

내장형 Multiple U-type 안테나를 이용한 나노 다결정 실리콘의 증착에 대한 연구 Study of nanocrystalline silicon deposition using internal Multiple U-type antenna

김홍범^a, 이형철^b, 염근영^{a,b}
^a성균관대학교 나노과학기술학부,
^b성균관대학교 신소재공학부

초록: 나노 다결정 실리콘 박막 증착을 하기 위해서 현재 정전결합플라즈마(CCP, Capacitively Coupled Plasma)를 이용한 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 공정에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 유도결합플라즈마(ICP, Inductively Coupled Plasma) 정전결합플라즈마보다 플라즈마 밀도가 높고 파워전달 효율이 좋은 것으로 알려져 있으나 대면적화 어려워 기판이 큰 TFT-LCD로는 많이 연구되고 있지 않다. 본 연구는 유도결합플라즈마를 위해 내장형 multiple U-type 선형 안테나를 이용하여 나노 다결정 실리콘 박막을 증착하여 그 특성을 분석하였다.

1. 서 론

나노 다결정 실리콘은 비정질 실리콘보다 전기적 특성이 우수하고, 빛에 의한 전기적 특성 저하가 비정질 실리콘보다 낮다. 따라서 박막 트랜지스터(TFT, Thin Film Transistor)를 비정질 실리콘 층을 나노 다결정 실리콘 층으로 대체하면 주변회로의 일체화가 용이하고, 고속의 정보처리가 가능하게 된다.⁽¹⁾⁻⁽³⁾ TFT-LCD의 대형화에 따라 나노 다결정 실리콘 증착 역시 대면적화가 활발히 연구되고 있으나, 대부분 정전결합플라즈마(CCP, Capacitively Coupled Plasma)를 이용한 것으로서 유도결합플라즈마(ICP, Inductively Coupled Plasma)에 관한 연구는 미비하다.⁽⁴⁾ 본 연구는 정전결합플라즈마 보다 플라즈마 밀도가 상대적으로 높은 유도결합플라즈마를 이용하여 대면적(370mm X 470mm) 기판위의 나노 다결정 실리콘 증착에 대한 것이다.

2. 본 론

본 연구는 유도결합플라즈마를 대면적화하기 위하여 기존의 나선형태의 안테나가 아닌 두꺼운 쿼츠판이 필요 없어 대면적화가 유리하고, 파워전달 효율이 좋은 내장형 Multiple U-Type 안테나를 사용하였다.⁽⁵⁾ Turbo molecular pump를 사용하여 기저 진공을 2×10^{-6} Torr에서 실험을 하였으며, 공정압력을 유지하기 위해 throttle valve (VAT)를 사용하였다. 충분한 열전달이 이루어지도록 했으며, SiH₄와 희석 가스는 H₂를 사용하여 코닝 글래스(Corning glass 1737)와 SiO₂ 샘플을 기판으로 하였다. 먼저 내장형 multiple U-type 안테나의 플라즈마 밀도를 알아보기 위하여 랭뮤어 프루브(Langmuir Probe)를 이용하여 측정하였다. Ar가스를 넣어 15 mTorr로 공정 압력을 유지하며, 13.56 MHz의 교류 소스 전력을 300 W에서 4000 W까지 변화하여 측정한 결과 4000 W에서 1.8×10^{11} cm⁻³의 플라즈마 밀도를 얻어 기존의 정전결합플라즈마보다 높은 밀도를 갖는 것을 확인하였다. Multiple U-type 안테나를 사용했을 때의 나노 다결정 실리콘 박막의 증착 특성을 알아보기 위해서 기판과 안테나의 거리는 2 cm, 기판 온도는 250°C로 고정하고 표 1과 같은 공정변수를 가지고 실험하였다.

표 1. 공정변수와 실험범위

공정변수	실험범위	단위
수소희석비	50-90	%
공정압력	5~30	mTorr

Multiple U-Type 안테나를 사용한 유도결합플라즈마로 나노 다결정 실리콘 박막을 증착 후 Raman spectroscopy (Renishaw, Invia Basic)를 사용하여 결정화도를 측정한 결과 공정압력에 관계없이 수소 희석비가 높아질수록 결정화도는 증가하고 증착 속도는 낮아지는 것을 알 수 있었으며, 공정압력이 5 mTorr이고 수소희석비가 90%일 때 최고 58.8%이다.

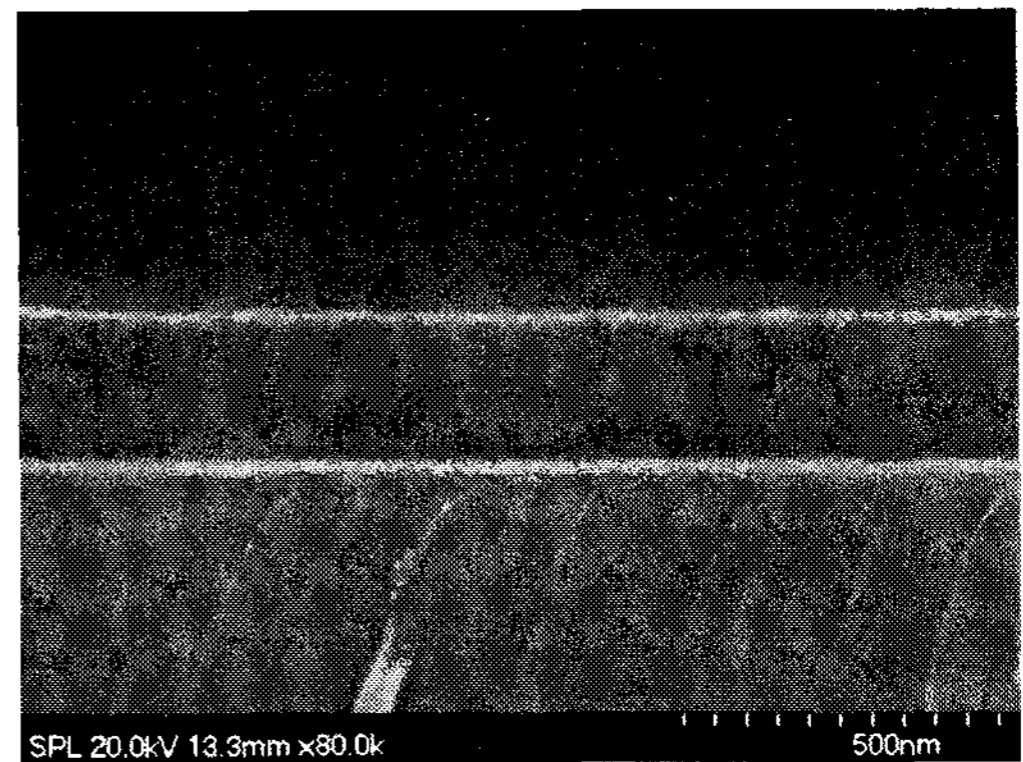


그림 1-a. Cross view

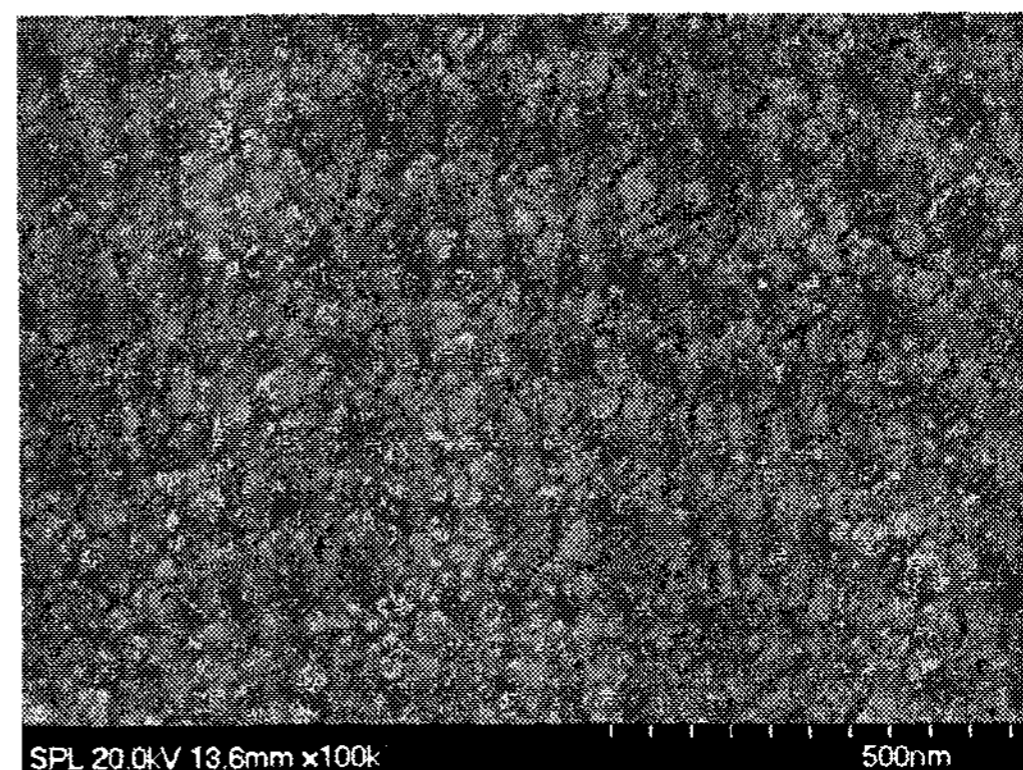


그림 1-b. Top view

그림 1. 기판온도가 250°C 이고, RF Source Power가 2000 w, 수소희석비가 70%이며, Working Pressure가 30 mTorr일 때 증착된 나노 다결정 실리콘 박막의 FE-SEM(Hitachi, S-4700)의 사진 또한, 공정압력이 증가할수록 증착속도가 증가하는 것을

볼 수 있었고 공정압력이 30 mTorr, 수소회석비가 50% 일 때 최고 1.78 A/sec를 확인하였다.

3. 결 론

유도결합 플라즈마 소스인 내장형 multiple U-type 안테나를 사용하여 실리콘 박막을 증착한 결과 나노 다결정 실리콘 박막이 됨을 확인하였다. 수소회석비가 증가할수록 나노 다결정 실리콘 박막은 결정화도가 증가하는 것을 볼 수 있었고, 공정압력이 증가할수록, 수소회석비가 감소할수록 증착속도가 증가하는 것을 확인하였다.

감 사 의 글

본 연구는 삼성 종합 기술원의 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

- [1]. P.G. LeComber, W.E. Spear, A. Gaith, Electron. Lett. vol 15 (1979), pp.179.
- [2]. M.J. Powell, IEEE Trans. Electron Devices, vol 36 (1989), pp.2753.
- [3]. N. Ibaraki, Digest of Technical Papers, 1995, Int. workshop on Active-Matrix LiquidCrystal Displays, Osaka, Business Center for Academic Societies, Japan, 1995, p. 67
- [4]. J.K.Rath, Solar energy materials & solar cells, vol 76 (2003) pp.431-487
- [5]. K. N. Kim, Y. J. Lee, S. J. Jung, and G. Y. Yeom, Japanese journal of applied physics, Vol. 43, No. 7A, 7(2004), pp.4373-4375