

【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、結晶分析体の動力学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き、

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学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き、

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学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ッラク反射する角度とともに、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、

結晶分析体の動力学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ッラク反射する角度とともに、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さ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学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、中性子線等が用いさ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している。

【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| ≤ 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_1 （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いくつかの関係である。

【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】

$I_o = 0$ (where |W| ≤ 1) とする厚さ H_o

→ I_o = 暗視野

$I_G = \text{明視野}$

$I_G = 0$ (where |W| ≤ 1) とするとき H_G

→ I_G = 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 線即ち单色平行 X 線 I_i (1) の影響の少ない X 線の強度において略ゼロとなるとは、上述の説明からも明らかであるが、直接入射する即ち单色平行 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】0 0 3 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 2】

[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 (4 b) を用いる場合において、非対称モノクロメータ (8) を経て、单色平行 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 (4 b) に入射させた際の反射型結晶分析体 (4 b) による動力学的回折作用を利用し、屈折 X 線等 (3) が反射型結晶分析体 (4 b) において反射型結晶分析体 (4 b) の動力学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、单色平行 X 線 I_i (1) と反射型結晶分析体 (4 b)との角度および反射型結晶分析体 (4 b) 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单色平行 X 線 I_i (1) をブラック反射する角度)とともに、透過方向の单色平行 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 (4 b) からの透過方向の X 線 I_T (4 1 b) 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】0 0 5 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 5 4】

[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 (4 b) 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 (4 1 b) 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_B (4 2 b) によって明視野画像 (1 1) 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 单色平行 X 線

2 物体

3 屈折 X 線等

4 a 透過型結晶分析体

4 0 a 原子面

4 1 a 前方方向回折 X 線

4 2 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