

(6) 陰極線ルミネッセンス法による次世代電子材料の評価

研究代表者 理学部 飯石 一 明

研究目的

酸化物結晶などの光学結晶や半導体などにおいてはごく微量な不純物が結晶の光学的・電気的特性に強く影響するため、その濃度及び分布の制御は重要な課題である。従って、結晶中に含まれる欠陥・不純物の分布や特性を評価することは大変重要である。

励起状態にある試料から放出されるルミネッセンスは、試料の電子準位を反映しており欠陥や不純物影響される。電子線を励起源として用いる陰極線ルミネッセンス (CL) 法はプローブである電子線の収束が容易である。従って、走査型電子顕微鏡を用いたCL法はミクロンオーダーの微小領域でCLのマッピングを行うことが可能であり微細化の進む次世代電子材料の電気的光学的特性の評価に大変有用であると考えられる。ただし、CLの発光機構が材料物質の電子準位に依存するために限られた材料物質でしか利用できない。また、材料物質ごとに発光原因を特定する必要があるためCL法はあまり材料の評価に利用されていない。従って、CL法で材料物質の評価をするためにはCLの発光原因を特定する基礎研究が必要となる。本研究では、天然フォル

ステライトのCLの発光原因の特定・カラー合成を行い、現段階ではマイナーな技法であるCL法の次世代電子材料の評価法としての有効性を調べることを目的とした。

研究成果

天然フォルステライトのCLのスペクトル分布は、青色 (400nm 付近) と赤外領域 (800nm 以上) の2つのピークから構成されることがわかっているがその発光原因は判明していなかった。

天然フォルステライト中の微量元素とCL強度のマッピングを同時に行い微量元素とCL強度間の相関係数を調べたところCLとFeが強い負の相関を示し、CLとAlとの間に正の相関がみられた。図1はCL強度がAl/Feに対応していると仮定しAlとFeの元素分布図からAl/Feの演算を行って合成した画像である。CL像 (図2) と非常に良く一致している。従って、天然フォルステライトのCLの発光原因はAlでありFeが消光剤として作用していると推定できる。また、CL像の中央部の暗い領域では累対構造みられるが、この領域ではFeO濃度がほぼ均

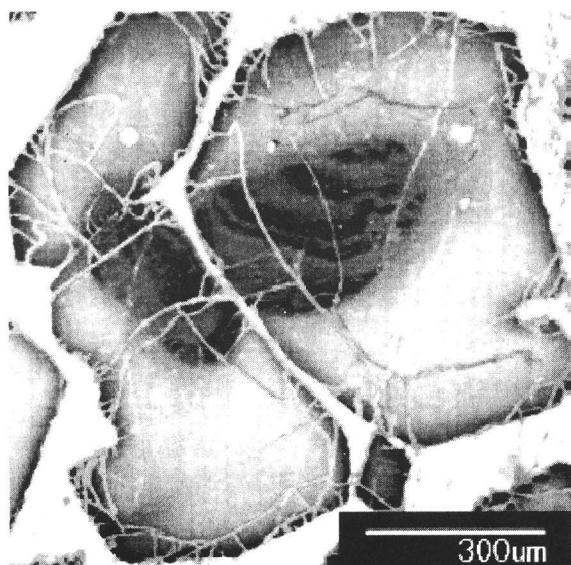


図1 天然フォルステライトのAl/Fe合成像

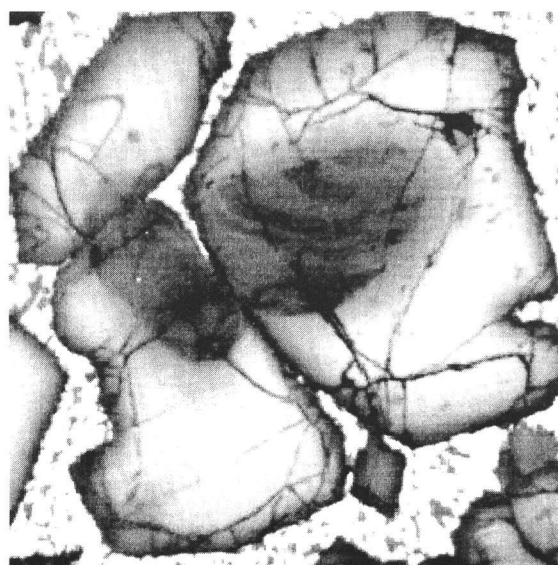


図2 天然フォルステライトのCL像

質でありCL像の累対構造に対応して Al_2O_3 濃度が0.03-0.10wt%の幅で変動している。このことからCL法は Al_2O_3 濃度に換算して0.05wt%の変動を容易に検知できる感度を持つことが判明した。

さらに、写真用に一般的に用いられている青・緑・赤の三種類の三色分解フィルターを用いることで走査型電子顕微鏡を利用したCL法では扱えないカラーCL画像の合成を試みた。結果は、三種類の三色分解フィルター全てが近赤外線(750nm以上)をほとんど透過してしまうため(図3)に近赤外線を発光するフォスフェライト(図4)ではカラーCL画像の合成が困難であることがわかった。しかし、ダイヤモンドのような可視領域でしか発光しない物質についてはカラー画像の合成は可能であった。

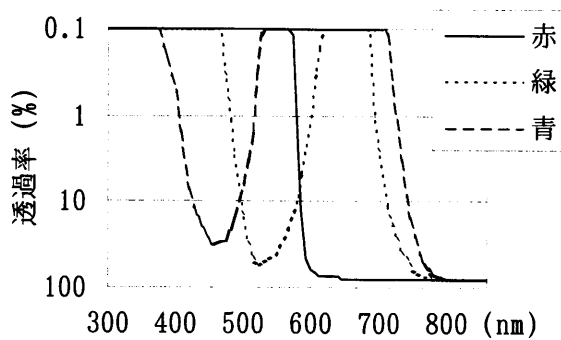


図3 三色分解フィルターの透過特性

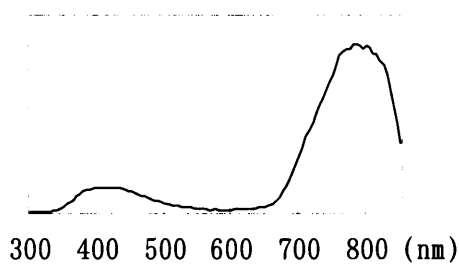


図4 天然フォスフェライトCLのスペクトルターン

産業技術への貢献

CL法は、応用できる物質に限ることや発光原因を材料物質ごとに調べる必要がある等の欠点がある。しかし、X線分析法(WDS法など)では検出に長時間を要するような微量な組成変化でも走査型電子顕微鏡を用いたCL法では通常の像観察で容易に検知できる利点がある。従って、CL法は材料物質

中に含まれる不純物の偏析状態を調べることに適していると思われる。従来、偏析現象の評価には主にエッチング・X線トポグラフィ法が利用されているがCL法はこれらの方法と比べると空間分解能の点でも優れている。よって、CL法を材料物質の評価法の1つとして利用することは、微細化・高品質化が要求される次世代電子材料の開発に有用な手段であると考えられる。

グループメンバー

| 氏名 | 所属 | 職(学年) |
|-------|---------------|-------|
| 飯石 一明 | 理・化学地球 科 学 | 教授 |
| 札木 充 | 理工・VBL | 非常勤講師 |

連絡先

TEL: 0839-33-5742 FAX: 0839-33-5742

E-mail: iishi@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp