

学位論文内容の要旨

銀(Ag)は金属中で最も低い電気抵抗率を有し、また光反射率も極めて高い。一方、Ag 薄膜は、ガラスや酸化物基板上においては、加熱により膜中にボイドが発生し、最終的には不連続膜に変化し、優れた物性が失われる。その防止策として、従来から異種金属を低濃度添加した合金法が用いられてきた。しかし、添加に伴い電気抵抗率が增大するため、添加濃度を極めて慎重に選択し、凝集抑制効果と低抵抗率の保持を両立させる必要がある。一方、本研究室では、Ag 薄膜の表面と基板との界面に極薄 Al 膜を積層させる方法によっても高い凝集抑制効果が得られ、Ag 膜自体は純度の高いままなので、低い抵抗率を維持できる事を見出している。

本研究では、Al 以外の種々の金属を表界面層に用いることにより、同層として必要な特性を明らかにすることを目的としている。その際、Al と同様に酸化物を形成しやすい金属、逆に形成し難い金属、また、Ag との固溶性の有無について着目して、表界面層物質の最適化を図った。

試料の作製には高周波マグネトロンスパッタ装置を用いて、真空中で厚さ 1-10 nm 程度の表面層、界面層、及びその両方を積層させた Ag 薄膜 (厚さ 100 nm) を作製した。表界面層物質としては、Ti, Nb, Ni, Pd, W 等を選択した。得られた試料に真空中で 1 時間、500°C または 600°C で熱処理を施し、その前後の諸特性変化を評価した。

単層の Ag 薄膜に比べて、どの表界面層を用いても改善の効果は認められたが、特に Ti 及び Nb を用いることにより、優れた安定性と低抵抗性が得られた。また、表界面層を同一物質で構成するよりも、それぞれの最適物質を積層させるほうが、より優れた特性が得られた。一方、Pd は固溶するため、Ag 薄膜の低抵抗性が損なわれる事が確認された。

個々の実験結果から、表界面層を用いることにより熱的安定性が向上するメカニズムを考察した。その結果、表面層には、まず、凝集エネルギーが高く、それ自身が加熱しても高い形態安定性を有する必要があるが、低い場合は、酸化物を形成できる事が重要である。また、Ag に大きく固溶しない事も重要である。界面層としては、基板と Ag 膜との密着性を向上できること、Ag 薄膜の結晶最密面を高配向させることが出来る物質がより適しているという知見が得られた。

以上により、適切な表界面層を用いることにより、高熱的安定性かつ低抵抗率という特徴を有する Ag 薄膜を作製できることを明らかにした。

論文審査結果の要旨

銀(Ag)は金属中で最も低い電気抵抗率を有するが、加熱により凝集し、優れた物性が失われる。その防止策の一つとして、Ag 薄膜の表面と基板との界面に極薄金属膜を積層させる方法があり、本研究では、種々の金属を表界面層に用いて、その効果を検討した。

その結果、表面層には、まず、凝集エネルギーが高く、それ自身が加熱しても高い形態安定性を有する必要があるが、低い場合は、酸化物を形成できる事が重要である。また、Ag に大きく固溶しない事も重要である。界面層としては、基板とAg膜との密着性を向上できること、Ag薄膜の結晶最密面を高配向させることが出来る物質がより適しているという知見が得られた。今回検討した金属の中では、表面層としては、W, Nb が、また界面層としてはTi が最も良好な特性を示した。

以上により、適切な表界面層を用いることにより、高熱的安定性かつ低抵抗率という特徴を有するAg薄膜を作製できることを明らかにし、また、表界面層物質を選択する上での明確な指針も得られた。よって、申請者は北見工業大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。