

【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】令和7年5月26日(2025.5.26)

【国際公開番号】WO2023/277039
 【出願番号】特願2023-531997(P2023-531997)

【国際特許分類】

G 0 1 N 2 3 / 1 8 (2 0 1 8 . 0 1)

G 0 1 N 2 3 / 0 8 7 (2 0 1 8 . 0 1)

G 0 1 N 2 3 / 0 4 (2 0 1 8 . 0 1)

10

【F I】

G 0 1 N 2 3 / 1 8

G 0 1 N 2 3 / 0 8 7

G 0 1 N 2 3 / 0 4 3 4 0

G 0 1 N 2 3 / 0 4

【手続補正書】

【提出日】令和7年5月16日(2025.5.16)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

20

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに異なる複数のエネルギー域を含むX線を発するX線源と、
 前記X線から1つのエネルギー域のX線に分光するとともに試料に向けて集光する光学素子と、
 前記試料を透過した透過X線を検出する透過X線検出部とを備える、透過X線検査装置。

30

【請求項2】

前記光学素子は、前記1つのエネルギー域のX線をライン状に集光する湾曲分光素子である、請求項1に記載の透過X線検査装置。

【請求項3】

前記透過X線検出部は、前記ライン状に集光されたX線に対応して設けられたラインセンサである、請求項2に記載の透過X線検査装置。

【請求項4】

前記試料を搬送する搬送機構とともに用いられるものであり、
 前記光学素子及び前記透過X線検出部は、前記搬送機構により搬送される前記試料を挟んで配置されている、請求項1乃至3の何れか一項に記載の透過X線検査装置。

40

【請求項5】

前記光学素子は、前記試料中の検出対象となる異物のX線吸収端よりも高いエネルギー域のX線に分光するものである、請求項1乃至3の何れか一項に記載の透過X線検査装置。

【請求項6】

前記X線から同じエネルギー域のX線に分光するとともに試料に向けて集光する2つの光学素子を備えている、請求項1乃至3の何れか一項に記載の透過X線検査装置。

【請求項7】

前記光学素子を複数種類有し、
 前記複数種類の光学素子は、互いに異なるエネルギー域のX線に分光するものである、請求項1乃至3の何れか一項に記載の透過X線検査装置。

50

【請求項 8】

前記光学素子を 2 種類有し、

2 種類のうちの一方の前記光学素子は、前記試料中の検出対象となる異物の X 線吸収端よりも高いエネルギー域の X 線に分光するものであり、

2 種類のうちの他方の前記光学素子は、前記 X 線吸収端よりも低いエネルギー域の X 線に分光するものである、請求項 7 に記載の透過 X 線検査装置。

【請求項 9】

前記複数種類の光学素子は、1 つの前記 X 線源からの X 線を、互いに異なるエネルギー域の X 線に分光するものである、請求項 7 に記載の透過 X 線検査装置。

【請求項 10】

前記透過 X 線検出部は、前記互いに異なるエネルギー域の X 線それぞれに対応する複数の透過 X 線画像を生成するための複数の透過 X 線検出器を有する、請求項 7 に記載の透過 X 線検査装置。

【請求項 11】

前記複数の透過 X 線検出器それぞれを用いて生成された透過 X 線画像を処理する画像処理部をさらに備え、

前記画像処理部は、前記互いに異なるエネルギー域の X 線それぞれに対応する複数の透過 X 線画像を用いて差分処理を行い、前記試料中の異物を検出する、請求項 10 に記載の透過 X 線検査装置。

【請求項 12】

前記透過 X 線画像をディスプレイに表示させる表示制御部をさらに備え、

前記表示制御部は、前記画像処理部により検出された前記異物に色を付けて表示させる、請求項 11 に記載の透過 X 線検査装置。

【請求項 13】

互いに異なる種類の第 1 異物及び第 2 異物を検査するものであり、

前記光学素子は、前記第 1 異物の X 線吸収端よりも低いエネルギー域の第 1 X 線に分光する第 1 光学素子と、前記第 1 異物の X 線吸収端よりも高いエネルギー域であり、且つ、前記第 2 異物の X 線吸収端よりも低いエネルギー域の第 2 X 線に分光する第 2 光学素子と、前記第 2 異物の X 線吸収端よりも高いエネルギー域の第 3 X 線に分光する第 3 光学素子とを含み、

前記画像処理部は、前記第 1 X 線を照射して得られた第 1 透過 X 線画像と、前記第 2 X 線を照射して得られた第 2 透過 X 線画像と、前記第 3 X 線を照射して得られた第 3 透過 X 線画像とを用いて差分処理を行い、前記第 1 異物及び第 2 異物を検出する、請求項 9 に記載の透過 X 線検査装置。

【請求項 14】

前記複数種類の光学素子それぞれから前記試料に照射される X 線強度の違いを補正する補正部をさらに備える、請求項 7 に記載の透過 X 線検査装置。

【請求項 15】

X 線源から発せられる互いに異なる複数のエネルギー域を含む X 線を、光学素子によって 1 つのエネルギー域の X 線に分光するとともに試料に向けて集光し、

前記試料を透過した透過 X 線を透過 X 線検出部によって検出する、透過 X 線検査方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

また、本発明に係る透過 X 線検査方法は、X 線源から発せられる互いに異なる複数のエネルギー域を含む X 線を、光学素子によって 1 つのエネルギー域の X 線に分光するとともに試料に向けて集光し、前記試料を透過した透過 X 線を透過 X 線検出部によって検出すること

10

20

30

40

50

を特徴とする。

【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】

【図 1】本発明の一実施形態に係る透過 X 線検査装置の全体構成を模式的に示す斜視図である。

【図 2】同実施形態における透過 X 線検査装置の全体構成を模式的に示す側面図である。

10

【図 3】同実施形態における信号処理装置の機能ブロック図である。

【図 4】同実施形態における検出対象である異物の X 線吸収端と分光された X 線のエネルギーとを示すグラフである。

【図 5】変形実施形態における第 1 異物及び第 2 異物の X 線吸収端と分光された X 線のエネルギーとを示すグラフである。

【図 6】X 線源からの X 線を 1 つのエネルギー域の X 線に分光して試料 W に照射する構成を示す図である。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0031】

ここで、図 4 に示すように、一方の光学素子 3 a により分光された X 線は、試料 W 中の検出対象となる異物 S の X 線吸収端よりも高いエネルギー域の X 線である。また、他方の光学素子 3 b により分光された X 線は、試料 W 中の検出対象となる異物 S の X 線吸収端よりも低いエネルギー域の X 線である。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

信号処理装置 5 は、透過 X 線検出部 4 からの検出信号を処理して、透過 X 線画像を生成するとともに、透過 X 線画像から異物を検出するものである。具体的に信号処理装置は、CPU、メモリ、入出力インターフェイス、ディスプレイ 5 0、入力手段等を有するコンピュータであり、図 3 に示すように、画像生成部 5 a、画像処理部 5 b、異物検出部 5 c 及び表示制御部 5 d 等の機能を有している。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

また、試料 W が搬送機構 6 により搬送されるシステムにおいて、搬送される試料 W に照射される 1 つのエネルギー域の X 線の強度を向上させることができる。その結果、透過 X 線検出部 4 の積算線量を、計数時間を長くすることなく大きくすることができる。従来よりも高速に搬送しても透過 X 線の濃淡（コントラスト）を大きくすることができる。その結果、試料 W の異物検査の高速化を図ることができる。

【手続補正 7】

40

50

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

そして、画像処理部5bは、第1X線を照射して得られた第1透過X線画像と、第2X線を照射して得られた第2透過X線画像と、第3X線を照射して得られた第3透過X線画像とを用いて差分処理を行い、第1異物及び第2異物を検出する。具体的には、第2透過X線画像と第1透過X線画像との差分処理により第1異物を検出し、第3透過X線画像と第2透過X線画像との差分処理により第2異物を検出する。表示制御部5dは、それぞれの検出した第1異物及び第2異物を別々に表示させても良いし、第1異物及び第2異物を1つの画像の中でそれぞれの異物を異なる色で色分けしてもよい。なお、第1異物については、第3透過X線画像と第1透過X線画像との差分処理により検出してもよい。

10

20

30

40

50