

シリコンナノ粒子インク/ペースト材料とデバイス応用

Si ink / paste composed of Si nanoparticles and their device applications

○池田 吉紀¹、城 尚志^{1,2}

(1. 帝人株式会社、2. ナノグラムコーポレーション)

○Yoshinori Ikeda¹, Takashi Shiro^{1,2} (1.TEIJIN LIMITED, 2.NanoGram corporation)

E-mail: yos.ikeda@teijin.co.jp

シリコンは、現在の産業で最も重要な材料の一つであり、半導体産業を構築する上で欠かせない。このシリコンは、固体であるシリコンウエハや、気体のシランガスから化学的反応を経由して形成したシリコンが広く用いられている。一方、液体では、シクロペンタシランを原料とするポリジヒドロシランによるインク材料の開発、デバイス応用がなされている[1, 2]。われわれは、シリコンを液体材料として取扱うために、シリコンをナノ粒子化することでインク、ペースト化し、シリコンのインクジェット印刷やスクリーン印刷加工を可能とした。

シリコンナノ粒子 (Si NPs) は、シランガスを原料とし、Laser pyrolysis (LP) 法により作製する[3]。得られた粒子は、高純度かつ狭い粒径分布 (約 20 nm を中心) を有している。Si NPs は、球状であると共に、結晶格子像がはっきりと確認できる高い結晶性のシリコン粒子であることが分かる (Fig.1)。さらに、この Si NPs は、原料ガスにホスフィンやジボランを混合することで、リンやボロンを 10^{21} atoms/cm³ の高濃度まで制御してドーピングすることもできる。このようにして、3 種類の Si NPs (Intrinsic Si NPs, Phosphorus and Boron doped Si NPs) を作製する。この Si NPs は、有機溶媒と混合することで、インクやペースト材料 (NanoGram® Si ink / paste, Fig.2) を作製することができる。これらインクやペーストは、スピンドーティングやインクジェット、スクリーン印刷などの適した印刷方法を用いることで、用途に応じたパターンニングが可能である。

印刷加工した Si NPs は、熱プロセスやレーザー照射を行うことで、Si NPs が焼結し、バルクとしての半導体材料、絶縁材料としての機能発現ができる[4]。さらに、リンやボロンドーピングを行った Si NPs を用いた場合、レーザープロセスと組合せることで、選択的なドーピングを行い、半導体プロセスへの応用が期待できる[5]。本研究では、NanoGram® Si ink, paste を紹介すると共に、プリンタブルエレクトロニクスへの応用例を示す。

参考文献

- [1] T. Shimoda *et. al.*, Nature 440 (2006) 783.
- [2] T. Masuda *et. al.*, Appl. Phys. Lett. 100 (2012) 253908
- [3] S. Chiruvolu *et. al.*, Tech. Proc. 2006 Nanotech. Conf. Trade Show, Vol.1, pp. 325-328 (2006).
- [4] Y. Ikeda *et. al.*, proceedings of IDW 2013, pp514-517
- [5] Y. Tomizawa *et. al.*, Jpn. J. App. Phys. (2015) in press

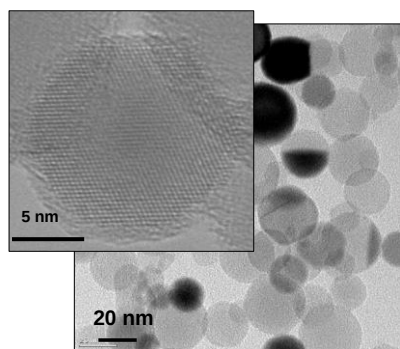


Fig.1 TEM images of Si nano particles

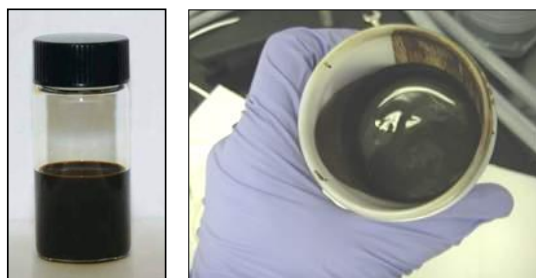


Fig.2 Photographs of NanoGram® Si ink and paste