

비정질/다결정 실리콘 박막 저항의 열처리에 따른 특성

(The resistance characteristics of Amorphous- and Poly- Silicon films according to heat treatment)

현영철, 김기홍, 박 민, 박종문, 구진근

한국전자통신연구소반도체연구단

대전광역시 유성구 가정동 161번지, 305-350

Tel) 042 - 860 - 5256, FAX) 042 - 860 - 6200

다양하고 복잡한 기능의 시스템이 요구됨에 따라 아날로그(analog)와 디지털 (digital) 기능을 한개의 반도체 칩내에서 동시에 구현하고자 하는 혼성(mixed) 기능이 필요하게 되었으며, 집적도가 높은 CMOS 공정기술로 해결하고자 노력하고 있다. 이를 위해서는 아날로그 회로에서 사용되는 수동소자인 저항이 수백 ~ 수천 ohm /sq 정도의 범위에서 정확한 값이 요구된다.

본 연구에서는 저항 문제를 해결하고자 LPCVD(Low Pressure Chemical Vapor Deposition) 방법으로 550°C, 580°C, 625°C 로 분류하여 약 200nm 두께를 갖는 비정질 및 다결정 실리콘 박막을 증착하고, 625°C 의 N₂ 분위기에서 500 mTorr 의 저압(Low pressure) 과 상압 (Atmospheric Pressure) tube에서 시간을 분류하여 열처리한 뒤, As 9x10¹⁴ ions/cm² - 100KeV 이온 주입 후의 activation 을 고려한 950°C - 10분의 최종 열처리 공정을 차례로 수행하여 시료를 제작하였다. 그 결과 약 0.7 ~ 2.6 KΩ/ 정도의 면저항값의 분포와 2% 이내의 균일도를 얻었으며, 증착 온도가 낮을수록 작은 면저항(sheet resistance) 값을 가진 특성을 얻었다 (표 1). 이 결과는 실리콘 박막의 증착 온도가 낮을수록 후속 열처리에 의해 결정 입자가 상대적으로 커져 grain boundary 혹은 sub-grain boundary 의 수가 줄어들었음을 의미하며 TEM (Transmission Electron Microscope)을 통해 후속 열처리에 따른 특성을 확인하였다 (그림 1). 또한 비정질/다결정 실리콘 박막의 증착 후 625°C 의 열처리 조건에 따른 저항값의 변화는 저압 혹은 상압의 압력에 관계없이 4시간 이상이면 동일한 값을 나타내고 있는데, 이는 결정

입자의 성장이 열처리 분위기(Ambient) 보다는 온도 및 시간의 함수로 추정되며, 본 실험에서는 625°C 4시간 이내에 결정입자의 성장이 완료되는 것으로 추정할 수 있다.

표 1. 비정질/다결정 실리콘박막의 공정조건 변화에 따른 면저항값

열처리 조건	열처리 시간	실리콘 박막 증착온도					
		625°C (Ω/)	균일도 (1σ)	580°C (Ω/)	균일도 (1σ)	550°C (Ω/)	균일도 (1σ)
저압공정 500mTorr	4 hr	2.47K	1.8 %	997	1.6 %	-	-
	6 hr	-	-	959	4.9 %	707	3.5 %
	8 hr	-	-	-	-	703	3.6 %
	10 hr	-	-	991	1.3 %	-	-
	12 hr	-	-	-	-	694	2.2 %
상압공정	4 hr	2.61K	0.6 %	994	2.4 %	-	-
	6 hr	-	-	981	1.9 %	-	-
	10 hr	-	-	984	1.5 %	-	-
비열처리	0 hr	2.36K	1.9 %	-	-	-	-

Amorphous silicon

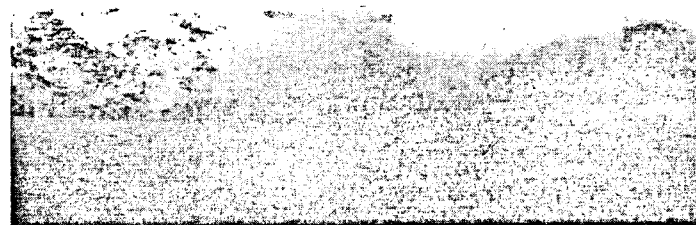
Oxide



(a) 580°C 에서 증착된 비정질 실리콘박막의 결정입자

Poly silicon

Oxide



(b) 625°C 에서 4 시간동안 열처리 후의 다결정실리콘 박막의 결정입자

그림 1. 열처리 전후의 비정질 실리콘 박막의 결정입자 형상 (TEM)