

전기도금법으로 제조한 Bismuth박막의 자기저항 특성 (Magneto-resistance of electroplated Bi thin film)

최봉기^{1,2*}, 장준연¹, 김규태²

¹ Nano Device Research Center, Korea Institute of Science and Technology, POB 131, Seoul 130-650, Korea

² Department of Electrical Engineering, Korea University, Seoul Korea

1. Introduction

비스무스 (Bismuth)는 운송전하의 긴 평균자유행정 (mean free path)과 작은 유효질량 (effective mass) 으로 인하여 저온과 상온에서 매우 큰 자기저항 특성을 보이므로 최근 스핀소자용 재료로서 많은 주목을 받고 있다.[1] 또한 Bi는 전기적으로 밴드갭이 중첩되는 반금속(semi-metal)특성을 보여 강자성 금속과 유사한 전도도를 가지므로, 이를 이용하여 스핀주입 소자를 연구한다면 전도도 불일치 (conductivity mismatch)에 의한 계면산란효과도 크게 줄일 수 있는 잇점이 있다.[2]

Bi박막을 제조하는 방법은 MBE법,[3] 스퍼터법등이 주로 연구되어 왔으나 최근 전기도금법으로 제조한 Bi박막을 post-annealing하여 미세조직을 적절히 제어할 경우 5K에서 380,000%의 높은 자기저항이 보고되었다.[4] 본 연구는 전기도금법으로 제작한 Bi박막을 열처리 할 경우 매우 높은 자기저항이 관찰되는 이유를 밝히고자 수행되었다.

2. Experiment

Electroplating 방법을 이용하여 두께 5 μ m~20 μ m 의 Bismuth를 열처리하여 Au와 Bi의 자기저항 특성을 연구하였다. Electroplating 으로 Bismuth를 합성할 경우 전극으로 Au underlayer가 필수적이며 열처리동안 Bi와 Au사이에 상호확산에 따른 조성의 변화로 50nm 이내로 얇은 Au층이 완전히 고용될 가능성이 높다. 국부적으로 용해된 고용체는 온도가 내려가면 다시 Bi+ Au₂Bi 상으로 분리되며 결국 결정립계에 미세한 Au상이 분산된다. 본 연구에서는 Bi의 결정립 성장과 더불어 소순온도에 따른 초기 결정립크기의 의존성을 연구하였다, Sputtered Bi/Au underlayer에서 Au와 Bi의 두께를 조절하여 Bi와 Au의 상대적 조성비를 변화시켰고, 열처리 온도변화에 따른 Local melting mediated grain growth와 이와 관련된 MR특성을 평가 하였다.

3. conclusion

Bi 박막의 Au의 두께 의존성을 알아보기 위하여 Au의 양을 100Å,500Å, 변화 시키면서 이에 따른 Bi 자기저항을 관찰하였다. 기존에 보고된 연구결과에 의하면 Bi 두께가 증가할수록 결정립 산란이 줄어들어 MR 값이 커진다고 알려졌었다.[1] 하지만 본 연구에서는 Bi/Au layer에서 열처리 하는동안 Au는 Bi로 확산되어 열처리 후에는 Bi+ Au₂Bi 상으로 분리되며 결국 결정립계에 미세한 Au상이 분산되는 사실을 알수 있었다. 그림a)는 Au의 양을 변화시키면서 Bi를 5 μ m 증착하고 270 °C 에서 10시간동안 열처리 한 후 저온에서의 자기저항값을 나타낸 것이다. 그림b)는 그림a)와 마찬가지로 Au의

양을 변화시키면서 Bi를 5 μ m 증착하고 270 $^{\circ}$ C 에서 10시간동안 열처리 한 후 상온에서의 자기저항값을 나타낸 것이다.

측정 결과에서도 알수있듯이 Au의 양이 적게 증착된 것이 열처리 후의 MR값이 더 증가하는 것으로 나타난다. 저온에서든 상온에서는 마찬가지이다. 이것은 열처리 하는 동안 Au가 Bi에 전부 확산되어 열처리 후에는 Bi+ Au₂Bi 상으로 분리되며 결국 결정립계에 미세한 Au상이 분산되었기 때문이다.

이와 같은 결과로 Au의 양이 많아지면 상대적으로 Au₂Bi도 증가하여 결과적으로 MR값에 영향을 준 것이라 생각한다.

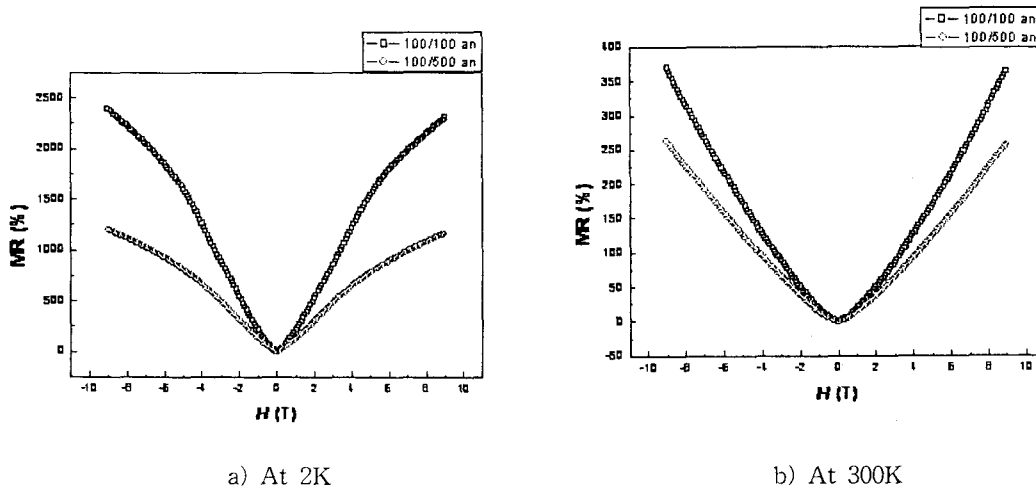


Fig. MR data for a Bismuth 5 μ m deposited at 2K, 300K, respectively

4. Reference

- [1] F. Y. Yang, K. Liu, K. Hong, D. H. Reich, P. C. Searson and C. L. Chien, *Science* **284**, 1335 (1999)
- [2] G. Schmidt, D. Ferrand, L. W. Molenkamp, A. T. Filip and B. J. van Wees, *Phys. Rev. B* **62** R4790 (2000)
- [3] D. L. Partin, J. Hermans, D. T. Morelli, C. M. Thrush, C. H. Olk and T. A. Perry, *phys. Rev. B* **38**, 3818 (1988)
- [4] C. L. Chien, F. Y. Yang, Kai Liu, D. H. Reich and P. C. Searson, *J. Appl. Phys.* **87**, 4659 (2000)