Q-15

플라즈마 산화조건에 따른 자기 터널 접합의 특성

고려대학교 장인우*, 이긍원
한국과학기술연구원 이제형, 신경호

Properties of MTJ related to Plasma Oxidation Condition

Korea University J. Y. Jang*, K. Rhie
Korea Institute of Science and Technology J. H. Lee, Kyung-Ho Shin

1. 서론

높은 MR 비와 적절한 접합저항을 갖는 MTJ(magnetic tunnel juction)는 MRAM(magnetic random access memory)에 필요한 큰 signal과 빠른 응답속도를 내기 위한 필수 조건으로 받아드려지고 있다.[1),2)] 이에 MTJ의 사잇층에 들어가는 부도체층(Al_2O_3) 형성시 산소 분위기에서 플라즈마 출력조건에 따른 MR 비를 측정하여 최적산화조건을 알아보았다.

2. 실험방법

시료의 제작은 주 챔버내 2 inch six gun sputter와 보조 챔버내 산화만을 전담하는 4 inch gun sputter 장비를 사용하여, base pressure를 5 x 10^{-8} Torr 이하로 하여, 2 x 10^{-3} Torr에서 증착하였다. Al은 DC 플라즈마를 이용하여 부도체층을 형성 시켰고, 시료에 일축 자기 이방성을 주기 위해 400-500 Oe를 인가하여 증착하였다.

시료의 구성은 Substrate/SiO_2/Ta(50)/NiFe(60)/FeMn(80)/CoFe(40)/Al_2O_3(16)/CoFe(20)/NiFe(100)/Ta(50) 이며 FeMn을 이용하여 Bottom 스핀 밸브 방식으로 제작하였다. shadow mask로 제작한 시료를 photo mask를 이용하여 optical lithography한 후, Ion milling 으로 Al_2O_3 층 아래까지 식각하였다. 이 때 junction size는 50 X 50 μm^2 이고, capping layer는 Al를 reactive sputter하여 Al_2O_3를 130nm 두께로 증착하였다. 이 후 Phtoresister를 lift-off한 후 일자형의 Al 단자를 증착하였다.

(a) shadow mask 1을 이용하여 SiO2에 시료 증착

(b) Photo mask를 이용하여 PR을 photolithography 한 후 CoFe bottom lead까지 Ion milling으로 에칭

(c) 1300Å의 두께로 Al_2O_3를 증착

(d) PR을 제거

(e) shadow mask 2를 이용하여 Al 단자를 900Å 증착

Fig. 1 Schematics of Microfabrication of Magnetic Tunnel Junction

3. 결과 및 고찰

시료는 동일구조에서 단지 산화시 가하는 플라즈마 출력(50W, 150W)과 두 출력조건에서 산화시간의 변화를 주어 그때의 MR비 변화와 R · A를 산화시간에 대해 알아 보았다. 산소분위기에서 플라즈마출력을 150W로 해서 만든 시료의 MR비를 각 산화시간별로 Fig 2.에 나타내었다. 산화시간이 20초 일 때 MR비가 22.7%로 가장 크게 측정되었으며, 산화시간이 증가함에 따라 과산화로 인하여 MR비는 감소하고 R · A는 급격히 증가함을 Fig 3을 보면 알수 있다. 또한 산화시간을 보면 150W는 50W 보다 산화시간의 최적 조건의 조절이 어려움을 Fig 3과 Fig 4를 보면 알수있다.

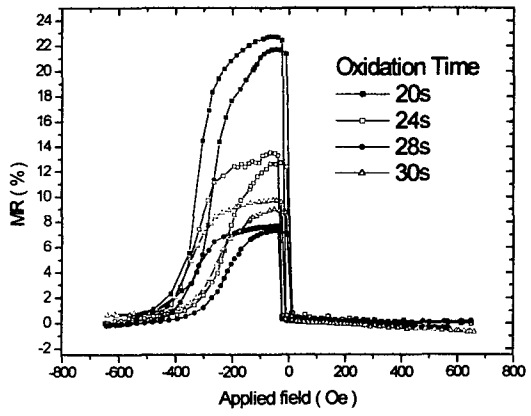

Fig. 2. The magnetoresistance curves for a series of oxidation time

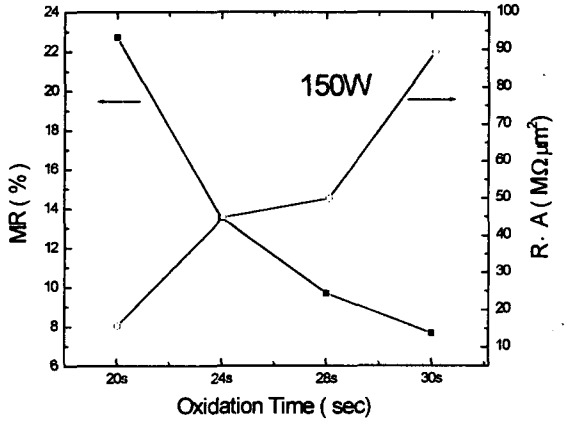

Fig. 3. MTJ R · A and MR for a series of oxdation time

Fig. 4는 플라즈마 출력을 50W 해서 만든 시료이며 최대 MR비가 150W일 때 보다 적은 12.3%로 나왔지만 전반적인 R · A의 값은 균일하다는 것을 알수 있다.

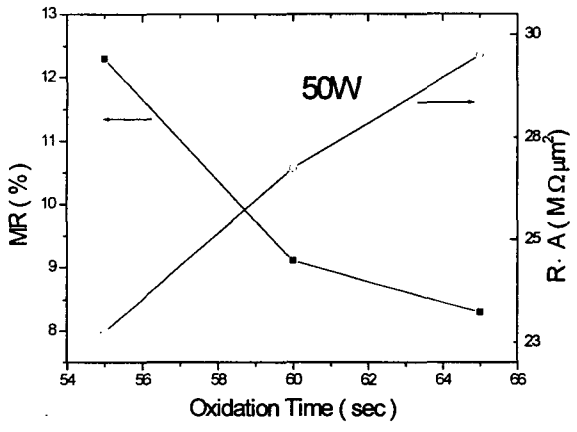

Fig. 4. MTJ R · A and MR for a series of oxdation time

4. 결론

산화시에 가하는 플라즈마 출력(50W, 150W)에 대해 각 산화시간별로 MR비와 R · A를 통해 최적 산화조건을 알아보았다. 플라즈마 출력을 150W로 해서 20초간 산화시킨 시료에서 최대 22.7%의 MR비와 이때 R · A는 약 15 $M\Omega\mu m^2$ 이었다.

5. 참고문헌

1. S. S. P. Parkin, K. P. Roche, M. G. Samant, P. M. Rice, and R. B. Beyers, J. Appl Phys. 85, 5828 (1999)

2. K. Inomata, Y. Saito, K. Nakajima, and M. Sagoi, J. Appl. Phys. 87, 6064 (2000)