

山形大学工学部 技術部
機器分析技術室 関根智仁

【はじめに】

近年、樹脂フィルム上に印刷プロセスを使って電子デバイスを作製する技術が非常に注目されている^{[1]・[2]}。特に塗布できる電極材料の開発が進んでおり、150°C以下の低温で低抵抗な電極を形成できる銀ナノ粒子インク^[3]の材料開発が活発に行われている^[4]。本材料は、低温処理で低抵抗な電極を形成できるが、実用化には密着の悪さが問題視されている。従来使われてきた銀ペーストは200°C以上の高温焼成を行うため、高温で基板と接着する反応を起こすバインダーを混ぜることで密着を向上させてきた。しかし、銀ナノ粒子インクを用いた場合、接着性を高めるバインダーは含んでおらず、焼成温度も低温であるため、従来の手法を用いることが困難であった。本研究では、低温処理で銀ナノ粒子インクを使った塗布型電極と高い密着性を発現する密着層を検討し、塗布成膜した薄膜電極の密着性を向上させることに成功したので報告する。

【実験方法】

ガラス基板上に密着層（PMMA、エポキシ樹脂、メラミン樹脂）を、スピコート法を用いて約100nm成膜し大気中にて150°C/1hアニールを行った。その後、銀ナノ粒子インク（ハリマ化成：NPS-JL）を約300nmスピコート成膜し、大気中にて100°C~180°C/1hアニールを行うことで

銀薄膜を得た。作製したサンプルは、四探針法による抵抗率測定、クロスカット法による密着性の測定、およびSEMによる観察（JEOL：JSM-7600FA）にて評価した。

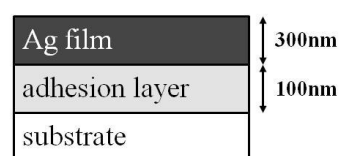


Fig.1 Cross-section image of Ag film and adhesion layer

【結果、および考察】

Fig.2 に各密着層上に成膜した銀薄膜の抵抗率の推移を示す。密着層の有無、および密着層の組成に依存しない抵抗率を得たことから、銀薄膜は密着層に関係なく同様な膜質であることが分かった。Fig.3 にクロスカット法にて引き剥がし試験を行った後の写真を示した。密着層にPMMAを用いた場合、銀薄膜は高密着性を示したのに対し、メラミン樹脂を用いた場合は、密着性を示さなかった。本結果に対する考察を行うため、SEMによる断面観察を行った。Fig.4 に各密着層上に成膜した銀ナノ薄膜と密着層との界面の断面SEM像を示した（(a) PMMA, (b) メラミン樹脂）。なお、銀ナノ粒子薄膜は160°Cで焼成した。PMMAを密着層に用いた場合、銀薄膜と密着層の融着が確認できた。それに対し、メラミン樹脂の場合は界面に剥がれが生

じていることが分かった。同様に銀ナノ粒子の焼成温度を 120°Cにて行った場合は、PMMA、メラミン樹脂ともに界面に剥がれが生じていた。PMMA の Tg は約 110°Cであり、メラミン樹脂は熱硬化性樹脂であることから、銀ナノ粒子のアニール温度を下地となる密着層の Tg 以上に設定することで密着性が向上すると考えられた。

【まとめ】

密着層上にも低抵抗な銀薄膜を形成できた。また、密着性の評価と界面 SEM 像の観察から、密着層の Tg 以上の焼成で銀薄膜との融着が起こることが分かった。このことから、Tg が低い材料を密着層に使用することで、銀ナノ粒子を用いた電極の密着性を向上できる。

【参考文献】

- [1] J. A. Rogers, et al., Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 98, 4835-4840 (2001).
- [2] M. Mizukami, et al., IEEE Electron Device Lett. 27, 249 (2006).
- [3] K. Fukuda, et al., Adv. Func. Mater. 21, 4019-4027 (2011).
- [4] D. Wakuda, et al., Chem. Phy. Lett. 441,305-308 (2007).

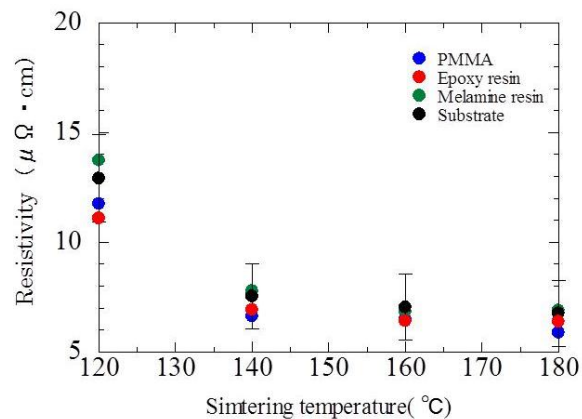


Fig.2 Relationship of Sintering temperature and Resistivity

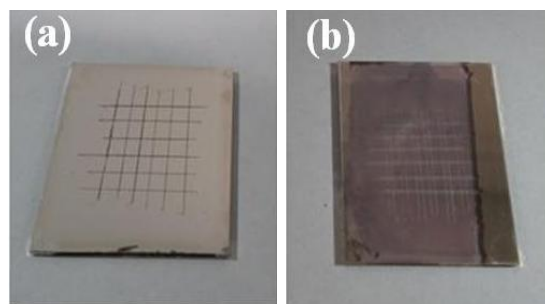


Fig.3 Image of Cross-cut measurement (a)PMMA , (b)Meramine resin

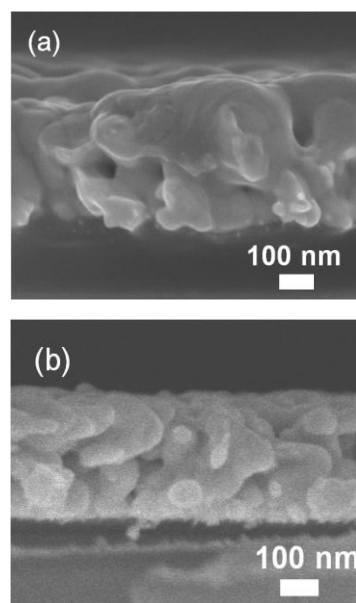


Fig.4 Cross section SEM image of Ag nano film on adhesion layer (a)PMMA, (b) Meramine resin