

레이저 조사에 의한 Ag/As-Ge-Se-S 박막의 전기적 저항특성

구용운, 김진홍, 구상모, 정홍배*
 광운대학교 전자재료공학과

Electrical Resistance Characteristic of Ag/As-Ge-Se-S Thin film with Laser Irradiation

Yong-Woon Koo Jin-Hong, Kim, Sang-Mo Koo, Hong-Bay Chung*

Dept. of Electronic Materials Eng. Kwangwoon Univ. 139-701, Seoul, Korea

Abstract : In this paper, we investigated resistance characteristic of chalcogenide material for next generation ReRAM nonvolatile memory device with laser irradiation. A AES is used to test Ag doping ratio into a As-Ge-Se-S thin film. A sample resistance was observed in real time with He-Ne laser(632.8nm). As a result, resistance of thermal treated As-Ge-Se-S thin film was 500Ω which is smaller than initial 1.3MΩ. A resistance of non-treated Ag/As-Ge-Se-S thin film was 200Ω which is lower than 35MΩ

Key Words : ReRAM, chalcogenide, As-Ge-Se-S, Ag-doping

1. 서론

정보화와 통신화가 가속됨에 따라 문자, 음성 및 영상의 복합적 이용과 쌍방향 소통이 가능한 기기가 요구되고 있다. 이를 위해서는 더 많은 정보를 더욱 빠르게 처리할 수 있는 능력을 가진 반도체 소자가 필요 하는데, 이를 위해서는 시스템의 성능향상이 필수적이며, 그 핵심부품인 메모리소자의 초고속화, 초고집적화 및 절전화가 관건이다. 이러한 경제/산업적인 고용량 정보 저장에 필요한 초고집적화가 가능한 비휘발성 메모리 소자 개발의 필요성이 그 어느 때보다도 커지고 있다. 기존의 DRAM 고정 1T/1C 구조의 단위cell을 이루고 있는데, 소자의 크기가 작아짐에 따라 Capaciter의 난이도가 점점 더 올라가게 되어, 높은 수율을 가지는 DRAM cell의 제작이 매우 어렵게 된다. 그래서 기존의 DRAM을 대체 할 수 있는 비휘발성을 가지는 메모리의 필요성이 크게 요구되고 있다. 비정질 칼코게나이드 As-Ge-Se-S 박막은 매질이 빛에 노출될 경우 굴절률이 달라지는 광굴절 효과와 광원의 편광방향에 따라 우수한 광학적 이방성 특성을 나타내고 열적, 전기적 및 광학적 특성을 나타내는 물질로 보고되었다. 본 연구에서는 높은 회절효율과 안정성, 우수한 광유기 이방성을 갖는 As-Ge-Se-S계 비정질 칼코게나이드 박막[1-2]에 Ag를 도핑[3]시켜 그에 따른 광유기에 의한 저항변화 특성을 연구하여 광학적 스위칭 소자 및 차세대 메모리 소자 ReRAM 매질로써의 가능성을 확인하고자한다.

2. 실험

2.1 Sample 제작

본 연구에 사용된 비정질 칼코게나이드 박막은 $As_{40}Ge_{10}Se_{50-x}S_x$ ($x= 0, 25, 35$ at.%) 중 최대 가역적 구조적 변화(reversible photo-structural transformation)

를 갖는 $As_{40}Ge_{10}Se_{15}S_{35}$ 의 박막을 선택하였다. As-Ge-Se-S계 비정질 벌크는 진공 봉입하여 전기로에서 충분히 반응하도록 한 후 Water quenching 방법을 사용하여 제작하였다. 칼코게나이드 박막은 corning glass 위에 열진공증착기(thermal vacuum evaporator)를 이용하여 약 2×10^{-6} Torr의 진공도에서 300nm의 두께를 갖도록 제작하였고, Ag는 10nm 두께로 제작하였다, 하부전극(AI)은 150nm, 상부전극(AI)은 350nm로 제작하였다. 두께 및 광학상수는 N&K Analyzer (NKT 1200)를 사용하여 측정하였다. 광원으로 He-Ne laser(632.8nm 25mW/cm²)를 사용하였다. Collimator를 사용하여 샘플에 일정한 에너지를 조사하면서 실시간으로 multimeter을 이용하여 저항변화를 측정하였다.

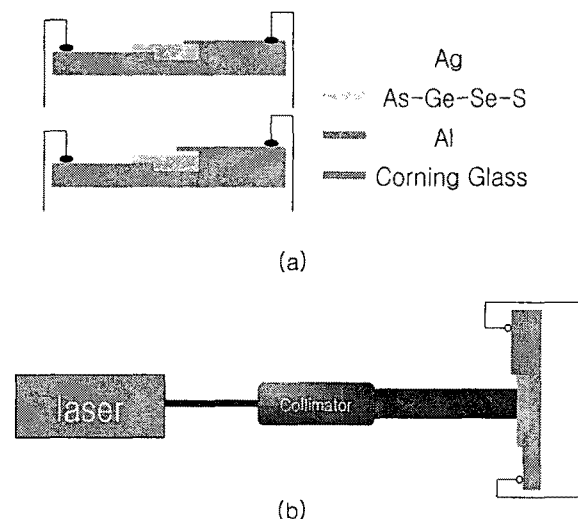


그림.1 (a)구조도 (b)측정 장치도

3. 결과 및 고찰

그림 2는 As-Ge-Se-S 박막에서 Ag 광 도핑의 깊이를 AES(Atomic Emission Spectrometer)를 이용하여 측정된 그래프이다. 제작된 박막에 He-Ne laser를 샘플에 노출하여 Ag 광 도핑을 실시하였으며, 짧은 시간 동안 유기된 광에 의해 Ag가 Si기판의 경계까지 빠르게 이동함을 확인할 수 있었다. 이러한 현상은 칼코게나이드 박막과 Ag사이의 도핑영역이 유기 광에 의해 Ag원자나 이온이 Si기판 경계까지 빠르게 확산되고, 이때 Ag가 칼코게나이드와 Si의 경계면에서 다량 유입되고 있음을 확인할 수 있다. 이와 같은 He-Ne laser 조사에 의한 Ag의 광 도핑으로 인하여 칼코게나이드 박막 내에서 구조적 변화를 유발하여 VAPs의 인위적 증가를 가져온 것으로 사료된다.[4]

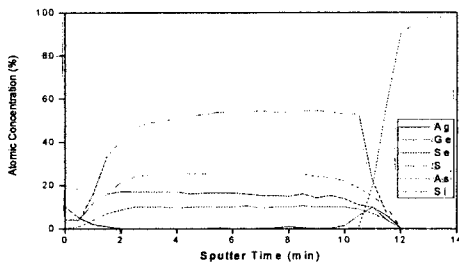


그림 2. As-Ge-Se-S 박막에서 Ag 광 도핑의 AES 깊이 분포

그림 3은 As-Ge-Se-S 박막에서의 광 조사에 의한 전기적 저항특성을 나타낸 그래프이다. 비 열처리한 As-Ge-Se-S 박막인 경우 초기저항 1.4MΩ에서 광조사 후 약 2분후에 0.2MΩ으로 저항변화를 확인할 수 있다. 열처리한 As-Ge-Se-S 박막인 경우 초기저항 1.3MΩ에서 10분 후 약 0.6MΩ으로 저항이 변화 되었으며, 17분 후에는 그 저항 값이 500Ω정도를 유지하였다.

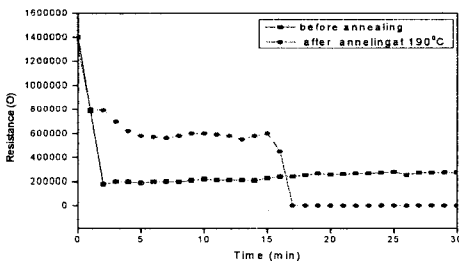


그림 3. As-Ge-Se-S 박막에서의 광 조사에 의한 전기적 저항특성

그림 4는 Ag/As-Ge-Se-S 이중층 박막의 광 조사 의한 전기적 저항변화를 나타낸 그래프이다. 비 열처리 한 Ag/As-Ge-Se-S 이중층박막인 경우 초기 저항 35 MΩ에서 1분 동안 유기 광이 조사될 때 약 200 Ω으로 저항의 변화가 발생하였다.

열처리 한 Ag/As-Ge-Se-S 이중층 박막인 경우는 초기

저항이 약 6 MΩ에서 유기 광을 10분간 조사할 동안 저항 값이 10 MΩ까지 증가하였다가 감소하는 현상을 보이지만 10분 이후부터는 저항 값이 약 200 Ω으로 감소됨을 확인할 수 있었다.

열처리한 As-Ge-Se-S 박막과 달리 초기 저항의 변화는 열처리에 의하여 칼코게나이드 박막 내부로 Ag 이온이 주입되면서 박막 내에 불안정 상태를 가져오기 때문이라고 사료된다.

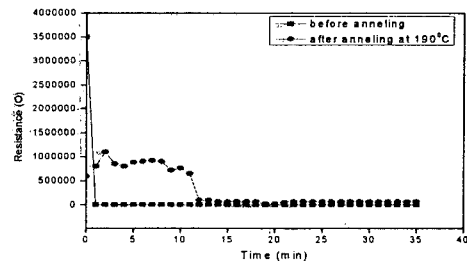


그림 4. Ag/As-Ge-Se-S 이중층 박막의 광 조사 의한 전기적 저항특성

4. 결론

본 실험에서는 비정질 칼코게나이드 박막에 He-Ne Laser를 이용한 광 조사에 의한 As-Ge-Se-S 박막과 Ag가 도핑 된 이중층박막의 전기적 저항특성을 알아보았다.

As-Ge-Se-S 박막인 경우 열처리한 As-Ge-Se-S 박막에서 초기저항 1.3MΩ에서 17분 뒤 500Ω으로 저항이 감소 되었으며, Ag가 도핑 된 박막인 경우 초기저항 35MΩ에서 1분 뒤 200Ω으로 감소되었다.

Ag가 도핑 된 박막에서의 이러한 우수한 저항 변화특성은 차세대 비휘발성 메모리인 ReRAM의 재료로서의 응용과 광학 스위칭 소자로서의 응용을 기대 할 수 있다.

감사의 글

This research was supported by the MIC(Ministry of Information and Communication), Korea, under the ITRC(Information Technology Research Center) support program supervised by the IITA(Institute of Information Technology Assessment) (IITA-2005-C1090-0502-0038)

참고 문헌

- [1] C. H. Yeo, S. J. Jang, J. I. Park, H. Y. Lee, H. B. Chung, J. of the Kor. Inst. Electrical & Material Eng., V. 12, N. 12, pp.1192-1197, 1999
- [2] C. H. Yeo, S. J. Jang, J. I. Park, H. Y. Lee, H.B. Chung, J. of the Kor. Inst. Electrical & Material Eng. V.12, N 12, pp.1192-1197, 1999
- [3] H. B. Chung et al., Jap. J. of Appl. Phys. **44**, 7B, 5769 (2005)
- [4] I. H.Y.Lee, J.K.Kim and H.B.chung, J. Non-Cryst. Solid, Vol.279, 2001, p209