

(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
2023年9月7日(07.09.2023)



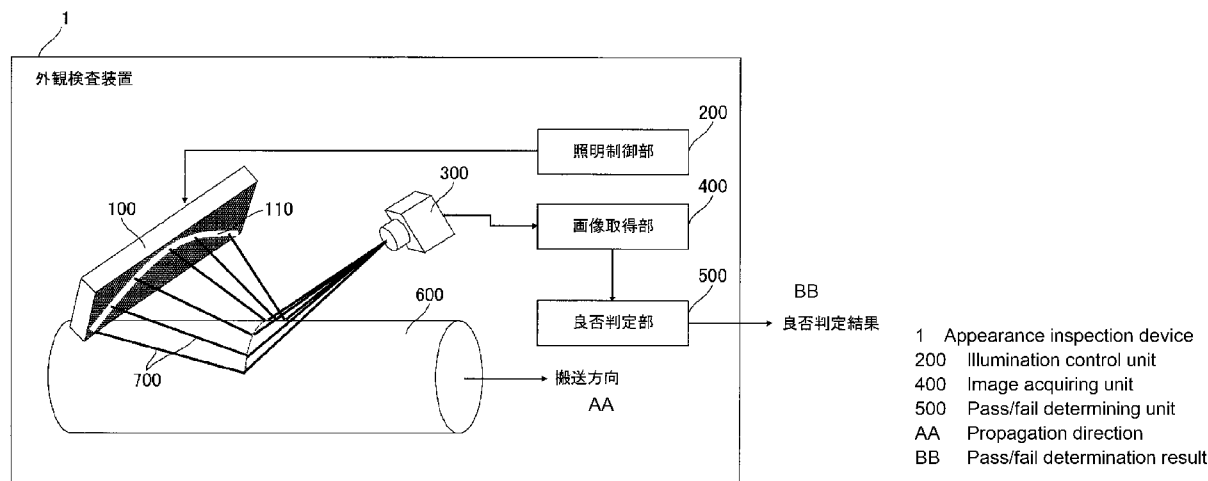
(10) 国際公開番号

WO 2023/166643 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/84 (2006.01) G01N 21/952 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/009036
- (22) 国際出願日: 2022年3月3日(03.03.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 貞本 貢汰 (SADAMOTO Kota); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
堀 淳二 (HORI Junji); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 山形 洋一, 外 (YAMAGATA Yoichi et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 特許業務法人 山形・佐藤特許事務所 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, 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, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: APPEARANCE INSPECTION DEVICE AND APPEARANCE INSPECTION METHOD

(54) 発明の名称: 外観検査装置及び外観検査方法



(57) Abstract: This appearance inspection device (1) has: illumination (100) that illuminates a body (600) to be inspected; an illumination control unit (200) that controls the illumination (100); an imaging device (300) that images the body (600) to be inspected; an image acquiring unit (400) that acquires an image of the body (600) to be inspected from the imaging device (300); and a pass/fail determining unit (500). The pass/fail determining unit (500) performs image processing on the image, determines the pass/fail of the appearance of the body (600) to be inspected, and outputs a pass/fail determination result. A light-emitting region (110) of the illumination (100) is determined so that the imaging device (300) detects at least one among mirror reflection light and diffused reflection light on the basis of the state of the surface of the body (600) to be inspected.

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, 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：外観検査装置（１）は、被検査体（６００）を照らす照明（１００）と、照明（１００）を制御する照明制御部（２００）と、被検査体（６００）を撮像する撮像デバイス（３００）と、撮像デバイス（３００）から被検査体（６００）の画像を取得する画像取得部（４００）と、良否判定部（５００）と、を有する。良否判定部（５００）は、画像に対して画像処理を行い、被検査体（６００）の外観の良否を判定し、良否判定結果を出力する。照明（１００）の発光する領域（１１０）は、被検査体（６００）の表面の状態に基づいて、撮像デバイス（３００）が鏡面反射光又は拡散反射光のいずれか一方を検出するように決定される。

明 細 書

発明の名称： 外観検査装置及び外観検査方法

技術分野

[0001] 本開示は、外観検査装置及び外観検査方法に関する。

背景技術

[0002] 走査部で試料を水平な面内にて走査し、試料に対して線状に光を照射する照明と、鏡面反射光を検出しないように開口を調整し、散乱光を検出する撮像デバイスと、画像を比較処理して欠陥候補を判定する画像処理部と、を備える欠陥検査方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 9 － 5 3 1 3 2 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 には、線状光源を用いて散乱光のみを検出することにより被検査体を検査する構成が開示されているが、特許文献 1 に開示された構成では、被検査体に対する検査精度が必ずしも向上しない。

[0005] 本開示の目的は、被検査体に対する検査精度を向上させることが可能な外観検査装置又は外観検査方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の外観検査装置は、
被検査体の表面の外観を検査する外観検査装置であって、
前記被検査体を照らす照明と、
前記照明を制御する照明制御部と、
前記被検査体を撮像する撮像デバイスと、
前記撮像デバイスから前記被検査体の画像を取得する画像取得部と、
前記画像に対して画像処理を行い、前記被検査体の前記外観の良否を判定

し、良否判定結果を出力する良否判定部と、を備え、

前記照明の発光する領域は、前記被検査体の前記表面の状態に基づいて、前記撮像デバイスが鏡面反射光又は拡散反射光のいずれか一方を検出するように決定される。

本開示の外観検査方法は、

被検査体の表面の外観を検査する外観検査方法であって、

照明によって前記被検査体を照らすステップと、

撮像デバイスによって前記被検査体を撮像するステップと、

前記被検査体の画像を取得するステップと、

前記画像に対して画像処理を行うステップと、

前記被検査体の前記外観の良否を判定するステップと、

良否判定結果を出力するステップと、を備え、

前記照明の発光する領域は、前記被検査体の前記表面の状態に基づいて、前記撮像デバイスが鏡面反射光又は拡散反射光のいずれか一方を検出するように決定される。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、被検査体に対する検査精度を向上させることが可能な外観検査装置又は外観検査方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1に係る外観検査装置の構成を概略的に示す図である。

[図2]制御部のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図3]制御部のハードウェア構成の他の例を示す図である。

[図4]被検査体を検査する外観検査方法の一例を示すフローチャートである。

[図5]被検査体の表面の正常部分を撮像している状態を示す図である。

[図6]被検査体の表面の異常部分を撮像している状態を示す図である。

[図7]比較例としての外観検査装置において被検査体の表面の正常部分を撮像している状態を示す図である。

[図8]比較例としての外観検査装置において被検査体の表面の異常部分を撮像

している状態を示す図である。

[図9]変形例としての外観検査装置の構成を概略的に示す図である。

[図10]実施の形態2に係る外観検査装置の構成を概略的に示す図である。

[図11]被検査体の表面の正常部分を撮像している状態を示す図である。

[図12]被検査体の表面の異常部分を撮像している状態を示す図である。

[図13]実施の形態3に係る外観検査装置の構成を概略的に示す図である。

[図14]実施の形態4に係る外観検査装置の構成を概略的に示す図である。

[図15]実施の形態4の変形例1としての外観検査装置の構成を概略的に示す図である。

[図16]実施の形態4の変形例2としての外観検査装置の構成を概略的に示す図である。

[図17]実施の形態4の変形例3としての外観検査装置の構成を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示に係る実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

実施の形態1.

実施の形態1に係る外観検査装置1の構成について説明する。

図1は、実施の形態1に係る外観検査装置1の構成を概略的に示す図である。

外観検査装置1は、照明100と、照明制御部200と、撮像デバイス300と、画像取得部400と、良否判定部500とを有する。外観検査装置1は、被検査体600の表面の外観を検査する。外観検査装置1は、被検査体600の表面の外観に関する異常を診断することができる。言い換えると、外観検査装置1は、被検査体600の表面の形状又は状態に関する異常を診断することができる。

[0010] 照明100は、可視光、赤外線、紫外線などの光を照射する光源を有する。照明100は、被検査体600を照らす。本実施の形態では、照明100は、発光する領域110を有する。発光する領域110を、「発光領域」と

も称する。

- [0011] 照明制御部２００は、照明１００を制御する。すなわち、照明制御部２００は、照明１００の点灯及び消灯を制御する装置である。したがって、照明１００は、照明制御部２００によって制御されることで発光する。
- [0012] 撮像デバイス３００は、被検査体６００を撮像する。例えば、撮像デバイス３００は、搬送されている被検査体６００を撮像する。撮像デバイス３００は、例えば、ラインカメラである。撮像デバイス３００は、エリアカメラを用いて特定の行に該当する画素のみを用いて画像を取得する装置でもよい。
- [0013] 画像取得部４００は、撮像デバイス３００から被検査体６００の画像を取得する。例えば、画像取得部４００は、撮像デバイス３００を制御し、被検査体６００の画像を取得する。画像取得部４００は、被検査体６００の画像を良否判定部５００に送ることができる。
- [0014] 良否判定部５００は、画像取得部４００から被検査体６００の画像を取得する。良否判定部５００は、被検査体６００の画像に対して画像処理を行い、被検査体６００の外観の良否を判定し、良否判定結果を出力する。
- [0015] 被検査体６００は、曲面を有する。被検査体６００は、特定の方向に関して同一の表面形状を有し、複数の法線方向によって形成されている。被検査体６００は、例えば、エスカレーター向けの手摺、エレベーター向けのガイドレール、鉄道向けのレール、トロリ等である。外観検査装置１において、被検査体６００は、同一の表面形状を有する断面と直交する方向に搬送されながら検査される。
- [0016] 照明１００の発光する領域１１０は、照明１００から被検査体６００に向けて光が発する領域である。照明１００の発光する領域１１０は、被検査体６００の表面の状態に基づいて、撮像デバイス３００が鏡面反射光又は拡散反射光のいずれか一方を検出するように決定される。本実施の形態では、照明１００の発光する領域１１０は、被検査体６００の表面の状態に基づいて、撮像デバイス３００が鏡面反射光を検出するように決定される。

[0017] 被検査体 600 の表面の状態とは、例えば、凹凸などの形状である。

[0018] すなわち、本実施の形態では、照明 100 の発光する領域 110 は、被検査体 600 の表面の状態に基づいて、撮像デバイス 300 が鏡面反射光を検出し、拡散反射光を検出しないように決定された領域である。図 1 に示される例では、照明 100 の発光する領域 110 は、被検査体 600 において鏡面反射によって反射したときに撮像デバイス 300 の画素に入射する主光線 700 と、照明 100 とが交差する領域である。一方、図 1 に示される例では、被検査体 600 において鏡面反射によって反射したときに撮像デバイス 300 の画素に入射する主光線 700 と、照明 100 とが交差しない領域は、照明 100 の非発光領域である。すなわち、図 1 に示される例では、撮像デバイス 300 は鏡面反射光を検出し、拡散反射光を検出しない。

[0019] 主光線 700 とは、撮像デバイス 300 の絞りの中心を通る光線である。言い換えると、主光線 700 とは、撮像デバイス 300 の入射瞳の中心を通る光線である。主光線 700 は光であるため、被検査体 600 に入射すると被検査体 600 で反射する。

[0020] 照明 100 は、照明 100（具体的には、光源）からの光を遮蔽する遮光材を有してもよい。遮光材は、例えば、金属材料である。例えば、照明 100 のうちの、発光する領域 110 以外の領域に遮光材が設けられる。すなわち、照明 100 の非発光領域に遮光材が設けられる。その結果、照明 100 の発光する領域 110 が構成される。

[0021] 発光する領域 110 は、例えば、実験、シミュレーション、又はこれらの両方によって決定される。発光する領域 110 を決定する方法の例を以下に説明する。

[0022] 実験によって発光する領域 110 を決定する方法の一例について説明する。照明 100 の発光面を $N \times M$ の領域に分割して考える。ここで、 N 、 M は自然数である。次に、 $N \times M$ の領域の各領域のみを発光させた条件下で、被検査体 600 の画像を取得する。この場合、取得した画像において高い輝度を持つ領域がある場合、その領域は主光線 700 と公差しているとして、発

光する領域 110 として決定する。一方で、取得した画像全体が低い輝度である場合、その領域は主光線 700 と交差していないとして、発光する領域 110 から除外する。以上の手続きを $N \times M$ の全ての領域について行うことで、照明 100 において発光する領域 110 を決定することができる。

[0023] 発光する領域 110 がシミュレーションによる方法によって決定される場合、照明 100 の発光する領域 110 は、例えば、レイトレーシング法によって決定される。シミュレーションによって発光する領域 110 を決定する方法の一例について説明する。まず、撮像デバイス 300 の画素に入射する主光線 700 をレイトレーシング法などの方法によって計算する。計算した主光線 700 と、照明 100 とが交差する部分については、発光する領域 110 とする。

[0024] なお、精度を向上させるために、被検査体 600 の形状情報を取得する構成であってもよい。また、照明 100 と、撮像デバイス 300 と、被検査体 600 との位置関係に関する情報を取得する構成であってもよい。撮像デバイス 300 のレンズ設計等の光学系の設計情報を取得する構成であってもよい。

[0025] 実験とシミュレーションの両方による方法の一例について説明する。この方法は、まずシミュレーションによって発光する領域 110 を決定する。次に、決定した発光する領域 110 を用いて、被検査体 600 の画像を取得する。この場合、計算条件と実条件との差異により一部の鏡面反射光を取得できていない画素がある場合、発光する領域 110 の調整を行う。以上の手続きによって、発光する領域 110 を高い精度で決定することができる。

[0026] 図 2 は、制御部 42 のハードウェア構成の一例を示す図である。

図 3 は、制御部 42 のハードウェア構成の他の例を示す図である。

[0027] 照明制御部 200、画像取得部 400、及び良否判定部 500 は、例えば、制御部 42 で構成される。この場合、制御部 42 は、例えば、少なくとも 1 つのプロセッサ 42a 及び少なくとも 1 つのメモリ 42b で構成される。プロセッサ 42a は、例えば、メモリ 42b に格納されるプログラムを実行

するCPU (Central Processing Unit) である。
この場合、照明制御部200、画像取得部400、及び良否判定部500の機能は、ソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェア及びファームウェアはプログラムとしてメモリ42bに格納することができる。この構成により、制御部42の機能を実現するためのプログラムは、コンピュータによって実行される。

[0028] メモリ42bは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体であり、例えば、RAM (Random Access Memory) 及びROM (Read Only Memory) などの揮発性メモリ、不揮発性メモリ、又は揮発性メモリと不揮発性メモリとの組み合わせである。

[0029] 制御部42は、複数のプロセッサ42a及び複数のメモリ42bを有してもよい。この場合、照明制御部200、画像取得部400、及び良否判定部500の機能は、これらの複数のプロセッサ42a及び複数のメモリ42bによって実現される。

[0030] 制御部42は、単回路及び複合回路などの専用のハードウェアとしての処理回路42cで構成されてもよい。処理回路42cは、例えば、システムLSIである。この場合、照明制御部200、画像取得部400、及び良否判定部500の機能は、処理回路42cで実現される。

[0031] 外観検査装置1の動作及び被検査体600を検査する外観検査方法について以下に説明する。

図4は、被検査体600を検査する外観検査方法の一例を示すフローチャートである。

図4に示される例では、被検査体600の表面の外観を検査する外観検査方法は、照明100によって被検査体600を照らすステップS1と、撮像デバイス300によって被検査体600を撮像するステップS2と、被検査体600の画像を取得するステップS3と、ステップS3で取得された画像に対して画像処理を行うステップS4と、被検査体600の外観の良否を判

定するステップS 5 と、良否判定結果を出力するステップS 6 とを含む。この外観検査方法において、照明100の発光する領域110は、被検査体600の表面の状態に基づいて、撮像デバイス300が鏡面反射光又は拡散反射光のいずれか一方を検出するように決定される。本実施の形態では、照明100の発光する領域110は、被検査体600の表面の状態に基づいて、撮像デバイス300が鏡面反射光のみを検出するように決定される。

[0032] 被検査体600は、例えば、円筒状の押出成形品である。すなわち、被検査対象が、円筒状の押出成形品である。被検査体600を検査するとき、この押出成形品は、例えば、同一の表面形状を有する断面と直交する方向に搬送される。なお、被検査体600は、円筒状に限定されるものではなく、一方向に関して同一の表面形状を有していれば、楕円形状であってもよいし、検査対象の表面が単に曲面又は平面であってもよい。

[0033] ステップS 1では、照明100は、照明制御部200によって制御されることで発光する。発光する領域110は、撮像デバイス300の画素に入射する主光線700と、照明100とが交差する領域である。

[0034] ステップS 2では、撮像デバイス300は画像取得部400によって制御され、被検査体600を撮像する。

[0035] ステップS 3では、画像取得部400は、撮像デバイス300によって撮像された画像を取得する。

[0036] 図5は、被検査体600の表面の正常部分を撮像している状態を示す図である。図5に示される例では、被検査体600の表面の全てが正常部分である。

正常部分とは、設計通りに製造された、異常のない部分を意味する。図5に示される例では、撮像デバイス300の画素に入射する主光線700の全ては、発光する領域110と交差する。したがって、撮像デバイス300の全ての画素において鏡面反射光が検出され、輝度は高くなる。

[0037] 図6は、被検査体600の表面の異常部分601を撮像している状態を示す図である。図6に示される例では、被検査体600の表面の一部に異常部

分 6 0 1 が存在している。

異常部分 6 0 1 とは、設計通りに製造されず、凹凸等が発生している部分を意味する。異常部分 6 0 1 では、正常部分に入射した場合とは異なる方向に光線が反射するので、異常部分 6 0 1 へ入射し撮像デバイス 3 0 0 に到達する主光線は、発光する領域 1 1 0 とは交差しない主光線 7 0 1 である。したがって、異常部分 6 0 1 を撮像する撮像デバイス 3 0 0 の画素において鏡面反射光は検出されないため、輝度は低くなる。すなわち、撮像デバイス 3 0 0 によって検出される輝度は、正常部分では高くなり、異常部分では低くなる。

[0038] 比較例について以下に説明する。

図 7 は、比較例としての外観検査装置において被検査体 6 0 0 の表面の正常部分を撮像している状態を示す図である。

比較例としての外観検査装置の照明 1 0 0 では、被検査体 6 0 0 に対向する面の全てが発光する領域 1 1 1 である。撮像デバイス 3 0 0 の画素に入射する主光線 7 0 0 の全ては、照明 1 0 0 に交差するため、撮像デバイス 3 0 0 の全ての画素において鏡面反射光が検出され、輝度は高くなる。

[0039] 図 8 は、比較例としての外観検査装置において被検査体 6 0 0 の表面の異常部分 6 0 1 を撮像している状態を示す図である。

異常部分に入射して反射方向が正常部分のときとは異なる主光線 7 0 1 も含めて、主光線は照明 1 0 0 に交差するため、撮像デバイス 3 0 0 の全ての画素において鏡面反射光が検出され、輝度は高くなる。すなわち、比較例において、撮像デバイス 3 0 0 によって検出される輝度は、異常部分でも高くなるため、正常部分と異常部分との間で差異が生じない。

[0040] ステップ S 4 からステップ S 6 では、良否判定部 5 0 0 は、画像取得部 4 0 0 から受け取った画像に対して画像処理を行い、被検査体 6 0 0 の外観の良否を判定し、良否判定結果を出力する。

[0041] 本実施の形態では、図 5、図 6 で説明した通り、正常部分に対応する画像と異常部分に対応する画像との間で輝度に差異が生じる。良否判定部 5 0 0

は、微分フィルタ等の画像処理アルゴリズムによって、周辺の画素を比較して輝度に変化が生じているかどうか判定し、変化が生じている部分を異常と判定することができる。

[0042] なお、図7及び図8に示される比較例では、正常部分と異常部分とで輝度に変化が生じないため、良否判定部500は、画像から正常か異常かを判定することができない。

[0043] 次に、実施の形態1に係る外観検査装置1の利点について説明する。

本実施の形態によれば、照明100の発光する領域110は、被検査体600の表面の状態に基づいて、撮像デバイス300が鏡面反射光のみを検出するように決定される。したがって、撮像デバイス300によって撮像された画像において、正常部分は高い輝度となり、異常部分は低い輝度となり、正常部分と異常部分との間で輝度に差異が生じる。その結果、良否判定部500の良否判定の精度が向上し、被検査体600に対する検査精度を向上させることができる。

[0044] 照明100が照明100（具体的には、光源）からの光を遮蔽する遮光材を有する場合、発光する領域110を容易に形成することができる。例えば、既製品の照明に遮光材を取り付けてもよい。この場合、照明100のコストを低減することができる。

[0045] さらに、シミュレーションによって発光する領域110の決定する際、被検査体600の形状情報を取得する構成、照明100、撮像デバイス300、及び被検査体600の間の位置関係に関する情報を取得する構成、撮像デバイス300のレンズ設計等の光学系の設計情報を取得する構成を追加することによって、シミュレーションの精度を上げ、検査精度を向上させることができる。

[0046] 発光する領域110は、被検査体600の製造公差を考慮して決定してもよい。これにより、被検査体600の製造公差によって主光線700の位置が変動しても、主光線700が発光する領域110と交差するよう、発光する領域110を決定可能である。したがって、被検査体600の表面に製造

公差が生じている場合でも、画像の輝度の変化は生じないため、誤検知を低減することができる。

[0047] 照明１００は、線状の光源を有してもよい。これによって、面状の照明と比較して、発光する素子が少ないため、照明を低コスト化することができる。

[0048] 〈実施の形態１の変形例〉

図９は、変形例としての外観検査装置１Ａの構成を概略的に示す図である。

変形例としての外観検査装置１Ａは、固定部材８００をさらに備える点で、図１に示される外観検査装置１と異なる。固定部材８００は、照明１００、撮像デバイス３００、及び被検査体６００の間の位置関係を固定する。これにより、固定部材８００は、撮像デバイス３００と、照明１００と、被検査体６００との位置関係を予め設定した条件にすることができる。図９に示される例では、固定部材８００は、照明１００及び撮像デバイス３００を固定している。さらに、固定部材８００は、予め定められた位置で被検査体６００と接触する部分を有する。これにより、撮像デバイス３００と、照明１００と、被検査体６００との位置関係を予め設定された位置関係に設定することができる。

[0049] 被検査体６００と接触する固定部材８００の部分については、被検査体６００を傷つけないよう、ローラ又はベアリングを用いてもよい。固定部材８００は、被検査体６００の周辺の構造物に固定して、撮像デバイス３００、照明１００、及び被検査体６００の位置関係を予め定められた条件に設定してもよい。この構成により、照明１００、撮像デバイス３００、及び被検査体６００の位置関係を予め定められた条件に容易に調整でき、位置調整に係る作業コストを削減することができる。

[0050] 外観検査装置１Ａは、外光を遮蔽する暗室（図示しない）をさらに有してもよい。この場合、照明１００、撮像デバイス３００、及び被検査体６００は、暗室によって覆われている。この構成により、撮像デバイス３００が不

要な外光を検出することがないため、検査精度をより向上させることができる。なお、暗室を構成するために、部屋全体を遮光してもよいし、暗箱を用いてもよいし、遮光カーテン又は遮光幕で照明１００、撮像デバイス３００、及び被検査体６００を覆うことで遮光してもよい。

[0051] 実施の形態２．

実施の形態２に係る外観検査装置２の構成について説明する。

図１０は、実施の形態２に係る外観検査装置２の構成を概略的に示す図である。

外観検査装置２は、照明１０１と、照明制御部２０１と、撮像デバイス３００と、画像取得部４００と、良否判定部５０１とを有する。実施の形態２に係る外観検査装置２では、照明１０１が実施の形態１に係る外観検査装置１の照明１００と異なる。具体的には、照明１０１の発光する領域１１２の位置が、実施の形態１に係る外観検査装置１の照明１００の発光する領域１１０と異なる。

[0052] 照明１０１は、可視光、赤外線、紫外線などの光を照射する光源を有する。照明１０１は、被検査体６００を照らす。本実施の形態では、照明１０１は、発光する領域１１２を有する。発光する領域１１２を、「発光領域」とも称する。

[0053] 照明制御部２００と、撮像デバイス３００と、画像取得部４００とは、実施の形態１と同様である。

[0054] 良否判定部５０１は、画像取得部４００から被検査体６００の画像を取得する。良否判定部５０１は、被検査体６００の画像に対して画像処理を行い、被検査体６００の外観の良否を判定し、良否判定結果を出力する。本実施の形態では、発光する領域１１２が実施の形態１における発光する領域１１０と異なるため、画像処理の内容は実施の形態１における画像処理の内容と必ずしも一致しない。

[0055] 照明１０１の発光する領域１１２は、照明１０１から被検査体６００に向けて光が発する領域である。本実施の形態では、照明１０１の発光する領域

112は、被検査体600の表面の状態に基づいて、撮像デバイス300が拡散反射光を検出し、鏡面反射光を検出しないように決定された領域である。具体的には、照明101の発光する領域112は、被検査体600において鏡面反射したときに撮像デバイス300の画素に入射する主光線700と、照明101とが交差しない領域である。一方、図10に示される例では、被検査体600において鏡面反射によって反射したときに撮像デバイス300の画素に入射する主光線700と、照明100とが交差する領域は、照明101の非発光領域である。すなわち、図10に示される例では、撮像デバイス300は拡散反射光を検出し、鏡面反射光を検出しない。

[0056] 照明101は、照明101（具体的には、光源）からの光を遮蔽する遮光材を有してもよい。遮光材は、例えば、金属材料である。例えば、照明100のうちの、発光する領域112以外の領域に遮光材が設けられる。すなわち、照明101の非発光領域に遮光材が設けられる。その結果、照明101の発光する領域112が構成される。

[0057] 発光する領域112は、例えば、実験、シミュレーション、又はこれらの両方によって決定される。発光する領域112を決定する方法の例を以下に説明する。

[0058] 実験によって発光する領域112を決定する方法の一例について説明する。照明101の発光面を $N \times M$ の領域に分割して考える。ここで、 N 、 M は自然数である。次に、 $N \times M$ の領域の各領域のみを発光させた条件下で、被検査体600の画像を取得する。この場合、取得した画像において画像全体が低い輝度である場合、その領域は主光線700と公差していないとして、発光する領域112とする。一方で、取得した画像の一部に高い輝度を得られた箇所があった場合、その領域は主光線700と交差しているとして、発光する領域112から除外する。以上の手続きを $N \times M$ の全ての領域について行うことで、照明101において発光する領域112を決定することができる。

[0059] シミュレーションによって発光する領域112を決定する方法の一例につ

いて説明する。まず、撮像デバイス300の画素に入射する主光線700をレイトレーシング法などの方法によって計算する。計算した主光線700と、照明101とが交差しない部分については、発光する領域112とする。

[0060] 発光する領域112の精度を向上させるために、外観検査装置2は、被検査体600の形状情報を取得する構成であってもよい。外観検査装置2は、照明100と、撮像デバイス300と、被検査体600との位置関係に関する情報を取得する構成であってもよい。外観検査装置2は、撮像デバイス300のレンズ設計等の光学系の設計情報を取得する構成であってもよい。

[0061] 実験とシミュレーションの両方による方法の一例について説明する。この方法は、まずシミュレーションによって発光する領域112を決定する。次に、決定した発光する領域112を用いて、被検査体600の画像を取得する。この場合、計算条件と実条件との差異により一部の鏡面反射光を取得している画素があった場合、発光する領域112の調整を行う。以上の手続きによって、発光する領域112を高い精度で決定することができる。

[0062] 外観検査装置2の動作及び被検査体600を検査する外観検査方法について以下に説明する。

被検査体600の表面の外観を検査する外観検査方法は、図4に示されるように、照明100によって被検査体600を照らすステップS1と、撮像デバイス300によって被検査体600を撮像するステップS2と、被検査体600の画像を取得するステップS3と、ステップS3で取得された画像に対して画像処理を行うステップS4と、被検査体600の外観の良否を判定するステップS5と、良否判定結果を出力するステップS6とを含む。本実施の形態では、照明100の発光する領域110は、被検査体600の表面の状態に基づいて、撮像デバイス300が拡散反射光のみを検出するように決定される。

[0063] 被検査体600は、例えば、円筒状の押出成形品である。すなわち、被検査対象が、円筒状の押出成形品である。被検査体600を検査するとき、この押出成形品は、例えば、同一の表面形状を有する断面と直交する方向に搬

送される。

[0064] ステップS 1では、照明101は、照明制御部200によって制御されることで発光する。発光する領域112は、撮像デバイス300の画素に入射する主光線700と、照明101とが交差しない領域である。

[0065] ステップS 2では、撮像デバイス300は画像取得部400によって制御され、被検査体600を撮像する。

[0066] ステップS 3では、画像取得部400は撮像デバイス300によって撮像された画像を取得する。

[0067] 図11は、被検査体600の表面の正常部分を撮像している状態を示す図である。図11に示される例では、被検査体600の表面の全てが正常部分である。

正常部分とは、設計通りに製造された、異常のない部分を意味する。図11に示される例では、撮像デバイス300の画素に入射する主光線700の全てが、発光する領域112と交差しない。したがって、撮像デバイス300の全ての画素において鏡面反射光が検出されず、輝度は低くなる。

[0068] 図12は、被検査体600の表面の異常部分601を撮像している状態を示す図である。図12に示される例では、被検査体600の表面の一部に異常部分601が存在している。

異常部分601とは、設計通りに製造されず、凹凸等が発生している部分を意味する。異常部分601では、正常部分に入射した場合とは異なる方向に光線が反射するので、異常部分601へ入射し撮像デバイス300に到達する主光線は、発光する領域112と交差する主光線701である。したがって、異常部分601を撮像する撮像デバイス300の画素において、拡散反射光が検出されるため、輝度は高くなる。すなわち、撮像デバイス300によって検出される輝度は、正常部分では低くなり、異常部分では高くなる。

[0069] ステップS 4からステップS 6では、良否判定部501は、画像取得部400から受け取った画像に対して画像処理を行い、被検査体600の外観の

良否を判定し、良否判定結果を出力する。

[0070] 本実施の形態では、正常部分に対応する画像と異常部分に対応する画像との間で輝度に差異が生じる。良否判定部500は、微分フィルタ等の画像処理アルゴリズムによって、周辺の画素を比較して輝度に変化が生じているかどうか判定し、変化が生じている部分を異常と判定することができる。

[0071] 次に、実施の形態2の外観検査装置2の利点について説明する。

本実施の形態によれば、照明101の発光する領域112は、被検査体600の表面の状態に基づいて、撮像デバイス300が拡散反射光のみを検出するように決定される。したがって、撮像デバイス300によって撮像された画像において、正常部分は低い輝度となり、異常部分は高い輝度となり、正常部分と異常部分との間で輝度に差異が生じる。その結果、良否判定部500の良否判定の精度が向上し、被検査体600に対する検査精度を向上させることができる。

[0072] 照明101が照明101（具体的には、光源）からの光を遮蔽する遮光材を有する場合、発光する領域112を容易に形成することができる。例えば、既製品の照明に遮光材を取り付けてもよい。この場合、照明101のコストを低減することができる。

[0073] さらに、シミュレーションによって発光する領域112の決定する際、被検査体600の形状情報を取得する構成、照明101、撮像デバイス300、及び被検査体600の間の位置関係に関する情報を取得する構成、撮像デバイス300のレンズ設計等の光学系の設計情報を取得する構成を追加することによって、シミュレーションの精度を上げ、検査精度を向上させることができる。

[0074] 発光する領域112は、被検査体600の製造公差を考慮して決定してもよい。これにより、被検査体600の製造公差によって主光線700の位置が変動しても、主光線700が発光する領域112と交差しないよう、発光する領域112を決定可能である。したがって、被検査体600の表面に製造公差が生じている場合でも、画像の輝度の変化は生じないため、誤検知を

低減することができる。

[0075] 実施の形態１の変形例と同様に、外観検査装置２は、外光を遮蔽する暗室をさらに有してもよい。この場合、照明１０１、撮像デバイス３００、及び被検査体６００は、暗室によって覆われている。この構成により、撮像デバイス３００が不要な外光を検出することがないため、検査精度をより向上させることができる。

[0076] 実施の形態３．

実施の形態３に係る外観検査装置３の構成について説明する。

図１３は、実施の形態３に係る外観検査装置３の構成を概略的に示す図である。

外観検査装置３は、照明１０２と、照明制御部２０２と、撮像デバイス３００と、画像取得部４００と、良否判定部５００と、から構成される。

[0077] 照明１０２は、複数の発光素子１０２Ａを有する。各発光素子１０２Ａは、可視光、赤外線、又は紫外線を照射することができる。この構成により、照明１０２は、被検査体６００を照らす。本実施の形態では、照明１０２は、発光する領域１１３を有する。発光する領域１１３を、「発光領域」とも称する。照明１０２は、例えば、ディスプレイである。

[0078] 照明制御部２０２は、照明１０２の各発光素子１０２Ａの点灯と消灯を制御する装置である。すなわち、複数の発光素子１０２Ａの各々は、照明制御部２０２によって制御される。したがって、照明１０２は、照明制御部２０２によって制御されることで発光する。

[0079] 撮像デバイス３００と、画像取得部４００は、良否判定部５００は、実施の形態１に記載と同様である。

[0080] 照明１０２の発光する領域１１３は、照明１０２から被検査体６００に向けて光が発する領域である。具体的には、照明１０２の発光する領域１１３は、複数の発光素子１０２Ａのうちの点灯している発光素子１０２Ａによって構成された領域である。

[0081] 点灯させる発光素子１０２Ａは、複数の発光素子１０２Ａの点灯に起因す

る被検査体 600 の画像に基づいて決定される。その結果、実施の形態 1 と同様に、発光する領域 113 は、被検査体 600 の表面の状態に基づいて、撮像デバイス 300 が鏡面反射光を検出し、拡散反射光を検出しないように決定される。

[0082] 発光する領域 113 は、例えば、実験、シミュレーション、又はこれらの両方によって決定される。発光する領域 110 を決定する方法の例を以下に説明する。

[0083] 実験によって発光する領域 113 を決定する方法の一例について説明する。本実施の形態では、実施の形態 1 に示した方法を自動化することが可能である。まず照明 102 の発光面を $N \times M$ の領域に分割して考える。ここで、 N 、 M は自然数である。次に、発光させる画素を予め決められたパターンで切り替えながら、 $N \times M$ の領域の各領域のみを発光させた条件下で、被検査体 600 の画像を取得する。この場合、各条件において取得した画像において高い輝度を得られた領域があるか画像処理で確認を行う。高い輝度を得られた領域がある場合、その領域は主光線 700 と公差しているとして、発光する領域 113 とする。一方で、画像処理によって、取得した画像全体が低い輝度であることを確認した場合、その領域は主光線 700 と交差していないとして、発光する領域 113 から除外する。以上の手続きによって、照明 102 において発光する領域 113 を自動的に決定することができる。

[0084] シミュレーションによる方法については、実施の形態 1 に記載の通りの方法で発光する領域 113 を決定することができる。

[0085] 外観検査装置 3 の動作について以下に説明する。

被検査体 600 は、例えば、円筒状の押出成形品である。すなわち、被検査対象が、円筒状の押出成形品である。被検査体 600 を検査するとき、この押出成形品は、例えば、同一の表面形状を有する断面と直交する方向に搬送される。

[0086] 照明 102 は、照明制御部 202 によって制御されることで発光する。発光する領域 113 は、撮像デバイス 300 の画素に入射する主光線 700 と

、照明１０２とが交差する領域である。

[0087] 撮像デバイス３００は画像取得部４００によって制御され、被検査体６００を撮像する。

[0088] 画像取得部４００は撮像デバイス３００が撮像した画像を取得する。

[0089] 実施の形態１で説明したように、撮像デバイス３００によって検出される輝度は、正常部分では高くなり、異常部分では低くなる。

[0090] 良否判定部５００は、画像取得部４００から受け取った画像に対して画像処理を行い、被検査体６００の外観の良否を判定し、良否判定結果を出力する。実施の形態１で説明したように、良否判定部５００は、微分フィルタ等の画像処理アルゴリズムによって、正常か異常かを判定し、良否判定結果を出力する。

[0091] 次に、実施の形態３に係る外観検査装置３の利点について説明する。

実施の形態３に係る外観検査装置３は、実施の形態１に記載の利点を有する。

[0092] さらに、本実施の形態によれば、照明１０２として、各発光素子１０２Ａの点灯を制御できる機器を用いることができるので、特注の照明が不要となる。その結果、外観検査装置３のコストを低減することができる。

[0093] さらに、本実施の形態によれば、発光する領域１１３を決定する際に、点灯させる各発光素子１０２Ａを変化させながら、画像を取得し、各発光素子１０２Ａが鏡面反射に寄与するかどうかを自動的に決定させることができる。したがって、シミュレーションの実施や、複数の発光する領域１１３を用意した実験的な検証を実施せずに、低コストで発光する領域１１３を決定することができる。

[0094] 本実施の形態では、発光する領域１１３は、鏡面反射光を検出するように決定された領域であるが、実施の形態２のように、発光する領域１１３は、鏡面反射光を検出せずに、拡散反射光を検出するように決定された領域でもよい。

[0095] 実施の形態４．

実施の形態４に係る外観検査装置４の構成について説明する。

図１４は、実施の形態４に係る外観検査装置４の構成を概略的に示す図である。

外観検査装置４は、発光する領域１１０を有する照明１００と、照明制御部２００と、撮像デバイス３００と、画像取得部４００と、良否判定部５００と、形状情報取得部９００とを有する。実施の形態４に係る外観検査装置４は、形状情報取得部９００をさらに有する点で実施の形態１に係る外観検査装置１と異なる。実施の形態４では、照明１００の発光する領域１１０は、形状情報取得部９００によって取得された情報に基づいて決定された領域である。

[0096] 形状情報取得部９００は、被検査体６００の表面の形状に関する情報を取得する。照明１００の発光する領域１１０は、形状情報取得部９００によって取得された情報に基づいて決定される。被検査体６００の表面形状の情報を取得することで、鏡面反射光又は拡散反射光のいずれか一方を検出するための、照明１００の発光する領域１１０を決定することができる。

[0097] 〈実施の形態４の変形例１〉

図１５は、実施の形態４の変形例１としての外観検査装置５の構成を概略的に示す図である。

外観検査装置５は、発光する領域１１０を有する照明１００と、照明制御部２００と、撮像デバイス３００と、画像取得部４００と、良否判定部５００と、位置関係情報取得部１０００とを有する。位置関係情報取得部１０００が追加された点が実施の形態の外観検査装置１と異なる。実施の形態４の変形例１では、照明１００の発光する領域１１０は、位置関係情報取得部１０００によって取得された情報に基づいて決定された領域である。

[0098] 位置関係情報取得部１０００は、被検査体６００の位置に関する情報を取得する。照明１００の発光する領域１１０は、位置関係情報取得部１０００によって取得された情報に基づいて決定される。照明１００と、撮像デバイス３００と、被検査体６００の位置関係の情報を取得することで、鏡面反射

光又は拡散反射光のいずれか一方を検出するための、照明１００の発光する領域１１０を決定することができる。

[0099] 〈実施の形態４の変形例２〉

図１６は、実施の形態４の変形例２としての外観検査装置６の構成を概略的に示す図である。

外観検査装置６は、発光する領域１１０を有する照明１００と、照明制御部２００と、撮像デバイス３００と、画像取得部４００と、良否判定部５００と、製造公差情報取得部１１００とを有する。製造公差情報取得部１１００が追加された点が実施の形態の外観検査装置１と異なる。実施の形態４の変形例２では、照明１００の発光する領域１１０は、製造公差情報取得部１１００によって取得された情報に基づいて決定された領域である。

[0100] 製造公差情報取得部１１００は、被検査体６００の製造公差に関する情報を取得する。照明１００の発光する領域１１０は、製造公差情報取得部１１００によって取得された情報に基づいて決定される。被検査体６００の製造公差情報を加味して照明１００の発光する領域１１０を決定することで、製造公差に起因する輝度変化が発生しなくなり誤検知を低減することができる。

[0101] 〈実施の形態４の変形例３〉

図１７は、実施の形態４の変形例３としての外観検査装置７の構成を概略的に示す図である。

外観検査装置７は、発光する領域１１０を有する照明１００と、照明制御部２００と、撮像デバイス３００と、画像取得部４００と、良否判定部５００と、撮像デバイス情報取得部１２００とを有する。撮像デバイス情報取得部１２００が追加された点が実施の形態の外観検査装置１と異なる。実施の形態４の変形例３では、照明の発光する領域１１０は、撮像デバイス情報取得部１２００によって取得された情報に基づいて決定された領域である。

[0102] 撮像デバイス情報取得部１２００は、撮像デバイス３００の光学系に関する情報を取得する。照明１００の発光する領域１１０は、撮像デバイス情報

取得部１２００によって取得された情報に基づいて決定される。撮像デバイス３００の光学系に関する情報を取得することで、鏡面反射光又は鏡面反射光を除く反射光のいずれか一方のみを検出するための、照明１００の発光する領域１２０を決定することができる。

[0103] 以上に説明した各実施の形態における特徴及び変形例における特徴は、互いに組み合わせることができる。

符号の説明

[0104] １，２，３，４，５，６，７ 外観検査装置、１００，１０１ 照明、１１０，１１２，１１３ 発光する領域、２００，２０２ 照明制御部、３００ 撮像デバイス、４００ 画像取得部、５００，５０１ 良否判定部、６００ 被検査体、７００ 主光線、９００ 形状情報取得部、１０００ 位置関係情報取得部、１１００ 製造公差情報取得部、１２００ 撮像デバイス情報取得部。

請求の範囲

- [請求項1] 被検査体の表面の外観を検査する外観検査装置であって、
前記被検査体を照らす照明と、
前記照明を制御する照明制御部と、
前記被検査体を撮像する撮像デバイスと、
前記撮像デバイスから前記被検査体の画像を取得する画像取得部と、
、
前記画像に対して画像処理を行い、前記被検査体の前記外観の良否を判定し、良否判定結果を出力する良否判定部と、を備え、
前記照明の発光する領域は、前記被検査体の前記表面の状態に基づいて、前記撮像デバイスが鏡面反射光又は拡散反射光のいずれか一方を検出するように決定される、
外観検査装置。
- [請求項2] 前記照明の発光する領域は、前記被検査体において鏡面反射によって反射したときに前記撮像デバイスの画素に入射する主光線と、前記照明とが交差する領域である請求項1に記載の外観検査装置。
- [請求項3] 前記照明の発光する領域は、前記撮像デバイスが鏡面反射光を検出し、拡散反射光を検出しないように決定された領域である請求項1又は2に記載の外観検査装置。
- [請求項4] 前記照明の発光する領域は、前記被検査体において鏡面反射したときに前記撮像デバイスの画素に入射する主光線と、前記照明とが交差しない領域である請求項1に記載の外観検査装置。
- [請求項5] 前記照明の発光する領域は、前記撮像デバイスが拡散反射光を検出し、鏡面反射光を検出しないように決定された領域である請求項1又は4に記載の外観検査装置。
- [請求項6] 前記被検査体の前記表面の形状に関する情報を取得する形状情報取得部をさらに備え、
前記照明の発光する領域は、前記形状情報取得部によって取得され

た情報に基づいて決定された領域である請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

[請求項7] 前記被検査体の位置に関する情報を取得する位置関係情報取得部をさらに備え、

前記照明の発光する領域は、前記位置関係情報取得部によって取得された情報に基づいて決定された領域である請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

[請求項8] 前記被検査体の製造公差に関する情報を取得する製造公差情報取得部をさらに備え、

前記照明の発光する領域は、前記製造公差情報取得部によって取得された情報に基づいて決定された領域である請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

[請求項9] 前記撮像デバイスの光学系に関する情報を取得する撮像デバイス情報取得部をさらに備え、

前記照明の発光する領域は、前記撮像デバイス情報取得部によって取得された情報に基づいて決定された領域である請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

[請求項10] 前記照明の発光する領域は、レイトレーシング法によって決定される請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

[請求項11] 前記照明は、前記照明からの光を遮蔽する遮光材を有し、

前記照明のうちの、前記発光する領域以外の領域に前記遮光材が設けられている

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

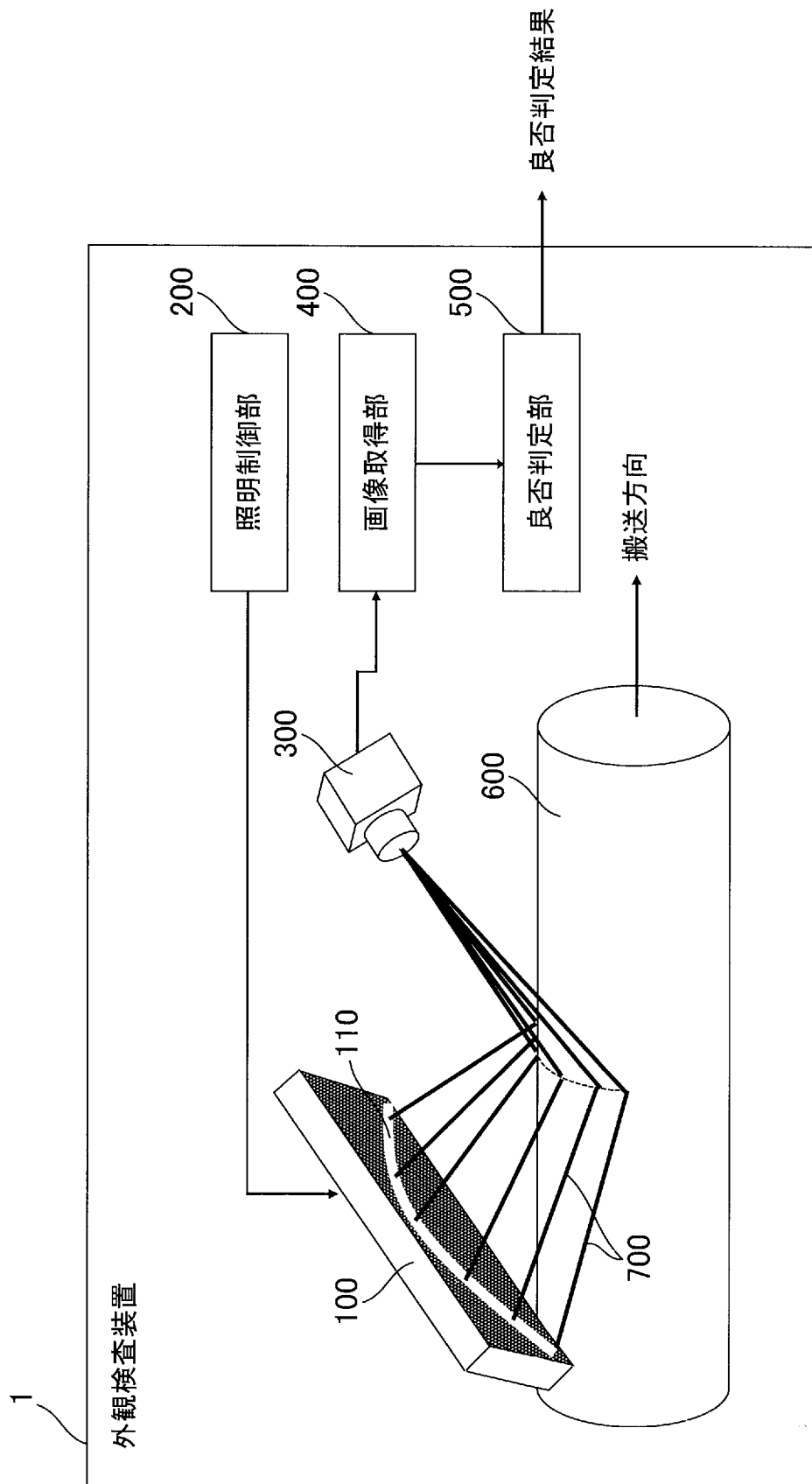
[請求項12] 前記照明は、複数の発光素子を有し、

前記複数の発光素子の各々は、前記照明制御部によって制御され、
前記照明の発光する領域は、前記複数の発光素子のうちの点灯している発光素子によって構成された領域である

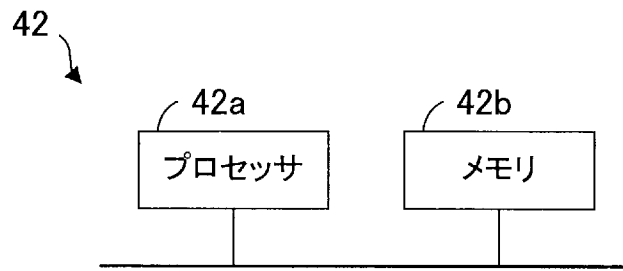
請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

- [請求項13] 点灯させる前記発光素子は、前記複数の発光素子の点灯に起因する前記被検査体の前記画像に基づいて決定される請求項12に記載の外観検査装置。
- [請求項14] 前記照明、前記撮像デバイス、及び前記被検査体の間の位置関係を固定する固定部材をさらに備える請求項1から13のいずれか1項に記載の外観検査装置。
- [請求項15] 外光を遮蔽する暗室をさらに備え、
前記照明、前記撮像デバイス、前記被検査体は、前記暗室によって覆われている
請求項1から14のいずれか1項に記載の外観検査装置。
- [請求項16] 前記照明は、線状の光源を有する請求項1から15のいずれか1項に記載の外観検査装置。
- [請求項17] 被検査体の表面の外観を検査する外観検査方法であって、
照明によって前記被検査体を照らすステップと、
撮像デバイスによって前記被検査体を撮像するステップと、
前記被検査体の画像を取得するステップと、
前記画像に対して画像処理を行うステップと、
前記被検査体の前記外観の良否を判定するステップと、
良否判定結果を出力するステップと、を備え、
前記照明の発光する領域は、前記被検査体の前記表面の状態に基づいて、前記撮像デバイスが鏡面反射光又は拡散反射光のいずれか一方を検出するように決定される、
外観検査方法。

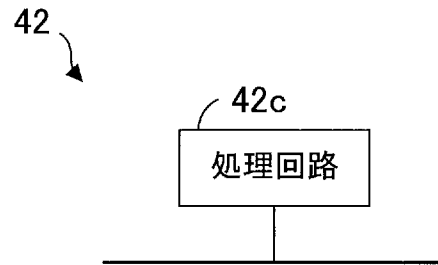
[図1]



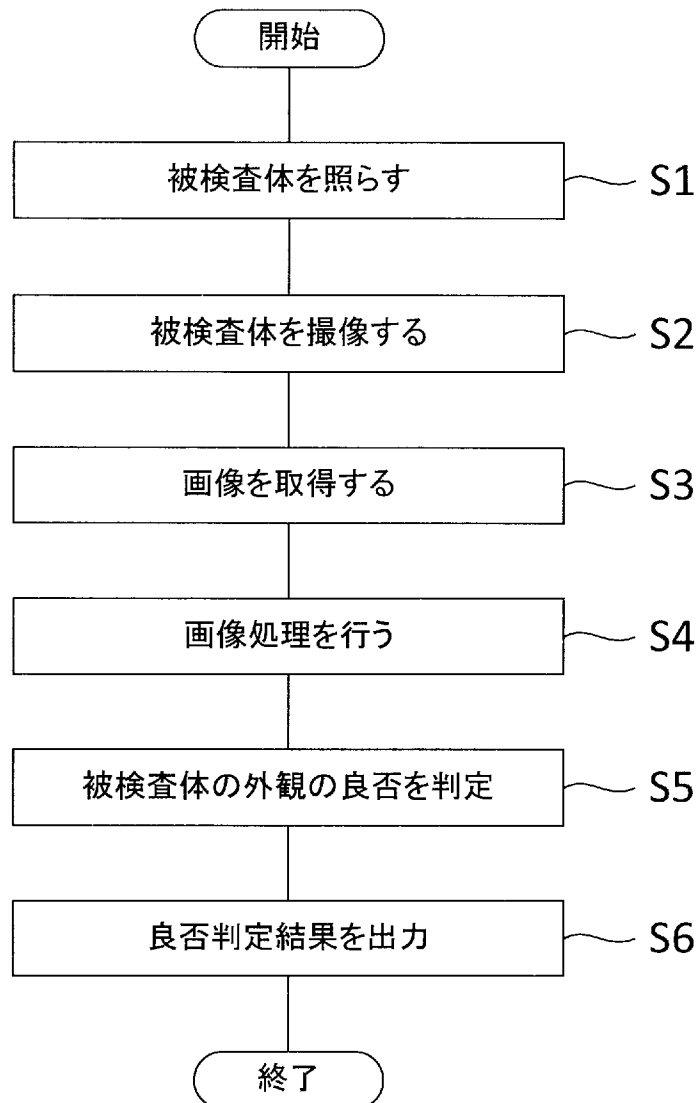
[図2]



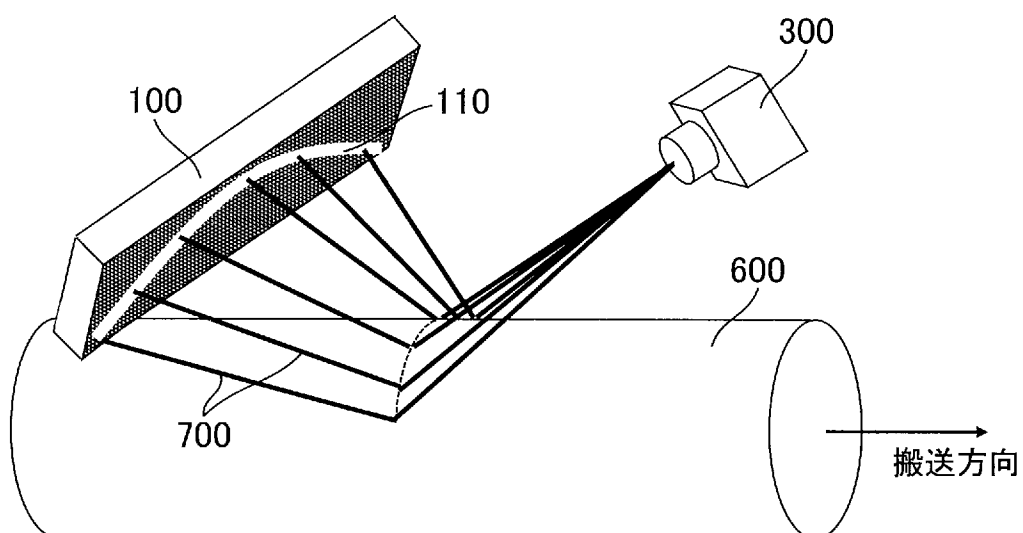
[図3]



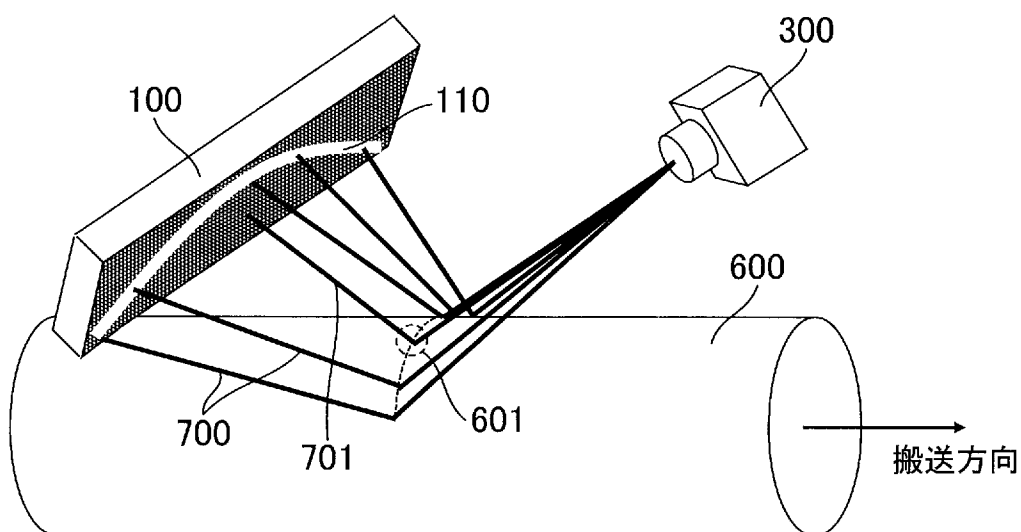
[図4]



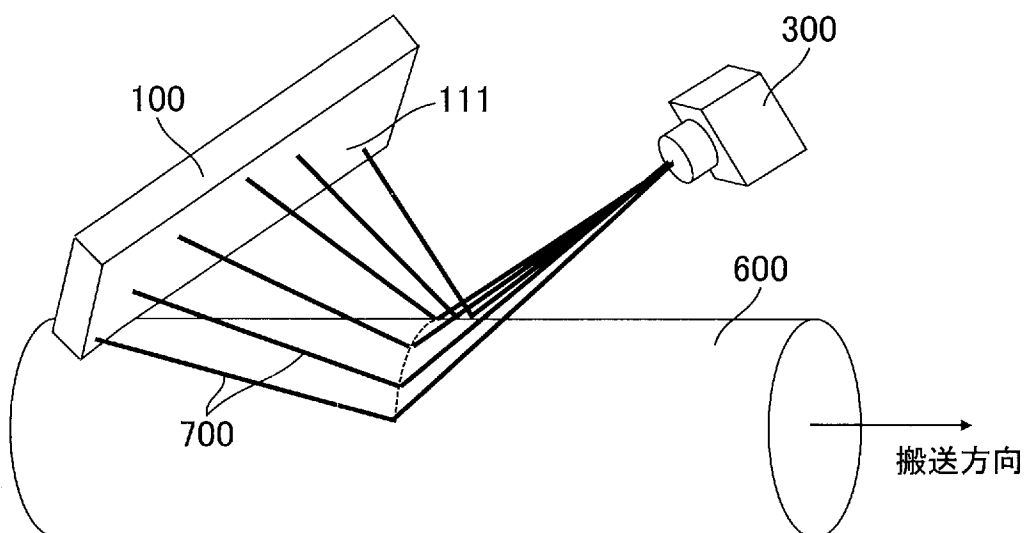
[図5]



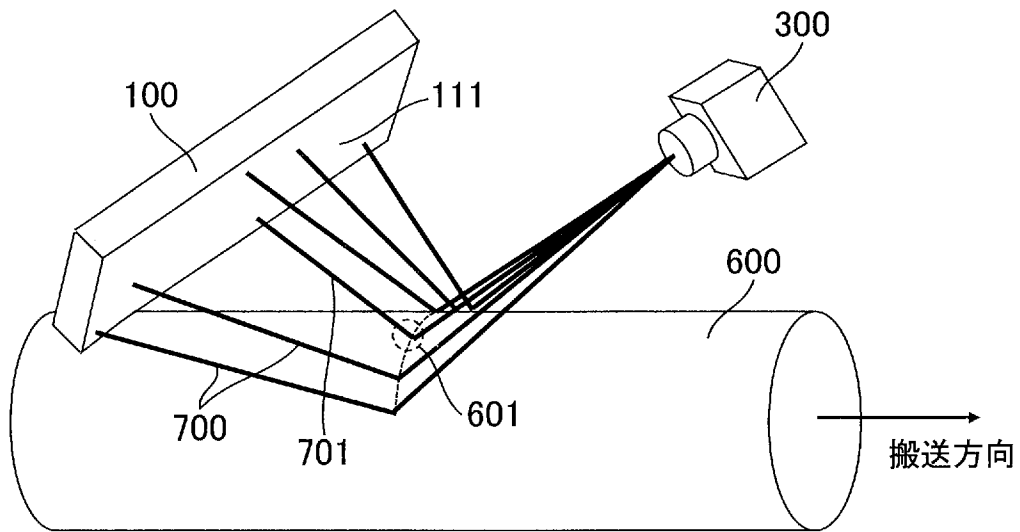
[図6]



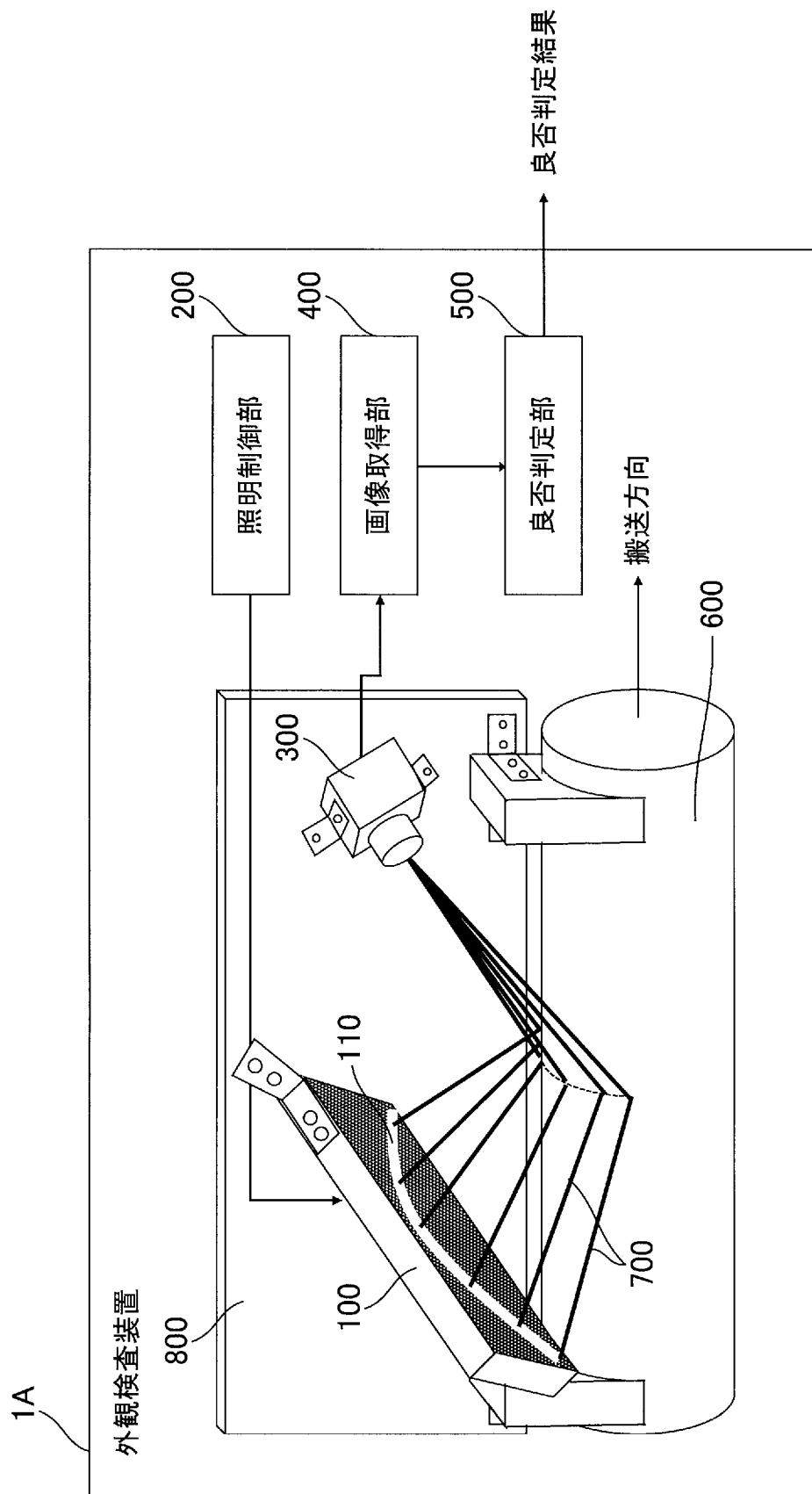
[図7]



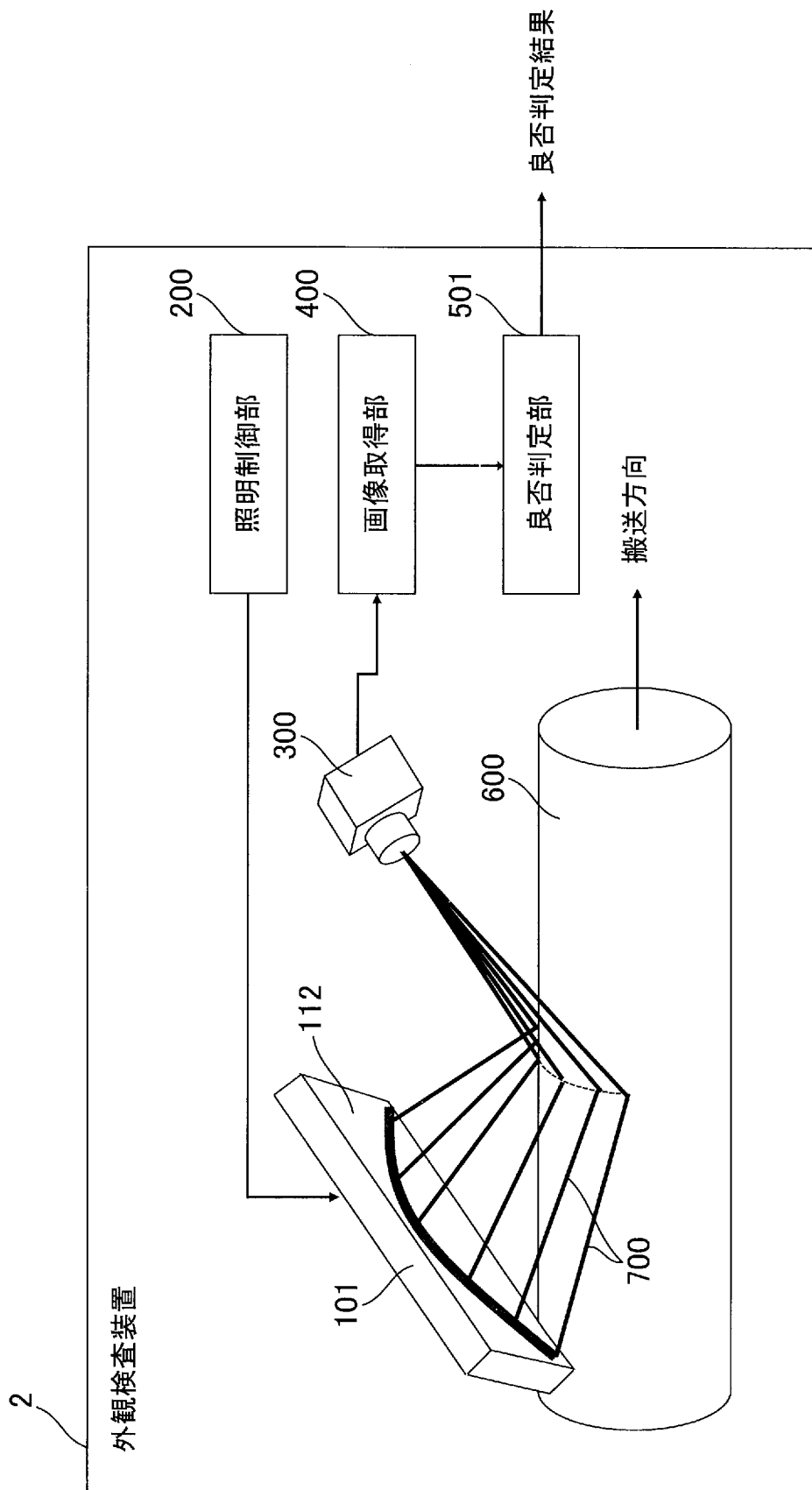
[図8]



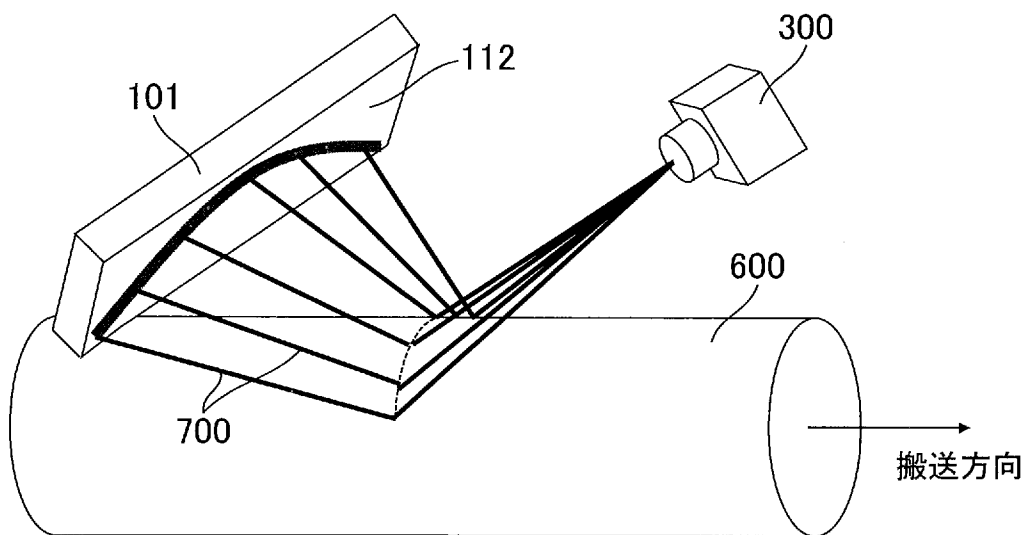
[図9]



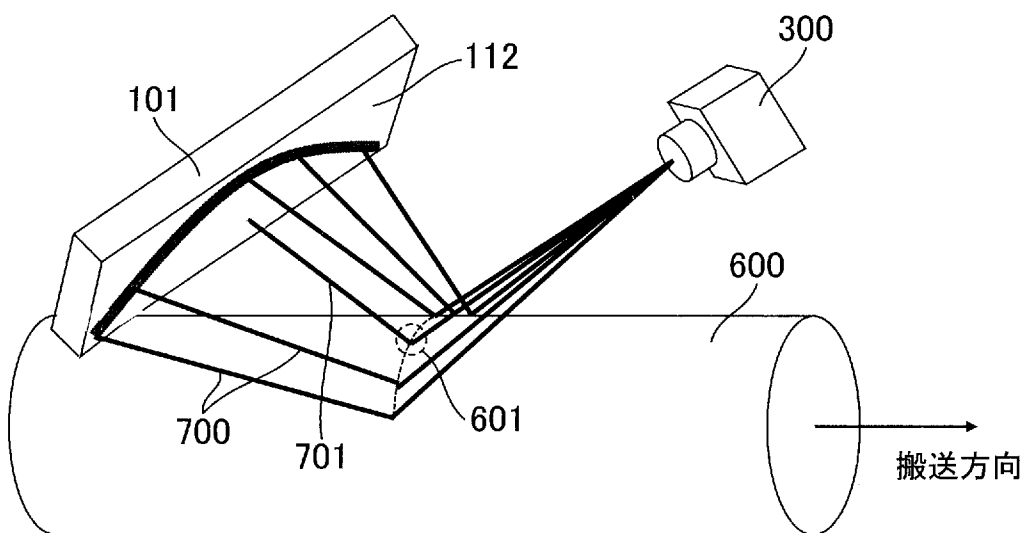
[図10]



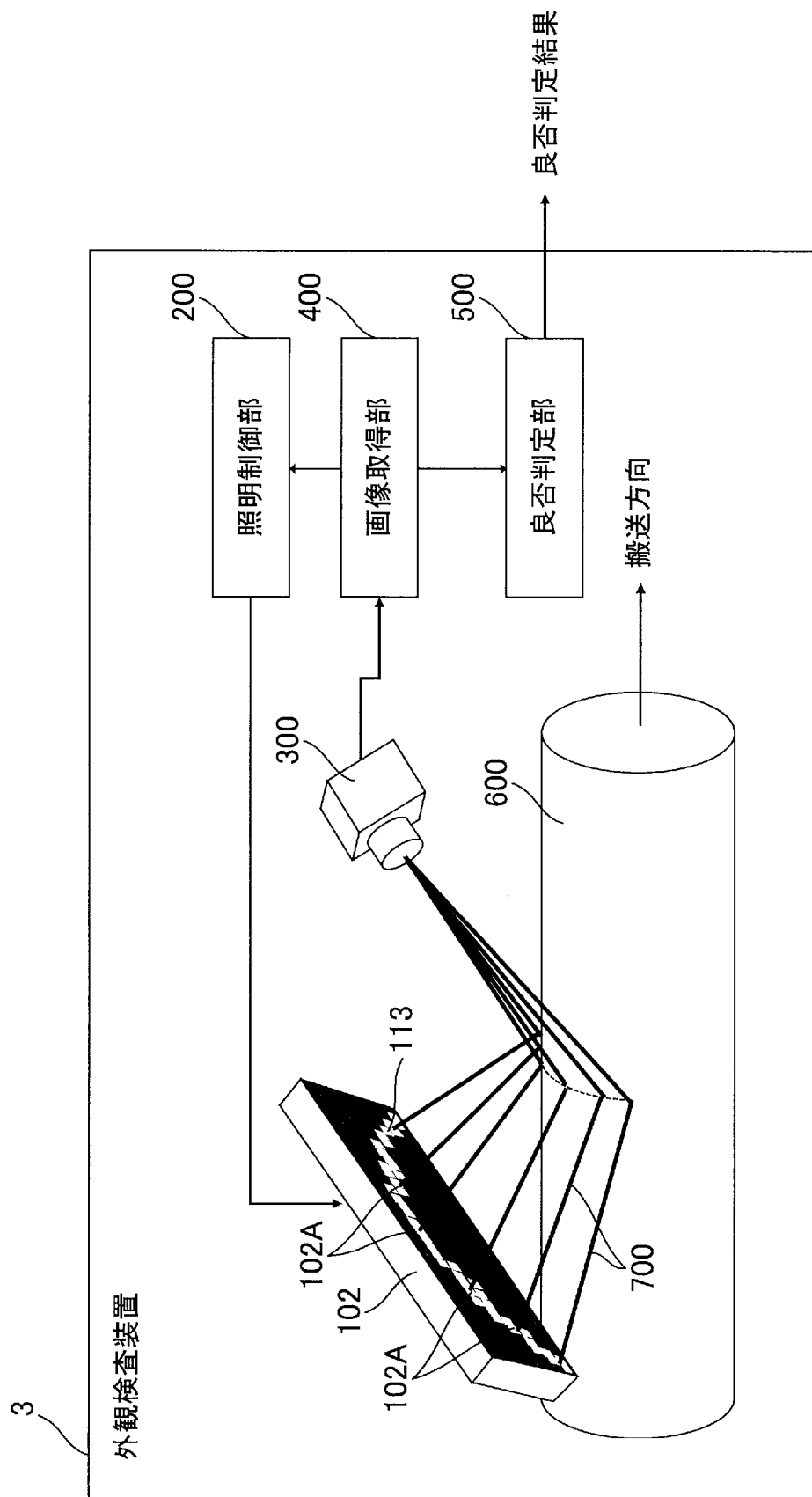
[図11]



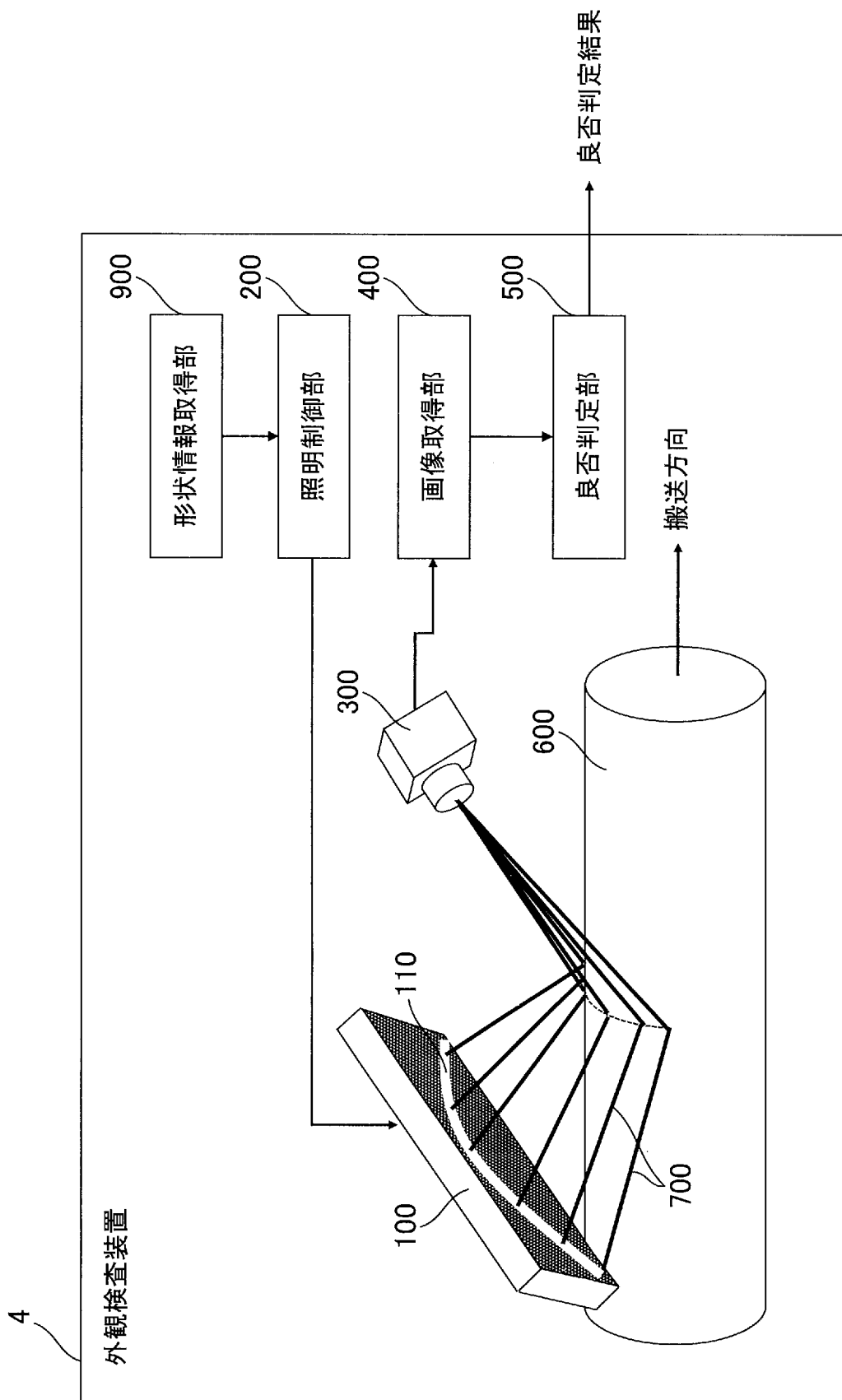
[図12]



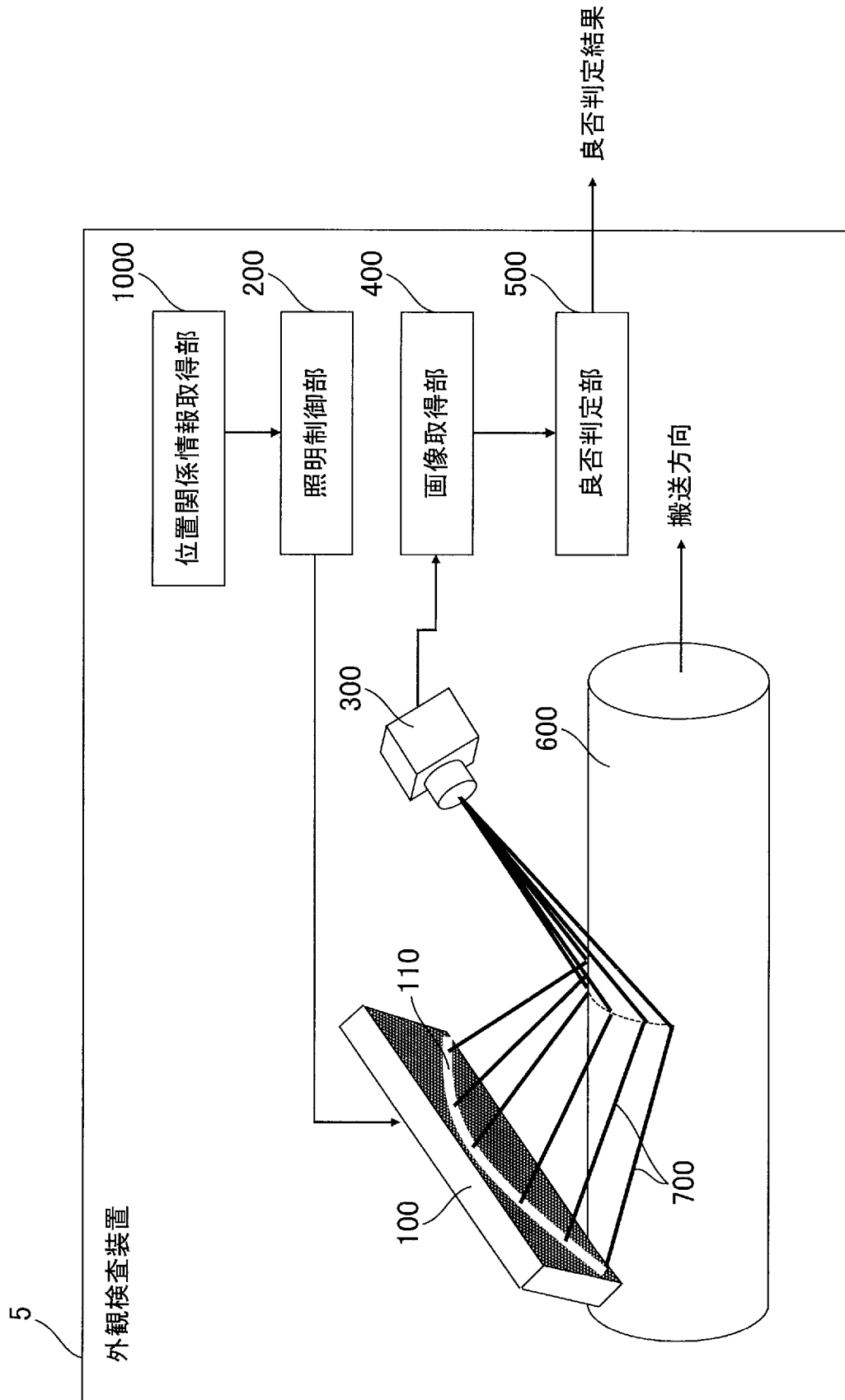
[図13]



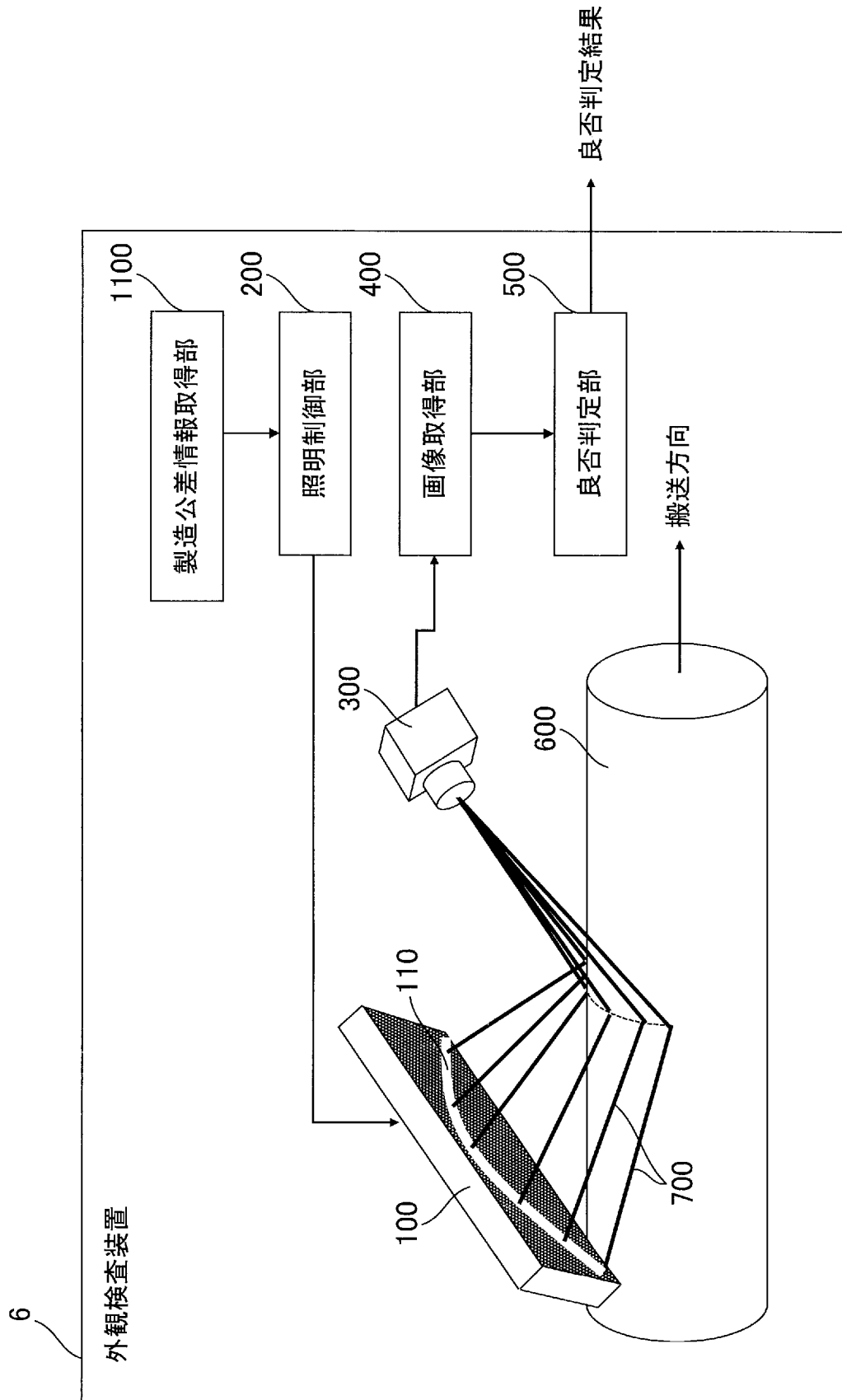
[図14]



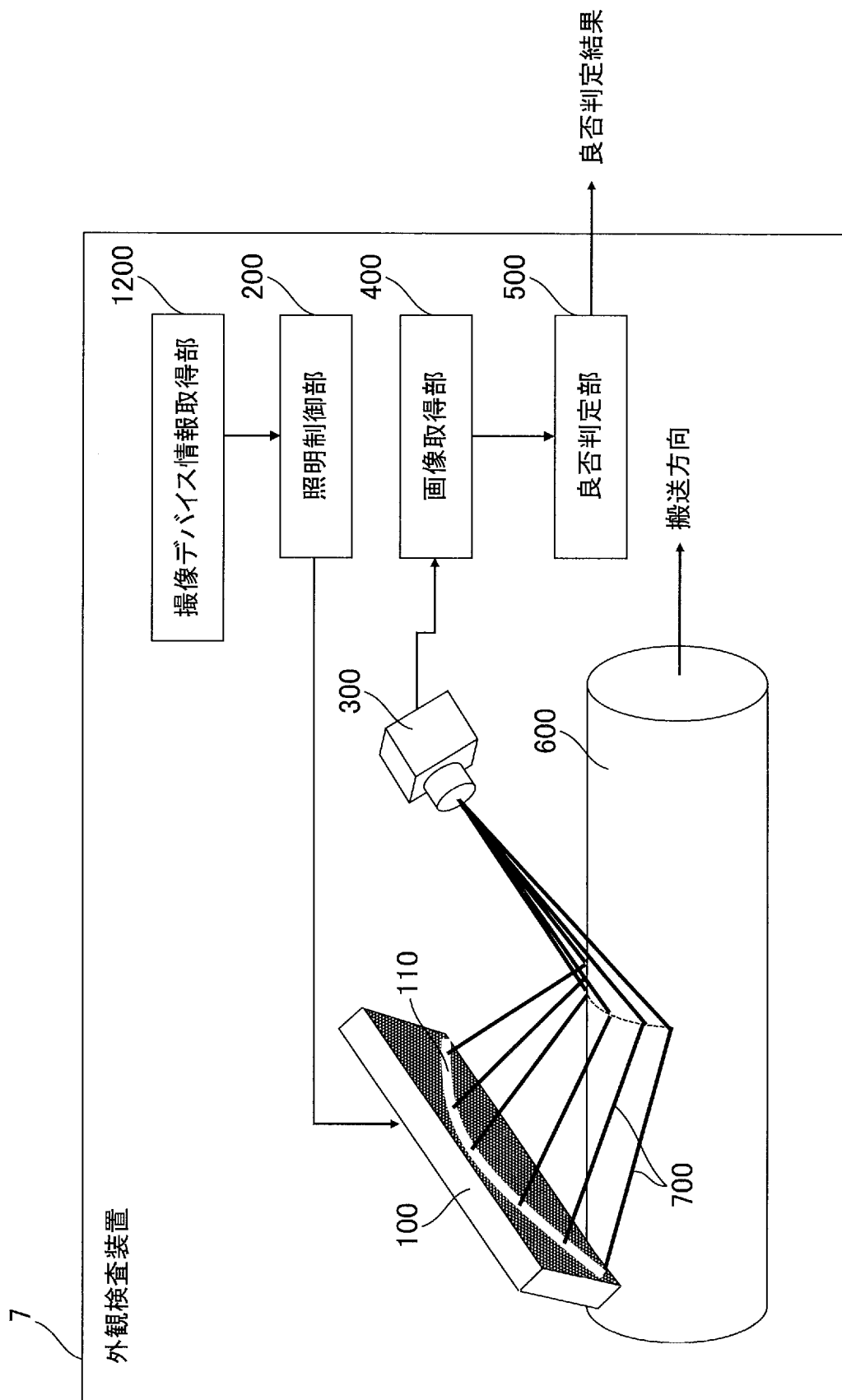
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/009036

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01N 21/84**(2006.01)i; **G01N 21/952**(2006.01)i

FI: G01N21/84 E; G01N21/952

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)

G01N21/84-21/958; G01B11/00-11/30

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
X	JP 2006-47290 A (OMRON CORP.) 16 February 2006 (2006-02-16) paragraphs [0009]-[0069], fig. 1-9	1-10, 12-17
X	JP 7-5113 A (TORAY INDUSTRIES, INC.) 10 January 1995 (1995-01-10) paragraphs [0025]-[0076], fig. 1-10	1-3, 6-11, 14-17
X	WO 2011/111528 A1 (JFE STEEL CORP.) 15 September 2011 (2011-09-15) paragraphs [0006], [0021]-[0036], fig. 1-5	1, 4-11, 14-15, 17
A	US 2004/0047140 A1 (PELSUE, K. et al.) 11 March 2004 (2004-03-11)	1-17

☐ 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

“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

02 May 2022

Date of mailing of the international search report

17 May 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/009036

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2006-47290	A	16 February 2006	US 2006/0000989 A1 paragraphs [0005]-[0076], fig. 1-9C EP 1612569 A2 TW 200606445 A CN 1717171 A	
JP	7-5113	A	10 January 1995	(Family: none)	
WO	2011/111528	A1	15 September 2011	JP 2011-209274 A CN 102792155 A KR 10-2012-0115580 A	
US	2004/0047140	A1	11 March 2004	US 6633338 B1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 21/84(2006.01)i; G01N 21/952(2006.01)i FI: G01N21/84 E; G01N21/952														
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）） G01N21/84-21/958; G01B11/00-11/30														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2022年													
日本国実用新案登録公報	1996-2022年													
日本国登録実用新案公報	1994-2022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												
X	JP 2006-47290 A（オムロン株式会社）16.02.2006（2006-02-16） [0009] - [0069]、図1-9	1-10, 12-17												
X	JP 7-5113 A（東レ株式会社）10.01.1995（1995-01-10） [0025] - [0076]、図1-10	1-3, 6-11, 14-17												
X	WO 2011/111528 A1（JFEスチール株式会社）15.09.2011（2011-09-15） [0006]、[0021] - [0036]、図1-5	1, 4-11, 14-15, 17												
A	US 2004/0047140 A1（PELSUE, K. et al.）11.03.2004（2004-03-11）	1-17												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 02.05.2022	国際調査報告の発送日 17.05.2022													
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） 小野寺 麻美子 2W 9505 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/JP2022/009036

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2006-47290	A	16.02.2006	US 2006/0000989 A1 [0005]-[0076], Figs.1-9C EP 1612569 A2 TW 200606445 A CN 1717171 A	
JP	7-5113	A	10.01.1995	(ファミリーなし)	
WO	2011/111528	A1	15.09.2011	JP 2011-209274 A CN 102792155 A KR 10-2012-0115580 A	
US	2004/0047140	A1	11.03.2004	US 6633338 B1	