

酸化物セラ添加のドーパント 透過電顕で精密に位置を計測

名大、隣り合う酸素空孔も解明

用いた計測でも容易ではない。

そこで研究グループは、独自の高品質なデータ取得法や統計的なデータ解析法、精密理論計算法を組み合わせて、実験室規模の汎用電子顕微鏡による微量欠陥情報の評価を実現した。具体的には、チタン酸イットリウム($Y_2Ti_2O_7$)のアルミニウムが占有する位置や量を定量的に明らかにするため、透過電子顕微鏡で結晶試料に入射した電子線に現れる電子チャネリング効果を利用する高角度分解能電子チャネリングX線分光(HARECX)法により解析を行った。

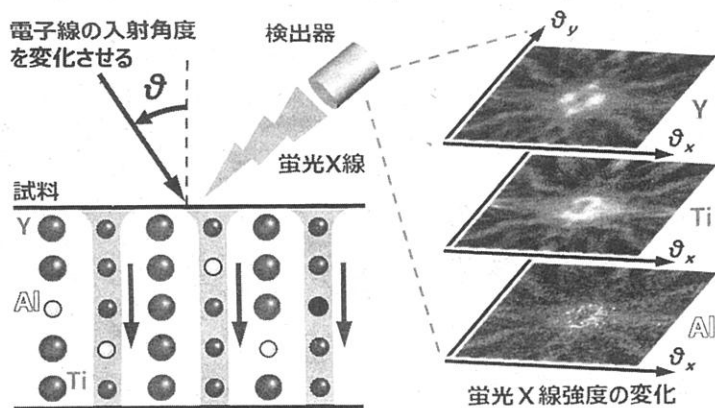
その結果、ドーパントとその周りの局所的な格子ひずみだけでなく、酸素全体の約0.2%しか抜けていないほんのわずかな酸素空孔の位置まで決定することができた。

大塚講師の話「今後は半導体や誘電体、磁性体などの機能材料の性質を支配する点欠陥の精密かつハイスループットな手法として応用・展開していくと共に、実用材料でよく見られるランダム粒界などの従来解析困難な格子欠陥の新たな分析法として拡張していく予定です。これらによって幅広い分野の材料開発を促進すると期待しています」

■電子チャネリング効果 結晶に入射した電子線は結晶の周期的なクローンポテンシャルを感じていくつかのプロック波(電子定在波)に分枝し、それらの励起確率が入射角度(電子回折条件)によって変化するために電子線が異なる位置を強調して伝播する現象。

名古屋大学未来材料・システム研究所の大塚真弘講師、武藤俊介教授らの研究グループは、ファイナセラムックスセンターの田中誠博士らの研究グループと共同で、透過電子顕微鏡により、酸化物セラミックスに微量添加された異種イオン(ドーパント)の位置を精密に計測し、それと隣り合う酸素の抜け孔(酸素空孔)まで明らかにすることに成功した。

次世代航空機エンジンの保護膜材料である酸化物セラミックス(チタン酸イットリウム)にドーパント(アルミニウム)を微量添加すると、膜構造の安定化と共に物質内での酸素移動が抑制される。しかも、物質内部できれいに配列せずに散らばったドーパントや空孔などの点欠陥の情報は微量であり、その検出は大型放射光施設や最先端の電子顕微鏡を



高角度分解能電子チャネリングX線分光(HARECX)法の概念図。結晶に入射した電子線は、電子チャネリング効果により異なる位置を強調して伝播するため、入射角度に対するX線強度を計測するとチャネリング図形と呼ばれる画像が得られる。チャネリング図形は、各原子の位置や濃度、周辺構造の対称性を反映した模様を示すため、この画像からこれらを精密に評価できる。