(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年10月3日(03.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/203394 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 23/041 (2018.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/010024

(22) 国際出願日： 2024年3月14日(14.03.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2023-050807 2023年3月28日(28.03.2023) JP

(71) 出願人: コニカミノルタ株式会社 (**KONICA MINOLTA, INC.**) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目７番２号 Tokyo (JP).

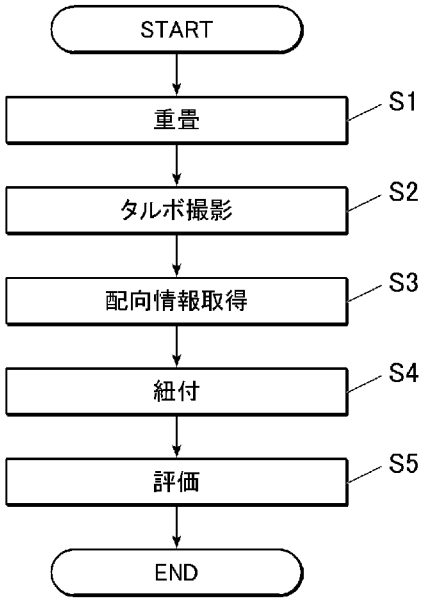
(72) 発明者: 高木 宏司(**TAKAGI Hiroshi**); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目７番２号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 梅田 博紀(**UMEDA Hiroki**); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目７番２号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人光陽国際特許事務所 (**KOYO INTERNATIONAL PATENT FIRM**); 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目１番３号 東京宝塚ビル１７階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) **Title:** IMAGING METHOD, X-RAY TALBOT IMAGING DEVICE, IMAGING SYSTEM, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 画像撮影方法、Ｘ線タルボ撮影装置、画像撮影システム及びプログラム



S1 Superimposition
S2 Talbot imaging
S3 Orientation information acquisition
S4 Association
S5 Evaluation

(57) **Abstract:** This imaging method using an X-ray Talbot imaging device is for a composite material, i.e. an inspection object, which has a density difference (g/cm3) between an oriented material and a resin being in the range of 0.1-1.0 and a thickness of 0.02-20mm. The imaging method comprises: a superimposition step (step S1) for superimposing a plurality of inspection objects; an imaging step (step S2) in which an X-ray Talbot image of the plurality of inspection objects in a superimposed state is captured; and an orientation information acquisition step (step S3) for acquiring orientation information, which is orientation-related information, on the basis of the captured X-ray Talbot image.

WO 2024/203394 A1

［続葉有］

MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能):ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２mm～２０mmの複合材料を検査対象物としたＸ線タルボ撮影装置を用いた画像撮影方法であって、複数の検査対象物を重畳する重畳ステップ（ステップＳ１）と、重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影する撮影ステップ（ステップＳ２）と、撮影されたＸ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得ステップ（ステップＳ３）と、を含む画像撮影方法。

明　細　書

発明の名称 ：

画像撮影方法、Ｘ線タルボ撮影装置、画像撮影システム及びプログラム

技術分野

[0001]　本発明は、画像撮影方法、Ｘ線タルボ撮影装置、画像撮影システム及びプログラムに関する。

背景技術

[0002]　従来、持続可能な社会の実現に向けて、自動車の燃費向上などのため、製品の軽量化が行われている。そのため、製品には、強度を保つため樹脂に繊維を混合させた繊維強化樹脂が使われるようになった。また、軽量化しつつ、製品の強度を維持するため、設計変更がシビアになった。設計変更においては特に、製品の性能に寄与する繊維の配向情報等の内部情報を把握する必要がある。

[0003]　そこで、繊維の配向情報等の内部情報を取得する方法として、タルボ撮影を用いた解析が行われている。

タルボ撮影を用いた解析では、繊維強化樹脂に樹脂との密度差が小さいセルロースやアラミド繊維等の繊維が用いられている場合、解析をするのに十分鮮明な小角散乱画像が得られず、配向情報等の内部情報を正確に取得できなかった。

[0004]　そこで、タルボ撮影の感度をアップさせて、タルボ撮影を行うことが考えられる。この場合、感度をアップさせたため、ランダムノイズが増えるという問題が発生する。また、撮影した画像を重畳させることにより、ランダムノイズを減らす技術（特許文献１）が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第２０１９／２０７８６０号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、撮影した画像を重畳させると、ランダムノイズを減らすことができても、樹脂との密度差が小さいセルロースやアラミド繊維等の繊維が用いられている場合、もともとノイズの振幅と信号の振幅とに顕著な差がなく、ノイズに信号が埋もれる。よって、信号が見えづらいという課題が依然として存在する。

[0007] したがって、本発明の課題は、Ｘ線タルボ撮影により、より鮮明な配向情報を取得することである。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するため、本発明の画像撮影方法は、

配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料を検査対象物としたＸ線タルボ撮影装置を用いた画像撮影方法であって、

複数の検査対象物を重畳する重畳ステップと、

重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影する撮影ステップと、

撮影された前記Ｘ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得ステップと、

を含む。

[0009] また、本発明のＸ線タルボ撮影装置は、

重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影する撮影手段と、

撮影された前記Ｘ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得手段と、を備え、

前記検査対象物は、配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料からなる。

[0010] また、本発明の画像撮影システムは、

重畳させた検査対象物を撮影するＸ線タルボ撮影装置を含む画像撮影シス

テムであって、

重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影する撮影手段と、

撮影された前記Ｘ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得手段と、を備え、

前記検査対象物は、配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料からなる。

[0011] また、本発明のプログラムは、

Ｘ線タルボ撮影装置のコンピューターを、

重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影手段に撮影させる撮影制御手段、

撮影された前記Ｘ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得手段として機能させ、

前記検査対象物は、配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料である。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、Ｘ線タルボ撮影により、より鮮明な配向情報を取得できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]Ｘ線タルボ撮影装置の全体像を表す概略図である。

[図2]タルボ干渉計の原理を説明する図である。

[図3]線源格子や第１格子、第２格子の概略平面図である。

[図4]画像処理装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図5]画像撮影方法を示すフローチャートである。

[図6]被写体のイメージ図である。

[図7]被写体のイメージ図である。

[図8]小角散乱画像の例である。

[図9]小角散乱画像の例である。

[図10]配向度画像の例である。

[図11]配向度画像の例である。

[図12]配向度信号値のグラフである。

[図13]被写体と評価の例である。

[図14]被写体と評価の例である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。ただし、以下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の技術的範囲を以下の実施形態および図示例に限定するものではない。

[0015] 本実施形態のＸ線撮影システム１００は、図１に示すように、Ｘ線タルボ撮影装置１と

、画像処理装置２と、を備える。

Ｘ線撮影システム１００は、Ｘ線タルボ撮影装置１を用いて被写体Ｈ（検査対象物）を、Ｘ線の光軸に直交する面内において試料を回転させて、その角度を変え、複数回撮影し、画像処理装置２によって、Ｘ線タルボ撮影装置１で読み取られたモアレ画像及び被写体Ｈが存在しない状態でのモアレ画像（ＢＧ：Ｂａｃｋ　Ｇｒｏｕｎｄモアレ画像と呼ぶ）に基づいて、撮影角度ごとに再構成画像を生成する。

なお、Ｘ線撮影システム１００は、被写体Ｈが存在しない状態でのモアレ画像を少なくとも１回、被写体Ｈ撮影の事前や事後に撮影するものとする。

[0016] Ｘ線タルボ撮影装置１としては、線源格子（Ｇ０格子ともいう。）１２を備えるタルボ・ロー干渉計を用いたものが採用されている。なお、線源格子１２を備えず、第１格子（Ｇ１格子ともいう。）１４と第２格子（Ｇ２格子ともいう。）１５のみを備えるタルボ干渉計を用いたＸ線タルボ撮影装置を採用することもできる。

[0017] 本実施形態における検査対象物は、例えば宇宙・航空機関係、自動車、船舶、つり竿の他、電気・電子・家電部品、パラボラアンテナ、浴槽、床材、

屋根材等を始め、様々な製品等の構成部材として用いられる複合材料（複合素材）である。

このような複合素材としては、例えば炭素繊維やガラス繊維を強化繊維として用いたＣＦＲＰ（Ｃａｒｂｏｎ－Ｆｉｂｅｒ－Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃｓ：炭素繊維強化プラスチック）、ＣＦＲＴＰ（Ｃａｒｂｏｎ Ｆｉｂｅｒ Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｔｈｅｒｍｏ Ｐｌａｓｔｉｃｓ：炭素繊維強化熱可塑性プラスチック）、ＧＦＲＰ（Ｇｌａｓｓ－Ｆｉｂｅｒ－Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃｓ：ガラス繊維強化プラスチック）に代表されるＦＲＰ（Ｆｉｂｅｒ－Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃｓ：繊維強化プラスチック）や、セラミックス繊維を強化材とするＣＭＣ（Ｃｅｒａｍｉｃ Ｍａｔｒｉｘ Ｃｏｍｐｏｓｉｔｅｓ：セラミック基複合材料）等が知られている。

なお、複合材料に用いられる樹脂は、例えば、汎用プラスチック、エンプラ、スーパーエンプラであるがこれらに限定されない。樹脂は、強度などの所定の特性を付加するためにマイクロサイズやナノサイズの構造を持つフィラーが添加される樹脂複合材料として用いられ、プラスチック成型加工品として使用されることが多い。フィラーには、有機材料、無機材料、磁性材料、金属材料がある。例えば、プラスチック成型加工品に強度や剛性を求められる場合には、樹脂としてＰＰＳ、ＰＯＭ、ＰＡ、ＰＣ、ＰＰなど、フィラーとしてはアラミド繊維、タルク、セルロース繊維など、の複合材料が用いられることがある。また、プラスチック成型加工品がプラマグである場合には、樹脂としてナイロン、フィラーとしてストロンチウムフェライト、サマリウムコバルトなど、の複合材料が用いられることがある。

[0018] 上記のような検査対象物である複合材料は、型に樹脂などを流し込む（射出成形）ことや樹脂をシート状に押し出す（押出し成形）こと、溶融製膜や溶液製膜などで製造される。

[0019] ［Ｘ線タルボ撮影装置について］

図１は、本実施形態に係るＸ線タルボ撮影装置１の全体像を表す概略図で

ある。本実施形態に係るＸ線タルボ撮影装置１は、図１に示すように、Ｘ線発生装置１１と、線源格子１２と、被写体台１３と、第１格子１４と、第２格子１５と、Ｘ線検出器１６と、支柱１７と、基台部１８と、を備えている。

Ｘ線タルボ撮影装置１の各種構成は、重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影する撮影手段として機能する。Ｘ線タルボ画像とは、３種類の再構成画像（吸収画像、微分位相画像、小角散乱画像）のうち、少なくとも１つの画像である。

[0020] このようなＸ線タルボ撮影装置１によれば、被写体台１３に対して所定位置にある被写

体Ｈのモアレ画像を縞走査法の原理に基づく方法で撮影したり、モアレ画像を、フーリエ変換法を用いて解析したりすることで、少なくとも３種類の画像を再構成することができる（再構成画像という）。

すなわち、ＢＧモアレ縞画像とモアレ縞画像の平均成分の差を画像化した吸収画像（通常のＸ線の吸収画像と同じ）と、ＢＧモアレ縞画像とモアレ縞画像の位相の差を画像化した微分位相画像と、ＢＧモアレ縞画像とモアレ縞画像のＶｉｓｉｂｉｌｉｔｙ（鮮明度）の比であるＶｉｓｉｂｉｌｉｔｙ率を画像化した小角散乱画像の３種類の画像である。

なお、上記のような再構成画像は、被写体Ｈの厚み方向の情報が圧縮された２次元画像であることとなる。

[0021] なお、縞走査法とは、複数の格子のうちのひとつを格子のスリット周期の１／Ｍ（Ｍは正の整数、吸収画像はＭ＞２、微分位相画像と小角散乱画像はＭ＞３）ずつ、スリット周期方向に移動させてＭ回撮影したモアレ画像を用いて再構成を行い、高精細の再構成画像を得る方法である。

[0022] また、フーリエ変換法とは、被写体が存在する状態で、Ｘ線タルボ撮影装置でモアレ画像を１枚撮影し、画像処理において、そのモアレ画像をフーリエ変換する等して吸収画像、微分位相画像、小角散乱画像を再構成して生成する方法である。

[0023] 次に、タルボ干渉計やタルボ・ロー干渉計に共通する原理について、図２を用いて説明する。

[0024] なお、図２では、タルボ干渉計の場合が示されているが、タルボ・ロー干渉計の場合も基本的に同様に説明される。また、図２におけるｚ方向が図１のＸ線タルボ撮影装置１における鉛直方向に対応し、図２におけるｘ、ｙ方向が図１のＸ線タルボ撮影装置１における水平方向（前後、左右方向）に対応する。

[0025] また、図３に示すように、第１格子１４や第２格子１５には（タルボ・ロー干渉計の場合は線源格子１２にも）、Ｘ線の照射方向であるｚ方向と直交するｘ方向に、所定の周期ｄで複数のスリットＳが配列されて形成されている。

なお、線源格子１２、第１格子１４、第２格子１５の周期は、同一の周期に限定されない。

[0026] 図２に示すように、Ｘ線源１１ａ（Ｘ線発生装置１１）から照射されたＸ線（タルボ・ロー干渉計の場合はＸ線源１１ａから照射されたＸ線が線源格子１２（図２では図示省略）で多光源化されたＸ線）が第１格子１４を透過すると、透過したＸ線がｚ方向に一定の間隔で像を結ぶ。この像を自己像（格子像等ともいう。）といい、このように自己像がｚ方向に一定の間隔をおいて形成される現象をタルボ効果という。

[0027] すなわち、タルボ効果とは、図２に示すように一定の周期ｄでスリットＳが設けられた第１格子１４を可干渉性（コヒーレント）の光が透過すると、上記のように光の進行方向に一定の間隔でその自己像を結ぶ現象をいう。

[0028] そして、図２に示すように、第１格子１４の自己像が像を結ぶ位置に、第１格子１４の自己像と略同じ周期のスリットＳが設けられた第２格子１５を配置する。その際、第２格子１５のスリットＳの延在方向（すなわち図２ではｘ軸方向）が、第１格子１４のスリットＳの延在方向に対して略平行になるように配置すると、第２格子１５上でモアレ画像Ｍｏが得られる。

[0029] なお、図２では、モアレ画像Ｍｏを第２格子１５上に記載するとモアレ縞

とスリットＳ

とが混在する状態になって分かりにくくなるため、モアレ画像Ｍｏを第２格子１５から離して記載している。しかし、実際には第２格子１５上およびその下流側でモアレ画像Ｍｏが形成される。そして、このモアレ画像Ｍｏが、第２格子１５の直下に配置されるＸ線検出器１６で撮影される。

[0030] また、図２に示すように、Ｘ線源１１ａ（Ｘ線発生装置１１）と第１格子１４との間に（すなわち図１の被写体台１３上に）被写体Ｈが存在すると、被写体ＨによってＸ線の位相がずれたり、Ｘ線が散乱したりするため、前者の場合は、モアレ画像Ｍｏのモアレ縞が被写体の辺縁を境界に乱れ、後者の場合は、被写体の辺縁に限定されず、散乱を受けた部分のビジビリティ率が低下する。一方、図示を省略するが、Ｘ線源１１ａ（Ｘ線発生装置１１）と第１格子１４との間に被写体Ｈが存在しなければ、被写体Ｈの影響を受けていないモアレ縞画像、つまりＢＧモアレ画像が現れる。以上がタルボ干渉計やタルボ・ロー干渉計の原理である。

なお、被写体Ｈは、第１格子１４の後ろに配置されていてもよい。

[0031] この原理に基づいて、本実施形態に係るＸ線タルボ撮影装置１においても、例えば図１に示すように、第２のカバーユニット１３０内で、第１格子１４の自己像が像を結ぶ位置に第２格子１５が配置されるようになっている。また、前述したように、第２格子１５とＸ線検出器１６とを離すとモアレ画像Ｍｏ（図２参照）がぼやけるため、本実施形態では、Ｘ線検出器１６は第２格子１５の直下に配置されるようになっている。

[0032] なお、第２のカバーユニット１３０は、人や物が第１格子１４や第２格子１５、Ｘ線検出器１６等にぶつかったり触れたりしないようにして、Ｘ線検出器１６等を防護するために設けられている。

[0033] 図示を省略するが、Ｘ線検出器１６は、照射されたＸ線に応じて電気信号を生成する変換素子が二次元状（マトリクス状）に配置され、変換素子により生成された電気信号を画像信号として読み取るように構成されている。そして、本実施形態では、Ｘ線検出器１６は、第２格子１５上に形成されるＸ

線の像である上記のモアレ画像Ｍｏを変換素子ごとの画像信号として撮影するようになっている。

[0034] そして、本実施形態では、Ｘ線タルボ撮影装置１は、いわゆる縞走査法を用いてモアレ画像Ｍｏを複数枚撮影するようになっている。すなわち、本実施形態に係るＸ線タルボ撮影装置１では、第１格子１４と第２格子１５との相対位置を図１～図３におけるｘ軸方向（すなわちスリットＳの延在方向（ｙ軸方向）に直交する方向）にずらしながらモアレ画像Ｍｏを複数枚撮影する。なお、別の実施形態として線源格子１２を動かしてもよい。

[0035] そして、Ｘ線タルボ撮影装置１から複数枚分のモアレ画像Ｍｏの画像信号を受信した画像処理装置２における画像処理で、複数枚のモアレ画像Ｍｏに基づいて、吸収画像や、微分位相画像や、小角散乱画像等を再構成するようになっている。

[0036] そのため、本実施形態に係るＸ線タルボ撮影装置１で、縞走査法によりモアレ画像Ｍｏを複数枚撮影するために、第１格子１４をｘ軸方向に所定量ずつ移動させるための図示しない移動装置等が設けられている。なお、第１格子１４を移動させる代わりに第２格子１５を移動させたり、或いは両方とも移動させたりするように構成することも可能である。また、別の実施形態として線源格子１２を動かしてもよい。

[0037] また、Ｘ線タルボ撮影装置１で、第１格子１４と第２格子１５との相対位置を固定したままモアレ画像Ｍｏを１枚だけ撮影し、その後、画像処理装置における画像処理で、このモアレ画像Ｍｏを、フーリエ変換法等を用いて解析する等して吸収画像、微分位相画像、
小角散乱画像を再構成するように構成することも可能である。

[0038] そして、この方法を用いる場合には、Ｘ線タルボ撮影装置１に必ずしも上記の移動装置等を設ける必要はない。なお、本発明は、このような移動装置が設けられていないＸ線タルボ撮影装置にも適用される。

[0039] なお、上記の３種類の再構成画像を再合成する等してさらに多くの種類の画像を生成することもできる。例えば、複数（３以上の）の格子対向角で撮

影された小角散乱画像を用い、各画像の位置合わせを行ったうえで、画素ごとに、正弦波でフィッティングを行い、フィッティングパラメータを抽出する。正弦波のグラフは、横軸をサンプルと格子の相対角度とし、縦軸をある画素の小角散乱信号値とするグラフである。フィッティングパラメータとして、正弦波の振幅、平均、位相が得られる。画素ごとの振幅値を表す画像を配向度画像、画素ごとの平均値を示す画像を散乱強度画像、画素ごとの位相を示す画像を配向角度画像と呼ぶ。なお、フィッティングの方法は正弦波に限定されない。

以降では、再構成画像を再合成することで生成された画像（配向度画像、散乱強度画像、配向角度画像）を合わせて配向解析画像とする。つまり、配向解析画像は、Ｘ線タルボ撮影装置の格子のスリットに対する被写体の相対角度を変えて撮影された複数の小角散乱画像に基づいて生成される。

[0040] 本実施形態に係るＸ線タルボ撮影装置１における他の部分の構成について説明する。本実施形態では、いわゆる縦型であり、Ｘ線発生装置１１、線源格子１２、被写体台１３、第１格子１４、第２格子１５、Ｘ線検出器１６が、この順序に重力方向であるｚ方向に配置されている。すなわち、本実施形態では、ｚ方向が、Ｘ線発生装置１１からのＸ線の照射方向ということになる。

[0041] Ｘ線発生装置１１は、Ｘ線源１１ａとして、例えば医療現場で広く一般に用いられているクーリッジＸ線源や回転陽極Ｘ線源等を備えている。また、それ以外のＸ線源を用いることも可能である。本実施形態のＸ線発生装置１１は、焦点からＸ線をコーンビーム状に照射するようになっている。すなわち、Ｘ線発生装置１１から離れるほどＸ線が広がるように照射される。

[0042] そして、本実施形態では、Ｘ線発生装置１１の下方に線源格子１２が設けられている。その際、Ｘ線源１１ａの陽極の回転等により生じるＸ線発生装置１１の振動が線源格子１２に伝わらないようにするために、本実施形態では、線源格子１２は、Ｘ線発生装置１１には取り付けられず、支柱１７に設けられた基台部１８に取り付けられた固定部材１８ａに取り付けられている

。

[0043] なお、本実施形態では、Ｘ線発生装置１１の振動が支柱１７等のＸ線タルボ撮影装置１の他の部分に伝播しないようにするために（或いは伝播する振動をより小さくするために）、Ｘ線発生装置１１と支柱１７との間に緩衝部材１７ａが設けられている。

[0044] 本実施形態では、上記の固定部材１８ａには、線源格子１２のほか、線源格子１２を透過したＸ線の線質を変えるためのろ過フィルタ（付加フィルタともいう。）１１２や、照射されるＸ線の照射野を絞るための照射野絞り１１３、Ｘ線を照射する前にＸ線の代わりに可視光を被写体に照射して位置合わせを行うための照射野ランプ１１４等が取り付けられている。

[0045] なお、線源格子１２とろ過フィルタ１１２と照射野絞り１１３とは、必ずしもこの順番に設けられる必要はない。また、本実施形態では、線源格子１２等の周囲には、それらを保護するための第１のカバーユニット１２０が配置されている。

[0046] 被写体台１３は、被写体Ｈを載置するための台である。被写体台１３は、Ｘ線発生装置１１から照射されるＸ線に対して被写体Ｈの位置を固定する固定ユニット（図示せず。）が設けられている。固定ユニットは、被写体Ｈを所定の位置で固定可能とする固定部と、当該固定部をＸＹ軸（２次元方向）＋Θ軸（３次元方向）に回転可能とする移動機構と、を有する。このような固定ユニットを用いることで、Ｘ線タルボ撮影装置１によって、被写体Ｈの同一部位を、撮影角度や格子対向角度（格子対向角）を変えた状態で正確に複数回撮影することができる。なお、被写体Ｈは必ずしも固定されている必要はなく、例えば、板材やダンベル試験片など、固定せずとも被写体台１３上で移動することがない被写体Ｈであれば、固定せず撮影可能である。

ここで、撮影角度とは、Ｘ線タルボ撮影装置１に対する被写体Ｈの位置を示す角度である。また、格子対向角とは、撮影された画像（もしくは、撮影後表示された画像）の方向と格子（マルチスリット１２、第１格子１４、第２格子１５）の方向との関係（角度）である。

[0047] なお、格子と、被写体内部の屈折率が異なる材料同士の境界部、あるいは散乱体との相対角度に応じて、位相の変化量あるいはビジビリティ率の低下の度合いが異なり、再構成画像として生成された際に、当該角度に応じて見える像が異なるものとなる。

したがって、被写体Ｈの同一部位を、格子対向角を変えて複数回撮影することによって、同一のモアレ画像Ｍｏを基にした３種類(吸収画像、微分位相画像、小角散乱画像)の再構成画像の画像セットを角度ごとに複数取得することができる。

ここで、取得された格子対向角ごとの画像における被写体Ｈの同一部位を合わせるため、画像処理にて位置合わせをしてもよい。また、位置合わせにおいては、被写体Ｈの特徴を用いてもよいし、被写体Ｈとは別の位置合わせ用のマーカーを被写体Ｈと一緒に撮影し、そのマーカーを利用して実施してもよい。

また、本実施形態では、被写体Ｈの撮影角度の調整を、固定ユニットの移動機構で行うものとしたが、Ｘ線源１１ａ、複数の格子１２，１４，１５（格子保持部でもよい。）及びＸ線検出器１６が、Ｘ線の光軸を回転軸とし、全体として回転することで、被写体Ｈと格子の格子対向角度を変えて撮影できるような構成を採用してもよいものとする。

[0048] ［画像処理装置について］

画像処理装置２は、Ｘ線タルボ撮影装置１により得られたモアレ画像Ｍｏを用いて、被写体Ｈの３種類の高精細な再構成画像（吸収画像、微分位相画像、小角散乱画像）を生成したり、配向解析画像（配向度画像、散乱強度画像、配向角度画像）を生成したり、得られた再構成画像や配向解析画像の画像処理を行ったりすることができる。このような画像処理装置２は、図４に示すように、制御部２１、操作部２２、表示部２３、通信部２４、記憶部２５を備えて構成されている。

なお、表示部２３を備える画像処理装置２は、画像表示装置としても機能する。

[0049] 制御部２１は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）やＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）等から構成され、記憶部２５に記憶されているプログラムとの協働により、各種処理を実行する。

そして、制御部２１は、撮影されたＸ線タルボ画像から配向に関する配向情報を取得する配向情報取得手段として機能する。

また、制御部２１は、検査対象物の方向に関する特性情報を、検査対象物のその他の特性情報に紐づける紐付手段として機能する。

[0050] 操作部２２は、カーソルキー、数字入力キー、及び各種機能キー等を備えたキーボードと、マウス等のポインティングデバイスを備えて構成され、キーボードで押下操作されたキーの押下信号とマウスによる操作信号とを、入力信号として制御部２１に出力する。表
示部２３のディスプレイと一体に構成されたタッチパネルを備え、これらの操作に応じた操作信号を生成して制御部２１に出力する構成としてもよい。

[0051] 表示部２３は、例えば、ＣＲＴ（Ｃａｔｈｏｄｅ Ｒａｙ Ｔｕｂｅ）やＬＣＤ（Ｌｉｑｕｉｄ Ｃｒｙｓｔａｌ Ｄｉｓｐｌａｙ）等のディスプレイを備えて構成されており、制御部２１の表示制御に従って、各種表示画面等を表示する。

[0052] 通信部２４は、通信インターフェイスを備え、通信ネットワーク上にあるＸ線タルボ撮影装置１や、ＰＡＣＳ（Ｐｉｃｔｕｒｅ Ａｒｃｈｉｖｉｎｇ ａｎｄ Ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ Ｓｙｓｔｅｍ）等の外部システムと有線又は無線により通信する。

[0053] 記憶部２５は、不揮発性の半導体メモリーやハードディスク等により構成され、制御部２１により実行されるプログラムやプログラムの実行に必要なデータ、検査対象物（被写体Ｈ）の情報（被写体情報）、検査対象物の特性情報、再構成画像や配向解析画像等の情報などを記憶している。

ここで、検査対象物の特性情報とは、検査対象物自体が持つ方向の特性情報である。具体的には、ＭＤ方向、ＴＤ方向、ＮＤ方向が挙げられる。被写

体Ｈにおいて、型に樹脂などを流し込んだ際の樹脂流動方向はＭＤ（ｍａｃｈｉｎｅ　ｄｉｒｅｃｔｉｏｎ）方向、水平面においてＭＤ方向に対して垂直な方向はＴＤ（ｔｒａｎｓｖｅｒｓｅ　ｄｉｒｅｃｔｉｏｎ）方向、ＭＤ－ＴＤ平面に対して鉛直方向はＮＤ（ｎｏｒｍａｌ　ｄｉｒｅｃｔｉｏｎ）方向という。これらの方向は、検査対象物の加工特性を示している。そして、特性情報は、検査対象物の情報に紐づけられて記憶部２５に記憶されている。また、特性情報は、検査対象物の向き、検査対象物の切出方向でもよい。

また、ここでいう検査対象物自体持つ方向の特性情報は、対象物現物の情報に限らず、金型情報や検査対象物のＣＡＤ・ＣＡＥ・シミュレーションから分かる設計上の方向の特性情報でもよい。

[0054]（画像撮影方法）

本発明の画像撮影方法は、検査対象物（被写体Ｈ）を重畳させ、タルボ撮影することで、鮮明な配向情報を取得する方法である。

[0055] まず、ユーザーは、被写体Ｈを重畳させる（ステップＳ１；重畳ステップ）。

[0056] ここで、被写体Ｈについて説明する。

被写体Ｈは、図６のようなイメージ図で表される。被写体Ｈは、型に樹脂などを流し込む（射出成形）ことで成形されたものとする。図６の被写体Ｈにおけるゲート Ｇとは、型に樹脂などが流し込まれた位置である。複数の被写体Ｈは、同一の金型を用いて複数枚作成されているものとする。なお、金型は、１回で被写体Ｈを複数枚製造可能であってもよい。

図７は、ユーザーが、被写体Ｈを４枚重畳させたイメージ図である。ユーザーは、例えば、被写体Ｈに対して垂直方向から見た際に、被写体Ｈの所定の位置が垂直線上に位置するように固定し、ゲート Ｇの位置を合わせる（固定ステップ）。ゲート Ｇの位置とは、金型のゲート位置に相当する位置である。これにより、樹脂の流出方向が揃う。

[0057] なお、固定方法は、樹脂の流出方向を揃えられる固定方法であればよく、

これに限定されない。

また、複数枚重畳させ固定する際は、治具、テープ、クリップ等を用いて固定する。なお、固定力が強すぎると不要な応力がかかる可能性があるため、最低限の固定力で固定するのが好ましい。

また、被写体Ｈは、非対称のものや、板状以外の立体構造を有するものも含む。被写体

Ｈの固定時に、立体構造によっては、空間ができる場合もあるが、板状の複合材料と同様に、被写体Ｈに対して垂直方向から見た際に、被写体Ｈの所定の位置が垂直線上に位置するように固定すればよい。

また、被写体Ｈの特性情報も用いて、ゲート位置を合わせてもよい。例えば、ＭＤ方向、ＴＤ方向、ＮＤ方向といった方向を合わせることで、樹脂の流出方向が一致するように被写体Ｈを重ねることができる。

また、ある被写体Ｈの破壊検査を行い、顕微鏡などで樹脂の流出方向を確認する。その上で、その破壊した被写体Ｈと同条件で作成した被写体Ｈを、確認した流出方向を基に、重ねることで、位置合わせの精度を向上させることができる。

[0058] 次に、ユーザーは、Ｘ線撮影システム１００を用いて、Ｘ線タルボ画像を撮影する（ステップＳ２；撮影ステップ）。Ｘ線タルボ画像とは、上記のように、３種類の再構成画像（吸収画像、微分位相画像、小角散乱画像）のうち、少なくとも１つの画像である。

[0059] 次に、制御部２１は、Ｘ線タルボ画像に基づいて、配向情報を取得する（ステップＳ３；配向情報取得ステップ）。具体的には、制御部２１は、再構成画像を再合成する等し、配向度画像や配向角度画像などを取得する。

配向情報とは、被写体Ｈに含まれる繊維などの散乱体が、被写体Ｈ内でどの方向を向いているかという情報である。例えば、配向情報は、配向度画像や配向角度画像である。また、例えば、配向情報は、後述する配向度信号値のプロファイルでもよい。配向情報は、これらの例に限定されず、散乱体が被写体Ｈ内でどの方向を向いているかという情報がユーザーにより確認でき

る各種情報を指す。

例えば、制御部２１は、配向情報として、図８に示す配向度画像Ａ１を取得する。

ここで、比較対象として、図９に、他の撮影方法で取得された配向度画像を示す。

配向度画像Ａ２は、１枚に被写体Ｈをタルボ撮影することで得られた配向度画像である。配向度画像Ａ２では、繊維由来の信号が弱く、配向度情報を確認することができない。

配向度画像Ａ３は、配向度画像Ａ２のコントラストを上げた配向度画像である。コントラストを上げることで、ランダムノイズが増える。

配向度画像Ａ４は、１枚に被写体Ｈをタルボ撮影することで得られた配向度画像を重畳させた配向度画像である。ランダムノイズは減るが、配向度情報のＳＮ比は変わらない。

本発明の撮影方法による配向度画像Ａ１では、ランダムノイズが減少し、配向度情報のＳＮ比が向上していることが確認できる。

[0060] また、例えば、制御部２１は、配向情報として、図１０に示す配向角度画像Ｂ１を取得する（ステップＳ３；配向情報取得ステップ）。

ここで、比較対象として、図１１に、他の撮影方法で取得された配向角度画像を示す。

配向角度画像Ｂ２は、１枚に被写体Ｈをタルボ撮影することで得られた配向角度画像である。配向角度画像Ｂ２では、繊維由来の信号が弱く、配向角度情報を確認することができない。

配向角度画像Ｂ３は、１枚に被写体Ｈをタルボ撮影することで得られた配向角度画像を重畳させた配向角度画像である。配向角度画像Ｂ３でも、配向角度情報を確認することができない。

本発明の撮影方法による配向角度画像Ｂ１では、配向角度情報を確認することができる。

[0061] 次に、制御部２１は、Ｘ線撮影システム１００を用いて、配向情報を、特

性情報に紐づけて記憶部２５に記憶する（ステップＳ４；紐付ステップ）。

これにより、検査対象物自体が持つ方向の特性情報と、測定した配向情報を紐付けることができる。

[0062] 次に、ユーザーは、配向情報に基づいて、被写体Ｈを評価する（ステップＳ５；評価ステップ）。評価の実施例は、図１３及び図１４を用いて、後述する。

[0063]（配向度信号値の比較）

図１２を用いて、撮影方法による配向度信号値のプロファイルの比較を行う。

図１２の太線は、図８に示す配向度画像Ａ１のラインＬにおける配向度信号値のプロファイルＰ１である。

図１２の中線は、図９に示す配向度画像Ａ２のラインＬにおける配向度信号値のプロファイルＰ２である。

図１２の細線は、図９に示す配向度画像Ａ４のラインＬにおける配向度信号値のプロファイルＰ３である。

横軸は、ラインＬ上の位置（ピクセル位置）を示す。縦軸は、配向度信号値を示す。

プロファイルＰ１～Ｐ３を比較すると、位置５５０や位置９５０近辺の配向度信号値を浮き出せたことを確認できる。つまり、図８に示す配向度画像Ａ１は、図９に示す配向度画像Ａ２や配向度画像Ａ４と比較して、位置５５０や位置９５０近辺において、信号値のピークがより鮮明である。

[0064]（実施例）

図１３及び図１４は、被写体Ｈとタルボ撮影した結果の評価を示す評価図表Ｔ１、評価図表Ｔ２である。

被写体Ｈについては、被写体Ｈを構成する樹脂と配向物が記載されている。樹脂と配向物の密度差（ｇ／ｃｍ３）が記載されている。例えば、配向物は、有機繊維である。また、有機繊維とは、例えば、セルロースファイバーである。図１３及び図１４において、ＡＢＳはスチレン・アクリロニトル・

ブタジエン、ＰＡ６はナイロン６、ＰＣはポリカーボネート、ＰＡ６６はナイロン６６、ＰＰはポリプロピレンである。

また、被写体Ｈ内の配向物含有量が記載されている。１枚当たりの被写体Ｈの厚み（複合材料の厚み）が記載されている。

また、評価欄のＳ、Ａ～Ｅは、配向度情報の鮮明さを相対的に示し、Ｓ（最も良い）、Ａ（良い）、Ｂ（比較的良い）、Ｃ（悪い）、Ｄ（やや悪い）、Ｅ（非常に悪い）という評価を示している。

また、グラフの評価欄の重畳なし欄は、ステップＳ１にて重畳を行わず、１枚の被写体Ｈを撮影した場合の、評価が記載されている。グラフの評価欄の重畳あり欄は、ステップＳ１にて重畳を行い、重畳枚数欄に記載された枚数分重畳した被写体Ｈを撮影した場合の、評価が記載されている。

なお、評価図表Ｔ１の最下行の重畳あり欄には、比較例として、１枚の被写体Ｈを繰り返し撮影し、タルボ画像を重畳（合成）させた場合の評価を記載している。重畳枚数欄には、被写体Ｈの重畳枚数の代わりに、タルボ画像の重畳枚数が記載されている。

図１３及び図１４に示す評価図表Ｔ１、評価図表Ｔ２を確認すると、配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、１枚当たりの被写体Ｈの厚みが０．０２㎜～２０㎜の被写体をタルボ撮影した際に、重畳することで評価が良好になることを確認できる。なお、より好ましくは、１枚当たりの被写体Ｈの厚みは０．１ｍｍ～１０ｍｍの範囲である。

[0065]（その他）

以上の説明では、Ｘ線タルボ撮影装置１と画像処理装置２を別装置として、記載しているが、Ｘ線タルボ撮影装置１に画像処理装置２の機能を組み込み、画像処理装置２の機能を有する一つのＸ線タルボ撮影装置１としてもよい。

[0066]（効果）

以上説明したように、画像撮影方法は、配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃ

ｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料を検査対象物としたＸ線タルボ撮影装置を用いた画像撮影方法であって、複数の検査対象物を重畳する重畳ステップ（ステップＳ１）と、重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影する撮影ステップ（ステップＳ２）と、撮影されたＸ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得ステップ（ステップＳ３）と、を含む。これにより、より鮮明な配向情報を取得できる。

[0067] また、重畳ステップ（ステップＳ１）は、検査対象物を固定する固定ステップを有する。固定ステップは、検査対象物に対して垂直方向から見た際に、検査対象物の所定の位置が垂直線上に位置するように固定する。これにより、ノイズを増やすことなく、検査対象物由来の信号を増強することで、より鮮明な配向情報を取得できる。

[0068] また、Ｘ線タルボ撮影装置１は、重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影する撮影手段（Ｘ線発生装置１１、Ｘ線検出器１６など）と、撮影されたＸ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得手段（制御部２１）と、を備え、検査対象物は、配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料からなる。これにより、より鮮明な配向情報を取得できる。

[0069] また、画像撮影システム（Ｘ線撮影システム１００）は、重畳させた検査対象物を撮影するＸ線タルボ撮影装置を含む画像撮影システムであって、重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影する撮影手段（Ｘ線発生装置１１、Ｘ線検出器１６など）と、撮影されたＸ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得手段（制御部２１）と、を備え、検査対象物は、配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料からなる。これにより、より鮮明な配向情報を取得できる。

[0070] また、プログラムは、Ｘ線タルボ撮影装置１のコンピューターを、重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影手段に撮影させる撮影制御手段（Ｘ線発生装置１１、Ｘ線検出器１６など）、撮影されたＸ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得手段（制御部２１）として機能させ、検査対象物は、配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料である。これにより、より鮮明な配向情報を取得できる。

[0071] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上述した本実施形態における記述は、本発明に係る好適な一例であり、これに限定されるものではない。

[0072] 例えば、上記では、表示部２３を備える画像処理装置２は、画像表示装置としても機能しているが、画像処理装置と画像表示装置を別の装置としてもよい。具体的には、画像表示装置では表示処理のみ行い、各種処理等や、繊維凝集等の情報の管理は別の画像処理装置で行ってもよい。例えば、画像処理装置をクラウドとし、表示処理のみ画像表示装置で行うことなどが挙げられる。

[0073] また、上記の説明では、本発明に係るプログラムのコンピューター読み取り可能な媒体としてハードディスクや半導体の不揮発性メモリー等を使用した例を開示したが、この例に限定されない。その他のコンピューター読み取り可能な媒体として、ＣＤ－ＲＯＭ等の可搬型記録媒体を適用することが可能である。

[0074] その他、各装置の細部構成及び細部動作に関しても、発明の趣旨を逸脱することのない範囲で適宜変更可能である。

産業上の利用可能性

[0075] 本開示は、画像撮影方法、Ｘ線タルボ撮影装置、画像撮影システム及びプログラムに利用できる。

符号の説明

[0076] １　Ｘ線タルボ撮影装置

２　画像処理装置

１１　Ｘ線発生装置（撮影手段）

１１ａ　Ｘ線源

１２　線源格子（Ｇ０格子）

１３　被写体台

１４　第１格子（Ｇ１格子）

１５　第２格子（Ｇ２格子）

１６　Ｘ線検出器（ＦＰＤ、撮影手段）

２１　制御部（配向情報取得手段、紐付手段）

２２　操作部

２３　表示部

２４　通信部

２５　記憶部

１００　Ｘ線撮影システム

Ｈ　被写体

Ｓ　スリット

Ｍｏ　モアレ画像

請求の範囲

[請求項1] 配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料を検査対象物としたＸ線タルボ撮影装置を用いた画像撮影方法であって、

複数の検査対象物を重畳する重畳ステップと、

重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影する撮影ステップと、

撮影された前記Ｘ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得ステップと、

を含む画像撮影方法。

[請求項2] 前記重畳ステップは、前記検査対象物を固定する固定ステップを有する請求項１に記載の画像撮影方法。

[請求項3] 前記固定ステップは、前記検査対象物に対して垂直方向から見た際に、前記検査対象物の所定の位置が垂直線上に位置するように固定する請求項２に記載の画像撮影方法。

[請求項4] 前記複数の検査対象物は、同一の金型から製造された複合材料からなる請求項１に記載の画像撮影方法。

[請求項5] 前記金型は、1回で前記検査対象物を複数枚製造可能である請求項４に記載の画像撮影

方法。

[請求項6] 前記重畳ステップは、前記検査対象物を、前記金型のゲート位置に相当する位置に合わせて重畳する請求項４に記載の画像撮影方法。

[請求項7] 前記配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～０．６の範囲である請求項１に記載の画像撮影方法。

[請求項8] 前記配向物の含有量は、複合材料全体の２０ｗｔ％以下である請求項１に記載の画像撮影方法。

[請求項9] 前記検査対象物は、板状である請求項１に記載の画像撮影方法。

[請求項10] 前記配向物は、有機繊維である請求項１に記載の画像撮影方法。

[請求項11] 前記有機繊維は、セルロースファイバーである請求項１０に記載の画像撮影方法。

[請求項12] 前記検査対象物の方向に関する特性情報を、前記検査対象物のその他の特性情報に紐づける紐付ステップを含む請求項１に記載の画像撮影方法。

[請求項13] 前記配向情報に基づいて、前記検査対象物の物性を評価する評価ステップを含む請求項１に記載の画像撮影方法。

[請求項14] 重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影する撮影手段と、

撮影された前記Ｘ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得手段と、を備え、

前記検査対象物は、配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料からなるＸ線タルボ撮影装置。

[請求項15] 重畳させた検査対象物を撮影するＸ線タルボ撮影装置を含む画像撮影システムであって、

重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影する撮影手段と、

撮影された前記Ｘ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得手段と、を備え、

前記検査対象物は、配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料からなる画像撮影システム。

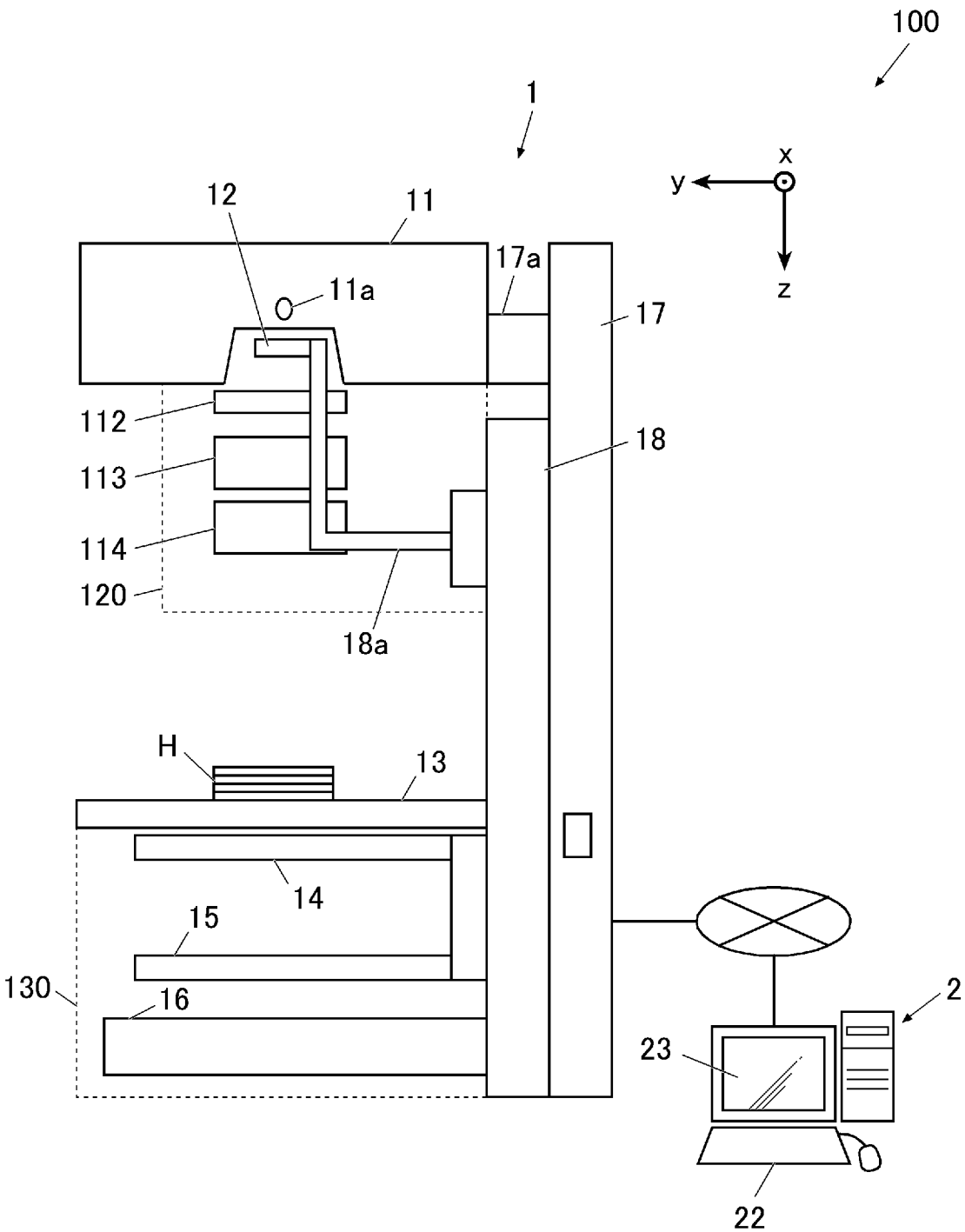
[請求項16] Ｘ線タルボ撮影装置のコンピューターを、

重畳された状態の複数の検査対象物のＸ線タルボ画像を撮影手段に撮影させる撮影制御手段、

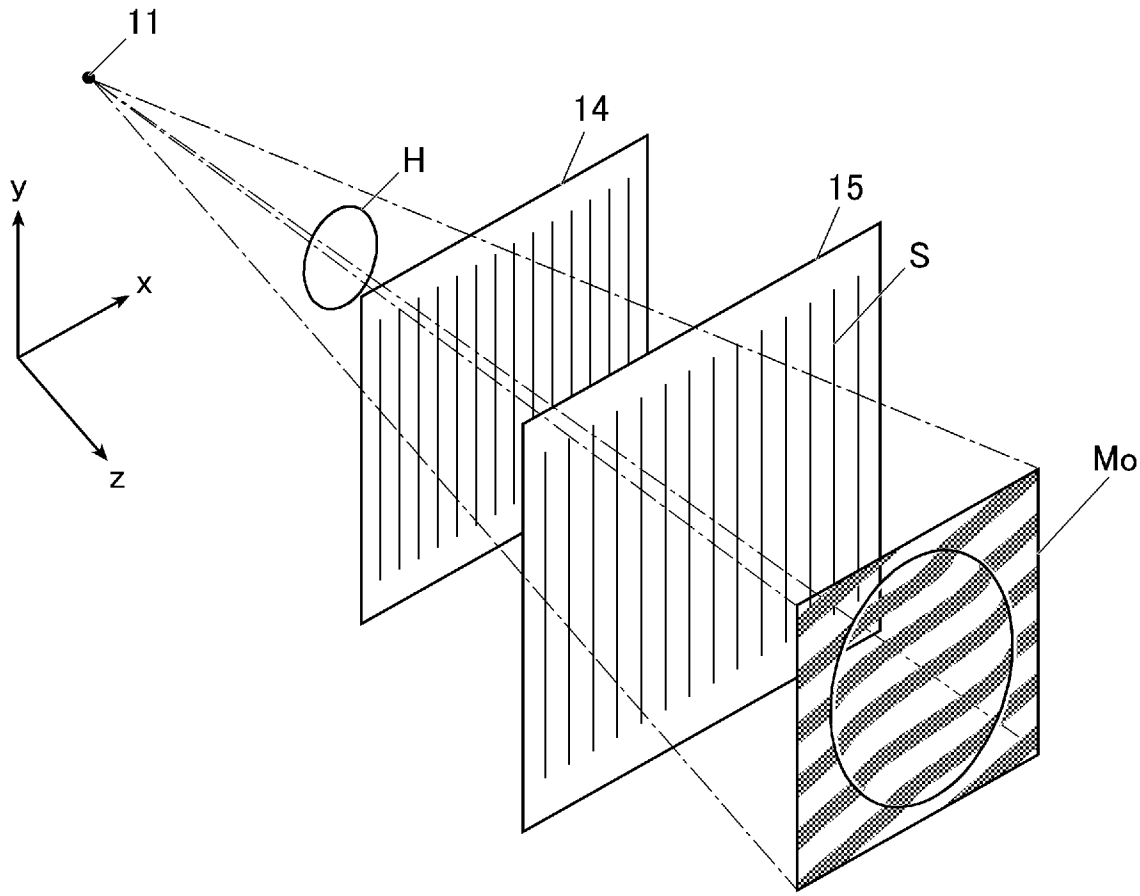
撮影された前記Ｘ線タルボ画像に基づいて配向に関する配向情報を取得する配向情報取得手段として機能させ、

前記検査対象物は、配向物と樹脂との密度差（ｇ／ｃｍ３）が０．１～１．０の範囲であり、かつ、厚さが０．０２㎜～２０㎜の複合材料であるプログラム。

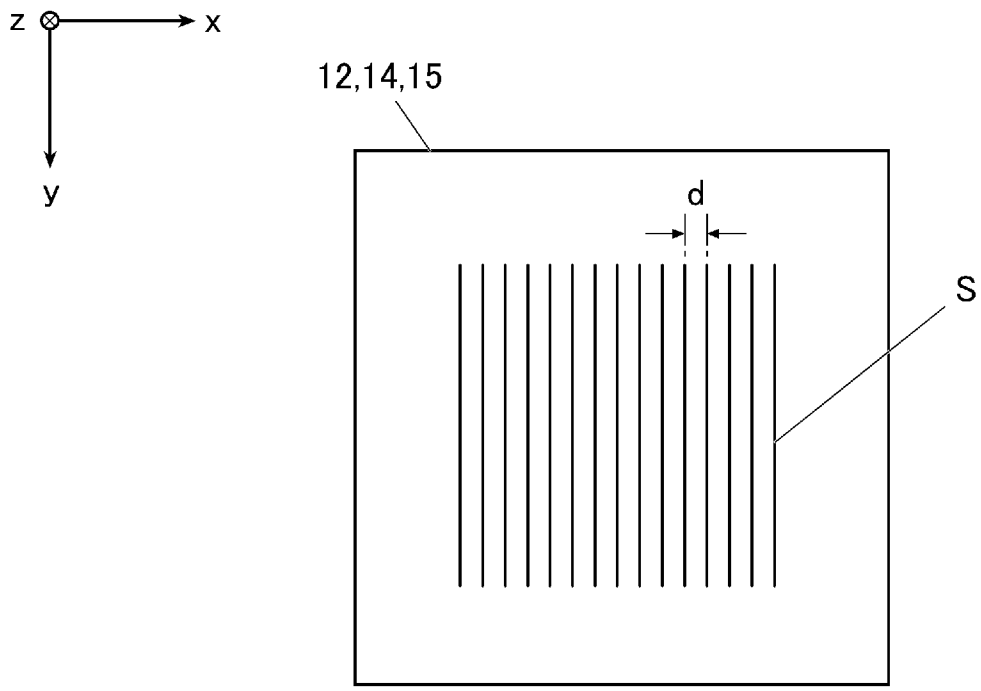
[図1]


100
1
x
y
z
12
11
17a
11a
17
112
18
113
114
120
18a
H
13
14
15
130
16
2
23
22

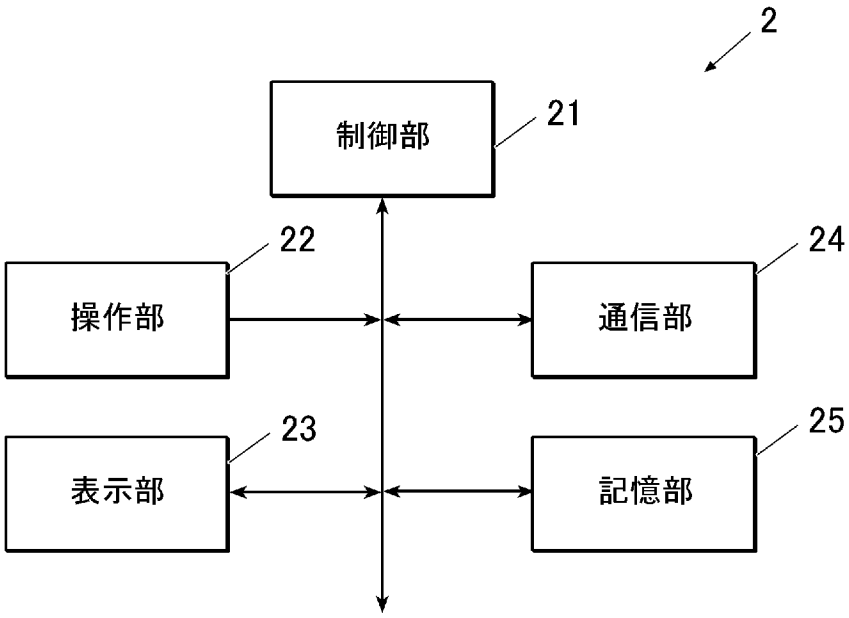
[図2]



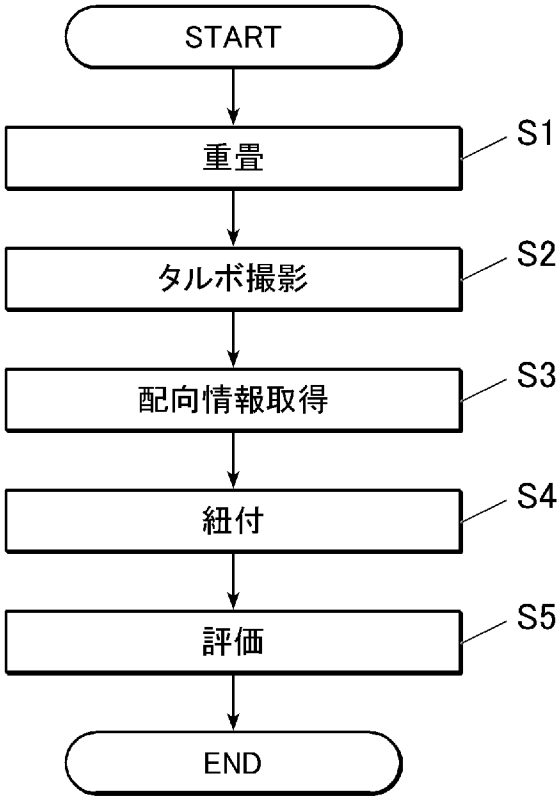
[図3]



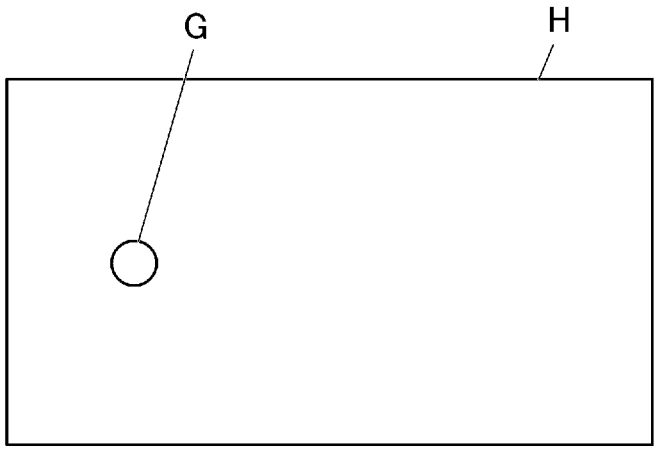
[図4]


2
制御部
21
操作部
22
通信部
24
表示部
23
記憶部
25

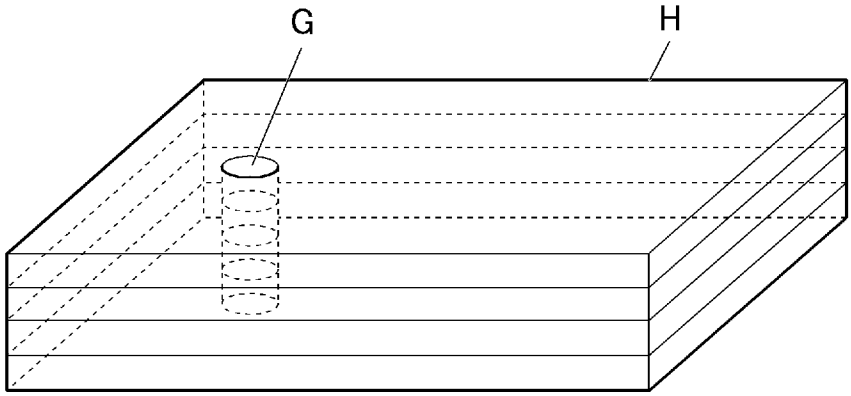
[図5]


START
重畳
S1
タルボ撮影
S2
配向情報取得
S3
紐付
S4
評価
S5
END

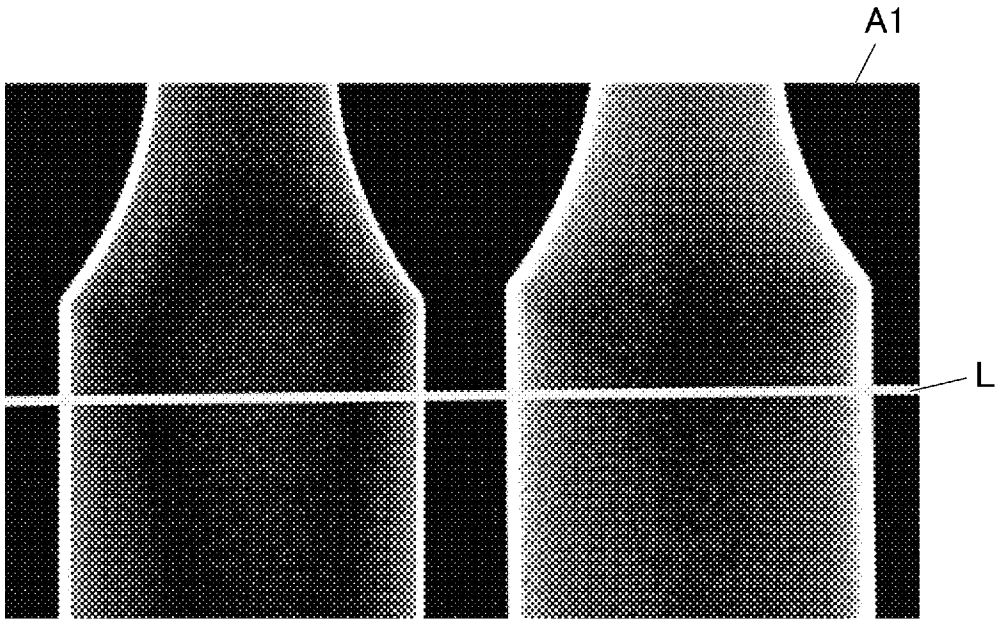
[図6]



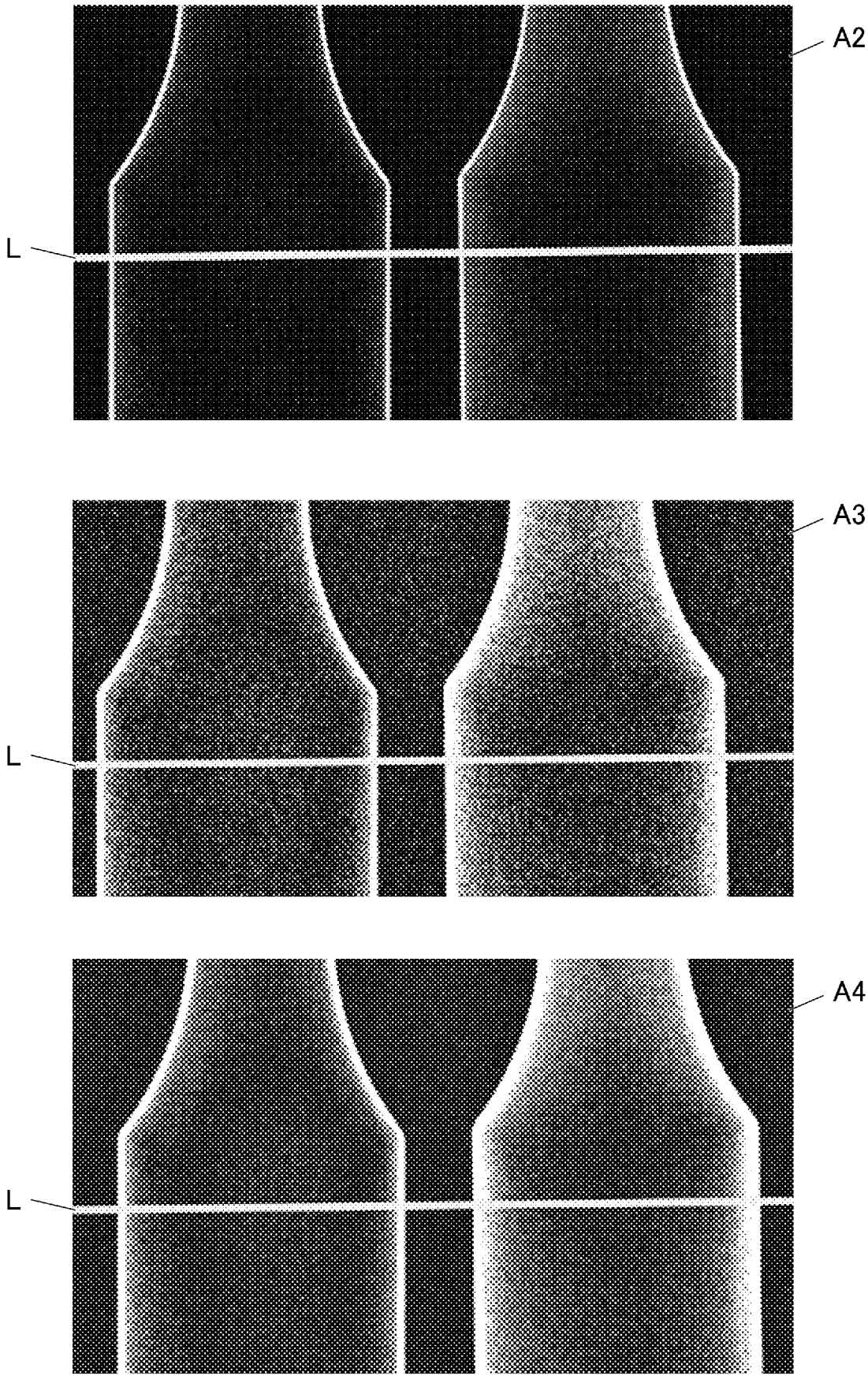
[図7]



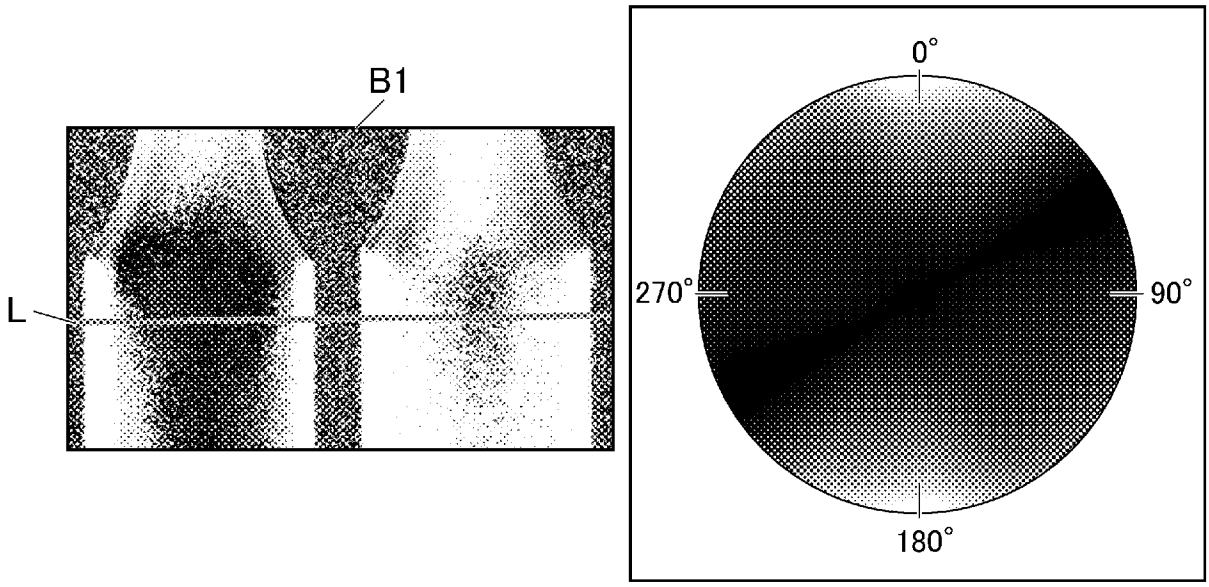
[図8]



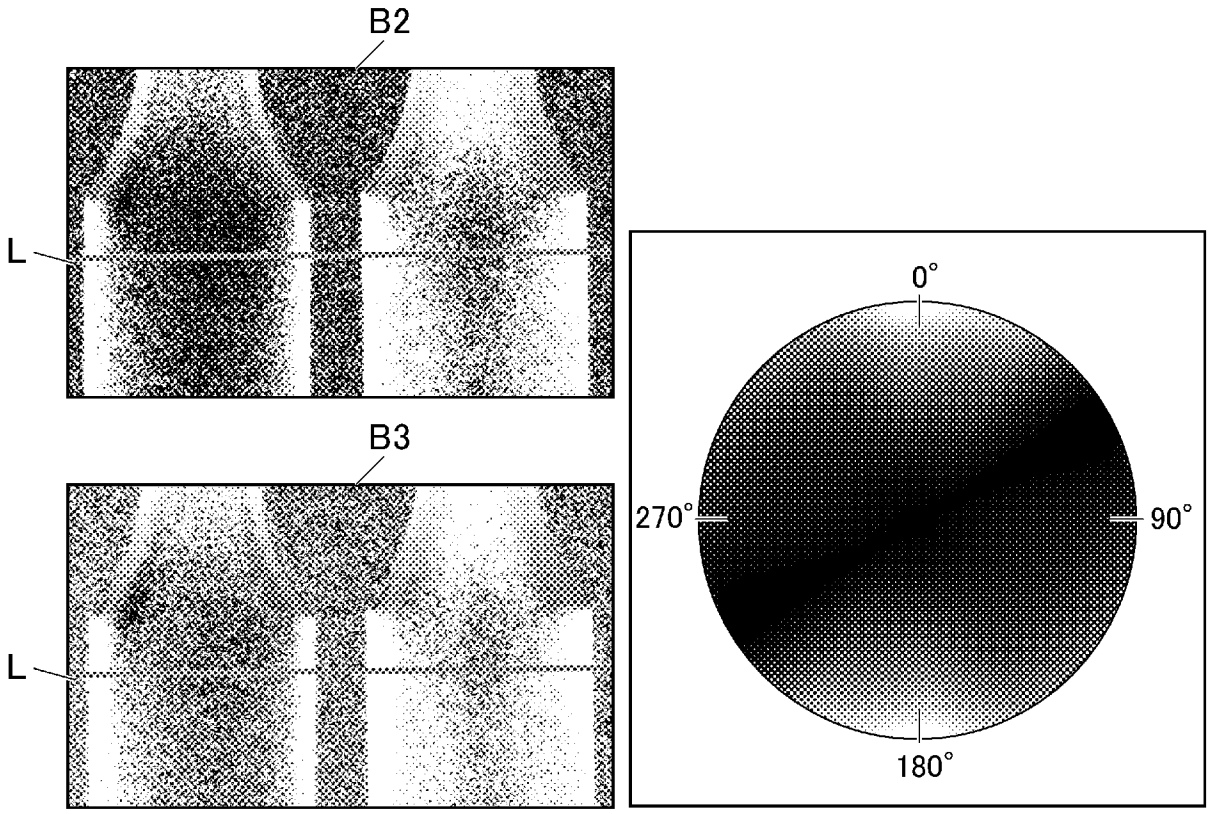
[図9]



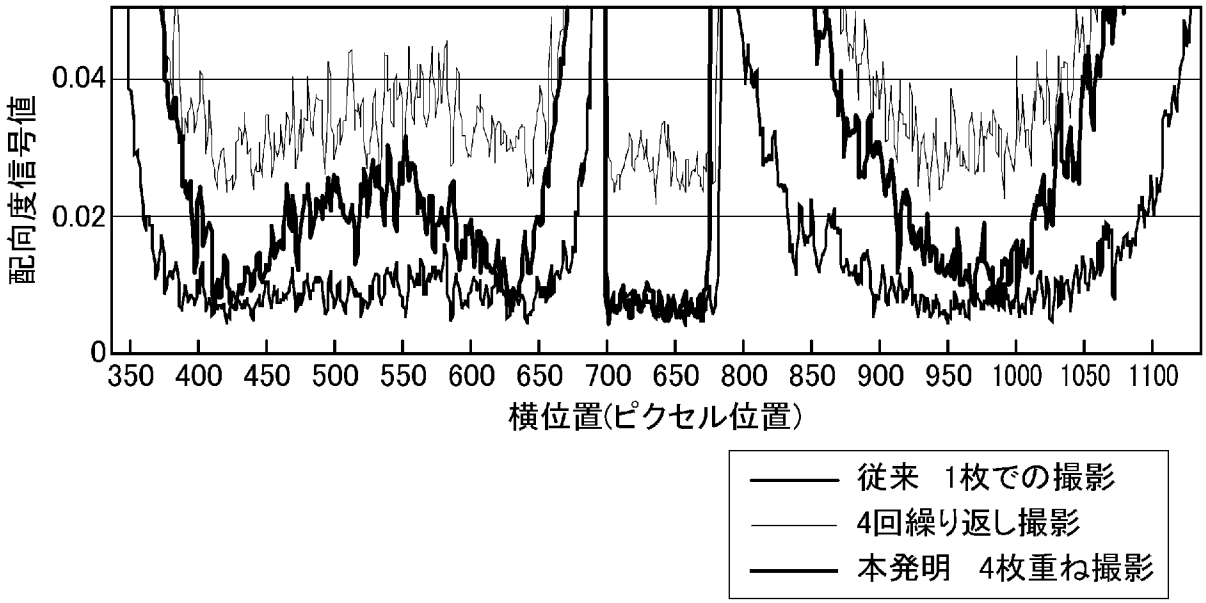
[図10]



[図11]



[図12]


配向度信号値
0.04
0.02
0
350 400 450 500 550 600 650 700 650 800 850 900 950 1000 1050 1100
横位置(ピクセル位置)
従来　1枚での撮影
4回繰り返し撮影
本発明　4枚重ね撮影

[図13]

T1

	樹脂	配向物	密度差	配向物含有量(wt%)	複合材料厚み(mm)	評価		
						重畳なし	重畳あり	重畳枚数
比較例	ABS	PA6	0.06	15	0.02	E	E	1000
本発明	ABS	PC	0.13	15	0.02	E	B	1000
本発明	PC	アラミド(テクノーラ®)	0.19	15	3	E	A	10
本発明	PA66	アラミド(ケブラー®)	0.32	15	3	E	A	10
本発明	PA6	セルロース	0.37	15	3	E	S	10
本発明	PP	セルロース	0.6	15	3	E	S	10
本発明	PA6	炭素繊維(PAN系)	0.69	15	3	D	A	10
本発明	PC	炭素繊維(ピッチ系)	0.73	15	3	C	A	10
本発明	PP	炭素繊維(PAN系)	0.92	15	3	C	A	10
比較例	PP	ガラス繊維	1.65	15	3	A	E	10
比較例	PP	セルロース	0.6	15	3	E	C(画像合成)	10(画像合成枚数)

[図14]

T2

	樹脂	配向物	密度差	配向物含有量（wt%）	複合材料厚み（mm）	評価		
						重畳なし	重畳あり	重畳枚数
本発明	PP	セルロース	0.6	5	4	E	A	8
本発明	PP	セルロース	0.6	10	4	E	S	8
本発明	PP	セルロース	0.6	15	4	E	S	8
本発明	PP	セルロース	0.6	25	4	C	A	8
本発明	PP	セルロース	0.6	50	4	B	A	8
本発明	PP	セルロース	0.6	20	0.08	E	B	750
本発明	PP	セルロース	0.6	20	0.1	E	S	600
本発明	PP	セルロース	0.6	20	0.2	E	S	300
本発明	PP	セルロース	0.6	20	1	E	S	60
本発明	PP	セルロース	0.6	20	2	E	S	30
本発明	PP	セルロース	0.6	20	5	E	S	12
本発明	PP	セルロース	0.6	20	10	E	S	6
本発明	PP	セルロース	0.6	20	20	D	A	3
比較例	PP	セルロース	0.6	20	30	C	C	2
比較例	ABS	PC	0.13	20	0.01	E	C	2000
本発明	ABS	PC	0.13	20	0.02	E	B	1000

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/010024

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 23/041(2018.01)i
FI: G01N23/041

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B6/00-A61B6/58; G01N23/00-G01N23/2276

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2018/186296 A1 (KONICA MINOLTA, INC.) 11 October 2018 (2018-10-11)	1-16
A	JP 2017-176399 A (KONICA MINOLTA, INC.) 05 October 2017 (2017-10-05)	1-16
A	JP 2022-52102 A (KONICA MINOLTA, INC.) 04 April 2022 (2022-04-04)	1-16
A	JP 2021-89195 A (KONICA MINOLTA, INC.) 10 June 2021 (2021-06-10)	1-16
A	JP 2019-184450 A (KONICA MINOLTA, INC.) 24 October 2019 (2019-10-24)	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
08 April 2024	**23 April 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/010024

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2018/186296 A1	11 October 2018	US 2021/0109038 A1	
		EP 3608659 A1	
		CN 110462390 A	
JP 2017-176399 A	05 October 2017	US 2017/0284948 A1	
JP 2022-52102 A	04 April 2022	US 2022/0091049 A1	
		EP 3974807 A1	
JP 2021-89195 A	10 June 2021	US 2021/0170635 A1	
JP 2019-184450 A	24 October 2019	US 2019/0317027 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/010024

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 23/041(2018.01)i
FI: G01N23/041

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

A61B6/00-A61B6/58; G01N23/00-G01N23/2276

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2018/186296 A1 (コニカミノルタ株式会社) 11.10.2018 (2018-10-11)	1-16
A	JP 2017-176399 A (コニカミノルタ株式会社) 05.10.2017 (2017-10-05)	1-16
A	JP 2022-52102 A (コニカミノルタ株式会社) 04.04.2022 (2022-04-04)	1-16
A	JP 2021-89195 A (コニカミノルタ株式会社) 10.06.2021 (2021-06-10)	1-16
A	JP 2019-184450 A (コニカミノルタ株式会社) 24.10.2019 (2019-10-24)	1-16

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
08.04.2024	23.04.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
小澤　瞬 2W 6003
電話番号 03-3581-1101 内線 3258

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/010024

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2018/186296 A1	11.10.2018	US 2021/0109038 A1	
		EP 3608659 A1	
		CN 110462390 A	
JP 2017-176399 A	05.10.2017	US 2017/0284948 A1	
JP 2022-52102 A	04.04.2022	US 2022/0091049 A1	
		EP 3974807 A1	
JP 2021-89195 A	10.06.2021	US 2021/0170635 A1	
JP 2019-184450 A	24.10.2019	US 2019/0317027 A1	