 기술개발의 필요성

지구의 생태적 자정능력이 한계점에 도달함에 따라 환경오염물질에 대한 무역규제가 강화되고 있지만 반도체 산업에서 부가적으로 발생하는 산업폐기물과 오수의 양은 생산제품의 개발과 더불어 증가되고 있는 실정이다. 특히 웨이퍼 표면처리 공정인 세척, 에칭 및 후속공정 처리에서 여전히 많은 양의 산과 알칼리용액이 사용되어지고 있다. 또한 현재 반도체 제조기술의 지속적인 발전으로 회로 패턴의 미세화가 진전되어 ULSI (Ultra Large Scale Integrated Circuits)가 고집적화와 고성능화 함에 따라 공정 중에 발생하는 일체의 오염물질들 즉, particle, 유기금속 오염물 및 자연 산화막, 표면 미세 거칠기와 표면 흡착 등이 제품의 수율, 품질과 신뢰성에 큰 영향을 미치게 되었다. 따라서 친환경적이면서도 시제품 제작을 거쳐 대량생산에서의 수율을 증대시키는 핵심적 기술인 세정기술의 개발이 절실히 요구되고 있다.

최근 크게 각광을 받고 있는 새로운 건식세정방법은 초임계 유체(Supercritical Fluid : SCF)를 사용한 wafer세정 표면 처리법이다. 초임계 유체란 임계 온도와 압력 이상에서 있는 유체로 정의되며 기존의 용매와 차별되는 독특한 특성을 갖고 있다. 일반적으로 용매의 물성은 분자의 종류와 분자간 상호작용에 따라 결정된다. 따라서 비 압축성인 액체 용매는 분자간 거리가 거의 변화하지 않아 단일 용매로서는 커다란 물성의 변화를 기대하기 어렵다. 이에 비해 초임계상태에 있는 유체는 밀도가 이상기체에 가까운 희박상태에서부터 액체밀도에 가까운 고밀도 상태까지 연속적으로 변하기 때문에 유체의 평형 물성 (용해도, entrainer 효과), 전달 물성 (점도, 확산계수, 열전도도) 뿐만 아니라 용매화 및 분자 clustering상태를 조절할 수 있다. 따라서 물질이동과 열이동이 빠르고 저점도, 고확산계수로 인한 미세공으로의 빠른 침투성 등과 같은 초임계유체의 장점을 세정 공정을 응용하여 고효율, 고품질, 고속, 친환경적인 혁신 기술을 개발할 수 있다.

초임계 유체를 사용한 wafer세정 장비의 개발은 국내에서는 혁신적인 기술로서 이에 대한 연구는 시대의 조류에 맞추어 필수적이라고 할 수 있다.

2. 기술개발 목표

•최종목표

① 환경개선 목표

- 기존에 사용되는 독성 유기용매의 사용을 완전히 제거하거나 95%이상까지 감소
- 초임계 유체(CO₂)의 recycle system을 채용하여 세정시 발생하는 화학폐기물을 95%이상까지 감소

② 경제성 목표

- 세정공정을 단순화함으로써 공정시 소요되는 단가를 80%까지 감소
- PR Stripper를 가능하게 함으로써 비용절감 효과 획득
- 세정용 Chemical 비용을 95%이상 절감

③ 기술적 목표

- 초임계 유체의 세정효과 고찰
- 초임계 유체의 세정원리 및 공용매의 개발
- 초임계 유체를 이용한 박리 및 세정장치 설계 인자의 최적화
- Cluster tool (박리 및 세정)을 이용한 연속식 자동화 초임계유체 박리 및 세정장치의 상업화

•기술개발 내용

목표 및 사업내용
<ul style="list-style-type: none">·초임계유체를 이용한 세정 장치 개발 및 공정 최적화·초임계 유체 박리 및 세정원리 규명·혼합 초임계 및 혼합공용매의 특성고찰 및 세정 평가·Non contact 방식의 이송장치 개발·신뢰성 있고 재현성 있는 공정 data 확보·대상물질에 따른 engineering data base 구축·매엽식 Cluster 화 장치를 위한 공정설계 구축

평가항목 · 기준
<ol style="list-style-type: none">1. 초임계 반응기 : 10,000psi2. 초임계 박리 및 세정장치 : 10,000psi3. 유기물 제거율 : 99% 이상4. 무기물 제거율 : 99% 이상5. 막질 damage : Free6. Metal Corrosion : Free7. Particles : >0.16 μm 20ea8. Metal Contamination : 1 ppb 이하

3. 중점 추진 방향

세정장치 국산화 의지를 갖고 있는 삼성전자의 적극적인 기술지원 및 협력 하에서 수원대학교 측과의 기술협력을 토대로 wafer 세정장치를 개발한다. 이때 삼성전자 측에서는 공정평가 및 현장평가를 담당해 주며 공용매 평가 등의 기술적 자문 역할을 수원대에서 수행한다. 초임계 유체의 세정효과 및 공용매 특성 데이터를 이용하여 C.S. Eng에서는 Cluster tool (박리 및 세정)을 이용한 연속식 자동화 초임계 유체 박리 및 세정 장치의 개발 및 상업화를 이룩한다.

4. 사업성공시 기대효과

① 환경적 효과

- 초임계 유체(CO₂)를 이용하여 세정작업이 수행되며 세정 유체는 계속 recycle 되어 재사용하는 Mechanism을 채택하기 때문에 폐기물 발생량이 현저히 감소함.
- 다량의 폐수를 방출하는 기존 박리 및 습식세정 공정을 대체 가능

② 기술적 효과

- 차세대 박리 및 세정기술의 확보를 통한 국내 반도체 및 전자산업의 국제 경쟁력 구축
- 반도체 및 전자 산업 각 분야에 대한 초임계 정밀세정 및 표면처리 기술의 보급 확대

③ 경제적 효과

- 세정공정 단순화로 기존의 세정 방법에 비해 소요되는 비용의 80% 이상의 생산단가를 감소
- 초미세 세정기술로 인한 반도체 수율 향상
- 매년 고가로 수입되고 있는 세정장치의 국산화를 통한 수입대체

5. 기술개발시 예상되는 문제점

- 고압장치 사용에 따른 위험 요소를 극소화하기 위한 안전장치 개발
- 사용되는 각종 PR에 대응할 수 있는 공용매 개발
- 현재 Sample로 Test 결과 산출된 through put은 최대 시간당 10매 정도이며 이를 생산line에 적용시키기에는 다소의 문제점이 발생할 것으로 사료되는 바,Multi-chamber 형태로 세정 장치를 개발하여 시간당 약 100매 이상의 through put이 나올 수 있도록 Process 및 H/W를 구상