

超臨界流体を用いた LSI 配線のための CNM の作製温度

CNM fabrication temperature using supercritical fluid for LSI interconnects

東理大工 ○佐藤光、伊藤勝利、宇原祥夫、斉藤茂

Faculty of Engineering, Tokyo University of Science, ○Hikaru sato, Yoshio Uhara, Masatoshi Ito, Shigeru Saito

E-mail: labsaito@rs.kagu.tus.ac.jp

1.はじめに

近年の LSI 集積化は、配線幅の微細化に伴い、電流密度の増加からエレクトロ・マイグレーション等の問題を発生させる。そこで主流である銅配線より低い抵抗率、高熱伝導率、高電流密度耐性を有するカーボンナノ材料 (CNM) 配線が期待されている。一般に CNM は、高温で作製されている。ほかのデバイスに損傷を与えないためにも特別な工夫は別として、作製温度(T_s)の低温化が望まれる。

我々は超臨界流体の低粘性・高拡散性に注目し、超臨界エタノールあるいは超臨界 CO_2 により、LSI 微細孔に直接 CNM を作製する方法を提案した。今回、作製温度について実験した結果、超臨界エタノールを用いた方法では $T_s=450^\circ\text{C}$ 、超臨界 CO_2 を用いた方法では $T_s=400^\circ\text{C}$ で作製できることが明らかになったので報告する。

2.実験方法

$\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 基板を次のように作製する。 SiO_2 上に RF スパッタ装置を用いて $\text{Al}_2\text{O}_3(40\text{nm})$ 、高真空マグネトロンスパッタ装置にて $\text{Co}(0.2\text{nm})$ を成膜する。実験装置を Fig.1 に示す。基板温度はホルダーに取り付けられた CA 熱電対で測定された。反応器の内容量は 72.8cc である。超臨界エタノールを用いた方法では、反応器内部にエタノール 25cc を導入し、また超臨界 CO_2 を用いた方法ではエタノール $3\sim 6\text{cc}$ を導入してから、一旦、真空排気する。超臨界 CO_2 の場合は、さらに CO_2 をモル比 $M_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}/M_{\text{CO}_2}=0.12\sim 0.23$ となるように導入する。それぞれホットプレートおよびバンドヒーターで加熱し、超臨界状態にしてから、基板に取り付けられたヒーターに通電して $T_s=400\sim 800^\circ\text{C}$ 、反応器圧力 $p=10\sim 20\text{MPa}$ で CNM 作製をおこなった。

3.実験結果と考察

超臨界エタノールを用いた方法では、 $T_s \geq 450^\circ\text{C}$ で CNM が作製されることがわかった。 $T_s=450^\circ\text{C}$ 、 $p=10\text{MPa}$ 、通電時間 $t=20\text{min}$ で作製した CNM の SEM 像を Fig.2 に示す。直径 $10\sim 20\text{nm}$ の CNM の成長が見える。また、超臨界 CO_2 を用いた方法では、 $T_s \geq 400^\circ\text{C}$ で CNM が作製されていた。 $T_s=400^\circ\text{C}$ 、 $p=20\text{MPa}$ 、通電時間 $t=20\text{min}$ で作製した CNM の SEM 像を Fig.3 に示す。 $20\sim 50\text{nm}$ の CNM の成長が見える。超臨界エタノール法と超臨界 CO_2 法の作製温度の違いについては、反応器圧力が関係しているか検討中である。

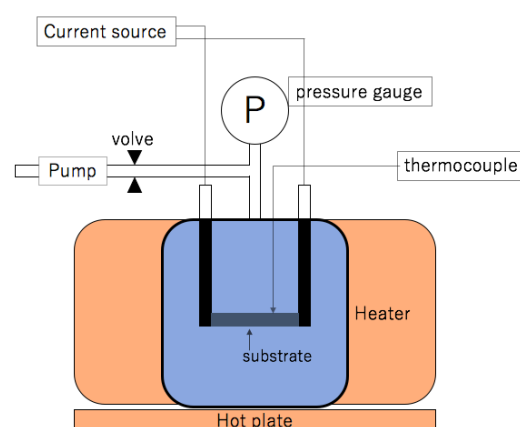


Fig.1 Experimental equipment

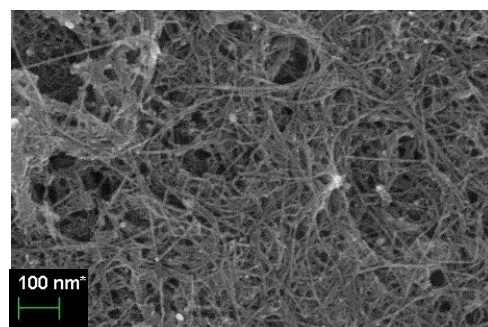


Fig.2 SEM image of CNM ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)

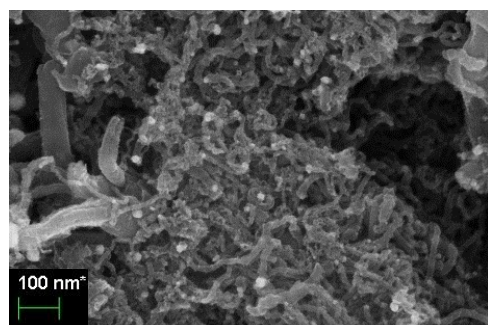


Fig.3 SEM image of CNM(CO_2)