(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
2013 年 6 月 13 日 (13.06.2013)

W 画P O ¦ P C T

(10) 国際公開番号
WO 2013/084755 A1

(51) 国際特許分類：
G01N 21/84 (2006.01) G01B 11/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP20 12/080648

(22) 国際出願日： 2012 年 11 月 27 日 (27. 11.2012)

(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 201 1-267321 201 1 年 12 月 6 日 (06.12.201 1) JP

(71) 出願人 :シーシーエス株式会社 (CCS INC.) [JP/JP]; 〒602801 1 京都肝京都市上ヌ区烏丸通下立売上ル桜鶴円町３７４番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者 :増村 茂樹 (MASUMURA, Shigeki); 〒602801 1 京都府京都市上京区烏丸通下立売上ル桜鶴円町３７４番地 シーシーエス株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人 :西村 竜平 (NISHIMURA, Ryuhei); 〒6040857 京都府京都市中京区蒔絵屋町２８０番地 インターワンプレイス京都３Ｆ Kyoto (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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.

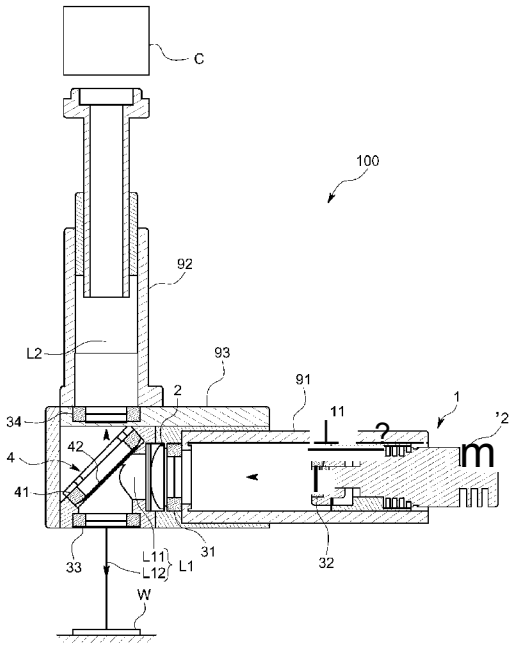
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

添付公開書類：
– 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LIGHTING DEVICE FOR INSPECTION AND LIGHTING METHOD FOR INSPECTION

(54) 発明の名称 :検査用照明装置及び検査用照明方法

[図2]



(57) ADStract: To provide a lignting device for inspection and lighting method for inspection with which it is possible for differences such as differences in brightness to appear between defects and normal parts by means of inspection light, this lighting device is provided with: a planar light source (1) that radiates inspection light; a lens (2) that is on an optical axis (LX) of the inspection light radiated by the planar light source (1) and is provided between work (W) to be inspected and the planar light source (1); and a first aperture (31) provided between the planar light source (1) and the lens (2) or between the lens (2) and the work (W) to be inspected. The positions of the planar light source (1) and lens (2) relative to the work (W) to be inspected are set such that the imaging plane (IM) to which the light source (1) is focused is in the vicinity of the work (W) to be inspected. The position of the first aperture (31) relative to the lens is set such that the central axis of a solid angle for the radiation, which is prescribed by detection light incident to an outer edge part of the focal plane (IM), is parallel to the optical axis (LX) or is offset from the optical axis and inclined a prescribed amount.

(57) 要約： 検査光により欠陥と正常部分が明暗差等の差異が表れるようにすることができる検査用照明装置及び検査用照明方法を提供するために、検査光を射出する面光源１と、前記面光源１から射出される検査光の光軸ＬＸ上であり、検査対象Ｗと前記面光源１との間に設けられるレンズ２と、前記面光源１及び前記レンズ２の間、又は、前記レンズ１及び前記検査対象Ｗの間に設けられる第１絞り３１と、を備え、前記面光源１及び前記レンズ２の前記検査対象Ｗに対する位置が、前記面光源１の結像する結像面ＩＭが前記検査対象Ｗの近傍にあるように設定されており、前記結像面ＩＭの外縁部に入射する検査光で規定される照射立体角の中心軸が、前記光軸ＬＸに対して平行となる、又は、光軸からずれるとともに所定量だけ傾くように、前記第１絞り３１の前記レンズに１対する位置を設定した。

WO 2013/084755 A1

明　細　書

発明の名称　:検査用照明装置及び検査用照明方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば検査対象である製品に検査光を照射し、その製品の外観や傷、欠陥等の検査を行うために用いられる検査用照明装置及び検査用照明方法に関するものである。

背景技術

[0002] 製品の外観検査等に用いられる検査用照明装置の一例としては、特許文献１に示されるような撮像する方向と、検査対象を照明する方向とを一致させた同軸照明が挙げられる。この同軸照明は、水平方向に検査光を射出する光源と、前記検査対象と、当該検査対象の上方に設けられた撮像装置との間において傾けて設けられており、前記検査光を前記検査対象へと反射するとともに、前記検査対象からの反射光は撮像装置側へと透過するように配置されたハーフミラーと、を備えたものがある。

[0003] ところで、上述したような検査用照明装置を用いても検出する事が難しい欠陥などの特徴点を、撮像された画像により検出できるようにすることが近年求められている。より具体的には、検査対象である製品の形状が特殊又は複雑であるために検査光を十分な強度や光量で照射する事が難しい、検査光を照射できたとしても検査したい部分以外からの反射光が多すぎる、あるいは、欠陥などの特徴点が小さすぎたり、微かなものであったりするために明暗差が表れにくい等といった検査が難しい事例がある。

[0004] 例えば、絞り等を用いて検査光の照射範囲を検査対象のみに限定することにより、検査対象以外からの反射光や散乱光である迷光を低減して、検査精度を高めることは考えられる。しかしながら、検査対象が小さかったり微かであったりする場合等は、照射した光が欠陥などの特徴点によって変化した変化量を検出することが難しくなり、欠陥と正常部分の明暗差がますます分かりにくくなってしまう。

[0005] また、検査対象は平面である場合もあれば、微妙に凸面又は凹面となっている場合もあり、検査対象の各点における照射立体角の傾き具合が検査対象に適した形態になっていないことも、欠陥の検出がうまくできない原因となる。しかしながら、従来、検査用照明装置においては、検査対象の各点での照射立体角の傾き具合や、照射立体角の大きさを検査対象に適したものに適宜設定できるものは知られていない。

[0006] 従って、前述したような欠陥と正常部分との差異が撮像された画像に表れにくい製品に対してもマシンビジヨンにより欠陥検出できるようにするための検査用照明装置が求められている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1 :特開２０１０_２６１８３９号公報

発明の概要

発明が解決しょうとする課題

[0008] 本発明は上述したような課題を鑑みてなされたものであり、例えば照明条件が厳しかったり、欠陥などの特徴点が非常に小さく、微かであったりした場合でも、検査光によりその特徴点における光の変化量によって、明暗差等の差異が表れるようにすることができる検査用照明装置及び検査用照明方法を提供することを目的とする。より具体的には、射出された検査光の大部分を検査対象に到達させることができるとともに、検査対象の各点における検査光の照射立体角の傾き具合、及び、照射立体角の大きさを調節でき、検査対象の形状や特性に合わせた検査を行うことができる検査用照明装置及び検査用照明方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0009] すなわち、本発明の検査用照明装置は、検査光を射出する面光源と、前記面光源から射出される検査光の光軸上であり、検査対象と前記面光源との間に設けられるレンズと、前記面光源及び前記レンズの間、又は、前記レンズ

及び前記検査対象の間に設けられる第１絞りと、を備え、前記面光源及び前記レンズの前記検査対象に対する位置が、前記面光源の結像する結像面が前記検査対象の近傍にあるように設定されており、前記結像面の外縁部に入射する検査光で規定される照射立体角の中心軸が、前記光軸に対して平行となる、又は、光軸からずれるとともに所定量だけ傾くように、前記第１絞りの前記レンズに対する位置が設定されることを特徴とする。

[001 0] また、本発明の検査用照明方法は、検査光を射出する面光源と、前記面光源から射出される検査光の光軸上であり、検査対象と前記面光源との間に設けられるレンズと、前記面光源及び前記レンズの間、又は、前記レンズ及び前記検査対象の間に設けられる第１絞りと、を備えた検査用照明装置に用いた検査用照明方法であつて、前記面光源及び前記レンズの前記検査対象に対する位置を、前記面光源の結像する結像面が前記検査対象の近傍にあるように設定する結像位置設定ステツプと、前記結像面の外縁部に入射する検査光で規定される照射立体角の中心軸が、前記光軸に対して平行となる、又は、光軸からずれるとともに所定量だけ傾くように、前記第１絞りの前記レンズに対する位置を設定する照射立体角傾き調節ステップと、を備えたことを特徴とする。

[001 1] このようなものであれば、前記面光源及び前記レンズの前記検査対象に対する位置が、前記面光源の結像する結像面が前記検査対象の近傍にあるように設定されているので、前記面光源から射出された検査光をほとんど遮られることなく前記検査対象にのみに限定することができるようになる。さらに、前記第１絞りの前記レンズに対する位置を前記結像面の外縁部に入射する検査光で規定される照射立体角の中心軸が、前記光軸に対して平行となる、又は、光軸からずれるとともに所定量だけ傾くように配置しているので、検査対象の各点に照射されている検査光の照射立体角を欠陥などの特徴点の検出に適した傾き具合にすることができる。さらに、前記結像面が前記検査対象の近傍にあるようにした状態で、第１絞りが配置されているので、前記検査光が照射されている範囲を結像面の大きさのまま変えることなく、照射立

体角の大きさを変更することができる。

[001 2] つまり、検査光の照射範囲と、照射立体角を独立に調節することができるので、例えば、検査対象に発生する欠陥などの特徴点や検査したい場所の大きさや形状特性に合わせて検査光の照射範囲を設定するとともに、検査光の照射立体角を小さく調節することもできる。従って、検査対象で検査光が反射されて生じる反射光の立体角も小さくでき、欠陥などの特徴点により反射光の反射方向がわずかにしか変化しなかったとしても、反射光の立体角が小さいため、撮像装置の観察立体角から反射光の立体角の大部分がはずれることになり、明暗差として欠陥などの特徴点等を検出しやすい。

[001 3] 若しくは、照射立体角と観察立体角の包含関係を調節することにより、特徴量が或る一定の程度以上の特徴点のみを選択的に抽出し、他を検出しないようにすることも可能となる。

[0014] 例えば、検査対象が凸面を有するものであり、検査対象の凸面の各点における反射光の立体角の向きが光軸に対して略平行となるようにして欠陥検査をしやすくするには、前記照射立体角の中心軸が前記結像面の外縁側から中心側へと傾くように、前記第１絞りが前記レンズの焦点の外側に配置されているものであればよい。

[001 5] 例えば、検査対象が凹面を有するものであり、凹面の各点から帰ってくる反射光の立体角の向きをそれぞれ平行に揃えて欠陥の検出を行いやすくするには、前記照射立体角の中心軸が前記結像面の中心側から外縁側へと傾くように、前記第１絞りが前記レンズの焦点の内側に配置されていればよい。

[001 6] 例えば検査対象が平面を有するものであり、その平面からの反射光の立体角の向きを揃えるようにして欠陥検査等を行いやすくするには、前記照射立体角の中心軸が前記光軸と平行となるように、前記第１絞りが前記レンズの焦点に配置されていればよい。

[001 7] 検査対象の検査に適した照射立体角の傾き分布と、照射立体角の大きさに調節するには、前記第１絞りの位置が、前記照射立体角の中心軸と前記光軸のなす角と、前記面光源が前記レンズにより結像される前記結像面の倍率に

基づいて設定されるものであればよい。

[001 8] また、以上の操作により、観察系に使用する観察光学系の特性に合わせ、撮像画像が均一になるように、照射立体角の傾きを調節することが可能となる。

[001 9] 前記検査対象に照射される検査光の照射範囲や最大照射立体角を適宜調節できるようにして、検査対象ごとに合わせて調整を前記第 1 絞りで行いやすくするには、前記面光源から射出される検査光の射出面積を調節する第 2 絞りが、前記光源の近傍に設けられているものであればよい。

[0020] 前記検査対象からの反射光のうち、検査とは関係ない部分からの反射等である迷光を防げるとともに、検査対象への検査光の照射範囲や反射光の立体角を、検査に適した大きさにさらに調節しやすくするには、前記検査対象と、前記検査対象を撮像する撮像装置との間に第 3 絞りが、更に設けられているものであればよい。

[0021] 反射光の持つ立体角と反射方向の変化によって所望の明暗差を得るには、これを観察する観察立体角をより精密に調節できるようにするには、前記第 3 絞りと、前記撮像装置との間に第 4 絞りが、更に設けられているものであればよい。

[0022] 前記第 3 絞りによって照射立体角及び観察立体角の両方の調節を同時に行えるようにするには、前記光源から射出された検査光を前記検査対象へ反射するとともに、前記検査対象からの反射光を透過するように配置されたハーフミラーを更に備え、前記検査光が前記光源から前記検査対象に至るまでの光路である照射光路と、少なくとも前記検査対象から前記ハーフミラーに至るまでの光路を含む反射光路と、が重複している部分に前記第 3 絞りが配置されているものであればよい。

発明の効果

[0023] このように本発明の検査用照明装置及び検査用照明方法によれば、前記検査対象に照射される検査光の照射立体角の大きさ及び光軸に対する傾きを適宜前記第 1 絞りにより調節することができ、前記検査対象からの反射光の立

体角も適宜変更することができる。従って、微小な欠陥などの特徴点であり、従来であれば撮像画像において明暗差が表れにくかったものであっても、反射光の立体角と撮像装置等の観察立体角との包含関係を最適化できることにより、明暗差を生じさせることができるようになる。さらに、照射立体角の制御とは独立して検査対象に照射される検査光の照射範囲も適宜設定することができる。つまり、検査光の照射範囲と照射範囲における各点での照射立体角を独立に制御することができるので、従来では検査の難しかつた対象や欠陥でもマシンビジョン等により容易に検出する事が可能となる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の第1実施形態における検査用照明装置の外観を示す模式的斜視図。

[図2]第1実施形態における検査用照明装置の模式的断面図。

[図3]第1実施形態における検査用照明装置の光路を簡略化して示す模式図。

[図4]第1実施形態における検査用照明装置の第1絞りによる照射立体角の変更例を示す模式図。

[図5]第1実施形態における反射光の立体角を調節できることにより、欠陥を発見しやすくなる原理について示す模式図。

[図6]本発明の第1実施形態の変形実施形態における検査用照明装置の例を示す模式図。

[図7]本発明の第2実施形態における検査用照明装置の光路を簡略化して示す模式図。

[図8]第2実施形態における検査用照明装置の結像状態及び第1絞りの配置による変化を示す模式図。

[図9]第2実施形態における検査用照明装置の第1絞りの開口直径による照射立体角の大きさの変化、及び、結像面の大きさが変化しないことを示す模式図。

[図10]第2実施形態における検査用照明装置の第1絞りの位置による照射立体角の傾き変化について説明する模式図。

[図11]第2実施形態における検査用照明装置の第1絞りの位置による照射立体角の傾き分布を示す模式図。

[図12]第2実施形態における検査用照明装置の利用方法の一例を示す模式図。

[図13]第2実施形態における検査用照明装置の照射立体角の傾きと各種パラメータとの関係を説明するための模式図。

[図14]第2実施形態における検査用照明装置の照射立体角の大きさと各種パラメータとの関係を説明するための模式図。

符号の説明

[0025] １００-・・検査用照明装置

１ -・・光源

２ ・・・レンズ

３１ ・・・第1絞り

３２ ・・・第2絞り

３３ ・・・第3絞り

３４ ・・・第4絞り

４ ・・・ハーフミラー

Ｃ ・・・撮像装置

Ｗ ・・・検査対象

発明を実施するための形態

[0026] 本発明の第1実施形態について説明する。

[0027] 第1実施形態の検査用照明装置１００は、撮像装置Ｃにより検査対象Ｗを撮像する方向と、検査対象Ｗを照明する方向とが一致している、いわゆる、同軸照明であり、検査対象Ｗの欠陥が撮像装置Ｃにより撮像された画像中に明暗差として現れるようにするために用いられるものである。ここで、検査対象Ｗの欠陥などの特徴点とは、例えば、表面の傷や、外観の形状、穴の有無等多岐に亘る不具合やその他の特徴量を含むものである。

[0028] 前記検査用照明装置１００は、図１の斜視図、及び図２の断面図に示すよ

うに概略Ｌ字状の筐体を有するものであり、その内部に、検査光を光源１から検査対象Ｗに照射する照射光路Ｌ１と、検査対象Ｗからの反射光が撮像装置Ｃに至るまでの反射光路Ｌ２と、を形成してある。より具体的には、水平方向に延びる第１筒状体９１と、上下方向に延びる第２筒状体９２と、がそれぞれ箱体９３に接続してあり、上下方向に延びる第２筒状体９２の上面開口側に撮像装置Ｃが取り付けられ、前記箱体９３の下面開口に検査対象Ｗが載置されるものである。

[0029] 図２の断面図、図３の簡略化した光路図に示すように前記照射光路Ｌ１はＬ字状に形成されており、水平方向に検査光が進む第１光路Ｌ１１と、反射されて下向きに進む第２光路Ｌ１２とから構成してある。

[0030] 前記第１光路Ｌ１１上には、検査光が進む順番に、検査光を射出する光源１と、前記光源１の近傍に設けられた第２絞り３２と、前記光源１から射出された検査光を集光するレンズ２と、前記レンズ２の光入射側近傍に設けられた第１絞り３１と、前記検査光を下方へと反射するように前記反射光路Ｌ２及び照射光路Ｌ１に対して傾けて設けられたハーフミラー４と、が配置してある。さらに前記第２光路Ｌ１２上には、前記ハーフミラー４で反射された検査光が通過する第３絞り３３が設けてある。そして、前記第３絞り３３を前記箱体９３内部から通過した検査光は、前記検査対象Ｗへと照射される。

[0031] また、前記反射光路Ｌ２上には、検査対象Ｗから反射される反射光の進む順番に、前述した第３絞り３３と、前記ハーフミラー４と、前記箱体９３の上面に取り付けられた第４絞り３４とが、前記撮像装置Ｃまでに設けられている。つまり、前記ハーフミラー４と、前記第３絞り３３は、前記照射光路Ｌ１と前記反射光路Ｌ２の重なっている部分に配置されていることになる。なお、前述してきた第１絞り３１、第２絞り３２、第３絞り３３、第４絞り３４はそれぞれ可変絞りであり、適宜その絞り量を変更することができる。また、使用態様に応じては絞り量の固定された固定絞りであっても構わない。

[0032] 以下では各部材の配置や構成について詳述する。

[0033] 前記面光源１は、例えばチップ型ＬＥＤ等により光射出面１１が形成されたものであり、外側に向けて放熱用の放熱フィン１２が吐出してある。また、この図２の断面図に示すように前記面光源１は、第１筒状体９１内を軸方向に進退可能に取り付けられており、検査光の照射開始位置を調整できるようにしてある。すなわち、後述する第１絞り３１による照射立体角の制御とは独立して、前記面光源１、前記レンズ２、前記検査対象Ｗの位置関係を変更することで、前記検査対象Ｗにおける検査光の照射範囲を制御することができる。

[0034] 前記第２絞り３２は、前記面光源１の光射出面１１の近傍に設けられており、その絞り量を調節することで、前記面光源１の検査光の照射面積を変更し、前記検査対象Ｗにおける検査光の照射範囲を変更することができる。

[0035] 前記レンズ２は、前記箱体９３の側面開口部に取り付けられており、前記光源の結像する位置である結像面が、前記検査対象Ｗの表面近傍に位置するように配置してある。

[0036] 前記第１絞り３１は、前記レンズ２の光射出側に設けてあり、前記レンズ２により前記検査対象Ｗの表面に対して照射範囲内の各点に集光されている検査光について等しく照射立体角を調節するためのものである。すなわち、この第１絞りの絞り量を変更することで、図４の模式図に示すように前記レンズ２の開口径により決定される最大照射立体角よりも小さい照射立体角であれば任意の照射立体角で前記検査対象Ｗに検査光を照射することができる。

[0037] 前記ハーフミラー４は、概略正方形状の枠体４１により支持された円形状の薄肉のものである。このようなハーフミラー４を用いることで、ハーフミラー４の反射又は透過が起こる部分を薄く形成することができ、前記検査対象Ｗからの反射光がハーフミラー４を透過する際に、生じる微小な屈折等による撮像の誤差を最小限にすることができる。

[0038] 前記第３絞り３３は、前記箱体９３の下面開口部に取り付けられたもので

あり、前記ハーフミラー４と前記検査対象Ｗとの間に配置してある。この第３絞り３３により、前記第１絞り３１で決定された照射立体角からさらに微調整を行うことができる。また、前記第３絞り３３は、自身を通過した検査光が前記検査対象Ｗで反射されて反射光となつた際に、迷光となつたものが検査光照射装置内に侵入するのも防ぐことができる。さらに、この絞りによつて、照射立体角と観察立体角を精密に同軸上で同じ大きさとすることが出来、反射光の傾き変動を前記撮像装置Ｃにより観察される観察光の濃淡情報として変換する際のその感度特性と濃淡プロファイルを変化させることが可能となる。

[0039] 前記第４絞り３４は、前記箱体９３の上面開口部に取り付けられたものであり、前記ハーフミラー４と、前記撮像装置Ｃとの間に配置してある。この第４絞り３４は、前記撮像装置Ｃに入射する前記反射光を観察する観察立体角をさらに調節するためのものである。また、前記第２筒状体９２は、伸縮可能に取り付けられており、前記第４絞り３４と前記撮像装置Ｃとの離間距離を調節できるようにしてある。これによつて、反射光の傾き変動に対する濃淡プロファイルを更に精密に最適化することが可能になる。

[0040] 以上のように構成された検査用照明装置１００を用いた場合に、撮像装置Ｃにおいて微小な欠陥等が明暗差として検出しやすくなる理由について図５を参照しながら説明する。なお、図５の点線で示す照射立体角は、第１絞り３１がなく照射立体角が調節できない場合の従来例であり、実線で示しているのが本実施形態の検査用照明装置１００において照射立体角を小さくしている場合の例を示している。

[0041] 図５（ａ）に示すように検査対象Ｗ上に欠陥が無い場合には、例えば鏡面反射により検査光と反射光は、鏡像対称として現れることになる。図５（ｂ）に示すように検査対象Ｗ上に欠陥等が存在する場合、反射光はわずかに反射方向が変化することになる。このとき欠陥が微小であると反射光の向きの変化も小さくなってしまうため、点線で示す従来例の照射立体角で検査光を照射していると、それに合わせて反射光の立体角も大きくなり、撮像装置Ｃ

の観察立体角Ｃ１からは反射光が外れないことになる。一方、本実施形態の場合、第１絞り３１により照射立体角を小さくすることで、反射光の立体角も小さくなるため、わずかに反射光の傾きが変化した場合でも撮像装置Ｃの観察立体角Ｃ１は反射光の立体角の外側に配置されることになり暗く撮像されることになる。このように前記第１絞り３１により照射立体角及び反射光の立体角を適宜設定できることにより、従来であれば検出できなかった欠陥等をマシンビジョンにおいて明暗差として捉える事が可能となる。また、その傾き変動による観察光の濃淡変動を精密に最適化することが可能となる。

[0042] この濃淡変動は、上記で説明したとおり、物体から返される反射光の立体角と観察立体角のそれぞれの大きさ、及びその包含関係で、その変動幅や変動開始点、変動終了点、変動の度合いなどが決まる。反射光の立体角は照射光の立体角で制御可能なことから、これが視野範囲で均一に制御できる本発明を用いると、物体表面上の欠陥等の特徴点に対して、所望の濃淡プロファィルを得ることが可能となる。

[0043] ただし、この場合に、視野範囲において反射光の立体角と観察立体角との包含関係を均等に保ったために、視野範囲における観察立体角の傾き変化に合わせて、反射光の立体角の傾きを制御することで、欠陥等に対する均等な濃淡変動を得ることが可能となる。

[0044] 視野範囲内の反射光の立体角の傾きを最適に制御するのは、第１絞り３１の光軸上の位置を適当に選ぶことにより実現することが可能となる。

[0045] 第１実施形態のその他の実施形態について説明する。以下の説明では前記実施形態と対応する部材については同じ符号を付すこととする。

[0046] 前記実施形態では、前記検査光照射装置は同軸照明として構成してあったが、図６に示すように照射光路Ｌ１と、反射光路Ｌ２とが重複する部分を有さないように別々に構成しても構わない。要するに、前記面光源１から射出される検査光を、前記検査対象Ｗ上に焦点が設定されたレンズ２により集光するとともに、前記レンズ２の近傍に設けられた第１絞り３１によって検査光の照射立体角を調節できるようにしたものであればよい。また、第２絞り

３２、第3絞り33、第4絞り34については必要に応じて用いるようにしても構わない。

[0047] また、前記レンズの焦点位置は、前記検査対象の表面上に限られるものではなく、近傍であれば表面から多少前後にずれるものであっても構わない。加えて、検査対象及び欠陥等は特定のものに限られるものではなく、本発明の検査用照明装置は様々な用途に用いることができる。

[0048] 次に第2実施形態について説明する。第1実施形態の各部材と対応するものについては同じ符号を付すこととする。

[0049] 第2実施形態の検査用照明装置１００は、図7の簡略化した光路図に示すように第1絞り31の位置を前記面光源1と前記レンズ2との間に設けてある点と、前記第1絞り31の設置位置を変更可能に構成してある点が第1実施形態とは異なっている。

[0050] 各部の詳細について説明する。以下の説明に用いる図では、主として照射光学系のみを記載することとし、分かりやすさのためにハーフミラー4で曲げられている光路も直線状に変換して記載している。

[0051] 第1絞り31を省略した図8（ａ）に示すように、前記面光源1及び前記レンズ2の前記検査対象Wに対する位置は、前記面光源1の結像する結像面ＩＭが前記検査対象W上にあるように設定してある。その上で、第1絞り31を含めて記載した図8（ｂ）に示すように前記第1絞り31の前記レンズ2に対する位置、開口直径Tを変更することで、適宜、結像面ＩＭにおける照射立体角ω。の大きさ及び光軸ＬＸに対する傾きを調節できるように構成してある。すなわち、図9（ａ）、図9（ｂ）に示すように、第1絞り31の開口直径Tを小さくしていくほど、結像面ＩＭの各点における照射立体角ω_0を小さくすることができる。さらに図9に示すように第1絞り31の開口直径Tを変更しても結像面ＩＭの大きさは変化していないことが分かる。従って、このような構成であれば、検査対象Wに照射されている検査光の範囲は変更することなく、各点における照射立体角ω。の大きさを等しく自由に調節できる。そして、開口直径Tを小さくできると検査対象Wからの反射光の立

体角も小さくできるので、わずかな欠陥や傷により反射立体角の傾きが変化すると撮像装置での観察立体角との間で設定した包含関係から外れることになる。従って、わずかな欠陥等であっても容易に第1実施形態において示したように明暗差として検出することができる。

[0052] また、照射立体角が観察立体角より大きい場合は、欠陥等の度合いが或る一定の範囲までは濃淡が変化せず、或る一定の範囲を超えた場合に濃淡差を持たせることもできる。

[0053] このように、照射立体角と観察立体角のそれぞれの大きさと、その包含関係を調節することにより、欠陥等に対応して得られる画像の濃淡プロフアイルを自由に設定することが可能となる。

[0054] すなわち、欠陥等の度合いにより、或るしきい値までは濃淡を変化させずに、そのしきい値を超えると濃淡を変化させるように、欠陥等の検出しきい値を設定することが可能となるほか、その結果の度合いに応じて、しきい値以降の濃淡変化をゆつくりと変化させるか急激に変化させるか、若しくは、或る特定の方向にのみ濃淡変化に感度を持たせたりすることもでき、様々な特徴点に対して取得する濃淡画像の濃淡プロフアイルを最適化することが可能となる。

[0055] 次に、結像面ＩＭの各点における照射立体角ω_0の傾き状態の調節について説明する。第2実施形態の検査用照明装置１００は、検査対象Wの形状や、撮像装置Cの構成に応じて最適な検査光の照射状態となるように、前記第1絞り3 1の設定位置S_3を変更できるようにしてある。すなわち、前記第1絞り3 1の前記レンズ2に対する位置は、前記結像面ＩＭの外縁部に入射する検査光で規定される照射立体角ω_0の中心軸が、前記光軸ＬＸに対して平行となる、又は、光軸からずれるとともに所定量だけ傾くように設定してある。

[0056] より具体的には、照射立体角ω_0の傾き状態は第1絞り3 1の前記レンズ2の焦点に対する位置によって3つの状態に変更することができる。図１０（ａ）に示すように前記照射立体角ω_0の中心軸が前記結像面ＩＭの外縁側から中心側へと傾くようにしたい場合には、前記第1絞り3 1は、前記レンズ2

の焦点よりも外側に配置する。また、図１０（ｂ）に示すように前記照射立体角ω。の中心軸が前記結像面ＩＭの中心側から外縁側へと傾くようにしたい場合には、前記第１絞り３１を前記レンズ２の焦点の内側に配置する。さらに、図１０（ｃ）に示すように、前記照射立体角ω_0の中心軸が前記光軸ＬＸと平行となるようにしたい場合には、前記第１絞り３１を前記レンズ２の焦点に配置する。

[0057] 各設定時における照射立体角ω_0の光軸ＬＸに対する光軸からのずれ及び傾き傾向について図１１を参照しながら詳述する。図１１の左には結像面ＩＭ近傍の拡大図を示し、右には照射立体角ω_0の中止軸の向きの分布を示す模式図を記載している。

[0058] 図１０（ａ）のように第１絞り３１を前記レンズ２の焦点の外側に配置している場合、図１１（ａ）に示すように結像面ＩＭの中心以外は、照射立体角ω。の中心軸が結像面ＩＭの外縁側から中心側へと傾いており外側ほどその傾きが大きくなる。図１０（ｂ）のように第１絞り３１を前記レンズ２の焦点の内側に配置している場合、図１１（ｂ）に示すように結像面ＩＭの中心以外は、照射立体角ω_0の中心軸が結像面ＩＭの中心側から外縁側へと傾いており、図１１（ｂ）に示すように外側ほどその傾きが大きくなる。図１０（ｃ）のようにレンズ２の焦点に第１絞り３１が配置してある場合は、図１１（ｃ）に示すように結像面ＩＭの全ての点において照射立体角ω。の中心軸は光軸ＬＸと平行となる。

[0059] 次に前記第１絞り３１の位置に応じて、照射立体角ω。の傾きに分布の特性が異なることの検査への利用方法の一例を示す。

[0060] 例えば、検査対象Ｗに照射された検査光の反射光が全て平行光として戻ってくるようにして欠陥の検出精度を高めたい場合を考える。すなわち、図１２（ａ）に示すように検査対象Ｗが凸面を有している場合には、第１絞り３１の位置をレンズ２の焦点より外側に置くことで、全ての反射光の立体角の中心軸を光軸ＬＸに対して平行とすることができる。同様に、図１２（ｂ）に示すように検査対象Ｗが凹面を有している場合には第１絞り３１の位置を

レンズ2の焦点の内側に配置すれば、凹面からの反射光を平行光にすることができる。さらに、図１２（ｃ）に示すように検査対象Ｗが平面を有している場合には、第１絞り３１の位置をレンズ２の焦点に設定すればよい。

[0061] このように、第１絞り３１の位置に応じて検査対象Ｗの形状に適した照射立体角ω。の状態を作ることができる。しかも、照射立体角ω。の調節を行っても検査光の照射範囲については何ら影響が出ず、同じ領域に検査光を照射し続けることができる。

[0062] より厳密に検査対象Ｗの形状等に応じて、照射立体角ω。の傾き具合、すなわち、照射立体角ω。の中心軸と光軸ＬＸのなす角の大きさを調節したい場合には、前記第１絞り３１の位置を、前記照射立体角ω_0の中心軸と前記光軸ＬＸのなす角について設定したい角度θ_Hと、前記面光源１が前記レンズ２により結像される前記結像面ＩＭの倍率Ｍに基づいて設定すればよい。

[0063] このことについて図１３、図１４等を参照しながら説明する。

[0064] まず、面光源１からレンズ２中心までの距離をＳ１、レンズ２中心から結像面ＩＭまでの距離をS_2とすると、Ｓ１とＳ２については焦点距離ｆを用いてガウスの公式より以下の式１を満たす。

式１ $1/S_1 + 1/S_2 = 1/f$

[0065] また、面光源１の直径Ｙ１に対する結像面ＩＭの直径Y_2の倍率をＭとすると式２のようになる。

式２ $M = S_1/S_2$

[0066] すなわち、Ｓ１とＳ２は結像条件と、検査対象Ｗに照射したい範囲とに応じて定めることができる。例えば面光源１の直径Ｙ１が予め定まっている場合、照射したい範囲から結像面ＩＭの直径Y_2が定まり、倍率Ｍも定まる。従って、照射範囲から式１と式２に基づいてＳ１とＳ２を定めることができる。次に、照射立体角ω_0の傾き具合の定め方について説明する。

[0067] 図１３（ａ）に示されるように、結像面ＩＭの外縁部における照射立体角ω_0の中心軸と、前記光軸ＬＸのなす角e_Hには、斜線部分の三角形の形状から式３のような関係式が成り立つ。

式3 $\tan\theta_H = (H/2 - Y_2/2) S_2 = (H - Y_2) / 2S_2$

ここで、θ_H :照射立体角ω_0の中心軸と前記光軸ＬＸのなす角であり、中心軸が光軸ＬＸに対して外縁側から中心側に交差する場合は負、中心側から外縁側に交差する場合は正となるように設定してある。また、Y_2：結像面ＩＭの半径、H/2 :レンズ2中心から、結像面ＩＭの最外縁に到達する検査光の主光線が通過する位置までの距離、S_2 :レンズ2中心から結像面ＩＭまでの距離である。

[0068] また、図１３（ｂ）における斜線で示される2つの三角形は相似であることから、Ｈについては式4のように表すことができる。

式4 $H = S_3 Y_1 / (S_1 - S_3)$

[0069] ここで、Ｓ，:面光源１とレンズ2中心との距離、3_3：第１絞り3１とレンズ2中心との距離、Y_1 :面光源１の直径である。

[0070] さらに、面光源１に対する結像面ＩＭの大きさである倍率をＭとすると、式3は式4を用いて以下の式5のように記述できる。

式5 $\tan\theta_H = (S_3 Y_i / (S_1 - S_3) \sim M Y_1) / 2S_2$

[0071] Ｙ,は面光源１の直径であるから使用する面光源１の大きさにより決定される値であり、Ｓ,とS_2は前述したように所望の倍率Ｍと、焦点距離ｆにより定めることができるので、式5により設定したい傾き角度e_Hと、設定したい倍率Ｍと、に基づいて第１絞り3１の位置であるS_3を決定することができる。

[0072] 最後に、照射立体角ω。の大きさの調節について説明する。

[0073] 結像面ＩＭに入射する照射立体角ω_0の平面半角をe_0、第１絞り3１を通過してレンズ2に入射する検査光の直径をＫとすると、図１４（ａ）の斜線部分の三角形から式6のような関係式を導くことができる。

式6 $\tan\eta\theta_0 = (K/2) / S_2 \theta_o = \tan^{-1}(K/2S_2)$

[0074] また、第１絞り3１の開口直径をＴとすると、図１４（ｂ）の斜線部分に示す2つの相似な三角形に基づいてＫは式7のようになる。

式7 $K = S_1 T / (S 「 S_3)$

[0075] 加えて、照射立体角ω。は定義より照射立体角ω。の平面半角θ。を用いて式8のように記述される。

式8 $\omega_0 = 2\pi(1-\cos\theta_0)$

[0076] 従って、式6、式7、式8より照射立体角ω。は式9のようになる。

式9 $\omega_0 = 2\pi[1-\cos\{\tan^{-1}(S_1T/2S_2(S_1-S_3))\}]$

[0077] つまり、式9に示されているように照射立体角ω_0は第1絞り31の開口直径Tとその設置位置S3で決まることが分かる。ここで、照射立体角ω0の傾きe_Hを予め所定の角度に定めるために第1絞り31の位置S3が定めてある場合には、第1絞り31の開口直径Tのみを変更することによりで照射立体角ω。の大きさだけを独立に所望の値に設定することができる。

[0078] 以上のことから、この実施形態の検査用照明装置100において検査対象Wに対する検査光の照射範囲、照射範囲の外縁及び全体の照射立体角ω0の傾き具合、照射立体角ω。の大きさをそれぞれ独立に調節するのに好適な調節方法としては以下のようになる。

[0079] まず、使用している面光源1の大きさと、検査光を照射したい範囲である結像面IMの大きさと、に基づいて倍率Mを設定する。そして、倍率Mと使用しているレンズ2の焦点距離fに基づいて面光源1とレンズ2との間の離間距離S1、レンズ2と検査対象Wとの間の離間距離S2を設定する。

[0080] 次に、例えば検査対象Wの表面形状が凸面、凹面、平面のいずれかにあるかに応じて検査に適した照射立体角ω。の傾き分布、傾き具合となるように、第1絞り31の位置S3を設定する。つまり、凸面であれば第1絞り31を焦点よりも内側に配置し、凹面であれば第1絞り31を焦点よりも外側に配置し、平面であれば焦点上に配置する。厳密な傾き具合に関しては式5に基づいて設定すればよい。

[0081] 最後にS1、S2、θ_Hが定まった状態で照射立体角ω。を調節する。この際、所望の照射立体角ω。に基づいて第1絞り31の開口直径Tを設定する。

[0082] このように第2実施形態の検査用照明装置100によれば、照射範囲である結像面IMの大きさを変化させることなく、第1絞り31の位置S3によ

つて照射立体角ω。の傾き分布及び傾き具合のみを調節し、開口直径Tにより照射立体角ω。の大きさのみをそれぞれ独立に調節することができる。

[0083] したがって、面光源1から検査光を無駄にすることなく照射範囲を所定の範囲に限定して照射して迷光を減らすことができるとともに、検査対象Wの表面形状や、観察光学系の特性に合わせた照射立体角ω。の態様にすることができ、微細な欠陥などであっても検出することが可能となる。

[0084] 第2実施形態のその他の実施形態について説明する。

[0085] 第2実施形態では、面光源の大きさやレンズの焦点距離については予め定めた値として取り扱っていたが、これらの値を検査対象に応じて適宜変更してもよい。例えば、面光源の大きさは面光源の近傍に設けられている第2絞りの開口直径を調節することにより小さくすることもできる。また、焦点距離や開口数の異なるレンズを適宜選択できるようにしてもかまわない。

[0086] 第2実施形態に示した理論式からは、各値を調節することにより結像面の大きさは0から無限大まで、照射立体角は2π；、結像面の外縁部における照射立体角の傾きは±９０度まで変更する事が可能であるように見えるが、レンズの大きさや、各部材の離間距離を現実的な値に収めるには、結像面の大きさを直径で１０m程度まで、照射立体角の大きさを平面半角で７０度程度まで、照射立体角の傾きについても±７０度程度までを設定値として用いればよい。

[0087] その他、本発明の趣旨に反しない限りにおいて、様々な変形や実施形態の組み合わせを行って構わない。

産業上の利用可能性

[0088] 本発明によれば、射出された検査光の大部分を検査対象に到達させることができるとともに、検査対象の各点における検査光の照射立体角の傾き具合、及び、照射立体角の大きさを調節でき、検査対象の形状や特性に合わせた検査を行うことができる検査用照明装置及び検査用照明方法を提供できる。

請求の範囲

[請求項1] 検査光を射出する面光源と、

前記面光源から射出される検査光の光軸上であり、検査対象と前記面光源との間に設けられるレンズと、

前記面光源及び前記レンズの間、又は、前記レンズ及び前記検査対象の間に設けられる第1絞りと、を備え、

前記面光源及び前記レンズの前記検査対象に対する位置が、前記面光源の結像する結像面が前記検査対象の近傍にあるように設定されており、

前記結像面の外縁部に入射する検査光で規定される照射立体角の中心軸が、前記光軸に対して平行となる、又は、光軸からずれるとともに所定量だけ傾くように、前記第1絞りの前記レンズに対する位置が設定されることを特徴とする検査用照明装置。

[請求項2] 前記照射立体角の中心軸が前記結像面の外縁側から中心側へと傾くように、前記第1絞りが前記レンズの焦点の外側に配置されている請求項1記載の検査用照明装置。

[請求項3] 前記照射立体角の中心軸が前記結像面の中心側から外縁側へと傾くように、前記第1絞りが前記レンズの焦点の内側に配置されている請求項1記載の検査用照明装置。

[請求項4] 前記照射立体角の中心軸が前記光軸と平行となるように、前記第1絞りが前記レンズの焦点に配置されている請求項1記載の検査用照明装置。

[請求項5] 前記第1絞りの位置が、前記照射立体角の中心軸と前記光軸のなす角と、前記面光源が前記レンズにより結像される前記結像面の倍率に基づいて設定される請求項1記載の検査用照明装置。

[請求項6] 前記面光源から射出される検査光の射出面積を調節する第2絞りが、前記光源の近傍に設けられている請求項1記載の検査用照明装置。

[請求項7] 前記検査対象と、当該検査対象を撮像する撮像装置との間に第3絞

りが、更に設けられている請求項１記載の検査用照明装置。

[請求項8] 前記第３絞りと、前記撮像装置との間に第４絞りが、更に設けられている請求項７記載の検査用照明装置。

[請求項9] 前記面光源から射出された検査光を前記検査対象へ反射するとともに、前記検査対象からの反射光を透過するように配置されたハーフミラーを更に備え、

前記検査光が前記光源から前記検査対象に至るまでの光路である照射光路と、少なくとも前記検査対象から前記ハーフミラーに至るまでの光路を含む反射光路と、が重複している部分に前記第３絞りが配置されている請求項７記載の検査用照明装置。

[請求項10] 検査光を射出する面光源と、前記面光源から射出される検査光の光軸上であり、検査対象と前記面光源との間に設けられるレンズと、前記面光源及び前記レンズの間、又は、前記レンズ及び前記検査対象の間に設けられる第１絞りと、を備えた検査用照明装置に用いた検査用照明方法であって、

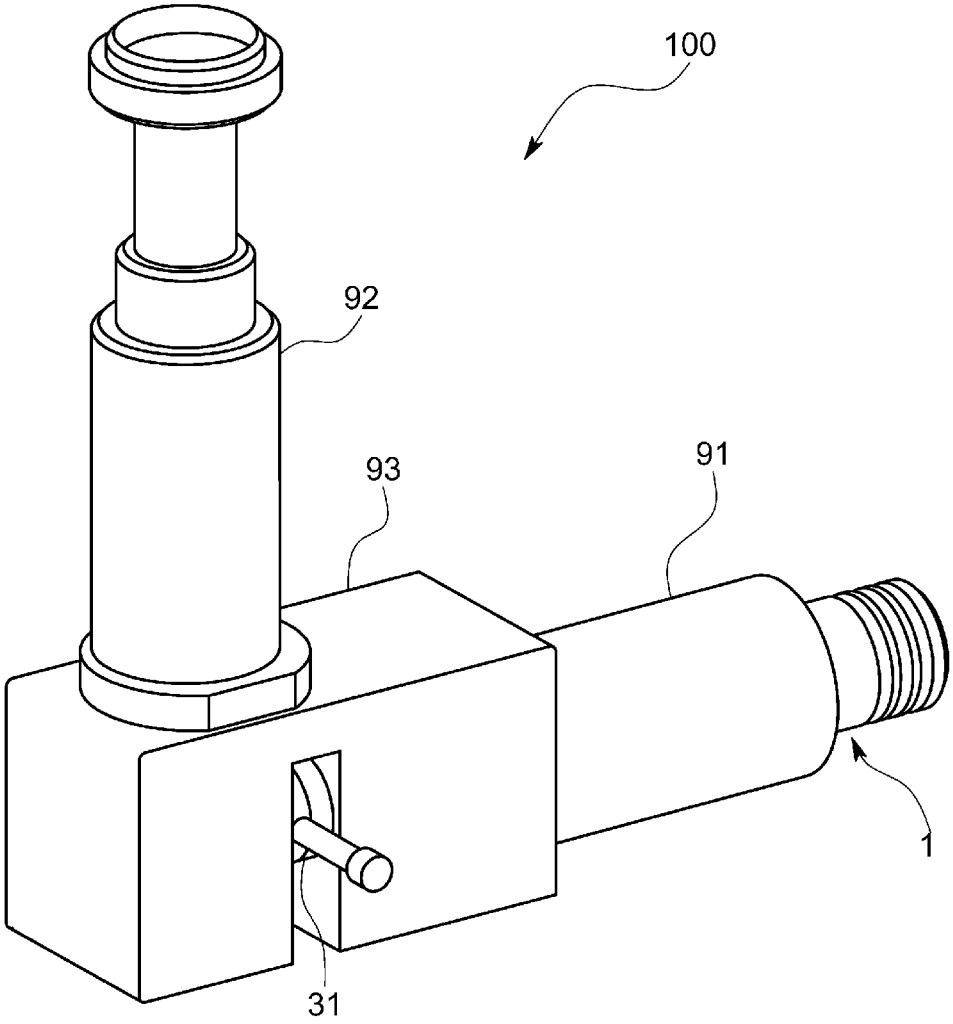
前記面光源及び前記レンズの前記検査対象に対する位置を、前記面光源の結像する結像面が前記検査対象の近傍にあるように設定する結像位置設定ステップと、

前記結像面の外縁部に入射する検査光で規定される照射立体角の中心軸が、前記光軸に対して平行となる、又は、光軸からずれるとともに所定量だけ傾くように、前記第１絞りの前記レンズに対する位置を設定する照射立体角傾き調節ステップと、

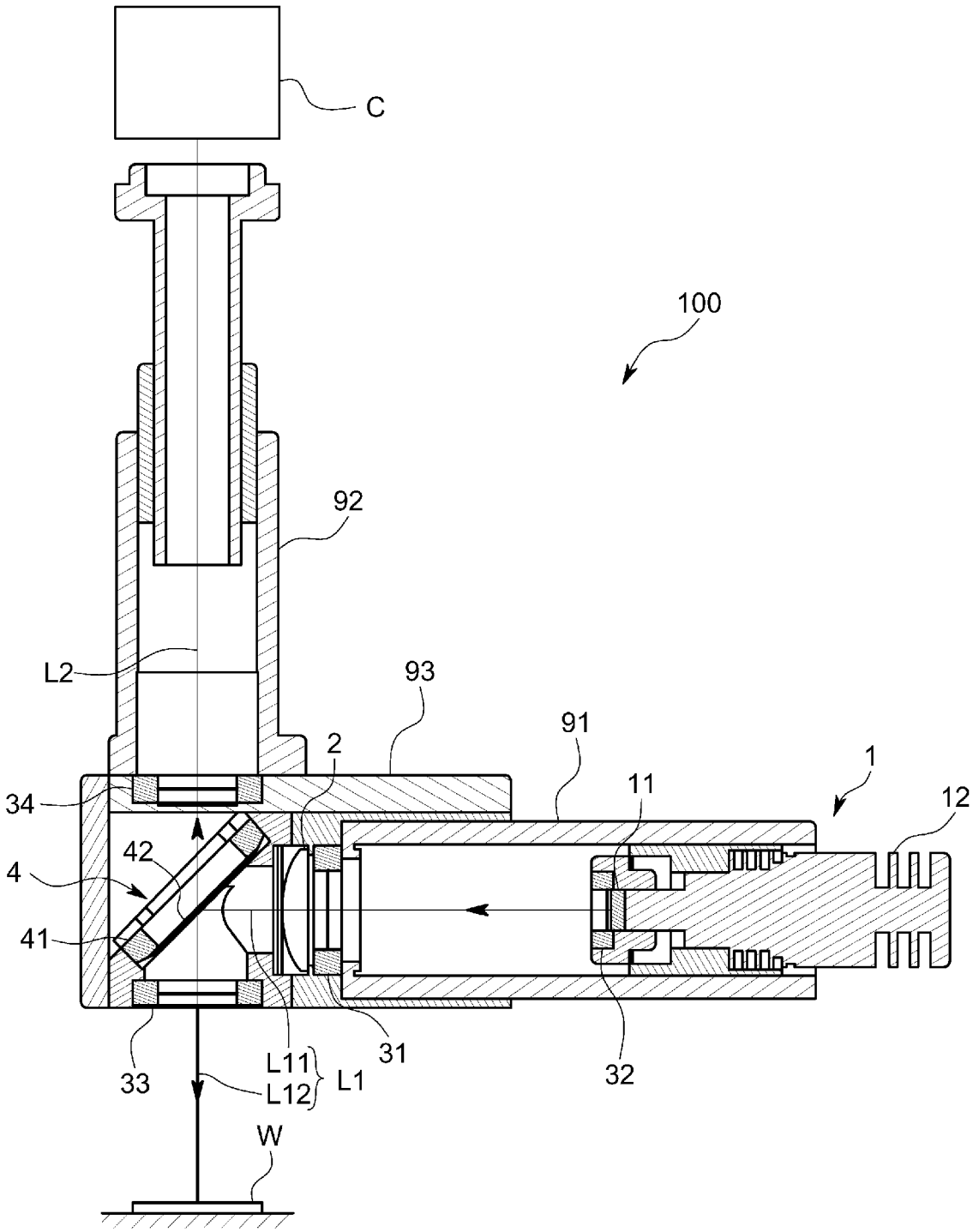
を備えたことを特徴とする検査用照明方法。

[請求項11] 前記結像面の大きさを前記検査対象の大きさと略同じになるように前記第１絞りの絞り量を調節する第１絞り量調節ステップを更に備えた請求項１０記載の検査用照明方法。

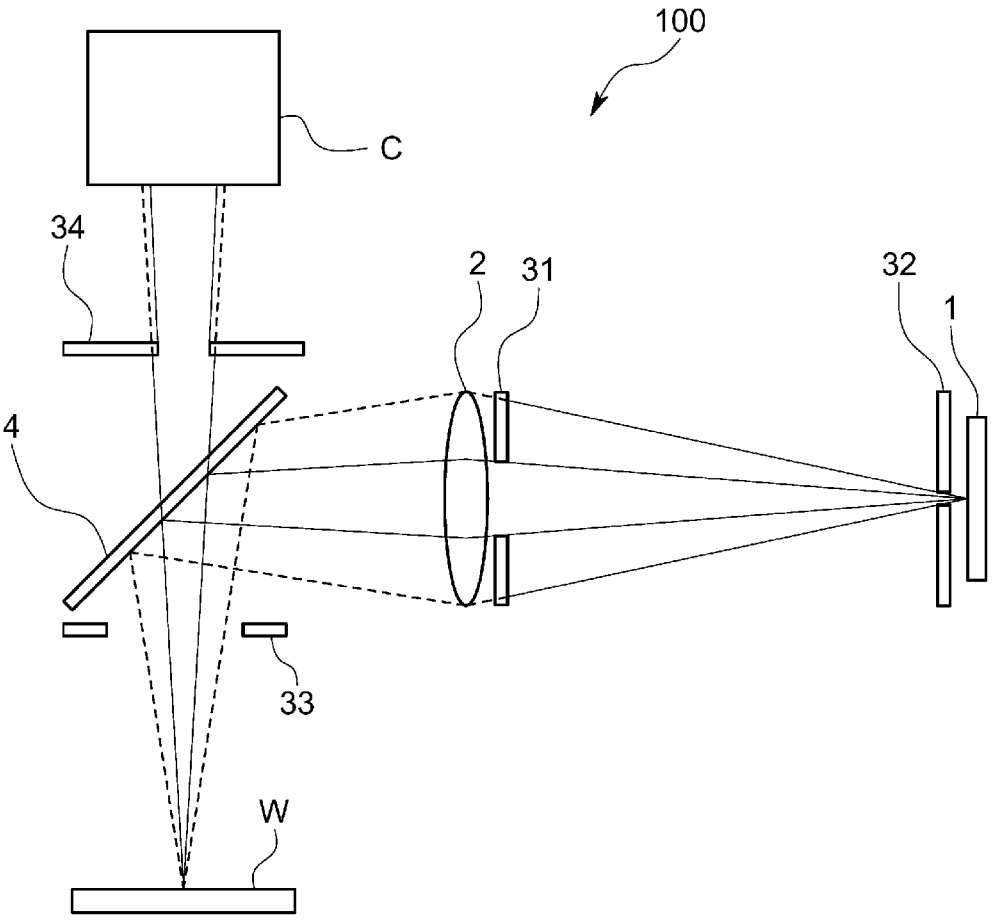
[図1]



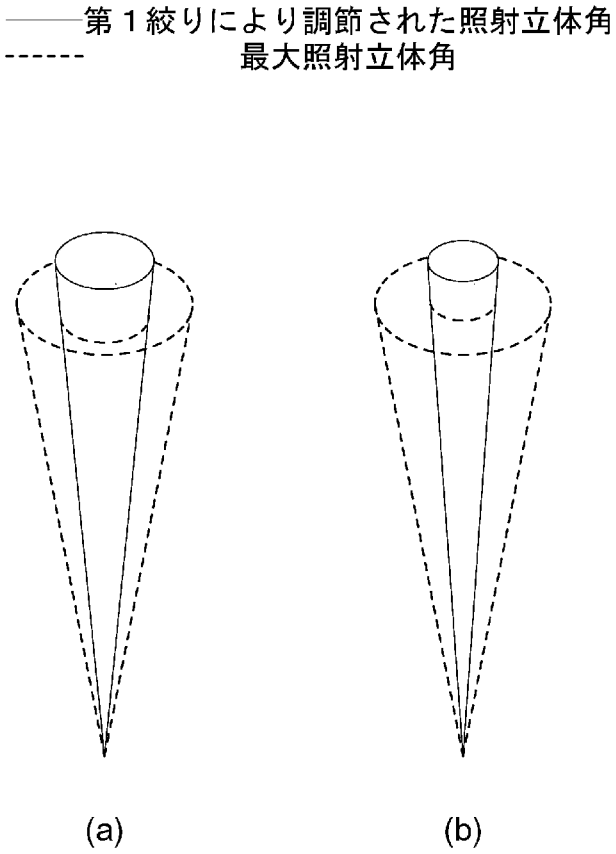
[図2]



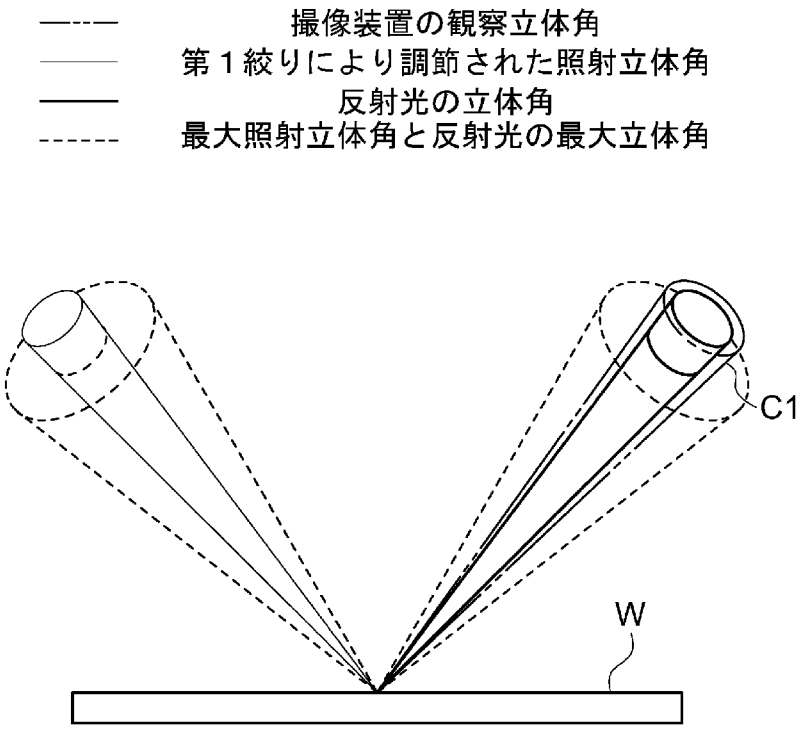
[図3]



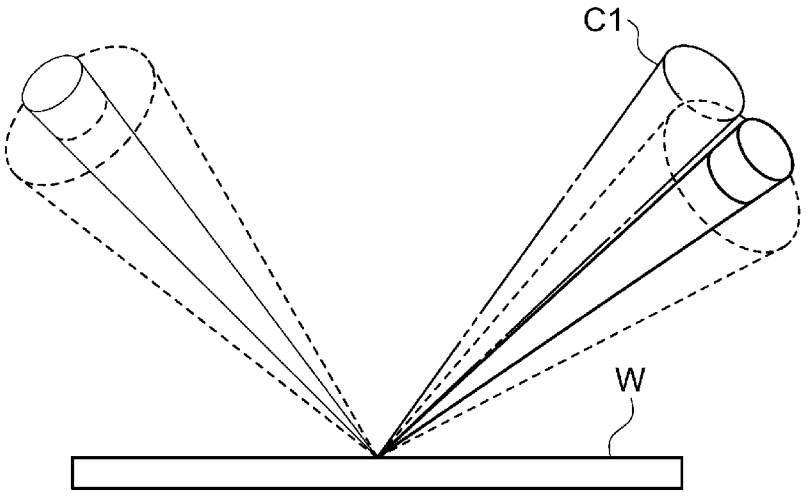
[図4]



[図5]

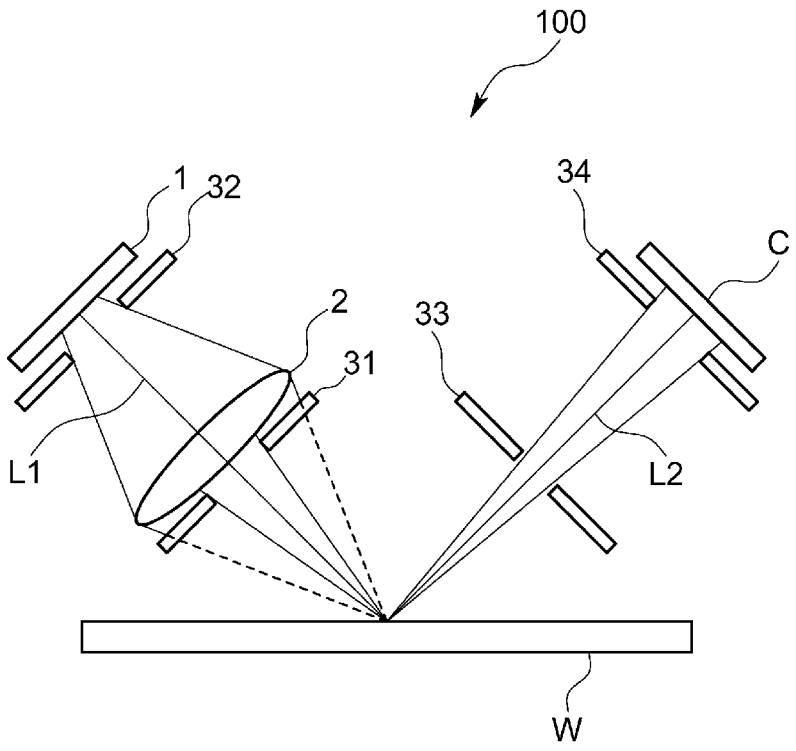


(a) 欠陥が存在しない場合

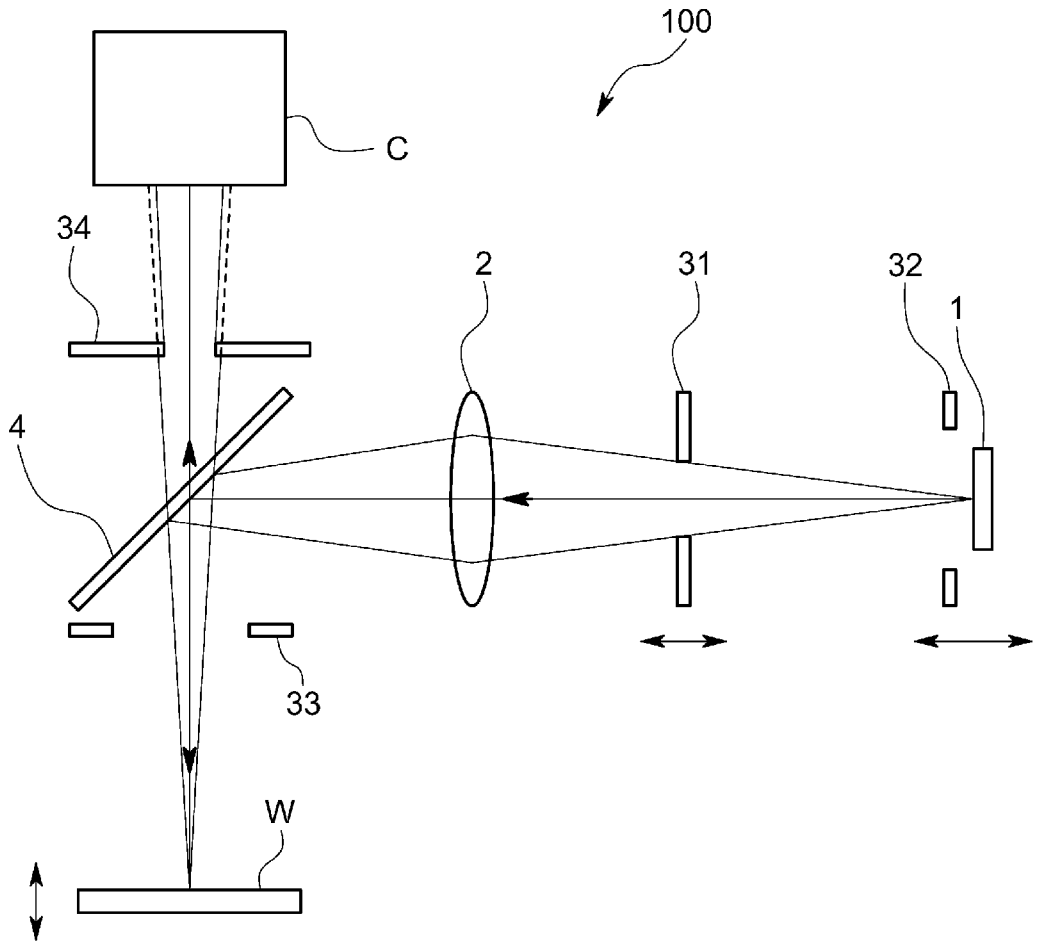


(b) 欠陥が存在する場合

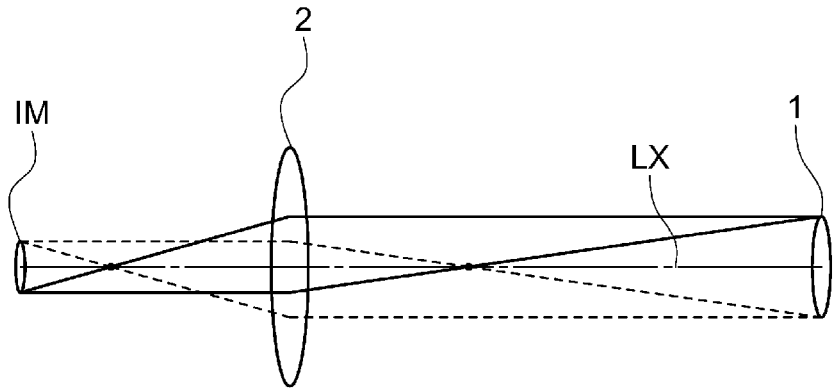
[図6]



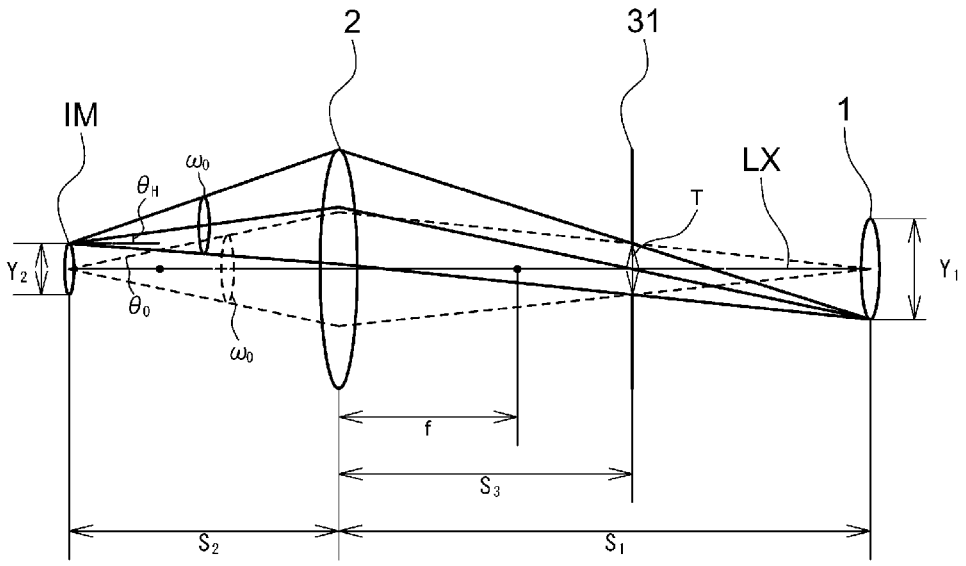
[図7]



[図8]

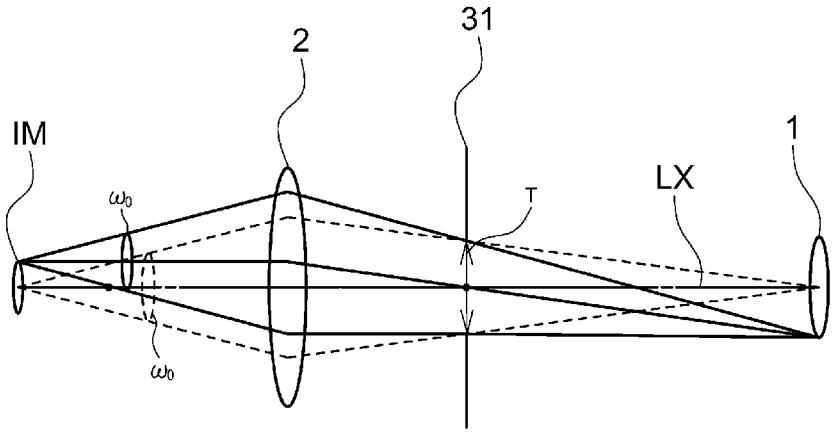

2
IM
1
LX

(a)

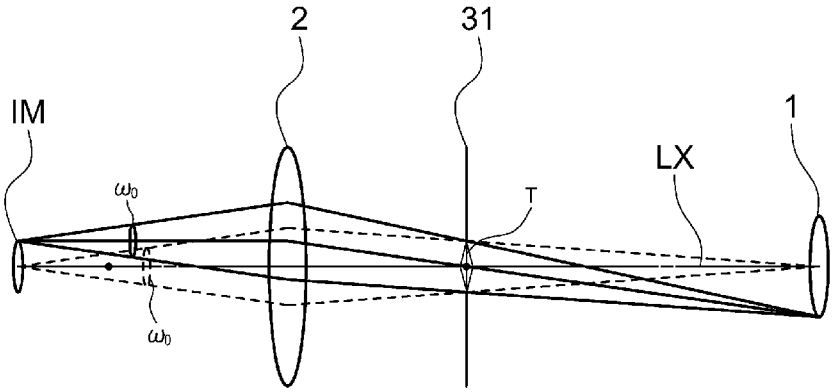

2
31
IM
1
LX
T
ω_0
θ_H
Y_2
Y_1
θ_0
ω_0
f
S_3
S_2
S_1

(b)

[図9]

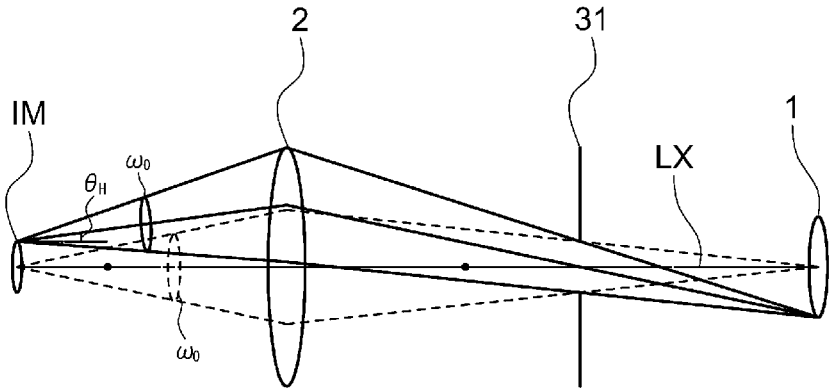


(a)

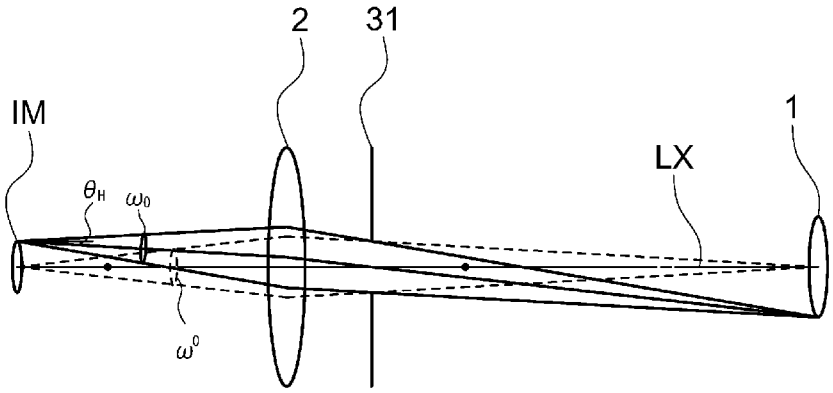


(b)

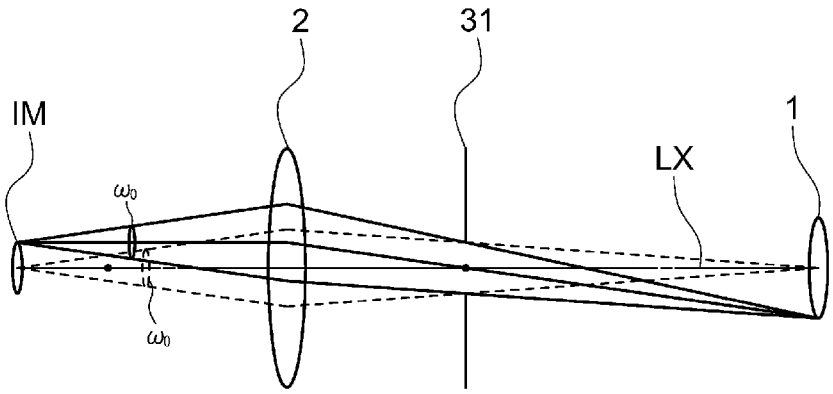
[図10]



(a) 第１絞りが焦点の外側にある場合

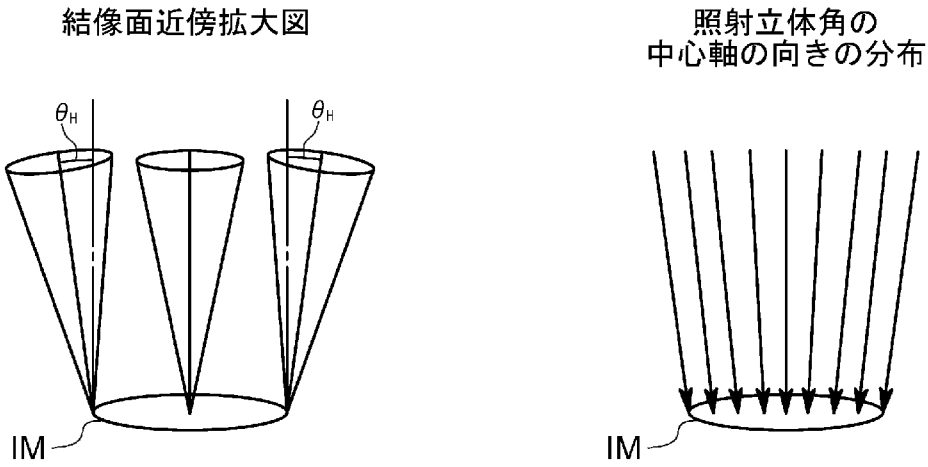


(b) 第１絞りが焦点の内側にある場合

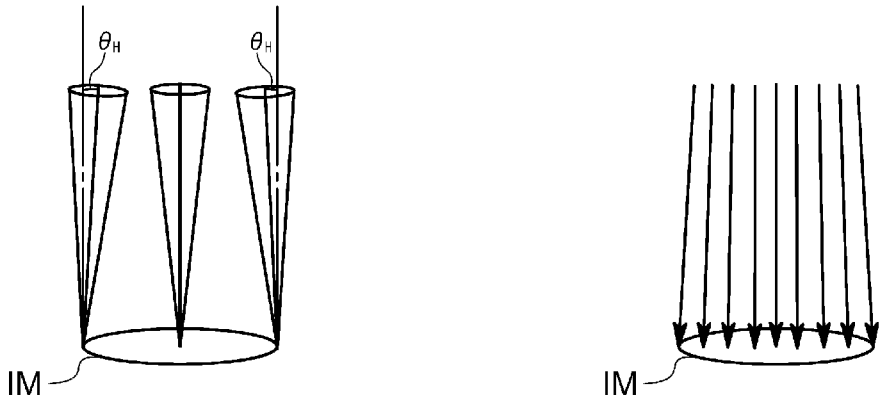


(c)　第１絞りが焦点にある場合

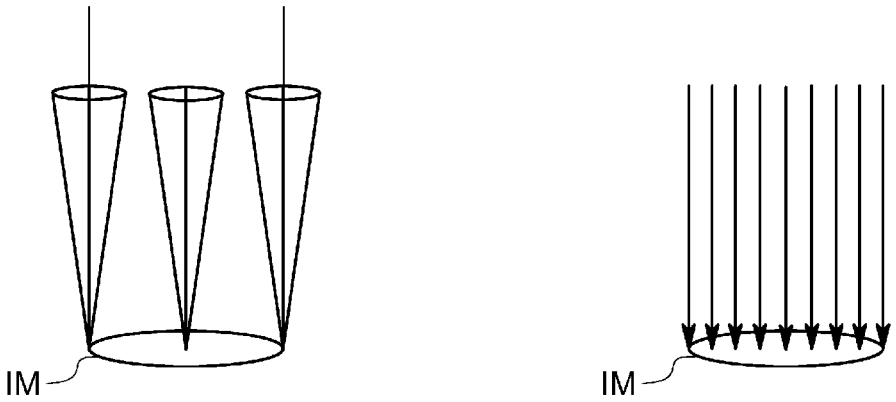
[図11]



(a) 第１絞りが焦点の外側にある場合



(b) 第１絞りが焦点の内側にある場合

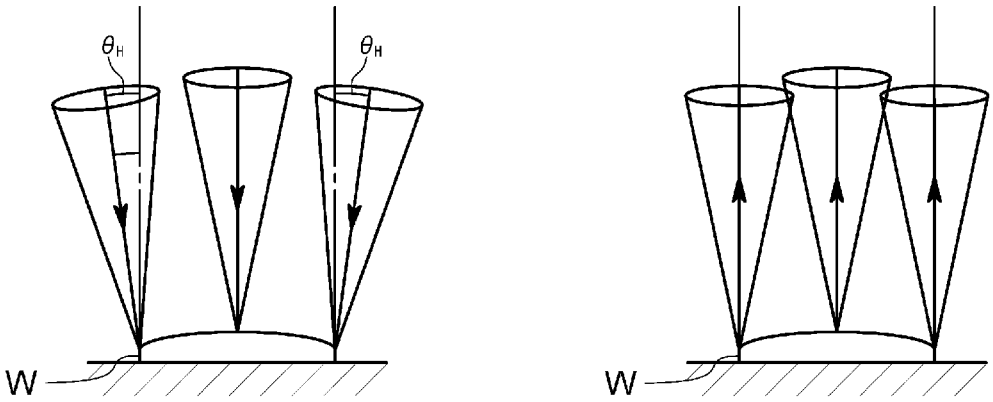


(c) 第１絞りが焦点にある場合

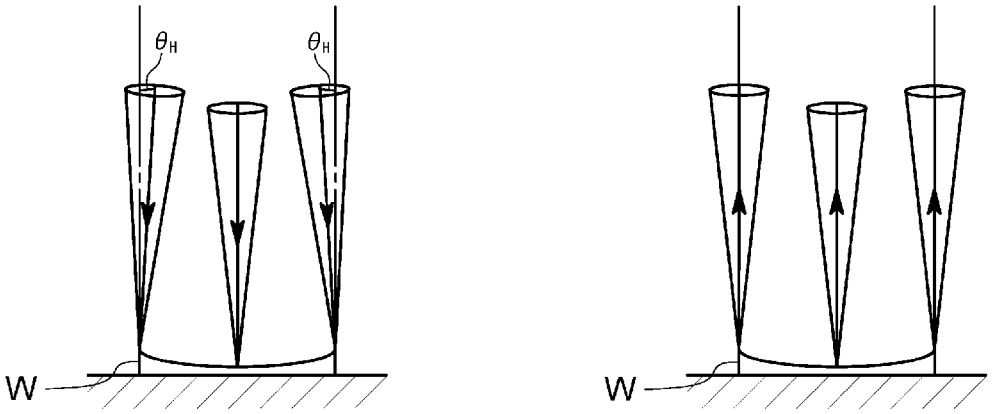
[図12]

検査対象近傍拡大図

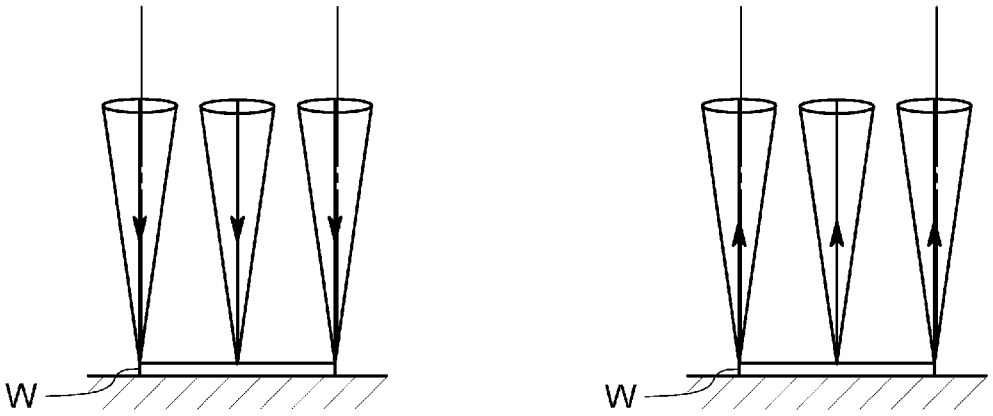
反射光の立体角の
中心軸の向きの分布



(a) 第１絞りが焦点の外側にある状態
で凸面に検査光を照射した場合

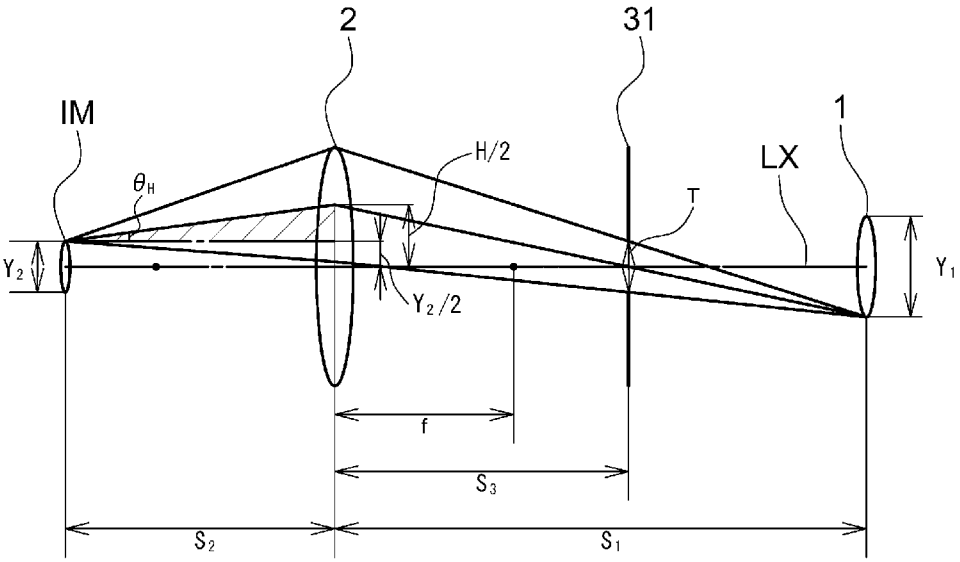


(b) 第１絞りが焦点の内側にある状態
で凹面に検査光を照射した場合

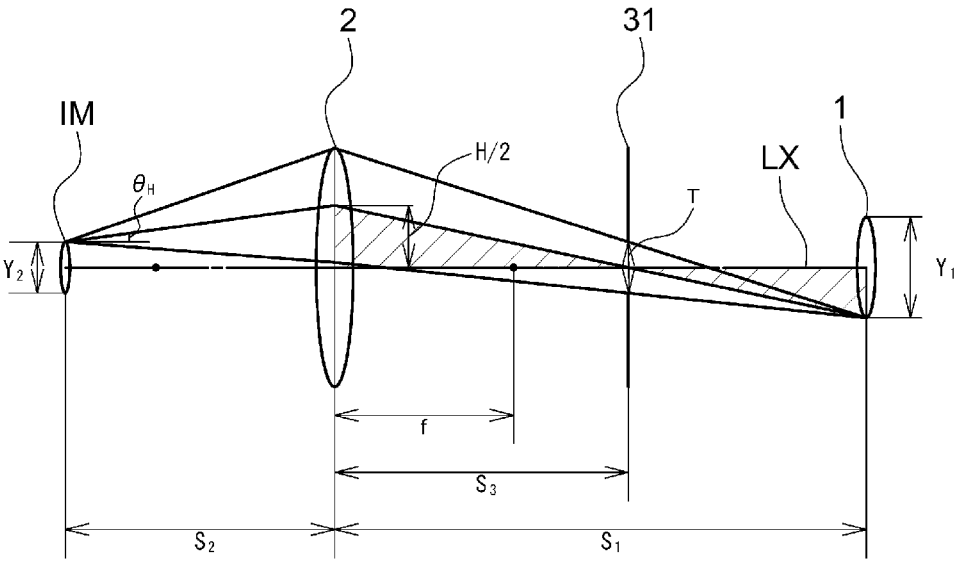


(c) 第１絞りが焦点にある状態で
平面に検査光を照射した場合

[図13]

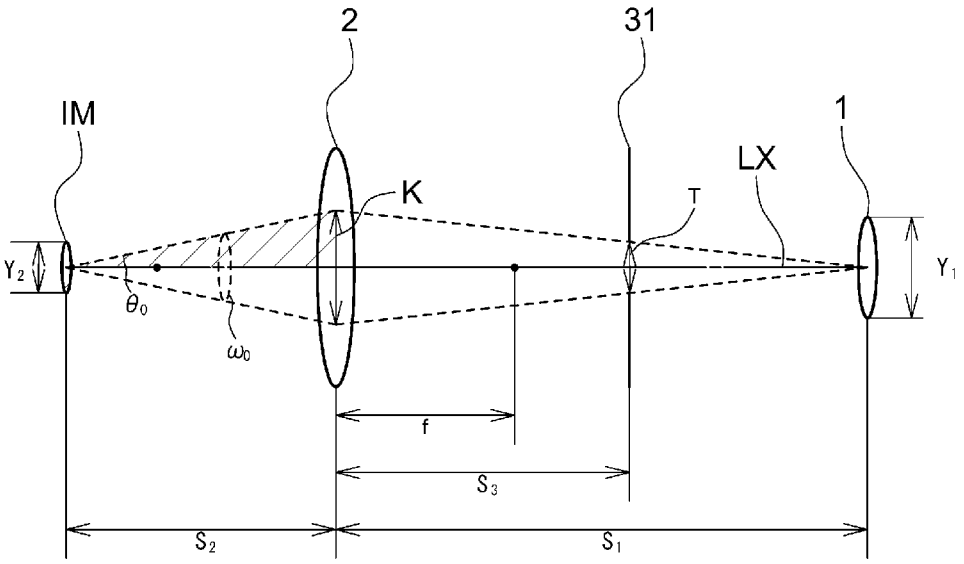

2
31
IM
1
LX
H/2
θH
T
Y2
Y1
Y2/2
f
S3
S2
S1

(a)

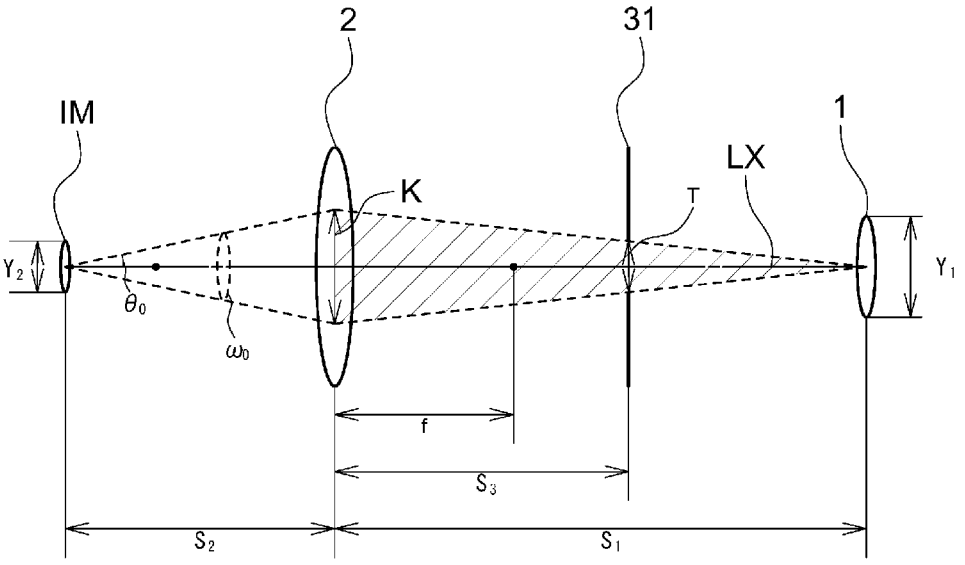

2
31
IM
1
LX
H/2
θH
T
Y2
Y1
f
S3
S2
S1

(b)

[図14]


2
31
IM
1
LX
K
T
Y2
Y1
θ0
ω0
f
S3
S2
S1

(a)


2
31
IM
1
LX
K
T
Y2
Y1
θ0
ω0
f
S3
S2
S1

(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT / JP2 012 / 080648

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N21 / 84 (2006.01)i, G01B1 1/30 (2006.01)i

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)
G01N2 1/84-21/958, GOIBII/00-11/30, G02B19/00-21/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JST Plus / JME DPlus / JST7580 (JDreaml I), WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2005-148296 A (Olympus Corp.), 09 June 2005 (09.06.2005), paragraphs [0016], [0019]; fig. 1 (Family: none)	1, 3 6-9
X Y	JP 2009-19882 A (Nikon Corp.), 29 January 2009 (29.01.2009), paragraphs [0012] to [0015]; fig. 7 (Family: none)	1, 4, 10, 11 6-9
Y	JP 2007-133435 A (Hayashi Creative Lab. Co., Ltd.), 31 May 2007 (31.05.2007), paragraph [0007] (Family: none)	6

☒ 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, exhibnion 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 tiie invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 February, 2013 (05.02.13)	19 February, 2013 (19.02.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT / JP2 012/ 080648

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 2006-46946 A (Shi nshu Univer si t y), 16 February 2006 (16.02.2006), paragraph s [0045], [0054]; fig . 3, 4 (Fami l y : none)	7-9
Y	JP 2008-76962 A (Okano El ectri c Co., Ltd .), 03 Apri l 2008 (03.04.2008), paragraph s [0015], [0016], [0028] ; fig . 1, 5 (Fami l y : none)	7-9
A	JP 2011-28249 A (Olympus Corp .), 10 February 2011 (10.02.2011), ent i r e text & US 2010/0328765 Al	1-11
A	JP 2006-258472 A (Ni kon Corp.), 28 Septembe r 2006 (28.09.2006), ent i r e text (Fami l y : none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2012/080648

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N21/84 (2006.01)i, G01B11/30 (2006.01)i

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. G01N21/84-21/958, G01B11/00-11/30, G02B19/00-21/36

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-
日本国公開実用新案公報 1971-2
日本国実用新案登録公報 1996-
日本国登録実用新案公報 1994-2

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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)
WPI

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	JP 2005-148296 A (オリンパス株式会社) 2005.06.09, 【0016】, 【0019】, 図1 (ファミリーなし)	1,3 6-9
X Y	JP 2009-19882 A (株式会社ニコン) 2009.01.29, 【0012】-【0015】, 図7 (ファミリーなし)	1,4,10,11 6-9
Y	JP 2007-133435 A (株式会社林創研) 2007.05.31, 【0007】 (ファミリーなし)	6

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
05.02.2013	19.02.2013

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
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) 2W 4462
越柴 洋哉
電話番号 03-3581-1101 内線 3292

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	JP 2006-46946 A (国立大学法人信州大学) 2006. 02. 16, 【0045】, 【0054】, 図3, 図4 (ファミリーなし)	7-9
Y	JP 2008-76962 A (オカノ電機株式会社) 2008. 04. 03, 【0015】, 【0016】, 【0028】, 図1, 図5 (ファミリーなし)	7-9
A	JP 2011-28249 A (オリンパス株式会社) 2011. 02. 10, 全文 & US 2010/0328765 A1	1-11
A	JP 2006-258472 A (株式会社ニコン) 2006. 09. 28, 全文 (ファミリーなし)	1-11