

청정생산공정기술

초임계이산화탄소 내에서 공용매 및 초음파를 이용한 고농도이온주입 포토레지스트의 제거

김승호, 임권택*

부경대학교 화상정보공학부
608-739 부산광역시 남구 용당동 산100

(2009년 3월 18일 접수, 2009년 5월 26일 수정본 접수, 2009년 6월 13일 채택)

Stripping of High-Dose Ion-Implanted Photoresist Using Co-solvent and Ultra-sonication in Supercritical Carbon Dioxide

Seung Ho Kim and Kwon Taek Lim*

Divison of Image and Information Engineering, Pukyung National University
San 100, Yongdang-dong, Nam-gu, Busan 608-739, Korea

(Received for review March 18, 2009; Revision received May 26, 2009; Accepted June 13, 2009)

요 약

초임계이산화탄소와 공용매의 혼합물을 사용하여 반도체 웨이퍼 기판으로부터 고농도이온주입 포토레지스트(HDIPR)를 제거하였다. 또한 고압 셀 내부에 초음파 장치를 부착하여 웨이퍼 표면에 물리적 힘을 제공함으로써 세정용액의 HDIPR에 대한 스트리핑 성능을 현저히 향상시키고, 제거 시간을 단축시켰다. 공용매의 종류 및 농도, 공정 온도, 압력 변화에 따른 HDIPR 스트리핑 특성을 조사하였으며, 웨이퍼 표면의 제거 전후의 상태 및 성분을 scanning electron microscopy 과 energy dispersive X-ray spectrometer를 이용하여 분석하였다. 10 w/w% 함량의 아세톤 공용매를 이용하여 공정압력 27.6 MPa과 온도 343 K의 조건에서 3분의 초음파 처리시간을 거쳐 HDIPR을 완전히 제거할 수 있었다.

주제어 : 포토레지스트, 스트리핑, 초임계이산화탄소, 초음파

Abstract : A high-dose ion-implanted photoresist (HDIPR) was stripped off from the surface of a semiconductor wafer by using a mixture of supercritical carbon dioxide and a co-solvent. The additional ultrasonication improved the stripping efficiency remarkably and thus reduced the stripping time by supplying physical force to the substrate. We investigated the effect of co-solvents, co-solvent concentration, and stripping temperature and pressure on the stripping efficiency. The wafer surfaces before and after stripping were analyzed by scanning electron microscopy and by an energy dispersive X-ray spectrometer. The HDIPR could be stripped off completely in 3 min with 10%(w/w) acetone/scCO₂ mixture at 27.6 MPa and 343 K.

Key words : Photoresist, Stripping, Supercritical carbon dioxide, Ultrasonication

1. 서 론

반도체소자 제조공정은 실리콘웨이퍼 기판 위에서 반복적

인 증착, 포토리소그래피, 식각 공정으로 이루어져 있다. 이 공정은 웨이퍼 상에 특정 패턴화된 영역 및 구조물을 생성하도록 하며, 감광성 고분자 계통의 포토레지스트를 필수적으로

* To whom correspondence should be addressed.
E-mail: schong@kyonggi.ac.kr

사용하도록 되어 있다. 포토레지스트는 포토리소그래피 공정을 통해 회로 패턴의 다양한 미세구조 형성을 위해 사용되고, 이것은 미세구조 형성 후 다음 공정 전에 반드시 제거되어야 한다. 포토레지스트가 완벽히 제거되지 않을 경우에는 불순물로 남게 되어 최종제품의 성능저하와 불량률의 원인이 된다. 반도체 제조공정에서 이온 주입은 반도체 기판의 불순물 분포를 정확하게 제어하기 위하여 광범위하게 사용되고 있다.

고분자 수지 및 감광제를 포함하는 포토레지스트는 패턴 이미지를 기판 위에 형성하기 위해 사용되고, 디바이스의 전기적 특성을 변화시키기 위한 이온주입 공정에서 원하지 않는 영역에 이온주입을 막기 위한 마스크로 사용된다. 이런 공정들은 강한 UV 광 또는 다량의 이온 주입을 위하여 반도체 소자의 발전과 함께 점차 극심한 반응조건을 사용하게 되고, 그 결과 변질된 포토레지스트 재료와 그 잔류물들은 전통적인 스트리핑 및 세정방법으로는 만족스럽게 제거되기 어렵다. 10^{15} ions/cm² 이상의 고농도이온 주입공정 (high-dose ion-implanted process)을 거치게 되면 포토레지스트의 표면에서 수소를 고갈시켜 포토레지스트의 막질이 경화되고 변하여 탄화되며, 높은 가교결합된 크로스링크층을 형성한다. 형성된 탄화층은 세정액으로부터 내부의 포토레지스트를 보호하고, 비다공성 구조로 용매의 침투가 불가능하여 완벽한 제거가 곤란하여 포토레지스트 잔사를 남긴다[1].

기존의 포토레지스트 제거방법은 주로 습식 박리법으로 황산과 과산화수소의 혼합물이나 유기용제들을 사용한다[2]. 그리고 보통 웨이퍼의 표면으로부터 포토레지스트 또는 레지스트의 잔사를 완전히 제거하기 위해 20내지 30분의 침지시간을 이용한다. 그러나 이것은 탄화층을 가지는 포토레지스트 제거에 효과가 크게 떨어질 뿐만 아니라 산 혼합물을 사용함으로써 조작이 위험하고, 부식성과 인화성이 높으며, 환경오염의 원인이 된다. 또한 탄화층을 가지는 포토레지스트를 제거하는 통상적인 방법으로서 산소 플라즈마 에칭 후에 화학약품 또는 희석된 산을 사용하여 잔존하는 잔류물을 세정하는 방법이 있으나, 플라즈마의 형성을 위해 주변 온도가 고온으로 상승하여 포토레지스트 내에 존재하는 저분자량의 휘발물질들이 포토레지스트의 탄화층에 의해 쉽게 빠져 나오지 못하고 포토레지스트의 팽윤 또는 파열을 일으켜 미세 패턴의 손상을 야기시킨다[3,4]. 그리고 생성된 파열 잔류 입자들은 공정장비에 축적되어 다른 기판에 재흡착될 수도 있어, 이를 제거하기 위하여 많은 횟수의 후 세정공정을 필요로 하며 다량의 화학약품 및 희석된 산이 사용되고, 이를 처리하기 위한 또 다른 처리 비용을 발생시킨다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 초임계이산화탄소 내에서 공용매 및 첨가제를 사용하여 농도, 압력, 온도 등 공정조건을 변화시키며 포토레지스트의 제거효율을 높이는 방법들이 연구되었다[5-9]. 그러나 초임계이산화탄소 혼합물이 오염물질을 완전히 용해하여 제거하기까지는 많은 시간이 소요되고, 패턴화된 불용성 오염물질의 경우에는 화학적인 메커니즘만으로는 제거가 어려운 단점이 있었다. 최근에 본 연구실에서는 고압셀 내부에 초음파 장치를 장착하여 웨이퍼 교반 유무 및 초음파

주입에 따른 물리적 효과에 대한 제거방법을 비교 연구하였으며, 그 결과 초음파의 물리적인 힘에 의한 향상된 제거효율을 확인하였다[10].

본 연구에서는 다양한 공용매의 포토레지스트 제거 특성을 조사하고, 초음파의 적용과 함께 공정온도, 압력, 및 시간의 변화에 따른 HDIPR의 제거 효율을 비교, 분석하였다.

2. 실험

2.1. HDIPR 웨이퍼 제작

반도체용 실리콘 웨이퍼 상부에 KrF 타입의 화학증착형 poly(hydroxy styrene) 포토레지스트를 600 nm 두께로 스핀 코팅하여 포토레지스트 층의 패턴을 형성시킨 다음, As 이온을 50 KeV의 가속도와 10^{15} atoms/cm² dose로 이온주입 공정을 모사 수행함으로써 표면에 약 100 nm의 경화된 탄화층을 가지도록 제작하였다 (Table 1).

Figure 1에 나타낸 것처럼 이온주입 공정에 의해서 600 nm의 포토레지스트 층에 웨이퍼 표면으로부터 약 100 nm 두께의 탄화층이 형성된 포토레지스트를 scanning electron microscopy (SEM, Hitachi S-2400)을 통해 웨이퍼 측면 사진으로 관측하였다.

2.2. 약품

이산화탄소는 99.99% (대영상사, 부산) 순도의 것을 정제 없이 사용하였으며, 공용매로 methanol, ethanol, isopropyl alcohol (IPA), benzyl alcohol 을 포함하는 알코올류, triisopropanol amine, N-tert-butyl-diethanolamine, triethylamine, N,N-dimethyloctylamine 을 포함하는 아민류, tetrahydrofuran (THF), chloroform, acetone, N-methylpyrrolidone (NMP), acetyl

Table 1. Conditions for making ion-implanted photoresist on silicon wafer

PR Type	Source	Power (KeV)	Dose	Thickness (nm)
KrF	As	50	e^{15}	600

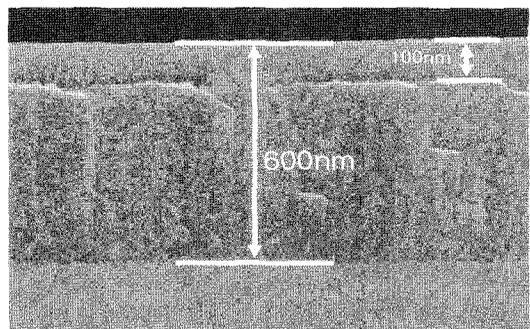


Figure 1. SEM image of the implant-damaged photoresist on the wafer.

acetone, dimethyl acetamide, dimethyl sulfoxide, propylene carbonate 등의 극성 용매를 사용하였다. 이들 약품은 모두 시약급으로 별도의 정제 없이 사용하였다.

2.3. 실험장치

Figure 2에 HDIPR을 제거하기 위한, 초음파 장치가 부착된 초임계이산화탄소 스트리핑 시스템의 도면을 나타내었다. 셀 용기는 고압에서 실험을 수행할 수 있도록 제작되었으며, 항온 수조를 이용하여 스트리핑 온도를 조절할 수 있도록 제작하였다. 고압 셀 내부로 주입되는 이산화탄소는 ISCO PUMP 260D를 사용하여 원하는 압력(~ 51.7 MPa)으로 주입할 수 있다. 초음파 장치(듀라소닉, 주파수: 28 kHz, 출력: 500 W)는 고압 셀에 장착될 수 있도록 설계되었다. 초음파에너지는 로드를 통해 고압 셀 내부에 전달된다. 즉, 로드를 통해 고압 셀 내부로 전달된 에너지는 고압 셀 내부에 주입된 이산화탄소, 공용매 및 첨가제를 고주파로 단시간에 혼합될 수 있도록 하고, 이렇게 교환된 초임계유체 혼합물이 웨이퍼 표면으로부터 HDIPR을 제거할 수 있다. 이때 로드는 지지체의 단면적과 유사하게 설계하여 로드를 통해 전달되는 초음파 에너지는 시료 전면에 미치게 된다. 따라서 초음파에너지가 시료 전면에 미침으로써 실질적으로 유효한 세정면적이 확대되고, 단위시간당 초음파 양이 많아져 스트리핑 효과를 더욱 높일 수 있게 된다.

실험방법은, 스트리핑 장치의 온도를 공정조건으로 유지시킨 다음, 웨이퍼를 1×1 cm 크기로 제작하여 고압 셀 내부에 고정시킨다. 일정량의 공용매를 마이크로 피펫을 사용하여 고압 셀에 주입한 다음, 이산화탄소 실린더로부터 고압펌프를 이용하여 초임계이산화탄소를 원하는 압력으로 공급한다. 그 다음 균일한 초임계유체 혼합물의 제조와 HDIPR을 제거하기 위해 초음파 장치를 작동시킨다. 일정시간 후, 셀 내부의 초임계유체 혼합물은 필터를 통해 제거한다. 마지막으로 순수한 초임계이산화탄소를 흘려주어 웨이퍼 표면을 세정한 다음, 초임계이산화탄소를 감압하여 제거하면 깨끗하게 건조된 시료를 얻게 된다.

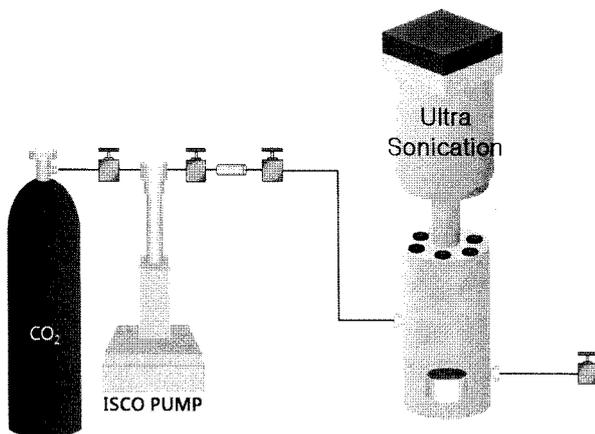


Figure 2. Schematic diagram of the scCO₂ stripping apparatus.

2.4. 분석방법

셀로부터 시편을 분리하여 HDIPR의 제거된 정도를 $\times 10$ 배율의 확대경을 이용하여 육안으로 판정하였다. 그 다음 단계로 SEM을 이용하여 웨이퍼 표면에 잔존하는 미세 포토레지스트 잔사를 확인하였다. 표면에 잔류하는 원소는 energy dispersive X-ray spectrometer (EDS, KEVEX Ltd, SIGMA)를 사용하여 성분 분석을 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 공용매에 따른 제거 효과

여러 가지 공용매에 따른 HDIPR의 제거효과에 관한 실험을 진행하였다. 공용매로 methanol, ethanol, IPA, benzyl alcohol을 포함하는 알코올류, triisopropanol amine, N-tert-butyl-diethanolamine, triethylamine, N,N-dimethyloctylamine을 포함하는 아민류, THF, chloroform, NMP, acetyl acetone, dimethylacetamide, dimethylsulfoxide, propylene carbonate를 포함하는 극성 용매를 사용하였다. 웨이퍼를 셀 내부에 고정시키고 셀의 온도는 313 K로 유지하였다. 공용매를 10w/w% 함량으로 셀에 투입하고 고압펌프를 사용하여 27.6 MPa 압력의 이산화탄소를 셀 내부로 주입한 다음, 교반기를 이용하여 이산화탄소와 공용매를 균일하게 혼합하면서 5분 동안 스트리핑 공정을 진행하였다. 한편 눈으로 셀 내부를 확인할 수 있는 투명창이 달린 고압 셀로 테스트한 결과에 의하면 본 실험에 사용된 공용매의 농도, 온도와 압력 범위에서는 공용매와 이산화탄소가 균일한 단일 상을 이루었다. 스트리핑 공정시간 종료 후 잔존하는 포토레지스트 잔류물은 순수한 이산화탄소를 순환시켜 제거하였다. 셀로부터 웨이퍼를 탈착시켜 포토레지스트의 제거상태를 10배율의 확대경을 이용하여 육안으로 판정하여 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

실험 결과 알코올류와 아민류에서는 실험에 사용하였던 HDIPR의 제거 효과가 거의 나타나지 않았고, acetone, THF, NMP, acetyl acetone, dimethyl acetamide, dimethyl sulfoxide 등 극성 유기용매에서 제거효과가 잘 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 그 중 acetone이 미세한 차이지만 가장 높은 스트리핑 결과를 나타내었다.

3.2. 초임계이산화탄소의 공정조건에 따른 제거효과

공용매에 따른 스트리핑 반응에서 제거효과가 뛰어난 acetone을 이용하여 공용매 농도, 압력, 온도, 시간에 따른 공정조건을 변화시켜 HDIPR의 스트리핑 성능을 비교하였다.

먼저 압력에 따른 제거효과를 알아보기 위해 온도를 313 K로 고정시키고, 10 w/w%의 공용매 농도로 17 ~ 27.6 MPa로 압력을 변화시켜 5분간 스트리핑 공정을 진행하였다. 그리고 온도에 따른 제거효과를 알아보기 위해 압력을 27.6 MPa로 고정시키고, 10 w/w%의 농도로 308 ~ 343 K로 온도를 변화시켜 5분간 실험을 진행하였다. 실험 결과 온도와 압력이 증가할수록 HDIPR의 제거효과도 높아지는 것을 알 수 있었다.

Table 2. The effect of various cosolvents on HDIPR stripping

Co-solvents	Extent of stripping (%)	Co-solvents	Extent of stripping (%)
Methanol	10%	Acetone	30%
Ethanol	10%	THF	20~25%
IPA	1~5%	Chloroform	no effect
Benzyl Alcohol	no effect	Hexane	no effect
Triisopropanol amine	no effect	Poly ethylene glycol	no effect
N-tert-Butyldiethan olamine	no effect	NMP	1~5%
Triethylamine	no effect	Acetyl acetone	1~5%
N,N-Dimethyloctyla mine	no effect	Dimethyl acetamide	15~20%
Propylene carboante	no effect	Dimethyl sulfoxide	25%

Table 3. The extent of HDIPR stripping in scCO₂ at various pressures

Pressure (MPa)	scCO ₂ density (g/mL)	Extent of stripping (%)
17	0.81	25
20.7	0.84	30
27	0.87	30
27.6	0.89	40

Table 4. The extent of HDIPR stripping in scCO₂ at various temperatures

Temperature (K)	scCO ₂ density (g/mL)	Extent of stripping (%)
308	0.92	30
313	0.90	30
323	0.86	30~40
333	0.81	40
343	0.77	50

이것은 온도가 높아질수록 유체분자의 운동에너지가 커져 포토레지스트와 유체 계면에서의 작용이 증가하고, 압력이 높아질수록 유체의 밀도가 높아짐에 따라 용해력이 증가하는 것에 기인하는 것으로 보인다. Table 3과 Table 4에 그 결과를 나타내었다.

압력과 온도가 높을수록 제거효과가 향상되긴 했지만, 제거효율은 약 50% 정도의 효과만 나타났다. 따라서 제거효과를 높이기 위해 농도와 시간에 따른 제거공정을 진행하였다. 스트리핑 공정 조건을 27.6 MPa, 343 K로 고정시키고, 농도를 1 ~ 15 w/w%로 변화시켜 실험을 진행하였다. 실험결과 10 w/w%에서 최적의 제거효과가 나타났고, 그보다 높은 농도에서

Table 5. The extent of photoresist stripping in scCO₂ at various reaction times

Time (min)	Extent of stripping (%)
5	50
10	50
20	60
40	60

는 특별한 차이를 볼 수 없었다. 27.6 MPa, 343 K, 10 w/w% 공정조건에서 5 ~ 40분까지 시간을 변화시키며 실험을 진행한 결과, 40분 경과 후에 약 60 %의 포토레지스트만 제거된 것을 관찰할 수 있었다 (Table 5).

3.3. 초음파를 이용한 HDIPR 의 제거

초임계이산화탄소 및 공용매를 이용하여 공정조건을 변화시켜 실험을 진행한 결과 HDIPR을 완전히 제거할 수 없었다. 이것은 공용매를 이용한 화학적 효과만으로는 탄화된 HDIPR을 완전히 용해시켜 제거할 수 없기 때문이다. 이를 해결하기 위해 초임계이산화탄소용 포토레지스트 제거 시스템에 초음파장치를 부착하여 용매의 화학적 효과와 초음파에서 생성되는 캐비테이션에 의한 물리적 효과를 병행하여 실험을 진행하였다. 이전의 연구에서 단순한 교반에 비하여 초음파를 시편에 가하면 포토레지스트 제거에 매우 효과적인 것을 보고한 바 있다[10].

공용매 테스트에서 제거효과가 뛰어났던 acetone 공용매를 사용하였으며, 먼저 압력에 따른 제거효과를 위한 공정으로 313 K, 10 w/w%의 농도로 압력을 17 ~ 27.6 MPa로 변화시켜 2분간 실험을 진행하였다. 예상대로 압력이 높을수록 제거효과도 높아졌다. 그리고 온도에 따른 제거효과는 27.6 MPa, 10 w/w%의 조건에서 온도를 308 ~ 343 K로 변화시켜 2분간 실험을 진행한 결과, 이 역시 온도가 높을수록 제거효과가 높아졌다. 그리고 앞선 실험들을 토대로 온도와 압력을 비교한 결과 포토레지스트 제거에 압력보다 온도가 좀 더 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 그 실험결과를 Table 6에 나타냈다. 초음파장치를 적용하여 실험을 진행하였더니 27.6 MPa, 343 K, 10 w/w% 조건에서 2분 간 공정을 진행했을 때 약 80 % 제거효과가 나타났다. HDIPR을 완전히 제거시키기 위해 반응시간을 변화시

Table 6. The effect of temperature on the stripping rate of HDIPR by ultrasonication in 10% w/w acetone/scCO₂ mixture for 2 min

Temperature (°C)	Extent of stripping (%)
40	50
50	60
60	70
70	80

Table 7. The effect of reaction time on stripping rate of HDIPR by ultrasonication in 10 w/w% acetone/scCO₂ mixture at 343 K and 27.6 MPa

Time (sec)	Extent of stripping (%)
120	80
150	95
180	100

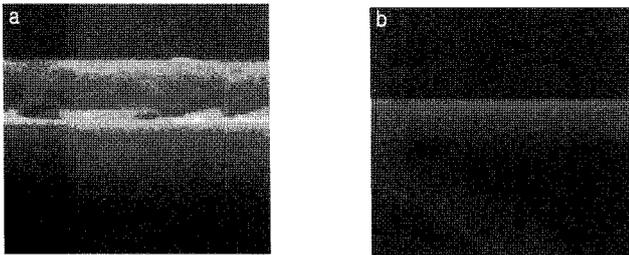


Figure 3. SEM Images of wafer samples: (a) before stripping and (b) after stripping.

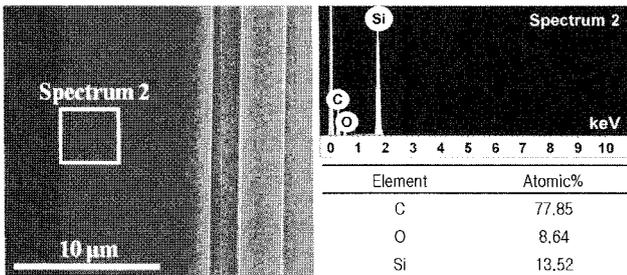


Figure 4. EDS Images of wafer surfaces (before stripping).

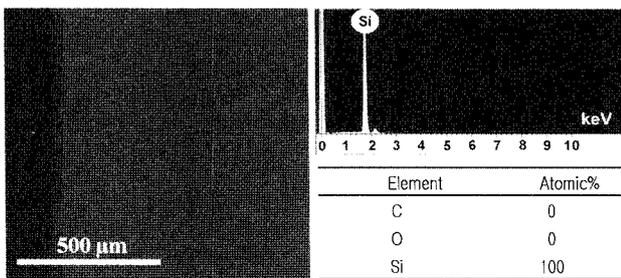


Figure 5. EDS Images of wafer surfaces (after stripping).

켜 실험을 진행해 보았다. 2분에서 3분 동안 실험을 진행한 결과, 3분에서 HDIPR이 완전히 제거된 것을 확인할 수 있었다 (Table 7).

Figure 3은 제거공정 전후의 HDIPR이 덮여 있는 웨이퍼의 측면을 촬영한 SEM 이미지이다. Figure 3(a)는 포토레지스트를 제거하기 전의 웨이퍼의 측면 모양을, Figure 3(b)은 완전히 포토레지스트 층이 제거된 모양을 보여준다. Figure 4는

HDIPR을 스트리핑하기 전의 웨이퍼 표면 성분을 분석한 SEM 및 EDS 결과를 나타낸 것이다. EDS 분석결과, C 성분이 77.85%, O 성분 8.64%, Si 성분이 약 13.52%로 나타났다. 즉, 포토레지스트의 유기물 성분이 주로 나타남을 알 수 있다.

Figure 5는 초임계이산화탄소에 초음파를 적용하여 HDIPR을 제거시킨 웨이퍼의 표면을 SEM 및 EDS로 분석한 결과이다. C와 O 성분이 없고, Si 성분만 나타남으로써 HDIPR이 완전히 제거된 것을 확인할 수 있다.

4. 결 론

불연, 무독성 용제인 초임계이산화탄소를 이용하여 HDIPR을 제거하기 위해 공용매 및 스트리핑 공정 조건으로서 온도, 압력, 공용매 농도, 시간 등을 변화시켜 제거효율을 조사하였다. Acetone이 THF, dimethyl sulfoxide와 함께 HDIPR의 제거에 우수한 공용매로 나타났다. 공용매의 농도가 증가할수록 포토레지스트의 제거효율은 상승하였고, 또한 초임계이산화탄소의 압력과 온도가 증가할수록 제거효율이 높았다. 용매의 용해력과 같은 화학적 요소 외에도 용액의 외류와 같은 물리적인 요소 역시 포토레지스트 제거에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

초임계이산화탄소용 포토레지스트 제거 시스템에 초음파 장치의 부착함으로써, 초임계이산화탄소와 공용매만으로는 제거되지 않는 HDIPR을 완전히 스트리핑할 수 있었다. 이것은 혼합용매의 화학적 효과와 초음파에서 발생하는 캐비테이션의 물리적 효과가 동시에 작용함으로써 공용매와 초임계 이산화탄소의 혼합물의 HDIPR에 대한 용해성 및 박리성을 크게 증가시키기 때문이다. 결과적으로 10 w/w%의 acetone 공용매를 이용하여 343 K 온도와 27.6 MPa 압력 조건에서 3분간 초음파 스트리핑 공정을 거쳐 HDIPR을 완전히 제거할 수 있었다.

본 결과를 이용하면 기존의 습식 스트리핑 공정에서 다량으로 사용되었던 유기용매 및 산 수용액을 획기적으로 줄일 수 있어 환경친화적인 청정공정을 개발할 수 있으며, 현존하는 기술적 장애를 극복할 수 있어 차세대 반도체 미세공정에 유익하게 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

감 사

본 연구는 지식경제부의 전략기술개발사업에 의하여 지원받은 과제입니다.

참고문헌

1. Hong, H. F., Kim, T. H., and Hong, H. F., "Photoresist Stripper Composition and Exfoliation Method of a Photoresist Using It," K.R. Patent No. 2006-0121992 (2006).
2. Oh, G. J., "Method for Cleaning Photoresist Mask Residue,"

- K.R. Patent No. 2005-0036180 (2005).
3. Souvik, B., Ramesh, B., Raghavan, S., and Cross, P., "Non-plasma Method of Removing Photoresist from a Substrate," U.S. Patent No. 2005-255695 (2005).
 4. Souvik, B., Ramesh, B., Masanobu, S., and Sadao, H., "Removal of High Dose Implanted Photoresist Using Non-damaging CO₂ Cryoaerosol Method," *Semicon Japan* 2005, Dec. 7, Chiba, Japan (2005).
 5. Nagal, N., Imai, T., Tereda, K., Seki, H., Okumura, H., Fujino, H., Yamamoto, T., Nishiyama, I., and Hatta, A., "Stripping of Ion-implanted Photoresist Using Cosolvent Modified Supercritical Carbon Dioxide," *Surf. Interface Anal.*, **34**, 545-551 (2002).
 6. Rothman, L. B., Robey, R. J., Ali, M. K., and Mount, D. J., "Supercritical Fluid Process for Photoresist Stripping," *Sematech Wafer Clean and Surface Preparation Workshop*, May 21, Austin, TX (2002).
 7. Danel, A., Millet, C., Perrut, V., Daviot, J., Rignon, M., and Tardif, F., "Photoresist Stripping Using Supercritical CO₂- based Process," Abs. 795, 204th Meeting of the Electrochemical Society, Oct. 12, Orlando, FL (2003).
 8. Saga, K., Kuniyasu, H., Hattori, T., Korzenski, M.B., Visintin, P.M., and Baum, T.H., "Ion Implanted Photoresist Stripping using Supercritical Carbon Dioxide," Abs. 787, 208th Meeting of the Electrochemical Society, Oct. 16, Los Angeles, CA (2005).
 9. Kim, S. H., Kim, J. H., and Lim, K. T., "Stripping of High Dose Ion Implanted Photoresist Using Cosolvent and Additives in Supercritical Carbon Dioxide," *J. Soc. Imag. Sci. Tech.*, **13**, 285-291 (2007).
 10. Kim, S. H., Yuvaraj, H., Jeong, Y. T., Park, C., Kim, S. W., and Lim, K. T., "The Effect of Ultrasonic Agitation on The Stripping of Photoresist Using Supercritical CO₂ and Co-solvent Formulation," *Microelectron. Eng.*, **86**, 171-175 (2009).