

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3889992号
(P3889992)

(45) 発行日 平成19年3月7日(2007.3.7)

(24) 登録日 平成18年12月8日(2006.12.8)

| (51) Int. Cl. | F I |
|-----------------------------|--------------|
| GO3B 15/02 (2006.01) | GO3B 15/02 G |
| GO3B 15/00 (2006.01) | GO3B 15/02 J |
| GO3B 15/05 (2006.01) | GO3B 15/00 T |
| GO1N 21/01 (2006.01) | GO3B 15/05 |
| GO1N 21/27 (2006.01) | GO1N 21/01 D |

請求項の数 9 (全 17 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|----------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2002-143462 (P2002-143462) | (73) 特許権者 | 000137694 |
| (22) 出願日 | 平成14年5月17日(2002.5.17) | | 株式会社ミットヨ |
| (65) 公開番号 | 特開2003-337365 (P2003-337365A) | | 神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号 |
| (43) 公開日 | 平成15年11月28日(2003.11.28) | (74) 代理人 | 100079083 |
| 審査請求日 | 平成17年4月1日(2005.4.1) | | 弁理士 木下 實三 |
| | | (74) 代理人 | 100094075 |
| | | | 弁理士 中山 寛二 |
| | | (74) 代理人 | 100106390 |
| | | | 弁理士 石崎 剛 |
| | | (72) 発明者 | 下川 清治 |
| | | | 神奈川県川崎市高津区坂戸1-20-1 |
| | | | 株式会社ミットヨ内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リング照明装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学系の光軸の回りに配置され、互いに異なる発光色を有する少なくとも2種類からなる複数の発光素子を光源として備えるリング照明装置であって、

前記光源を構成する発光素子のうち同一種類の発光素子群は、前記光軸と略直交する同一の平面内に、当該光軸の周囲に沿ってリング状に配列され、

前記発光素子の発光方向前方には、当該発光素子から出射され、互いに異なる発光色を有する出射光を合成し、所定の色合いを有する照明光を生成する合成手段が設けられ、

前記生成された照明光の進行方向前方には、当該照明光を前記光軸に沿った所定の位置に集光する集光手段が設けられ、

前記発光色が異なるリング状に配列された発光素子群は、互いに前記光軸方向に沿って所定の間隔を隔てて配置され、かつ、発光方向を前記光軸から離れる方向へ向けて配置されていることを特徴とするリング照明装置。

【請求項2】

光学系の光軸の回りに配置され、互いに異なる発光色を有する少なくとも2種類からなる複数の発光素子を光源として備えるリング照明装置であって、

前記光源を構成する発光素子のうち同一種類の発光素子群は、前記光軸と略直交する同一の平面内に、当該光軸の周囲に沿ってリング状に配列され、

前記発光素子の発光方向前方には、当該発光素子から出射され、互いに異なる発光色を有する出射光を合成し、所定の色合いを有する照明光を生成する合成手段が設けられ、

10

20

前記生成された照明光の進行方向前方には、当該照明光を前記光軸に沿った所定の位置に集光する集光手段が設けられ、

前記発光色が異なるリング状に配列された発光素子群は、互いに前記光軸と略直交する略同一平面上に、当該光軸からの距離が異なる環に沿って配置され、かつ、発光方向を前記光軸に略平行な方向に向けて配置されていることを特徴とするリング照明装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載のリング照明装置において、

前記複数の発光素子は、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) それぞれの発光色を有する 3 種類の発光ダイオードから構成されていることを特徴とするリング照明装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載のリング照明装置において、

前記合成手段は、平板状に形成されたダイクロイックミラーを含んで構成されていることを特徴とするリング照明装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のリング照明装置において、

前記ダイクロイックミラーは、所定の波長より短い波長の光を反射し、当該所定の波長より長い波長の光を透過する特性、または所定の波長より短い波長の光を透過し、当該所定の波長より長い波長の光を反射する特性を有することを特徴とするリング照明装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のリング照明装置において、

前記合成手段によって生成された照明光の進行方向は、前記光軸に略直交する平面上で当該光軸から離れる方向とされ、

前記集光手段は、前記照明光を前記光軸方向へ集光する反射鏡を備えて構成され、

前記反射鏡は、前記光軸に平行および直交する 2 つの断面方向に関して、それぞれ所定の曲率を有する反射面を備えていることを特徴とするリング照明装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のリング照明装置において、

前記合成手段によって生成された照明光の進行方向は、前記光軸と略平行な方向とされ、

前記集光手段は、前記照明光を前記光軸から離れる方向へ反射する第 1 反射鏡と、この反射鏡で反射された照明光を前記光軸方向へ集光する第 2 反射鏡とを一組として備えて構成され、

前記第 1 反射鏡および前記第 2 反射鏡のうち少なくとも一方は、前記光軸に平行および直交する 2 つの断面方向に関して、それぞれ所定の曲率を有する反射面を備えていることを特徴とするリング照明装置。

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載のリング照明装置において、

前記光源および前記合成手段は、照明装置本体に固定されており、

前記集光手段は、前記照明装置本体に対して前記光軸と略平行な方向に相対移動可能に取り付けられ、

前記照明装置本体と前記集光手段とを、相対移動させて前記照明光が集光される位置を調節する調節手段を備えることを特徴とするリング照明装置。

【請求項 9】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のリング照明装置において、

前記合成手段によって生成された照明光の進行方向は、前記光軸と略平行な方向とされ、

前記集光手段は、中央部に孔を有する略ドーナツ形状のレンズを備えて構成されていることを特徴とするリング照明装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

10

20

30

40

50

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学顕微鏡や画像測定機等の光学測定機に使用されるリング照明装置に関し、詳しくは、互いに異なる発光色を有する複数の発光素子の出射光から所定の色合いの照明光を生成するリング照明装置に関する。

【0002】**【背景技術】**

光学系によって被測定物の測定部位を光学的に結像し、その像を観察するための光学顕微鏡や、像から被測定物の形状や寸法等を検査、測定するための画像処理型測定機、例えば、測定顕微鏡、工具顕微鏡、投影機、三次元画像測定機等では、被測定物の画像を鮮明に得る上で、被測定物に対する照明がきわめて重要な役割を果たす。

10

【0003】

画像処理型測定機等における照明方法として、被測定物に対して略真上から照明光を被測定物に照射する垂直落射照明方式が知られている。しかし、垂直落射照明方式は、形状が比較的簡単な被測定物を測定する際に用いられる場合が多く、複雑な形状の被測定物、例えば、エッジ部を数多く有する階段状の被測定物の測定では、そのエッジ部の影を鮮明に検出できない場合がある。

そこで、これを解決するものとして、光学系の光軸に対して所定の角度で傾斜した方向から照明光を被測定物に照射することで、エッジ部の影を鮮明に検出できるようにしたリング照明装置がある。

【0004】

20

リング照明装置に用いられる光源として、ハロゲンランプ等の照明光をファイバにより導光する方式のファイバ光源が知られている。しかし、ハロゲンランプ等は、消費電力が大きい上に、耐用寿命が短く、点灯または消灯を制御する際の応答速度が遅い等の欠点も有している。

また、このようなリング照明装置において、被測定物に照射する照明光の輝度や照射角度を調節する方法として、ファイバ光源をグループピングし、そのグループごとに点灯または消灯を制御する方法がある。この際、光源のグループ数だけランプを用意し、グループごとにランプの点灯または消灯を制御するか、あるいは、ファイバの途中や端部に光を透過または遮断するシャッター装置等を用意して、各グループのファイバ光源の点灯または消灯を制御する手段が用いられる。しかし、このような手段では、多数のランプが必要とされ、また、構造が複雑化するので、照明装置が大型化し、製造コストが増大するという問題がある。

30

【0005】

一方近年、発光ダイオード(LED)に代表される発光素子は、その高速応答性や長寿命等の特長から注目され、その高輝度化も相まって様々な分野で光源として利用され始めている。そして、前述のハロゲンランプ等が有する欠点を解消でき、また、個々に点灯または消灯を制御できる光源として、発光ダイオードを利用したリング照明装置が考えられている。

【0006】

例えば、特開平10-54940号公報に示されたリング照明装置がある(従来例1)。従来例1のリング照明装置は、光源として多数の発光ダイオードを備え、これらの発光ダイオードは、同心円状に複数の円形列(同公報の実施例では5列)に配列され、個々の発光ダイオードは、その発光方向が被測定物に向かうように方向を決められて取り付けられている。また同公報には、集光方法の変形例として、個々の発光ダイオードの発光方向を光軸と平行に向け、発光方向前方にフレネルレンズを配置し、被測定物に集光する方法が示されている。

40

さらに同公報のリング照明装置では、発光ダイオードは、各円形列と、円周方向の扇形にグループピングされ、このグループごとに点灯または消灯の制御が可能とされている。従って、光源として複数配列した発光ダイオードをグループごとに点灯または消灯制御できるので、被測定物に対する配光を適切に調節することができる。

50

しかし、従来例 1 のリング照明装置では、被測定物に向けて設置された個々の発光ダイオードから出射される光は固有の発散角を有しており、被測定物に達するまでに広がってしまうため、照明効率の向上が十分でなく、必要な照度を得るためには非常に多数の発光ダイオードを設置しなければならないという問題がある。

【 0 0 0 7 】

また、従来例 1 において、照明光率を向上させる別の手段として、発光ダイオードの前方にフレネルレンズを設置し、照明光を被測定物に集光する手段が示されているが、前述のような発光ダイオード固有の発散角を補正するものではなく、照明効率を著しく向上させることは難しい。

また、このようなフレネルレンズは固有の焦点距離を有しているため、測定の際に被測定物とリング照明装置との間の距離（作動距離）を被測定物に応じて変化させると、フレネルレンズの焦点距離と作動距離とがずれて、照明光が広がってしまうため照明効率が低下し、また、照明効率を維持するためには、作動距離を変えることができず、被測定物ごとに最適な照明光を得ることが難しいという問題がある。

【 0 0 0 8 】

また、被測定物に対して照明角度や照明光の照射方向を制御可能とするような拡張的な機能を備え、被測定物のエッジや表面の状態をより鮮明に検出できるようにしたリング照明装置がある（従来例 2）。従来例 2 のリング照明装置では、特定の照射角度に対応してリング状に発光ダイオードが取り付けられたリングを複数種類用意し、これらのリングの発光ダイオードを同時に、あるいは別々に点灯することで照明角度を制御できる。また、各リングごとに円周方向にグルーピングされた発光ダイオードを点灯または消灯制御して、被測定物に対する配光を適切に調節することができる。

【 0 0 0 9 】

しかし、従来例 2 のリング照明装置においても前述の従来例 1 の場合と同様に、個々の発光ダイオードから出射される光の発散角により、照明効率の向上が十分でなく、必要な照度を得るためには非常に多数の発光ダイオードを設置しなければならないという問題がある。さらに、複数種類のリング同士をそれぞれのリングごとに所定の角度となるように取り付けなければならないため、照明装置の構造が複雑になるという問題もある。

【 0 0 1 0 】

一方、画像処理型測定機等により検査、測定する被測定物の種類は、プリント回路基板（PCB）等の電子部品や機械部品、半導体部品、印刷物等、非常に多彩で、また、これらの被測定物の表面色も様々である。画像処理型測定機等で、これらの被測定物の形状等を CCD（電荷結合素子）等で像として捉え、この像からエッジの位置等を検出して寸法等を測定する際に、被測定物の表面色に応じた適切な色合いを有する照明光を照射することで、得られる像のコントラストが強調され、エッジの検出精度の一層の向上が期待できる。

【 0 0 1 1 】

このような照明光の色合いを制御可能なリング照明装置として、前述の従来例 1 および従来例 2 のリング照明装置において、複数の発光ダイオードを数種類、例えば、赤（R）、緑（G）、青（B）のそれぞれ異なる発光色を有する 3 種類の発光ダイオードから構成し、各発光色の発光ダイオードごとに点灯または消灯制御することで、照明光の色合いを制御することができる。

【 0 0 1 2 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかし、従来例 1 および従来例 2 のリング照明装置では、照明効率が低いため、非常に多数の発光ダイオードを配置しなければならず、照明装置が大型化し、製造コストが増大するという問題がある。さらに、異なる発光色を有する数種類の発光ダイオードを設置し照明光の色合いを制御できるようにしたとしても、各発光色の発光ダイオードから被測定物に向かって出射された光は、被測定物上で合成されるが、各発光ダイオードから被測定物までの距離および角度は一定ではないので、生成される照明光の色合いが均一にならず、

10

20

30

40

50

十分に高精度な像が得られないという問題がある。

【0013】

本発明の目的は、照明効率を向上して小型化でき、像の検出精度の向上を十分に図ることができるリング照明装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明のリング照明装置は、次の構成を採用する。

本発明の請求項1に記載のリング照明装置は、光学系の光軸の回りに配置され、互いに異なる発光色を有する少なくとも2種類からなる複数の発光素子を光源として備えるリング照明装置であって、前記光源を構成する発光素子のうち同一種類の発光素子群は、前記光軸と略直交する同一の平面内に、当該光軸の周囲に沿ってリング状に配列され、前記発光素子の発光方向前方には、当該発光素子から出射され、互いに異なる発光色を有する出射光を合成し、所定の色合いを有する照明光を生成する合成手段が設けられ、前記生成された照明光の進行方向前方には、当該照明光を前記光軸に沿った所定の位置に集光する集光手段が設けられ、前記発光色が異なるリング状に配列された発光素子群は、互いに前記光軸方向に沿って所定の間隔を隔てて配置され、かつ、発光方向を前記光軸から離れる方向へ向けて配置されていることを特徴とする。

10

【0015】

なお、ここで、「光軸の周囲に沿ってリング状に配列」とは、光軸を中心とする円環状や三角形、四角形または五角形以上の多角形状の配列を含む。また、光軸の周囲に沿った楕円形状や長円形状の配列も含まれる。

20

【0016】

この構成の本発明によれば、異なる発光色を有する発光素子から出射された出射光がその前方に配置した合成手段によって所定の色合いの照明光に合成され、さらに集光手段によって所定の位置に集光されるため、合成手段によって予め所定の色合いに合成された照明光が照射され、被測定物の表面色に応じた均一な色合いの照明光を照射することができる。従って、光学系により得られる像のコントラストが強調され、被測定物のエッジ等を検出する精度の向上を十分に図ることができる。また、集光手段によって所定の位置に照明光を集中して照明効率を向上できるので、発光素子の設置個数を低減でき、照明装置の小型化を図ることができる。

30

また、発光素子の発光方向を光学系の光軸と略直交して光軸から離れる方向に向けて光源を配置することで、発光方向の前方に配置される合成手段および集光手段を含めて形成される照明装置の大きさのうち、光軸に平行な方向の寸法を小さくすることができるため、光学系に取り付ける際に光軸に沿った取付位置の自由度が高まり、集光範囲や集光位置の設定を精度よく行え、被測定物の像の検出精度を向上できる。

【0019】

請求項2に記載のリング照明装置は、光学系の光軸の回りに配置され、互いに異なる発光色を有する少なくとも2種類からなる複数の発光素子を光源として備えるリング照明装置であって、前記光源を構成する発光素子のうち同一種類の発光素子群は、前記光軸と略直交する同一の平面内に、当該光軸の周囲に沿ってリング状に配列され、前記発光素子の発光方向前方には、当該発光素子から出射され、互いに異なる発光色を有する出射光を合成し、所定の色合いを有する照明光を生成する合成手段が設けられ、前記生成された照明光の進行方向前方には、当該照明光を前記光軸に沿った所定の位置に集光する集光手段が設けられ、前記発光色が異なるリング状に配列された発光素子群は、互いに前記光軸と略直交する略同一平面上に、当該光軸からの距離が異なる環に沿って配置され、かつ、発光方向を前記光軸に略平行な方向に向けて配置されていることを特徴とする。

40

【0020】

この構成の本発明によれば、異なる発光色を有する発光素子から出射された出射光がその前方に配置した合成手段によって所定の色合いの照明光に合成され、さらに集光手段によって所定の位置に集光されるため、合成手段によって予め所定の色合いに合成された照

50

明光が照射され、被測定物の表面色に応じた均一な色合いの照明光を照射することができる。従って、光学系により得られる像のコントラストが強調され、被測定物のエッジ等を検出する精度の向上を十分に図ることができる。また、集光手段によって所定の位置に照明光を集中して照明効率を向上できるので、発光素子の設置個数を低減でき、照明装置の小型化を図ることができる。

また、発光素子の発光方向を光学系の光軸と略平行な方向に向けて光源を配置することで、発光方向の前方に配置される合成手段および集光手段を含めて形成される照明装置の大きさのうち、光軸を中心とした径方向の寸法を小さくすることができるため、光学系に取り付けて測定を行う際に邪魔にならず、測定作業を迅速に行うことができる。

【0021】

請求項3に記載のリング照明装置は、請求項1または請求項2に記載のリング照明装置において、前記複数の発光素子は、赤（R）、緑（G）、青（B）それぞれの発光色を有する3種類の発光ダイオードから構成されていることを特徴とする。

【0022】

この構成によれば、代表的な発光素子である発光ダイオードを使用することによって、その特長である高速応答性や長寿命等を備えた光源とすることができるとともに、光の3原色であるRGB各色を均等に合成すれば、照明光の基本色としての白色光を生成でき、また、RGB各色の合成配分を適切に変えれば、多彩な色合いを有する照明光を生成することができるため、様々な表面色を有する被測定物に応じて、最適な色合いの照明光を照射し、被測定物のエッジ等を検出する精度の向上を一層十分に図ることができる。

【0023】

請求項4に記載のリング照明装置は、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載のリング照明装置において、前記合成手段は、平板状に形成されたダイクロイックミラーを含んで構成されていることを特徴とする。

【0024】

この構成によれば、光の波長に応じて、その光を透過または反射する特性を有したダイクロイックミラーにより、発光素子から出射された互いに異なる発光色を有する出射光を選択的に反射または透過することによって、発光色の異なる出射光を合成し、所定の色合いを有する照明光を生成することができる。また、平板状の単純な形状をしたダイクロイックミラーを用いることによって、安価に合成手段を構成できるとともに、曲面を有したダイクロイックミラーを用いる場合と比較し、反射および透過する光の軌跡の算出が容易になる。従って、ダイクロイックミラーの配置や取り付け構造を簡単にでき、かつ、照明光の合成を正確に行うことができる。

【0025】

請求項5に記載のリング照明装置は、請求項4に記載のリング照明装置において、前記ダイクロイックミラーは、所定の波長より短い波長の光を反射し、当該所定の波長より長い波長の光を透過する特性、または所定の波長より短い波長の光を透過し、当該所定の波長より長い波長の光を反射する特性を有することを特徴とする。

【0026】

この構成によれば、ダイクロイックミラーは、光の波長に応じた反射から透過、または、透過から反射の特性移行の回数が所定の波長における1回のみであり、複数の波長において反射、透過の特性を2回以上移行するダイクロイックミラーと比較して、ミラー表面蒸着膜の層数が少ないため、成膜処理が容易になり、ダイクロイックミラーの反射、透過効率を高めることができる。

【0027】

請求項6に記載のリング照明装置は、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載のリング照明装置において、前記合成手段によって生成された照明光の進行方向は、前記光軸に略直交する平面上で当該光軸から離れる方向とされ、前記集光手段は、前記照明光を前記光軸方向へ集光する反射鏡を備えて構成され、前記反射鏡は、前記光軸に平行および直交する2つの断面方向に関して、それぞれ所定の曲率を有する反射面を備えていることを特

10

20

30

40

50

徴とする。

【0028】

この構成によれば、光源および合成手段よりも光軸から離れた位置に設けられた反射鏡によって照明光が光軸方向へ反射されるため、被測定物に照射される照明光の照射角が大きくなり、立体的な形状を有した被測定物の場合等に、被測定物のエッジ部の影を鮮明に検出できる。また、反射鏡の反射面には、照明光を所定の位置に集光するような曲率が設けられているため、照明光を被測定物の被測定位置に集中して照射することができるので、照明効率の向上を図ることができる。

【0029】

請求項7に記載のリング照明装置は、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載のリング照明装置において、前記合成手段によって生成された照明光の進行方向は、前記光軸と略平行な方向とされ、前記集光手段は、前記照明光を前記光軸から離れる方向へ反射する第1反射鏡と、この反射鏡で反射された照明光を前記光軸方向へ集光する第2反射鏡とを一組として備えて構成され、前記第1反射鏡および前記第2反射鏡のうち少なくとも一方は、前記光軸に平行および直交する2つの断面方向に関して、それぞれ所定の曲率を有する反射面を備えていることを特徴とする。

10

【0030】

この構成によれば、光源および合成手段から光軸と平行な方向で、被測定物に近い位置に反射鏡を設置することによって、照明装置の大きさのうち、光軸を中心とした径方向の寸法を小さくすることができる。また、第1、第2反射鏡の一方または両方の反射面には、照明光を所定の位置に集光するような曲率が設けられているため、照明光を被測定物の被測定位置に集中して照射することができるので、照明効率の向上を図ることができる。

20

【0031】

請求項8に記載のリング照明装置は、請求項1ないし請求項7のいずれかに記載のリング照明装置において、前記光源および前記合成手段は、照明装置本体に固定されており、前記集光手段は、前記照明装置本体に対して前記光軸と略平行な方向に相対移動可能に取り付けられ、前記照明装置本体と前記集光手段とを、相対移動させて前記照明光が集光される位置を調節する調節手段を備えることを特徴とする。

【0032】

この構成によれば、光源および合成手段が固定された照明装置本体と、集光手段とを光軸に沿って相対移動することによって、反射鏡の曲面を有する反射面上の、異なる傾斜角の位置で照明光が反射されて反射角度が変化するため、被測定物に対する照射角度を調節することができ、被測定物の大きさや形状、表面状態に応じた適切な照射角度の照明光が得られ、被測定物のエッジ等を検出する精度の向上をさらに図ることができる。

30

【0033】

請求項9に記載のリング照明装置は、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載のリング照明装置において、前記合成手段によって生成された照明光の進行方向は、前記光軸と略平行な方向とされ、前記集光手段は、中央部に孔を有する略ドーナツ形状のレンズを備えて構成されていることを特徴とする。

【0034】

この構成によれば、汎用的な光学素子であるレンズを用いることによって、低コストで照明装置を製造できるとともに、高透過率および高精度のレンズを用いれば、照明光の透過損失を小さくし、また、照明範囲に正確に照明光を集中させることができ、より照明効率の向上を図ることができる。また、レンズ中央部に設けられた孔を通して、光学系としての対物レンズ等がリング照明装置を貫通でき、または、被測定物からの反射光が遮られることなく対物レンズ等まで到達できるので、被測定物の測定を確実に行うことができる。

40

【0035】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るリング照明装置の好適な実施形態を挙げ、図面に基づいて詳しく説明する。なお、以下の説明にあたって、同一構成要件については、同一符号を付し、その説

50

明を省略もしくは簡略化する。

図1ないし図3には、本発明の第1実施形態に係るリング照明装置10が示され、図4および図5には、第2実施形態および第3実施形態に係るリング照明装置50, 60がそれぞれ示されている。

【0036】

〔第1実施形態〕

図1は、リング照明装置10の全体斜視図であり、図2は、その断面図、図3は、その一部を断面した底面図である。

図1ないし図3において、リング照明装置10は、図示しない画像測定装置の測定台2上の被測定物3(ワーク)を照らす照明に用いられ、当該測定装置等の拡大光学系としての対物レンズ1に取り付けられている。画像測定装置は、図示しない駆動装置によって、測定台2を水平面内の直交二軸方向、すなわち、図2中左右および前後方向に駆動制御し、また、対物レンズ1を垂直方向、すなわち、図2中上下方向に駆動制御することで、被測定物3の被測定部に適した位置および測定距離を調節できるようになっている。

【0037】

リング照明装置10は、対物レンズ1を囲み、対物レンズ1の光軸1Aの回りに全体リング状に形成された照明装置本体としてのケース11と、このケース11の内側で対物レンズ1に近接する側に取り付けられた光源ボックス12とを備えて構成されている。光源ボックス12の内部には、光源としての複数の発光ダイオード20と、合成手段としてのミラー群30とが設けられ、光源ボックス12の回りには、集光手段としての反射鏡40が配置されている。また、図2中对物レンズ1は、被測定物3と所定の測定距離を離して垂直方向の位置を決められており、この際、対物レンズ1に取り付けられたリング照明装置10と、被測定物3との距離(作動距離)に応じた照明角度 θ で被測定物3に照明光を照射している。

【0038】

ケース11は、金属板材等から加工され、その中央部を図2中上下に貫通するレンズ挿通孔11Aを備えて、図2中下方に開口したリング状に形成されている。ケース11のレンズ挿通孔11Aは、対物レンズ1を余裕を持って挿通できる内径寸法を備えており、ケース11には、対物レンズ1を挿通した状態でリング照明装置10を対物レンズ1に取り付けるための図示しない取付部が設けられている。この取付部としては、例えば、対物レンズ1に向かって進退可能に支持された3本のねじが適用できる。

【0039】

光源ボックス12は、ケース11と同様の金属板材等から加工され、略矩形の角部が面取りされた平面略八角形状の箱状部材であり、対物レンズ1から離れた側の4面には、光軸1Aと略直交する平面に沿ったスリット13が設けられている。

光源ボックス12の内部には、3種類の発光色(赤、緑、青)を有する発光ダイオード20が、それぞれの種類ごとに配列されている。各色の発光ダイオード20は、光軸1Aに沿って、赤色(R)発光ダイオード21、緑色(G)発光ダイオード22および青色(B)発光ダイオード23が、図2中上から順に所定の間隔を隔て、かつ、それぞれが光軸1Aと略直交する平面内に、光軸1Aを中心として平面略矩形形状に配列されている。R, G, B各色の発光ダイオード21, 22, 23は、平面略矩形形状の各辺に沿って7個ずつ並べられ、それぞれが各辺に略直交し光軸1Aから離れる方向に発光方向を向けて配置されている。

各色の発光ダイオード20は、発光する照明光の発散角が所定の角度(例えば、 20°)になるよう発光方向先端に集光レンズが取り付けられたもので、図示しない制御回路および電源に接続されている。

【0040】

各色の発光ダイオード20の発光方向前方には、3種類のミラー31, 32, 33から構成されるミラー群30が配置されており、それぞれのミラー31, 32, 33は、略長方形の平板状に形成され、それらの長手方向がR, G, B各色の発光ダイオード21, 22

10

20

30

40

50

、23の列と略平行にされ、長手方向の長さが平面略矩形状に配列された発光ダイオード20の各辺の長さと略等しくされている。また、ミラー31、32、33は、光軸1Aに沿った断面方向に関して、光軸1Aと略45°傾斜して設置されている。

【0041】

ミラー31は、反射ミラーであり、赤色発光ダイオード21から出射された出射光を光軸1Aに沿って被測定物3の方向へ反射するように設置されている。

ミラー32、33はそれぞれ、ダイクロイックミラーであり、所定の波長より短い波長の光を反射し、当該所定の波長より長い波長の光を透過する特性、または所定の波長より短い波長の光を透過し、当該所定の波長より長い波長の光を反射する特性を有している。すなわち、ミラー32、33は、光の波長に応じた反射から透過、または、透過から反射の特性移行の回数が所定の波長における1回のみダイクロイックミラーである。

10

ミラー32は、ミラー31で反射された赤色の光を透過し、緑色発光ダイオード22から出射された赤色の光よりも波長の短い緑色の出射光を光軸1Aに沿って被測定物3の方向へ反射するように設置されている。

ミラー33は、ミラー32を透過した赤色の光およびミラー32で反射された緑色の光を反射し、青色発光ダイオード23から出射された赤色や緑色の光よりも波長の短い青色の出射光を透過するように設置されている。

【0042】

ミラー33で反射された赤色および緑色の光と、ミラー33を透過した青色の光とが、合成された照明光の進行方向、すなわち、光軸1Aと略直交する平面上で光軸1Aから離れる方向の前方には、反射鏡40が設置されている。この反射鏡40は、光源ボックス12の平面矩形状の各辺とケース11との間に設けられ、ケース11内に設けられた図示しない駆動装置によって、光軸1Aに沿って光源ボックス12との相対位置を移動可能とされている。

20

【0043】

反射鏡40は、金属製の反射鏡本体41からなり、光軸1Aと対向する側の側面が鏡面仕上げされ、光を反射する反射面42とされている。この反射面42は、照明光を被測定物3の方向へ反射するように、光軸1Aに沿った断面方向に関して、光軸1Aから離れる方向に凸状の曲率が形成されている。また、光軸1Aと略直交する平面方向に関して、略矩形状に配列された発光ダイオード20の発光方向と略平行に、光軸1Aから離れる方向

30

【0044】

次に、本実施形態に係るリング照明装置10の操作について説明する。

まず、被測定物3の大きさや形状、測定範囲に応じて設定される測定距離に対物レンズ1を位置調整し、リング照明装置10を対物レンズ1に取り付ける。

被測定物3の色合いに応じて、照明光の色合いを調節するには、光源として配列されたR、G、B各色の発光ダイオード21、22、23のうち、適切な色の発光ダイオード20を選択し、点灯または消灯制御を行う。すなわち、R、G、B各色の発光ダイオード21、22、23を全て点灯すれば、ミラー群30によって合成される照明光は白色となり、いずれか1色のみを点灯すれば、当該1色の照明光となる。また、R、G、B各色の発光ダイオード21、22、23のうち、いずれか2色を選択し点灯すれば、当該選択された2色が合成された照明光となる。さらに、選択したいいずれかの発光ダイオード21、22、23を部分的に点灯または消灯すれば、中間色の照明光を合成することもできる。

40

【0045】

また、リング照明装置10は、被測定物3の被測定面の形状により適切な照明角度を考慮し、例えば、表面に凹凸の多い被測定物3において凹凸のエッジを検出したい場合には大きな照明角度2に設定する調節手段を備えている。すなわち、照明装置本体としてのケース11および光源ボックス12に対して相対移動可能に取り付けられた反射鏡40を、図2中二点鎖線で示すように、光軸1Aに沿って被測定物3から離れる方向へ移動すると

50

ともに、対物レンズ 1 へのリング照明装置 10 の取付位置を被測定物 3 に近い位置とする。このようにすることで、光源ボックス 12 のミラー群 30 で合成され、光源ボックス 12 のスリット 13 を通過した照明光は、反射鏡 40 の反射面 42 の中で被測定物 3 に近い位置、つまり、曲率が設けられた反射面 42 の光軸 1A に対する傾斜角度の小さい位置で反射される。従って、反射された照明光は、光軸 1A に対して大きな照明角度 2 で被測定物 3 に照射されることとなる。

【0046】

従って、本実施形態によれば、次のような効果が得られる。

(1) R, G, B 各色の発光ダイオード 21, 22, 23 から出射された出射光が、その前方に配置したダイクロイックミラー 32, 33 を含むミラー群 30 によって所定の色合いの照明光に合成され、合成された照明光が被測定物 3 に照射されるので、被測定物 3 の表面色に応じた色合いの照明光を照射することができ、対物レンズ 1 を通して得られる被測定物 3 の像のコントラストが強調され、被測定物 3 のエッジ等を検出する精度の向上を十分に図ることができる。

10

【0047】

(2) R, G, B 各色の発光ダイオード 21, 22, 23 から出射された出射光を合成手段であるミラー群 30 により合成することによって、ミラー群 30 によって予め所定の色合いに合成された照明光が被測定物 3 に照射されるので、被測定物 3 の表面で各色の光を合成する場合と比較して、ムラのない均一な色合いの照明光を照射することができ、より検出精度の向上を図ることができる。

20

【0048】

(3) 反射鏡 40 によって被測定物 3 に照明光を集中することによって、照明効率が向上され、発光ダイオード 20 の設置個数を低減でき、照明装置の小型化を図ることができる。

【0049】

(4) 従来技術と比較し、発光ダイオード 20 の設置個数が少ないので、発光ダイオード 20 から発生する熱が画像測定装置等に与える影響を少なくできるとともに、消費電力が少なく電力コストを低減できる。

【0050】

(5) 光源として発光ダイオード 20 を使用することによって、その特長である高速応答性や長寿命等を備えた光源とすることができるとともに、R, G, B 各色の発光ダイオード 21, 22, 23 を用いることによって、照明光の基本色としての白色光を生成でき、R G B 各色の合成配分を適切に変えることで、多彩な色合いを有する照明光が生成されるので、様々な表面色を有する被測定物 3 に応じて、最適な色合いの照明光を照射することができる。

30

【0051】

(6) 合成手段としてのミラー群 30 を構成するダイクロイックミラー 32, 33 によって、所定の色合いの照明光を合成できる。また、ダイクロイックミラー 32, 33 を略長方形平板状の単純な形状とすることによって、安価にミラー群 30 を構成できるとともに、曲面を有したダイクロイックミラーを用いる場合と比較し、反射および透過する光の軌跡を容易に算出できるので、ダイクロイックミラー 32, 33 の配置や取り付け方法を簡単に、かつ、照明光の合成を正確に行うことができる。

40

【0052】

(7) ミラー 32, 33 は、光の波長に応じた反射から透過、または、透過から反射の特性移行の回数が所定の波長における 1 回のみダイクロイックミラーであるので、複数の波長において反射、透過の特性を 2 回以上移行するダイクロイックミラーと比較して、ミラー表面蒸着膜の層数が少ないため、成膜処理が容易になり、ダイクロイックミラーの反射、透過効率を高めることができる。

【0053】

(8) 光軸 1A と略直交して光軸 1A から離れる方向に発光ダイオード 20 の発光方向を

50

向け、発光方向前方にミラー群 30 および反射鏡 40 を配置して、照明装置を形成することによって、照明装置の大きさのうち、光軸 1A に平行な方向の寸法が小さくなるため、対物レンズ 1 に取り付ける際に光軸 1A に沿った取付位置の自由度が高まり、作動距離や照明角度の設定を精度よく行え、被測定物 3 の像の検出精度を向上できる。

【0054】

(9) 光源ボックス 12 よりも光軸 1A から離れた位置に反射鏡 40 を設け、この反射鏡 40 から光軸 1A 方向へ照明光を反射することによって、被測定物 3 に照射される照明光の照射角 θ_1 が大きくなり、立体的な形状を有した被測定物 3 のエッジ部の影を鮮明に検出できる。反射鏡 40 の反射面 42 には、照明光を所定の位置に集光するような曲率が設けられているため、照明光を被測定物の被測定位置に集中して照射することで、照明効率

10

【0055】

(10) 反射鏡 40 の反射面 42 に光軸 1A に沿った断面方向および光軸 1A に略直交する平面方向の 2 方向に関して、光軸 1A から離れる方向に凸状の曲率が設けられているため、照明光を被測定物 3 の被測定位置に集中して照射することができるので、より照明効率の向上を図ることができる。

【0056】

(11) 反射鏡 40 をケース 11 および光源ボックス 12 に対して光軸 1A に沿った方向に相対移動することで、照明光が反射鏡 40 の曲面を有する反射面 42 上の、異なる傾斜角の位置で反射されて、反射角度が変わり、被測定物 3 に対する照射角度を調節することができる。従って、被測定物 3 の大きさや形状、表面状態に応じた適切な照明角度 θ_1 , θ_2 の照明光が得られ、被測定物 3 のエッジ等を検出する精度の向上をさらに図ることができる。

20

【0057】

〔第 2 実施形態〕

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。図 4 には、第 2 実施形態に係るリング照明装置 50 の断面図が示されている。このリング照明装置 50 において、前述の第 1 実施形態との相違は、光源としての発光ダイオード 20 の配置方向および、集光手段として反射鏡 40 に替えてレンズ 54 を用いていることであり、その他の構成は第 1 実施形態の場合と同様である。

30

【0058】

図 4 において、R, G, B 各色の発光ダイオード 21, 22, 23 は、互いに光軸 1A と略直交する平面上にリング状に配置され、各色ごとに光軸 1A からの距離が異なる略矩形状に、所定の間隔を隔てて配列されている。すなわち、光軸 1A に近い側から、赤色(R)発光ダイオード 21、緑色(G)発光ダイオード 22 および青色(B)発光ダイオード 23 の順に配列され、それぞれの発光ダイオード 20 は、それらの発光方向を光軸 1A に略平行で、被測定物 3 に向かって配置されている。

【0059】

発光ダイオード 20 の発光方向前方には、前述の第 1 実施形態の場合と同様のミラー群 30 が配置され、このミラー群 30 によって R, G, B 各色の発光ダイオード 21, 22, 23 から出射された出射光が光軸 1A から離れる方向に反射または透過され、所定の色合いの照明光が合成される。合成された照明光は、光軸 1A に略平行で、被測定物 3 に向かって進行する。

40

発光ダイオード 20 およびミラー群 30 を内蔵する光源ボックス 52 は、被測定物 3 に対向する底面の対物レンズ 1 から離れた側に、照明光が通過するスリット 53 を備えている。

光源ボックス 52 が取り付けられるケース 51 は、その中央部を図 4 中上下に貫通するレンズ挿通孔 51A を備えて、図 4 中下方に開口したリング状に形成されている。

【0060】

ケース 51 の開口側には、集光手段としてのレンズ 54 が取り付けられている。

50

レンズ54は、透明のガラス製で、光軸1Aを略中心とし、外周へ向かうに従い厚さが薄くなるレンズの略中央に孔55が設けられた略ドーナツ形状に加工されている。また、レンズ54は、光源ボックス52のスリット53を通過した照明光を屈折させ、その焦点距離に応じた照明角度3で照明光を被測定物3に集光する働きを有している。

【0061】

従って、本実施形態によれば、前述の(1)、(2)、(4)ないし(7)の効果に加えて、次のような効果が得られる。

(12)発光ダイオード20の発光方向を光軸1Aと略平行な方向に向け、発光方向の前方にミラー群30およびレンズ54を配置して、照明装置を形成することによって、照明装置の大きさのうち、光軸1Aを中心とした径方向の寸法が小さくなり、照明装置を対物レンズ1に取り付けて測定を行う際に邪魔にならず、測定作業を迅速に行うことができる。

10

【0062】

(13)汎用的な光学素子であるレンズ54を用いることによって、低コストでリング照明装置50を製造できるとともに、高透過率および高精度のレンズ54を用いれば、照明光の透過損失を小さく、また、照明範囲に正確に照明光が集中され、より照明効率の向上を図ることができる。

【0063】

(14)レンズ54の中央部に設けた孔55を通して、対物レンズ1がリング照明装置50を貫通でき、または、被測定物3からの反射光が遮られることなく対物レンズ1まで到達できるので、被測定物3の測定を確実に行うことができる。

20

【0064】

〔第3実施形態〕

次に、本発明の第3実施形態について説明する。図5には、第3実施形態に係るリング照明装置60の断面図が示されている。このリング照明装置60において、前述の第1実施形態との相違は、光源としての発光ダイオード20の配置方向および、集光手段として反射鏡40の構成であり、その他の構成は第1実施形態の場合と同様である。

【0065】

図5において、光源ボックス62が取り付けられるケース61は、その中央部を図5中上下に貫通するレンズ挿通孔61Aを備えて、図5中下方に開口したリング状に形成されている。

30

発光ダイオード20およびミラー群30を内蔵する光源ボックス62は、被測定物3に対向する底面の対物レンズ1に近い側に、照明光が通過するスリット63を備えている。

【0066】

R, G, B各色の発光ダイオード21, 22, 23は、互いに光軸1Aと略直交する平面上にリング状に配置され、各色ごとに光軸1Aからの距離が異なる所定の間隔を隔てて配列されている。すなわち、光軸1Aに近い側から、青色(B)発光ダイオード23、緑色(G)発光ダイオード22および赤色(R)発光ダイオード21の順に配列され、それぞれの発光ダイオード20は、それらの発光方向を光軸1Aに略平行で、被測定物3に向かって配置されている。

【0067】

発光ダイオード20の発光方向前方には、前述の第1実施形態の場合と同様のミラー群30が配置され、このミラー群30によってR, G, B各色の発光ダイオード21, 22, 23から出射された出射光が光軸1Aに近づく方向に反射または透過され、所定の色合いの照明光が合成される。合成された照明光は、光軸1Aに略平行な方向へ向かって、光源ボックス62のスリット63を通過して進行する。

40

【0068】

ケース61内で、光源ボックス62の被測定物3側には、集光手段としての反射鏡40が配置されている。

反射鏡40は、第1反射鏡64および第2反射鏡66の2種類の反射鏡を組み合わせて構成されている。第1反射鏡64は、スリット63を通過した照明光を、光軸1Aから離れ

50

る方向へ反射する、略平面上に形成された第1反射面65を備えている。また、第1反射鏡64は、光源ボックス62と一体に固定されている。

【0069】

第2反射鏡66は、第1反射面65で反射された照明光を、被測定物3の方向へ照明角度4をもって反射、集光するように、光軸1Aに沿った断面方向および光軸1Aと略直交する平面方向の2方向に関して、光軸1Aから離れる方向に凸状の曲率を有した曲面状に形成された第2反射面67を備えている。また、第2反射鏡66は、ケース61内に設けられた図示しない駆動装置によって、光軸1Aに沿って第1反射鏡64との相対位置を移動可能とされている。

【0070】

リング照明装置60において、被測定物3に応じて照明角度4を大きな照明角度5に調節する場合には、第1反射鏡64に対して相対移動可能に取り付けられた第2反射鏡66を、図5中二点鎖線で示すように、光軸1Aに沿って光源ボックス62側へ移動するとともに、対物レンズ1へのリング照明装置60の取付位置を被測定物3に近い位置とする。このようにすることで、第1反射面65で反射した照明光は、第2反射鏡66の第2反射面67の中で被測定物3に近い位置、つまり、曲率が設けられた第2反射面67の光軸1Aに対する傾斜角度の小さい位置で反射される。従って、反射された照明光は、光軸1Aに対して大きな照明角度5で被測定物3に照射されることとなる。

【0071】

従って、本実施形態によれば、前述の(1)ないし(7)の効果に加えて、次のような効果が得られる。

(15) 発光ダイオード20の発光方向を光軸1Aと略平行な方向に向け、発光方向の前方にミラー群30、第1反射鏡64および第2反射鏡66を配置して、照明装置を形成することによって、照明装置の大きさのうち、光軸1Aを中心とした径方向の寸法が小さくなり、照明装置を対物レンズ1に取り付けて測定を行う際に邪魔にならず、測定作業を迅速に行うことができる。

【0072】

(16) 第2反射鏡66の反射面67に光軸1Aに沿った断面方向および光軸1Aに略直交する平面方向の2方向に関して、光軸1Aから離れる方向に凸状の曲率が設けられているため、照明光を被測定物3の被測定位置に集中して照射することができるので、より照明効率の向上を図ることができる。

【0073】

(17) 第2反射鏡66を第1反射鏡64に対して光軸1Aに沿った方向に相対移動することによって、照明光が第2反射鏡66の曲面を有する第2反射面67上の、異なる傾斜角の位置で反射されて、反射角度が変わり、被測定物3に対する照射角度を調節することができる。従って、被測定物3の大きさや形状、表面状態に応じた適切な照明角度4, 5の照明光が得られ、被測定物3のエッジ等を検出する精度の向上をさらに図ることができる。

【0074】

なお、本発明は前述の各実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

例えば、前述の各実施形態では、画像測定装置に用いられるリング照明装置について説明を行ったが、測定顕微鏡、工具顕微鏡、投影機、三次元画像測定機等に用いてもよい。また、前述の各実施形態では、リング照明装置を対物レンズ1に取り付けたが、これに限らず、測定装置等の本体や測定台に取り付けてもよく、また、これらの測定装置等とは別にリング測定装置を支持する部材を設け、この部材に取り付けてもよい。また、取り付け方法は、対物レンズ1に向かって進退可能に支持された3本のねじによる方法に限らず、リング照明装置と被測定物との作動距離を適切に設定できる方法であれば適用でき、また、光学系の光軸に沿って移動する手段を備えたものでもよい。

【0075】

10

20

30

40

50

また、前述の各実施形態では、発光ダイオード20を平面略矩形形状に配列したが、これに限らず、平面略円形状に配列してもよく、また、平面略三角形形状や五角形状または、それ以上の多角形状に配列してもよい。

また、R、G、B各色の発光ダイオード21、22、23の配列は、前述の各実施形態で示した順に限らず、異なった配列としてもよく、その際、R、G、B各色の発光ダイオード21、22、23の配列に応じた、反射または透過の特性を有するダイクロイックミラーを使用することができ、複数の波長において反射、透過の特性を2回以上移行するダイクロイックミラーであってもよい。

また、R、G、B各色の発光ダイオード21、22、23に加えて、白色の発光ダイオードを用いてもよい。このようにすれば、照明光の色合いを調節しながら輝度を低下させずに照明を行うことができる。

10

【0076】

また、前述の各実施形態では、ケースおよび光源ボックスは、金属板材から加工されるものとしたが、これに限らず、合成樹脂製であってもよい。また、反射鏡は、金属製で反射面が鏡面仕上げされるものとしたが、これに限らず、ガラス製や合成樹脂製としてもよく、反射面のみにガラスや金属を用いたものでもよく、反射面にメッキ等が施されたものでもよい。

【0077】

【発明の効果】

以上の通り、本発明のリング照明装置によれば、照明効率を向上して小型化でき、像の検出精度の向上を十分に図ることができる、という効果が期待できる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るリング照明装置を示す斜視図である。

【図2】前記実施形態に係るリング照明装置の断面図である。

【図3】前記実施形態に係るリング照明装置の底面図である。

【図4】本発明の第2実施形態に係るリング照明装置の断面図である。

【図5】本発明の第3実施形態に係るリング照明装置の断面図である。

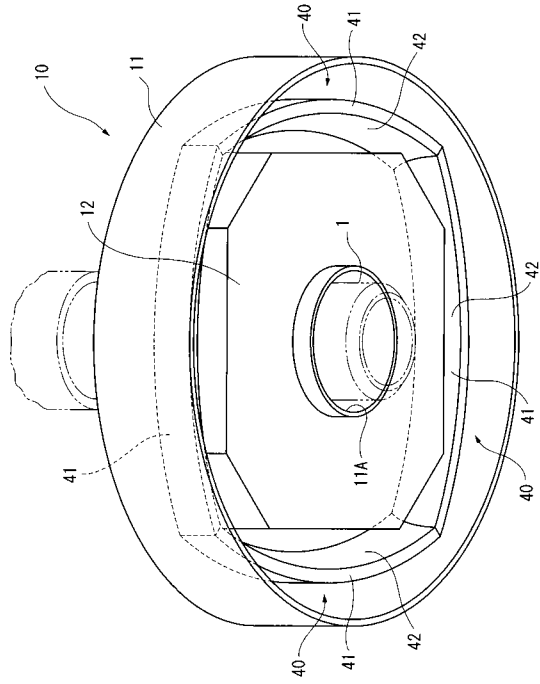
【符号の説明】

- 1 対物レンズ（光学系）
- 1 A 光軸
- 1 1, 5 1, 6 1 ケース（照明装置本体）
- 1 2, 5 2, 6 2 光源ボックス（照明装置本体）
- 2 0 発光ダイオード（光源）
- 2 1 赤色発光ダイオード
- 2 2 緑色発光ダイオード
- 2 3 青色発光ダイオード
- 3 0 ミラー群（合成手段）
- 3 2, 3 3 ミラー（ダイクロイックミラー）
- 4 0 反射鏡（集光手段）
- 4 2 反射面
- 5 4 レンズ（集光手段）
- 5 5 孔
- 6 4 第1反射鏡（集光手段）
- 6 5 第1反射面
- 6 6 第2反射鏡（集光手段）
- 6 7 第2反射面

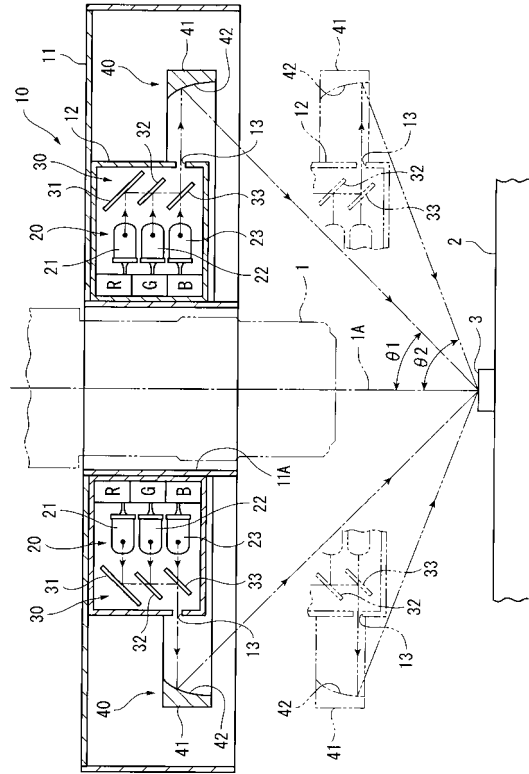
30

40

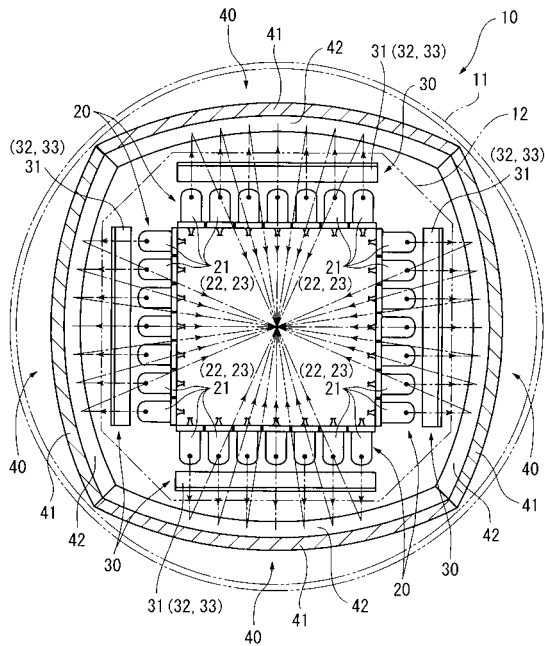
【図1】



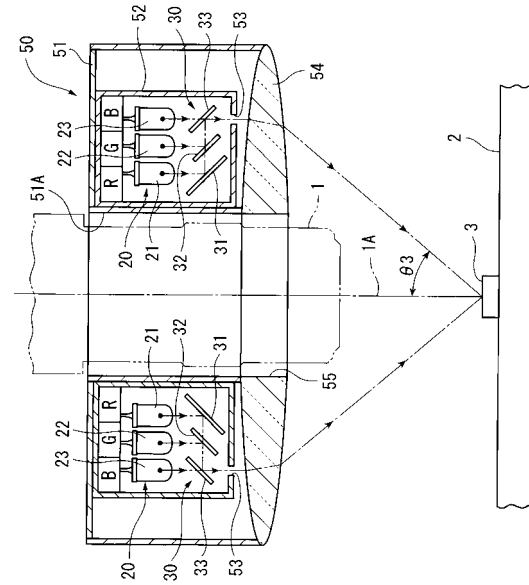
【図2】



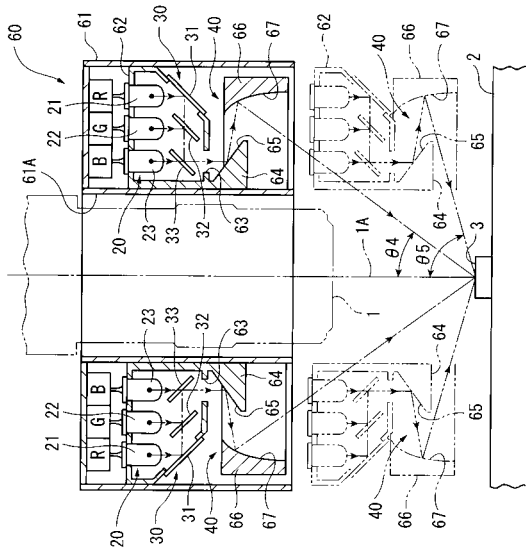
【図3】



【図4】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
G 0 1 N 21/84 (2006.01) G 0 1 N 21/27 E
G 0 1 N 21/84 E

(72) 発明者 長濱 龍也
神奈川県川崎市高津区坂戸 1 - 2 0 - 1 株式会社ミットヨ内
(72) 発明者 小畑 邦明
神奈川県川崎市高津区坂戸 1 - 2 0 - 1 株式会社ミットヨ内
(72) 発明者 松原 弘宗
神奈川県川崎市高津区坂戸 1 - 2 0 - 1 株式会社ミットヨ内

審査官 菊岡 智代

(56) 参考文献 実開平 0 7 - 0 2 3 2 0 8 (J P , U)
特開昭 6 3 - 1 4 4 6 6 1 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 8 0 7 3 7 (J P , A)
実開平 0 5 - 0 7 1 7 0 6 (J P , U)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G03B 15/00-15/05
G01N 21/00-21/01
G01N 21/17-21/61