

氏名(本籍)	おお ひがし たく じ 大 東 琢 治 (東 京 都)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	博 甲 第 3142 号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	結像型蛍光 X 線マイクロトモグラフィの研究
主査	筑波大学教授 理学博士 青木 貞雄
副査	筑波大学教授 工学博士 斎藤 恒雄
副査	筑波大学教授 理学博士 巨瀬 勝美
副査	筑波大学教授 理学博士 早石 達司
副査	筑波大学助教授 工学博士 上殿 明良

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

蛍光 X 線分析法の試料を非破壊でバルクのまま観察可能で、定量性や検出感度にも優れている。その特長を顕微鏡的に応用したものが蛍光 X 線顕微鏡である。蛍光 X 線顕微鏡には大別して走査型と結像型があるが、本研究では光学素子としてウオルターミラーを用いて結像型蛍光 X 線顕微鏡を構築した。元素の同定には、単色励起光を用いて蛍光 X 線励起エネルギーの違いを利用する選択励起法と CCD に位置分解能およびエネルギー分解能も持たせるホトカウンティング法を適用し、2次元元素マッピングを行なった。さらに応用として、それぞれの手法で結像型蛍光 X 線マイクロトモグラフィを行ない、試料元素の顕微鏡的な 3次元定量観察を行なった。蛍光 X 線の発光分布を定量的に求めるために透過 X 線像を同時に求め、励起 X 線及び蛍光 X 線の試料自身による吸収補正を行った。それぞれの 3次元像はトモグラフィの手法によって求めた。

実験は高エネルギー加速器研究機構放射光施設で行った。白色光を多層膜分光器で準単色化して試料に照射し、バックグラウンドになる弾性散乱 X 線の検出面への入射を少なくするために、入射励起光に対して垂直方向に設置されたウオルターミラーで蛍光 X 線を検出器面上に結像する。加えて、励起光の光軸上に可視光変換型 CCD カメラを設置して、透過 X 線像を撮影し吸収補正用データとした。試料には人工ダイヤモンドを用いて、微小含有物である Fe と Ni の分布を観察し、3次元画像再構成を定量的に行なった。再構成アルゴリズムはシミュレーションから、50 投影のファントムに対して誤差率約 7.06% の結果が得られた。

画像再構成で得られた人工ダイヤモンド中の元素密度分布を、入射エネルギーを変えた時の吸収係数の変化から算出した密度と比較すると、エネルギー選択励起法では Fe と Ni の比率に比例関係が得られ、本手法の定量性が確認された。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、3次元元素分布を定量的に求めるために、蛍光 X 線顕微鏡像と透過型 X 線顕微鏡像を同時撮影し、トモグラフィ手法を用いて 3次元画像再構成を行った。

蛍光 X 線の 3次元発光分布定量測定は、試料自身による入射励起 X 線および蛍光 X 線の吸収を伴うために、一

般には困難である。本研究では、比較的吸収の少ない軽元素をベースにした物質中の金属元素に注目してその困難を回避し、初めて3次元元素分布の定量化の可能性を示した。このように、これまでにない新しいタイプのX線顕微鏡を実現したことは非常に高く評価できる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。