

전기도금법으로 제조한 Bismuth 박막의 자기저항 특성 (Magnetoresistance of electroplated Bi thin film)

한국과학기술연구원 최봉기*, 장준연
Korea Institute of Science and Technology . Bong Ki. Choi*, Joon .yeon,. Chang

1. 서론

반 금속인 Bismuth는 긴 평균자유행정(Mean free path)과 작은 캐리어 유효질량(effective carrier mass), 낮은 캐리어 농도 (carrier concentration)로 인해 상온에서 매우 큰 자기저항 (Magnetoresistance)을 보이므로 자기저항센서나 스핀 밸브 트랜지스터(Spin valve transistor)와 같은 중요한 스핀소자의 전도채널로서 많은 관심을 끌고 있다.

F.Y.Yang 등은 전기도금법으로 제조한 Bi박막을 268°C에서 열처리하여 다결정 Bi박막을 단결정으로 제어할 경우 상온에서 최대 250%, 5K에서 380,000%의 높은 자기저항을 보고하였다. 전기도금법으로 Bi를 합성할 경우 전극으로 Au underlayer가 필수적이며 열처리동안 Bi와 Au사이 상호확산에 따른 조성의 변화로 50nm 이내로 얇은 Au층이 완전히 고용될 가능성이 높다. Bi와 Au는 86.8% Bi조성에 서 공정점을 갖는데 이때 공정온도는 241°C로서 Yang등이 가열한 268°C보다 매우 낮다.

한편 Xu.Du등은 Bi-Au 공정점 이하에서 열처리 할 경우 국부적 용해가 일어나고 이들이 결정립계 이동이나 급격한 결정립성장을 일으켜 결정립의 크기를 조장하고 결국 높은 자기저항이 얻어진다고 보고하였다. 그러나 국부적으로 용해된 용체는 온도가 내려가면 다시 Au나 Bi 상으로 분리되며 결국 결정 내부에 미세한 Au상이 분산되어 있으며 이들이 Bi의 결정립성장과 더불어 인가자장에 의존한 전류의 deflection기구에 의해 자기저항값을 증가시키는 것으로 이해된다.

2. 실험방법

Sample은 순도 99.999% Bi를 Thermal evaporation에 의해 성장 시켰고 이 샘플을 각각 종류별로 나누어 실험하였다.

첫 번째로 2개의 Bi 박막(두께 1 μ m)을 150°C에서 성장 시켰고 265°C 와 270°C에서 6시간 동안 annealing 하였다.

두 번째는 3개의 Bi 박막(두께 1 μ m)을 pre-deposited된 두께 360Å의 Au를 150°C에서 동시에 성장 시켰고 각각 235°C, 243°C, 251°C에서 6시간 동안 annealing 하였다.

마지막으로 2개의 Bi 박막 (두께 1 μ m)을 pre-deposited된 두께 360Å의 Au를 분리하여 RT과 150°C에서 성장 시켰고 251°C에서 6시간 동안 동시에 annealing을 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

국부적으로 용해된 용체는 온도가 내려가면 다시 Au나 Bi상으로 분리되며 결국 결정립계에 미세한 Au상이 분산되어 이들이 Bi의 결정립 성장과 더불어 단결정 성장온도에 따른 초기 결정립크기의 의존성을 연구하였고, 이로부터 초기 결정립에 따른 고체상태 grain growth kinetics function of time temperature를 알 수 있으며 이 변수에 따른 성장방향을 알 수 있었다. 또한 Sputtered Bi/Au underlayer에서 Au와 Bi의 두께를 조절하여 annealing함으로써 원하는 조성을 제조가능하고 이로부터 열처리 온도변화에 따른 Local melting mediated grain growth와 이와 관련된 MR특성을 평가 하였다.