

Title	白色X線による結晶中の干渉現象の研究
Author(s)	大川, 時夫
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/1423
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

【41】

氏名・(本籍)	大 川 時 夫
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 6 9 4 号
学位授与の日付	昭 和 60 年 2 月 4 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	白色 X 線による結晶中の干渉現象の研究
論文審査委員	(主査) 教 授 橋本初次郎 教 授 南 茂夫 教 授 三石 明善 教 授 興地 斐男 教 授 山田 朝治 教 授 梅野 正隆

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は Cosslett - Nixon 型の X 線顕微鏡を試作し、技術上の問題点を解明し、これを生物、鉱物試料に応用し試料の内部立体構造観察に有用な手段になる事を確認している。更に白色発散 X 線を用いた回折顕微鏡法に応用し、様々な結晶性物質の内部観察に用いている。そして、像解釈にまつわる問題点を見出し、白色 X 線による X 線回折理論の改良発展を行っている。

第 1 章では、X 線顕微鏡法の歴史的発展を明らかにし、本論文の位置付けを明確にしている。又、研究の過程で生れた X 線干渉現象の基本的問題に関する疑問を探究する為に従来の X 線回折理論を見直した結果を記している。そして朝永博士達が完成させた相対論的量子電磁理論の必要性に言及している。

第 2 章では、X 線顕微鏡試作にかゝる諸技術について論じている。即ち、ヘヤビン型及び電界放出型電子銃の比較、電子レンズの操作及び電子線軸合せの問題、電源装置の設計基準、X 線顕微カメラの設計、X 線顕微鏡用試料の扱い方などを論じている。応用例として繊維、生物、植物試料の X 線陰影拡大像が示され、像解釈の方法が論ぜられている。

第 3 章では、X 線顕微鏡を回折顕微鏡法に応用し、技術的問題点、像解釈の方法などを論じ、応用例として、酸化モリブデン結晶、螺旋形銅ひげ結晶、珪素単結晶などに生じる干渉現象などを論じている。又、白色 X 線によるペンデル干渉縞の成因を論じ、以下の章の理論的探究の必要を論じている。

第 4 章では、発散白色 X 線を用いる事から生じる回折 X 線像を解釈するための幾何学的方法を論じ、又回折像コントラスト計算のための方法を論じている。

第 5 章では、原子内における X 線と電子との相互作用を相対論的量子場の理論で表現する方法を論じている。電子 - X 線は孤立系でなく、凝集系の中での相互作用として扱われるため理論は多体、多時間

形式となる事を論じている。結晶内には共鳴的電場の存在が認められ、この結果白色X線の干渉及びX線光子偏光面の混合現象などが論じられている。

第6章では、光子-電子の相互作用は、古典的扱いでは常に因果性を考慮している。しかし量子論的方法では統計的認識とならざるを得ない。従って古典的形式による回折理論も従来の因果律的分散関係を用いない形式が必要である。そこで Laue 流永年方程式を用いない高木理論を基礎として新球面波回折理論を論じている。その結果、結晶歪の程度に限られない、X線回折理論が得られている。

論文の審査結果の要旨

透過度の大きなX線を用いたX線顕微鏡は超高压電子顕微鏡でも観察不可能な厚い物体の内部構造を研究することのできる可能性をもつものであるが、レンズによる拡大系を用いることができないため低倍率の像しか得られないことや、白色X線を用いるため得られた像のコントラストを正しく解釈するための理論が不充分であることなどにより、従来いくつかのこゝろみちなされたが、その進歩はそれ程顕著なものではなかった。本論文は、電子顕微鏡に用いる高性能電磁レンズと輝度を高めた電子線源を用いて薄膜ターゲット上に微小電子像を作り、これより発生するX線を用いて、拡大像を得るX線顕微鏡を試作し、これを用いて結晶の微細構造や欠陥を研究すると共に、白色X線の結晶内干渉現象を記述するための回折理論を展開したもので、その得られた結果を要約すると次の通りである。

- (1) 試作のX線顕微鏡を高分解能のX線回折顕微鏡法に応用し、酸化モリブデン、金属銅ホイスカー、半導体シリコンの単結晶観察を行い、結晶構造、格子欠陥の性質を決定し、これが従来の示性X線のみを用いるラング法などに較べて、はるかに有用であることを示し、更に白色X線によるペンデル干渉縞の存在を初めて示している。
- (2) 発散白色X線による回折X線トポグラフの写像関係を詳細に論じ、X線光学的拡大を伴う発散X線法による試料内の物点と回折像中の点との一対一写像関係を示す方程式を得ている。
- (3) 白色X線の干渉現象を解明するために相対論的電磁理論を導入し、結晶内物質と光子の相互作用が2段階のプロセスで論じる必要があることをのべ、これより得られた結果と古典論で導かれた結果との対応も論じている。
- (4) 分散面概念を陽に用いない高木理論を発展させ、完全結晶から歪のある結晶まで適用可能な白色X線の球面波回折理論の展開を試みている。

以上のX線回折顕微鏡を用いる研究は材料研究に寄与し又、白色X線の干渉現象についての観察と、その理論的説明の試みは、今後の白色X線を用いる他の方法による研究、たとえばSORによる研究にも寄与する所が大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。