

Inkjet head의 heater용 코발트실리사이드의 형성과 특성연구

노영규, 장호정, 박준섭

단국대학교대학원 전자컴퓨터공학과, 단국대학교 전자공학과, 삼성종합기술원

Abstract

Poly-Si/SiO₂/Si의 하부기판구조 위에 Co금속을 E-beam evaporation 방식으로 증착하고 금속 열처리 방식을 통해 inkjet 프린터헤드의 heater로 사용할 수 있는 코발트실리사이드를 형성하였다. RTA로 열처리 온도와 시간을 변수로하여 코발트실리사이드의 가장 안정적 결정상 및 성분분포를 찾고 이렇게 제작된 박막의 면저항과 표면특성을 통해 고온에서 사용할 수 있는지를 연구하였다. 박막을 발열체(400~600℃)로 사용하기 위해서는 발열체가 외부배선과의 접촉 저항보다 커야하고 저항이 고온에서 크게 변하면 안 된다. 코발트 실리사이드는 800℃ 20sec에서 발열체로 사용하기에 적당한 특성을 보였다. 그러나 실리사이드반응이 RTA에서 400℃ 20sec에서 형성되기 시작하지만 열처리 온도를 높일수록 박막의 면저항과 상변화가 일어남으로 발열체로 사용할 수 없고, 900℃ 20sec 이상에서는 표면의 거칠어짐으로 인해 면저항이 증가하는 현상을 보여 역시 발열체로 사용할 수 없음을 알 수 있었다.

1. Introduction

현재 프린터 시장에서는 thermal bubble방식과 piezoelectric방식의 프린터가 주종을 이루고 있다.^[1, 2] 이 두가지 방식이 inkjet 프린터 시장에서 경쟁하고 있으나 Thermal 방식 inkjet 프린터는 낮은 가격과 우수한 품질로 piezoelectric 방식 프린터 보다 더 많은 시장을 점유하는 추세이다.^[3] thermal bubble방식은 400℃~600℃에서 가열된 잉크가 기화할 때의 수증기압으로 잉크를 분출하는 방식으로 HP와 Canon 및 삼성 등에서 쓰이고 있다. thermal bubble을 생성하기 위한 박막발열체로서 여러 금속화합물들을 쓰고 있으나 inkjet 헤드의 고해상도에 따른 박막발열체의 소형화와 다양한 패턴을 가지기 위해서는 작은 면저항과 고온에서 변하지 않은 특성을 가져야만 한다. 그래서 저항이 작고 열적 화학적 특성이 우수할 뿐만 아니라 한번의 열처리 간단히 얻을 수 있는 장점을 가진 코발트 실리사이드를 연구하였다.

2. Experimental

양면 polishing된 길이 2×2cm n-type(100) Si 웨이퍼($\rho=10\sim20\Omega\text{cm}$)를 기판으로 사용하였다. (100)웨이퍼는 처음에 습식 산화시켜 SiO₂ 5000Å을 형성하였다. 다음공정으로 3000Å의 Poly-Si을 LPCVD에 의해 SiO₂표면에 증착 시켰다. 양질의 실리사이드 형성을 위해선 금속과 Poly-Si과의 접촉면이 아주 깨끗해야 하며, 특히 코발트는 SiO₂층과 반응하지 않으므로 Poly-Si표면의 자연산화막층의 존재는 실리사이드 형성반응에 영향을 준다. 따라서 모든 웨이퍼는 10초동안 10% HF 용액에서 클리닝하였고, DI water에서 3분동안 린스 하자마자 금속화를 위해 e-beam evaporation 장치에 장착하여 5×10^{-7} Torr의 진공도에서 Co(350Å, 1000Å)을 증착 시켰다.

실리사이드 형성을 위한 열처리 방법에 있어 기존의 furnace를 사용한 열처리 방법은 실리사이드

드 형성에 있어 제작하기 위한 시편을 균일하게 가열시키지 못하고 부분적으로 반응 될 수 있으며 장시간을 요하는 단점이 있다. 반면에 RTA를 이용 할 경우 짧은 시간 동안에 균일하게 열처리됨으로 균질의 실리사이드가 형성되며 빠른 열처리 시간에 의해 금속의 부분적 산화로 인해 파생되는 결함을 감소시킬 수 있고 정확한 온도와 시간 제어가 용이하다. 웨이퍼를 6×10^{-2} Torr 의 진공시킨후 대기압까지 N₂ 공급하여 산소와 습기를 차단시켜 T= 400~900℃ 범위의 온도에서 각 20sec로 열처리하고, 열처리시간과의 관계를 관찰하기 위해 800℃와 900℃에서 30sec와 40sec로 N₂분위기에서 열처리하였다.

RTA로 열처리한 코발트실리사이드가 발열체로 사용하기 위해서는 고온에서 장시간동안 변화 없는 상태를 유지하여야만 한다. 그래서 furnace에서 진공시킨후 N₂를 약 2000Torr를 유지해 산소와 습기를 차단시켜 800℃에서 1시간동안 열처리하였다.

3. Results and Discussion

그림1.은 350Å과 1000Å의 두께로 증착된 Co 박막 시편들을 400℃~900℃의 온도범위에서 20초동안 RTA에서 열처리한 실리사이드 박막의 면저항 변화를 보여주고 있다. 열처리 온도가 500℃까지 증가함에 따라 면저항이 증가하다 급격히 감소하는 것을 보여준다. 그러나 350Å의 Co박막은 800℃에서 면저항이 증가하는 것을 볼 수 있다.^[4]

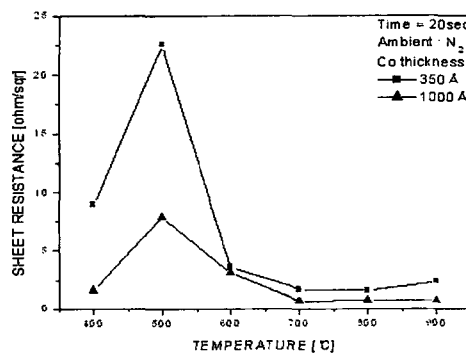


그림1. RTA열처리로 얻어진 코발트 실리사이드 박막의 열처리 온도에 따른 면저항 분포

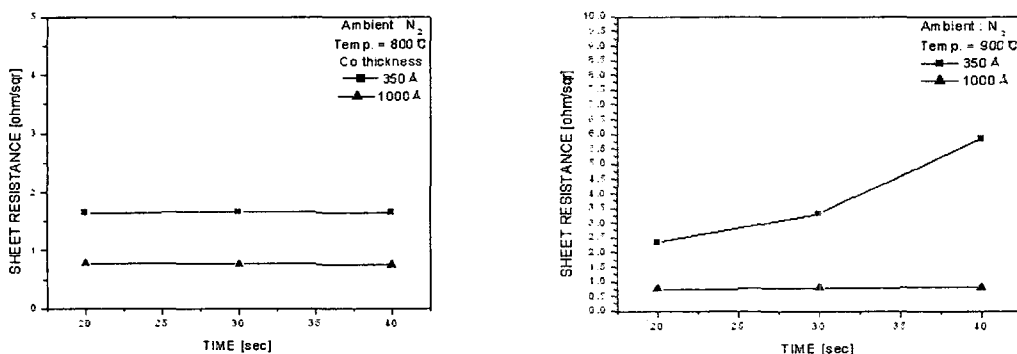


그림2. 800℃와 900℃에서 열처리된 코발트실리사이드의 열처리 시간에 따른 면저항 분포

그림2.는 800℃에서 N₂분위기로 20~40sec 동안 Co금속막(350Å, 1000Å)을 열처리했을 때 나타나는 실리사이드의 면저항 분포이다. 800℃에서는 코발트 실리사이드가 RTA 공정시간에 관계없이 거의 일정한 분포를 보이는 것을 알 수 있다. 그러나 900℃에서는 열처리 시간을 증가시

킴에 따라 면저항이 증가하는 현상을 볼 수 있다.

그림3.과 그림4.는 각각 350 Å, 1000 Å의 두께의 Co 박막에 대한 400°C~900°C의 온도에서 열처리된 코발트 실리사이드의 변화에 대한 상변화를 XRD를 통해 본 것이다. 그림3.은 500°C에서 CoSi 결정상이 나타났으며, 700°C 이상에서 최종결정상인 CoSi₂상이 형성됨으로서^[5] 그 이상 온도에서 형성된 실리사이드는 inkjet 프린터헤드의 발열체의 동작온도(400°C~600°C)에서는 결정상이 변하지 않을 것임을 알 수 있다. 그림4.는 1시간동안의 열처리에 도 아무런 상변화가 없음을 보여주고 있다. 코발트 실리사이드는 온도가 높아짐에 따라 Co₂Si→CoSi→CoSi₂로 상변태 된다^[6]. 하지만 그림4.의 700°C에서는 CoSi₂와 CoSi가 혼재하기 때문에 최종 결정상을 갖춘 코발트 실리사이드를 형성하기 위해서는 충분한 Si가 있어야 함을 알 수 있다. 이와 같이 안정상의 코발트 실리사이드를 형성하기 위해서는 충분한 온도와 반응에 참여할 Si 충분해야 한다.

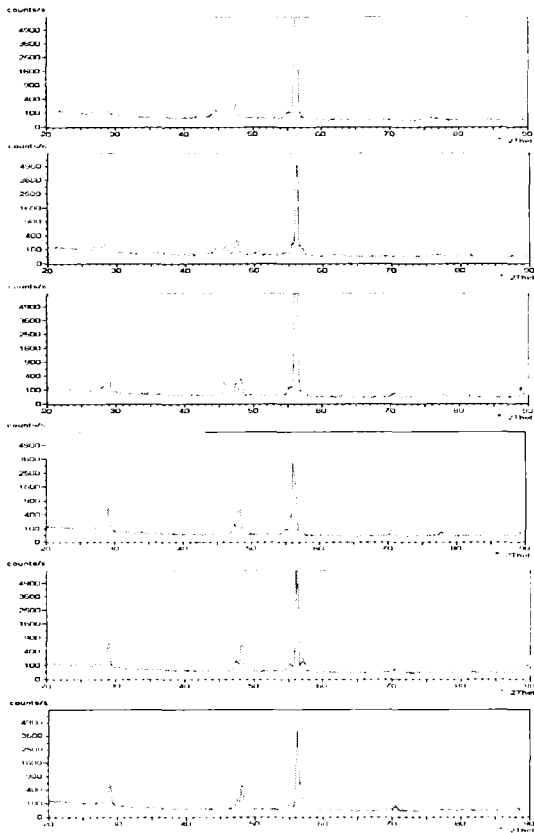


그림 3. RTA에서 열처리 온도변화에 따른 Co(350Å) 실리사이드의 XRD분석

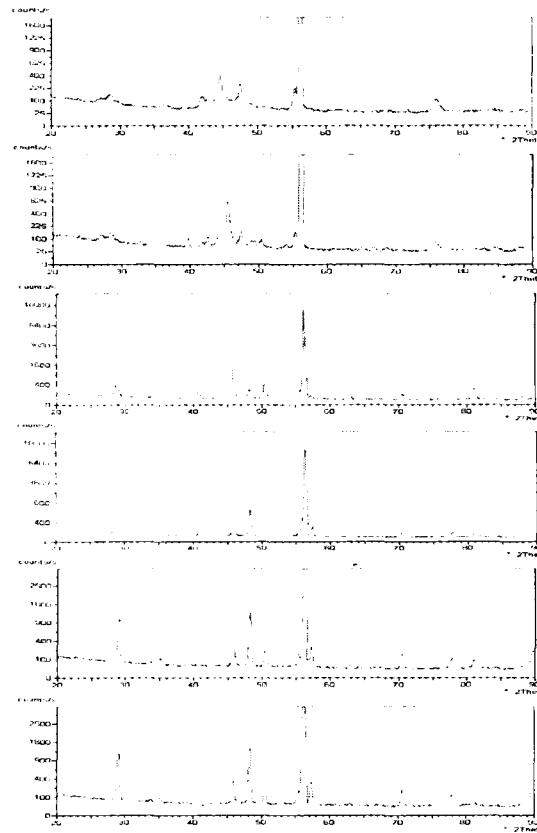


그림 4. RTA에서 열처리 온도변화에 따른 Co(1000Å) 실리사이드의 XRD분석

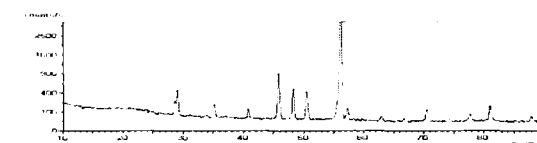
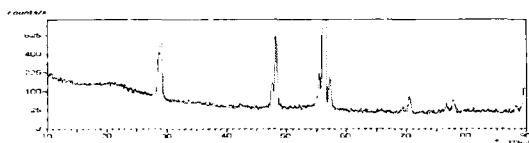


그림 4. Furnace에서 열처리 온도변화에 따른 Co (350 Å, 1000 Å) 실리사이드의 XRD분석

이 것을 확인하기 위하여 그림5.와 같이 AES 측정된 결과 Co(1Å)에 대해 약 Si(3.5Å)이 반응하여 실리사이드를 이루는 것을 볼 수 있다. 그리하여 Co(350Å)은 실리사이드가 만들어지기 위한 Si(3000Å)이 충분하지만 Co(1000Å)은 실리사이드가 만들어지기 위한 Si이 부족함을 볼 수 있다. 그림5.는 350 Å과 1000 Å 두께로 증착된 Co 박막과 800°C에서 20초간 열처리한 코발트 실리사

References

- [1] M.Usui, "Development of the New MACH", proc. of the 12th International Congress on Advances in Non-Impact printing, p.50-53, (1996).
- [2] F. Tseng, CJ kim, and C. Ho, "A novel Microinjector with Virtual Chamber Neck", Proceeding of IEEE, The 11th Annual International Workshop on Micro Mechanical Systems, Heidelberg, Germany, January, p.57-62, (1988).
- [3] Sang-Woo Lee, Hyeon-Cheol Kim, Keon Kuk and Young-Soo Oh, Micro Electro Mechanical Systems, 2001.MEMS 2001. The 14th IEEE International Conference on, p.515-518 (2001).
- [4] S.P. Murarka., "Resistivities of thin film Transition Metal Silicide", J.Electrochem.Society, p.129-131, (1982).
- [5] K.N.Tu, G.ottaviani et al., "Thermal stability and growth kinetics of Co₂Si and CoSi in thin-film reactions", J.Appl.Phys, p.53-59, (1982).
- [6] B.Y. Tsaur et al., Sequence of phase Formation in planar Metal-Silicon Reaction couples", Appl. Phys. Lett, p38, (1986).

이트의 AES 성분 분포이다. 왼쪽이 열처리 안한 상태이고 오른쪽이 열처리했을 때의 성분 분포이다.

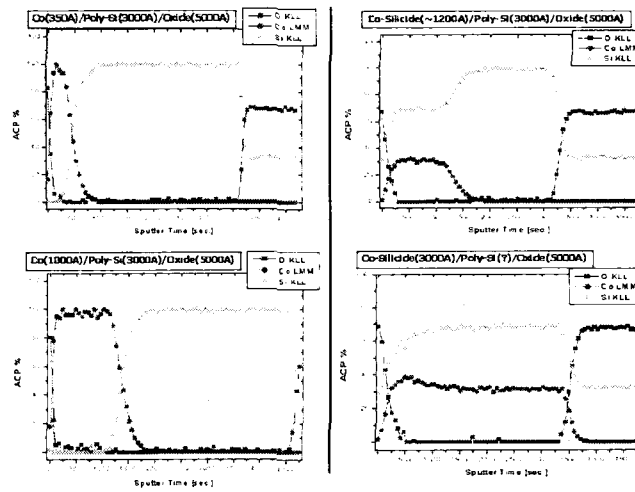


그림5. Co(350 Å, 1000 Å)이 증착된 박막과 800°C에서 20sec동안 열처리된 코발트 실리사이드 박막의 AES 성분 분포

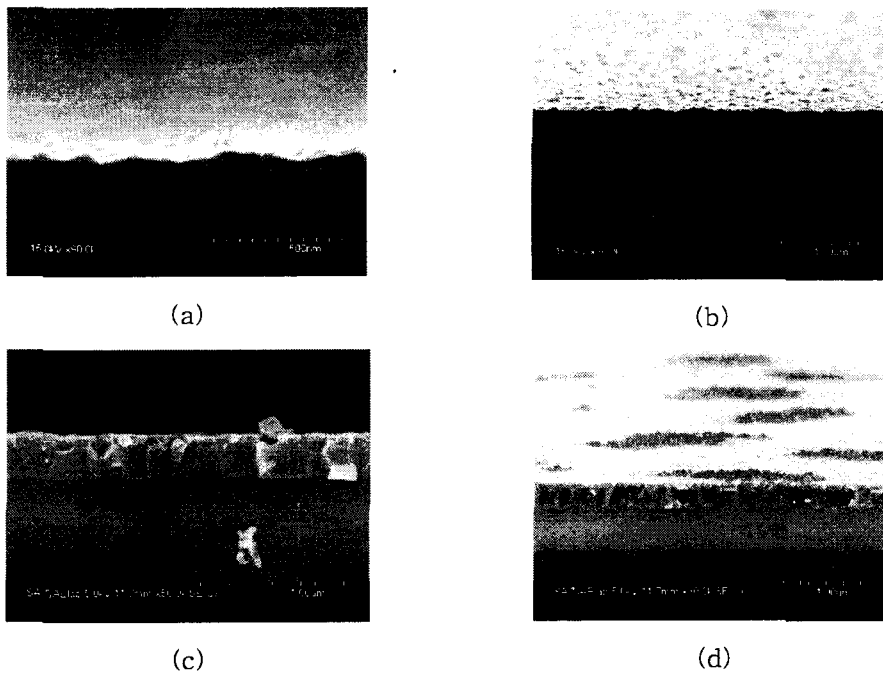


그림6. SEM 표면 형상

(a), (b) 800°C에서 20초간 열처리된 코발트실리사이드(Co 두께:350 Å)
 (c), (d) 800°C에서 20초간 열처리된 코발트실리사이드(Co 두께:1000 Å)