

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-102743

(P2015-102743A)

(43) 公開日 平成27年6月4日(2015.6.4)

(51) Int.Cl.  
G02B 21/06 (2006.01)

F 1  
G02B 21/06

テーマコード (参考)  
2H052

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2013-244103 (P2013-244103)  
(22) 出願日 平成25年11月26日 (2013.11.26)

(71) 出願人 000006507  
横河電機株式会社  
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号  
(72) 発明者 清水 義文  
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横  
河電機株式会社内  
Fターム(参考) 2H052 AA08 AC04 AC15

(54) 【発明の名称】 共焦点スキャナ

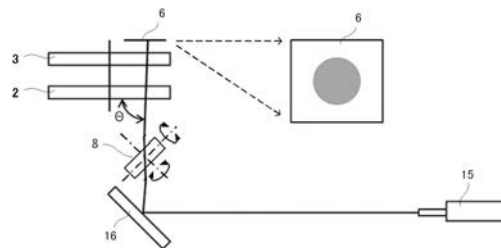
(57) 【要約】

【課題】マイクロレンズアレイディスク1への入射光の入射角度とピンホールアレイディスク3の出射光の中心を個別に調整でき、ファイバ15を固定とすることにより安定性の向上が図れる共焦点スキャナを実現すること。

【解決手段】入射光束を点光源として集光する複数のマイクロレンズが配列されたマイクロレンズアレイディスクと、このマイクロレンズアレイディスクの集光位置に機械的に結合されて回転駆動されマイクロレンズと1対1に対応するように複数のピンホールが配列されたピンホールアレイディスクと、前記点光源を試料に結像させる対物レンズを具備し、前記ピンホール面と観察試料面は前記対物レンズの焦点と共役な点に配置された共焦点スキャナにおいて、

前記マイクロレンズアレイディスクの前段に、空気と異なる屈折率を有し板厚が均一な透明板が光軸と交わる上下、左右の2方向に調整可能に設けられたことを特徴とするもの。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

入射光束を点光源として集光する複数のマイクロレンズが配列されたマイクロレンズアレイディスクと、このマイクロレンズアレイディスクの集光位置に機械的に結合されて回転駆動されマイクロレンズと 1 対 1 に対応するように複数のピンホールが配列されたピンホールアレイディスクと、前記点光源を試料に結像させる対物レンズを具備し、前記ピンホール面と観察試料面は前記対物レンズの焦点と共役な点に配置された共焦点スキャナにおいて、

前記マイクロレンズアレイディスクの前段に、空気と異なる屈折率を有し板厚が均一な透明板が光軸と交わる上下、左右の 2 方向に調整可能に設けられたことを特徴とする共焦点スキャナ。

**【請求項 2】**

前記透明板はガラスで構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の共焦点スキャナ。

**【請求項 3】**

前記透明板はアクリルで構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の共焦点スキャナ。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、共焦点スキャナに関し、詳しくは、光学系の調整機構に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

図 4 は、特許文献 1 に記載された共焦点スキャナ顕微鏡の概念的構成図である。図 4 において、光源部 10 は、複数の多波長光源 11 a, 11 b, 11 c と、光透過帯域の異なるフィルタ 12 a, 12 b, 12 c と、混合用のダイクロイックミラー 13 a, 13 b, 13 c と、スイッチング機構 14 とで構成されている。

**【0003】**

各多波長光源 11 a, 11 b, 11 c の出力光をフィルタ 12 a, 12 b, 12 c を通すことによりそれぞれ R, G, B の波長成分の光が取り出される。ダイクロイックミラー 13 a, 13 b, 13 c の部分ではこれらの R, G, B 光を合成することにより、白色光として出射する。

**【0004】**

スイッチング機構 14 はこの白色光の通過と遮断を制御するものである。スイッチング機構 14 を通過した光は光ファイバ 15 を経由してミラー 16 に入射する。ミラー 16 はこの光を反射してレンズ 17 に入射する。レンズ 17 は入射光を平行光として、マイクロレンズアレイディスク 2 に入射する。

**【0005】**

光検出部 20 は、フィルタ 21 と、イメージインテンシファイア 22 と、レンズ 23 と撮像カメラ 7 とにより構成されている。

**【0006】**

フィルタ 21 は透過波長特性の異なる複数のフィルタから構成されており、その各フィルタは択一的に選択できるように構成されている。選択機構としては、たとえば円板に複数のフィルタを配列しておき、円板の回転によりフィルタを切り換えるなどの機構を用いることができる。

**【0007】**

フィルタ切り換え期間中は、光源部 10 のスイッチング機構 14 で合成光を遮断することにより、サンプル 6 への励起光照射を中止する。なお、遮断する必要がない場合は、常時通過の状態にするか、またはスイッチング機構 14 を除去してもよい。

**【0008】**

10

20

30

40

50

イメージインテンシファイア 23 は光子を 100 倍程度増幅する。なお、増幅率は可視光の範囲でほぼ一定であり、またその出力はたとえば緑色蛍光発光体である。出力が緑色蛍光発光体であるため、すべての入射光は緑色に変換される。このイメージインテンシファイア 23 の出力光はレンズ 24 により集光されて撮像カメラ 7 に入射される。

【0009】

撮像カメラ 7 は、撮像画像を増幅し、電気信号に変換して出力する。

【0010】

画像収集装置 30 は、撮像カメラ 7 が出力する電気信号を画像データに変換して保存する。

【0011】

画像表示装置 40 は、通常コンピュータが用いられ、画像収集装置 30 に格納された画像を読み出し、適宜に処理を行って表示画面に表示する。

【0012】

このような構成において、光源部 10 では 3 つの多波長光源 11 a, 11 b, 11 c から発せられた光をそれぞれフィルタ 12 a, 12 b, 12 c を通すことにより R, G, B の光を得て、これらをダイクロミックミラー 13 a, 13 b, 13 c に入射することにより白色光を合成する。合成された白色光はスイッチング機構 14 を通過して光ファイバ 15 に入射される。

【0013】

光ファイバ 15 から出射された光はミラー 16 で反射されてレンズ 17 に入射され、平行光になる。レンズ 17 により平行光となった光はマイクロレンズアレイディスク 2 に入射される。なお、光ファイバ 15 の出力光を直接レンズ 17 に入射させることができる場合には、ミラー 16 は不要になる。

【0014】

マイクロレンズアレイディスク 2 には、入射光束を点光源として集光する複数のマイクロレンズが配列されている。マイクロレンズアレイディスク 2 に入射された光は一つ一つのマイクロレンズで各々に対応するように配置されたピンホールアレイディスク 3 のピンホール上に点光源として集光される。この集光によって、ピンホールアレイディスク 3 を通過できる光量は大幅に向上する。また同時に、ピンホール以外のディスク表面での反射光（ノイズ光）が減少し、S/N 比も向上する。

【0015】

また、マイクロレンズアレイディスク 1 とピンホールアレイディスク 3 の間にはダイクロミックミラー 4 が配置されており、励起光はこのダイクロミックミラー 4 を透過する。ここで、マイクロレンズアレイディスク 2 とピンホールアレイディスク 3 は機械的に一体化されていて、回転により観察領域全体をスキャンできるように構成されている。

【0016】

ピンホールアレイディスク 3 のピンホールを出たレーザ光は、対物レンズ 5 を通過後サンプル 6 を励起する。サンプル 6 から出た蛍光は再び対物レンズ 5 とピンホールアレイディスク 3 のピンホールを通過し、ダイクロミックミラー 4 で反射して観察光路系に導かれる。なお、ピンホールアレイディスク 3 のピンホール面と観察試料面は、対物レンズ 5 の焦点と共役な点に配置されている。

【0017】

スキャナ部から観察光路系に出射された蛍光は、そこに混入している励起光の反射や迷光成分が図示しないパリアフィルタで除去されたたとえば HARP 膜を用いた HARP 方式の高感度撮像カメラ 7 に入り、サンプル 6 の蛍光像がこのカメラ 7 で観測される。

【0018】

サンプル 6 から発せられる蛍光には通常複数の波長が含まれている。そこで、フィルタ 21 を切り換えて各波長の蛍光を個別に透過させる。フィルタ 21 を透過した蛍光はイメージインテンシファイア 23 で増幅され、その出力光はレンズ 24 で集光されて撮像カメラ 7 に入射される。撮像カメラ 7 の図示しない受像面に結像したサンプル 6 の蛍光像が撮

10

20

30

40

50

影される。

【0019】

イメージインテンシファイア23の出力光は、フィルタ21の透過光とは無関係に常に緑色である。撮像カメラ7ではこの緑色に変換された蛍光像を撮像する。画像収集装置30では、選択したフィルタ21の種類（または透過波長）の情報と撮像カメラ7の緑色出力画像信号とを関連付けて保存する。

【0020】

画像表示装置40は、画像収集装置30に保存された画像データとフィルタ21の情報を読み出し、元の蛍光色にカラー再構成して蛍光画像を画面表示する。なお、カラー再構成しないで蛍光画像を表示させることも可能である。

10

【0021】

このようにして、フィルタ21の透過波長を時分割で変えて蛍光画像を観察することができる。このとき、フィルタ21の特性を変えることにより蛍光物質の種類を同定することもできる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0022】

【特許文献1】特開2004-093721号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0023】

図5は、図4におけるミラー16の動作説明図である。ピンホールレイディスク3に入射されるレーザ光の角度は、ピンホールレイディスク3を通過する光量を決める重要な角度である。この角度はマイクロレンズレイディスク2とピンホールレイディスク3の位置関係により変化するため、マイクロレンズレイディスク2とピンホールレイディスク3の組み合わせごとに調整が必須である。

【0024】

この調整を単純にミラー16の角度調整で行うと図5(a)に示すように、出射光がサンプル6の中心からずれてしまう。このずれを修正するために、ファイバ15の角度調整を行うことになる。

30

【0025】

ところがファイバ15の角度調整を行うと、マイクロレンズレイディスク2への入射角も変化するため、再度ミラー16の角度調整を行わなければならない。

【0026】

マイクロレンズレイディスク2への入射角度が適正でかつピンホールレイディスク3からの出射光が図5(b)に示すようにサンプル6の中心になるまで、ミラー16とファイバ15の角度調整を交互に行う必要があり、調整が煩雑で長時間かかってしまうという問題があった。

【0027】

また、ファイバ15からサンプル6までの距離が離れているため、小さな角度変化が大きな中心ズレとなることから、角度調整機構部分の安定性も必要となっていた。

40

【0028】

本発明は、これらの課題を解決するものであって、その目的は、マイクロレンズレイディスク1への入射光の入射角度とピンホールレイディスク3の出射光の中心を個別に調整でき、ファイバ15を固定とすることにより安定性の向上が図れる共焦点スキャナを実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0029】

このような課題を達成するために、本発明のうち請求項1記載の発明は、入射光束を点光源として集光する複数のマイクロレンズが配列されたマイクロレンズア

50

レイディスクと、このマイクロレンズアレイディスクの集光位置に機械的に結合されて回転駆動されマイクロレンズと1対1に対応するように複数のピンホールが配列されたピンホールアレイディスクと、前記点光源を試料に結像させる対物レンズを具備し、前記ピンホール面と観察試料面は前記対物レンズの焦点と共役な点に配置された共焦点スキャナにおいて、

前記マイクロレンズアレイディスクの前段に、空気と異なる屈折率を有し板厚が均一な透明板が光軸と交わる上下、左右の2方向に調整可能に設けられたことを特徴とする共焦点スキャナである。

【0030】

請求項2の発明は、請求項1記載の共焦点スキャナにおいて、前記透明板はガラスで構成されていることを特徴とする。

10

【0031】

請求項3の発明は、請求項1記載の共焦点スキャナにおいて、前記透明板はアクリルで構成されていることを特徴とする。

ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0032】

これらにより、光学調整の簡便化が図れ、調整後の外乱による影響を軽減できる共焦点スキャナを実現できる。

【図面の簡単な説明】

20

【0033】

【図1】本発明の一実施例を示す構成説明図である。

【図2】図1の構成における光軸調整の原理説明図である。

【図3】本発明の他の実施例を示す構成説明図である。

【図4】特許文献1に記載された共焦点スキャナ顕微鏡の概念的構成図である。

【図5】図4におけるミラー16の動作説明図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。図1は本発明の一実施例を示す構成説明図であり、図5と共通する部分には同一の符号を付けている。図1において、マイクロレンズアレイディスク2の前段には、空気と異なる屈折率を有し板厚が均一な透明板8が、光軸と交わる上下、左右の2方向に調整可能に設けられている。

30

【0035】

なお、透明板8は、ガラスであってもよいし、アクリルであってもよい。アクリルはガラスよりも軽量で加工しやすいことから、上下、左右方向の調整機構もガラスに比べて簡略化できる。

【0036】

マイクロレンズアレイディスク2とピンホールアレイディスク3を完全に位置合わせをすることは不可能であり、両者間の位置合わせ誤差がある場合にはピンホールアレイディスク3を通過できる光量が低下する。

40

【0037】

そこで、この光量低下を防ぐために、空気と異なる屈折率を有し板厚が均一な透明板8を光軸と交わる上下、左右の2方向に調整可能に設け、ファイバ15から出射されてマイクロレンズアレイディスク2に入射される角度を調整することにより、マイクロレンズアレイディスク2とピンホールアレイディスク3の位置合わせ誤差を修正する。

【0038】

図2は、図1の構成における光軸調整の原理説明図である。光は空気中から屈折率nの物体に入射角度1で入射されると、屈折角2で進む。そして、光が物体から出る場合には逆方向に屈折するため、入射光と平行に出射される。光軸は屈折率nの物体を通った分、もとの光軸よりDだけシフトする。

50

## 【0039】

このシフト量  $D$  は、物体の厚み  $T$  と屈折率  $n$  と入射角  $\theta_1$  により次式で表すことができる。

$$D = t \cdot \sin \{1 - (\cos \theta_1 / n \cdot \cos \theta_2)\}$$

つまり、透明板 8 の角度を変更することでシフト量  $D$  を変更することが可能となる。

## 【0040】

ここで、透明板 8 による光軸の位置調整は、角度  $\theta_1$  に全く影響を与えない。このため、ピンホールアレイディスク 3 を通過する光量に影響を与えることなく、光軸の位置調整が可能となる。

## 【0041】

また、光源 15 はピンホールアレイディスク 3 から最も距離が離れているため、振動や外気温度など外乱による角度変化の影響を特に受けやすい構造となっているが、光源 15 を固定とすることができるため、より外乱による影響を受けにくい構造とすることができる。

## 【0042】

図 3 は本発明の他の実施例を示す構成説明図であり、図 1 と共通する部分には同一の符号を付けている。図 3 において、ファイバ 15 とミラー 16 の間の光路には少なくとも 1 枚のレンズ 17 が設けられている。ここで、レンズ 17 は、ファイバ 15 から照射される光を均一に広げたり、平行光にコリメートするために使用する。

## 【0043】

ここで、ファイバ 15 から照射される光の光軸はレンズ 17 の中央を通ることが望ましいが、本発明を用いれば光軸はファイバ 15 からミラー 16 に至るまでの光路はマイクロレンズアレイディスク 2 に入射される角度  $\theta_1$  の調整に関係なく不変であるため、ファイバ 15 から照射される光の光軸は常にレンズ 17 の中央を通ることができる。

## 【0044】

このように構成される共焦点スキャナは、マイクロレンズアレイディスク 1 への入射光の入射角度とピンホールアレイディスク 3 の出射光の中心を個別に調整できること、ファイバ 15 を固定とすることにより安定性の向上が図れるなどから、たとえば長時間の生細胞観察などに好適である。

## 【0045】

以上説明したように、本発明によれば、光学調整の簡便化が図れ、調整後の外乱による影響を軽減できる共焦点スキャナが実現できる。

## 【符号の説明】

## 【0046】

- 2 マイクロレンズアレイディスク
- 3 ピンホールアレイディスク
- 6 サンプル
- 8 透明板
- 15 ファイバ
- 16 ミラー

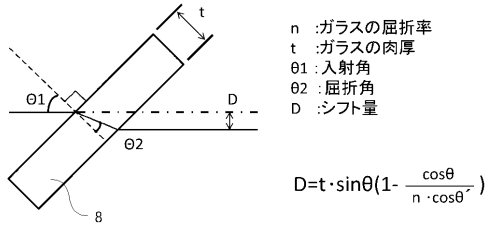
10

20

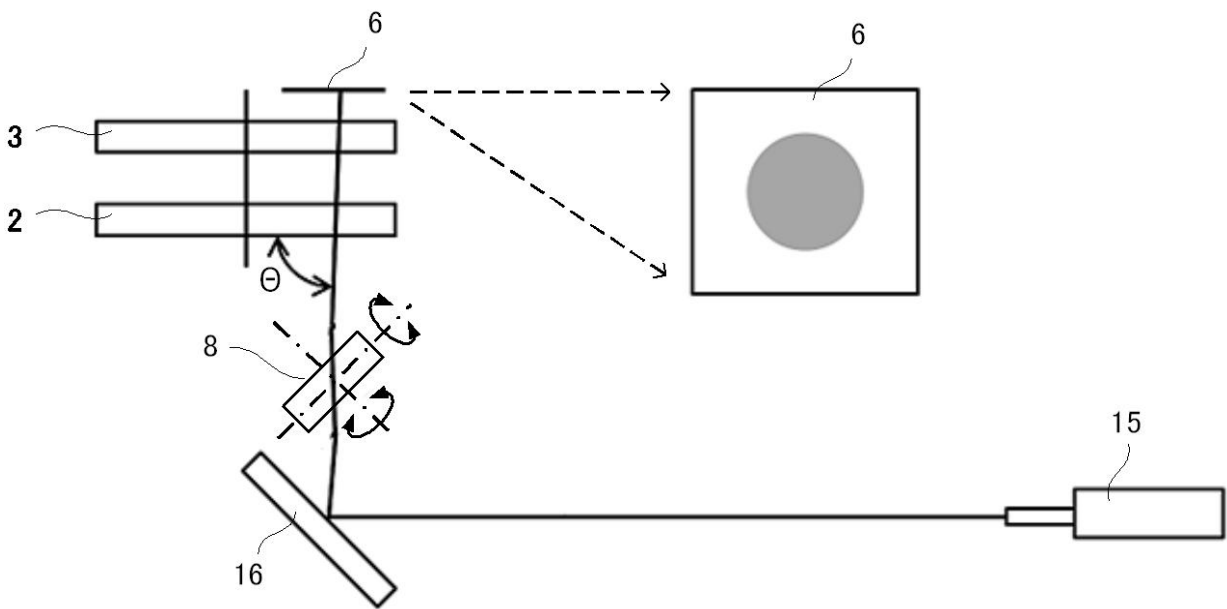
30

40

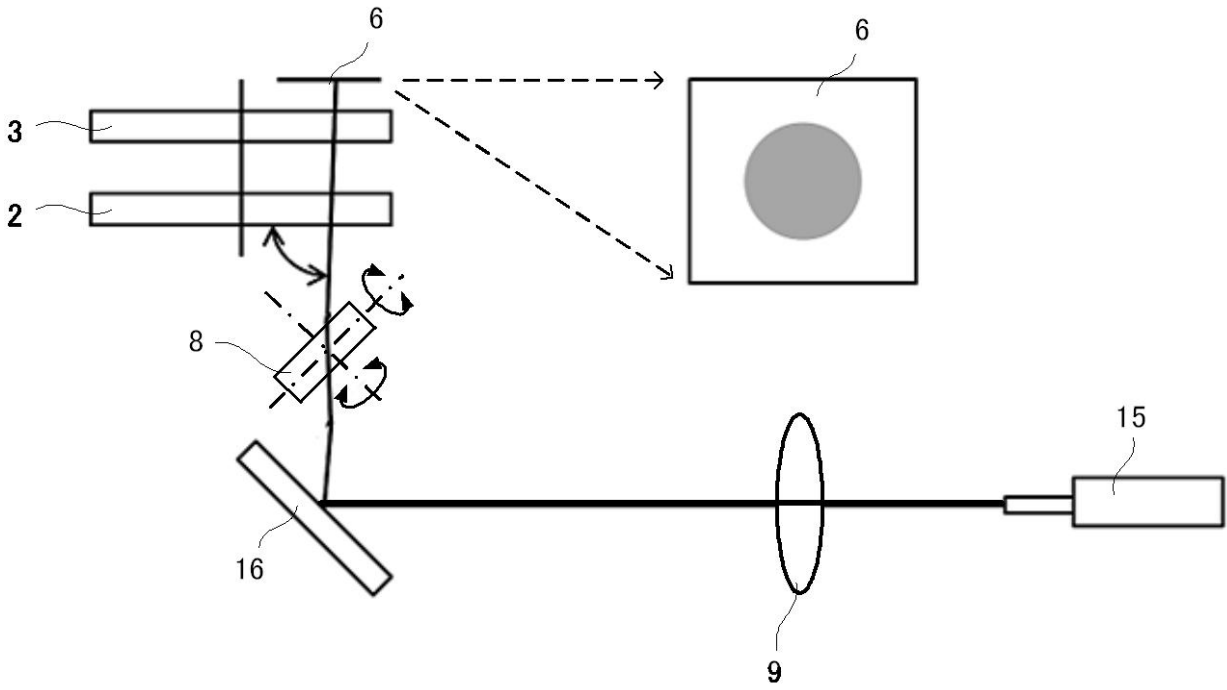
【 図 2 】



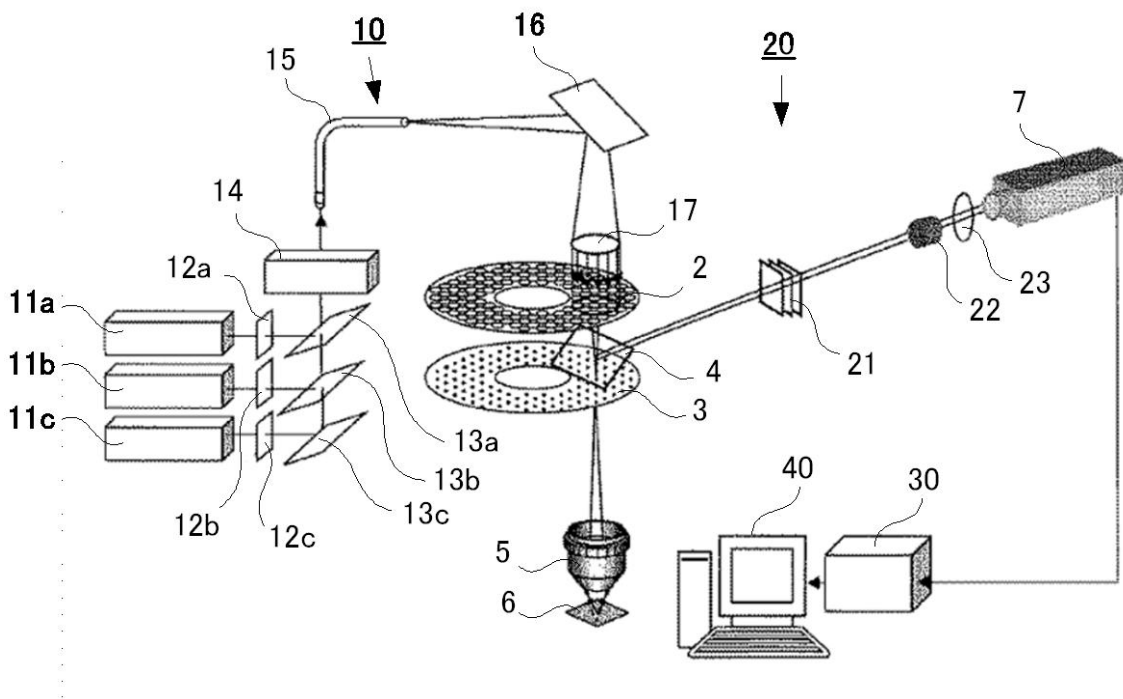
【 図 1 】



【 図 3 】

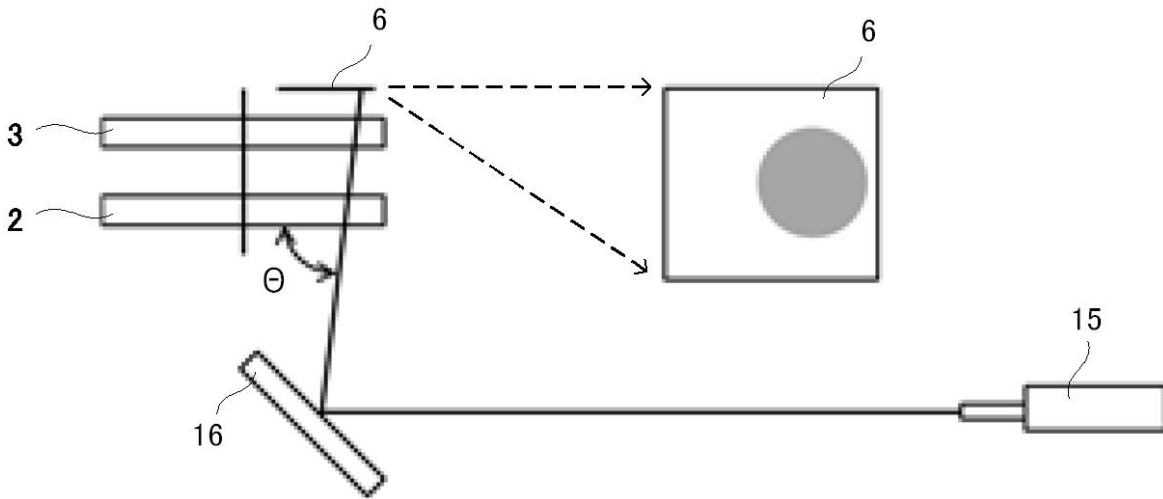


【 図 4 】



【 図 5 】

(A)



(B)

