

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7501093号  
(P7501093)

(45)発行日 令和6年6月18日(2024.6.18)

(24)登録日 令和6年6月10日(2024.6.10)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 1 N 21/952 (2006.01) G 0 1 N 21/952

請求項の数 5 (全10頁)

(21)出願番号	特願2020-87335(P2020-87335)	(73)特許権者	000001247 株式会社ジェイテクト 愛知県刈谷市朝日町一丁目1番地
(22)出願日	令和2年5月19日(2020.5.19)	(74)代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(65)公開番号	特開2021-181921(P2021-181921 A)	(72)発明者	荒井 雄貴 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8 号 株式会社ジェイテクト内
(43)公開日	令和3年11月25日(2021.11.25)	審査官	嶋田 行志
審査請求日	令和5年4月14日(2023.4.14)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 探傷装置、および探傷方法

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

円筒状の外周面に外向きに突出する突出部を周方向に複数有する対象物の前記外周面の画像を生成する探傷装置であって、

行列状に配置される複数の撮像素子を有する撮像素子と、前記撮像素子に像を結像する光学系を備えた撮像装置と、

前記撮像装置と前記対象物とを前記対象物の周方向に相対回転させる回転装置と、

前記回転装置による相対回転と同期した所定の時間間隔で前記対象物の外周面の画像を前記撮像装置に撮像させる撮像部と、

前記撮像装置が撮像した画像データから、前記突出部の所定の第一面側が撮像される第一領域データ、および前記突出部の前記第一面側と逆側の第二面側が撮像される第二領域データを特定して取得する領域特定部と、

複数の前記第一領域データを合成して前記突出部の前記第一面側の合成画像である第一合成画像、および複数の前記第二領域データを合成して前記突出部の前記第二面側の合成画像である第二合成画像をそれぞれ生成する画像合成部と、

を備える探傷装置。

## 【請求項2】

前記回転装置による前記撮像装置と前記対象物との相対回転を制御する回転制御部を備える

請求項1に記載の探傷装置。

10

20

## 【請求項 3】

前記突出部の前記第一面側に光を照射する第一光源と、前記第二面側に光を照射する第二光源と、前記第一光源、および前記第二光源の位置を前記外周面に沿って移動可能に前記第一光源、および前記第二光源を保持する保持機構を備える照明装置を備える  
請求項 1 または 2 に記載の探傷装置。

## 【請求項 4】

前記画像合成部から取得した展開画像に基づき人工知能を用いて対象物表面の傷を検出する傷検出部を備える  
請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の探傷装置。

## 【請求項 5】

円筒状の外周面に外向きに突出する突出部を周方向に複数有する対象物の前記外周面の画像を生成する探傷方法であって、

行列状に配置される複数の撮像素子を有する撮像素子と、前記撮像素子に像を結像する光学系を備えた撮像装置と前記対象物とを前記対象物の周方向に回転装置が相対回転させ、前記回転装置による相対回転と同期した所定の時間間隔で前記対象物の外周面の画像を前記撮像装置に撮像部が撮像させ、

前記撮像装置が撮像した画像データから、前記突出部の所定の第一面側が撮像される第一領域データ、および前記突出部の前記第一面側と逆側の第二面側が撮像される第二領域データを領域特定部が特定して取得し、

複数の前記第一領域データを合成して前記突出部の前記第一面側の合成画像である第一合成画像、および複数の前記第二領域データを合成して前記突出部の前記第二面側の合成画像である第二合成画像を画像合成部がそれぞれ生成し、

前記展開画像に基づき対象物表面の傷を検出する探傷方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、丸棒状または円筒状の部材の外周面に設けられた突出部を有する対象物の外周面の画像を生成する探傷装置、および探傷方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 には、歯車の歯先をラインカメラにより撮像し、得られた画像を結合して歯先の展開画像を生成し、歯車の表面を検査する技術が記載されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特開 2018 - 36172 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

ところが、歯丈が長い歯車など対象物表面の突出部の突出量が大きい場合など、1 台のラインカメラだけでは突出部の根元が隣接する突出部の影になるため撮像できない欠陥部分が発生する。そのため、得られた画像は対象物の表面のすべてが反映されたものではなく、突出部を含む外周面全域の表面状態を正しく確認することができない。

## 【0005】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、円筒形状の外周面の画像であって欠陥部分が抑制された画像を生成する探傷装置、および探傷方法を提供することを目的としている。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

10

20

30

40

50

上記目的を達成するために、本発明の1つである探傷装置は、円筒状の外周面に外向きに突出する突出部を有する対象物の前記外周面の画像を生成する探傷装置であって、行列状に配置される複数の撮像素子を有する撮像素子と、前記撮像素子に像を結像する光学系を備えた撮像装置と、前記撮像装置と前記対象物とを前記対象物の周方向に相対回転させる回転装置と、前記回転装置による相対回転と同期した所定の時間間隔で前記対象物の外周面の画像を前記撮像装置に撮像させる撮像部と、前記撮像装置が撮像した画像データから、前記突出部の所定の第一面側が撮像される第一領域データ、および前記突出部の前記第一面側と逆側の第二面側が撮像される第二領域データを特定して取得する領域特定部と、前記第一領域データ、および前記第二領域データを合成して前記外周面の展開画像を生成する画像合成部と、を備える。

10

**【0007】**

また、上記目的を達成するために、本発明の他の1つである探傷方法は、円筒状の外周面に外向きに突出する突出部を有する対象物の前記外周面の画像を生成する探傷方法であって、行列状に配置される複数の撮像素子を有する撮像素子と、前記撮像素子に像を結像する光学系を備えた撮像装置と前記対象物とを前記対象物の周方向に回転装置が相対回転させ、前記回転装置による相対回転と同期した所定の時間間隔で前記対象物の外周面の画像を前記撮像装置に撮像部が撮像させ、前記撮像装置が撮像した画像データから、前記突出部の所定の第一面側が撮像される第一領域データ、および前記突出部の前記第一面側と逆側の第二面側が撮像される第二領域データを領域特定部が特定して取得し、前記第一領域データ、および前記第二領域データを合成して前記外周面の展開画像を画像合成部が生成し、前記展開画像に基づき対象物表面の傷を検出する。

20

**【発明の効果】****【0008】**

本探傷装置、および探傷方法によれば、対象物の外周面に存在する突出部に起因した欠陥部分の発生を抑制した外周面の画像を得ることが可能となる。

**【図面の簡単な説明】****【0009】**

【図1】探傷装置の機構構成等を示す斜視図である。

【図2】探傷装置の機構構成を示す側面図である。

【図3】探傷装置が備える画像生成装置の機能構成を示すブロック図である。

30

【図4】領域特定部が取得する領域データの関係を示す図である。

【図5】展開画像である合成画像を示す図である。

【図6】対象物と領域データの対応関係を示す図である。

**【発明を実施するための形態】****【0010】**

以下に、本発明に係る探傷装置、および探傷方法の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の位置関係、および接続状態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、以下では複数の発明を一つの実施の形態として説明する場合があるが、請求項に記載されていない構成要素については、その請求項に係る発明に関しては任意の構成要素であるとして説明している。また、図面は、本発明を説明するために適宜強調や省略、比率の調整を行った模式的な図となっており、実際の形状や位置関係、比率とは異なる場合がある。

40

**【0011】**

図1は、探傷装置の機構構成等を示す斜視図である。図2は、探傷装置の機構構成を示す側面図である。これらの図に示すように探傷装置100は、円筒状の外周面に外向きに突出する突出部210を有する対象物200の外周面の画像を生成して探傷に供する探傷装置100であって、撮像装置110と、回転装置120と、画像生成装置130と、を備えている。本実施の形態の場合、探傷装置100は、照明装置140を備えている。

**【0012】**

50

対象物 200 は、探傷装置 100 により得られた外周面の展開画像に基づき傷の有無が検査される検査対象であって、円筒状の外周面に外向きに突出する突出部 210 を備えている。対象物 200 の種類は、特に限定されるものではなく、例えば、平歯車、ウォームシャフトなどを含む歯車、ボルト、木ネジなどを含む締結具、ホブ、エンドミルなどを含む切削工具などを例示することができる。本実施の形態の場合、対象物 200 としてピニオンシャフトを例示しており、突出部 210 は、突条となっており、ピニオンシャフトの歯が対応している。

#### 【0013】

撮像装置 110 は、対象物 200 の外周面を突出部 210 と共に撮像するいわゆるエリアカメラであって、撮像素子 111 (図 4 参照) と、光学系 112 (図 4 参照) とを備えている。撮像素子 111 は、光学系 112 により結像した像を二次元の画像データを取得する装置であり、行列状(マトリクス状)に配置される複数の撮像素子を有する。撮像素子 111 の種類は特に限定されるものではなく、CCD (Charge Coupled Devices) タイプの撮像素子 111、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) タイプの撮像素子 111 などを例示することができる。光学系 112 は、撮像素子 111 に結像させる単数、または複数の光学素子により形成されるものである。光学系 112 の種類は、特に限定されるものではない。本実施の形態の場合、光学系 112 は、突出部 210 の突出量(歯丈)程度の被写界深度を備え、突出部 210 の頂上部分(歯先)から突出部 210 の裾の部分(歯底)までピントが合うものとなっている。光学系 112 は、回転装置 120 に保持された対象物 200 の回転軸 222 と光軸 221 とが直交するように配置されている。

#### 【0014】

回転装置 120 は、撮像装置 110 と対象物 200 とを対象物 200 の周方向に相対回転させる装置である。本実施の形態の場合、回転装置 120 に対し撮像装置 110 は、固定的に配置されており、回転装置 120 は、対象物 200 の回転軸 222 周りに対象物 200 を回転させることにより撮像装置 110 と対象物 200 との相対回転を実現している。回転装置 120 の具体的な態様は、特に限定されるものではないが、本実施の形態の場合、回転装置 120 は、対象物 200 の軸部 211 の周面に当接する二つのローラ 121 からなるローラ対を対象物 200 の両端にそれぞれ配置し、撮像装置 110 の光軸 221 と対象物 200 の回転軸 222 とが直交するように対象物 200 を保持している。ローラ 121 の回転軸が対象物 200 の回転軸 222 と平行になるように各ローラ 121 は配置されている。回転装置 120 のローラ 121 の少なくとも 1 つは、駆動装置(不図示)により回転駆動力が付与され、他のローラ 121 は、自由に回転するものとなっている。

#### 【0015】

照明装置 140 は、撮像装置 110 が対象物 200 の外周面を撮像するために対象物 200 の外周面に光を照射する装置である。照明装置 140 の種類は特に限定されるものではないが、本実施の形態の場合、第一光源 141 と、第二光源 142 と、保持機構 143 とを備えている。

#### 【0016】

第一光源 141 は、突出部 210 の第一面側 231 に光を照射する。第二光源 142 は、第一面側 231 とは逆側の第二面側 232 に光を照射する。本実施の形態の場合、対象物 200 の回転軸 222 が図中の Y 軸に沿って配置されており、Y 軸の負側(Y-)から Y 軸の正側(Y+)に向かって時計回り(右回り)方向に法線が向く突出部 210 の面(歯面)が第一面側 231、反時計回り(左回り)方向に法線が向く突出部 210 の面(歯面)が第二面側 232 となっている。

#### 【0017】

第一光源 141、および第二光源 142 が放射する光の種類は、特に限定されるものではなく、レーザー光や LED 光などの単色光でもよく、白色光などでも構わない。また、撮像装置 110 が撮像可能であれば可視光以外でも構わない。例えば、対象物 200 の外周面に蛍光を発する粉体が付着している様な場合は、蛍光物質が励起する波長を含む可視

10

20

30

40

50

光ではない光を照射するものでもよい。第一光源 1 4 1、および第二光源 1 4 2 は、撮像装置 1 1 0 が撮像する対象物 2 0 0 の領域全体、つまり、前記領域内の突出部 2 1 0 の頂上部（歯先面）、第一面側 2 3 1、第二面側 2 3 2、隣り合う突出部 2 1 0 の間（歯元）をできる限り均等な照度となるように光を照射している。

#### 【 0 0 1 8 】

保持機構 1 4 3 は、第一光源 1 4 1、および第二光源 1 4 2 の位置を対象物 2 0 0 の外周面に沿って移動可能に第一光源 1 4 1、および第二光源 1 4 2 をそれぞれ保持する部材である。本実施の形態の場合、保持機構 1 4 3 は、回転装置 1 2 0 に保持された対象物 2 0 0 の回転軸 2 2 2 を中心とした円弧形状を成しており、第一光源 1 4 1、および第二光源 1 4 2 を、回転軸 2 2 2 を中心とした円周に沿って移動させ、所定の位置で保持することができるとなっている。また、保持機構 1 4 3 は、回転軸 2 2 2 と平行な軸周りで第一光源 1 4 1、および第二光源 1 4 2 をそれぞれ回転可能に保持している。

10

#### 【 0 0 1 9 】

図 3 は、探傷装置が備える画像生成装置の機能構成を示すブロック図である。同図に示すように、画像生成装置 1 3 0 は、撮像装置 1 1 0 と回転装置 1 2 0 とを制御して対象物 2 0 0 の外周面の展開画像を生成する ECU ( E l e c t r o n i c C o n t r o l U n i t ) の 1 つである。本実施の形態の場合、画像生成装置 1 3 0 は、非一時的記憶媒体に記録されたプログラムを実行することにより実現する処理部として、撮像部 1 3 1 と、領域特定部 1 3 2 と、画像合成部 1 3 3 と、回転制御部 1 3 4 と、傷検出部 1 3 5 と、を備えている。

20

#### 【 0 0 2 0 】

回転制御部 1 3 4 は、回転装置 1 2 0 による撮像装置 1 1 0 と対象物 2 0 0 との相対回転を制御する。本実施の形態の場合、回転制御部 1 3 4 は、回転装置 1 2 0 が備える駆動装置を制御して、等速で対象物 2 0 0 を回転させる。回転制御部 1 3 4 は、対象物 2 0 0 の諸元を入力することで適切な回転速度を導出しても構わない。また、所定の回転速度で対象物 2 0 0 を回転させた後、指定された箇所を先の回転速度よりも遅い回転速度で対象物 2 0 0 を回転させても構わない。

#### 【 0 0 2 1 】

撮像部 1 3 1 は、回転装置 1 2 0 による対象物 2 0 0 と撮像装置 1 1 0 との相対回転と同期した所定の時間間隔で対象物 2 0 0 の外周面の画像を撮像装置 1 1 0 に撮像させる処理部である。撮像部 1 3 1 は、一定の時間間隔、例えば 3 0 f p s で撮像装置 1 1 0 に撮像させてもよい。また、回転制御部 1 3 4 から取得した同期信号に基づき、または対象物 2 0 0 の回転速度に対応した時間間隔で撮像装置 1 1 0 に対象物 2 0 0 を撮像させても構わない。

30

#### 【 0 0 2 2 】

図 4 は、領域特定部が取得する領域データの関係を示す図である。同図に示すように、領域特定部 1 3 2 は、撮像装置 1 1 0 の撮像素子 1 1 1 が撮像した画像データ 1 5 0 から、突出部 2 1 0 の第一面側 2 3 1 が撮像される第一領域データ 1 5 1、および突出部 2 1 0 の第二面側 2 3 2 が撮像される第二領域データ 1 5 2 を特定して取得する。本実施の形態の場合、領域特定部 1 3 2 は、画像データ 1 5 0 から突出部 2 1 0 の頂上部が撮像される第三領域データ 1 5 3 も特定して取得している。領域特定部 1 3 2 の領域の特定の仕方は特に限定されるものではなく、作業者が画像データ 1 5 0 からなる画像を目視により確認して複数の領域を指定することにより第一領域データ 1 5 1、第二領域データ 1 5 2、第三領域データ 1 5 3 を特定してもよい。また、対象物 2 0 0 の諸元を入力することで適切な第一領域データ 1 5 1、第二領域データ 1 5 2、第三領域データ 1 5 3 を特定しても構わない。

40

#### 【 0 0 2 3 】

領域特定部 1 3 2 は、撮像装置 1 1 0 に指示を与えることにより第一領域データ 1 5 1、第二領域データ 1 5 2、第三領域データ 1 5 3 をそれぞれ取得してもよい。また、領域特定部 1 3 2 は、画像データ 1 5 0 を取得した後、得られた画像データ 1 5 0 から第一領

50

域データ151、第二領域データ152、第三領域データ153をそれぞれ切り出しても構わない。

【0024】

第一領域データ151、第二領域データ152、第三領域データ153の幅は、撮像素子の1つから取得するデータでもよく、複数の撮像素子から取得するデータでも構わない。

【0025】

画像合成部133は、第一領域データ151、第二領域データ152、および第三領域データ153をそれぞれ合成して対象物200の外周面を相互に異なる方向で撮像した展開画像である例えば図5に模式的に示すような第一合成画像161、第二合成画像162、第三合成画像163を生成する。画像合成部133は、生成した第一合成画像161、第二合成画像162、第三合成画像163を表示装置170に表示させる。画像合成部133は、撮像素子111で一度に撮像した画像の部分が並ぶように第一合成画像161、第二合成画像162、第三合成画像163を並べて表示させてもよい。

10

【0026】

傷検出部135は、画像合成部133が生成した第一合成画像161、第二合成画像162、第三合成画像163に基づき、ディープラーニングなどの人工知能を用いて傷を検出する。傷検出部135は、検出した傷が作業者に目視で認識できるように第一合成画像161、第二合成画像162、第三合成画像163の対応箇所に目印を付すことができる。

【0027】

本実施の形態で説明した画像生成装置130を備えた探傷装置100によれば、1つの撮像装置110により複数のアングルから対象物200の外周面を撮像することができるため、突出部210に起因した欠損部が抑制された展開画像を生成することができる。従って、対象物200の外周面に発生した傷を見逃すことなく検出することが可能となる。

20

【0028】

また、複数のアングルを一つの撮像素子111により一度に取得するため、欠損部の少ない展開画像を高速で生成することが可能となる。例えば、対象物200がピニオンシャフトのように、突出部210の根元(歯元)側の厚み(歯厚)が先端(歯先)側の厚みよりも薄い場合、一台のラインカメラでは、突出部210の根本(歯元)部分に撮像できない欠陥部分が発生する場合があるが、上記探傷装置100によれば、複数台のラインカメラを必要とせず、一台の撮像装置110によって、突出部210の先端を含む第一面側231、および第二面側232を撮影することができ、得られた画像に基づき探傷を実施することができる。

30

【0029】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではない。例えば、本明細書において記載した構成要素を任意に組み合わせて、また、構成要素のいくつかを除外して実現される別の実施の形態を本発明の実施の形態としてもよい。また、上記実施の形態に対して本発明の主旨、すなわち、請求の範囲に記載される文言が示す意味を逸脱しない範囲で当業者が思いつく各種変形を施して得られる変形例も本発明に含まれる。

【0030】

例えば、実施の形態では、第一領域データ151、第二領域データ152、および第三領域データ153を取得する場合を説明したが、図6に示すように、さらに、第四領域データ154、および第五領域データ155を取得し、第四合成画像、第五合成画像を生成しても構わない。

40

【0031】

また、図4では、光学系112による焦点が対象物200の外側に存在する場合を説明したが、焦点が対象物200の内側に存在しても構わない。

【産業上の利用可能性】

【0032】

探傷装置、および探傷方法は、外周面に突起のある、歯車、ネジ、切削工具などの傷の検出に利用可能である。

50

## 【符号の説明】

## 【0033】

100 ... 探傷装置、110 ... 撮像装置、111 ... 撮像素子、112 ... 光学系、120 ... 回転装置、121 ... ロータ、130 ... 画像生成装置、131 ... 撮像部、132 ... 領域特定部、133 ... 画像合成部、134 ... 回転制御部、135 ... 傷検出部、140 ... 照明装置、141 ... 第一光源、142 ... 第二光源、143 ... 保持機構、150 ... 画像データ、151 ... 第一領域データ、152 ... 第二領域データ、153 ... 第三領域データ、154 ... 第四領域データ、155 ... 第五領域データ、161 ... 第一合成画像、162 ... 第二合成画像、163 ... 第三合成画像、170 ... 表示装置、200 ... 対象物、210 ... 突出部、211 ... 軸部、221 ... 光軸、222 ... 回転軸、231 ... 第一面側、232 ... 第二面側

10

20

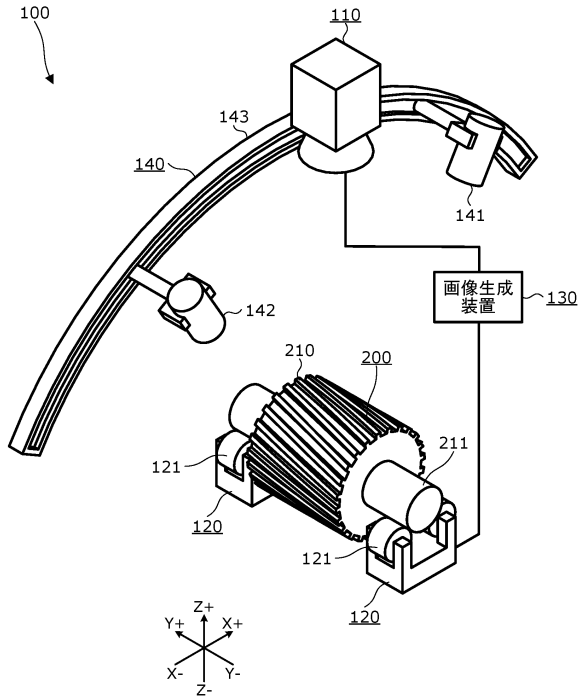
30

40

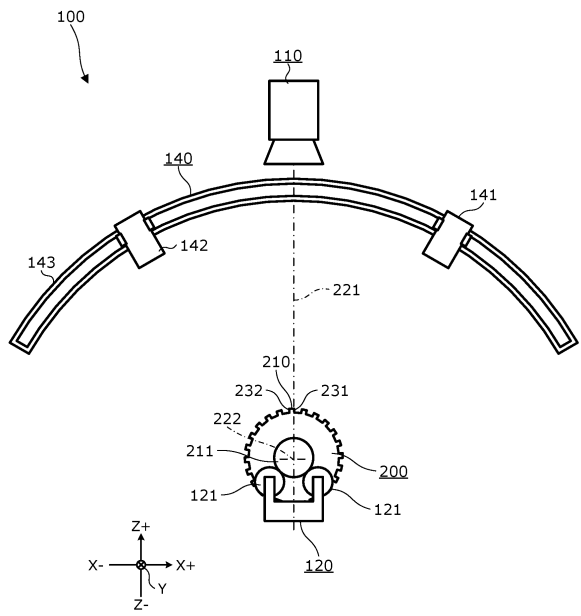
50

【図面】

【図 1】



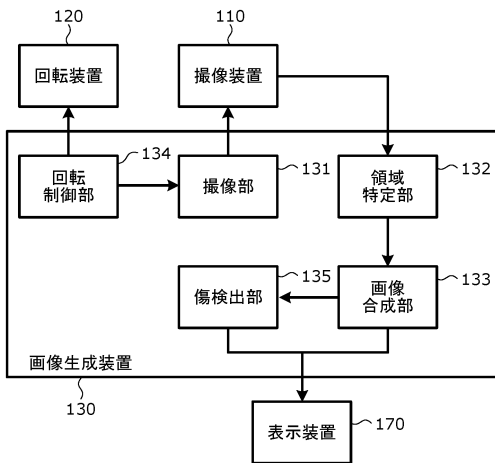
【図 2】



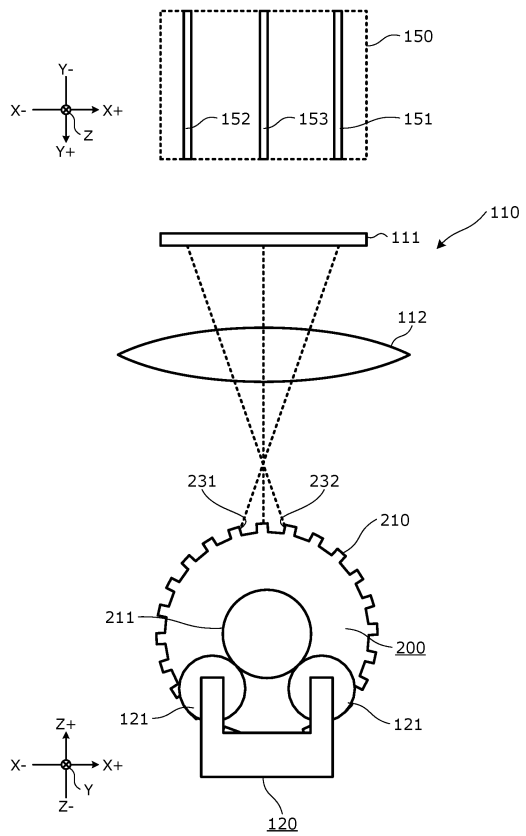
10

20

【図 3】



【図 4】

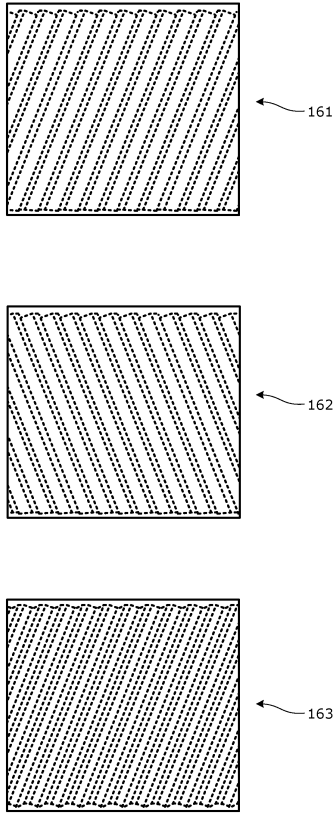


30

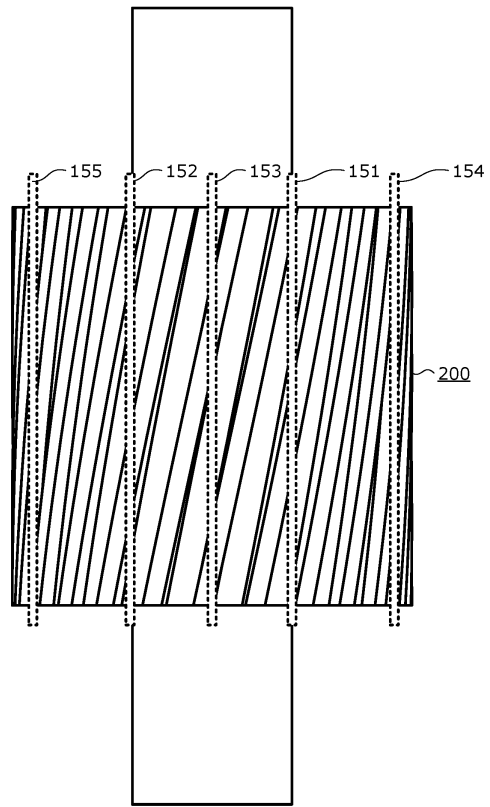
40

50

【 5 】



【 6 】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2020-038066(JP,A)  
特開2017-096821(JP,A)  
特開2019-105611(JP,A)  
特開2018-151242(JP,A)  
特開2000-171409(JP,A)  
特開2011-075506(JP,A)  
特開2019-135461(JP,A)  
特開2018-036172(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G01N 21/84 G01N 21/958  
G06T 1/00 G06T 7/90  
JSTPlus/JST7580/JSTChina(JDreamIII)