

(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11月2日(02.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/210154 A1

(51) 国際特許分類:

G01B 11/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/007633

(22) 国際出願日: 2023年3月1日(01.03.2023)

(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 2022-073083 2022年4月27日(27.04.2022) JP

(71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).

(72) 発明者: 土屋 邦彦 (TSUCHIYA Kunihiko); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 松本 徹 (MATSUMOTO Toru); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

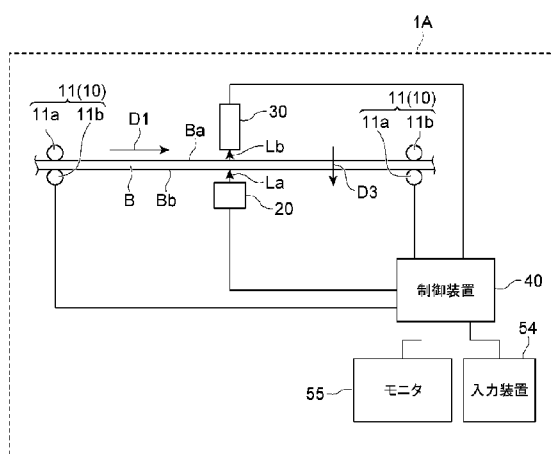
高 哲也 (TAKA Tetsuya); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 大塚 賢一 (OHTSUKA Kenichi); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 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, 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, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: THICKNESS-DISTRIBUTION MEASUREMENT DEVICE AND THICKNESS-DISTRIBUTION MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: 厚み分布計測装置および厚み分布計測方法



40 Control device
54 Input device
55 Monitor

(57) Abstract: A thickness-distribution measurement device 1A comprises: a light source unit 20; a light detection unit 30; and a control device 40. The light source unit 20 irradiates, with light La, a region which extends in a width direction D2 in an object B that is being conveyed. The light detection unit 30 detects emission light Lb which has passed through the object B. The control device 40 calculates information about a relative thickness distribution in the width direction D2 of the object B, on the basis of detection results from the light detection unit 30. The light detection unit 30 includes an image sensor and a lens array. The image sensor has a plurality of pixels which are arranged in the width direction D2, and detects the intensity of the emission light Lb for each pixel. The lens array has a plurality of lenses the magnification of which is equal to 1, and which are arranged in the width direction D2. The lens array condenses the emission light Lb to form an image in the image sensor.

[続葉有]



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: 厚み分布計測装置 1 A は、光源部 2 0 と、光検出部 3 0 と、制御装置 4 0 と、を備える。光源部 2 0 は、搬送中の対象物 B における、幅方向 D 2 に延在する領域に光 L a を照射する。光検出部 3 0 は、対象物 B を透過した出射光 L b を検出する。制御装置 4 0 は、光検出部 3 0 における検出結果に基づいて、対象物 B の幅方向 D 2 における相対的な厚みの分布に関する情報を求める。光検出部 3 0 は、イメージセンサと、レンズアレイとを有する。イメージセンサは、幅方向 D 2 に配列された複数の画素を有し、出射光 L b の強度を画素毎に検出する。レンズアレイは、等倍の倍率を有し幅方向 D 2 に沿って配列された複数のレンズを有し、イメージセンサに出射光 L b を集光および結像する。

明 細 書

発明の名称：厚み分布計測装置および厚み分布計測方法

技術分野

[0001] 本開示は、厚み分布計測装置および厚み分布計測方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 は、膜厚計測装置を開示する。膜厚計測装置は、計測対象物の膜厚を計測する装置である。計測対象物は、表面及び裏面を有する基材と、表面上に形成された第 1 の膜と、裏面上に形成された第 2 の膜とを備える。膜厚計測装置は、光照射部と、光検出部と、膜厚算出部と、を備える。光照射部は、計測対象物の表面側に光を照射する。光検出部は、計測対象物の表面側における反射光の波長毎の強度を検出する。膜厚算出部は、光検出部における検出結果に基づいて得られる波長毎の反射率と、理論上の波長毎の反射率とを比較することにより、第 1 の膜の膜厚を決定する。理論上の波長毎の反射率には、表面側における反射率及び透過率、並びに裏面側における反射率が加味される。

[0003] 特許文献 2 および特許文献 3 は、画像読み取り装置のセンサユニットを開示する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2015-141176 号公報

特許文献 2：特開 2020-170973 号公報

特許文献 3：特開 2017-046241 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 或る程度の幅を有する板状もしくは膜状の対象物の相対的な厚みの幅方向における分布を、幅方向と交差する方向に対象物が搬送される途中において確認したいという要望がある。例えば、高分子フィルムを製造する際には、

高分子フィルムの材料を縦方向および横方向に延伸してフィルム状に成型したのち、そのフィルムの厚みが均一であることを検査して確認することが望まれる。

[0006] 従来、対象物の厚みを計測する方式として、分光干渉方式がある。分光干渉方式では、対象物に光を照射し、対象物の光照射面における反射光と、対象物の光照射面とは反対の面における反射光との干渉光の強度を計測する。干渉光強度の波長による変化に基づいて、対象物の厚みを求めることができる。しかしながら、この方式は、対象物の厚みを局所的に計測する方式である。従って、搬送される途中において対象物の厚み分布を確認したい場合には、対象物に光を照射する照射部と、干渉光を計測する計測部とを有する複数の計測ユニットを並べて配置する必要がある。その場合、対象物の幅が大きいほど計測ユニットの個数を多くする必要があり、構成が複雑になる。

[0007] 本開示は、搬送される対象物の相対的な厚みの分布を、対象物が搬送される途中において、簡易な構成によって確認することができる厚み分布計測装置および厚み分布計測方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] [1] 本開示の一実施形態による厚み分布計測装置は、搬送部と、光源部と、光検出部と、演算部と、を備える。搬送部は、第1面および第1面とは反対を向く第2面を有する対象物を、第1面および第2面に沿った搬送方向に搬送する。光源部は、対象物の第2面と対向する位置に配置され、搬送中の対象物における、搬送方向と交差する幅方向に延在する領域に光を照射する。光検出部は、対象物の第1面と対向する位置に配置され、光が照射された対象物を透過した出射光を検出する。演算部は、光検出部における検出結果に基づいて、対象物の前記領域の相対的な厚みの、幅方向における分布に関する情報を求める。光検出部は、イメージセンサと、レンズ部とを有する。イメージセンサは、少なくとも幅方向に配列された複数の画素を含む画素部を有し、出射光の強度を画素毎に検出して画像データを出力する。レンズ部は、等倍の倍率を有し幅方向に沿って配列された複数のレンズを有し、イ

メージセンサの画素部に出射光を集光および結像する。

[0009] [2] 本開示の一実施形態による厚み分布計測方法は、第1面および第1面とは反対を向く第2面を有する対象物の、第1面および第2面に沿った搬送方向への搬送を開始するステップと、搬送中の対象物における、搬送方向と交差する幅方向に延在する領域への光の照射を開始するステップと、光が照射された対象物を透過した出射光の検出を開始するステップと、検出するステップにおける検出結果に基づいて、対象物の前記領域の相対的な厚みの幅方向における分布に関する情報を求めるステップと、を含む。検出するステップでは、少なくとも幅方向に配列された複数の画素を含む画素部を有し、出射光の強度を画素毎に検出して画像データを出力するイメージセンサと、等倍の倍率を有し幅方向に沿って配列された複数のレンズを有し、イメージセンサの画素部に出射光を集光および結像するレンズ部と、を用いる。

[0010] 対象物の光透過率が均一である場合、対象物の内部における光の吸収量は対象物の厚みに依存する。したがって、対象物の幅方向に延在する領域に光を照射し、該領域からの出射光の光強度を検出することによって、対象物の相対的な厚みの幅方向における分布を計測することができる。上記の厚み分布計測装置および厚み分布計測方法によれば、幅方向に配列された複数の画素を有するイメージセンサを用いて出射光の光強度を検出するので、複数の計測ユニットを対象物の幅方向に並べて配置する分光干渉方式と比較して、構成を簡易化することができる。加えて、等倍の倍率を有し幅方向に配列された複数のレンズを有するレンズ部を用いて出射光をイメージセンサに集光および結像することによって、レンズ部を対象物に近接して配置して出射光の収集効率を高め、検出感度を高めることができる。故に、簡易な構成であっても、相対的な厚みの分布を実用的な精度で計測することができる。

[0011] 上記の厚み分布計測装置において、光源部は第2面と対向して配置され、光検出部は第1面と対向して配置されている。そして、対象物からの出射光は、対象物を透過した光である。このように、光源部と光検出部とを、対象物をそれらの間に挟むように配置し、対象物を透過した光を対象物からの出

射光として検出することによって、出射光の光強度が対象物の厚みに大きく依存する。従って、相対的な厚みの分布の計測精度を更に向上することができる。

[0012] [3] 上記 [1] の厚み分布計測装置および上記 [2] の厚み分布計測方法において、レンズ部の光軸は、第 1 面の法線に沿っていてもよい。この場合、対象物の表面から垂直に出射する光を検出するので、偏光状態による出射光の光強度への影響を回避して、相対的な厚みの分布の計測精度を更に向上することができる。

[0013] [4] 上記 [1] の厚み分布計測装置および上記 [2] の厚み分布計測方法において、レンズ部の光軸は、第 1 面の法線に対して傾斜していてもよい。この場合、相対的な厚みの分布の計測と同時に、対象物の表面に存在する傷の検出を容易に行うことができる。法線に対するレンズ部の光軸の傾斜角は、 5° 以上 80° 以下であってもよい。

[0014] [5] 上記 [1]、[3]、または [4] の厚み分布計測装置および上記 [2] ～ [4] のいずれかの厚み分布計測方法において、イメージセンサは、複数の画素から出力される信号を増幅するゲイン値を切り替え可能なように構成されていてもよい。この場合、出射光の光強度が変化する場合であっても、イメージセンサを取り換えることなく相対的な厚みの分布を計測することができる。

[0015] [6] 上記 [5] の厚み分布計測装置は、別の光源部を更に備えてもよい。別の光源部は、第 1 面と対向する位置に配置され、搬送中の対象物における、上記領域または幅方向に延在する別の領域に光を照射する。そして、光検出部は、別の光源部により光が照射された対象物からの出射光を検出してもよい。別の光源部から光が照射されているときのイメージセンサのゲイン値は、光源部から光が照射されているときのイメージセンサのゲイン値と異なってもよい。この場合、一つの装置を用いて、光が照射された面からの出射光と、光が照射された面とは反対の面からの出射光とを検出することができる。よって、これらの出射光の検出結果に基づいて相対的な厚みの分布に

関する情報を求めることができるので、相対的な厚みの分布の計測精度を更に高めることができる。

[0016] [7] 上記 [1]、[3] ～ [6] のいずれかの厚み分布計測装置は、対象物の絶対的な厚みを局所的に計測する厚み計測部を更に備えてもよい。そして、演算部は、厚み計測部によって計測された絶対的な厚みに基づいて、相対的な厚みの計測値を補正してもよい。同様に、上記 [2] ～ [5]、[7] のいずれかの厚み分布計測方法は、対象物の絶対的な厚みを局所的に計測するステップを更に含み、情報を求めるステップでは、計測するステップによって計測された絶対的な厚みに基づいて、相対的な厚みの計測値を補正してもよい。上記の厚み分布計測装置では、光源部から出力される光の強度が時間的に変動すると、測定される出射光の強度も時間的に変動する。同様に、上記の厚み分布計測方法では、照射を開始するステップにおいて照射される光の強度が時間的に変動すると、測定される出射光の強度も時間的に変動する。厚み計測部（計測するステップ）により計測された絶対的な厚みに基づく補正によって、相対的な厚みの分布の計測精度を更に高めることができる。厚み計測部は、分光干渉方式を有してもよい。計測するステップでは、分光干渉方式を用いてもよい。

[0017] [8] 上記 [1]、[3] ～ [7] のいずれかの厚み分布計測装置において、イメージセンサはラインスキャンセンサであってもよい。

[0018] [9] 上記 [1]、[3] ～ [8] のいずれかの厚み分布計測装置において、光検出部は、第1光学フィルタと、第2光学フィルタとを更に有してもよい。第1光学フィルタは、イメージセンサの複数の画素のうち一部の画素上に設けられ、第1波長を中心とする透過波長帯域を有する。第2光学フィルタは、イメージセンサの複数の画素のうち他の少なくとも一部の画素上に設けられ、第1波長とは異なる第2波長を中心とする透過波長帯域を有する。前述したように、光源部から出力される光の強度が時間的に変動すると、測定される出射光の強度も時間的に変動する。故に、相対的な厚みの分布の計測結果が波長毎に異なる結果となる。このことにより、光源部から出力さ

れる光の強度が時間的に変動したことを知ることができる。

発明の効果

[0019] 本開示によれば、搬送される対象物の厚み分布を、簡易な構成によって確認することができる厚み分布計測装置および厚み分布計測方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]図1は、一実施形態に係る厚み分布計測装置の構成を模式的に示す図である。

[図2]図2は、光源部および光検出部を示す斜視図である。

[図3]図3は、光検出部の内部構造を示す切欠斜視図である。

[図4]図4は、イメージセンサの平面図である。

[図5]図5は、イメージセンサによって得られた画像データの一例である。

[図6]図6は、イメージセンサの内部回路の構成を示す図である。

[図7]図7は、各画素の構成例を示す図である。

[図8]図8は、レンズアレイを模式的に示す斜視図である。

[図9]図9は、レンズアレイを模式的に示す斜視図である。

[図10]図10は、制御装置の構成を概略的に示す図である。

[図11]図11は、制御装置のハードウェアの構成例を概略的に示す図である。

[図12]図12は、光が対象物を透過する際に減衰される様子を模式的に示す図である。

[図13]図13は、数式(1)に示される関係を表すグラフである。

[図14]図14は、一実施形態による厚み分布計測方法を示すフローチャートである。

[図15]図15は、比較例として、縮小光学型の複数の計測ユニットを対象物の幅方向に並べて配置した形態を示す斜視図である。

[図16]図16の(a)部は、高倍率のレンズを介して取得された画像の例を示す。図16の(b)部は、等倍レンズを介して取得された画像の例を示す。

。

[図17]図17は、第1変形例として、光検出部の内部構造を示す切欠斜視図である。

[図18]図18は、対象物からの出射光が光学フィルタ群を通過する様子を模式的に示す図である。

[図19]図19の(a)部および(b)部は、数式(1)に示される関係を、波長毎に表すグラフである。

[図20]図20は、第2変形例に係る厚み分布計測装置の構成を模式的に示す図である。

[図21]図21は、第2変形例のイメージセンサの各画素の構成例を示す図である。

[図22]図22は、第3変形例に係る厚み分布計測装置の構成を模式的に示す図である。

[図23]図23は、イメージセンサによって得られた画像データの一例である。

[図24]図24は、第4変形例に係る厚み分布計測装置の構成を模式的に示す図である。

[図25]図25は、第5変形例に係る厚み分布計測装置の構成を模式的に示す図である。

[図26]図26は、厚み分布計測装置の構成の一部を示す斜視図である。

[図27]図27は、厚み計測部の具体的な構成を示す図である。

[図28]図28は、厚み計測の原理を説明するための図であって、対象物の断面を模式的に示している。

[図29]図29の(a)部、(b)部および(c)部は、干渉後の反射光の強度と波長との関係を示すグラフである。

[図30]図30は、厚み計測部による計測ラインを示す平面図である。

[図31]図31の(a)部は、演算部が相対的な厚みの計測値を補正しないときの、厚みの計測結果の例を示すグラフである。図31の(b)部は、演算

部が相対的な厚みの計測値を補正したときの、厚みの計測結果の例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、添付図面を参照しながら本開示による厚み分布計測装置および厚み分布計測方法の実施の形態を詳細に説明する。図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0022] 図1は、本開示の一実施形態に係る厚み分布計測装置1Aの構成を模式的に示す図である。厚み分布計測装置1Aは、対象物Bの相対的な厚みの分布に関する情報を求める装置である。ここでいう相対的な厚みの分布とは、対象物Bの幅方向における、対象物Bの相対的な厚みの分布をいう。対象物Bは、第1面Baおよび第1面Baとは反対を向く第2面Bbを有する板状の物若しくはシート状の物である。一例では、対象物Bは搬送中の高分子フィルム、生地若しくは不織布といった布類、紙類、または基板等である。本実施形態の対象物Bは、単一層（単一材料）からなり、複数の層が積層された構造を有していない。対象物Bの幅方向とは、搬送方向D1および厚み方向D3の双方と交差する方向を意味する。一例では、対象物Bの幅方向は搬送方向D1および厚み方向D3の双方と直交する。搬送途中において、厚み方向D3は例えば鉛直方向に沿っている。

[0023] 図1に示されるように、本実施形態の厚み分布計測装置1Aは、搬送部10と、光源部20と、光検出部30と、制御装置40と、入力装置54と、モニタ55と、を備える。搬送部10は、対象物Bを、第1面Baおよび第2面Bbに沿った搬送方向D1に搬送する。搬送部10は、例えばローラコンベアであって、複数のローラ対11と、複数のローラ対11を回転駆動するモータ等の駆動部（不図示）とを有する。複数のローラ対11それぞれは、対象物Bの幅方向に延在する回転軸を有する一対のローラ11a, 11bを含む。対象物Bは、ローラ11aとローラ11bとの間に挟まれた状態で、ローラ11aとローラ11bとが互いに逆向きに回転することによって搬送される。

[0024] 図2は、光源部20および光検出部30を示す斜視図である。光源部20は、対象物Bの第1面Baおよび第2面Bbのうち一方の面と対向する位置に配置される。図示例では、光源部20は第2面Bbと対向する位置に配置されている。光源部20は、搬送中の対象物Bにおける、幅方向D2に延在する領域R1に光La（図1を参照）を照射する。領域R1は、対象物Bの幅方向D2における一端縁から他端縁にわたって延びている。光源部20は、例えば、複数の発光素子が幅方向D2に沿って配列された構成を有する。発光素子としては発光ダイオード（LED）が例示されるが、これに限られない。複数の発光素子の発光波長および発光強度は複数の発光素子間で揃っている。光源部20から出力される光Laは、時間的に連続する光である。光Laの波長は、可視域に含まれてもよく、近赤外域に含まれてもよい。

[0025] 光検出部30は、対象物Bの第1面Baおよび第2面Bbのうち他方の面と対向する位置に配置されている。図示例では、光検出部30は第1面Baと対向する位置に配置されている。光検出部30は、対象物Bを間に挟んで光源部20と対向する。光検出部30は、光Laが照射された対象物Bからの出射光Lbを検出する。本実施形態では、対象物Bからの出射光Lbは、対象物Bを透過した光Laである。

[0026] 図3は、光検出部30の内部構造を示す切欠斜視図である。図3に示されるように、光検出部30は、筐体31と、イメージセンサ32と、レンズアレイ33と、回路基板34と、保持部材318、319とを有する。筐体31は、幅方向D2に沿って延びる直方体状の外観を有する中空容器である。筐体31は、天板311と、底板312と、側板313、314とを有する。天板311と底板312とは、厚み方向D3において互いに対向する。側板313は、厚み方向D3に沿って延在し、搬送方向D1における天板311の一方の端縁と、搬送方向D1における底板312の一方の端縁とを繋ぐ。側板314は、厚み方向D3に沿って延在し、搬送方向D1における天板311の他方の端縁と、搬送方向D1における底板312の他方の端縁とを繋ぐ。筐体31は、イメージセンサ32、レンズアレイ33、回路基板34

、および保持部材 318、319 を收容する。筐体 31 の底板 312 には、幅方向 D2 に沿って延びるスリット 315 が形成されている。対象物 B からの出射光 Lb は、スリット 315 を通って筐体 31 の内部に到達する。

[0027] 図 4 は、イメージセンサ 32 の平面図である。イメージセンサ 32 は、例えばラインスキャンセンサであって、幅方向 D2 を長手方向とする画素部 321 を有する。画素部 321 は、少なくとも幅方向 D2 に沿って配列された複数の画素 322 を含む。各画素 322 は、フォトダイオードを含む。イメージセンサ 32 は、出射光 Lb の強度を画素 322 毎に検出して、画像データを生成する。イメージセンサ 32 は、このような画像データの生成を、所定の時間周期で繰り返し行う。図 5 は、イメージセンサ 32 によって得られた画像データの一例である。イメージセンサ 32 は、生成した画像データを、制御装置 40 へ出力する。図 3 に示されるように、イメージセンサ 32 は、回路基板 34 上に実装されている。回路基板 34 は、イメージセンサ 32 を搭載する搭載面 34a が底板 312 と対向し、搭載面 34a とは反対側の面が天板 311 と対向するように、天板 311 に取り付けられて固定されている。

[0028] 図 6 は、イメージセンサ 32 の内部回路の構成を示す図である。前述したように、イメージセンサ 32 は、複数の画素 322 が幅方向 D2 に沿って配列された画素部 321 を有する。複数の画素 322 は、互いに共通の構成を有している。イメージセンサ 32 は、読出回路 60 及びセンサ制御部 70 を更に有する。イメージセンサ 32 の読出回路 60 及び画素部 321 は、制御装置 40 及びセンサ制御部 70 により制御される。イメージセンサ 32 は、各画素 322 への入射光量に応じた電圧値を読出回路 60 からビデオライン 81 を介して制御装置 40 へ順次に出力する。

[0029] 読出回路 60 は、各画素 322 と一対一で対応する複数のホールド回路 61、複数のスイッチ 62、および複数のスイッチ 63 を含む。各ホールド回路 61 は、対応するスイッチ 62 を介して画素 322 の出力端と接続されている。各ホールド回路 61 は、対応するスイッチ 62 がオン状態からオフ状

態に転じる直前に画素 3 2 2 から出力されていた電圧値を保持する。各ホールド回路 6 1 は、対応するスイッチ 6 3 を介してビデオライン 8 1 と接続されている。各ホールド回路 6 1 は、対応するスイッチ 6 3 がオン状態であるときに、保持している電圧値をビデオライン 8 1 へ出力する。

[0030] 複数のスイッチ 6 2 は、センサ制御部 7 0 から与えられる制御信号により制御されて、互いに同じタイミングでオン／オフが切り替えられる。複数のスイッチ 6 3 は、センサ制御部 7 0 から与えられる別の制御信号により制御されて、順次に一定期間だけオン状態となる。センサ制御部 7 0 は、読出回路 6 0 の複数のスイッチ 6 2 それぞれ及び複数のスイッチ 6 3 それぞれのオン／オフを制御する他、複数の画素 3 2 2 それぞれの動作をも制御する。

[0031] 図 7 は、各画素 3 2 2 の構成例を示す図である。各画素 3 2 2 は、フォトダイオード 6 4、MOS トランジスタ 6 5、MOS トランジスタ 6 6 及びソースフォロワアンプ 6 7 を備える。ソースフォロワアンプ 6 7 は、MOS トランジスタ 6 7 1、動作制御スイッチ 6 7 2 及び電流源 6 7 3 を含む。

[0032] フォトダイオード 6 4 は、光入射に応じて電荷を発生させる。フォトダイオード 6 4 のアノードは、第 2 基準電位（例えば接地電位）が入力される第 2 基準電位入力端 9 2 と接続される。MOS トランジスタ 6 7 1 のゲートは、MOS トランジスタ 6 5 を介してフォトダイオード 6 4 のカソードと接続されるとともに、MOS トランジスタ 6 6 を介して、第 1 基準電位（例えば電源電位）が入力される第 1 基準電位入力端 9 1 と接続される。MOS トランジスタ 6 7 1 のドレインは第 1 基準電位入力端 9 1 と接続される。

[0033] 動作制御スイッチ 6 7 2 は、MOS トランジスタ 6 7 1 のソースと接続ノード 6 7 4 との間に設けられている。動作制御スイッチ 6 7 2 は MOS トランジスタにより構成され得る。電流源 6 7 3 は、接続ノード 6 7 4 と第 2 基準電位入力端 9 2 との間に設けられている。電流源 6 7 3 は、MOS トランジスタを含んで構成され得る。電流源 6 7 3 は、抵抗器により構成されてもよい。

[0034] MOS トランジスタ 6 5、6 6 それぞれのオン／オフは、センサ制御部 7

0から与えられる制御信号により制御される。MOSトランジスタ66がオン状態であるとき、MOSトランジスタ671のゲート電位が初期化される。MOSトランジスタ65、66がオン状態であるとき、フォトダイオード64の接合容量における電荷の蓄積が初期化される。MOSトランジスタ65がオン状態であってMOSトランジスタ66がオフ状態であるとき、MOSトランジスタ671のゲート電位は、フォトダイオード64への入射光量に応じたものとなる。

[0035] 動作制御スイッチ672のオン／オフも、センサ制御部70から与えられる制御信号により制御される。動作制御スイッチ672がオン状態である期間、第1基準電位入力端91からMOSトランジスタ671、動作制御スイッチ672及び電流源673を経て第2基準電位入力端92へ電流が流れる。これにより、MOSトランジスタ671のゲート電位に応じた電圧値が接続ノード674から出力される。一方、動作制御スイッチ672がオフ状態である期間では、ソースフォロワンプ67には電流が流れず、ソースフォロワンプ67はパワーダウン状態となる。

[0036] 各画素322は、さらに、容量素子68及びチャージアンプ69を更に備える。チャージアンプ69は、アンプ691、容量部692及びリセットスイッチ693を含む。

[0037] アンプ691は、反転入力端子、非反転入力端子及び出力端子を有する。アンプ691の非反転入力端子には、固定のバイアス電位が入力される。アンプ691の反転入力端子は、容量素子68を介して、ソースフォロワンプ67の接続ノード674と接続されている。

[0038] 容量部692は、アンプ691の反転入力端子と出力端子との間に設けられている。容量部692は、ソースフォロワンプ67から出力される電圧値に応じた量の電荷を蓄積する。容量部692は、容量素子694を含んで構成されている。

[0039] リセットスイッチ693は、アンプ691の反転入力端子と出力端子との間において、容量部692に対して並列的に設けられている。リセットス

ツチ 693 がオン状態であるとき、容量部 692 における電荷蓄積がリセットされる。リセットスイッチ 693 がオフ状態であるとき、容量部 692 における電荷蓄積量及び容量部 692 の容量値に応じた電圧値がアンプ 691 の出力端子から出力される。リセットスイッチ 693 のオン／オフは、センサ制御部 70 から与えられる制御信号により制御される。

[0040] 再び図 3 を参照する。保持部材 318, 319 は、筐体 31 の内部において筐体 31 に固定されている。保持部材 318, 319 は、レンズアレイ 33 の搬送方向 D1 における両側面に配置され、レンズアレイ 33 を挟んで保持する。レンズアレイ 33 は、本実施形態におけるレンズ部の例である。

[0041] 図 8 は、レンズアレイ 33 を模式的に示す斜視図である。レンズアレイ 33 は、幅方向 D2 に沿って配列された複数のレンズ 331 を有する。複数のレンズ 331 それぞれの倍率は等倍であり、一例では 1 倍である。複数のレンズ 331 それぞれの倍率が等倍である場合、厳密に 1 倍である必要は無く、例えば、0.9 倍以上 1.1 倍以下であれば等倍として許容できる。複数のレンズ 331 それぞれは、例えばガラス製のロッドレンズである。各レンズ 331 の光入射端面 332 は、底板 312 のスリット 315 (図 3 を参照) を介して、対象物 B の第 1 面 Ba (図 2 を参照) と対向する。光入射端面 332 と第 1 面 Ba との距離は、例えば 5 mm 以上 20 mm 以下であり、一例では 12 mm である。各レンズ 331 の光出射端面 333 は、イメージセンサ 32 の画素部 321 (図 4 を参照) と対向する。各レンズ 331 は、必ずしも画素部 321 の各画素 322 と一対一で対応していなくてもよい。レンズアレイ 33 は、イメージセンサ 32 の画素部 321 に出射光 Lb を集光および結像する。イメージセンサ 32 に写る像の倍率は、被写体である対象物 B の倍率と同じかそれよりも小さい。従って、高倍率のレンズと比較して、光の収集効率を高めることができる。特に、図 8 のような一列のレンズアレイ 33 よりも、図 9 のように複数列 (例えば、2 列或いは 3 列) のレンズアレイ 33 の方が、高倍率のレンズと比較して、光の収集効率をより高めることができる。レンズアレイ 33 の光軸は、対象物 B の第 1 面 Ba および第

2面B bのうち光検出部30と対向する面の法線に沿っている。図示例では、レンズアレイ33の光軸は第1面B aの法線に沿っている。換言すると、レンズアレイ33の光軸は、対象物Bの第1面B aおよび第2面B bのうち光検出部30と対向する面に対して垂直である。

[0042] 制御装置40は、搬送部10、光源部20および光検出部30と電氣的に接続されている。図10は、制御装置40の構成を概略的に示す図である。制御装置40は、搬送速度などの搬送部10の動作を制御する搬送制御部41と、光源部20の動作を制御する光源制御部42と、光検出部30の動作を制御する検出制御部43と、演算部44と、を有する。演算部44は、出射光L bを検出した結果としての画像データを光検出部30から受ける。演算部44は、その画像データに基づいて、対象物Bの領域R1の相対的な厚みの、幅方向D2における分布に関する情報を求める。制御装置40は、例えば、パーソナルコンピュータ；スマートフォン、タブレット端末などのスマートデバイス；あるいはクラウドサーバなどのプロセッサを有するコンピュータであってよい。搬送制御部41、光源制御部42、および検出制御部43のうち少なくとも一つが、演算部44とは別個のコンピュータによって構成されてもよい。

[0043] 図11は、制御装置40のハードウェアの構成例を概略的に示す図である。図11に示されるように、制御装置40は、物理的には、プロセッサ（CPU）401、ROM402及びRAM403等の主記憶装置、ハードディスク等の補助記憶装置404などを含む、通常のコンピュータとして構成され得る。コンピュータのプロセッサ401は、ROM402または補助記憶装置404に記憶されたプログラムを読み出すことによって、上記の制御装置40の各機能を実現することができる。故に、プログラムは、コンピュータのプロセッサ401を、制御装置40における搬送制御部41、光源制御部42、検出制御部43、および演算部44として動作させる。プログラムを記憶する記憶装置は、非一時的記録媒体であってもよい。記録媒体としては、フレキシブルディスク、CD、若しくはDVD等の記録媒体、ROM等

の記録媒体、半導体メモリ、またはクラウドサーバ等が例示される。

[0044] 入力装置54は、制御装置40と電氣的に接続されている。作業者は、搬送制御部41、光源制御部42、検出制御部43および演算部44に関する各種の設定を、入力装置54を通じて入力する。入力装置54は、例えばキーボード、マウスまたはタッチパネルであることができる。モニタ55は、制御装置40と電氣的に接続されている。モニタ55は、演算部44によって求められた、相対的な厚みの分布に関する情報を表示する。モニタ55は、タッチパネルである入力装置54を含むタッチスクリーンであってもよい。

[0045] 図10に示される演算部44は、画像データに基づいて、対象物Bの領域R1の相対的な厚みの幅方向D2における分布に関する情報を求める。相対的な厚みの分布に関する情報は、相対的な厚みの分布であってもよく、相対的な厚みの分布に関連する何らかの数値群であってもよい。例えば、相対的な厚みの分布に関する情報は、画像データそのものであってもよい。画像データに表れる出射光Lbの光強度は、対象物Bの厚みと相関を有するからである。相対的な厚みとは、幅方向D2における或る位置の値を基準としたときの、他の位置の相対値をいう。従って、演算部44は、必ずしも、幅方向D2の各位置における絶対的な厚みを正確に求めなくてもよい。

[0046] 図12は、光Laが対象物Bを透過する際に減衰される様子を模式的に示す図である。図中の矢印の太さは光強度を表している。上述したように、光源部20から出射された光Laは、対象物Bを透過して出射光Lbとなる。出射光Lbは、イメージセンサ32によって検出される。ここで、光Laの光強度を I_0 、出射光Lbの光強度を I 、対象物Bの吸収係数を α 、対象物Bの厚みを x とすると、下記の数式(1)が成り立つ。

[数1]

$$I = I_0 \cdot \exp(-\alpha x) \quad \dots (1)$$

吸収係数 α は、対象物Bの材料に固有の数値であることから、容易に知ることができる。図13は、数式(1)に示される関係を表すグラフである。図

13において、縦軸は光L aの光強度 I_0 に対する出射光L bの光強度 I の比(I/I_0)を表し、横軸は対象物Bの厚み x を表す。この関係から、例えば比(I/I_0)の値が P_1 であるときには対象物Bの厚み x は x_1 であり、比(I/I_0)の値が P_2 であるときには対象物Bの厚み x は x_2 であるといったように、比(I/I_0)の大きさに基づいて厚み x が一義的に求まる。光L aの光強度 I_0 が既知であるとする、出射光L bの光強度 I に基づいて厚み x が求まる。光L aの光強度 I_0 が不明であっても、光源部20の複数の発光素子からの照射強度が均一であれば、幅方向D2における相対的な厚み分布が求まる。

[0047] 図14は、本実施形態による厚み分布計測方法を示すフローチャートである。この厚み分布計測方法は、上述した厚み分布計測装置1Aを用いて実施され得る。この厚み分布計測方法では、ステップST1において、第1面Baおよび第1面Baとは反対を向く第2面Bbを有する対象物Bの、第1面Baおよび第2面Bbに沿った搬送方向D1への搬送を開始する。ステップST2において、搬送中の対象物Bにおける、搬送方向D1と交差する幅方向D2に延在する領域R1への光L aの照射を開始する。ステップST3において、光L aが照射された対象物Bからの出射光L bの検出を開始する。ステップST3では、イメージセンサ32と、レンズアレイ33と、を用いる。前述したように、イメージセンサ32は、少なくとも幅方向D2に配列された複数の画素322を含む画素部321を有し、出射光L bの強度を画素322毎に検出して画像データを出力する。レンズアレイ33は、幅方向D2に配列された複数のレンズ331を有し、イメージセンサ32の画素部321に出射光L bを集光および結像する。ステップST4において、ステップST3における検出結果に基づいて、対象物Bの領域R1の相対的な厚みの、幅方向D2における分布に関する情報を求める。

[0048] 以上に説明した本実施形態の厚み分布計測装置1Aおよび厚み分布計測方法によって得られる効果について説明する。対象物Bの光透過率が均一である場合、対象物Bの内部における光の吸収量は対象物Bの厚みに依存する。

したがって、対象物Bの幅方向D2に延在する領域R1に光L_aを照射し、領域R1からの出射光L_bの光強度Iを検出することによって、対象物Bの相対的な厚みの、対象物Bの幅方向D2における分布を計測することができる。加えて、本実施形態の厚み分布計測装置1Aおよび厚み分布計測方法によれば、幅方向D2に配列された複数の画素322を有するイメージセンサ32を用いて出射光L_bの光強度Iを検出するので、複数の計測ユニットを対象物Bの幅方向D2に並べて配置する分光干渉方式と比較して、構成を簡易化することができる。

[0049] ここで、図15は、比較例として、縮小光学型の複数の計測ユニット101を対象物Bの幅方向D2に並べて配置した形態を示す斜視図である。縮小光学型の計測ユニット101は、高倍率の（すなわち等倍よりも大きい倍率の）レンズを有する。この場合、計測ユニット101を対象物Bから大きな距離をあけて配置することとなるので、出射光L_bの収集効率が低く抑えられてしまう。図16の（a）部は、高倍率のレンズを介して取得された、出射光L_bの収集効率が低い画像の例を示す。加えて、高倍率のレンズでは、中心部と周縁部との間の歪みが大きいので、各計測ユニット101内での出射光L_bの収集効率のばらつきが大きくなってしまう。これに対し、本実施形態では、幅方向D2に配列された複数の等倍のレンズ331を有するレンズアレイ33を用いて出射光L_bをイメージセンサ32に集光および結像する。これによって、レンズアレイ33を対象物Bに近接して配置して出射光L_bの収集効率を高め、検出感度を高めることができる。図16の（b）部は、等倍レンズを介して取得された、出射光L_bの収集効率が高い画像の例を示す。この画像は、図16の（a）部に示された画像と比較して格段に明瞭である。加えて、各レンズ331の中心部と周縁部との間の歪みが小さいので、出射光L_bの収集効率のばらつきを小さく抑えることができる。以上のことから、本実施形態によれば、簡易な構成であっても、相対的な厚みの分布を実用的な精度で計測することができる。

[0050] 本実施形態のように、光源部20は、第1面B_aおよび第2面B_bのうち

一方の面と対向して配置され、光検出部 30 は第 1 面 B a および第 2 面 B b のうち他方の面と対向して配置されてもよい。そして、対象物 B からの出射光 L b は、対象物 B を透過した光であってもよい。このように、光源部 20 と光検出部 30 との間に対象物 B を挟むように光源部 20 と光検出部 30 とを配置し、対象物 B を透過した光を対象物 B からの出射光 L b として検出することによって、出射光 L b の光強度 I が対象物 B の厚みに大きく依存する。従って、相対的な厚みの分布の計測精度を更に向上することができる。

[0051] 本実施形態のように、レンズアレイ 33 の光軸は、第 1 面 B a および第 2 面 B b のうち光検出部 30 と対向する面の法線に沿っていてもよい。この場合、対象物 B の表面から垂直に出射する出射光 L b を検出する。従って、偏光状態による出射光 L b の光強度 I への影響を回避して、相対的な厚みの分布の計測精度を更に向上することができる。この場合、光源部 20 が有する複数の発光素子としては、出来る限り光 L a が対象物 B の面に対して垂直に入射するように、指向性の高いものが用いられるとよい。

[第 1 変形例]

[0052] 図 17 は、第 1 変形例として、光検出部 30 A の内部構造を示す切欠斜視図である。本変形例の光検出部 30 A は、上記実施形態の光検出部 30 の構成に加えて、光学フィルタ部 35 を更に有する。光学フィルタ部 35 は、イメージセンサ 32 の画素部 321 上に設けられている。対象物 B からの出射光 L b は、光学フィルタ部 35 を通過したのちにイメージセンサ 32 の画素部 321 に入射する。

[0053] 図 18 は、対象物 B からの出射光 L b が光学フィルタ部 35 を通過する様子を模式的に示す図である。この図に模式的に示されるように、光学フィルタ部 35 は、幅方向 D2 に沿って配列された複数の光学フィルタ群 36 を有する。各光学フィルタ群 36 は、複数の光学フィルタ 37～39 を含む。光学フィルタ 37～39 のうち一つは、本変形例における第 1 光学フィルタの例であり、光学フィルタ 37～39 のうち他の一つは、本変形例における第 2 光学フィルタの例である。光学フィルタ 37 は、イメージセンサ 32 の複

数の画素322のうち一部の画素322上に設けられる。光学フィルタ38は、イメージセンサ32の複数の画素322のうち他の一部の画素322上に設けられる。光学フィルタ39は、イメージセンサ32の複数の画素322のうち残りの画素322上に設けられる。光学フィルタ37は、波長 λ_1 を中心とする透過波長帯域を有する。光学フィルタ38は、波長 λ_1 より大きい波長 λ_2 を中心とする透過波長帯域を有する。光学フィルタ39は、波長 λ_1 および波長 λ_2 より大きい波長 λ_3 を中心とする透過波長帯域を有する。波長 λ_1 は光学フィルタ38、39の透過波長帯域には含まれない。波長 λ_2 は光学フィルタ37、39の透過波長帯域には含まれない。波長 λ_3 は光学フィルタ37、38の透過波長帯域には含まれない。

[0054] 対象物Bからの出射光Lbのうち、波長 λ_1 を中心とする波長成分は、光学フィルタ37を通過して画素322に入射する。波長 λ_2 を中心とする波長成分は、光学フィルタ38を通過して別の画素322に入射する。波長 λ_3 を中心とする波長成分は、光学フィルタ39を通過して更に別の画素322に入射する。こうして、出射光Lbの光強度Iが波長毎に検出される。

[0055] 図19の(a)部および(b)部は、数式(1)に示される関係を、波長毎に表すグラフである。図中において、曲線G1は波長 λ_1 に対応しており、曲線G2は波長 λ_2 に対応しており、曲線G3は波長 λ_3 に対応している。図19の(b)部の曲線G1~G3は、図19の(a)部の曲線G1~G3と同一である。吸収係数 α は波長に依存するので、このように波長毎に曲線が異なる。この例では、波長が大きいほど吸収係数 α が小さい、すなわち光透過率が大きいものとする。いま、光Laの光強度が所定の大きさ I_0 であり既知であるとする。このとき、図19の(a)部に示されるように、対象物Bの或る厚み x_1 に対して、比 (I/I_0) の値は波長 λ_1 において P_{11} であり、波長 λ_2 において P_{12} であり、波長 λ_3 において P_{13} である。そして、演算部44は、いずれの波長における比 (I/I_0) の値を用いても、算出される対象物Bの厚みは x_1 である。その後、光Laの光強度が所定の大きさ I_0 から変動したとする。このとき、出射光Lbの光強度Iが変動するので、図19

の（b）部に示されるように、比（ I/I_0 ）の値は波長 λ_1 において P_{11} から P_{21} へ変化し、波長 λ_2 において P_{12} から P_{22} へ変化し、波長 λ_3 において P_{13} から P_{23} へ変化する。すると、演算部44による対象物Bの厚みの算出結果は、波長 λ_1 において x_{11} 、波長 λ_2 において x_{12} 、波長 λ_3 において x_{13} 、と波長毎に異なる結果となる。このことから、作業者は、光源部20から出力される光Laの光強度が時間的に変動したことを知ることができ、光Laの光強度または数式のパラメータを調整するタイミングを知ることができる。

[0056] 上記の説明では各光学フィルタ群36が3個の光学フィルタ37～39を含む場合を例示したが、各光学フィルタ群36の光学フィルタの個数は2個であってもよく、4個以上であってもよい。各光学フィルタ群36が2個の光学フィルタ37、38のみを含む場合、光学フィルタ37は、イメージセンサ32の複数の画素322のうち一部の画素322上に設けられ、光学フィルタ38は、イメージセンサ32の複数の画素322のうち残りの画素322上に設けられる。

[第2変形例]

[0057] 図20は、第2変形例に係る厚み分布計測装置1Bの構成を模式的に示す図である。本変形例の厚み分布計測装置1Bは、上記実施形態の厚み分布計測装置1Aの構成に加えて、光源部20とは別の光源部21を更に備える。光源部21は、対象物Bの第1面Baおよび第2面Bbのうち、光源部20と対向する面とは反対の面（図示例では第1面Ba）と対向する位置に配置されている。光源部21は、搬送中の対象物Bにおける、領域R1、または幅方向D2（図2を参照）に延在する別の領域に光Lcを照射する。この別の領域は、領域R1と同様に、対象物Bの幅方向D2における一端縁から他端縁にわたって延びている。光源部21は、例えば、複数の発光素子が幅方向D2に沿って配列された構成を有する。発光素子としては発光ダイオード（LED）が例示されるが、これに限られない。複数の発光素子の発光波長および発光強度は複数の発光素子間で揃っている。光源部21は、連続光で

ある光 L_c を出力する。光 L_c の波長は、可視域に含まれてもよく、近赤外域に含まれてもよい。光 L_c の光強度は、光 L_a の光強度と等しくてもよく、異なってもよい。光 L_c の波長は、光 L_a の波長と等しくてもよく、異なってもよい。

[0058] 本変形例の厚み分布計測装置1Bは、上記実施形態の光検出部30の代わりに、光検出部30Bを備える。光検出部30Bは、イメージセンサ32が、複数の画素から出力される信号を増幅するゲイン値を切り替え可能なように構成されている点で上記実施形態の光検出部30と相違し、他の点で上記実施形態の光検出部30と一致する。光検出部30Bは、光源部20により光 L_a が照射された対象物Bからの出射光 L_b を検出し、加えて、光源部21により光 L_c が照射された対象物Bからの出射光 L_b を検出する。光 L_a の照射タイミングおよび光 L_c の照射タイミングは、制御装置40の光源制御部42（図10を参照）によって制御され、互いに異なる。

[0059] イメージセンサ32のゲイン値は、光源部20から光 L_a が照射されている時と、光源部21から光 L_c が照射されている時とで、それぞれ異なるように制御される。すなわち、光 L_a が照射されている時の出射光 L_b の光強度 I_a が、光 L_c が照射されている時の出射光 L_b の光強度 I_c よりも大きい場合には、光源部20から光 L_a が照射されている時のイメージセンサ32のゲイン値が、光 L_c が照射されている時のイメージセンサ32のゲイン値よりも小さくなるように制御される。光 L_a が照射されている時の出射光 L_b の光強度 I_a が、光 L_c が照射されている時の出射光 L_b の光強度 I_c よりも小さい場合には、光源部20から光 L_a が照射されている時のイメージセンサ32のゲイン値が、光 L_c が照射されている時のイメージセンサ32のゲイン値よりも大きくなるように制御される。これにより、イメージセンサ32から出力される信号の大きさの変動幅を小さくすることができる。

[0060] 図21は、本変形例のイメージセンサ32の各画素322Aの構成例を示す図である。画素322Aは、下記の点を除いて、上記実施形態の画素322と同じ構成および機能を有する。すなわち、本変形例の画素322Aは、

上記実施形態の容量部 692（図 7 を参照）に代えて、容量部 692A を有する。容量部 692A は、アンプ 691 の反転入力端子と出力端子との間に設けられている。容量部 692A は、ソースフォロワアンプ 67 から出力される電圧値に応じた量の電荷を蓄積する。容量部 692A の容量値は可変である。容量部 692A は、容量素子 694、容量素子 695 及びスイッチ 696 を含んで構成されることで、容量値を可変とすることができる。容量素子 695 及びスイッチ 696 は互いに直列的に接続されている。容量素子 695 及びスイッチ 696 からなる直列回路と容量素子 694 とは互いに並列的に設けられている。スイッチ 696 がオン／オフの何れの状態であるかによって、容量部 692A の容量値が異なり、チャージアンプ 69 のゲイン（ゲイン値）が異なる。スイッチ 696 のオン／オフは、センサ制御部 70 から与えられる制御信号により制御される。

[0061] 本変形例のように、イメージセンサ 32 は、複数の画素 322A から出力される信号を増幅するゲイン値を切り替え可能なように構成されていてもよい。この場合、出射光 L_b の光強度 I が変化する場合であっても、イメージセンサ 32 を取り換えることなく相対的な厚みの分布を計測することができる。ゲイン値を適切な値にすることで、 S/N が向上し、相対的な厚みの分布の計測精度が向上する。

[0062] 本変形例のように、光源部 20 とは別の光源部 21 が設けられ、光源部 21 は、対象物 B の第 1 面 B_a および第 2 面 B_b のうち、光源部 20 と対向する面とは反対の面と対向する位置に配置され、搬送中の対象物 B における、幅方向 D_2 に沿って延在する領域に光 L_c を照射してもよい。そして、光検出部 30B は、光源部 20 により光 L_a が照射された対象物 B からの出射光 L_b に加えて、光源部 21 により光 L_c が照射された対象物 B からの出射光 L_b を更に検出してもよい。この場合、一つの厚み分布計測装置 1B を用いて、光が照射された面からの出射光 L_b と、光が照射された面とは反対の面からの出射光 L_b とを検出することができる。よって、これらの出射光 L_b の検出結果に基づいて相対的な厚みの分布に関する情報を求めることができ

るので、相対的な厚みの分布の計測精度を更に高めることができる。

[第3変形例]

[0063] 図22は、第3変形例に係る厚み分布計測装置1Cの構成を模式的に示す図である。本変形例の厚み分布計測装置1Cは、光検出部30のレンズアレイ33の光軸が傾斜している点で、上記実施形態の厚み分布計測装置1Aと相違する。更に、本変形例の厚み分布計測装置1Cは、上記実施形態の制御装置40の代わりに制御装置40Aを備える。制御装置40Aは、上記実施形態の制御装置40の搬送制御部41、光源制御部42、検出制御部43、および演算部44に加えて、対象物Bの表面に生じた傷を検出する傷検出部45を更に有する。

[0064] 具体的には、本変形例におけるレンズアレイ33の光軸は、対象物Bの第1面Baおよび第2面Bbのうち光検出部30と対向する面（図示例では第1面Ba）の法線に対して傾斜している。その法線に対するレンズアレイ33の光軸の傾斜角は、例えば5°以上であり、45°以上であってもよい。傾斜角は80°以下であってもよい。その法線に対するレンズアレイ33の光軸の傾斜角が大きいほど、後述する傷の検出が容易となる。上記実施形態と同じように、光検出部30は、光Laが照射された対象物Bからの出射光Lbを検出する。光源部20からの光出射方向は対象物Bの第2面Bbに対して垂直であるため、レンズアレイ33の光軸は、光源部20の光出射方向に対しても傾斜している。演算部44は、上記実施形態と同じように、イメージセンサ32によって得られる画像データに基づいて、対象物Bの相対的な厚みの、幅方向D2における分布に関する情報を求める。

[0065] 加えて、本変形例では、傷検出部45が、イメージセンサ32によって得られた画像データに基づいて、対象物Bの表面に生じた傷を検出する。図23は、イメージセンサ32によって得られた画像データの一例である。この画像データには、対象物Bの表面に生じた傷Eの像が含まれている。対象物Bの表面に生じた傷Eは、光検出部30と対向する対象物Bの面の法線に対してレンズアレイ33の光軸を傾斜させて散乱光を検出することによって、

より明瞭に画像データに現れる。従って、本変形例によれば、相対的な厚みの分布の計測と同時に、対象物Bの表面に存在する傷の検出を行うことができる。厚み分布計測装置1Cは、傷検出部45を有する制御装置40Aに代えて、傷検出部45を有しない制御装置40を備えてもよい。すなわち、傷Eの検出を行わず、対象物Bの相対的な厚みの、幅方向D2における分布に関する情報を求める用途のみであっても、レンズアレイ33の光軸を傾斜させてよい。

[0066] 本変形例では、相対的な厚み分布に関する情報の取得と、対象物Bの表面に生じた傷Eの検出とを一つの光検出部30を用いて行っているが、それぞれ別個の光検出部30を用いてもよい。その場合、相対的な厚み分布に関する情報を取得するための光検出部30のレンズアレイ33の光軸を対象物Bの面の法線に対して平行とし、傷Eを検出するための光検出部30のレンズアレイ33の光軸を対象物Bの面の法線に対して傾斜させてもよい。

[第4変形例]

[0067] 図24は、第4変形例に係る厚み分布計測装置1Dの構成を模式的に示す図である。本変形例の厚み分布計測装置1Dは、光検出部30が、光源部20と対向する対象物Bの面と同じ面（図示例では第2面Bb）と対向して配置されている点で上記実施形態と相違し、他の点で上記実施形態と一致する。この場合、光検出部30が検出する対象物Bからの出射光Lbは、光Laが入射した面と同じ面から出射した光である。この出射光Lbには、光Laが入射した面と反対の面において反射した光、すなわち対象物Bの内部を通った光が含まれる。従って、対象物Bの厚さに応じて出射光Lbの光強度が変化する。

[0068] 本変形例のように、光検出部30が、光源部20と対向する対象物Bの面と同じ面と対向して配置される場合であっても、イメージセンサ32によって得られる画像データに基づいて、対象物Bの相対的な厚みの、幅方向D2における分布に関する情報を求めることができる。本変形例においても、第3変形例と同じように、レンズアレイ33の光軸が、光検出部30と対向す

る対象物Bの面の法線に対して傾斜していてもよい。

[第5変形例]

[0069] 図25は、第5変形例に係る厚み分布計測装置1Eの構成を模式的に示す図である。図26は、厚み分布計測装置1Eの構成の一部を示す斜視図である。本変形例の厚み分布計測装置1Eは、上記実施形態の厚み分布計測装置1Aの構成に加えて、厚み計測部50を更に備える。厚み計測部50は、対象物Bの絶対的な厚みを局所的に計測する。厚み計測部50は、例えば分光干渉方式を用いて対象物Bの絶対的な厚みを計測する。具体的には、厚み計測部50は、計測ユニット56と、制御部57とを有する。計測ユニット56は、対象物Bの第1面Ba、第2面Bbまたはその双方と対向して配置される。

[0070] 図27は、厚み計測部50の具体的な構成を示す図である。厚み計測部50は、光照射部51と、光検出部52と、演算部53とを備えている。光照射部51は、対象物Bの第1面Baまたは第2面Bbに光を照射する。光照射部51は、光源511と、導光部材512と、光出射部513とを含んで構成されている。光源511は、非コヒーレント（インコヒーレント）な光L1を発生する。光L1の波長帯域は、可視波長域であっても良く、その場合、光源511としては、白色光を出射するランプ系光源若しくは白色LEDなどが用いられ得る。光L1の波長帯域は、可視波長域から近赤外波長域に亘る波長帯であってもよい。光L1の波長帯域は、赤外波長域において略平坦な（ブロードな）スペクトルを有してもよい。特に、光L1の波長帯域が近赤外波長域を含む場合、対象物Bに色味があっても光L1が透過することができるので、対象物Bの色味による計測結果への影響を低減することができる。その場合、光源511としては、ASE（Amplified Spontaneous Emission）光源、LED、SLD（Super Luminescent Diode）といった種々の発光要素が適用され得る。白色光源と光学フィルムなどの光学部品とが互いに組み合わせられてもよい。

[0071] 導光部材512は、その一端が光源511に光結合されており、光源51

1 から出射された光 L 1 を導く。導光部材 5 1 2 としては、例えば、ライトガイドや光ファイバ等が好適に用いられる。光出射部 5 1 3 は、導光部材 5 1 2 の他端と光結合されており、導光部材 5 1 2 によって導かれた光 L 1 を対象物 B に照射する。光出射部 5 1 3 は、計測ユニット 5 6 に収容され、対象物 B の第 1 面 B a または第 2 面 B b と対向する位置に配置される。

[0072] 光検出部 5 2 は、対象物 B からの出射光 L 2 の波長毎の強度（スペクトル）を検出する。光検出部 5 2 は、光入射部 5 2 1 と、導光部材 5 2 2 と、分光検出部 5 2 3 とを含んで構成されている。光入射部 5 2 1 には、対象物 B からの出射光 L 2 が入射する。光入射部 5 2 1 は、計測ユニット 5 6 に収容され、光出射部 5 1 3 と対向する対象物 B の面と同じ面と対向して配置される。或いは、光入射部 5 2 1 は、光出射部 5 1 3 と対向する対象物 B の面とは反対の面と対向して配置されてもよい。光出射部 5 1 3 の光軸と光入射部 5 2 1 の光軸とは、互いに平行であってもよいし、対象物 B において互いに交差してもよい。或いは、光出射部 5 1 3 の光軸と光入射部 5 2 1 の光軸とが互いに一致してもよい。導光部材 5 2 2 は、その一端が光入射部 5 2 1 に光結合されており、光入射部 5 2 1 に入射した出射光 L 2 を導く。導光部材 5 2 2 としては、例えば、ライトガイドや光ファイバ等が用いられる。分光検出部 5 2 3 は、導光部材 5 2 2 の他端と光結合されており、導光部材 5 2 2 によって導かれた出射光 L 2 を波長毎に分光し、分光された波長毎の光の強度を検出する。分光検出部 5 2 3 は、例えば、分光光学素子と、撮像素子との組合せによって好適に構成される。分光検出部 5 2 3 は、検出した光強度を電気信号として出力する。分光光学素子は、例えばプリズムまたはグレーティング素子である。撮像素子は、例えば、ラインセンサ、エリアイメージセンサ、光電子増倍管、またはフォトダイオードである。

[0073] 演算部 5 3 は、光検出部 5 2 における検出結果に基づいて、対象物 B の絶対的な厚みを求める。すなわち、演算部 5 3 は、光検出部 5 2 における検出結果に基づいて得られる波長毎の反射率である実測分光反射率と、理論上の波長毎の反射率である理論分光反射率とを比較し、これらを互いにフィッテ

ィングすることにより、対象物Bの絶対的な厚みを求める。こうして求められた対象物Bの絶対的な厚みに関するデータは、演算部44に提供される。光源511、分光検出部523および演算部53は、制御部57に含まれる。

[0074] ここで、厚み計測部50を用いた厚み計測方法について詳細に説明する。図28は、厚み計測の原理を説明するための図であって、対象物Bの断面を模式的に示している。いま、対象物Bにインコヒーレントな光L1が入射すると、対象物Bの第1面Baでの反射光と、対象物Bの第2面Bbでの反射光とが相互に干渉する。第1面Baが光入射面である場合、第2面Bbでの反射光の光路長は、第1面Baでの反射光の光路長に対して対象物B内の光路の分だけ長くなる。従って、これらの反射光の間には、対象物Bの厚みに応じた位相差が生じる。

[0075] 図29の(a)部、(b)部および(c)部は、干渉後の反射光の強度と波長との関係を示すグラフである。図29の(a)部は、対象物Bの厚みが(b)部および(c)部よりも薄い場合を示している。図29の(c)部は、対象物Bの厚みが(a)部および(b)部よりも厚い場合を示している。図29に示されるように、干渉後の反射光のスペクトル(反射スペクトル)は干渉により波打つ。その波の間隔すなわち周期は、対象物Bの厚みが厚くなるほど小さくなる。

[0076] 上記のような反射スペクトルと対象物Bの厚みとの関係を利用して、対象物Bの絶対的な厚みを求めることができる。具体的な手法としては、高速フーリエ変換法及びカーブフィッティング法がある。高速フーリエ変換法では、反射スペクトルに対し高速フーリエ変換を行い、そのピーク周波数から膜厚を求める方法である。カーブフィッティング法は、計測された反射スペクトルから求められる分光反射率すなわち実測分光反射率と、理論式から算出された理論分光反射率とをフィッティングし、フィットした理論分光反射率から膜厚を求める方法である。カーブフィッティング法によれば、対象物Bの厚みが1 μm 以下であっても精度良く計測することができる。

[0077] 前述したように、演算部44によって算出される、対象物Bの相対的な厚みの分布に関する情報は、対象物Bに照射される光 L_a の光強度の時間的な変動などに影響される。本変形例の演算部44は、厚み計測部50によって計測された絶対的な厚みに基づいて、相対的な厚みの分布の計測値を補正する。具体的には、厚み計測部50により絶対的な厚みが計測された点において、数式(1)によって求まる相対的な厚み x が絶対的な厚みと一致するように、例えば光強度 I_0 といった数式(1)のパラメータの大きさを修正する。

[0078] 図26の両矢印Fに示されるように、計測ユニット56は、対象物Bの幅方向D2に沿って移動しながら光 L_1 の照射および出射光 L_2 の検出を行ってもよい。図30は、その場合の厚み計測部50による計測ラインQ1を示す平面図である。対象物Bは、搬送方向D1に沿って一定速度で搬送されている。従って、計測ユニット56が幅方向D2に沿って定速で往復移動した場合、図30に示されるように、厚み計測部50による計測点の軌跡は、ジグザクの計測ラインQ1を形成する。そして、対象物Bの絶対的な厚みは、計測ラインQ1においてのみ計測される。一方、イメージセンサ32の或る一つの画素322における検出結果によって対象物Bの相対的な厚みが計測される計測点の位置は、幅方向D2において不変である。故に、或る一つの画素322によって相対的な厚みが計測される計測点の軌跡は、搬送方向D1に沿って延びる計測ラインQ2を形成する。演算部44は、計測ラインQ1と計測ラインQ2とが交差する点Sにおいて、当該一つの画素322における検出結果から求められる相対的な厚みの計測値を補正することができる。

[0079] 図31の(a)部は、演算部44が相対的な厚みの計測値を補正しないときの、厚み x の計測結果の例を示すグラフである。図31の(b)部は、演算部44が相対的な厚みの計測値を補正したときの、厚み x の計測結果の例を示すグラフである。図31の(a)部および(b)部において、縦軸は対象物Bの計測ラインQ2における相対的な厚みを表し、横軸は搬送方向D1

における対象物Bの位置を表す。図31の(a)部に示されるように、演算部44が相対的な厚みの計測値を補正しない場合、光Laの光強度の時間的な変動によって、相対的な厚みの計測値が、光源部20の特性の経時的な変化により次第に増加または減少する。これに対し、図31の(b)部に示されるように、演算部44が相対的な厚みの計測値を補正する場合、相対的な厚みの計測値を算出するためのパラメータが点Sにおいて修正される。従って、光Laの光強度の時間的な変動にかかわらず、相対的な厚みの計測値の増加または減少を抑制することができる。

[0080] 本開示による厚み分布計測装置および厚み分布計測方法は、上述した実施形態に限られるものではなく、他に様々な変形が可能である。例えば、上述した第1変形例～第5変形例を、必要な目的及び効果に応じて互いに組み合わせてもよい。上記実施形態では複数のレンズ331それぞれがロッドレンズである場合を例示したが、複数のレンズ331それぞれは他の形態のレンズ、例えば凸レンズであってもよい。

[0081] 好適な実施の形態において本発明の原理を図示し説明してきたが、本発明は、そのような原理から逸脱することなく配置および詳細において変更され得ることは、当業者によって認識される。本発明は、本実施の形態に開示された特定の構成に限定されるものではない。したがって、特許請求の範囲およびその精神の範囲から来る全ての修正および変更に権利を請求する。

符号の説明

[0082] 1A, 1B, 1C, 1D, 1E…厚み分布計測装置、10…搬送部、11…ローラ対、11a, 11b…ローラ、20, 21…光源部、30, 30A, 30B…光検出部、31…筐体、32…イメージセンサ、33…レンズアレイ(レンズ部)、34…回路基板、34a…搭載面、35…光学フィルタ部、36…光学フィルタ群、37～39…光学フィルタ、40, 40A…制御装置、41…搬送制御部、42…光源制御部、43…検出制御部、44…演算部、45…傷検出部、50…厚み計測部、51…光照射部、52…光検出部、53…演算部、54…入力装置、55…モニタ、56…計測ユニット

、 5 7 …制御部、 6 0 …読出回路、 6 1 …ホールド回路、 6 2, 6 3 …スイッチ、 6 4 …フォトダイオード、 6 5, 6 6 …MOSトランジスタ、 6 7 …ソースフォロワンプ、 6 8 …容量素子、 6 9 …チャージアンプ、 7 0 …センサ制御部、 8 1 …ビデオライン、 1 0 1 …計測ユニット、 3 1 1 …天板、 3 1 2 …底板、 3 1 3, 3 1 4 …側板、 3 1 5 …スリット、 3 1 8, 3 1 9 …保持部材、 3 2 1 …画素部、 3 2 2 …画素、 3 3 1 …レンズ、 3 3 2 …光入射端面、 3 3 3 …光出射端面、 4 0 1 …プロセッサ、 4 0 2 …ROM、 4 0 3 …RAM、 4 0 4 …補助記憶装置、 5 1 1 …光源、 5 1 2 …導光部材、 5 1 3 …光出射部、 5 2 1 …光入射部、 5 2 2 …導光部材、 5 2 3 …分光検出部、 6 7 1 …MOSトランジスタ、 6 7 2 …動作制御スイッチ、 6 7 3 …電流源、 6 7 4 …接続ノード、 6 9 1 …アンプ、 6 9 2 …容量部、 6 9 3 …リセットスイッチ、 6 9 4, 6 9 5 …容量素子、 6 9 6 …スイッチ、 B …対象物、 B a …第 1 面、 B b …第 2 面、 D 1 …搬送方向、 D 2 …幅方向、 D 3 …方向、 E …傷、 F …両矢印、 G 1 ~ G 3 …曲線、 L 1, L a, L c …光、 L 2, L b …出射光、 Q 1, Q 2 …計測ライン、 R 1 …領域、 S …点。

請求の範囲

- [請求項1] 第1面および前記第1面とは反対を向く第2面を有する対象物を、前記第1面および前記第2面に沿った搬送方向に搬送する搬送部と、
前記対象物の前記第2面と対向する位置に配置され、搬送中の前記対象物における、前記搬送方向と交差する幅方向に延在する領域に光を照射する光源部と、
前記対象物の前記第1面と対向する位置に配置され、前記光が照射された前記対象物を透過した出射光を検出する光検出部と、
前記光検出部における検出結果に基づいて、前記対象物の前記領域の相対的な厚みの前記幅方向における分布に関する情報を求める演算部と、
を備え、
前記光検出部は、
少なくとも前記搬送方向に配列された複数の画素を含む画素部を有し、前記出射光の強度を前記画素毎に検出して画像データを出力するイメージセンサと、
等倍の倍率を有し前記幅方向に沿って配列された複数のレンズを有し、前記イメージセンサの前記画素部に前記出射光を集光および結像するレンズ部と、
を有する、厚み分布計測装置。
- [請求項2] 前記レンズ部の光軸は、前記第1面の法線に沿っている、請求項1に記載の厚み分布計測装置。
- [請求項3] 前記レンズ部の光軸は、前記第1面の法線に対して傾斜している、請求項1に記載の厚み分布計測装置。
- [請求項4] 前記法線に対する前記レンズ部の光軸の傾斜角は 5° 以上 80° 以下である、請求項3に記載の厚み分布計測装置。
- [請求項5] 前記イメージセンサは、前記複数の画素から出力される信号を増幅するゲイン値を切り替え可能なように構成されている、請求項1～4

のいずれか 1 項に記載の厚み分布計測装置。

[請求項6] 前記第 1 面と対向する位置に配置され、搬送中の前記対象物における、前記領域または前記幅方向に延在する別の領域に光を照射する別の光源部を更に備え、

前記光検出部は、前記別の光源部により前記光が照射された前記対象物から反射された出射光を検出し、

前記別の光源部から前記光が照射されているときの前記イメージセンサの前記ゲイン値が、前記光源部から前記光が照射されているときの前記イメージセンサの前記ゲイン値と異なる、請求項 5 に記載の厚み分布計測装置。

[請求項7] 前記対象物の絶対的な厚みを局所的に計測する厚み計測部を更に備え、

前記演算部は、前記厚み計測部によって計測された前記絶対的な厚みに基づいて、前記相対的な厚みの計測値を補正する、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の厚み分布計測装置。

[請求項8] 前記イメージセンサはラインスキャンセンサである、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の厚み分布計測装置。

[請求項9] 前記光検出部は、

前記イメージセンサの前記複数の画素のうち一部の画素上に設けられ、第 1 波長を中心とする透過波長帯域を有する第 1 光学フィルタと、

前記イメージセンサの前記複数の画素のうち他の少なくとも一部の画素上に設けられ、前記第 1 波長とは異なる第 2 波長を中心とする透過波長帯域を有する第 2 光学フィルタと、

を更に有する、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の厚み分布計測装置。

[請求項10] 第 1 面および前記第 1 面とは反対を向く第 2 面を有する対象物の、前記第 1 面および前記第 2 面に沿った搬送方向への搬送を開始するス

テップと、

搬送中の前記対象物における、前記搬送方向と交差する幅方向に延在する領域への光の照射を開始するステップと、

前記光が照射された前記対象物を透過した出射光の検出を開始するステップと、

前記検出するステップにおける検出結果に基づいて、前記対象物の前記領域の相対的な厚みの前記幅方向における分布に関する情報を求めるステップと、

を含み、

前記検出するステップでは、

少なくとも前記幅方向に配列された複数の画素を含む画素部を有し、前記出射光の強度を前記画素毎に検出して画像データを出力するイメージセンサと、

等倍の倍率を有し前記幅方向に沿って配列された複数のレンズを有し、前記イメージセンサの前記画素部に前記出射光を集光および結像するレンズ部と、

を用いる、厚み分布計測方法。

[請求項11] 前記レンズ部の光軸は、前記第1面の法線に沿っている、請求項10に記載の厚み分布計測方法。

[請求項12] 前記レンズ部の光軸は、前記第1面の法線に対して傾斜している、請求項10に記載の厚み分布計測方法。

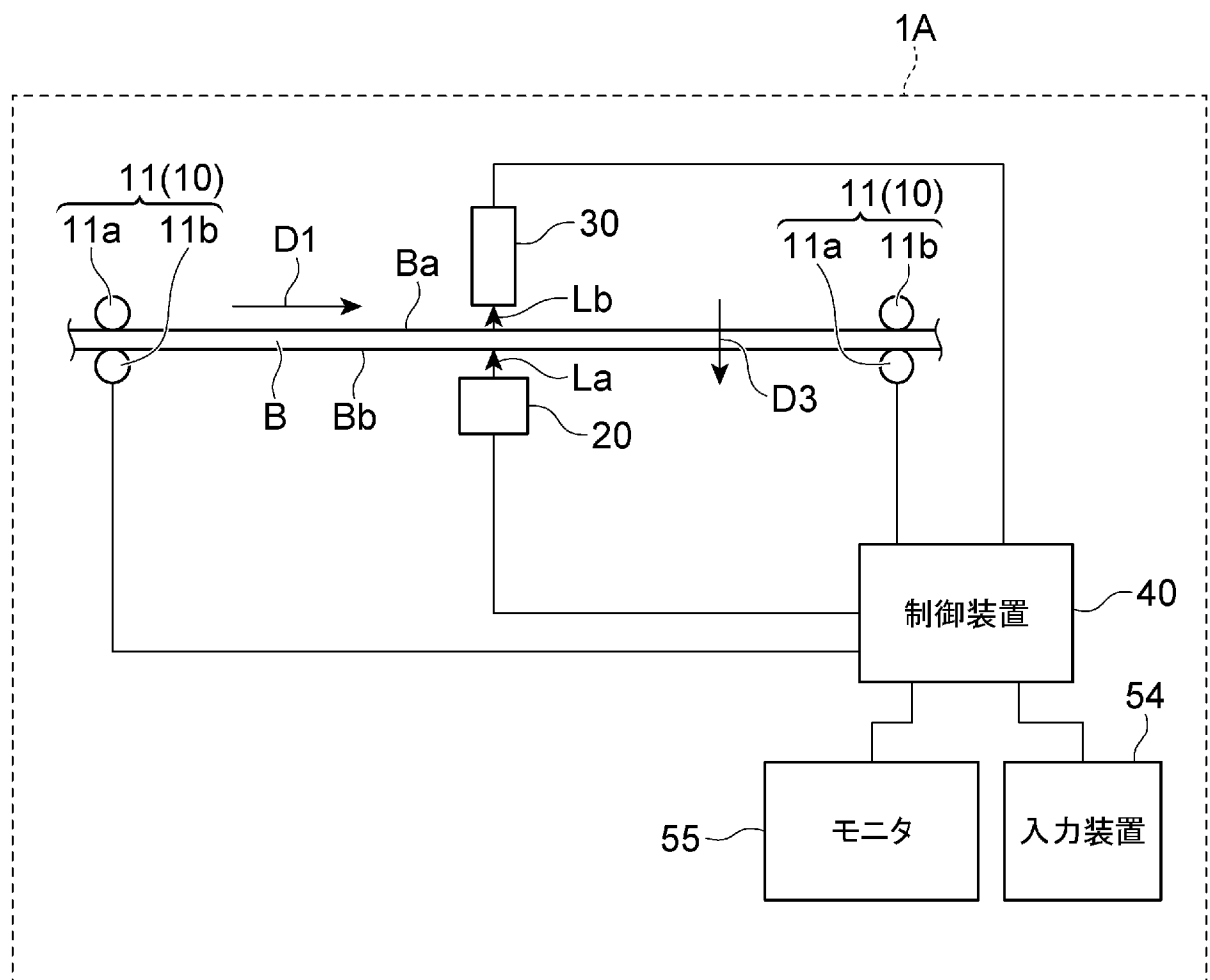
[請求項13] 前記法線に対する前記レンズ部の光軸の傾斜角は 5° 以上 80° 以下である、請求項12に記載の厚み分布計測方法。

[請求項14] 前記イメージセンサは、前記複数の画素から出力される信号を増幅するゲイン値を切り替え可能なように構成されている、請求項10～13のいずれか1項に記載の厚み分布計測方法。

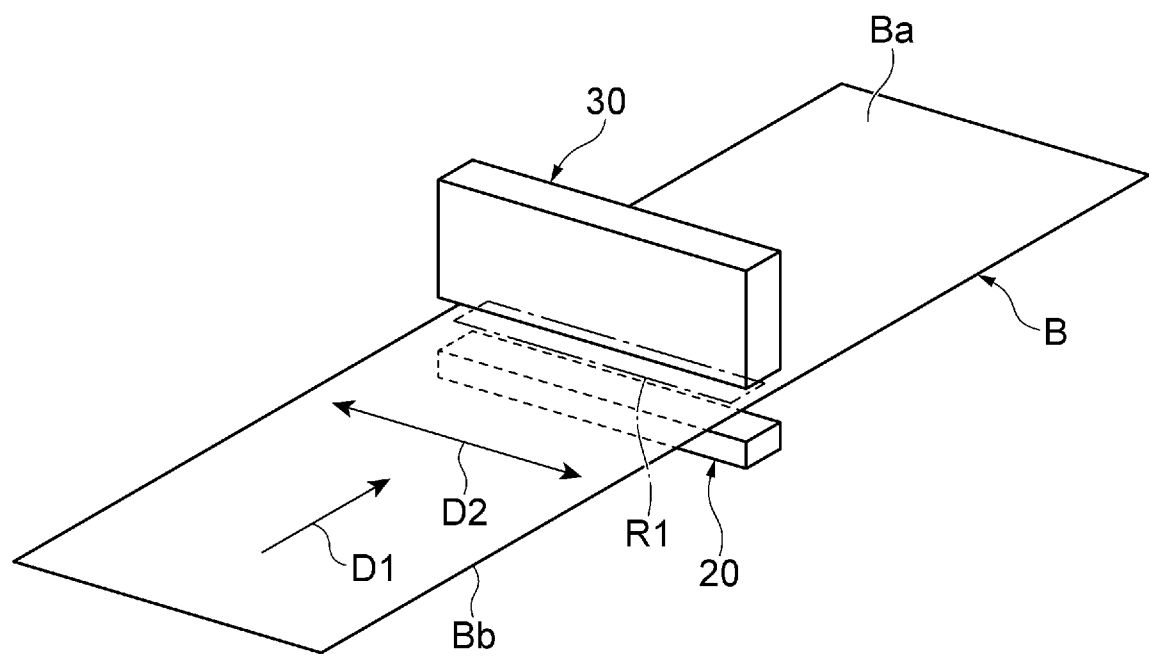
[請求項15] 前記対象物の絶対的な厚みを局所的に計測するステップを更に含み、

前記情報を求めるステップでは、前記計測するステップによって計測された前記絶対的な厚みに基づいて、前記相対的な厚みの計測値を補正する、請求項 10～14 のいずれか 1 項に記載の厚み分布計測方法。

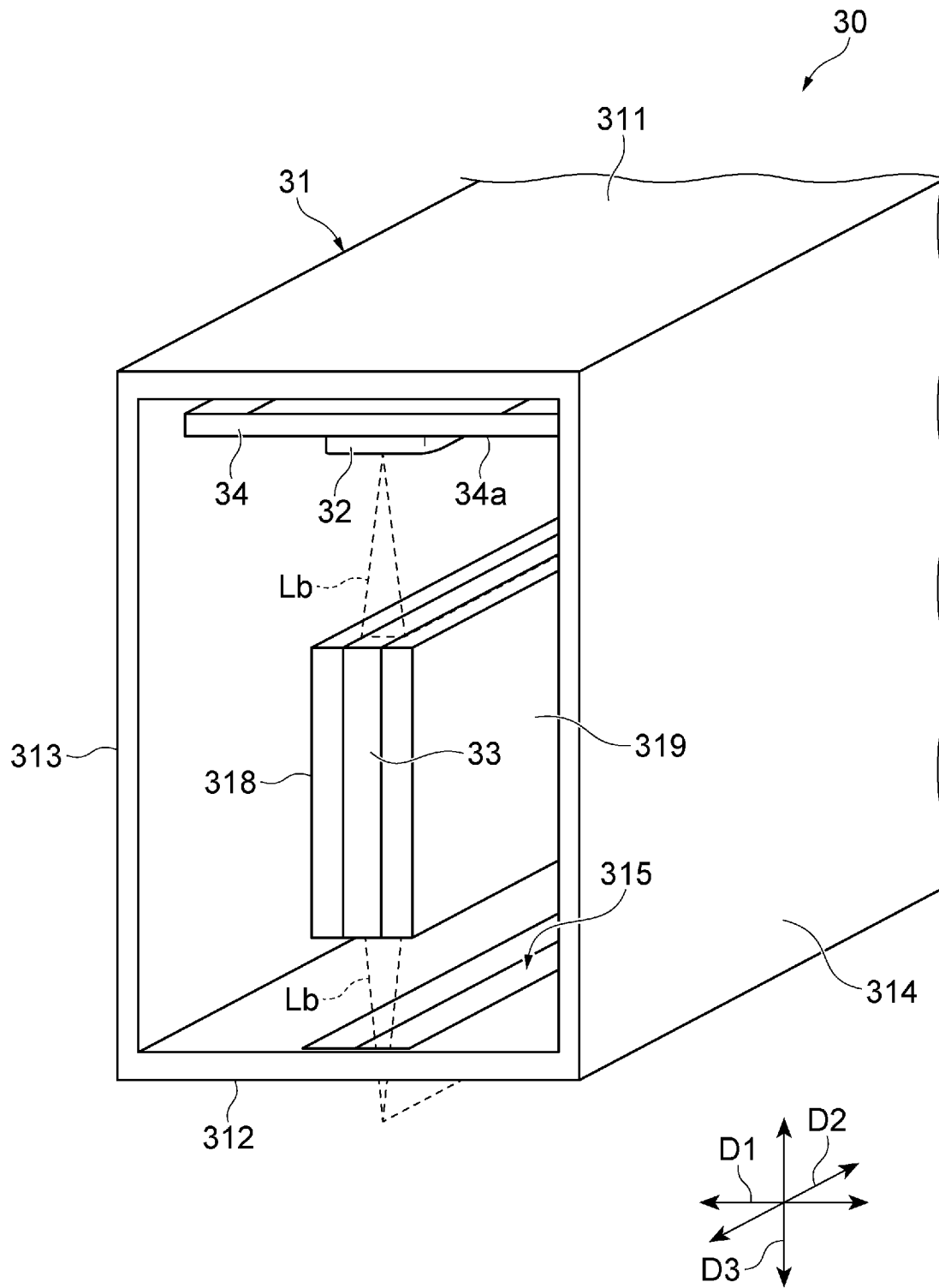
[図1]



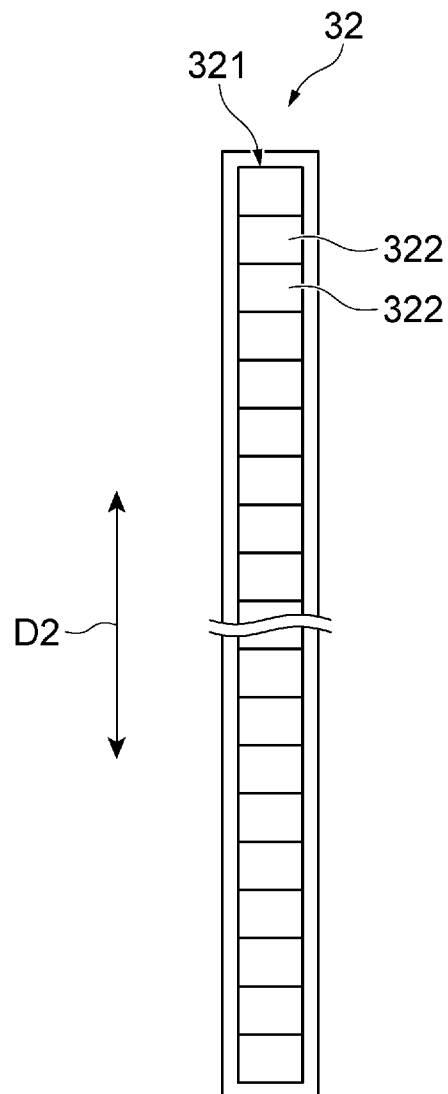
[図2]



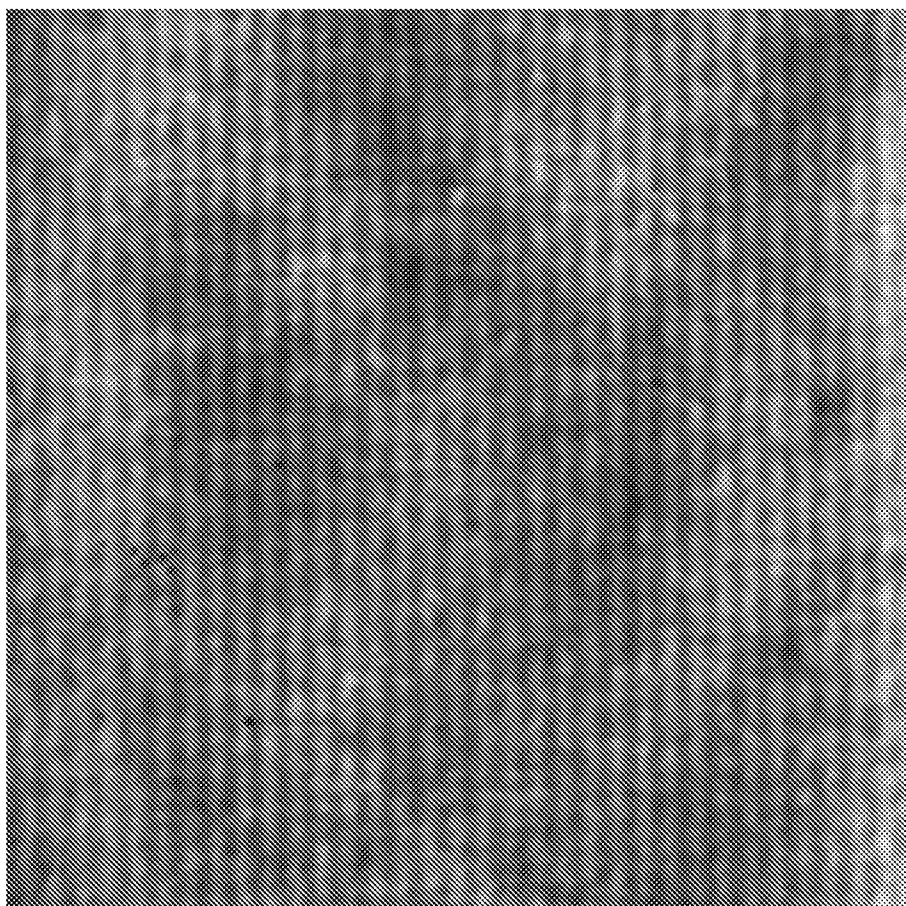
[図3]



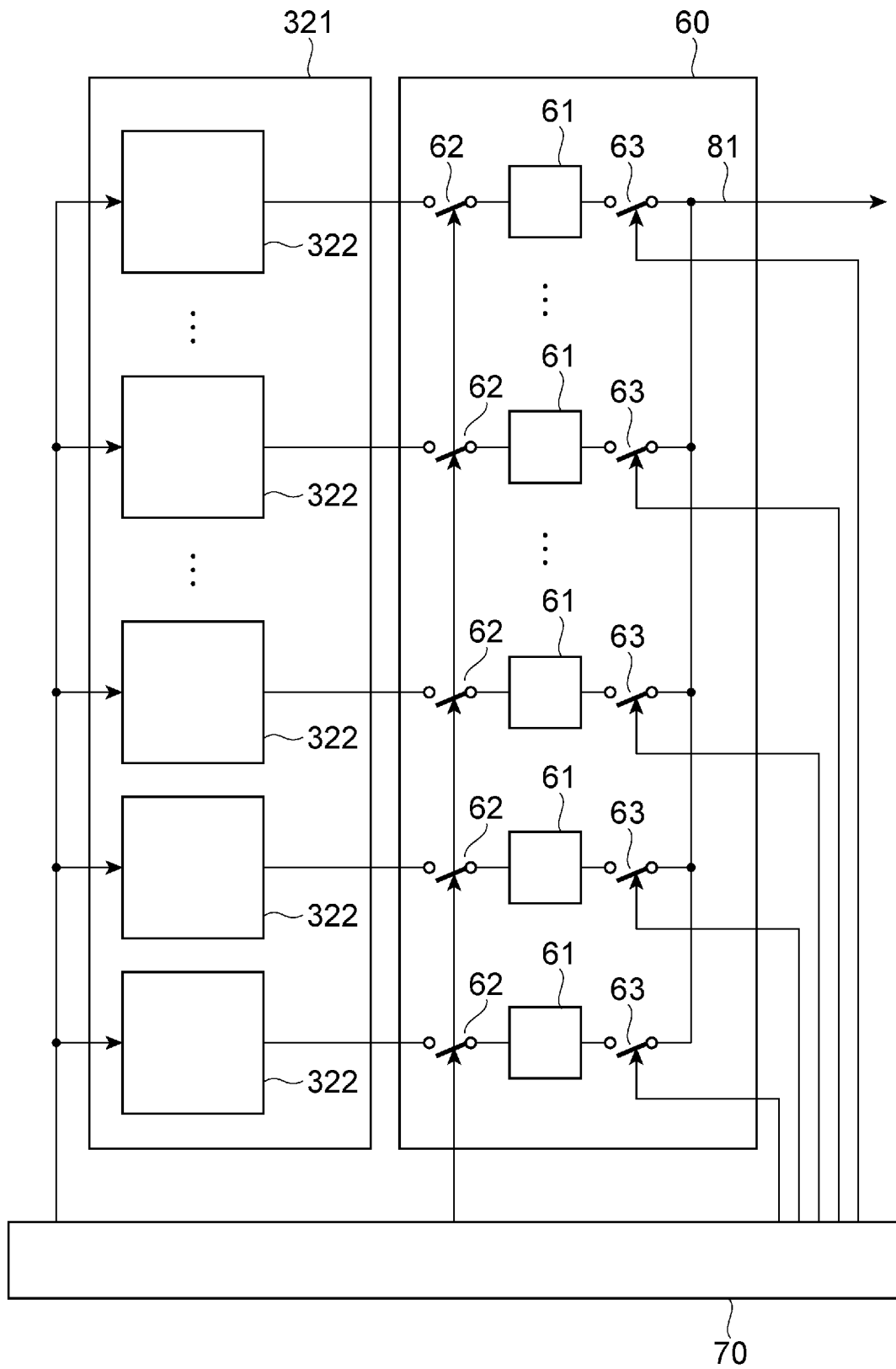
[図4]



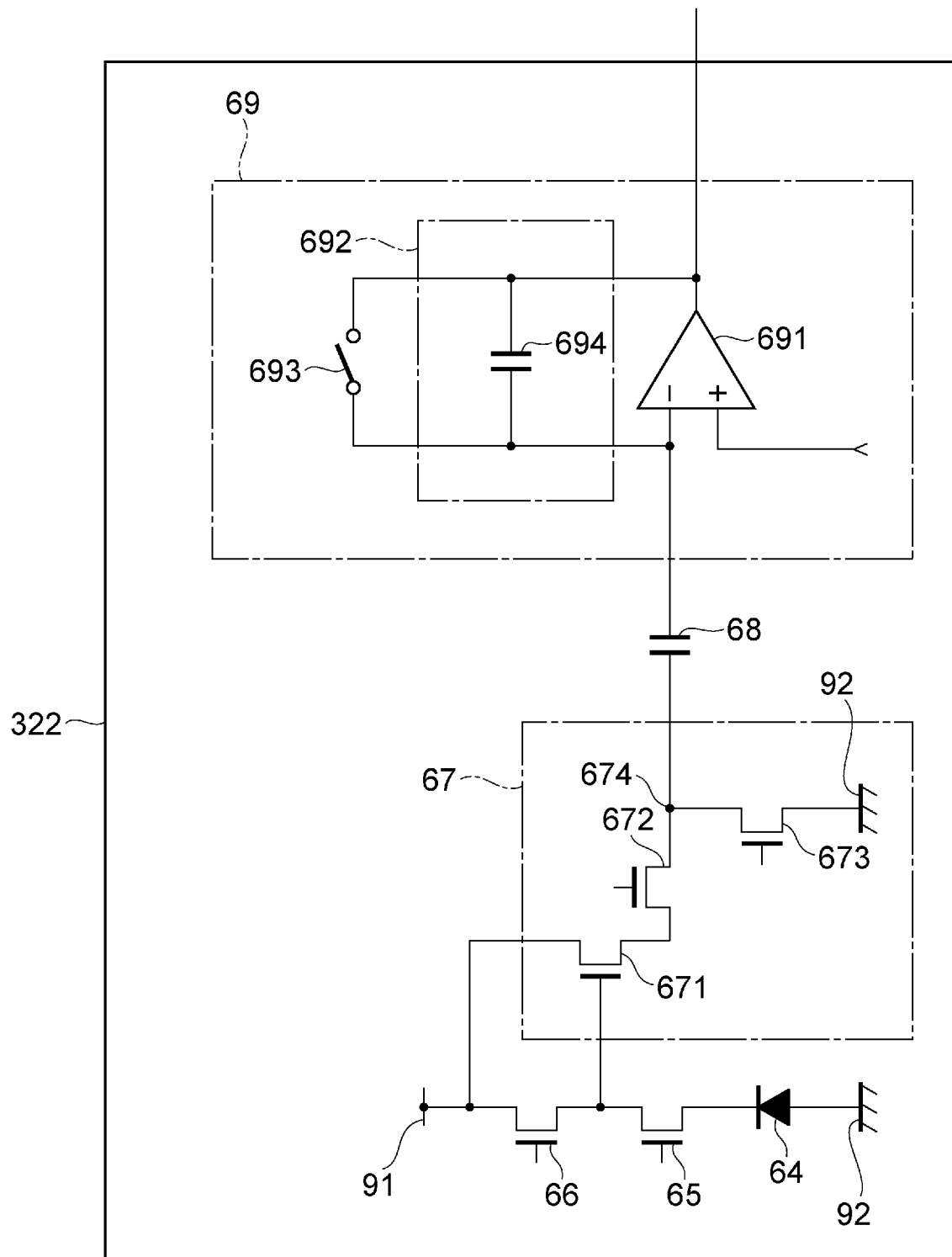
[図5]



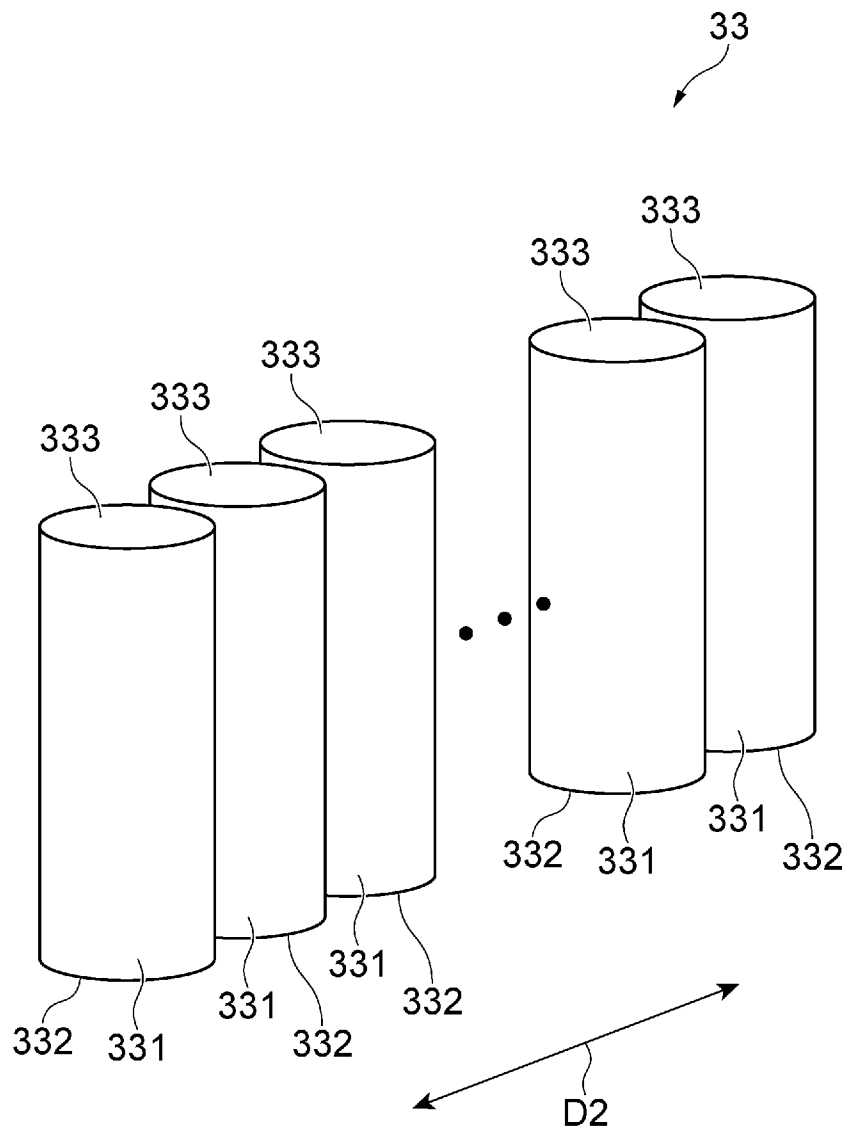
[図6]



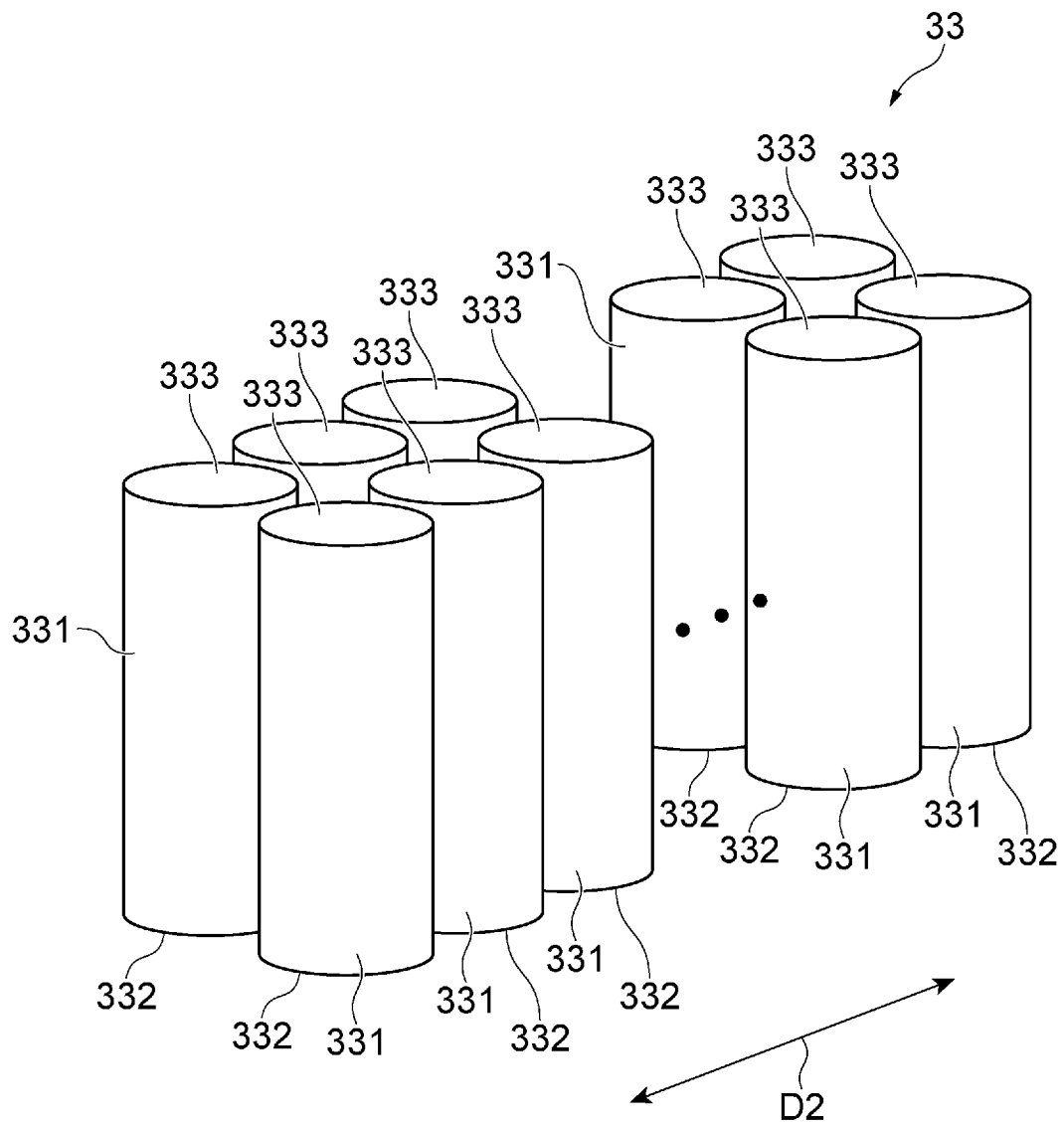
[図7]



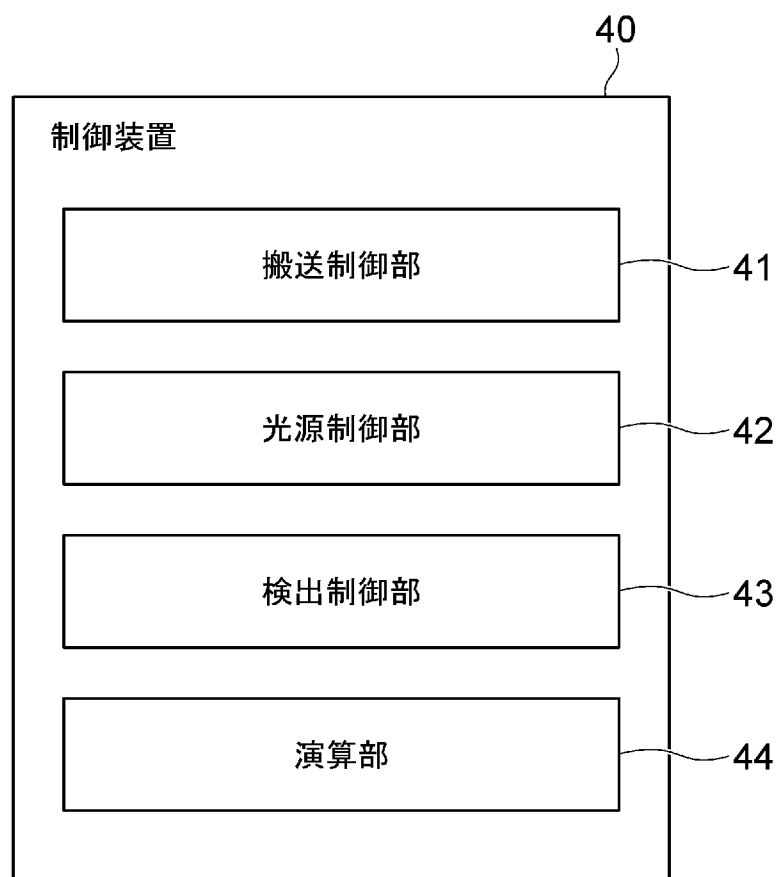
[図8]



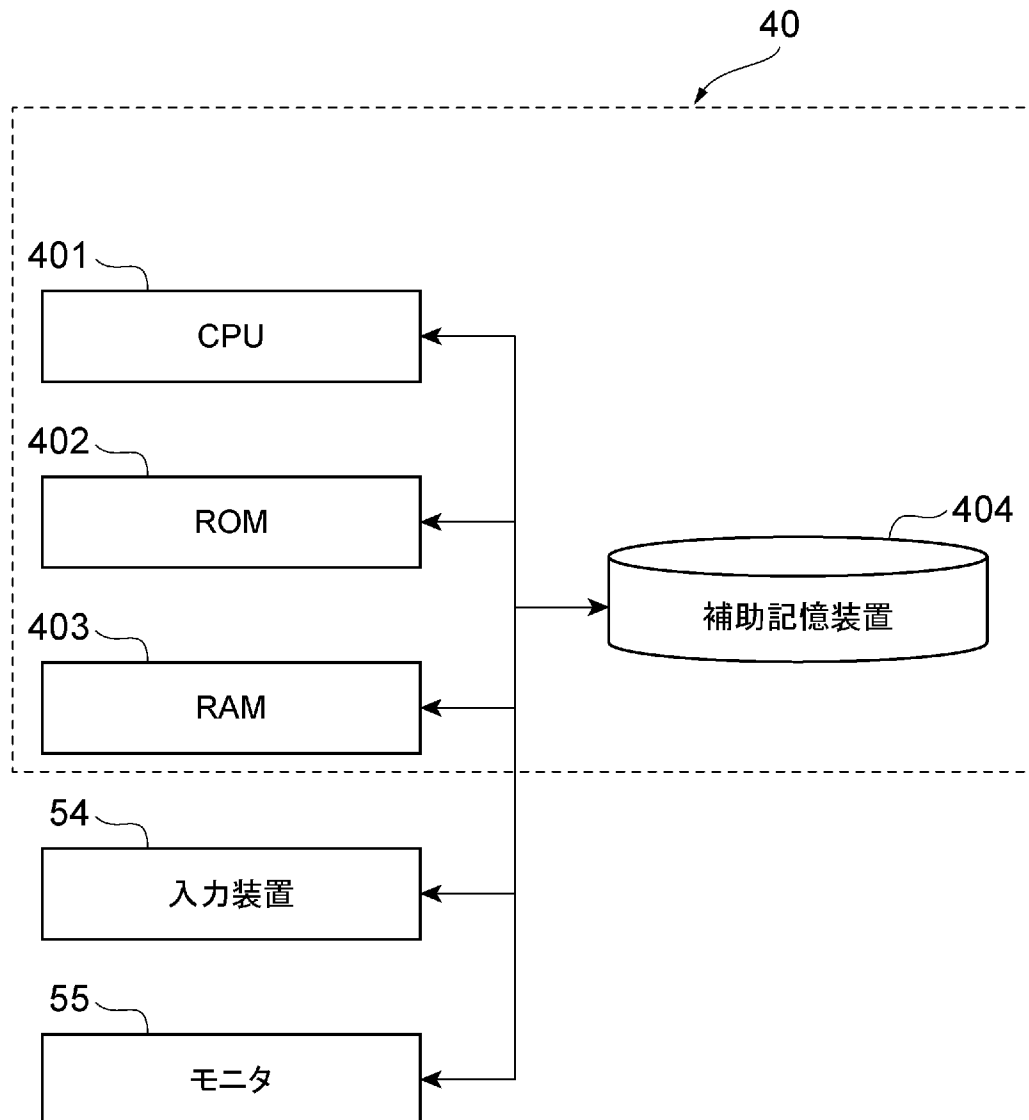
[図9]



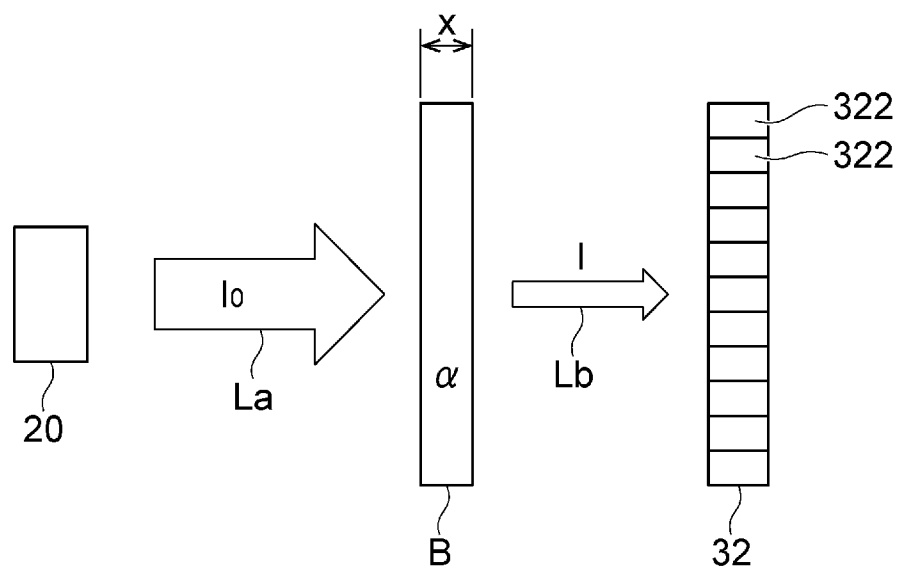
[図10]



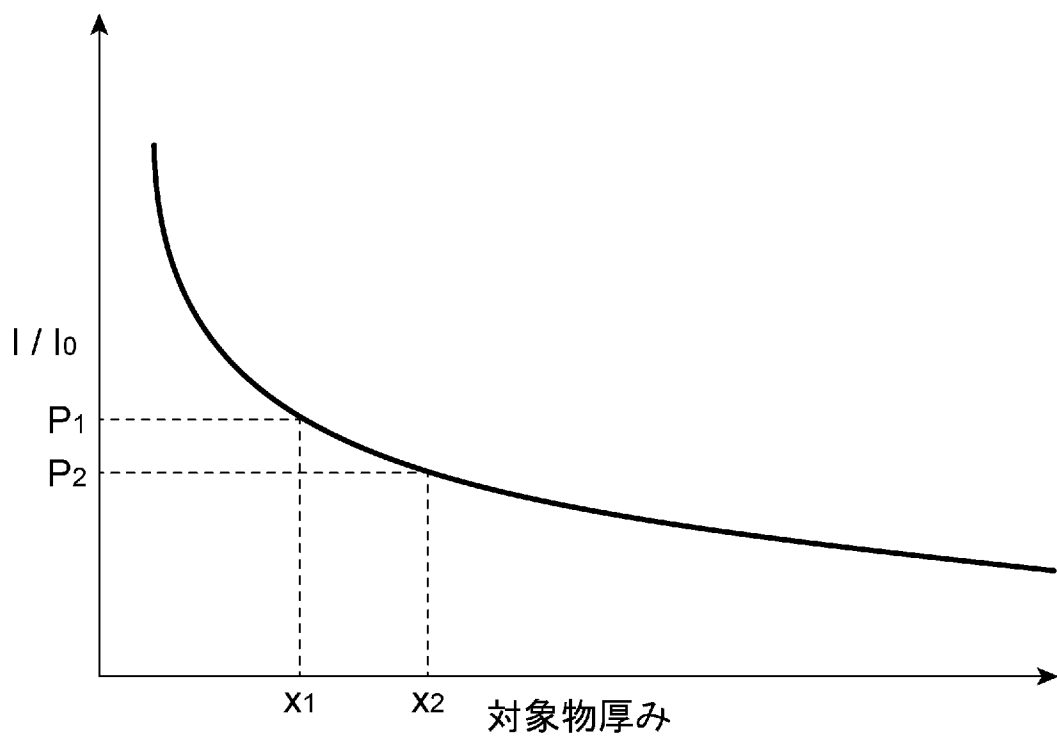
[図11]



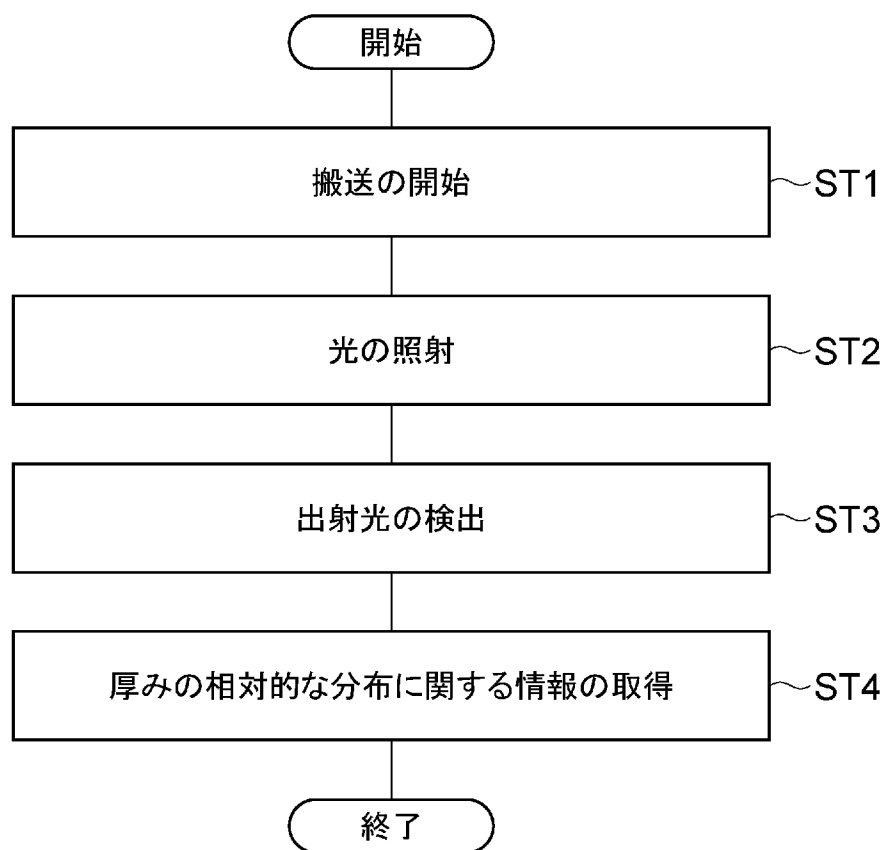
[図12]



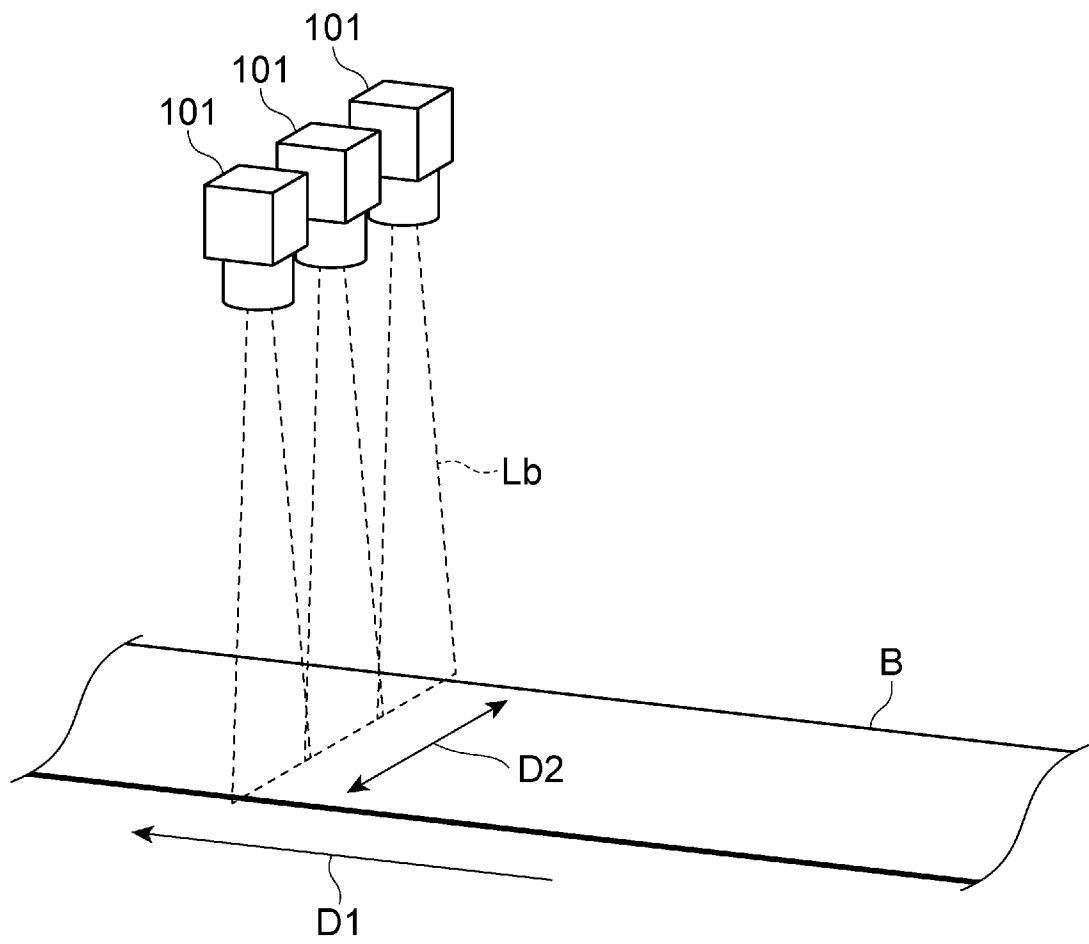
[図13]



[図14]

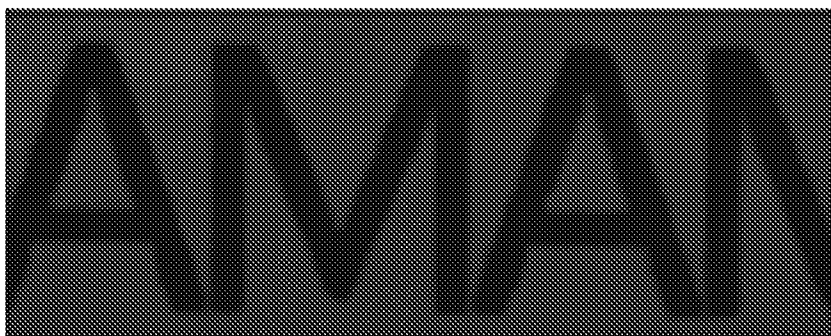


[図15]

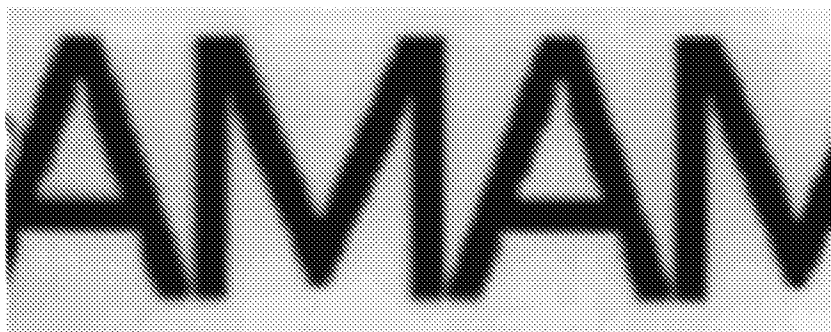


[図16]

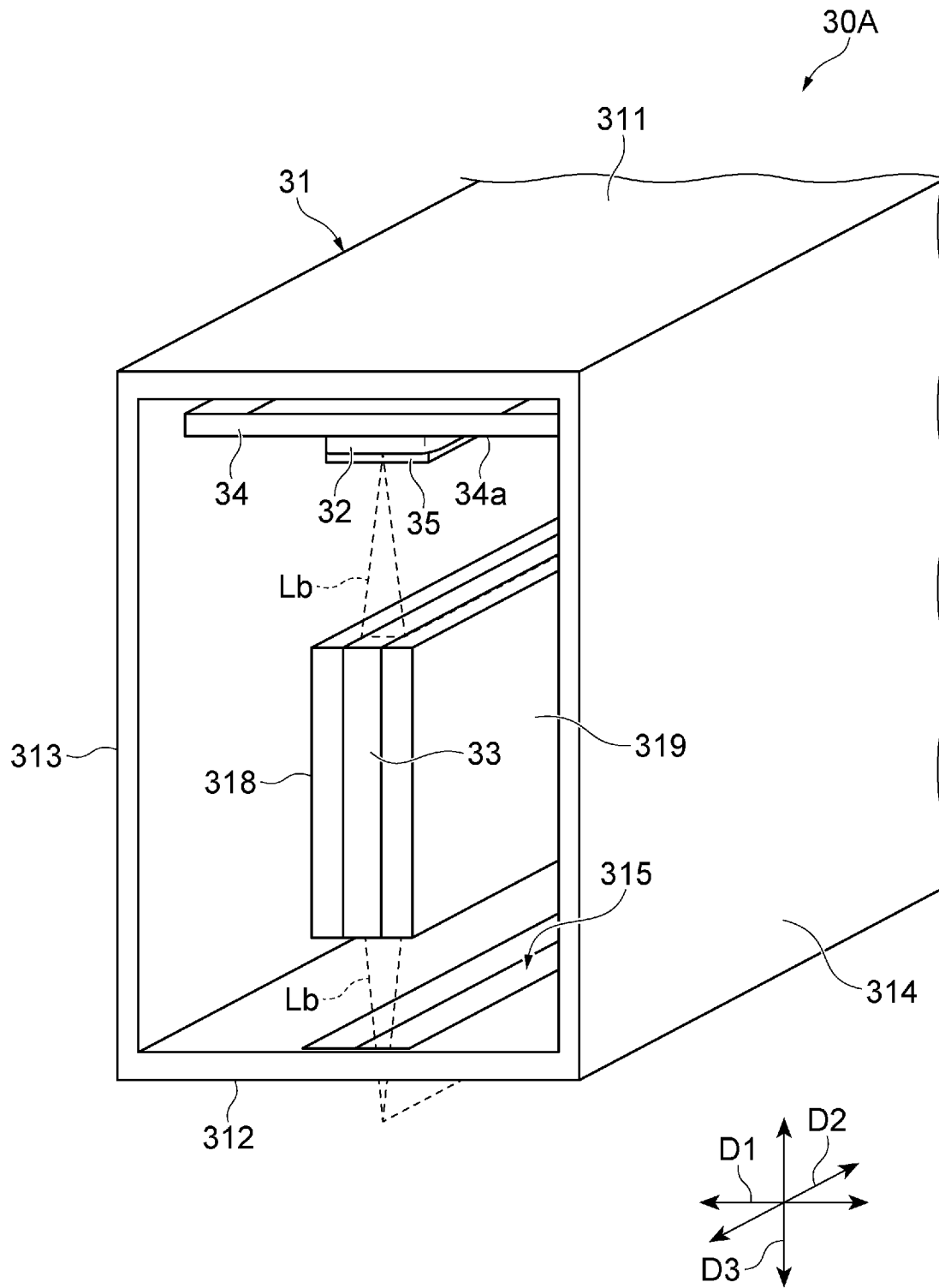
(a)



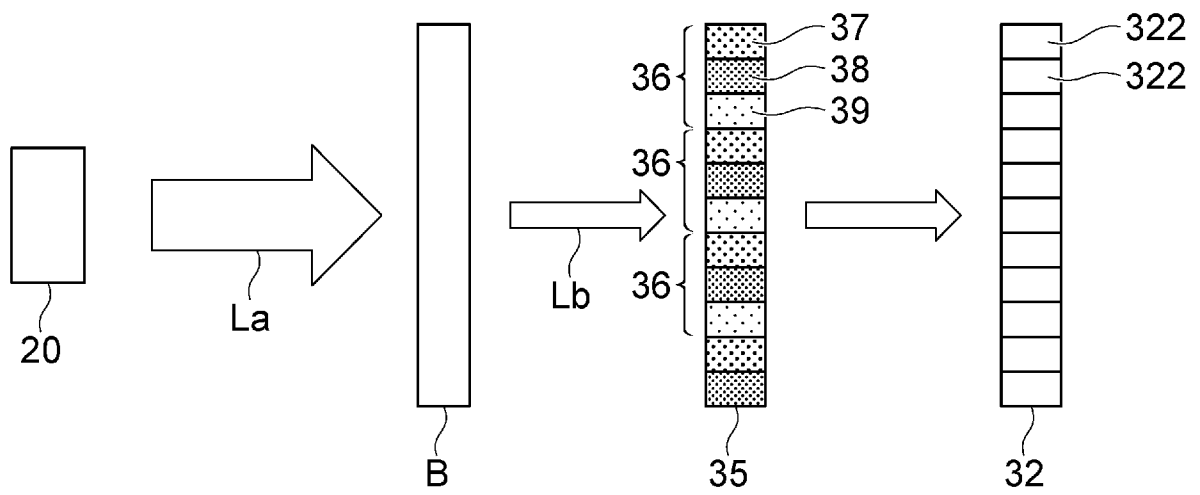
(b)



[図17]

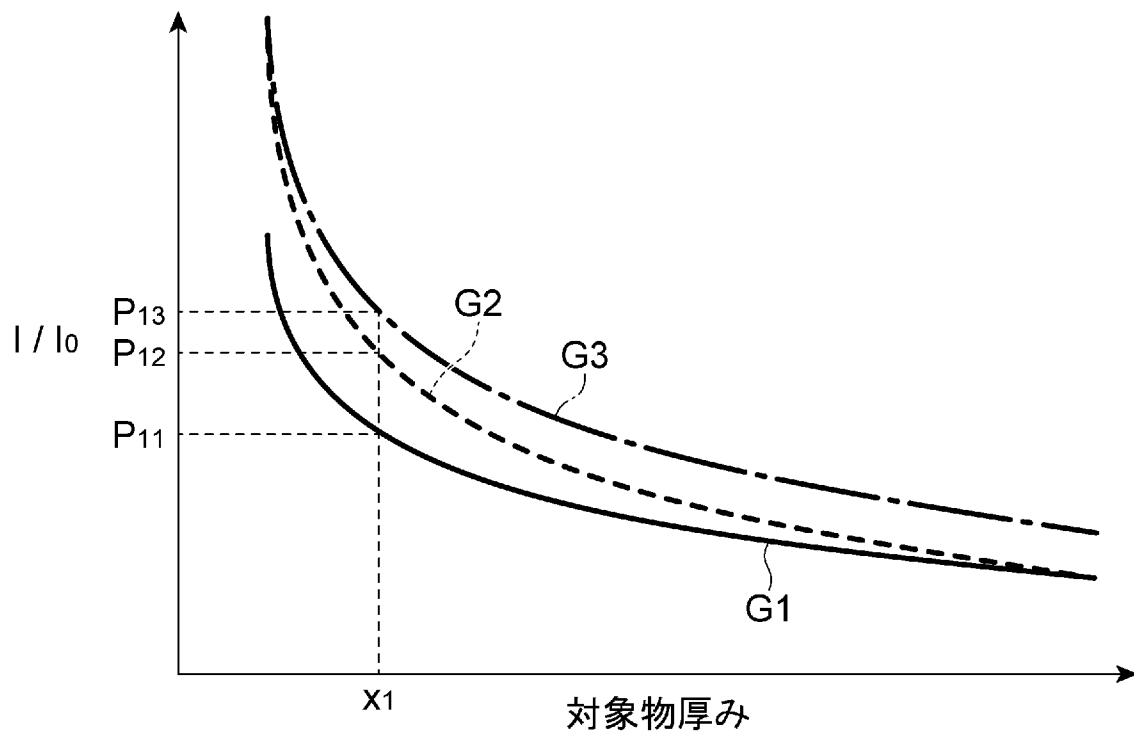


[図18]

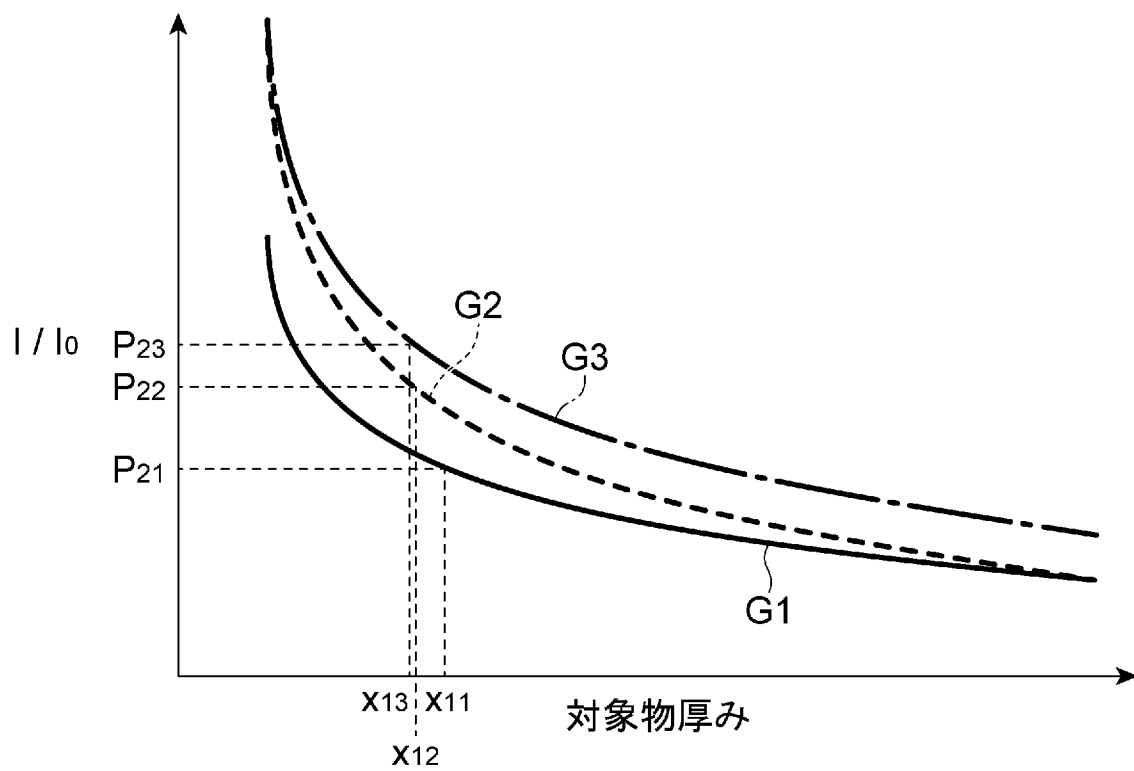


[図19]

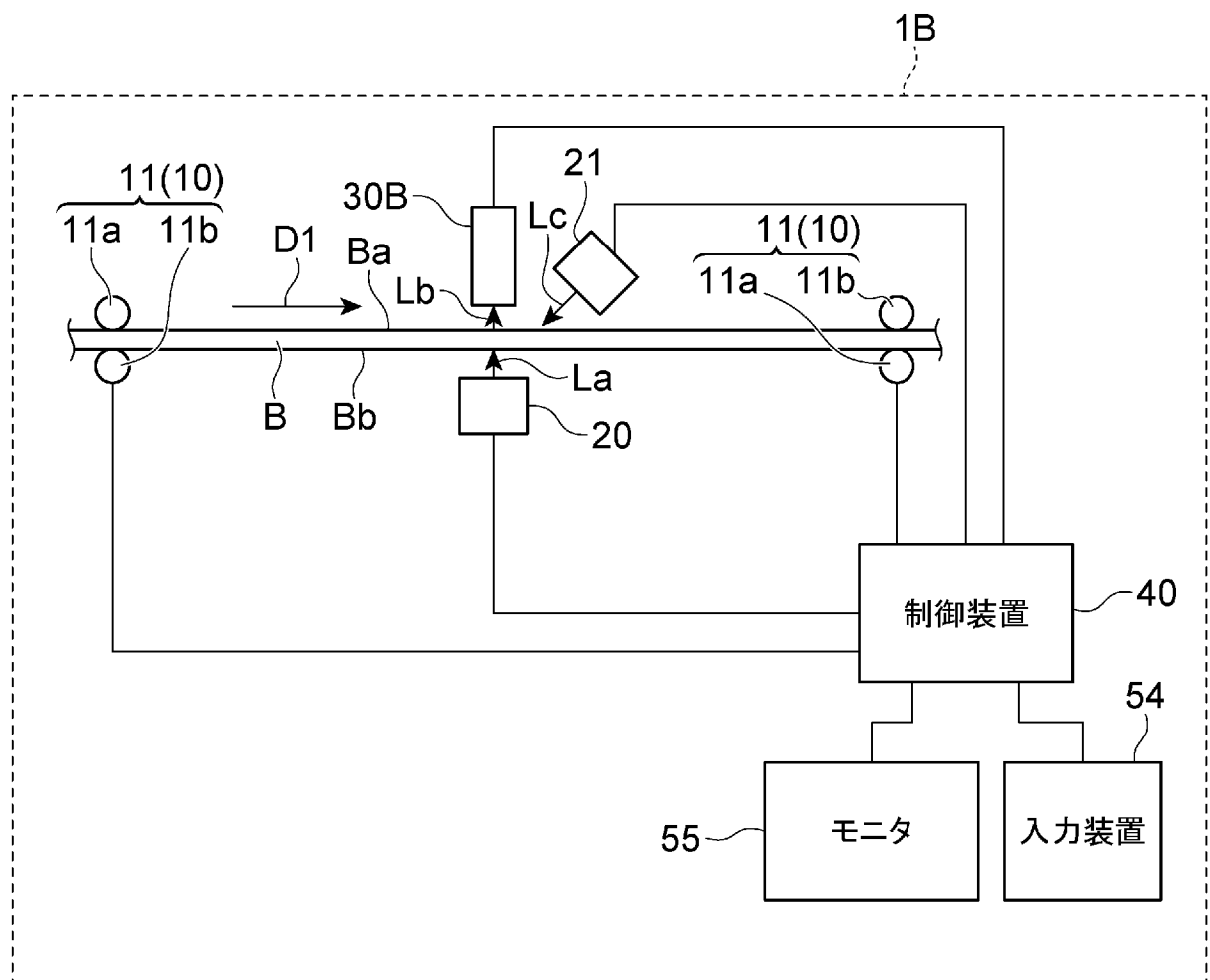
(a)



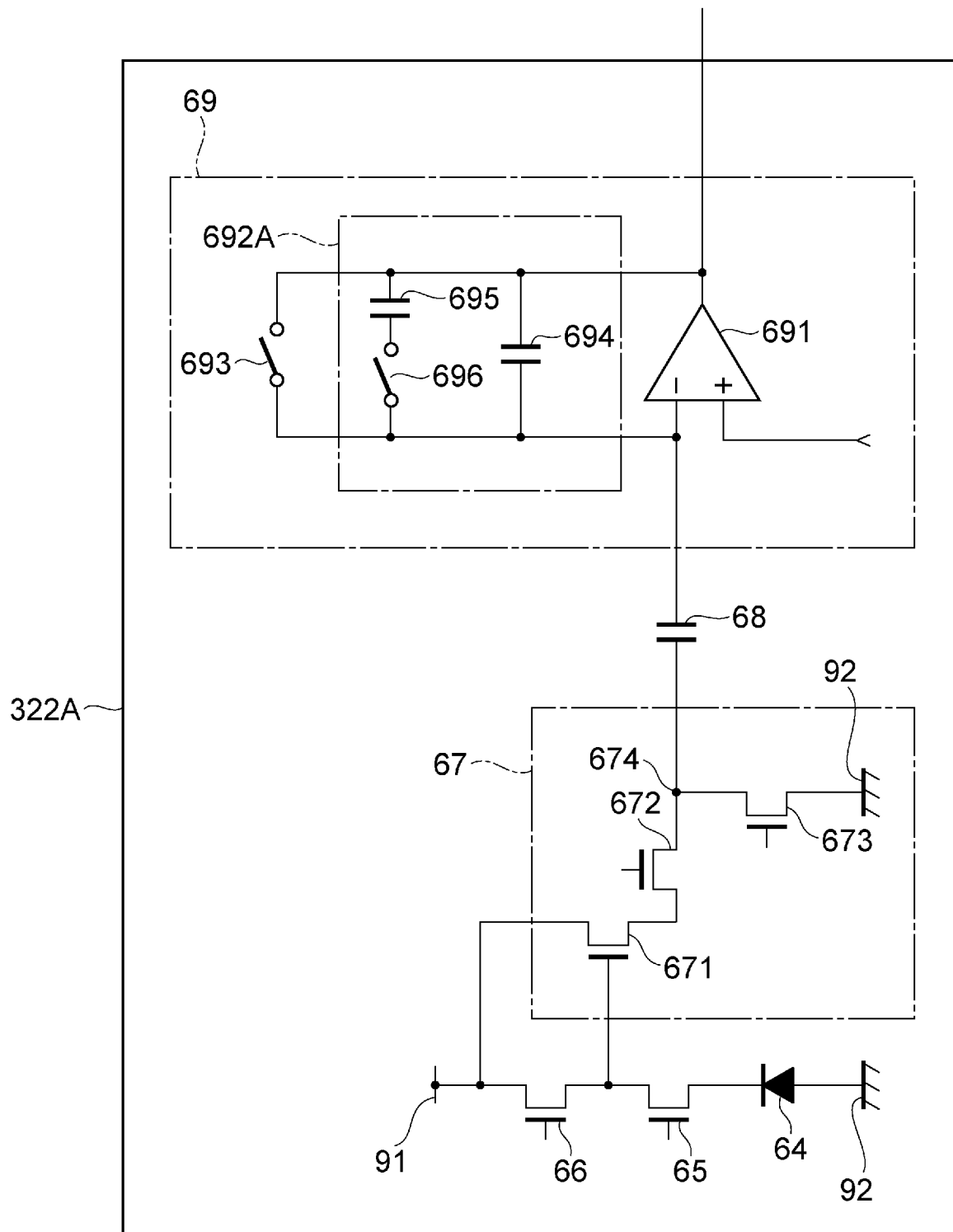
(b)



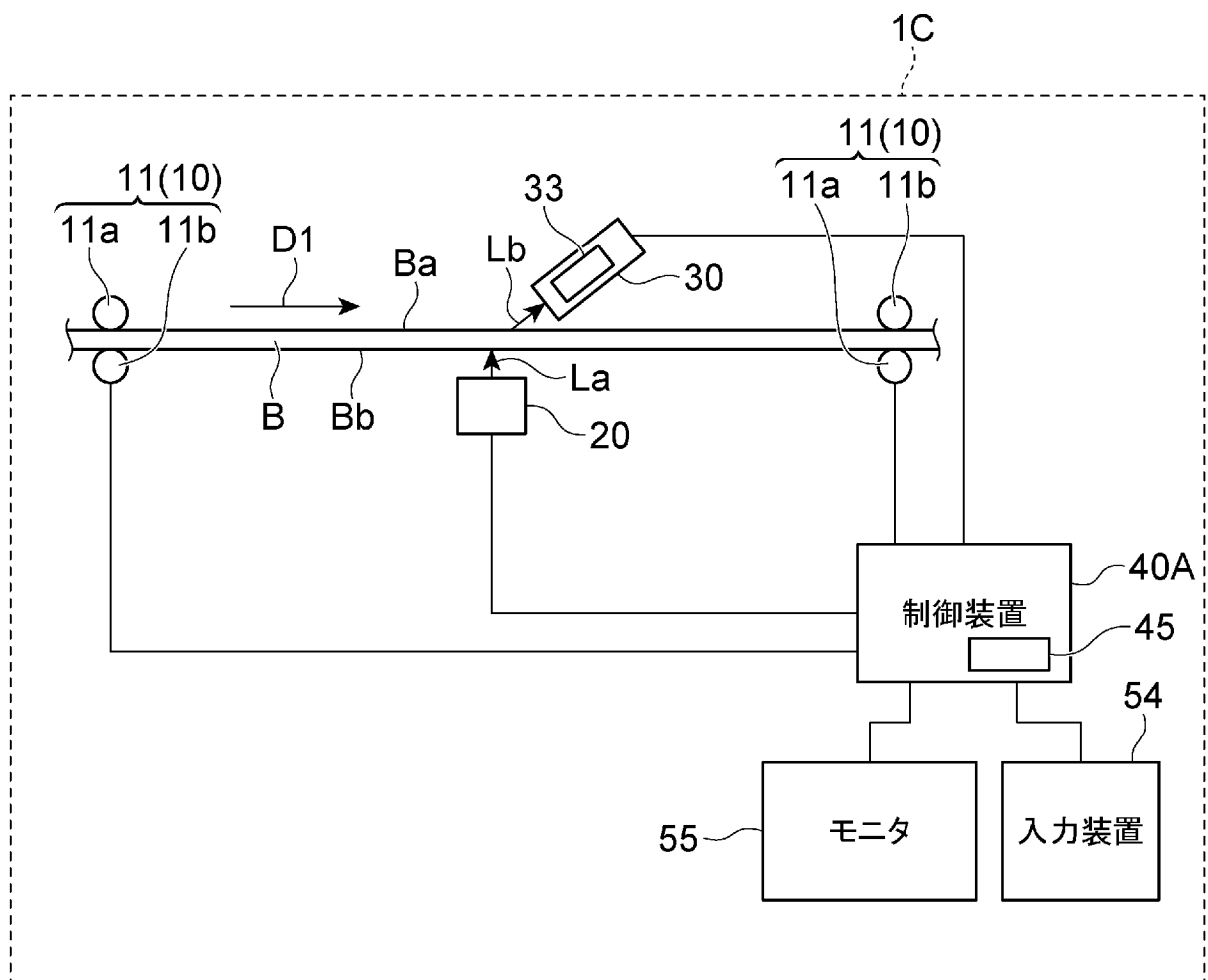
[図20]



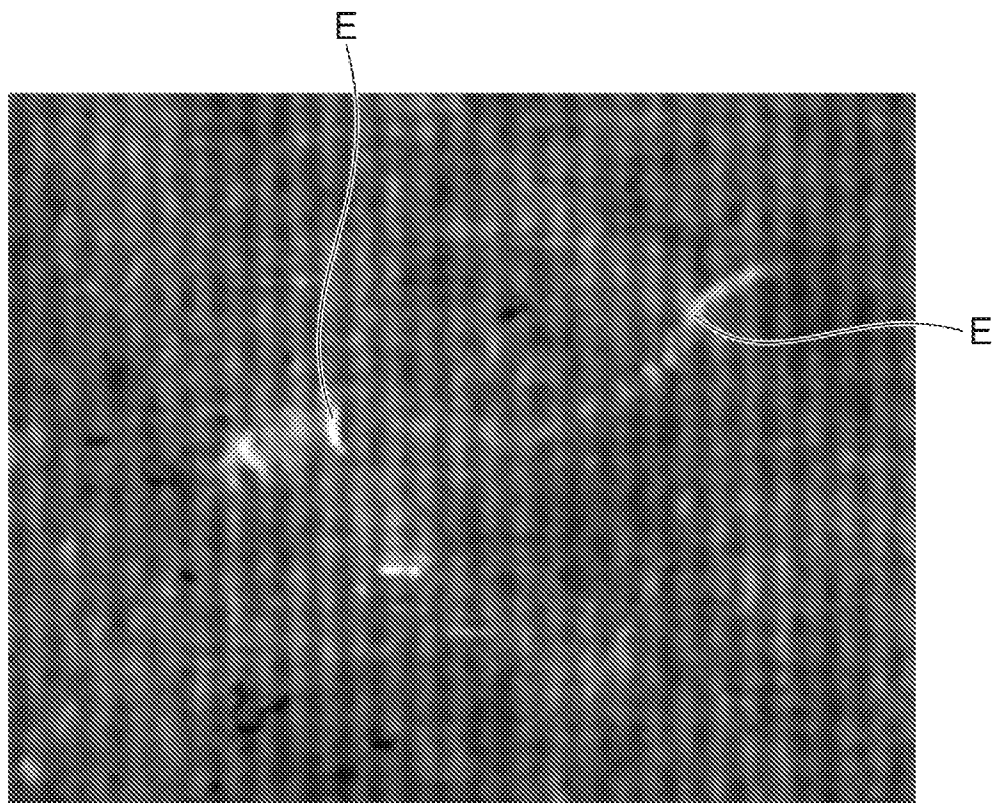
[図21]



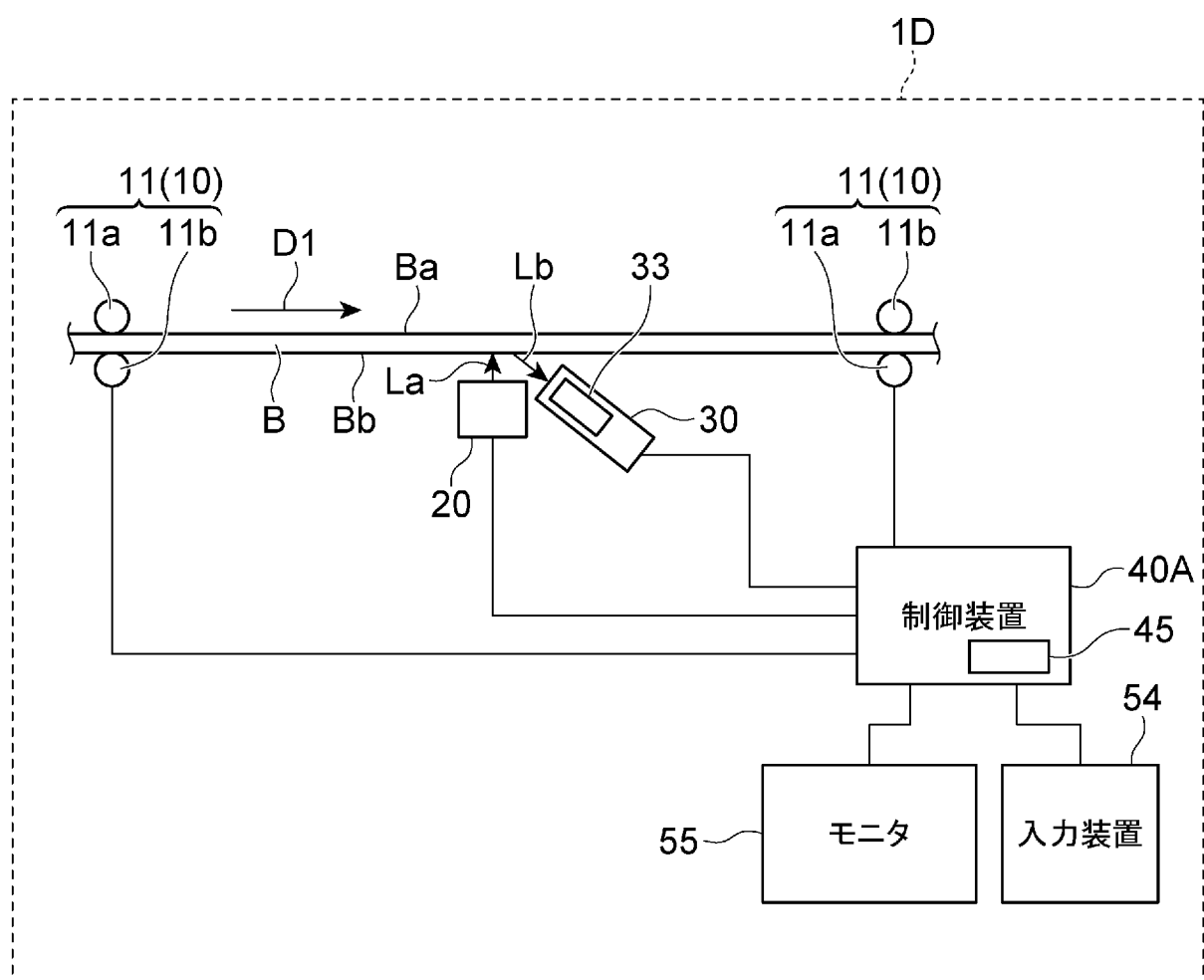
[図22]



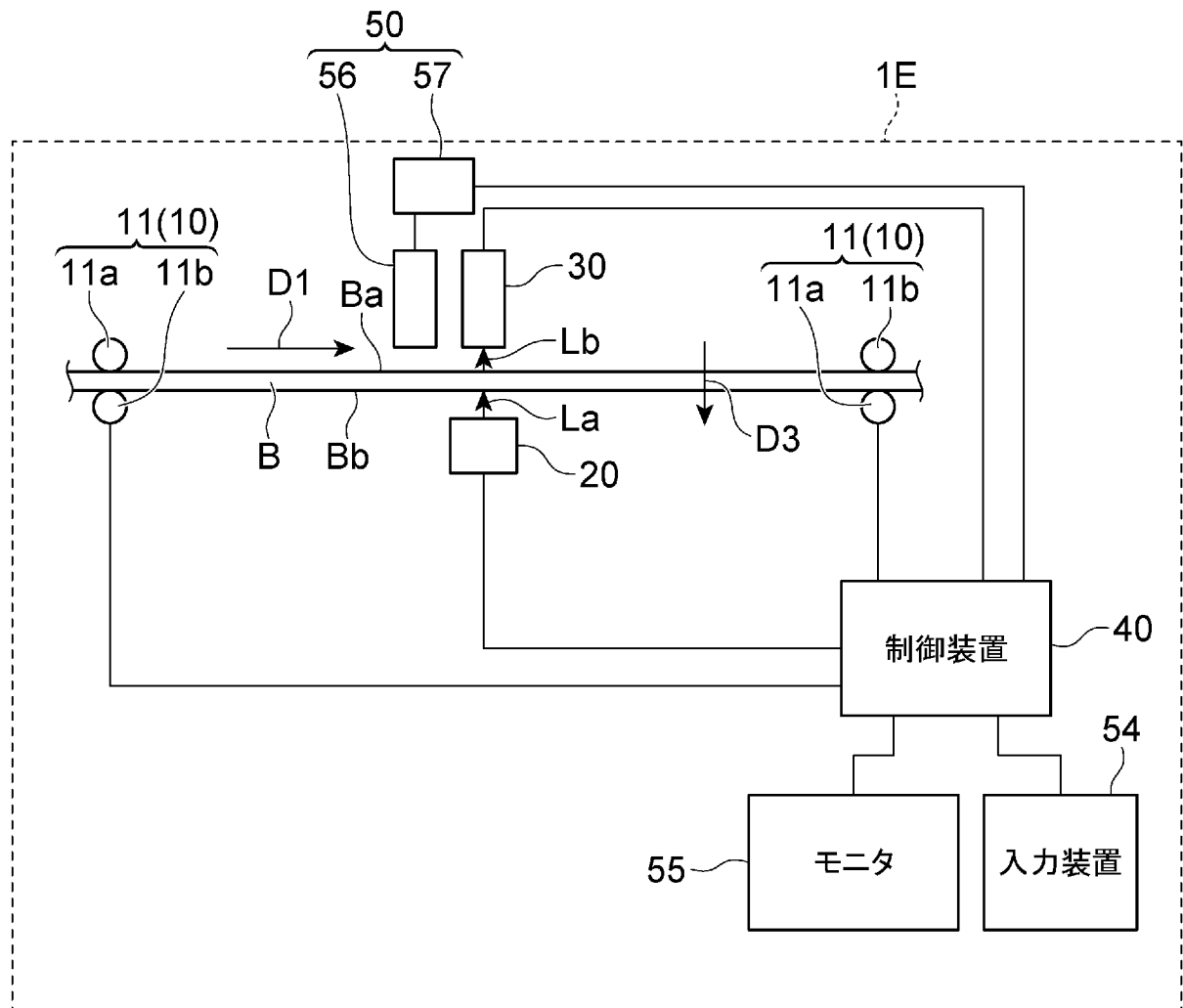
[図23]



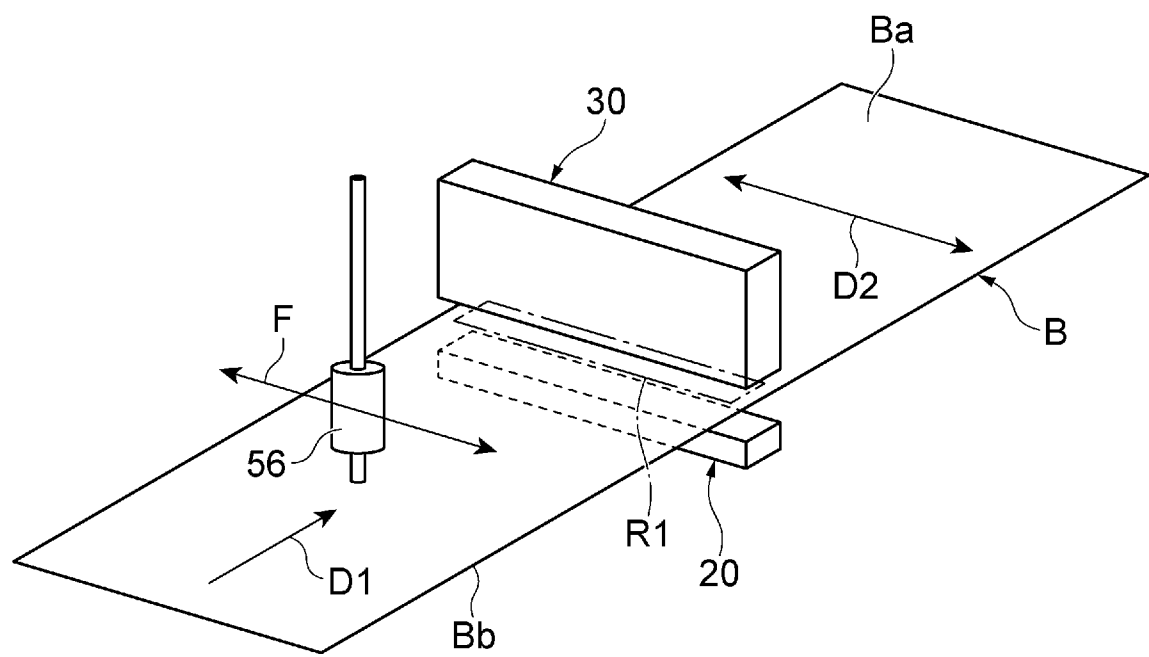
[図24]



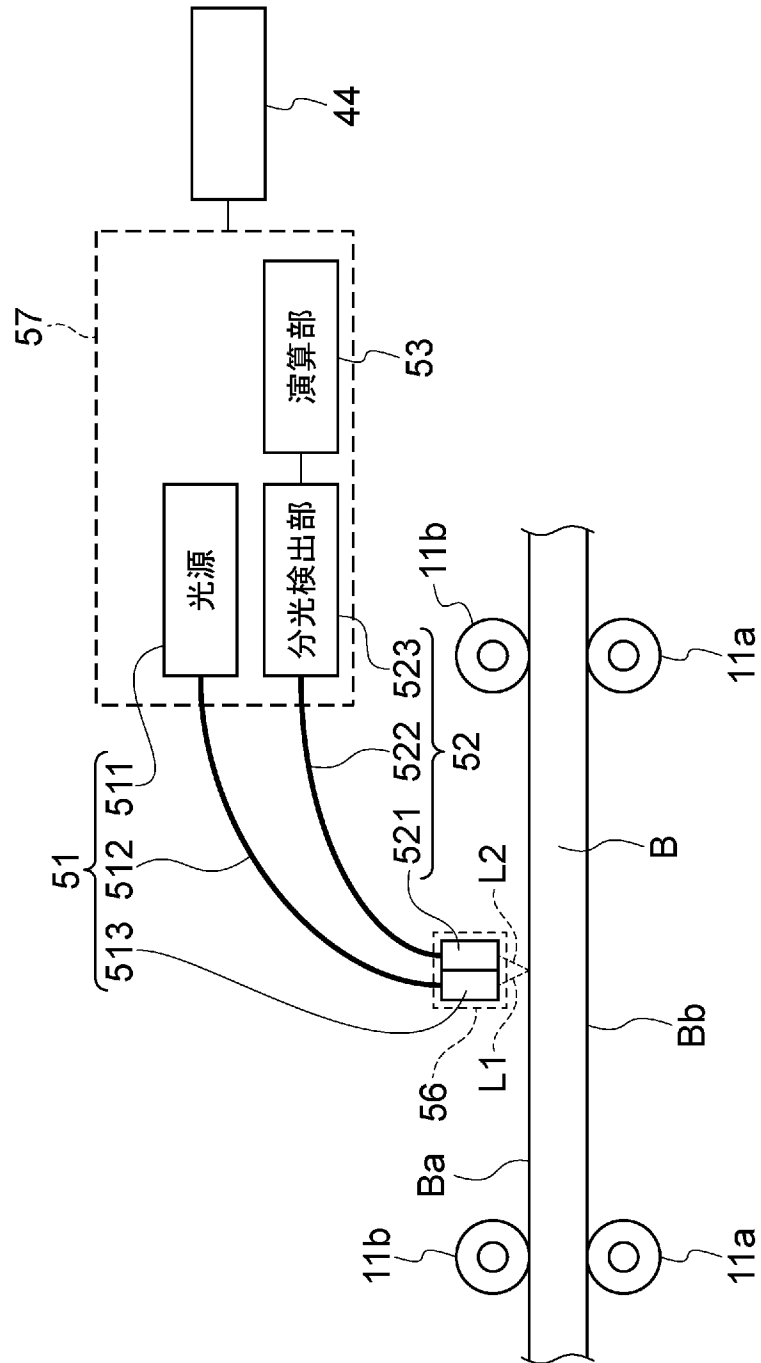
[図25]



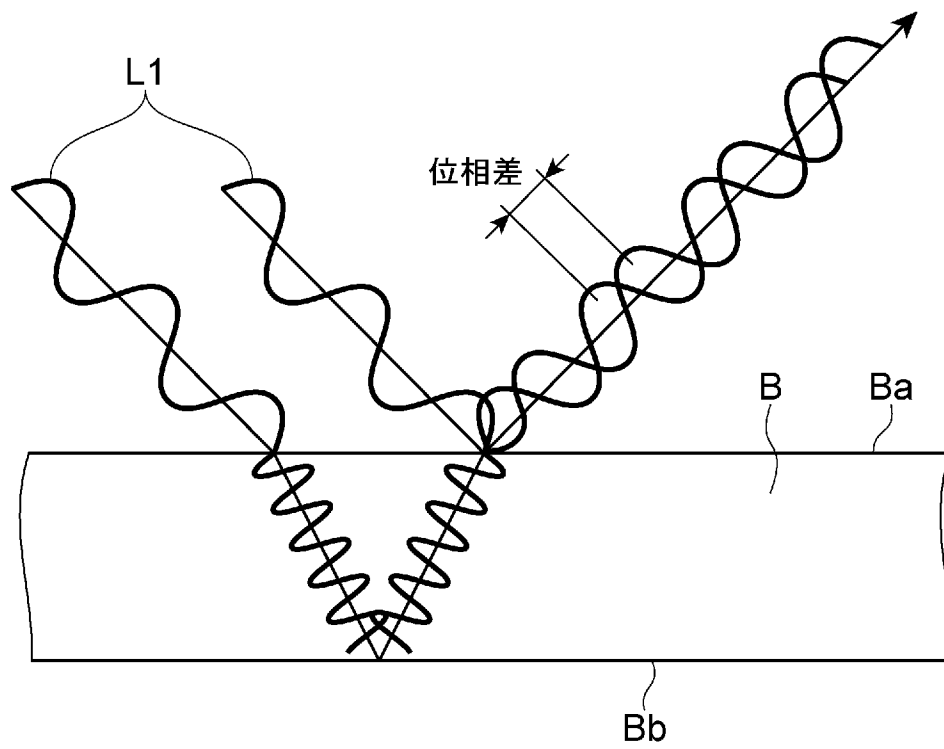
[図26]



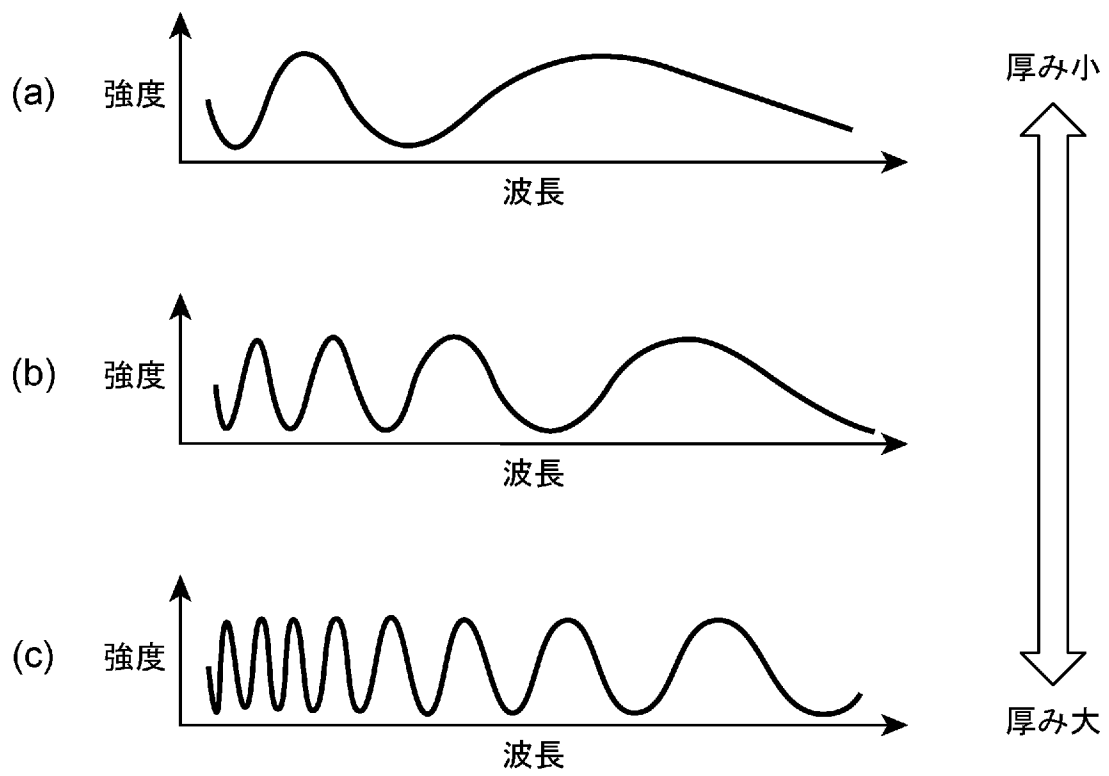
[図27]



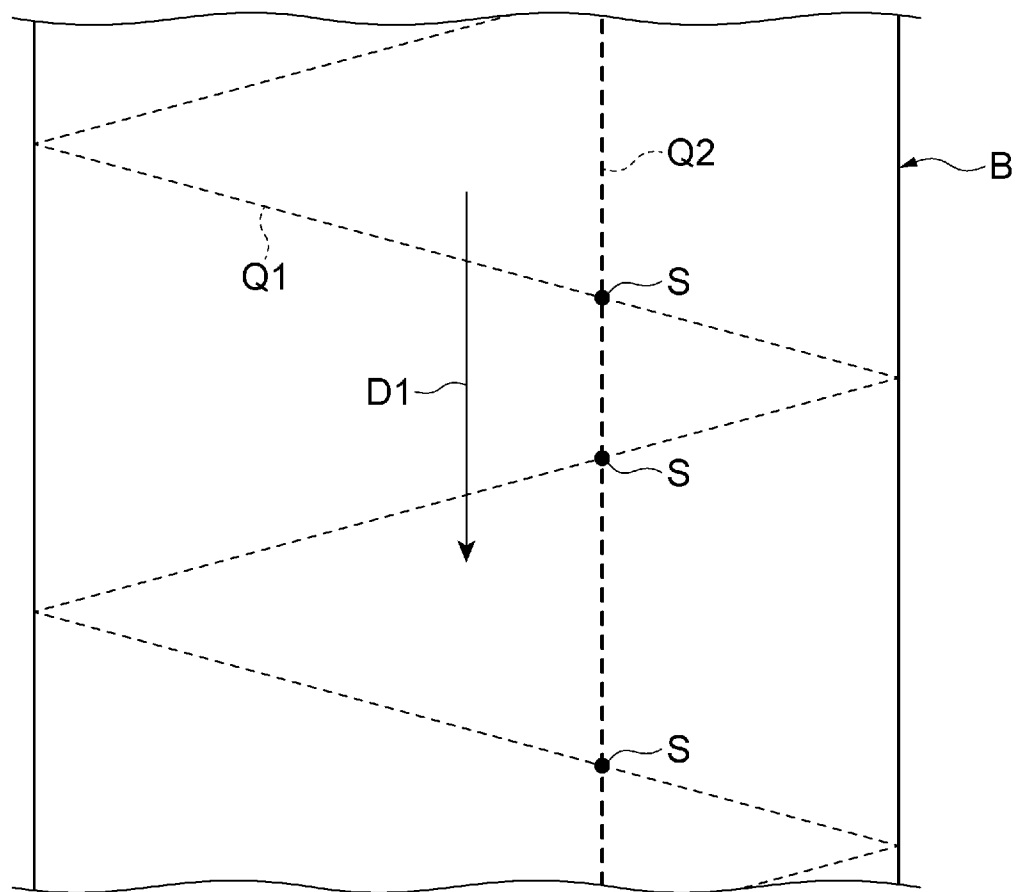
[図28]



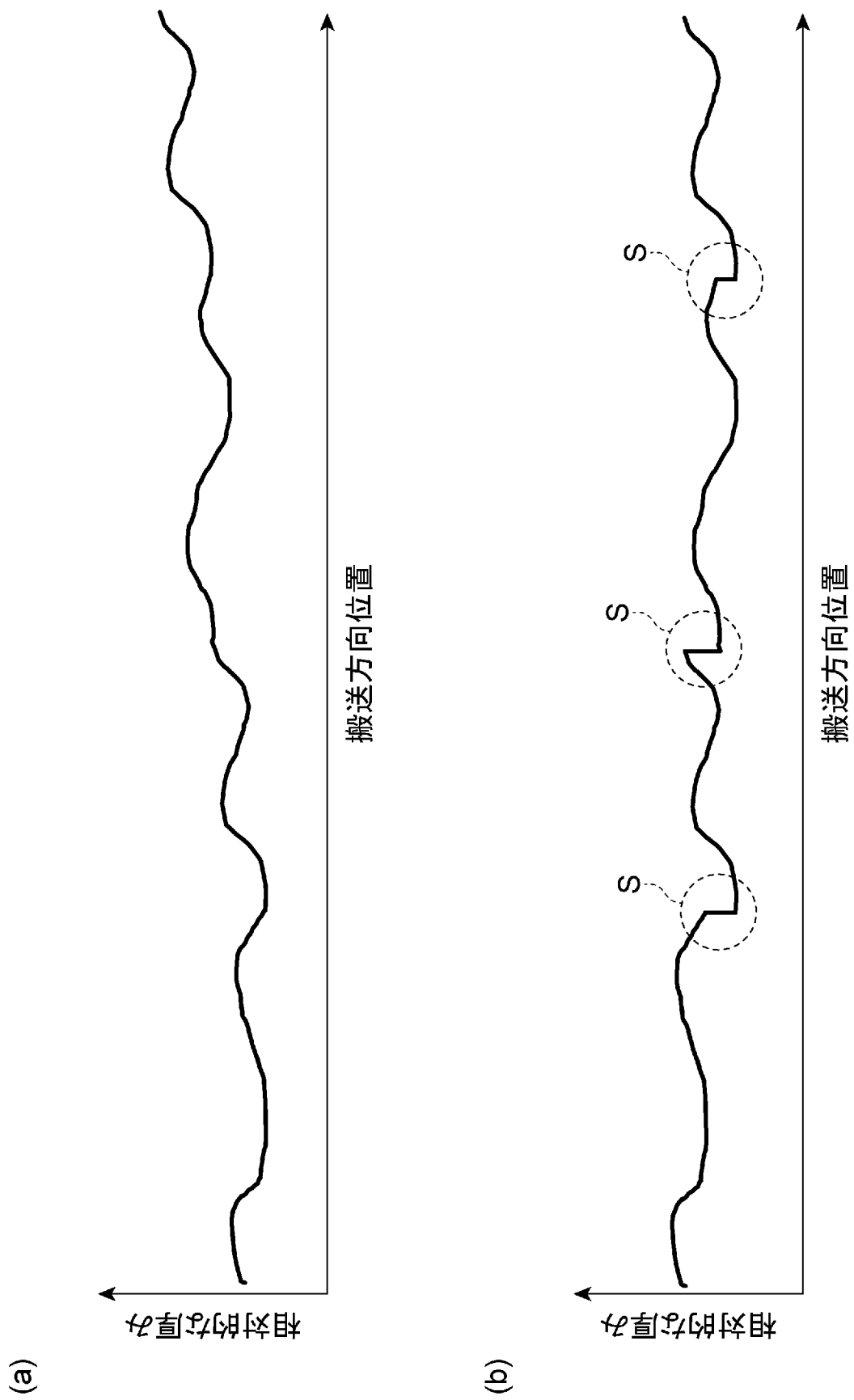
[図29]



[図30]



[図31]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/007633

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01B 11/06**(2006.01)i

FI: G01B11/06 101H

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)

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2000-241125 A (NIPPON ELECTRO SENSARI DEVICE K.K.) 08 September 2000 (2000-09-08) entire text, all drawings	1-15
A	JP 2004-219108 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 05 August 2004 (2004-08-05) entire text, all drawings	1-15
A	WO 2016/199683 A1 (SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.) 15 December 2016 (2016-12-15) entire text, all drawings	1-15
A	JP 2013-190224 A (KONICA MINOLTA, INC.) 26 September 2013 (2013-09-26) entire text, all drawings	1-15
A	WO 2009/090871 A1 (SAKI CORP.) 23 July 2009 (2009-07-23) entire text, all drawings	1-15



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

28 April 2023

Date of mailing of the international search report

16 May 2023

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/JP2023/007633

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2000-241125	A	08 September 2000	(Family: none)	
JP	2004-219108	A	05 August 2004	(Family: none)	
WO	2016/199683	A1	15 December 2016	US 2018/0172499	A1
				whole document	
				CN 107636428	A
				KR 10-2018-0016415	A
				JP 2017-3476	A
JP	2013-190224	A	26 September 2013	(Family: none)	
WO	2009/090871	A1	23 July 2009	US 2010/0289891	A1
				whole document	
				CN 101910784	A
				JP 2009-168581	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01B 11/06(2006.01)i FI: G01B11/06 101H		
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）） 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 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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	JP 2000-241125 A（日本エレクトロセンサリデバイス株式会社）08.09.2000（2000 - 09 - 08） 全文全図	1-15
A	JP 2004-219108 A（大日本印刷株式会社）05.08.2004（2004 - 08 - 05） 全文全図	1-15
A	WO 2016/199683 A1（住友化学株式会社）15.12.2016（2016 - 12 - 15） 全文全図	1-15
A	JP 2013-190224 A（コニカミノルタ株式会社）26.09.2013（2013 - 09 - 26） 全文全図	1-15
A	WO 2009/090871 A1（株式会社サキコーポレーション）23.07.2009（2009 - 07 - 23） 全文全図	1-15
☐ 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、一般の技術水準を示すもの “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 “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 28.04.2023		国際調査報告の発送日 16.05.2023
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） 櫻井 仁 2S 9008 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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/JP2023/007633

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2000-241125	A	08.09.2000	(ファミリーなし)	
JP	2004-219108	A	05.08.2004	(ファミリーなし)	
WO	2016/199683	A1	15.12.2016	US 2018/0172499	A1
				WHOLE DOCUMENT	
				CN 107636428	A
				KR 10-2018-0016415	A
				JP 2017-3476	A
JP	2013-190224	A	26.09.2013	(ファミリーなし)	
WO	2009/090871	A1	23.07.2009	US 2010/0289891	A1
				WHOLE DOCUMENT	
				CN 101910784	A
				JP 2009-168581	A