

課題番号: **GR037**
助成額: 126 百万円

環境調和型ゼロエミッション次世代半導体配線形成方法の研究開発

グリーン・イノベーション

理工系

平成 23 年 2 月 10 日
～平成 26 年 3 月 31 日

専門分野

材料加工・
組織制御工学

キーワード

精密造型プロセス／めっきプロセス／省資源・省エネルギー技術／組織制御／
気・液・固・超臨界流体反応操作／二酸化炭素循環利用／ナノテクノロジー

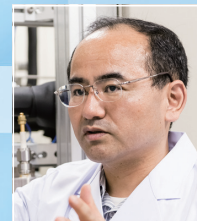
曾根 正人

Masato Sone

東京工業大学精密工学研究所 准教授

WEB ページ

[http://www.ames.pi.titech.ac.jp/
index.html](http://www.ames.pi.titech.ac.jp/index.html)



研究背景

ノートパソコンや携帯電話はこの10年で身近なアイテムになったが、これは半導体により小さく高密度になることにより実現した。この超微細な半導体を更に小さく作成するためには、ナノメートルレベルの銅を欠陥無く配線する技術が必要である。また、半導体の作成には非常に多くのエネルギーが必要な上に、環境に負荷をかけるような廃液や二酸化炭素を大量に排出する問題がある。

研究の特色

提案者は、めっき液と二酸化炭素を混ぜ合わせて乳濁状にすることで、欠陥の無い微細な金属配線ができる革新的なめっき技術を発明した。この方法を用いて直径30ナノメートル以下の欠陥の無い銅配線を高密度に作成し、二酸化炭素で「洗い」「乾かし」その二酸化炭素を再利用することで環境に優しいモノづくりの実現を目指す。

実績

代表論文: Microelectronic Engineering, 97C, 126-129 (2012)

新聞: 文教速報「若手研究社が高校生らに講演＝東工大」(2011年11月11日); 文教ニュース「高校生・一般向け公開講演会「東工大が誇る若手研究者たち」開催中」(2011年11月7日)

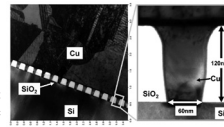
特記事項: ①研究成果をまとめた教科書「半導体・MEMSのための超臨界流体 (共著)」が2012年9月28日コロナ社から市販。②研究成果をまとめた英文図書「Crystal Growth by Electrodeposition with Supercritical Carbon Dioxide Emulsion (共著)」が2013年2月20日 INTECH社から市販

研究成果

超臨界二酸化炭素エマルジョンを用いた半導体銅配線方法の確立

提案者は、電解質溶液と超臨界二酸化炭素のエマルジョンを形成して電気めっきを行うとピンホールのない高硬度でレベリング性の高い皮膜が形成される事を明らかにした。この技術を超臨界ナノプレーティング法 (SNP 法) と呼ぶ。本研究開発において、超臨界二酸化炭素エマルジョンを用いた半導体銅配線方法が研究された。具体的な成果としては、① M-SNP 法により直径60nm アスペクト比5及び直径70nm アスペクト比5のホールへの無欠陥銅埋め込みに成功した。この埋め込まれた銅は、(111) 面を優先方向とする単結晶およびその単結晶に整合である双晶欠陥を含むものであることがわかった。

図1.
本研究の配線方法による直径60nmホール半導体埋込配線の透過型電子顕微鏡写真



精密銅配線を自動で行う新しい半導体配線装置の完成

超臨界二酸化炭素エマルジョンを用いた半導体銅配線を、自動で行う新しい半導体配線装置が完成した。この配線装置は流通攪拌方式を用いているため省スペース化が実現する。同時に自治体に高圧ガス製造装置として認可を受けた。この成果は実用化に向けて大面積M-SNP装置が実現できることを示した点で産業界に大きな波及効果を与えるものと評価しうる。

本研究を、現在急速に発展している「人工神経デバイス」、「人工皮膚」などニューラル・プロステティクス (神経補綴学) に応用するため、ポリマー表面へのメタライジング法

超臨界二酸化炭素および超臨界エマルジョンを用いた洗浄方法の確立

本研究開発で、レジストパターンを用いた配線を研究したところ、超臨界二酸化炭素洗浄でレジストパターンの基板への密着強度が向上すること、更に超臨界CO₂エマルジョン洗浄という新しい洗浄方法を開発し、この洗浄方法によりレジストパターンを容易に剥離しうることを見出した。この方法と本提案の配線方法を組み合わせ、欠陥のない金属パターンの作成に成功した。

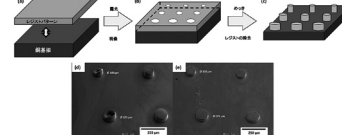


図2.
超臨界二酸化炭素エマルジョン洗浄とSNPを組み合わせた金属パターンの形成: (a) ～ (c) 金属パターン形成プロセス、(d) 通常のめっきプロセス、(e) 本提案のプロセスによるニッケル金属パターン

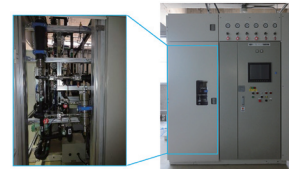


図3.
精密銅配線を自動で行う新しい半導体配線装置。タッチパネルにより安全に操作可能である。

技術、更にはセンサー形成技術に展開する。

2030年の
応用展開