

대면적 플라즈마 소스에의 E-ICP 적용과 그 효과 비교

Comparison of E-ICP Effect for Large Area Plasma Source

김진우, 손민영, 박세근, 오범환
(Chin-Woo Kim, Min-Yeong sohn, Se-Geun Park, Beom-Hoan O)

Abstract

Large area plasma source becomes important as the substrate size increases. In this work, four inductively coupled plasma(ICP) unit sources are distributed 2×2 array. E-ICP concept is applied to the 2×2 array ICP and its effect is examined. Characteristics of the plasma are measured, and photoresist etching is performed with oxygen plasma. Good etching characteristic in terms of etching rate and uniformity can be obtained with E-ICP.

Key Wards(중요용어) : Large-area plasma, E-ICP, 2×2 array, etching

1. 서론

반도체 제조용 기판 및 평판표시기용 기판의 크기가 증가함에 따라 넓은 영역에서 균일하게 식각하기 위한 대면적 플라즈마 소스 개발의 중요성이 부각되고 있다^[1]. 직접회로(VLSI)의 제작에서는 sub-micron 이하의 극미세 구조 공정에 대한 issue가 중요시되고 있으나 평판표시기 공정에서는 대형 기판상에서의 공정 균일도가 가장 우선되는 요구조건이다.

LCD 제조공정에서는 지금까지 용량결합형(CCP) 형태의 반응성 이온 식각장비(RIE)를 사용한 전식식각이 주로 사용되었으나 plasma를 형성하는 power

와 bias power가 서로 연동되어, plasma 밀도와 ion bombardment energy를 선택적으로 조절하기가 어려워 식각의 선택성이 약화되는 문제를 가지고 있다. 또한 고밀도의 plasma를 균일하게 생성하기가 어렵다. 따라서 차세대 대면적 고품위 LCD 공정에는 새로운 plasma source가 필요하게 된다. 낮은 압력하에서 낮은 전자온도와 $10^{17}/m^3$ 이상의 균일한 plasma를 생성할 수 있으며 plasma 밀도와 ion bombardment energy를 개별적으로 조절 가능한 remote plasma source가 많이 이용되고 있다^[2]. 이 중에서 반도체 공정에서 성공적이었던 유도결합형 plasma(ICP)에서는 보통 평면의(planar) 나선형(spiral) 형태의 안테나를 통해 RF 전원을 공급하게 되는데 chamber의 크기가 커짐에 따라 안테나의 크기 또한 증가되어야 하므로 직렬저항(series resistance)이 증가하여 오옴손실(ohmic loss)이 증가하여 power의 전달이 비효율적이 된다. 또한 유전체

* 인하대학교 전자재료공학과
(인천시 남구 용현동 인하대학교,
Fax: 032-875-5882
E-mail:tmn1@orgio.net)
2000년 월 일 접수, 2000년 월 일 심사완료

의 대형화와 두께 상승에 따른 장비제작의 비용이 증가되고 유도결합 효율을 저하시키는 문제점을 가지고 있다^[2,3].

위와 같은 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 상업용 반응이온식각방식(RIE)의 LCD etcher의 상단부를 개조하여 평면(planar) 나선형(spiral) 형태의 단위 ICP source를 2×2로 배열한 대면적 chamber를 제작하여 대면적화 하였으며^[6], 본 연구에서는 E-ICP 개념을 array ICP plasma에 적용하고자 하였다.

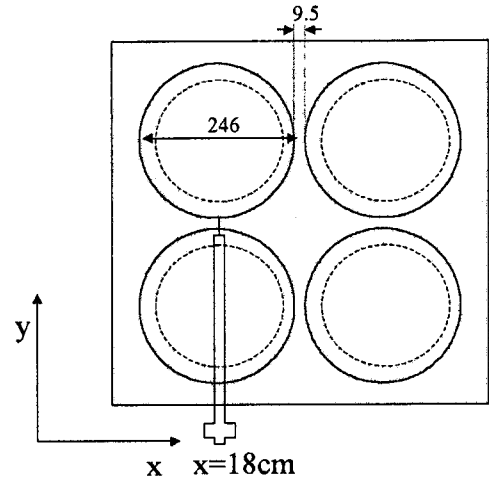
본 연구진에 의해 개발된 E-ICP는 축방향의 시변 약 자기장을 주기적으로 조절함으로써 플라즈마의 특성을 향상시켜 매우 우수한 식각 특성을 얻은 바 있다.^[5] 본 연구에서는 E-ICP 개념을 620×620mm²의 대면적 chamber에 적용하여 그 효과를 비교하였다.

2. 본 론

본 연구에서 사용한 chamber의 크기는 가로,세로,높이 625 ×625 ×180mm이고, 구리선을 4회 감아 만들어진 4개의 단위 안테나는 하나의 matching network를 통하여 하나의 RF 전원과 연결하였고, chamber의 상부와 하부에 감긴 코일에 전류를 인가하여 자기장이 유도될 수 있게 하였으며 [그림 1]에 그 개략적인 구조를 나타내었다.

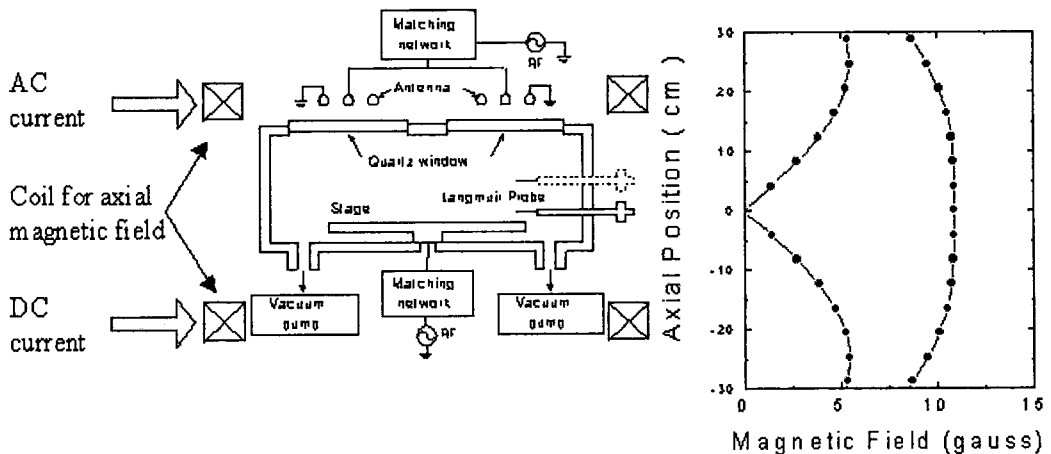
두 코일은 40cm의 간격을 두고 있고, 두 코일 중심에 substrate가 위치하게 되어 축방향으로 균일한 자기장이 인가되고 있다.

플라즈마의 특성을 진단하기 위하여 Langmuir probe를 이용하여 Ar 플라즈마를 진단하였다. [그림 2]는 Langmuir probe 진단위치를 나타내고 있다.

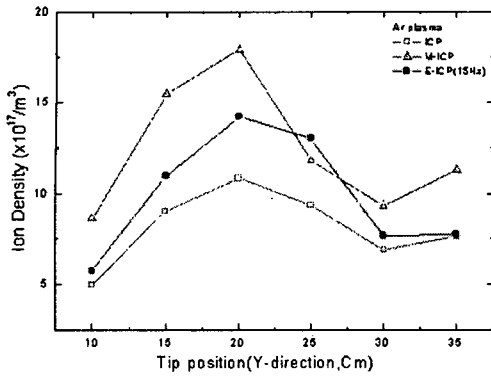


[그림 2] Langmuir probe 측정위치

[그림 3]은 substrate의 상단 8cm에서 Ar 플라즈마의 ion 밀도를 측정된 결과이다. 상부와 하부에 모두 dc current를 인가하는 M-ICP의 경우 ion의 밀도는 증가시켰으나 공간분포는 그리 균일하지 못한 특성을 보이는 반면, E-ICP는 상부에는 15Hz의 ac를 하부에는 dc 전류를 인가하여 ion 밀도의 증가와 함께 균일한 특성도 보이고 있다

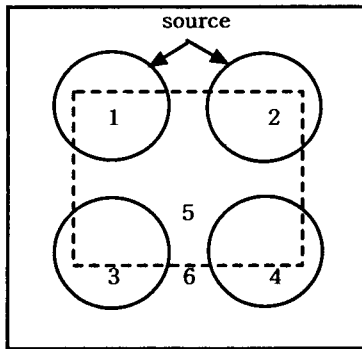


[그림 1] 2x2 배열 ICP 구조도 및 챔버 내부의 자기장 분포



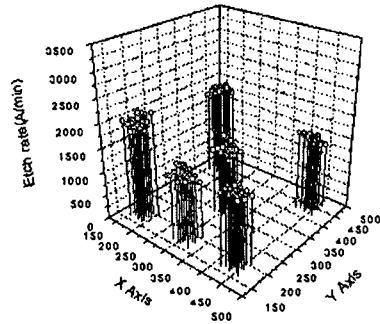
[그림 3] ICP, M-ICP, E-ICP의 위치에 대한 ion 밀도
 RF power=600W; pressure=20mTorr; Ar flow rate=150sccm; tip position x=18cm, z=8cm.

Source power 600W, 공정압력은 20mTorr, 산소의 flow rate은 100sccm, bias power는 250W의 공정조건하에서 산소 plasma를 사용하여 감광제 식각공정을 수행했다. Alpha-step을 사용하여 공정 후 식각된 단차를 측정하였고 측정한 위치를 [그림 4]에서 나타내고 있다.

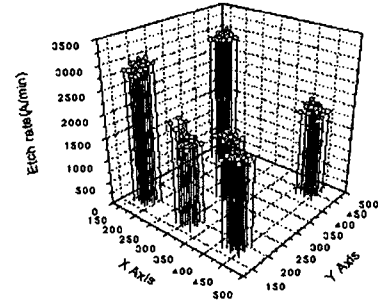


[그림 4] 기판의 식각을 측정 위치(Top View)

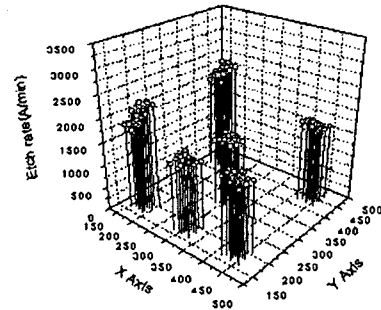
[그림 5]는 각 source type에서 측정 위치에 대한 식각율을 나타내고 있고 [그림 6]은 chamber의 x축, y축, 그리고 대각축에 대한 식각율을 나타내어 축에 대한 식각 특성을 비교하였다.



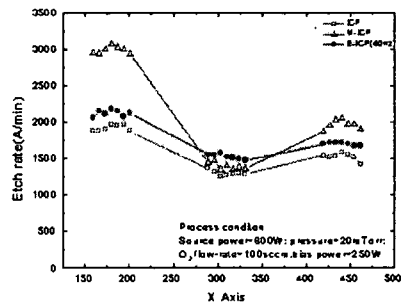
[그림 5-a] PR 식각을 분포, (ICP:O₂ plasma)



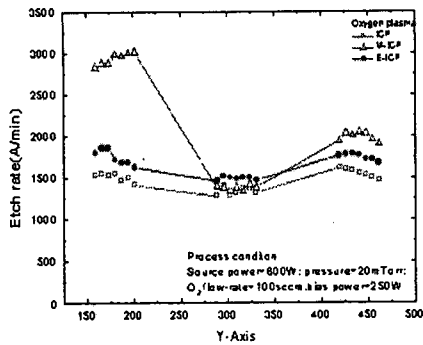
[그림 5-b] PR 식각을 분포, (M-ICP:O₂ plasma)



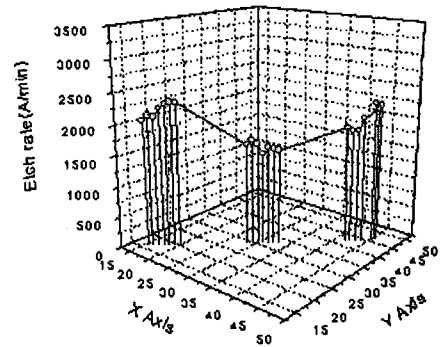
[그림 5-c] PR 식각을 분포, (E-ICP(ac 40Hz): O₂ plasma)



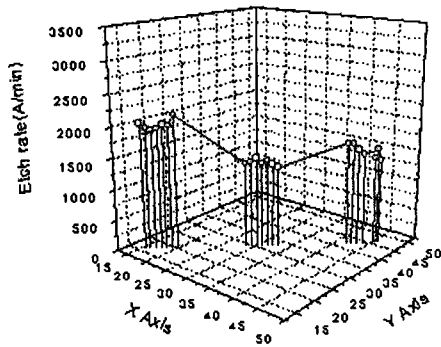
[그림 7-a] x축 방향에 대한 식각율



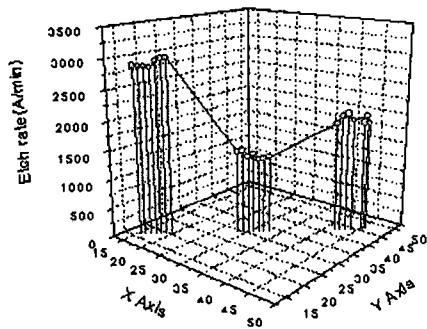
[그림 7-b] y축 방향에 대한 식각율



[그림 7-e] 대각축에 대한 식각율, E-ICP(40Hz)



[그림 7-c] 대각축에 대한 식각율, ICP



[그림 7-d] 대각축에 대한 식각율, M-ICP

실제 식각 결과에서도 보여지듯이 M-ICP는 식각율의 향상은 있었으나 균일하지 못한 식각 결과를 보였고, E-ICP의 경우 균일하게 향상된 식각되는 특성을 확인하였다.

3. 결 론

4개의 단위 ICP를 2×2로 배열한 대면적 chamber에 E-ICP를 적용하여 식각율과 균일도 두가지 면에서 모두 우수한 결과를 얻었다. 대면적 플라즈마 source에 E-ICP의 적용 가능성을 확인하였으며 그 유용성을 검증하였다.

참고 문헌

- [1]. A. Shih and R. Beer, "Solid State Technol.", pp.71-80, May 1996.
- [2]. A. E. Wendt and L. J. Mahoney, *Pure & Appl. Chem.*, vol. 68, No. 5, pp.1055-1058, 1996.
- [3]. Z. Yu, D. Shaw, P. Gonzales, and G. J. Collins, *J. Vac. Sci. Technol., A* vol. 13, pp. 871-874, May/June 1995.
- [4]. 홍문표, "TFT-LCD용 박막의 에칭기술", 1999년도 LCD거점연구단 TFT-LCD 집중교육, February 1999.
- [5]. Beom-Hoan O, Jae-Seong Jeong, and Se-Geun Park, "Improvement of ICP Plasma with Periodic Control of Axial Magnetic Field", *Surface & Coating Technology*, Nov.1999.
- [6]. Se-Geun Park, Chul Kim, and Beom-Hoan O, "An array of inductively coupled plasma source for large area plasma, *Thin solid films*, 1999