

放射光 X線トポグラフィーによる エピタキシャルダイヤモンド膜の欠陥評価

梅沢 仁、アシュラフ M. M. オマル、山口 博隆、鹿田 真一
産業技術総合研究所 ダイヤモンド研究センター、エレクトロニクス研究部門

はじめに

ダイヤモンドは高い絶縁破壊電界を有し、物質中最大の熱伝導率や高い移動度などの物性値より、高温・高出力半導体素子材料として期待されている。しかし、半導体材料としての定量評価技術が未成熟で、欠陥種の同定や密度の定量化、欠陥形成機構、またデバイス特性との相関などは不明である。本研究ではX線トポグラフィー法、水素プラズマによる欠陥エッチング手法などとデバイス特性を組み合わせ、デバイス特性へ影響を与える欠陥種の同定と定量化を試みた。

実験方法および結果

HPHT ダイヤモンド Ib(100)単結晶基板に MW/CVD 装置を用いて、ホモエピ膜を成長させた。基板とエピ膜は PF/BL15C にて X線トポグラフィー法により転位観察し、評価後に H_2/CO_2 プラズマで欠陥領域エッチングを行った。欠陥とデバイス特性の相関を得るために、SBD を試作し評価した。

HPHT 基板を X線トポグラフィーで欠陥を観察したところ、 $g=(044)$ や (113) など基板に垂直な成分を持つ g ベクトルで観察され、 $g=(220)$ など基板に水平な成分では観察されない単純転位が多数であった。これに p-エピ層を成長すると、全体的に転位欠陥が増加したと共に、 $g=(220)$ も見られる複合転位が発生した(図 1)。これは一部の欠陥でエピ膜成長時に複数のバーガース・ベクトルを持った複合転位に転換したと思われる。

次に、 H_2/CO_2 プラズマ表面処理を行ったところ、単純転位では見られなかったエッチピットが複合転位の部分で見られた。転位と電気特性との相関を調べるため、同様の試料に擬似縦型 SBD を試作・測定し、 H_2/CO_2 プラズマエッチピットと相関を取ったところ、深いエッチピットの密度増加とともに、SBD のリーク電流が増加しており、耐電圧劣化に影響している事がわかった。

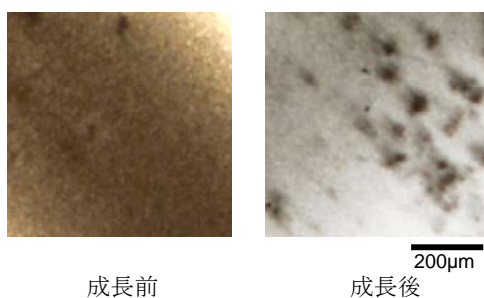


図 1 エピ前後での $g=(220)$ XRT 像

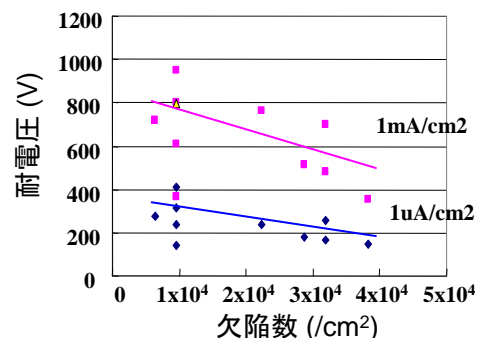


図 2 素子内欠陥密度と耐電圧