

FTIRによるバルク結晶シリコン中の酸素析出の評価 Oxygen Precipitation in Bulk Silicon Crystals Investigated by FTIR

○小野 春彦^{1,2} (1. 神奈川県産技セ、2. 明治大)

○Haruhiko Ono^{1,2} (1.Kanagawa Ind. Tech. Center, 2.Meiji Univ.)

E-mail: h_ono@kanagawa-iri.jp

はじめに

単結晶、多結晶にかかわらず、太陽電池用バルク結晶シリコンにおいては、軽元素の挙動理解と制御が重要である。本講演では、特に酸素と酸素析出物の評価に関し、軽元素の評価手法として有力なフーリエ変換赤外分光法 (FTIR) を用いた研究事例を紹介する。

酸素は CZ 法やキャスト法で成長したシリコン結晶中に最も多く混入する不純物で、その濃度は $1E17 \sim 1E18 \text{ cm}^{-3}$ 程度である。結晶成長中の熱履歴やデバイス製造中の熱工程により、過剰な酸素は安定な酸化物 SiO_2 として析出する。酸素析出を制御するためには、析出核を同定しその挙動を理解する必要があるが、そこには炭素、窒素などの他の軽元素不純物や点欠陥、およびこれらの複合体が複雑に関係している。

格子間酸素と酸素析出物による赤外吸収

シリコン結晶中の酸素は格子間位置にあり、様々な振動モードによる赤外吸収ピークが存在することがよく知られている。一方、酸素析出物はアモルファス構造を持つためブロードな吸収となる。析出現象を調べるためには、格子間酸素ならびに析出酸素の量を正確に知る必要がある。格子間酸素濃度の定量法は規格化されているが、析出物の定量的評価には課題が多い。

FTIR を利用することにより、①濃度を測る、②分布を測ることに加え、③変化を測ることによって析出機構を調べることができる。

酸素関連の複合体と酸素析出核

シリコン中の酸素は、他の不純物元素や点欠陥と結合して様々な複合体を形成する。その多くを FTIR で検出することができる。これらの複合体が酸素析出核として働くといわれているが、お互いの関係は必ずしも明らかになっていない。特に、ソーラーグレードの結晶では、結晶粒界や転位等の結晶欠陥が多く存在するため、これらとの相互作用が現象をより複雑にしている。

本講演では、キャスト成長した多結晶シリコン中の酸素関連の複合体の評価事例を示す。LSI グレードの高品位単結晶と比較すると、その特徴は、①炭素、窒素が多いこと。このため NN, NNO, CO などの多様な複合欠陥が生成する。次に、②結晶成長中の熱履歴が複雑である。これにより、含有点欠陥の量や分布、さらに TD, STD などのドナ欠陥の制御が課題となる。さらに、③粒界・転位等の結晶欠陥の存在がある。これらはすべて酸素析出核の候補であり、長年にわたる従来の研究成果を踏まえて新たな実験データを蓄積することで、酸素析出機構の解明が期待される。

本研究の一部は、NEDO プロジェクトの一環として実施されたものである。