

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
【部門区分】第 6 部門第 1 区分  
【発行日】平成 17 年 10 月 20 日 (2005.10.20)

【公開番号】特開 2003-329617 (P2003-329617A)  
【公開日】平成 15 年 11 月 19 日 (2003.11.19)  
【出願番号】特願 2002-186332 (P2002-186332)  
【国際特許分類第 7 版】

G 0 1 N 23/04

G 0 1 N 23/20

【F I】

G 0 1 N 23/04

G 0 1 N 23/20

【手続補正書】

【提出日】平成 17 年 6 月 23 日 (2005.6.23)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単色平行電磁波または粒子線を物体に照射し、物体からの電磁波または粒子線を、結晶分析体に入射させ、結晶分析体から発せられる電磁波または粒子線によって物体内の像を得る非破壊分析方法であって、

予め、結晶分析体の厚さ、または、単色平行電磁波または粒子線の波長を、結晶分析体の動力的回折作用によって得られる、前方方向または透過方向回折単色平行電磁波または粒子線、または回折方向回折単色平行電磁波または粒子線、または反射方向回折単色平行電磁波または粒子線のいずれか一方の強度が、いずれか他方の強度に比較して、単色平行電磁波または粒子線の影響の少ない強度となるようにしておく、

この結晶分析体に物体からの電磁波または粒子線を入射させ、単色平行電磁波または粒子線の影響の少ない方向に、結晶分析体から発せられる電磁波または粒子線による物体からの暗視野画像を得ることを特徴とする非破壊分析方法。

【請求項 2】

単色平行電磁波または粒子線を物体に照射し、物体からの電磁波または粒子線を、結晶分析体に入射させ、結晶分析体から発せられる電磁波または粒子線によって物体内の像を得る非破壊分析装置であって、

結晶分析体を透過型結晶分析体としたとき、予め、透過型結晶分析体の厚さ、または、単色平行電磁波または粒子線の波長を、透過型結晶分析体の動力的回折作用によって得られる前方方向回折単色平行電磁波または粒子線および回折方向回折単色平行電磁波または粒子線のいずれか一方の強度が、いずれか他方の強度に比較して単色平行電磁波または粒子線の影響の少ない強度となるようにしておく、

この透過型結晶分析体に物体からの電磁波または粒子線を入射させ、単色平行電磁波または粒子線の影響の少ない方向に、物体からの暗視野画像を得ることと、単色平行電磁波または粒子線の影響のある方向に、物体からの明視野画像を得ることとにより、透過型結晶分析体から発せられる電磁波または粒子線による物体からの暗視野画像および明視野画像のいずれか一方または両方を得ることを特徴とする非破壊分析装置。

【請求項 3】

単色平行電磁波または粒子線を物体に照射し、物体からの電磁波または粒子線を、結晶

分析体に入射させ、結晶分析体から発せられる電磁波または粒子線によって物体内の像を得る非破壊分析装置であって、  
結晶分析体を反射型結晶分析体としたとき、予め、反射型結晶分析体の動力的回折作用によって反射方向の単色平行電磁波または粒子線をブрак反射する角度とするとともに、反射型結晶分析体の厚さを透過方向の単色平行電磁波または粒子線の影響の少ない物体からの電磁波または粒子線の強度が得られるようにしておき、  
この反射型結晶分析体に物体からの電磁波または粒子線を入射させ、単色平行電磁波または粒子線を反射させ、単色平行電磁波または粒子線の影響の少ない透過方向に、反射型結晶分析体から発せられる電磁波または粒子線による物体からの暗視野画像を得ることを特徴とする非破壊分析装置。

【請求項 4】

単色平行電磁波または粒子線を物体に照射し、物体からの電磁波または粒子線を結晶分析体に入射させ、結晶分析体から発せられる電磁波または粒子線によって物体内の像を得る非破壊分析装置であって、  
結晶分析体の動力的回折作用によって得られる前方方向回折単色平行電磁波または粒子線および回折方向回折単色平行電磁波または粒子線のいずれか一方の強度が、いずれか他方の強度に比較して単色平行電磁波または粒子線の影響の少ない強度となるような結晶分析体の厚さ、または単色平行電磁波または粒子線の波長条件、および、結晶分析体において得られる反射方向の単色平行電磁波または粒子線をブрак反射する角度とするとともに、透過方向の単色平行電磁波または粒子線の影響の少ない、物体からの電磁波または粒子線の強度が得られるような結晶分析体の厚さ条件の両方を満足したものとすることで、  
前記結晶分析体を透過型および反射型結晶分析体として使用可能であり、  
透過型結晶分析体の場合では、透過型結晶分析体から単色平行電磁波または粒子線の影響の少ない方向に、物体からの暗視野画像を得ることと、単色平行電磁波または粒子線の影響のある方向に、物体からの明視野画像を得ることとにより、結晶分析体から発せられる電磁波または粒子線による物体からの暗視野画像および明視野画像のいずれか一方または両方が得られ、  
反射型結晶分析体の場合では、反射型結晶分析体から単色平行電磁波または粒子線の影響の少ない透過方向に、結晶分析体から発せられる電磁波または粒子線による物体からの暗視野画像が得られることを特徴とする非破壊分析装置。

【請求項 5】

単色平行電磁波または粒子線を物体に照射し、物体からの電磁波または粒子線を、結晶分析体に入射させ、結晶分析体から発せられる電磁波または粒子線によって物体内の像を得る非破壊分析装置であって、  
結晶分析体を透過型結晶分析体としたとき、予め、物体がないときに、透過型結晶分析体の動力的回折作用によって得られる前方方向回折単色平行電磁波または粒子線および回折方向回折単色平行電磁波または粒子線のいずれか一方の強度が、いずれか他方の強度に比較して単色平行電磁波または粒子線の影響の少ない強度となるような透過型結晶分析体の厚さが周期的に表れる形状とされており、且つ、当該透過型結晶分析体の出力側にスリットが設けられており、  
前記透過型結晶分析体に、物体からの電磁波または粒子線を入射させる際に透過型結晶分析体およびスリットを移動させる、または物体を移動させることにより、得られた複数のスリット状態の画像を合成することにより、物体からの暗視野画像および明視野画像のいずれか一方または両方が得られることを特徴とする非破壊分析装置。

【請求項 6】

結晶分析体が非対称の結晶分析体であることを特徴とする請求項 2、ないし 5 のいずれかの非破壊分析装置。

【請求項 7】

電磁波または粒子線源からの電磁波または粒子線を単色平行化する手段を備えたことを特徴とする請求項 2、ないし 6 のいずれかの非破壊分析装置。

## 【請求項 8】

電磁波または粒子線を単色平行化する手段が対称または非対称モノクロメータであることを特徴とする請求項 7 の非破壊分析装置。

## 【請求項 9】

単色平行化する手段の原子面と透過型結晶分析体または反射型結晶分析体の原子面とが互いに平行であることを特徴とする請求項 2、ないし 8 の非破壊分析装置。

## 【請求項 10】

物体からの電磁波または粒子線を、1枚ないし複数枚からなる非対称モノクロメータを経て透過型結晶分析体または反射型結晶分析体に入射させることを特徴とする請求項 2、ないし 9 のいずれかの非破壊分析装置。

## 【請求項 11】

透過型結晶分析体または反射型結晶分析体から得られる暗視野画像および明視野画像のいずれか一方または両方を、1枚ないし複数枚からなる非対称モノクロメータを経て出力することを特徴とする請求項 2、ないし 10 のいずれかの非破壊分析装置。

## 【請求項 12】

暗視野画像および明視野画像のいずれか一方または両方を検出する電磁波または粒子線検出装置と、電磁波または粒子線検出装置による検出データを用いて画像を生成する画像処理装置とを備えたことを特徴とする請求項 2、ないし 11 のいずれかの非破壊分析装置。

## 【請求項 13】

電磁波または粒子線検出装置が 2 次元検出器またはラインセンサー 1 次元検出器であることを特徴とする請求項 11 の非破壊分析装置。

## 【請求項 14】

画像処理装置によって、暗視野断層画像および明視野断層画像のいずれか一方または両方、あるいは暗視野立体画像および明視野立体画像のいずれか一方または両方を生成可能となっていることを特徴とする請求項 12 の非破壊分析装置。

## 【請求項 15】

請求項 2、ないし 14 のいずれかの非破壊分析装置において、電磁波または粒子線として、X 線、中性子線等が用いられることを特徴とする非破壊分析装置。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

【発明の実施の形態】[第 1 の実施形態] この出願の発明は、まず、たとえば 図 1 および図 2 に例示したように、単色平行 X 線  $I_i(1)$  を分析対象の物体 (2) に照射し、物体 (2) からの透過 X 線、屈折 X 線、回折 X 線または小角散乱 X 線等の X 線 (以下、説明の便宜上、これらをまとめて、物体 (2) からの屈折 X 線等 (3)、または物体 (2) からの X 線 (3) と呼ぶこととする) を透過型結晶分析体 (4a) に入射させた際の透過型結晶分析体 (4a) による動力学的回折作用を利用したものであり、予め、物体がないときに、透過型結晶分析体 (4a) の動力学的回折作用によって得られる前方方向回折 X 線 (入射方向回折 X 線あるいは透過方向回折 X 線とも称し、同意義である) (41a) および回折方向回折 X 線 (42a) のいずれか一方の強度が、いずれか他方の強度に比較して直接入射する X 線即ち単色平行 X 線  $I_i(1)$  の影響の少ない X 線の強度において略ゼロ (ちょうどゼロを含む。以下同じ) となるような透過型結晶分析体 (4a) の厚さ、または単色平行 X 線  $I_i(1)$  の波長に設定しておくことで、物体 (2) 内の像の暗視野画像 (5) および明視野画像 (6) のいずれか一方、または両方を一度に得ることができるようになっている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0023  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【0023】  
 【数2】

$$|W| \leq 1$$

【手続補正4】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0024  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【0024】

のときに数式1（結晶分析体の結晶構造因子、結晶分析体の厚さ、X線の波長、諸角度等を含む関数からなる）に示す諸条件を設定の上、O波強度 $I_o$ およびG波強度 $I_g$ のいずれか一方が、いずれか他方に比べて直接入射するX線即ち単色平行X線 $I_i$ （1）の影響の少ないX線の強度において略0になるような透過型結晶分析体（4a）の厚さHを選択する。このとき、略0になる方の波が暗視野画像（5）を構築し、他方の波が明視野画像（6）を構築する。すなわち以下のような関係である。

【手続補正5】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0025  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【0025】  
 【数3】

$$I_o = 0 \quad (\text{where } |W| \leq 1) \quad \text{とする厚さ } H_o$$

$$\rightarrow I_o = \text{暗視野}$$

$$I_g = \text{明視野}$$

$$I_g = 0 \quad (\text{where } |W| \leq 1) \quad \text{とするとき } H_g$$

$$\rightarrow I_o = \text{明視野}$$

$$I_g = \text{暗視野}$$

【手続補正6】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0029  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【0029】

なお、O波つまり前方方向回折X線（41a）およびG波つまり回折方向回折X線（42

a) のいずれか一方の強度が、いずれか他方の強度に比較して直接入射する X 線即ち単色平行 X 線  $I_i(1)$  の影響の少ない X 線の強度において略ゼロになるとは、上述の説明からも明らかであるが、直接入射する即ち単色平行 X 線  $I_i(1)$  の強度の影響をもつ不要な X 線が重畳しないこと、強度の強い画像の背景照明となる不要な X 線の強度が略ゼロになること、すなわち物体 (2) がない場合の理論強度が略ゼロになることを意味している。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0032】

[第2の実施形態] また、この出願の発明は、たとえば図8(a)(b)および図9に例示したように、反射型結晶分析体(4b)を用いる場合において、非対称モノクロメータ(8)を経て、単色平行 X 線  $I_i(1)$  を分析対象の物体(2)に照射し、物体(2)からの屈折 X 線等(3)を反射型結晶分析体(4b)に入射させた際の反射型結晶分析体(4b)による動力的回折作用を利用し、屈折 X 線等(3)が反射型結晶分析体(4b)において反射型結晶分析体(4b)の動力的回折作用によって回折条件を満足し且つ透過するようになる。

この場合、数式1に示す諸条件を設定の上、単色平行 X 線  $I_i(1)$  と反射型結晶分析体(4b)との角度および反射型結晶分析体(4b)の厚さ(すなわち、反射型結晶分析体において得られる反射方向の単色平行 X 線  $I_i(1)$  をブрак反射する角度とするとともに、透過方向の単色平行 X 線  $I_i(1)$  の影響の少ない、物体からの X 線(3)が得られるような反射型結晶分析体の厚さ)を選択設定しておくことにより、反射型結晶分析体(4b)からの透過方向の X 線  $I_T(41b)$  によって物体からの X 線(3)として生成される暗視野画像(5)を得ることができるようにもしている。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

[実施例 4] 図15は、分析対象の物体(2)としての乾燥した魚を図8の実施形態に従って撮像したものである。反射型結晶分析体(4b)として結晶シリコン 4, 4, 0 反射を用い、その厚さは 1 mm に設定した。図15から明らかなように、透過方向の X 線  $I_T(41b)$  によって乾燥した魚を鮮明に写し出した暗視野画像(5)が得られた。また別に、反射 X 線  $I_R(42b)$  によって明視野画像(11)も得られることは言うまでもない。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】符号の説明

【補正方法】変更

【補正の内容】

【符号の説明】

- 1 単色平行 X 線
- 2 物体
- 3 屈折 X 線等
- 4 a 透過型結晶分析体
- 40 a 原子面
- 41 a 前方方向回折 X 線
- 42 a 回折方向回折 X 線

- 4 b 反射型結晶分析体
- 4 0 b 原子面
- 4 1 b 透過方向のX線
- 4 2 b 反射X線
- 5 暗視野画像
- 6 明視野画像
- 7 入射X線
- 8 非対称モノクロメータ
- 8 a , 8 b , 8 c , 8 d 非対称モノクロメータ
- 8 0 原子面
- 9 コリメータ
- 9 0 原子面
- 1 0 X線検出装置
- 1 1 スリット