

パルス合成方式を用いた銅ナノ粒子電極の 低熱ダメージ光焼成プロセスの検討

Suppression of thermal damage to Cu nanoparticle electrode in photo sintering process using multiple Xe flash light

山形大院理工¹, 山形大 ROEL², 菅原研究所³

○熊木大介^{1,2}, 乗田翔平¹, 林賢二³, 菅野純司³, 近藤滋³, 福田憲二郎^{1,2}, 時任静士^{1,2}

Graduate School of Science and Engineering, Yamagata Univ.¹,

Research Center for Organic Electronics, Yamagata Univ.², Sugawara Laboratories Inc.³

○D. Kumaki^{1,2}, S. Norita^{1,2}, K. Hayashi³, J. Sugano³, S. Kondo³, K. Fukuda^{1,2}, S. Tokito^{1,2}

E-mail: d_kumaki@yz.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】印刷法を使って集積回路を低温で形成できる有機薄膜トランジスタ(有機 TFT)は、フレキシブルディスプレイの駆動回路や生体センサ、印刷 RFID タグなどへの応用が期待されている。印刷プロセスを使って集積回路を形成するには、低温での配線形成プロセス開発が非常に重要となる。これまでに我々は、インクジェット法で印刷された Cu ナノ粒子電極を、Xe フラッシュランプを用いた光焼成法で導体化し、高性能な有機 TFT を作製することに成功している[1]。光焼成法は、瞬間的な光照射で熱ダメージを抑えて電極を導体化できる特徴がある。しかしながら、電極付近の数 μm オーダーの微小領域で観察した場合、下地層への熱ダメージが発生しており、有機半導体とのコンタクト特性を悪化させる要因になっている[1]。本研究では、発光パルスを任意のタイミングで多重発光させることができるパルス合成方式の光焼成装置を用いて、熱ダメージの抑制を目的として低エネルギーで光焼成できる条件について検討したので報告する。

【実験】ガラス基板上に CYCLOTENE (ダウ・ケミカル製: 3022-35) を成膜した後、グローブボックス内にて 350°C で 1 時間のアニールを行った。その基板上に、Cu ナノ粒子インク (石原ケミカル製: Cu-02) をインクジェット装置 (富士フイルム・Dimatix 製: DMP-2831) を用いて配線形状にパターンニングした。パターン化された Cu ナノ粒子電極を光照射装置 (菅原研究所製: ES-Z5815) により焼成した。光焼成装置の 1 パルスの照射エネルギーは約 0.18 J/cm^2 、閃光時間 0.1 ms の条件で焼成した。上記の装置は、合計 16 パルスを任意のタイミングで発光させて合成波を作り出し、焼成を行うことが可能である。光焼成後の配線抵抗と配線断面積から体積抵抗率を算出した。

【結果・考察】インクジェット印刷された Cu ナノ粒子電極は、配線幅 $130 \mu\text{m}$ 、配線膜厚 500 nm 程度であった。図 1 は光照射時の発光波形を示している。発光時間 100 ms のパルス光を 16 パルス重ね合わせ、強度の強い光を入れるタイミングを変えた A、B、C の合成波により光焼成を行った。3 つの合成波は、発光波形は異なるが総照射エネルギーはほぼ等しく 3.9 J/cm^2 であった。3 つの合成波で焼成した配線の抵抗率を算出した結果、合成波 A では抵抗率が $108 \mu\Omega\cdot\text{cm}$ であったのに対して、強い光を入れるタイミングを遅らせた合成波 B では $22 \mu\Omega\cdot\text{cm}$ 、合成波 C では $17 \mu\Omega\cdot\text{cm}$ まで低抵抗化することが分かった。この結果は、合成波の形状を制御することで、より低エネルギーで銅ナノ粒子電極を焼結させることが可能であることを示している。当日は、電極周辺の熱ダメージの観察結果についても報告する。

【謝辞】本研究の一部は JST、NEDO の支援を受けて行った。

[1] 乗田ら、第 60 回春季応用物理学会学術講演会 28a-G15-1 (2013)

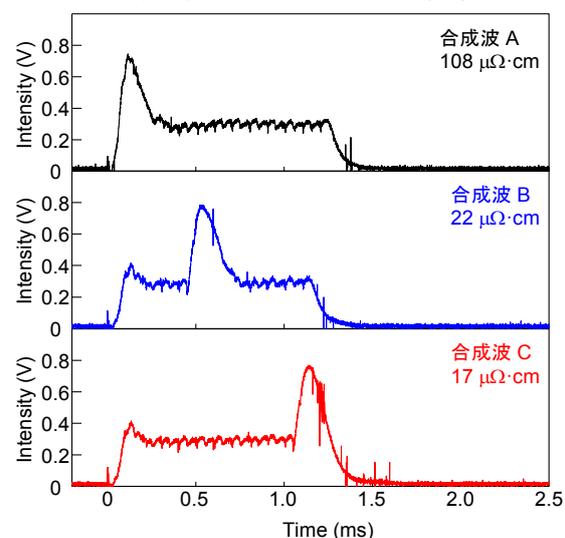


Fig. 1 Wave form of multiple Xe flash light