

低角入射X線トポグラフ法の 4H-SiC パワーデバイス開発への応用

松畑洋文、山口博隆、産業技術総合研究所

はじめに

SiC パワーデバイスを用いた電力制御技術は、エネルギー損失を低減し、地球温暖化を抑制する新しい技術として期待されている。しかしながら現在の SiC パワーデバイスは歩留まり、信頼性、性能の点などに改善が求められている。我々は、作製された SiC パワーデバイスの内部構造を観察する手段として、低角入射X線トポグラフ法を応用して来た。本手法では、単色化したX線を低い角度で入射させ、Bragg ケースの回折を起こさせ、トポグラフ像を得ている。この手法では、ウエハ中に多量に存在している転位等の格子欠陥のコントラストに邪魔されることなく、結晶の表面に作製されているパワーデバイス内部の格子欠陥や微細構造のみを観察することができ、優れた手法であることが分かって来た。本発表では放射光を用いた低角入射X線トポグラフ法の開発と、それを用いて明らかになった SiC 結晶の格子欠陥やデバイスプロセスやデバイスの歩留まりや信頼性に関するいくつかの新しい知見について述べる。

実験方法および結果

実験は PF, BL15C で行った。観察は 4H-SiC 結晶の 1128 反射等を用い、波長 0.15nm のX線を利用した。本手法により観察される転位は独特のコントラストを示し、コントラストと転位線の向き、バーガース・ベクトル、転位の種類には法則性があることが分かった。またこれらの知見をもとに、デバイスプロセスに伴う欠陥構造の変化などを調べることができた。図 1(a) はホモエピ膜成長に伴い導入されたミスフィット転位の構造、(b) は PN 接合形成による界面転位の出現の例を示す。これらの観察結果より、デバイスプロセスが SiC 結晶に及ぼす影響や、PN 接合逆方向耐圧劣化、MOS 構造絶縁不良などの原因の一部についての新しい知見が得られた。

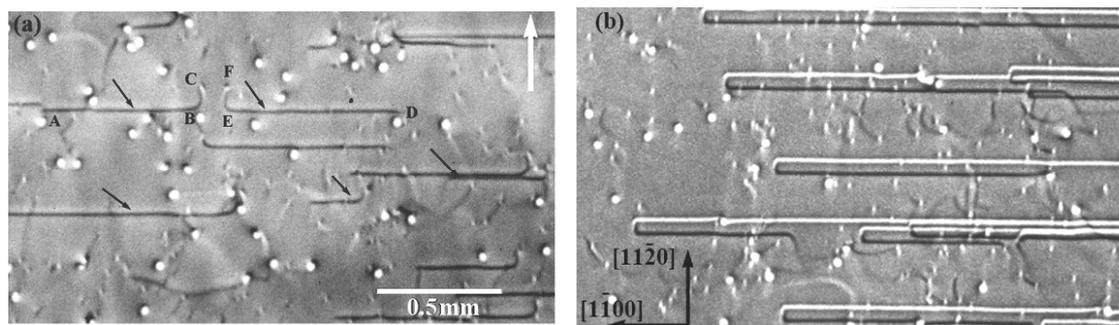


図 1 (a) ホモエピにより出現したミスフィット転位、(b) PN 接合形成により出現した界面転位。