

バイオセンシングデバイスの実現に向けた微細加工技術

Nanofabrication Technology for Biosensing Devices



「若手技術奨励賞」受賞 / Young Technical Skill Award

受賞者: 吉田 美沙 (物質・材料研究機構)

Awardee: Misa Yoshida (National Institute for Materials Science)



KEY WORDS Biosensor, Nanofabrication, Graphene, CVD-SiN, Lithography

概要 | Overview

微細加工技術は電子工学や機械工学の分野においての応用が主であったが、近年では異分野からのニーズも増加している。NIMS 微細加工PFでは微細加工技術に寡聞である研究者からの相談にも柔軟に応じ、プロセス構築、提案を含めた技術支援を行っている。本ポスターでは、バイオ・ライフサイエンス分野でニーズの高い高精度・高効率・高生産性のバイオセンシングの研究に向けた微細構造デバイス作製の支援例を紹介する。

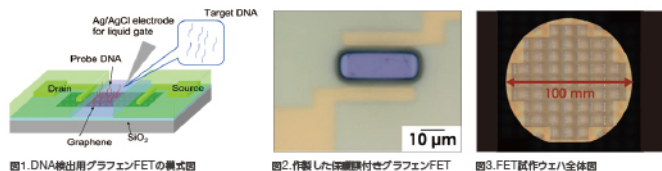
Nanofabrication technologies have been mainly applied in the fields of electronics and mechanical engineering. Recently, however, the needs from different fields have been increasing. NIMS Nanofabrication PF has been flexibly responding to consultations from researchers who are unfamiliar with nanofabrication technologies, and has been supporting their research, including process development and proposals. In this poster, we introduce examples of micro/nano structured device fabrication to support the development of high-precision, high-efficiency and high-productivity biosensing, which is required in the field of biotechnology and life sciences.

DNAセンシング用グラフェントランジスタ

Graphene transistors for DNA sensing

● 量産性・再現性に優れたグラフェンデバイス

本件は、熱酸化膜付きSi基板に転写されたCVD単層グラフェンを加工し、電極や保護膜などを形成して、バイオセンシング用グラフェンFETデバイスの作製とその量産プロセスを検討したものである。グラフェンの剥離を軽減するために、レジストは取り除く際に剥離性の強いNMPが不要なものを選別し、プロセス上の制限を受ける中で適切にプロセスを選定・構築することで、ウェハスケールにおける量産性・再現性に優れたグラフェンデバイス作製プロセスの開発に貢献した。



● 感光性ポリマーの検討

DNA含有溶液から電極を守る保護膜には、溶液耐性の強い膜を使用しなければならない。保護膜などで一般的に使用されるSiO₂等の無機材料は、通常スパッタ成膜やCVD成膜によって形成されるが、グラフェンはプラズマによるダメージの影響が大きいため不適切であると判断し、溶液耐性の強い感光性ポリマーを保護膜として選定した。

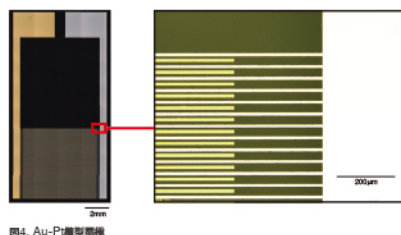
Au-Pt櫛型電極による自己発電型バイオセンサ

Self-powered biosensor with Au-Pt comb-type electrodes

● 高圧ジェットを用いたリフトオフによる生産性の向上

本件は、ガラス基板上に幅10μm、長さ7mmのPtとAuの電極を間隔10μmで交互に配置する櫛型電極を作製したものである。バイオセンシングに関する基礎研究は、その再現性を検証するために大量の試料が必要のため、6inchφウェハ上に作製した。櫛型電極デバイスは、微細な間隔で電極が交互に連なっているため、その箇所でも短絡(導通)してしまうとデバイスとして機能しないため、高生産性を保つのが難しい。かつては歩留まり50%だったが、下記2点のポイントに留意することで、90%以上にまで引き上げることに成功した。

- 高速マスクレス露光装置を用いた巧みなアライメント技術
→ウェハスケールでの高精度な位置合わせ・重ね合わせ露光
- 高圧ジェットでのリフトオフ
→電極間への金属破片の再付着を防止し、高生産性を実現



平行平板電極による免疫センサ

Immune sensor with parallel plate electrodes

● 応力レスなCVD-SiNを用いた平行平板電極

本件は、電気インピーダンス(EIS)バイオセンサのための平行平板電極をガラス基板上に作製したものである。図6に示すように丸型センサ電極の径の異なるチップを対で作製し、電極部以外(デバイス写真の黒色部)を5μmの絶縁膜で被覆した後、二つのチップを貼り合わせて10μm間隔の平行平板電極として用いるものである。強い酸で洗浄(ピラニア洗浄)を行いたいという要望により、絶縁膜は感光性ポリマーではなく、無機膜で形成することにした。5μmの無機膜形成はSiO₂では応力によって破断してしまうため、応力を制御しやすいCVD-SiNに着目し、応力レスな膜を成膜する条件を見出した。SiN成膜後、ICP-RIEでドライエッチングし、センサー部とパッド部の金電極を露出させた。

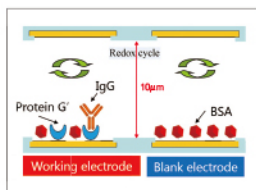


図5. EISバイオセンサの模式図

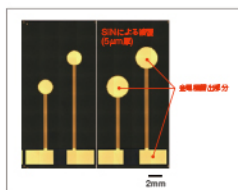


図6. 平行平板電極用チップ

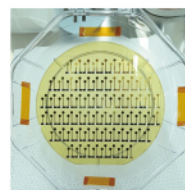


図7. 平行平板電極ウェハ全体図

CONTACT

吉田 美沙 Misa Yoshida
物質・材料研究機構 National Institute for Materials Science
URL : <https://www.nims.go.jp/rifp/>