

プロセスソリューションを実現する ドライエッチング技術

Dry etching techniques for process solutions

「技術支援貢献賞」受賞 / Best Technical Support Contribution Award

受賞者 | 大里 啓孝 (物質・材料研究機構)
Awardee | Hirotaka Ohsato (National Institute for Materials Science)



Key words

Dry etching, Ga₂O₃ Trench MOS-Type Schottky Barrier Diodes, Fe₄N Wire

概要 / Overview

ドライエッチングはデバイス試作において重要な工程の一つであるが、ガス種・ガス流量・高周波出力・マスク選定など関連するパラメータが多いことから、短期間で最適な条件を見つけるためには豊富な材料加工経験が要求される。本ポスターでは、NIMSが蓄積したノウハウを活かしたドライエッチング加工例として、新材料であるGa₂O₃の「トレンチMOS型SBDの試作」と、難エッチング材料である鉄窒化物の「Fe₄N細線加工」について紹介する。

Dry etching is one of the key processes in device fabrication. It has various related parameters such as gas species, gas flow rate, process pressure, power, etching masks, and so on. We have a lot of experience and expertise necessary to find optimal conditions for the device fabrication in the short term. In this poster, we introduce typical two experimental results such as "Ga₂O₃ trench MOS-type Schottky barrier diode" and "Fe₄N device structure" fabricated by the skilled etching techniques.

Ga₂O₃ トレンチMOS型SBDの試作

Fabrication of Ga₂O₃ trench MOS-type Schottky barrier diodes

● Ga₂O₃ エッチングの条件探索

本試作では、これまで確立された条件がないGa₂O₃の適正装置の選択、エッチング条件探索などゼロからプロセス開発を行った。装置選定は、Ga₂O₃エッチングに最適なガス種を検討して決定した。Ga除去にはCl種が有効であり、酸素の除去にはBCl種が適応可能であると推測し、BCl₃ガスが使用可能である化合物ドライエッチング装置を選択した。条件探索の結果、BCl₃にArを添加した最適ガス比率・圧力を見出すことに成功し、短期間で成果創出に貢献した。

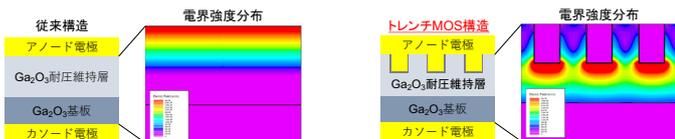


Fig1. プレーナー型とトレンチMOS構造の電界強度分布

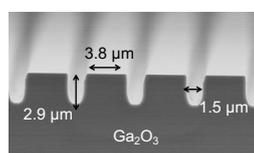


Fig2. トレンチ構造の断面

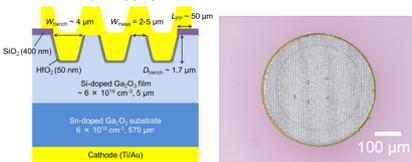


Fig3. デバイス構造の断面模式図と顕微鏡像

鉄窒化物の細線加工

Fabrication of L-shaped Fe₄N ferromagnetic narrow wire

● Dry / Wet連続エッチングによる難エッチング材の加工

難エッチング材料である鉄窒化物Fe₄Nは蒸気圧の低さから反応性エッチングは困難であったが、Fe塩化物が有機溶剤に可溶性であることに着目し、Cl₂ガスによる反応性ドライエッチング後に、反応生成物である塩化鉄を有機溶剤でウェットエッチングする「2段階エッチング」を考案し、Fe₄Nの加工に成功した。それによって、従来はArイオンミリングで加工することで発生していたリデポジションによる残留物を排除することに成功した。

マスク材料は、MgOを導入した。MgOは水に可溶であるため、他のマスク材料の剥離で使用する強酸・強アルカリを用いることなく除去可能であり、Fe₄N膜へのダメージが少ないことから選定した。

2段階エッチングの考案、マスクを導入することで従来の反応性エッチングでは対応できない材料の加工を可能とした。

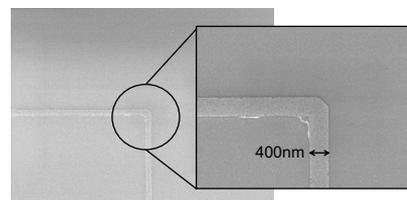
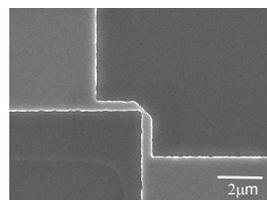


Fig4. Arイオンミリング(左)とDry/Wet連続エッチング(右)

ドライエッチングを核とした豊富な微細加工支援

Micro / nano fabrication based on skilled dry etching techniques

● 早期成果創出を可能にするプロセスインテグレーション

これまでの微細加工実績をベースにさまざまな材料加工の支援を行っており、そこから得られた知見は施設を利用するユーザーすべてに還元され、新たな微細加工支援に生かされている。

NIMSでは微細加工における全工程(リソグラフィ・エッチング・成膜・観察・計測)を一貫してサポートする体制を構築し、ユーザーの早期成果創出に向けて支援を行っている。

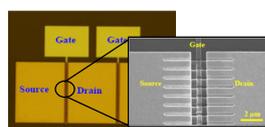


Fig5. Tri-Gate 型ダイヤモンドFET

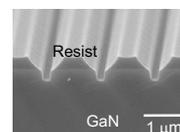


Fig6. GaNの微細加工



Fig7. 埋め込み膜の平坦化

CONTACT

物質・材料研究機構 微細加工プラットフォーム
大里 啓孝

National Institute for Materials Science
Hirotaka Ohsato

