

(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  
2019年8月15日(15.08.2019)



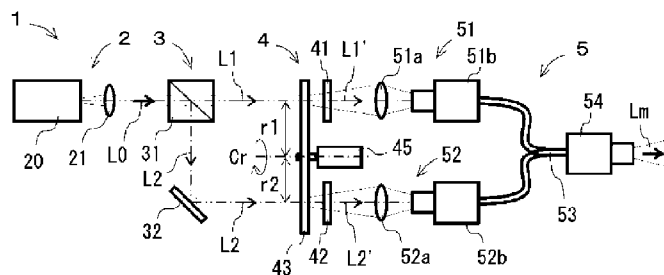
(10) 国際公開番号

WO 2019/155777 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 27/48 (2006.01) H01S 3/10 (2006.01)  
G01N 21/956 (2006.01) G03B 21/14 (2006.01)  
H01L 21/66 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/047820
- (22) 国際出願日: 2018年12月26日(26.12.2018)
- (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 2018-020861 2018年2月8日(08.02.2018) JP  
特願 2018-231496 2018年12月11日(11.12.2018) JP
- (71) 出願人: 東レエンジニアリング株式会社(TORAY ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1030028 東京都中央区八重洲1丁目3番22号(八重洲龍名館ビル) Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 村田 浩之 (MURATA, Hiroyuki); 〒5202141 滋賀県大津市大江一丁目1番45号 東レエンジニアリング株式会社内 Shiga (JP). 大久保 憲治(OKUBO, Kenji); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜2-6-23(金子第二ビル) 東レエンジニアリング株式会社内 Kanagawa (JP). 石川 直道 (ISHIKAWA, Naomichi); 〒5202141 滋賀県大津市大江一丁目1番45号 東レエンジニアリング株式会社内 Shiga (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, JO, 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,

(54) Title: LASER LIGHT SOURCE DEVICE AND INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ光源装置および検査装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a laser light source device that uses a high-power laser and has a long life and reduced speckle noise. The present invention is a laser light source device (1) that emits laser light and comprises: a light beam branching section (3) that branches a light beam (L0) emitted from a laser light source unit (2) into a first branching light beam (L1) and a second branching light beam (L2); and a light beam combining unit (5) that combines the first branching light beam (L1) and the second branching light beam (L2). The optical path length of the second branching light beam (L2) is set longer than the optical path length of the first branching light beam (L1), and diffusing plates (41, 42, 43) are provided in the optical paths of the first branching light beam (L1) and the second branching light beam (L2).

(57) 要約: 本発明は、高出力レーザを用いつつ、長寿命でスペックルノイズを低減させたレーザ光源装置を提供することを目的とする。本発明は、レーザ光を出射するレーザ光源装置(1)であって、レーザ光源部(2)から出射した光束(L0)を第1分岐光束(L1)および第2分岐光束(L2)に分岐する光束分岐部(3)と、第1分岐光束(L1)および第2分岐光束(L2)を合成する光束合成部(5)とを備え、第1分岐光束(L1)の光路長よりも第2分岐光束(L2)の光路長の方が長く設定されており、第1分岐光束(L1)および第2分岐光束(L2)の光路に拡散板(41, 42, 43)を備えている。

WO 2019/155777 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, 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,  
MW, MZ, NA, RW, 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))

## 明 細 書

**発明の名称**： レーザ光源装置および検査装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、レーザ光を出射するレーザ光源装置および、その光源を備えた検査装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] レーザ光は単色性および指向性に優れ、レーザ光を光源として用いると、小型、高出力、長寿命な光源手段として利用できる。そのため、レーザ光源は、ランプ光源に代えて、検査装置の光源やデジタルミラーデバイスやプロジェクションディスプレイ等の映像表示装置等に用いられている。

[0003] 特に、ワークの表面や裏面、内部を観察等する形態では、レーザ光源を用いることで観察等に必要の高光量を得やすくなり、単位時間当たりの処理枚数を増やすことができる。

[0004] しかし、レーザ光源が有する高い可干渉性（いわゆる、コヒーレンス特性）により、レーザ光が照射されたワーク表面や投射スクリーンなどの粗面では、反射・散乱した光同士が干渉し合い、スペックルノイズと呼ばれる特有の干渉ノイズ（輝点や暗点など。単に、スペックルとも言う）が含まれてしまう。そのため、レーザ光源に起因するスペックルを低減させる手法が種々提案されている（例えば、特許文献1～2）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2016-133393号公報

特許文献2：特開2010-224311号公報

特許文献3：特開2011-107144号公報

#### 非特許文献

[0006] 非特許文献1：オプトサイエンス社、取扱製品>>レーザスペックルリデューサ、[online]、[平成30年1月30日検索]、インターネット<URL：http:

[//www.optoscience.com/maker/optotune/lineup/LSR/LSR.html](http://www.optoscience.com/maker/optotune/lineup/LSR/LSR.html)>

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 第1に、

スペックル低減の具体例として、非特許文献1に示す様な光学素子をレーザ光の光路中に配置する形態が知られている。しかし、非特許文献1に開示されている様な光学素子は、樹脂材料を基材とする構成のものが一般的である。そのため、レーザ光のパワー密度（つまり、単位面積当たりのエネルギー強度）が高いと、樹脂材料がダメージを受け、光源装置としての寿命が低下してしまうおそれがある。

[0008] 一方、特許文献1, 2に開示されている様に、レーザ光を分岐し、それぞれのレーザ光の光路長を変えた後に再合成する方式では、十分にスペックルが低減できないという課題があった。

[0009] そのため、高出力レーザを用いつつ、長寿命でスペックルノイズが少ないレーザ光源装置の具現化が求められていた。

[0010] そこで本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、高出力レーザを用いつつ、長寿命でスペックルノイズを低減させたレーザ光源装置を提供することを、第1の目的としている。

[0011] 第2に、

特許文献3に開示されている様なレーザ光源を用いた検査装置の場合には、レーザ光にスペックルノイズが含まれ、微小な異物やボイドか、ノイズかの判別が困難であった。一方、レーザ以外の光源では干渉性が弱く、微小なボイドを検出することが困難であった。

[0012] そこで本発明は、干渉性の強いレーザ光源を用いつつ、スペックルノイズが良好に除去されたレーザ光源を備えた検査装置を提供することを、第2の目的としている。

### 課題を解決するための手段

[0013] 以上、第1の課題を解決するために、本発明に係る一態様は、

レーザ光を出射するレーザ光源装置であって、  
レーザ光源から出射した光束を第1分岐光束および第2分岐光束に分岐する光束分岐部と、  
第1分岐光束および第2分岐光束を合成する光束合成部とを備え、  
第1分岐光束の光路長よりも第2分岐光束の光路長の方が長く設定されており、  
第1分岐光束および第2分岐光束の光路に拡散板を備えたことを特徴とする。

- [0014] 一方、第2の課題を解決するために、本発明に係る一態様は、請求項1～6のいずれかに記載のレーザ光源装置と、積層体を保持する保持部と、レーザ光源装置から出射されて、積層体に設定された検査領域を通過または反射した光を撮像する撮像装置と、撮像装置で撮像された画像の輝度情報に基づいて、積層体の界面に潜む異物やボイドを検査する検査部とを備えた、検査装置である。

### 発明の効果

- [0015] 第1の課題を解決するための上記のレーザ光源装置によれば、高出力レーザを用いつつ、長寿命でスペckルノイズを良好に低減することができる。
- [0016] 第2の課題を解決するための上記の検査装置によれば、スペckルノイズが良好に除去されたレーザ光源を用いて検査するので、微小な異物やボイドの検出が可能になる。

### 図面の簡単な説明

- [0017] [図1]本発明を具現化する形態の一例の全体構成を示す概略図である。  
[図2]本発明を具現化する別の形態の一例の全体構成を示す概略図である。  
[図3]本発明を具現化する別の形態の一例の全体構成を示す概略図である。  
[図4]本発明を具現化する別の形態の一例の全体構成を示す概略図である。  
[図5]本発明を具現化する各形態の変形例の全体構成を示す概略図である。  
[図6]本発明を具現化する別の態様の一例の全体構成を示す概略図である。

## 発明を実施するための形態

[0018] 以下に、本発明を実施するための形態について、図を用いながら説明する。

[0019] <第1の態様>

図1は、本発明を具現化する形態の一例の全体構成を示す概略図である。

図1には、本発明に係るレーザ光源装置1の概略図が示されている。

[0020] レーザ光源装置1は、レーザ光源部2、光束分岐部3、拡散板部4、光束合成部5等を備えており、外部へレーザ光L<sub>m</sub>を出射するものである。

[0021] レーザ光源部2は、レーザ光を出射するものである。具体的には、レーザ光源部2には、レーザ発振器20、ビーム調整部21が備えられている。レーザ発振器20は、レーザ光を出射する光源であり、半導体レーザ（レーザダイオード、LDとも呼ばれる）や固体レーザ、ガスレーザ等が例示できる。ビーム調整部21は、コリメートレンズ、ビームエキスパンダ等を備え、レーザ発振器20から出射されたレーザ光を平行状態にしたり、所定のビーム径に広げたりして、所望の光束L<sub>0</sub>に調整するものである。

[0022] 光束分岐部3は、レーザ光源部2から出射した光束L<sub>0</sub>を第1分岐光束L<sub>1</sub>および第2分岐光束L<sub>2</sub>に分岐するものである。

具体的には、光束分岐部3は、ビームスプリッタ31とミラー32とを備えている。そして、第1分岐光束L<sub>1</sub>の光路長よりも第2分岐光束L<sub>2</sub>の光路長の方が長く設定されている。

[0023] ビームスプリッタ31は、入射面（図では左方）から入ってきた光を内部で分岐し、2方向（図では右方と下方）に出射するものである。具体的には、ビームスプリッタ31は、入射光の一部（例えば50%）を通過させ、一部（例えば、50%）を反射させるものである。

[0024] 具体的には、ビームスプリッタ31は、偏光方向を変えずに2方向に光束を分岐するものや、偏光ビームスプリッタと呼ばれる光学素子（垂直偏光と水平偏光のレーザ光に各々分岐して出射するもの）が例示できる。或いは、ビームスプリッタ31に代えて、ハーフミラーを配置しても良い。

ミラー32は、ビームスプリッタ31から出射した一方の光束を反射させ、出射方向を（図では下向きから右向きに）変えるものである。

[0025] より具体的には、ビームスプリッタ31で分岐された2つの光束のうち、直進して（図では右方に）出射する方を第1分岐光束L1と呼び、角度を変えて（図では下向きに）出射する方を第2分岐光束L2と呼ぶ。そして、ミラー32は、第2分岐光束L2が第1分岐光束L1と概ね平行となるよう、第2分岐光束L2の光軸に対して45度傾斜させて配置されている。

[0026] 拡散板部4は、第1分岐光束L1および第2分岐光束L2の光路に配置されて、平行光として入射した第1分岐光束L1および第2分岐光束L2を拡散させる（つまり、散乱光に変換する）ものである。具体的には、拡散板部4は、拡散板41、42、43を備えている。

[0027] 拡散板41、42は、後述の第1受光部51、第2受光部52と対向して配置されている。拡散板43は、第1分岐光束L1および第2分岐光束L2の光路を横切るような位置に、拡散板41、42と対向して配置されている。

[0028] 拡散板43は、回転機構45に取り付けられており、回転中心Cr周りに回転する。

なお、拡散板43において、拡散板43の回転中心Crに対する第1分岐光束L1および第2分岐光束L2の光路を横切る位置（つまり、半径r1、r2）は、それぞれ異なる距離に設定されている。

[0029] 光束合成部5は、第1分岐光束L1'および第2分岐光束L2'を合成するものである。具体的には、光束合成部5は、第1受光部51、第2受光部52、ファイバ部53、出射部54を備えており、分岐ライトガイドとも呼ばれる。

[0030] 第1受光部51は、偏光板43、41を通過して拡散した第1分岐光束L1'を受光するものである。第1受光部51は、集光レンズ51aと口金部51bとを備えている。

第2受光部52は、偏光板43、42を通過して拡散した第2分岐光束L2

'を受光するものである。第2受光部52は、集光レンズ52aと口金部52bとを備えている。

[0031] 集光レンズ51a, 52aは、拡散板41, 42, 43を通過して拡散した第1分岐光束L1'および第2分岐光束L2'を集光させ、口金部51b, 52bに導くものである。なお、拡散した第1分岐光束L1'および第2分岐光束L2'の有効面積に対して、第1受光部51の口金部51bおよび第2受光部52の口金部52bの受光面積が、実質的に同等ないしそれ以上に広ければ、集光レンズ51a, 52aは省いても良い。

[0032] ファイバ部53は、第1受光部51で受光した光束L1'と第2受光部52で受光した光束L2'とを合成して出射部54へ導くものである。具体的には、ファイバ部53は、多数の光ファイバを束ねたものであり、一方の端部が第1受光部51の口金部51bまたは第2受光部52の口金部52bと接続されており、反対側の端部が出射部54と接続されている。

[0033] 出射部54は、合成した光束のレーザ光Lmを出射するものである。なお、レーザ光Lmは、所定の拡がり角を有している。

[0034] 本発明に係るレーザ光源装置1は、このような構成をしているため、複数のスペckルパターンが重なり合うことで、スペckルが平均化され、パターンのコントラストが下がる。そのため、レーザ光源であっても、スペckルを低減させたレーザ光Lmとして出射することができる。

[0035] そして、光束分岐部3を備え、パワー密度が低くなった光路中に拡散板部4を配置しているため、拡散板部4のダメージを低減させることができる。さらに、光束分岐部3は、それぞれの分岐光束L1, L2の光路長が異なるため、出射部54から出射されるレーザ光Lmの干渉性を下げ、スペckルを低減させることができる。

[0036] さらに、拡散板部4は、拡散板41, 42が、回転式の拡散板43と対向配置されており、複数の拡散板によりスペckルの低減効果をより高めることができる。また、拡散板43が回転移動することで、同じ位置にレーザ光L1, L2が照射されず、拡散の成分（散乱光の強度分布とも言う）が常に

変化する。そのため、撮像や投影される単位時間当たりに多数のスペックルパターンが重なり合う様にできる。さらに、このスペックルパターンの重なり合いは、光束の分岐数との組合せでより多くなり、スペックルをより一層低減させる相乗効果がもたらされる。

[0037] 一方、拡散板43の回転移動は、連続して同じ箇所にレーザ光が照射されず、回転による対流で冷却効果が生じ、これらが相まって、レーザ光による拡散板43へのダメージをより一層軽減できる。さらに、回転式の拡散板43に照射される第1分岐光束L1と第2分岐光束L2とが、回転中心Crから異なる位置に照射されるため、レーザ光による拡散板43へのダメージをより軽減できる。

[0038] つまり、本発明に係るレーザ光源装置1は、高出力レーザを用いつつ、長寿命でスペックルノイズを良好に低減することができる。

[0039] [別の形態]

なお上述では、本発明に係る光束合成部5の具体的な形態として、多数の光ファイバを束ねた分岐ライトガイドを例示した。この様な構成であれば、第1受光部51および第1受光部51で受光した光を効率よく出射部53に導光でき、さらに出射部53の取り回しが自在にできるので好ましい。しかし、本発明を具現化する上で、上述の様な光束合成部5を備えた形態に限らず、別の形態であっても良い。

[0040] [別の形態]

なお上述では、本発明に係る拡散板部4の具体的な形態を例示しつつ、それを備えたレーザ光源装置1の優れた作用・効果を述べた。しかし、本発明を具現化する上で、上述の様な拡散板部4を備えた形態に限らず、別の形態であっても良い。

[0041] 図2～4は、本発明を具現化する別の形態の一例の全体構成を示す概略図である。図2～4には、本発明に係るレーザ光源装置1B～1Dの概略図が示されている。

[0042] レーザ光源装置1B～1Dは、上述した拡散板部4とは異なる構成の拡散

板部 4 B～4 D を備えている。なお、他の構成要素は同じであるため詳細な説明は省き、相違する部位について説明する。

[0043] なお上述では、拡散板部 4 の具体例として、第 1 分岐光束 L 1 および第 2 分岐光束 L 2 の光路中に複数の拡散板（具体的には、拡散板 4 1, 4 2 と、拡散板 4 3）を備えた形態を示した。この様な形態であれば、複数の拡散板により拡散効果が高まり、分岐した光束を重ね合わせ（つまり、合成）したときのスペックル低減効果を高めることができる。

[0044] しかし、1つの拡散板で所望の拡散効果が得られる場合、第 1 分岐光束 L 1 および第 2 分岐光束 L 2 の光路中それぞれに、少なくとも 1つの拡散板 4 1～4 3 が配置されていれば良い（図 2～4 参照）。そうすることで、拡散板部 4 を透過させる光束 L 1' , L 2' の光量が増えるため、好ましい。

[0045] なお上述では、拡散板部 4, 4 B の具体例として、第 1 分岐光束 L 1 および第 2 分岐光束 L 2 が、回転式の拡散板 4 3 に対して回転中心 C r からそれぞれ異なる位置に照射される形態を示した。この様な形態であれば、レーザー光の照射位置が同心円上に重ならず、拡散板 4 3 に対するダメージが蓄積しにくいので好ましい。

[0046] しかし、本発明を具現化する上で、拡散板部 4, 4 B は、上述の様な形態に限らず、第 1 分岐光束 L 1 および第 2 分岐光束 L 2 が照射される位置を、回転中心 C r から同じ距離（つまり、 $r_1 = r_2$ ）に設定しても良い（図 1, 2 参照）。

[0047] なお上述では、拡散板部 4, 4 B の具体例として、第 1 分岐光束 L 1 および第 2 分岐光束 L 2 の光路中に回転式の拡散板 4 3 を備えた形態を示した。この様な形態であれば、拡散板 4 3 は、第 1 分岐光束 L 1 および第 2 分岐光束 L 2 の光路と直交する方向に回転移動することで周りの空気が対流し、拡散板 4 3 に蓄積される熱を空气中に放熱させることができるので好ましい。

[0048] しかし、拡散板 4 3 を回転機構 4 5 により回転させる形態は、本発明を具現化する上で必須ではなく、下述の様にしても良い。

・ 拡散板部 4 C : 光路と直交する方向（図中、上／下方向や手前／奥方向）

に往復移動させる振動機構46a～cや揺動機構等により拡散板43および／または拡散板41, 42を往復移動または旋回移動させる(図3参照)。

・拡散板部4D: 拡散板43および／または拡散板41, 42を固定配置させる(図4参照)。

・必要に応じて、拡散板43および／または拡散板41, 42に向けて、常温ないし低温の空気や窒素などを吹き付け(エアブロー)する(不図示)。

[0049] [変形例]

なお上述では、光束分岐部3は、ビームスプリッタ31とミラー32を備えた構成を例示した。このような構成であれば、光量ロスが少なく、レーザ光として直進性を保つので扱いやすい。

[0050] しかし、本発明を具現化する上で、上述のような形態の光束分岐部3に限らず、下述の様にしても良い。

[0051] 図5は、本発明を具現化する各形態の変形例の全体構成を示す概略図である。図5には、本発明に係るレーザ光源装置1Eの概略図が示されている。

[0052] レーザ光源装置1Eは、上述した光束分岐部3とは異なる構成の光束分岐部3Eを備えている。なお、他の構成要素は上述と同様の拡散板部4, 4B～4Dや、光束合成部5を適宜選択可能であるため詳細な説明は省き、相違する部位について説明する。

[0053] 光束分岐部3Eは、多数の光ファイバを束ねた分岐ライトガイドで構成されており、それぞれの光路長が異なる長さに設定されている。具体的には、光束分岐部3Eは、受光部35、ファイバ部36、第1投光部37、第2投光部38を備えている。

[0054] 受光部35は、レーザ光源部2から出射された光束L0を受光するものである。

ファイバ部36は、受光部35で受光した光を第1投光部37および第2投光部38に分配しつつ導くものである。具体的には、ファイバ部36は、多数の光ファイバを束ねたものであり、一方の端部が受光部35と接続されており、反対側の端部が第1投光部37または第2投光部38と接続されてい

る。また、ファイバ部36は、受光部35から第1投光部37までの距離よりも、受光部35から第2投光部38までの距離（つまり、光路長）の方が長く設定されている。

第1投光部37は、分岐された第1分岐光束L1を出射するものである。

第2投光部38は、分岐された第2分岐光束L2を出射するものである。

[0055] [変形例]

なお上述では、レーザ光源装置1, 1B~1Eを例示し、レーザ発振器2から出射した光束L0を2分岐させる構成を示した。しかし、本発明を具現化する上では、2分岐に限定されず、それ以上に分岐しても良く、それぞれ分岐した光束の光路長が異なるように設定し、それぞれの分岐した光束の光路中に拡散板4, 4B~4Dを配置する構成であっても良い。

[0056] <第2の態様>

図6は、本発明を具現化する別の態様の一例の全体構成を示す概略図である。図6には、本発明に係る検査装置Kの概略図が示されている。

[0057] 検査装置Kは、光透過性を有する積層体Wの界面に潜む異物やボイドBを検査するものである。具体的には、検査装置Kは、上述のレーザ光源装置1、保持部H、撮像装置C、検査部S、相対移動部M、制御部CN等を備えている。ここでは、積層体Wの具体例として、2枚のシリコンウエーハが貼り合わされたものを示し、詳細な説明を行う。

[0058] レーザ光源装置1は、積層体Wに設定した検査領域に向けてレーザ光を出射するものである。具体的には、レーザ光源装置1は、積層体Wの検査領域Fを含む所定の領域に向けて、観察光Lvを生じさせるために必要な光量の照明光Lfを照射するものである。より具体的には、レーザ光源装置1は、第1の態様として上述したのものをを用い、合成した光束のレーザ光Lmを照明光Lfとして利用する。なお、レーザ光源装置1は、図示する様な同軸落斜照明のほか、反射照明や透過照明などが例示できる。また、照明光Lfとしては、積層体Wを透過する波長1000~1100nmを含む赤外光が例示できる。

- [0059] そのため、積層体Wの界面に異物やボイドBが潜んでいれば、レーザ光が異物で遮光されたり、ボイドで光干渉が発生したりするため、検査領域Fにおいて、異物やボイドBがあるところと無いところ（いわゆる、背景や周囲）とで光の強度が異なって表れる。
- [0060] 保持部Hは、積層体Wを保持するものである。具体的には、保持部Hは、積層体Wの外縁部分（外周エッジとも言う）を把持し、所定の姿勢で保持する構成をしている。より具体的には、保持部Hは、積層体Wの外縁を取り囲むように複数（図6では、4箇所を例示）配置された把持部材H1を備え、これら把持部材H1は、積層体Wの外縁と接触する部位が略Σ形状や円弧状に凹んだ形状をしている。さらに、保持部Hは、これら把持部材H1を積層体Wの外縁よりも外側／内側に向けて移動させる開閉機構（不図示のアクチュエータ、ソレノイド等）を備えている。そして、開閉機構は、保持台H2に取り付けられている。
- [0061] 撮像装置Cは、検査領域Fを通過した光または検査領域Fで反射した光を撮像するものである。具体的には、撮像装置Cは、撮像カメラC1、鏡筒C2、対物レンズC4等を備えている。
- [0062] 撮像カメラC1は、撮像素子C3を備え、積層体Wに設定された検査領域Fの像を撮像するものである。具体的には、撮像カメラC1は、撮像素子C3で受光した光を電気信号に変換し、映像信号（アナログ信号）や画像データ（デジタル信号）として外部に出力するものである。
- [0063] 鏡筒C2は、撮像カメラC1、対物レンズC2、レーザ光源装置1の出射部54を所定の配置で固定するものである。具体的には、鏡筒C2は、略T字形状の筒状フレームを備え、各端部に、撮像カメラC1、対物レンズC2、レーザ光源装置1の出射部54が取り付けられている。また、鏡筒C2内には、ハーフミラー等が配置されている。また、鏡筒C2は、連結部材Kbを介して装置フレームKfに取り付けられている。
- [0064] 対物レンズC4は、積層体Wに設定された検査領域Fの像を撮像カメラC1の撮像素子C3に結像させるものであり、保持部Hで保持される積層体W

と対向するように配置されている。対物レンズC 4は、レボルバー機構にて異なる倍率のものを切り換える構成としても良いし、ズームレンズや固定倍率のレンズを1つ備えた構成でも良い。

[0065] このように、撮像装置Cの具体的な構成として、レーザ光源装置1の出射部5 4から出射した光L mが、鏡筒C 2内のハーフミラーで反射されて対物レンズC 4から照明光L fとして積層体Wに向けて照射され、検査領域Fで反射した光（つまり、観察光）L vが、対物レンズC 4から取り入れられ、ハーフミラーを通過して撮像カメラC 1に入射する構成（いわゆる、同軸落斜方式）が例示できる。

[0066] 検査部Sは、撮像装置Cで撮像された画像の輝度情報に基づいて、積層体Wの界面に潜む異物やボイドBを検査するものである。具体的には、検査部Sは、画像処理部や判定部等を備え、検査領域Fを撮像した画像を処理し、当該画像の輝度情報に基づいて背景画像（正常部位を示す画像）の中に、異物やボイドBの特徴を示す部位が存在するか否かを判定したり、異物やボイドBの場所や個数、大きさなどを記録したり外部に出力したりする構成をしている。より具体的には、検査部Sは、コンピュータや画像処理装置等（つまり、ハードウェア）と、その実行プログラム等（つまり、ソフトウェア）で構成されている。

[0067] 相対移動部Mは、保持部Hと撮像装置Cとを相対移動させるものである。具体的には、相対移動部Mは、積層体Wの表面と平行な方向（X方向／Y方向と呼ぶ）に保持部Hと撮像装置Cとを相対移動させるものである。より具体的には、相対移動部Mは、X軸ステージM 1、Y軸ステージM 2、回転機構M 3を備えている。

[0068] X軸ステージM 1は、装置フレームK fに取り付けられており、X方向に延びるレールとそのレール上を移動／静止する可動部とを備えている。

[0069] Y軸ステージM 2は、X軸ステージM 1の可動部に取り付けられており、Y方向に延びるレールとそのレール上を移動／静止する可動部とを備えている。

- [0070] 回転機構M3は、Y軸ステージM2の可動部に取り付けられており、XY平面に直交するZ軸を回転軸として回転/静止する回転部を備えている。保持部Hは、回転機構M3の回転部に取り付けられている。
- [0071] なお、X軸ステージM1とY軸ステージM2の可動部は、リニアモータや回転モータとボールネジ等により制御部CNからの制御信号に基づいて移動/静止/位置決め等の制御が行われる。また、回転機構M3の回転部は、DDモータや回転モータとギア等により制御部CNからの制御信号に基づいて回転/静止/角度変更等の制御が行われる。
- [0072] 制御部CNは、検査装置Kの各機器を制御するものである。具体的には、制御部CNは、予め登録された手順データ（いわゆる、検査レシピ）に基づいて、相対移動部Mの制御のほか、撮像装置Cの撮像カメラC1に撮像開始のトリガ信号出力、保持部Hの開閉機構に開/閉動作のための信号出力、レーザ光源装置1のレーザ発振器にレーザ光を出射させるための信号出力や、撮像装置Cのレボルバー機構の切り換え制御等を行うものである。より具体的には、制御部CNは、プログラマブルロジックコントローラやコンピュータなど（つまり、ハードウェア）と、その実行プログラム等（つまり、ソフトウェア）で構成されている。
- [0073] この様な構成をしているので、検査装置Kは、積層体Wの検査領域Fの位置を逐次変更しながら撮像装置Cで撮像して、各検査領域Fの画像を処理し、積層体Wの界面に潜む異物やボイドを検査することができる。
- [0074] このとき、積層体Wに向けて照射される照明光Lfは、本発明に係るレーザ光源装置1から出射されたレーザ光を利用するものなので、スペckルノイズが良好に除去されている。そのため、レーザ光が有する強い干渉性を利用して微小な異物やボイドの検出が可能である。
- [0075] なお、本発明に係る検査装置Kは、上述のレーザ光源装置1に代えて、上述のレーザ光源装置1B～1Eを備えた構成であっても良い。いずれのレーザ光源装置1, 1B～1Eを用いても、スペckルノイズが良好に除去される。

[0076] なお上述では、検査領域Fで反射した光を撮像する撮像装置Cの具体的な構成として、同軸落斜方式を例示したが、斜光照明方式などであっても良い。或いは、撮像装置Cは、検査領域Fで反射した光を撮像する構成に限らず、検査領域Fを通過した光を撮像する構成（いわゆる、透過照明方式）であっても良い。透過照明方式の場合、レーザ光源装置1等の出射部54を保持部Hに組み込み、直接またはミラーを介して検査領域Fにレーザ光L<sub>f</sub>を照射し、検査領域Fを通過した光（つまり、観察光）L<sub>v</sub>を撮像装置Cで撮像する構成とすれば良い。

[0077] なお上述では、検査装置Kとして相対移動部Mを備えた構成を例示したが、検査領域Fを広く設定できる場合や、検査領域Fが積層体Wの限られた範囲である場合など、保持部Hと撮像装置Cとを相対移動させる必要がなければ、相対移動部Mを省いた構成であっても良い。また、相対移動部Mを備える場合であっても、積層体Wの方向を合わせる必要が無い場合や保持部Hで代用できる場合は、回転機構3を省いた構成であっても良い。また、相対移動させる方向がXY方向のうち一方向で足りる場合であれば、X軸ステージM1とY軸ステージM2の一方を省いた構成であっても良い。また、相対移動部Mは、保持部H側をXYθ方向に移動／回転させる構成に限らず、撮像装置CをXYθ方向に移動／回転させる構成であっても良いし、部分的に組み合わせた構成であっても良い。

[0078] なお上述では、積層体Wが、シリコンウエーハを貼り合わせたもので、レーザ光源装置1から出射されたレーザ光L<sub>m</sub>を利用して照射される照明光L<sub>f</sub>の波長が、1000～1100nmを含む赤外光である形態を例示した。シリコンウエーハは、波長900nmより短波長の可視光は透過せず、波長900nm以上から徐々に透過率が上がる。そして、概ね波長1000nm以上の赤外光であれば、シリコンウエーハの内部（界面）を観察するのに十分な光量が得られる。一方、波長が1100nmよりも長くなると、撮像カメラC1の撮像素子C3がCCDやCMOSの場合、感度特性が低下する。また、撮像カメラC1の撮像素子C3がInGaAs等の化合物を用いたも

のであれば、当該波長での感度は高いが、動作速度（撮像レート）が遅くなってしまう。そのため、積層体Wが、シリコンウエーハを貼り合わせたものであれば、レーザ光源装置1から照射される照明光L1の波長が、1000～1100nmを含む赤外光であることが好ましい。

[0079] しかし、本発明を具現化する上で、積層体Wに向けて照射される照明光Lfは、これ以外の波長の光でも良く、検査対象となる積層体Wの波長特性（光の透過率など）や撮像素子C3の受光感度特性に応じて設定すれば良い。

### 符号の説明

- [0080]
- |        |                      |
|--------|----------------------|
| 1      | レーザ光源装置              |
| 2      | レーザ光源部               |
| 3      | 光束分岐部                |
| 4      | 拡散板部                 |
| 5      | 光束合成部                |
| 20     | レーザ発振器               |
| 21     | コリメートレンズ             |
| 31     | ビームスプリッタ             |
| 32     | ミラー                  |
| 41     | 拡散板（固定式）             |
| 42     | 拡散板（固定式）             |
| 43     | 拡散板（回転式）             |
| 45     | 回転機構                 |
| 46 a～c | 振動機構                 |
| 51     | 第1受光部（第1分岐光束）        |
| 52     | 第2受光部（第2分岐光束）        |
| 53     | ファイバ部（光ファイバの束）       |
| 54     | 出射部（合成された光束）         |
| L0     | レーザ光源から出射された光束（レーザ光） |
| L1     | 第1分岐光束（偏光板通過前）       |

L 2	第 2 分岐光束（偏光板通過前）
L 1'	第 1 分岐光束（偏光板通過後）
L 2'	第 2 分岐光束（偏光板通過後）
L m	合成されて出射される光束
C r	回転中心
r 1	半径（第 1 分岐光束）
r 2	半径（第 2 分岐光束）
K	検査装置
W	積層体
B	異物やボイド
H	保持部
C	撮像部
S	検査部
F	検査領域
L f	照明光
L v	観察光

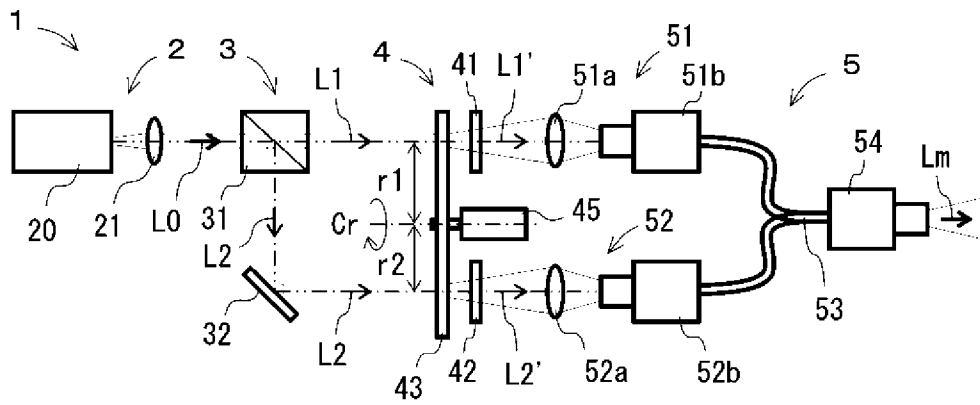
## 請求の範囲

- [請求項1] レーザ光を出射するレーザ光源装置であって、  
レーザ光源部から出射した光束を第1分岐光束および第2分岐光束に分岐する光束分岐部と、  
前記第1分岐光束および前記第2分岐光束を合成する光束合成部とを備え、  
前記第1分岐光束の光路長よりも前記第2分岐光束の光路長の方が長く設定されており、  
前記第1分岐光束および前記第2分岐光束の光路に拡散板を備えたことを特徴とする、レーザ光源装置。
- [請求項2] 前記拡散板を、前記第1分岐光束および前記第2分岐光束の光路と直交する方向に相対移動させる拡散板移動機構を備えたことを特徴とする、請求項1に記載のレーザ光源装置。
- [請求項3] 前記拡散板移動機構は、前記拡散板を回転させる回転機構を備えたことを特徴とする、請求項2に記載のレーザ光源装置。
- [請求項4] 前記第1分岐光束および前記第2分岐光束が、前記拡散板の回転中心からそれぞれ異なる距離に照射されるように配置されていることを特徴とする、請求項3に記載のレーザ光源装置。
- [請求項5] 前記第1分岐光束および前記第2分岐光束の光路には、前記拡散板と対向して配置された拡散板がさらに備えられたことを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載のレーザ光源装置。
- [請求項6] 前記光束合成部が、多数の光ファイバを束ねた分岐ライトガイドを備えたことを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載のレーザ光源装置。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれかに記載のレーザ光源装置と、  
積層体を保持する保持部と、

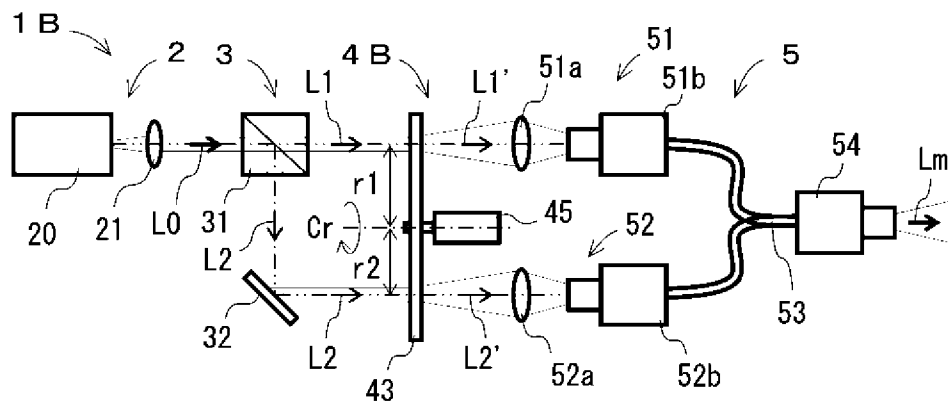
前記レーザ光源装置から出射されて、前記積層体に設定された検査領域を通過または反射した光を撮像する撮像装置と、

前記撮像装置で撮像された画像の輝度情報に基づいて、前記積層体の界面に潜む異物やボイドを検査する検査部とを備えた、検査装置。

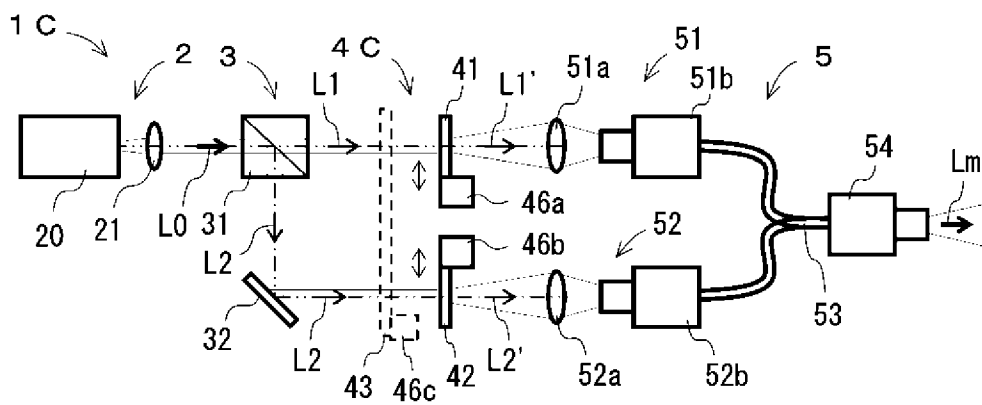
[図1]



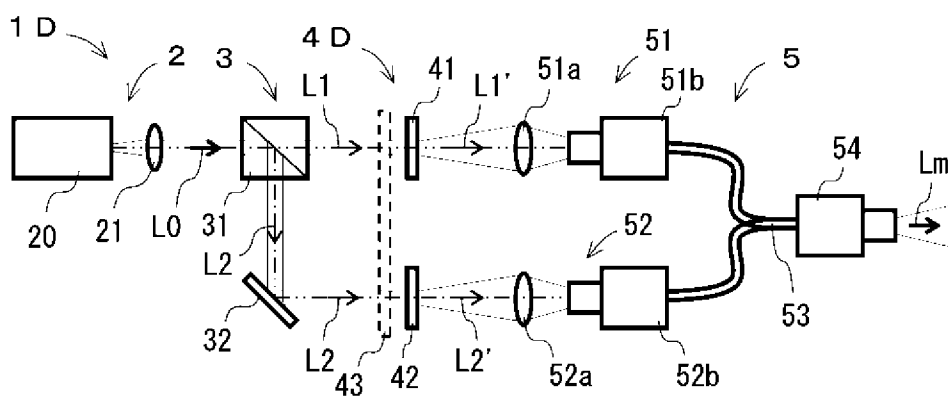
[図2]



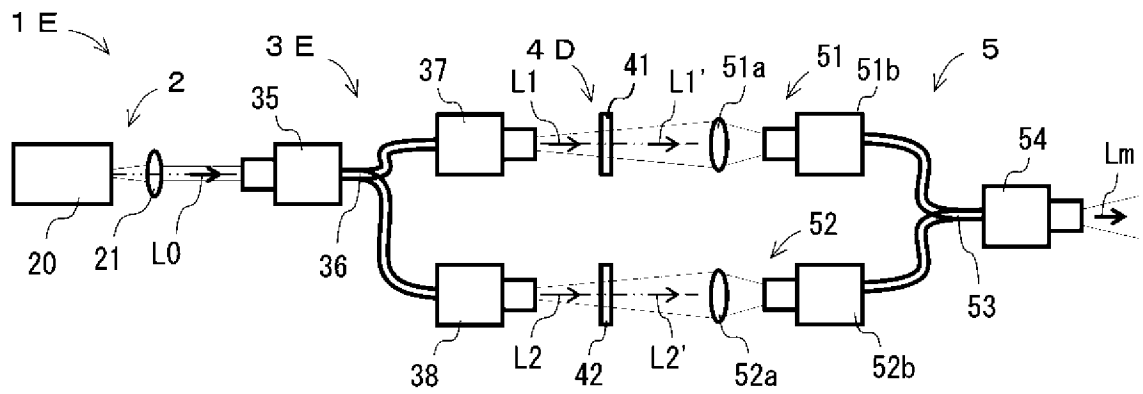
[図3]



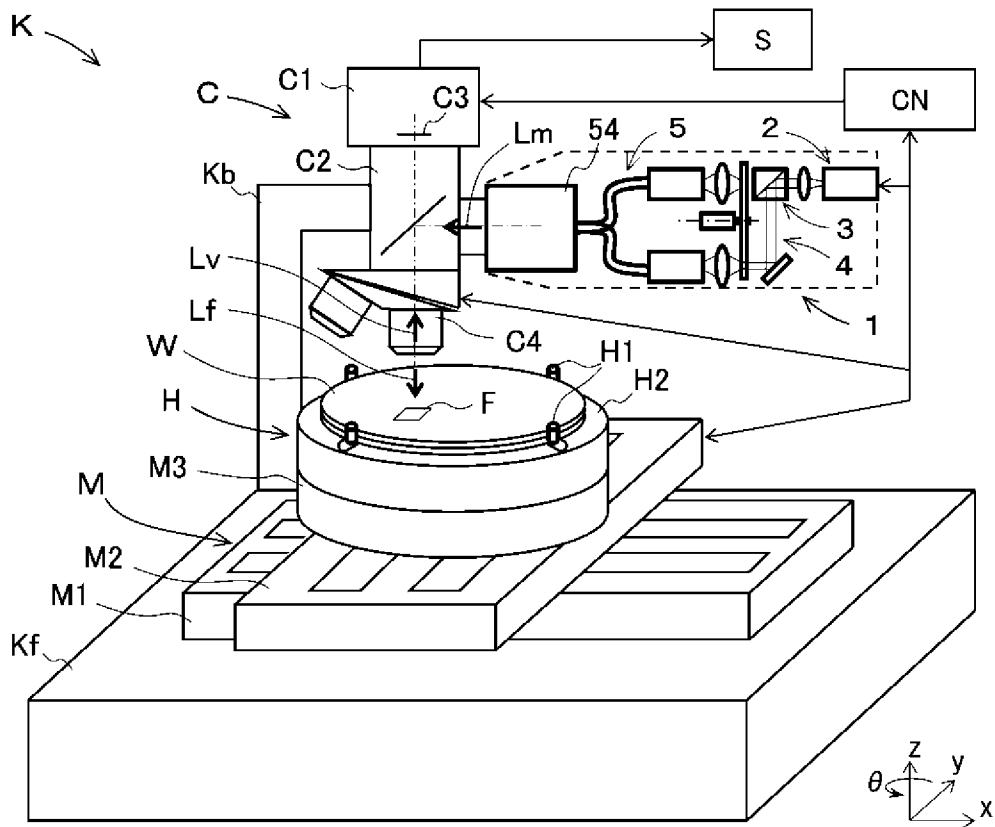
[図4]



[図5]



[図6]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/047820

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
Int.Cl. G02B27/48(2006.01) i, G01N21/956(2006.01) i, H01L21/66(2006.01) i, H01S3/10(2006.01) i, G03B21/14(2006.01) n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. G02B27/48, G01N21/956, H01L21/66, H01S3/10, G03B21/14		
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	1971-2019	
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019	
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2013-222058 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 28	1
Y	October 2013, paragraphs [0039]-[0131], fig. 1-6	5-7
A	(Family: none)	2-4
Y	JP 2011-100093 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 09 May 2011, paragraph [0128], fig. 17-18 & US 2012/0086917 A1, paragraph [0177], fig. 17-18 & WO 2011/040479 A1 & CN 102472955 A	5-7
Y	WO 2009/028438 A1 (SHARP CORP.) 05 March 2009, paragraphs [0062]-[0067], fig. 3 & US 2010/0245773 A1, paragraphs [0067]-[0072], fig. 3	6-7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents:	"I" 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	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	
"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)	"&" document member of the same patent family	
"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		
Date of the actual completion of the international search 12 March 2019 (12.03.2019)	Date of mailing of the international search report 19 March 2019 (19.03.2019)	
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/047820

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-107144 A (FOUNDATION SEOUL TECHNOPARK) 02 June 2011, paragraphs [0019], [0030]-[0046], fig. 7 & US 2011/0122403 A1, paragraphs [0043], [0059]-[0082], fig. 6 & KR 10-2011-0055788 A	7
Y	JP 2015-72241 A (LASERTEC CORPORATION) 16 April 2015, paragraph [0006] (Family: none)	7
A	JP 2012-137608 A (SEIKO EPSON CORP.) 19 July 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2000-193443 A (HITACHI, LTD.) 14 July 2000, entire text, all drawings & US 6800859 B1 & US 2005/0045830 A1	1-7
A	US 2009/0213350 A1 (NIKON CORPORATION) 27 August 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-7
P, A	JP 2018-97142 A (RICOH INDUSTRIAL SOLUTIONS INC.) 21 June 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B27/48(2006.01)i, G01N21/956(2006.01)i, H01L21/66(2006.01)i, H01S3/10(2006.01)i, G03B21/14(2006.01)n

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））

Int.Cl. G02B27/48, G01N21/956, H01L21/66, H01S3/10, G03B21/14

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 Y A	JP 2013-222058 A（大日本印刷株式会社）2013.10.28, 段落[0039]-[0131], 図1-6（ファミリーなし）	1 5-7 2-4
Y	JP 2011-100093 A（三洋電機株式会社）2011.05.09, 段落[0128], 図17-18 & US 2012/0086917 A1, 段落[0177], 図17-18 & WO 2011/040479 A1 & CN 102472955 A	5-7

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 12.03.2019	国際調査報告の発送日 19.03.2019
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 堀部 修平 電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 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
Y	WO 2009/028438 A1 (シャープ株式会社) 2009. 03. 05, 段落[0062]-[0067], 図 3 & US 2010/0245773 A1, 段落[0067]-[0072], 図 3	6-7
Y	JP 2011-107144 A (財団法人ソウルテクノパーク) 2011. 06. 02, 段落[0019], [0030]-[0046], 図 7 & US 2011/0122403 A1, 段落[0043], [0059]-[0082], 図 6 & KR 10-2011-0055788 A	7
Y	JP 2015-72241 A (レーザーテック株式会社) 2015. 04. 16, 段落[0006] (ファミリーなし)	7
A	JP 2012-137608 A (セイコーエプソン株式会社) 2012. 07. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2000-193443 A (株式会社日立製作所) 2000. 07. 14, 全文, 全図 & US 6800859 B1 & US 2005/0045830 A1	1-7
A	US 2009/0213350 A1 (NIKON CORPORATION) 2009. 08. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
P, A	JP 2018-97142 A (リコーインダストリアルソリューションズ株式会 社) 2018. 06. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7