



X線反射率および表面X線回折によるSiO₂/SiC界面の評価

山口博隆、松畑洋文
産業技術総合研究所

1. 背景と研究目的

次世代のパワーエレクトロニクス素子材料としてSiCは有望であり、実用化研究が進められている。MOSFETにおいて、高チャネル移動度、高寿命、閾値安定性が要求されるが、それらの特性を低下させる要因として、SiO₂/SiC界面の「界面層」の存在やラフネスが指摘されている。そのため、SiO₂/SiC界面構造を明らかにすることは重要である。そのためにX線反射率とSiCの界面からのX線回折を測定し、界面構造を明らかにすることが目的である。X線反射率については実験室での測定が行われており、酸化膜形成法による界面層の違いが観察されている[1]。より膜厚の厚い試料についても解析を進めるため、放射光X線の利用を計画する。また、SiC結晶の界面構造を調べるために表面X線回折の測定を試みる。

2. 実験内容

4H-SiC ウェーハは1°傾斜(0001)Si面であり、熱酸化条件（ドライ酸化）は1200°C、140分で、SiO₂膜厚は40ミクロン程度である。実験はBL8S1においてスマートラボを用いて行った。X線波長は0.135nmで、ウェーハの[11-20]方向がビームに直交するように設置した。反射率測定は、Omega-2theta スキャンによって測定した。また、0008反射（2theta=32.5°）近傍の振動写真をPILATUSで観察し、CTR散乱に関する予備実験を行った。

3. 結果および考察

X線反射率の結果を図1に示す。カーブフィッティングではSiO₂膜厚 $t=38.97$ nm、密度 $\rho=2.2$ g/cm³の値が得られた。先崎ら[1]によるとドライ酸化試料では、反射率曲線に異常が見られ、1.0nm程度の界面相の存在が示唆されたが、今回の試料では、有意な界面相の存在は認められなかった。

PILATUSによる振動写真では、試料表面に垂直方向に伸びる回折が観察された。今後CTR散乱を取り出し解析するためには、より精度の高い測定をする必要があると考えられる。

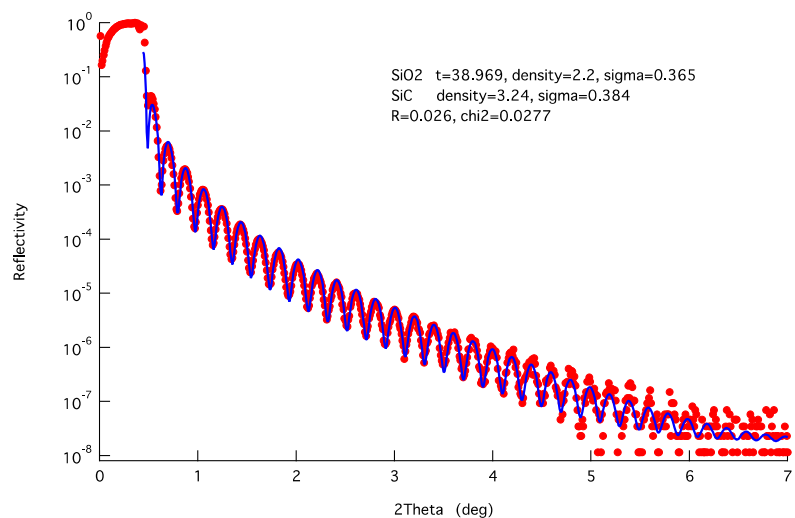


Fig.1 SiO₂/SiCのX線反射率（赤点）およびフィッティング曲線（青線）。

4. 今後の課題

SiO₂/SiC界面構造の解析法として、X線反射率とCTR散乱の測定を試みた。今後、酸化膜形成法に依存した界面構造の系統的な研究を計画したいと考えている。

5. 参考文献

[1] 先崎ほか、応用物理学会 2015年春 13a-B4-6