

논문 2004-41SD-12-3

PR 제거공정 적용을 위한 오존 수 생성기술 연구

(A Study on the Ozonized Water Production technology for the PR Strip Process)

손 영 수*, 채 상 훈**

(Young Su Son and Sang Hoon Chai)

요 약

반도체 또는 평판디스플레이 제조에 있어 노광공정 후의 PR(photo-resist) 제거 공정으로서 기존의 황산기반 용액을 대체하는 고농도 오존 수 생성 기술에 대한 연구를 수행하였다. 세라믹 연면방전구조의 오존발생장치를 개발하여, 0.5[l/min]의 산소 유량에서 최대 12[wt%]이상의 오존가스 농도를 얻었으며, 이를 고농도로 물과 혼합하기 위한 고효율 오존접촉장치를 개발하였다. 오존 수 생성 실험 결과, 오존가스 10[wt%]에서 80[ppm]이상의 오존 수 농도를 달성하였으며, 70[ppm]의 오존 수에서 PR 제거율 147[nm/min]의 양호한 결과를 얻었다

Abstract

We have been studied on the high concentration ozonized water production technology which substitute for the SPM wet cleaning solution process as the PR strip process after the photolithography process in the semiconductor and flat panel display manufacturing. In this work, we have developed the surface discharge type ozone generator which has the characteristics of the 12 [wt%] ozone concentration at the oxygen gas flow of 0.5[l/min] oxygen per cell and also developed the high efficiency ozone contactor for the mixing ozone gas with deionized water. As the production test results of the ozonized water, we obtained the ozonized water concentration above 80[ppm] at the 10[wt%] ozone gas concentration, and also had a good result of the PR strip rate of 147[nm/min]. at the 70[ppm] ozonized water.

Keywords : wet cleaning process, PR strip, ozone cell, surface discharge, ozonized water, ozone contactor

I. 서 론

현재 반도체 공정에서 사용하는 습식 세정 공정은 1970년대에 개발된 RCA 세정 방법을 근간으로 한 것으로 유해한 화학 세정액 사용으로 인한 비 환경 친화적 공정임과 동시에 순수(De-Ionized Water:DIW)의 대량 사용 및 고온 공정으로 인해 에너지 자원을 대량으로 소비하는 비경제적 공정으로 평가되고 있다. 특히 반도체 노광 공정 후 공정인 포토레지스트 제거공정은 황산과 과산화수소 혼합용액을 결합시켜 사용해 왔는데, 이러한 황산기반의 습식 세정공정은 잔여 황산과 산화되지 않은

물질을 캐리어 표면으로부터 린스하는 과정에서 많은 양의 DIW를 사용한다. 이와 같이 황산, 과산화수소 등 부식성 화학용액과 정제된 DIW의 다량 사용은 공정 후 폐액처리와 같은 환경문제 유발에 따른 후 처리 문제, 황산의 사용 및 저장에 따른 설비 유지문제 등을 야기하며, 또한 주로 130[. C]의 고온공정으로 인한 전기에너지 사용 증가와 산성가스로 인한 부식으로 공정 유지비용이 증가하는 등 많은 문제점을 갖고 있는 공정이다.^[1-3]

이러한 문제를 해결하기 위해 최근 들어 기존 반도체 습식세정방식에서 사용되어 온 과산화수소보다 더 강력한 산화제로 알려진 오존을 순수에 용해시킨 오존 수(Ozonized Water)를 습식세정공정에 이용하기 위한 공정기술의 개발과 이의 실현을 위한 오존공정설비들이 선진 외국에서 이미 실용화되어 기존 PR 제거공정을 대체하고 있다. 오존 수 방식의 습식 세정은 환경 유해 물질

* 정회원, 한국기계연구원 첨단산업기술연구부
(Advanced Industrial Technology Dept., KIMM)

** 정회원, 호서대학교 전자공학과
(Department of Electronic Eng., Ho Seo University)
접수일자: 2004년7월14일, 수정완료일: 2004년12월1일

을 전혀 사용하지 않으며 순수의 사용량을 획기적으로 줄이면서 PR 제거효과 측면에서 기존 황산기반공정과 대등한 기술로 평가되고 있다.^[4-8]

본 논문은 반도체 또는 평판 디스플레이 제조분야에서 노광공정 후의 PR 및 잔사 제거공정에 적용하기 위한 대체 습식공정인 고농도 오존 수 공정 연구의 일환으로서, 오존 수를 이용한 PR 제거공정의 핵심기술인 고농도 오존 수 생성기술에 관한 것이다. 고농도 오존 수를 생성하는 데 필수 조건으로서 원료가스 유량 0.5[l/min]에서 10[wt%] 이상의 오존가스 농도를 발생하기 위한 세라믹 연면방전방식 방전관 구조를 제안하고, 이에 대한 특성시험을 수행하였다. 또한, 공진모드 제어기법을 이용한 중전압, 고주파수 방식의 고효율 전원공급장치 설계와 고농도 오존가스를 DIW에 고효율로 용해시키기 위한 오존접촉장치 개발하였으며, 이들 요소기술을 연계한 오존 수 생성시험을 통하여 외국의 연구에서 PR 제거를 위해 사용한 70[ppm]급의 농도를 갖는 오존 수 생성 여부를 확인하였다. 또한 PR 제거효과를 확인하기 위한 PR 제거 시험을 수행함으로써 개발한 오존 수 생성기술이 PR 제거를 위한 습식 황산기반공정의 대체 공정 핵심기술로서의 타당성을 입증하고자 하였다.

II. 오존 수 공정 시스템

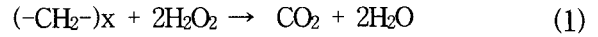
1. 오존 수에 의한 PR 제거 공정

오존 수를 사용하여 반도체 웨이퍼 또는 평판 디스플레이 제작공정에 적용할 수 있는 분야를 아래 [1]-[4]에 나타내었다.

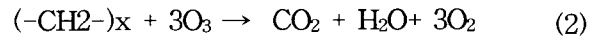
- [1] Oxide growth for hydrophilic surface(6-20 [ppm])
- [2] Organic contamination oxidation (5-20 [ppm])
- [3] Metallic contamination removal (1-30 [ppm])
- [4] PR stripe(60-120 [ppm])

[1]과 같이 반도체 웨이퍼 표면에 얇은 산화 막을 형성시키는 공정과 [2] 및 [3]과 같이 유기오염물이나 금속오염물 습식세정(wet cleaning) 공정 등이 있으며, 이들 공정은 약 30[ppm] 이하의 산화력을 갖는 오존 수 농도를 이용한다. 한편, [4]와 같은 반도체 및 평판디스플레이 분야의 PR 제거공정은 가장 높은 농도의 오존 수가 필요한 공정으로서 현재는 플라즈마를 이용하여 PR을 ashing 한 후, 잔사를 과산화수소와 황산 혼합 화학 액으로 처리하는 건식/습식 혼합공정이 가장 널리 사용되고 있다. 습식 화학용액 내에서 과산화수소는 감광막에 포함된 탄소 기반의 유기물질을 산화시키는 산

화제로써의 역할을 하고 있다.



식 (1)은 과산화수소를 사용한 PR 제거 공정의 화학식을 나타내고 있다. 과산화수소는 식에 나타난 바와 같이 제거 공정 동안 분해되어 물을 생성하기 때문에 화학용액의 농도를 희석시켜 용액의 수명을 단축시키며, 주기적인 보충이 필요하다. 따라서 화학용액의 사용량이 증가함에 따라 폐 황산 등이 포함된 화학 폐수 양이 증가하며, 폐수 처리 공정 중 유독한 과산화수소를 제거하기 위한 탈 과산화수소 공정이 반드시 필요하기 때문에 그 처리 비용이 증가할 뿐만 아니라 환경적인 측면에서도 문제점을 야기 시킨다. 최근 들어 이러한 황산기반 용액에 의한 PR 제거 공정을 대체하기 위한 새로운 공정기술로서 과산화수소보다 더욱 강력한 산화제로 알려져 있는 오존을 순수에 용해한 오존 수 적용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 오존은 일반적으로 과산화수소보다 더 강력한 산화제이며, 용액 내에서 분해 되어도 해로운 반응 생성물을 형성하지 않는다. 또한, 화학용액대신에 DIW를 사용함으로써 용액의 사용량과 폐수 양을 획기적으로 절감할 수 있다. 따라서 환경 친화적이고 경제적인 PR 제거 공정의 개발 측면에서 많은 연구 대상이 되고 있다.



식 (2)는 오존을 사용한 PR 제거 공정의 화학식을 나타낸 것으로, PR 제거 반응 후 물과 산소만 발생하기 때문에 폐 황산 발생 등 과산화수소 공정에서 나타나는 부작용이 전혀 없다.

2. 오존 수 생성 시스템

DIW에 오존을 주입하여 반도체 제조 시 유기물 세정

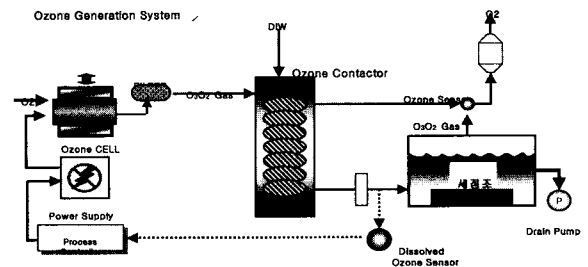


그림 1. 오존 수 생성시스템 구성도
Fig. 1. System configuration of the ozonized water production system.

과 PR 제거를 위한 습식 세정용액으로 사용하기 위한 오존 수 생성시스템을 그림 1에 나타내었다. 고농도의 오존수를 생성하기 위해서는 우선 고농도의 오존가스를 발생하기 위해 오존방전관과 고전압 전원장치 및 주변설비로 구성되는 오존발생시스템, 발생된 고농도 오존가스를 오존수에 고농도로 용해시키기 위한 오존접촉장치, 고농도로 제조된 오존수를 이용하여 PR 제거공정을 수행하는 세정조 그리고 일정한 제거효율을 유지하기 위한 오존농도 제어장치로 구성된다.

본 연구에서 개발한 오존 수 생성시스템 요소기술로서 세라믹 유전체를 사용한 연면 방전식 고농도 오존발생장치와 공진모드 제어 방식의 전원공급장치 그리고 고효율 오존접촉장치 구성은 다음과 같다.

가. 고농도 오존발생장치

고순도의 세라믹 튜브를 유전체로 하여 세라믹 관 내부에 높은 경도를 갖는 텅스텐 와이어를 삽입, 텅스텐 와이어에 고 전압을 인가하고 세라믹 튜브 외부에 워터 자켓을 설치하여 유전체 외부를 냉각시킴으로써 고농도의 오존을 발생할 수 있는 반도체 공정용 연면 방전식 세라믹 방전관을 설계하였다. 산소 가스는 세라믹 관

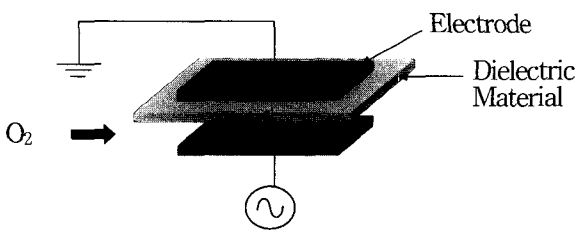


그림 2. 전기방전 기본 구조
Fig. 2. Fundamental structure of electric discharge.

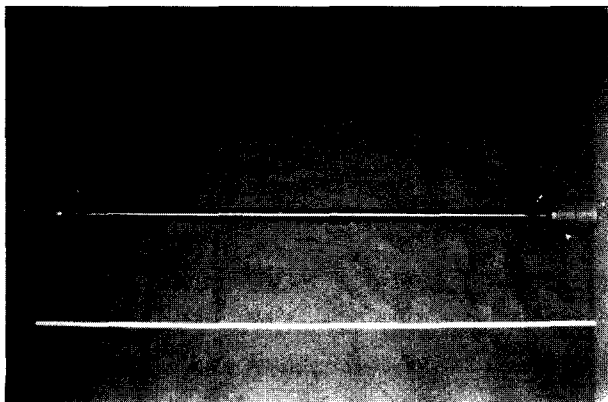


그림 3. 반도체 세정공정용 오존 방전관
Fig. 3. Ozone Cell for the water cleaning Process.

내부를 통하여 주입되며 방전은 유전체와 텅스텐 와이어 사이에서 그림 2와 같이 연 방전형태로 발생하게 되는 구조이다. 그림 3은 제작한 방전관 셀로서 외경 10[mm], 내경 8[mm]인 세라믹 유전체관을 이용하였으며, 내부전극으로는 방전 시 전극의 산화 및 금속 이온의 방출 현상을 억제하여 고 순도의 오존가스를 생성함으로써 반도체 공정용으로 적합하도록 텅스텐 와이어를 채택하였다.

나. 고전압 전원공급장치

전원공급장치의 설계는 오존발생을 위한 방전관의 형상 및 유전체 재질, 방전공극 등의 설계인자를 고려하여 오존발생수율이 높게, 즉 1[kW]의 전기에너지로 가능한 많은 오존을 발생할 수 있도록 에너지 손실이 적게 회로를 설계함으로써, 고전압 에너지가 방전에너지로 전달되도록 고 효율방식으로 이루어져야 한다.¹⁰⁻¹¹ 최근의 설계추세는 방전전압은 안정적이고 균일하게 방전이 발생되도록 최저 전압으로 유지하고, 인버터 방식으로 전원공급장치를 설계함으로써 높은 주파수에 의해 오존발생량을 조절함으로써 짧은 미세방전 주기 형성을 위해 빠른 전압 상, 하강을 특성을 갖도록 하고 있다.

본 연구에서는 고농도의 오존발생이 목적이므로, 소비전력이 다소 높더라도 고주파수, 저 전압 방식으로 설계방향을 설정하였으며, 고속 스위칭에 의한 손실을 줄이기 위해 공진모드 제어기법을 이용하였다. 공진형 인버터 방식의 전력소자 드라이브 방식을 이용, 25-30 [kHz]급의 공진주파수에서 전력소자인 IGBT를 제어하는 전용 전원공급장치를 설계하였다. 또한 방전전압은 매우 작은 방전공극을 갖으며, 고 농도 오존발생을 위한 방전관 구조에 적합하도록 2-4[kV]로 구성한 바, 본 연구에서 설계한 연면방전형 오존발생장치에 적합한 전원공급장치로 활용할 수 있도록 하였다. 그림 4는



그림 4. 고효율 전원공급장치
Fig. 4. High efficiency power supply.

제작한 전원공급장치를 나타낸다.

다. 오존접촉장치

오존은 물에 대한 용해도가 비교적 낮은 기체로서, 액체와의 접촉을 통해 용해하여 적용하는 경우, 산기 반응 장치 또는 인젝터 등의 기체/액체 접촉장치를 통하여 기상의 오존 이온을 액상으로 효율 좋게 이동시켜야 한다. 일반적으로 오존의 액체에 대한 접촉율(용해도)은 액체의 온도, 압력, 오존가스의 농도에 따라 달라진다. 기체 속의 오존 농도가 $Y[g/m^3]$ 인 오존 함유 기체(C_{gas})가 액체와 접촉했을 때 얻을 수 있는 액체 속의 오존 농도 $C_{liquid} [g/m^3]$ 는 헨리의 법칙에 의거 다음 관계에서 계산할 수 있다.

$$C_{liquid} = C_{gas} \cdot K_{temp} \cdot P_{gas} \quad (3)$$

정수 k 는 온도의 함수로서 Bunsen 상수(용해도)이며, P 는 가스 압력이다.

본 연구에서는 오존처리 용도가 일반 산업에서의 적용 분야와 달리 매우 높은 산화력을 필요로 하기 때문에 고농도의 오존가스 발생과 함께 고효율의 오존접촉 효율을 갖도록 오존접촉장치를 설계하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해 고농도 오존가스와 순수가 펌프에

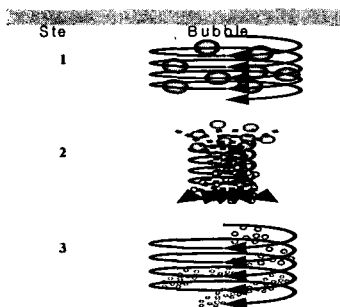


그림 5. 개발한 오존접촉장치 원리
Fig. 5. Principle of the developed ozone contactor.



그림 6. 반도체 공정용으로 개발한 오존접촉장치
Fig. 6. Developed ozone contactor for the semiconductor manufacturing process.

의해 스테틱 믹서와 인젝터를 통하여 혼합하여 접촉장 치상부로 주입되면, 헬리컬 방식의 내부 구조에 의해액 상의 용액과 기체가 혼합되어 그림 5와 같이 버블형태 로 미세화되며, 가운데의 병목부분을 통과하면서 더욱 미세 화됨으로써 최종적으로 초미세 버블만이 중앙의 배출장치를 통하여 접촉장치 밖으로 배출되고 다른 버블은 다시 접촉기 상부로 올라가 동일한 과정을 반복하 게 됨으로써 미세 버블화와 체류시간의 증가를 통하여 오존가스와 순수가 90%이상의 접촉효율을 갖도록 설계 하였다. 개발한 오존접촉장치를 그림 6에 나타내었으며, 순도가 높은 순수에 오존을 고농도로 용해시켜야 하므로 접촉장치 및 부속품을 PFA 테프론 재질로 설계하여 고농도 오존으로 인한 부식 방지를 도모하였다.

III. 성능시험 및 결과고찰

개발한 오존 수 생성시스템이 기존 SPM 용액을 대체할 만한 산화력을 갖는 오존 수를 제조할 수 있는 지의 여부를 확인하기 위해 시제작한 오존발생장치에 의한 오존발생 특성시험과 고효율 오존접촉장치를 통하여 만들어진 오존 수 농도 측정시험을 수행하였다. 또한 이미 외국의 여러 연구에 의해 입증된 오존 수에 의한 PR 제거시험을 통하여 개발한 반도체 공정용 오존 수 생성기술 및 설비의 효율성을 확인하였다.

1. 오존발생 특성시험

산소유량 1 [l/min]일 때 6[g/hr]급 성능을 갖는 세라믹 연면방전관 12개를 병렬로 연결하여 설계한 원통형 오존발생장치 시제작품을 이용하여 유량 및 방전전력 변화에 대한 오존발생특성 즉 오존발생 농도, 발생량 및 수율 특성시험을 수행하였다. 그림 7은 제작한 오존발생장치 및 성능 실험장치 구성을 나타낸 것으로



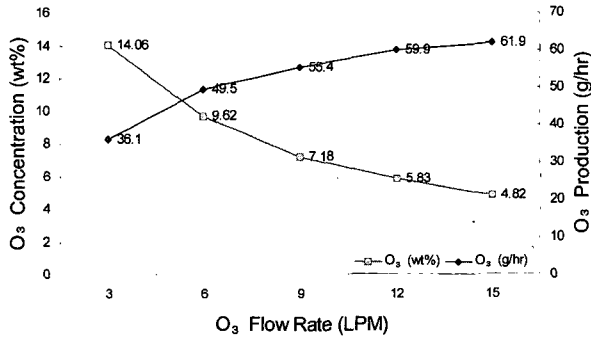
그림 7. 개발한 70[g/hr]급 오존발생장치 및 시험장치
Fig. 7. Developed ozone generator of 70[g/hr] and experimental set-up.

방전전력은 본 연구로 개발한 전용 전원공급장치를 이용하였으며, 4개의 방전관 zone 각각에 전력을 분리하여 공급하도록 하였다. 먼저 산소유량을 3[l/min]에서 15[l/min]까지 3[l/min]씩 변화하면서 특정 방전전력(800[W], 1000[W])을 공급하였을 때의 오존발생농도 측

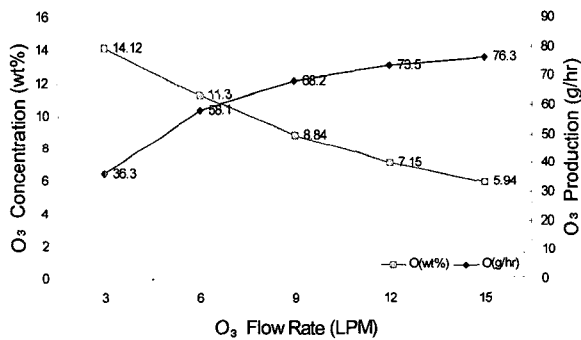
정 및 발생량 계산 결과를 그림 8에 나타내었다. 오존 발생장치내의 방전관 압력은 0.7[bar], 냉각수 온도는 16[. C]를 유지하였다.

다른 방전관에서의 특성과 마찬가지로 유량이 적을 수록 오존 농도는 증가하고 발생량은 감소함을 알 수 있으며, 방전전력 1000[W] 일 때 당초 설계목표인 유량 12[l/min]에서 오존발생량 70[g/hr] 이상을 달성하여 목표성능을 초과함을 알 수 있었다.

오존 농도의 경우, 그림 9에서와 같이 산소유량 6[l/min]이상에서 방전전력 800[W]부터 10[wt%]이상을 기록함으로써 제안한 세라믹 연면방전방식 오존발생장치로 고농도 오존생성특성을 얻을 수 있음을 입증하였다.



(a) 방전전력 800[W]



(b) 방전전력 1000[W]

그림 8. 방전전력 변화에 따른 오존발생량 특성

Fig. 8. Ozone production characteristics according to the discharging power variation.

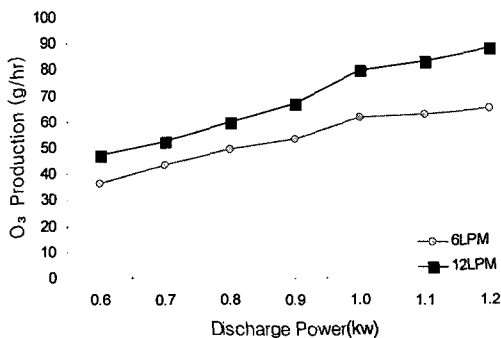


그림 9. 방전전력 변화에 따른 오존농도특성

Fig. 9. Ozone concentration characteristics according to the discharging power variation.

2. 오존 수 생성시험

제작한 고농도 오존발생장치와 오존접촉장치를 내장한 세정조를 이용하여 30리터의 물을 순환시키면서 오존발생장치의 산소유량 6[l/min], 방전관 압력 0.7[bar], 오존발생장치 냉각수 온도 14[. C]를 유지하면서 방전전력을 조절하여 오존농도 8[wt%], 10[wt%], 12[wt%] 각각에 대해 오존접촉장치에서 물과 오존가스를 접촉하면서 시간변화에 따른 용존 오존농도 변화를 측정하는 방법으로 성능시험을 수행하였다. 오존접촉을 통하여 발생한 오존 수는 세정조로 공급되며, 순환시스템을 통하여 다시 접촉장치로 주입되도록 하였으며, 이때 분 당 5리터의 물은 외부에서 새로 공급함과 동시에 드레인 배관을 통하여 배출되도록 함으로써, 외국의 오존 수 세정연구에서 사용한 시험방법과 동일하게 그림 10과 같이 구성하였다. 세정조 내에는 오존접촉장치로부터 공

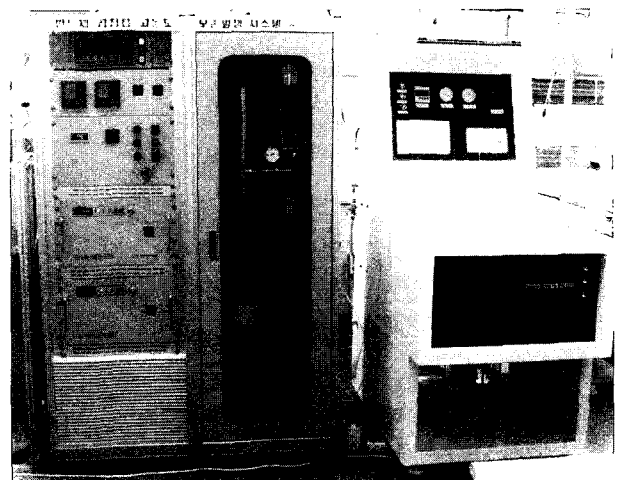


그림 10. 개발한 반도체 공정용 오존 수 생성시스템

Fig. 10. Developed ozonized water production system for the use of semiconductor manufacturing process.

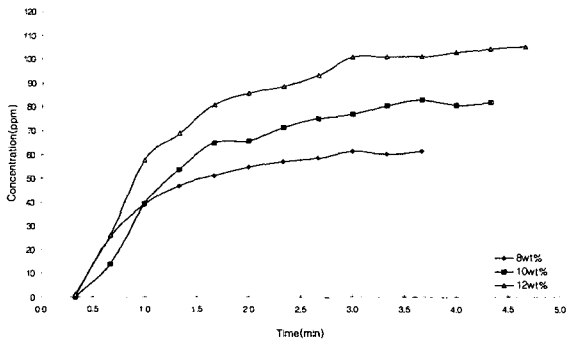


그림 11. 고농도 오존 수 생성시험 결과
 Fig. 11. Test results of the high concentration ozonized water production.



그림 12. 생성된 고농도 오존 수
 Fig. 12. Produced high concentration ozonized water.

급되는 오존 수의 용존 오존농도를 측정하기 위해, 일본 okitronics사의 0-200[mg/L] 측정범위를 갖는 용존 오존모니터를 이용하였다. 오존모니터에서 출력되는 오존 수 농도는 ppm단위이며 매 20초마다 오존 수를 샘플링하여 농도를 측정한다.

그림 11에 오존발생장치의 방전전력을 조절하여 오존점촉장치 내부압력을 1.5bar, 물 온도는 상온 20[. C], 를 유지한 상태에서, 오존발생농도 8[wt%], 10[wt%], 12[wt%] 각각에 대해 오존점촉장치를 통해 발생하는 오존 수의 농도변화 측정결과를 보였다. 시험결과, 오존 농도 8[wt%]에서는 주어진 조건하에서 오존점촉 개시 후 3분이 지나면서 최대 용존 농도 6[l/min], 10[wt%]에서는 4분대에서 80[ppm]을 넘었으며, 12[wt%]에서는 최대 105[ppm]을 달성하였다. 이는 10[wt%]의 오존가스를 주입할경우 압력변화 및 물 온도에 따른 오존용해도를 나타낸 미국의 자료에서 물 온도 21.1[. C], 가스 압력 22[psi]일 때의 용존 농도가 70[ppm] 부근인 것과 비교할 때, 본 성능시험 조건이 물 온도 20[. C]인 것을 감안할 때 본 시험의 오존 용존 농도가 좀 더 높게 나타났다. 따라서, 본 연구에서 개발된 오존점촉장치의 오존점촉효율이 매우 만족스러운 성능을 나타냄을 확인하였으며, 이를 이용하여 PR 제거시험을 수행하였다.

표 1. PR 제거율 측정결과
 Table 1. Measurement results of the PR strip rate.

ppm/min	PR Thickness (Å)					
	중앙	우	상	좌	하	평균
50 / 1	8440	8241	8434	8869	8763	8549
50 / 3	6997	7046	5761	7418	7839	7012
50 / 5	4868	3348	5064	6533	5945	5151
50 / 7	501	571	580	3185	2037	1374
50 / 12	20	46	426	52	0	108
70 / 1	8064	7980	8506	8630	8229	8281
70 / 3	5541	6729	5659	4716	6653	5859
70 / 5	489	638	593	2556	1066	1068
70 / 7	0	0	0	0	0	0

2. PR 제거시험

반도체 제조공정에서 대표적인 난분해성 유기화합물인 노광공정 후의 PR 제거분야에 고농도 오존 수 세정 설비 활용의 타당성 확인을 위한 PR 제거시험을 수행하였다. 시험방법은 두께 1.03[um]로 코팅된 8" 웨이퍼 20장을 준비하여 특정 농도의 오존 수가 담겨진 세정조에 처음에는 1분간 침적했다 꺼내고, 그 다음에는 3분, 5분 씩 매 2분마다 웨이퍼를 교체하여 시간 간격별로 PR 제거정도를 측정하는 방법을 택하였다. PR 제거를 위한 오존 수 농도는 50[ppm]과 70[ppm] 두 가지에 대하여 수행하였으며, PR 제거에 따른 두께 측정은 전자통신연구원에서 보유하고 있는 나노 스펙트럼 미터를 이용, 각 웨이퍼의 상, 하, 좌, 우, 중앙 5곳의 두께를 측정하여 평균값을 취하였다. 오존 수 농도가 높을 수록 PR 제거율이 높아서 PR이 완전히 벗겨지는 시간이 단축됨을 알 수 있다. 본 연구에서 70[ppm] 오존 수에서 분당 PR 제거율은 147.1[nm]로 나타났으며, 이는 오존 수 농도가 높을 수록 향상될 것이다.

IV. 결 론

황산기반 습식세정용액에 의해 수행되어 온 반도체 노광공정 후의 포토레지스트 제거공정이 가지고 있는 고비용, 고 에너지 소비 및 비 환경친화적 문제를 해결하기 위한 방법으로 반도체 공정 적용을 위한 고농도 오존 수 생성 설비를 개발하고 성능시험을 통하여 오존 수를 이용한 PR제거 공정의 효용성과 개발한 오존 수 생성 설비의 타당성을 확인하였다.

제한한 수 냉각 구조의 세라믹 연면방전관은 방전전력 1000[W] 일 때 당초 설계목표인 유량 12[l/min]에

서 오존발생량 70[g/hr] 이상을 달성하였으며, 오존 농도의 경우, 산소유량 6[l/min]이상에서 방전전력 800[W]부터 10[wt%]이상을 기록함으로써 제안한 세라믹 오존발생장치가 고농도 오존생성특성을 가짐을 확인하였다. 오존 수 생성시험결과, 10[wt%]의 오존가스농도로 물 온도 20[. C], 가스압력 1.5[bar]에서 생성된 오존 수가 80[ppm] 이상의 용존 오존농도를 기록함으로써 고농도 오존 수 생성을 위해 제안한 오존접촉장치가 고효율로 오존 수를 생성할 수 있음을 입증하였다. 개발한 오존 수 생성설비로 반도체 세정공정에서 가장 분해가 어려운 유기화합물인 PR 제거능력시험을 수행하였다. 시험결과, 70[ppm]의 용존 오존농도를 갖는 오존수에서 1.03[um]로 도포한 PR이 147[nm/min]의 제거율로 7분 이내에 완전히 제거됨을 확인하였다.

본 연구는 반도체 제조공정에 있어 가장 높은 산화력을 필요로 하는 세정공정인 PR 제거공정 전용 오존 수 설비 개발을 목적으로 한 국내 최초의 시도로서, 제안한 오존발생장치와 오존접촉장치를 포함하는 오존 수 생성시스템 요소기술을 확보함으로써, 반도체 웨이퍼 및 평판 디스플레이(FDP)의 PR 제거 공정분야에 효과적으로 적용할 수 있을 것으로 기대된다. 향후, 본 연구 결과를 바탕으로 최적의 PR 제거율을 갖으며, 반도체 생산수율을 만족하는 오존 수를 이용한 PR 제거공정 설비의 실용화 개발에 본 요소기술을 활용할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] W. Kern, *Handbook of Semiconductor wafer Cleaning Technology*, Noyes Publications, West wood, NJ, pp.383-391, 1993.

[2] J. K. Tong, et al., *Cleaning Technology in Semiconductor Device Manufacturing*, J.Ruzyllo and R.E. Novak, Editors, PV 92-12, p.18, The Electrochemical Society Proceedings Series, Pennington, NJ, 1992.

[3] J. Wei and S. Verhaverbeke, *Cleaning Technology in Semiconductor Device manufacturing V*, The Electrochemical Society, Inc., Pennington, NJ, pp.496-504. 1998.

[4] S. Nelson, "Ozonated Water for Wafer Cleaning and Potoresist Removal", *Solid State Technology*, pp.107-112, July 1999.

[5] J. Cheng, D. Nemeth, "The Study of Temperature Effect in Photoresist Stripping with DIO3 Process", Technical Report, Akron, Allentown, PA, April 1999.

[6] Bruno Langlais David A, "Ozone in water treatment: application and engineering", American Water Works Association Research Foundation, 1991.

[7] S.De Gendt, J. Wauters adn M. Heyns, A novel photoresist and Post-Etch Residue Removal Process Using Ozonated Chemistry, *Solid State Technoloty*, December, pp.57-60, 1999.

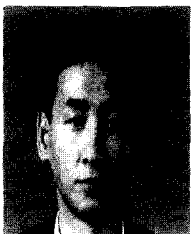
[8] 박진구, "환경친화적 일조형 웨이퍼 세정기술 보급", 청정생산기술 이천확산사업 보고서, 2003년 2월

[9] 차성일, "오존발생기 성능시험방법 표준화", 산업기반 기술 표준화연구사업 보고서, 2002년

[10] 이형호, 조국희, "유전체 장벽 방전 내에서 오존발생 특성", *대한전기학회 논문지 제49권 C편, 제12호*, 673-678쪽, 2000년

[11] 손영수, 함상용, 문세호, "반도체 웨이퍼의 오존 수 세정을 위한 고농도 오존발생장치 특성연구", *대한전기학회 논문지 제52권 C편, 제12호*, 579-586 쪽, 2003년

— 저 자 소 개 —



손 영 수(정회원)
 1982년 동국대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1984년 동국대학교 전자공학과 석사 졸업.
 1996년 동국대학교 전자공학과 박사 졸업.

1989년~현 재 한국기계연구원
 <주관심분야: 반도체 장비, 자동화시스템>

채 상 훈(정회원)
 1981년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1983년 부산대학교 전자공학과 석사 졸업.
 1992년 부산대학교 박사 졸업.
 1983년~1997년 한국전자통신연구원
 1997년~현 재 호서대학교 전자공학과
 <주관심분야: 반도체 공정>

