

(010)面 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 基板に対する異方性 HCl ガスエッチングAnisotropic HCl gas etching of (010) $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ substrate

物材研 °大島 孝仁, 大島 祐一

NIMS, °Takayoshi Oshima, Yuichi Oshima

E-mail: OSHIMA.Takayoshi@nims.go.jp

【はじめに】優れた基礎物性とウエハ生産性を併せ持つ $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 半導体は、次世代パワーデバイス応用への期待から盛んに研究されている。そのデバイスの微細加工に必要な異方性エッチングは、一般的に反応性イオンエッチングで行われている。しかし、この方法では、加工表面にプラズマダメージが導入されるだけでなく、平滑な加工側壁の形成が困難である。そこで、それらの課題を解決する代替技術として、水素雰囲気異方性熱エッチングが近年提案された[IWGO Proc 1-4 (2022)]。この手法では、指向性イオンではなく結晶構造の異方性を利用して、高アスペクトな異方性エッチングが可能である。ここで我々は、同様のプラズマを用いないガスエッチングが結晶成長装置で実現できれば、研究の幅が広がると考えた。そこで、本研究では、 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ のエピタキシャル成長に広く利用されているハライド気相成長装置で、成長原料前駆体 GaCl の合成に使用されている HCl を直接基板に供給してエッチング加工を試みたので報告する。

【実験結果と考察】種々の窓パターンを有する SiO_2 マスクが形成された(010)面基板をハライド気相成長装置に導入し、温度 1038°C の大気圧下で、HCl/ N_2 混合ガス (HCl 分圧 63 Pa) を 10 分間供給してエッチングを行った。エッチングは窓部で選択的に進行し、マスク下も一部アンダーエッチングされた。このアンダーエッチングは窓方位が[001]のときに最小となり、その加工側壁は表面エネルギー密度最小の(100)ファセットで形成された。Fig. 1 は、その[001]方位のストライプに形成されたトレンチに対する断面電子顕微鏡像である。トレンチは楔型であり、側壁は垂直で平滑な(100)ファセット、側壁底部は傾斜した{310}ファセットで構成されていた。垂直深さに相当する(100)ファセット長をマスク下のアンダーエッチング長で割ったアスペクト比は、~9 と大きかった。この結果は、結晶成長装置においてもプラズマダメージフリーで高アスペクトな異方性ガスエッチングが可能であることを示している。また、この選択エッチングでトレンチを形成後に、そのまま同じ装置内でトレンチ部にキャリア密度の異なる領域を選択再成長 [Appl. Phys. Express **15**, 075503 (2022).]で埋め込むなど、新発想のプロセスも検討できる。

【謝辞】本研究は、物材研の並木ファウンドリと千現微細加工共用施設 (いずれも課題 No. 22NM5110) を利用して実施されました。

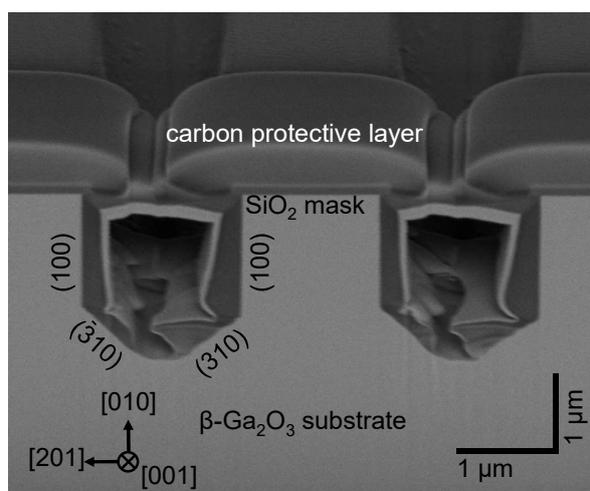


Fig. 1. Tiled-view SEM image of a cross-section of trenches formed with HCl gas etching in a halide vapor phase epitaxy system.