

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-116280  
(P2023-116280A)

(43)公開日 令和5年8月22日(2023.8.22)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 S 7/484(2006.01)	G 0 1 S 7/484	5 J 0 8 4
G 0 1 S 17/931(2020.01)	G 0 1 S 17/931	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全11頁)

(21)出願番号	特願2022-19000(P2022-19000)	(71)出願人	000001133 株式会社小糸製作所 東京都品川区北品川5-1-18
(22)出願日	令和4年2月9日(2022.2.9)	(74)代理人	110000176 弁理士法人一色国際特許事務所
		(72)発明者	本橋 和也 静岡県静岡市清水区北脇500番地 株式会社小糸製作所 静岡工場内
		Fターム(参考)	5J084 AA05 AB01 AB07 AC02 BA03 BA07 BA12 CA11 CA12 EA29

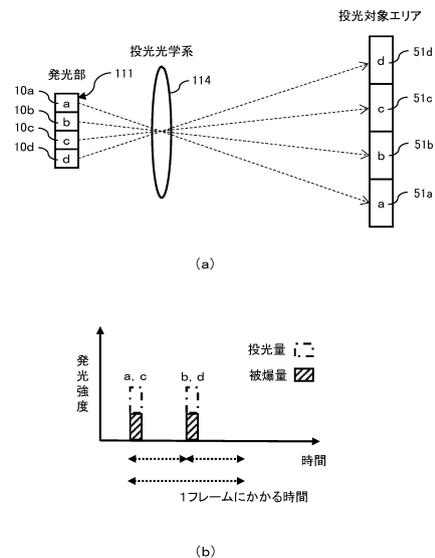
(54)【発明の名称】 投光器、及び測定装置

(57)【要約】

【課題】レーザ光による人体への影響を低減しつつ、フレームレート(スキャンスピード)の低下を防ぐことが可能な、投光器及び測定装置を提供する。

【解決手段】投光器は、個別に点灯/消灯を制御可能な複数のレーザ光源を備えた発光部と、レーザ光源の夫々の点灯/消灯を制御する制御装置と、を備え、制御装置は、夫々を同時に点灯させた際に人の目に入射する可能性のあるレーザ光のエネルギーの総量が予め設定された閾値以下となるようなレーザ光源の2つ以上の組合せを同時に点灯させる。制御装置は、例えば、隣接するレーザ光源を同時に点灯させないように複数のレーザ光源を同時に点灯させる。発光部は、例えば、複数の面発光素子が一次的又は二次的に配列された面発光素子アレイである。

【選択図】図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

個別に点灯 / 消灯を制御可能な複数のレーザ光源を備えた発光部と、  
前記レーザ光源の夫々の点灯 / 消灯を制御する制御装置と、  
を備え、  
前記制御装置は、夫々を同時に点灯させた際に人の目に入射する可能性のあるレーザ光のエネルギーの総量が予め設定された閾値以下となるような前記レーザ光源の 2 つ以上の組合せを同時に点灯させる、  
投光器。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の投光器であって、  
前記制御装置は、観察機器を用いた覗き込みによる人体への被曝量が予め設定された閾値以下となるように、同時に点灯させる前記複数のレーザ光源を選択する、  
投光器。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の投光器であって、  
前記制御装置は、裸眼による覗き込みによる人体への被曝量が予め設定された閾値以下となるように、同時に点灯させる前記複数のレーザ光源を選択する、  
投光器。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の投光器であって、  
前記制御装置は、隣接する前記レーザ光源を同時に点灯させないように複数の前記レーザ光源を同時に点灯させる、  
投光器。

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の投光器であって、  
前記制御装置は、前記レーザ光源の一つ以上おきの組合せを同時に点灯させる、  
投光器。

**【請求項 6】**

請求項 1 に記載の投光器であって、  
前記発光部を構成する複数の前記レーザ光源を、隣接する複数の前記レーザ光源を要素とする複数のグループに分類し、隣接する 2 つの前記グループの面発光素子を同時に点灯させないように、複数の前記グループの前記レーザ光源を同時に点灯させる、  
投光器。

**【請求項 7】**

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の投光器であって、  
前記発光部は、前記レーザ光源である面発光素子を一次元的又は二次元的に配列した構造を有する面発光素子アレイである、  
投光器。

**【請求項 8】**

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の投光器を用いて構成される測定装置であって、  
前記投光器と、  
前記投光器から投光された光の反射光を受光する受光器と、  
を備え、  
前記受光器の受光結果に基づき検知対象までの距離を計測する、  
測定装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、投光器、及び測定装置に関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

A D (Autonomous Driving: 自動運転) や A D A S (Advanced Driver Assistance System: 先進運転支援システム) の進展に伴い、周囲環境の把握や自己位置推定に用いる測定装置の一つとして L i D A R (Light Detection and Ranging) と称する。) の研究 / 開発が進められている。L i D A R は、投光光 (照射光、光ビーム (レーザ光)) を対象物に照射する投光器 (照射器) と、投光光が測定対象物に反射して戻ってくる反射光 (戻り光) を受光する受光器とを備え、投光器が投光光を出射したタイミングと受光器が反射光を受光したタイミングとの差 (レーザ光の飛行時間。以下、「T O F」 (Time Of Flight) と称する。) に基づき対象物までの距離を取得する。

10

## 【0003】

L i D A R の投光器から照射されるレーザ光は、発光面積が小さくエネルギー密度が高いため人体に有害となる場合がある。我が国では日本工業規格 (JIS: Japanese Industrial Standards) に「レーザ製品の放射安全基準」が定められており (JIS C 6802)、L i D A R は、投光器から照射 (投光) されるレーザ光が、上記規格において定められた条件を満たすように設計する必要がある。

## 【0004】

特許文献 1 には、レーザ光源のパラメータ (目の安全性のための照射範囲、繰り返しレート、デューティサイクル、パルス電力、動作温度への参照等) 間のバランスを柔軟に調整することを目的として構成された L I D A R システムについて記載されている。L I D A R システムは、複数の角度領域から、第 1 レーザパルスを特定の角度領域に放射するレーザスキャナのレーザ光源を作動させ、第 1 レーザパルスの反射に基づき L I D A R 測定を行い、L I D A R 測定に基づきレーザスキャナのスキャンパラメータを変更し、第 2 レーザパルスを特定の角度領域に放射するレーザスキャナのレーザ光源の選択的作動を行う。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献 1】特表 2020 - 509389 号公報

## 【発明の概要】

30

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

L i D A R の種別の一つとして、フラッシュ L i D A R (Flash LiDAR) がある。フラッシュ L i D A R は、モータや M E M S (Micro Electro Mechanical Systems) といった機械的な構成を含まず、A D や A D A S の実現のために車載目的で利用される場合等、耐久性が要求される分野における L i D A R の有力候補として注目されている。

## 【0007】

ところで、例えば、図 6 ( a ) に示すように、フラッシュ L i D A R の光源 60 を発光させ投光対象エリア 61 ( F O V (Field Of View) ) の全体に同時にレーザ光を照射しようとして光源 60 の全体 (例えば、光源の全ての発光素子 601) を同時に点灯させる制御を行った場合、図 6 ( b ) に示すように、人の目に入射する可能性のあるレーザ光の強度 (出力、光密度) が上記規格に基づく閾値 (安全値、上限値、許容値等) を超える可能性が高くなる。また、対向車線の遠方に存在する車両を測定する場合等、長距離の測定が必要な場合は強度の高いレーザ光を照射する必要あり、人体への影響を如何に防ぐかが課題となる。尚、図 6 ( b ) は、上記制御を示すグラフであり、横軸を時間、縦軸を発光素子 601 の発光強度として、投光量 (投光光のエネルギー) と被曝量 (人が被曝するエネルギー) の大きさを模式的に示したものである。

40

## 【0008】

上記の課題を解決する方法の一つとして、例えば、図 7 ( a ) に示すように、光源 60 として個別に点灯 / 消灯の制御 (オンオフ制御) が可能な複数 (同図では 4 つ) の発光素

50

子 6 0 1 を備えたもの（例えば、アドレスサブル V C S E L (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) アレイ）を用いることが考えられる。この場合、個々の発光素子 6 0 1 a ~ 6 0 1 d の投光対象エリア 6 1 a ~ 6 1 d が異なるように設定し、個々の発光素子 6 0 1 a ~ 6 0 1 d を夫々順次点灯（時間をずらして点灯）させるようにすることで、投光対象エリア 6 1 の全体にレーザ光を照射することができるとともに人体への影響を低減することができる。

【 0 0 0 9 】

しかし上記の方法では発光素子 6 0 1 a ~ 6 0 1 d の点灯 / 消灯回数（オンオフ回数）が必然的に増加するため、図 7 ( b ) に示すように、図 6 ( a ) に示した方法に比べてフレームレート（投光対象エリア 6 1 a ~ 6 1 d 全体のスキャンスピード）の確保が難しくなるという課題がある。

10

【 0 0 1 0 】

特許文献 1 には、目の安全性確保のための照射範囲をレーザ光源のパラメータとして考慮して他のパラメータとのバランスを調整することが記載されている。しかしフレームレートの低下を防ぐ方法についてはとくに記載されていない。

【 0 0 1 1 】

本発明はこのような背景に鑑みてなされたものであり、レーザ光による人体への影響を低減しつつ、フレームレートの低下を防ぐことが可能な、投光器、及び測定装置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】

20

【 0 0 1 2 】

上記目的を達成するための本発明の一つは、投光器であって、個別に点灯 / 消灯を制御可能な複数のレーザ光源を備えた発光部と、前記レーザ光源の夫々の点灯 / 消灯を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、夫々を同時に点灯させた際に人の目に入射する可能性のあるレーザ光のエネルギーの総量が予め設定された閾値以下となるような前記レーザ光源の 2 つ以上の組合せを同時に点灯させる。

【 0 0 1 3 】

その他、本願が開示する課題、及びその解決方法は、発明を実施するための形態の欄、及び図面により明らかにされる。

【発明の効果】

30

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、レーザ光による人体への影響を低減しつつ、フレームレート（スキャンスピード）の低下を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】測定装置の概略的な構成を説明する図である。

【図 2】発光部の一例として示す面発光素子アレイの平面図である。

【図 3】( a ) は、投光制御装置による面発光素子の制御の説明に用いる投光器の構成例を示す模式図であり、( b ) は、投光制御装置による発光部の制御の一例を示すグラフである。

40

【図 4】( a ) ~ ( c ) は、同時に点灯させる面発光素子の組合せの例を示す模式図である。

【図 5】( a ) は、「測定条件 1」の場合における、面発光素子が開口絞りを見込む角の算出方法を説明する図であり、( b ) は、「測定条件 3」の場合における、面発光素子が開口絞りを見込む角の算出方法を説明する図である。

【図 6】( a ) は、発光素子の制御の説明に用いる投光器の構成例を示す模式図であり、( b ) は、光源の制御の一例を示すグラフである。

【図 7】( a ) は、発光素子の制御の説明に用いる投光器の構成例を示す模式図であり、( b ) は、光源の制御の一例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

50

## 【 0 0 1 6 】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照しつつ説明する。尚、以下の説明において、同一の又は類似する構成について共通の符号を付して重複した説明を省略することができる。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 に、一実施形態として示す測定装置 1 0 0 の概略的な構成（ブロック図）を示している。例示する測定装置 1 0 0 は、A D（Autonomous Driving：自動運転システム）や A D A S（Advanced Driver Assistance System：先進運転支援システム）が実装される車両等に搭載されるフラッシュ L i D A R（Flash Light Detection and Ranging、Laser Imaging Detection and Ranging）である。

10

## 【 0 0 1 8 】

測定装置 1 0 0 は、測定エリアに向けて照射（投光）した光ビームが対象物 5 0 で反射し、その反射光（戻り光、散乱光）が戻ってくるまでの時間（以下、「T O F」（Time Of Flight）と称する。）を測定することにより、対象物 5 0 までの距離を測定する。

## 【 0 0 1 9 】

以下の説明において、測定装置 1 0 0 が対象物 5 0 に向けて照射する光ビーム（照射光）のことを「投光光」と、また、投光光が対象物 5 0 に反射して戻ってくる光のことを「反射光」と称する。

## 【 0 0 2 0 】

測定装置 1 0 0 は、例えば、人、車両、物体等の検出を補助するとともに、車両の運転者や車両の周囲に存在する者の安全確保や、車両の運転中に周囲に存在する物体に与える損傷を低減するために有用な各種の情報を提供する。

20

## 【 0 0 2 1 】

同図に示すように、例示する測定装置 1 0 0 は、発光部 1 1 1、投光制御装置 1 1 2、電流源 1 1 3、投光光学系 1 1 4、受光光学系 1 1 5、受光部 1 1 6、T O F 測定装置 1 1 7、演算装置 1 5 0、及び通信 I / F 1 6 0 の各構成を含む。このうち、発光部 1 1 1、投光制御装置 1 1 2、電流源 1 1 3、及び投光光学系 1 1 4 は、投光光を生成する「投光器」を構成する。また、受光光学系 1 1 5 及び受光部 1 1 6 は、反射光を受光する「受光器」を構成する。

## 【 0 0 2 2 】

発光部 1 1 1 は、一次元的又は二次元的に基板（半導体基板、セラミック基板等）に配置された複数の面発光タイプのレーザ光源（例えば、V C S E L（Vertical Cavity Surface Emitting Laser）。以下、「面発光素子 1 0」と称する。）を有し、個々の面発光素子 1 0 を独立してオンオフ制御することが可能な面発光素子アレイ（アドレスラブル V C S E L アレイ）を用いて構成される。面発光素子 1 0 は、投光光となる光ビーム（レーザ光）を生成する。

30

## 【 0 0 2 3 】

図 2 は、発光部 1 1 1 の一例として示す面発光素子アレイの平面図である。例示する面発光素子アレイは、基板 2 2 の一方の面に正方格子状に配列された複数の面発光素子 1 0 を有する。同図において、複数の面発光素子 1 0 は、いずれもその放出方向（光軸）を紙面に対して垂直方向（同図に示す + z 方向）に向けて設けられている。例示する面発光素子アレイには、面発光素子 1 0 を発光させるための電流（駆動電流）を電流源 1 1 3 から供給するための複数の電流供給線 2 3 が電氣的に接続されている。

40

## 【 0 0 2 4 】

尚、面発光素子アレイにおける面発光素子 1 0 の配置形態は同図に示すものに必ずしも限定されず、例えば、斜方格子状、三角格子状、正方格子状、矩形格子状、六角格子状等であってもよい。また、面発光素子 1 0 は必ずしも基板 2 2 上に二次元的に配列されるものでなくてもよく、基板 2 2 上に一次元的に配列されていてもよい。

## 【 0 0 2 5 】

図 1 に戻り、投光制御装置 1 1 2 は、発光部 1 1 1 の面発光素子 1 0 の駆動電流を供給

50

する電流源 1 1 3 を制御するための制御信号を生成して電流源 1 1 3 に入力することにより、電流源 1 1 3 から面発光素子 1 0 に供給される電流（駆動電流）を制御する。また、投光制御装置 1 1 2 は、面発光素子 1 0 が発光したタイミング（投光光が面発光素子 1 0 から出射したタイミング。以下、「投光タイミング」と称する。）を示す信号を T O F 測定装置 1 1 7 に入力する。投光制御装置 1 1 2 は、例えば、面発光素子 1 0 の夫々に流す電流のオンオフを周期的に繰り返す制御を行うことにより、面発光素子 1 0 を周期的に繰り返し発光させる。

#### 【 0 0 2 6 】

電流源 1 1 3 は、投光制御装置 1 1 2 から入力される制御信号に応じた電流を面発光素子 1 0 に供給する。電流源 1 1 3 は、例えば、面発光素子 1 0 の夫々に流す電流をオンオフするための周期的な方形波の電流を面発光素子 1 0 に供給する。

10

#### 【 0 0 2 7 】

投光光学系 1 1 4 は、例えば、発光部 1 1 1 から出射する投光光に光学的な作用（屈折、散乱、回折等）を与えることにより投光光の配光を調節する。投光光学系 1 1 4 は、例えば、コリメートレンズ等の各種レンズ、回折格子、反射鏡（ミラー）等の光学部品を用いて構成される。

#### 【 0 0 2 8 】

受光光学系 1 1 5 は、対象物 5 0 から戻ってくる反射光を受光部 1 1 6 に集光する。受光光学系 1 1 5 は、例えば、集光レンズ等の各種レンズ、波長フィルタ等の各種フィルタ、反射鏡（ミラー）等の光学部品を用いて構成される。

20

#### 【 0 0 2 9 】

受光部 1 1 6 は、例えば、S P A D（Single Photon Avalanche Diode）、フォトダイオード、バランス型光検出器等の光検出器を用いて構成される。受光部 1 1 6 は、受光光学系 1 1 5 から入射する反射光を光電変換することにより、反射光の強度に応じた電流（以下、「受光電流」と称する。）を生成する。受光部 1 1 6 は、反射光を受光したタイミング（以下、「受光タイミング」と称する。）を示す信号、及び生成した受光電流を、T O F 測定装置 1 1 7 に入力する。

#### 【 0 0 3 0 】

T O F 測定装置 1 1 7 は、投光制御装置 1 1 2 から入力される投光タイミングを示す信号と受光部 1 1 6 から入力される受光タイミングを示す信号とに基づき、T O F を求める。T O F 測定装置 1 1 7 は、例えば、T D C（Time to Digital Converter）回路を搭載した時間測定 I C（集積回路：Integrated Circuit）を用いて構成される。T O F 測定装置 1 1 7 は、求めた T O F と受光部 1 1 6 から入力された受光電流を、演算装置 1 5 0 に入力する。

30

#### 【 0 0 3 1 】

演算装置 1 5 0 は、プロセッサ（C P U（Central Processing Unit）、M P U（Micro Processing Unit）、A S I C（Application Specific Integrated Circuit）、F P G A（Field Programmable Gate Array）、D S P（Digital Signal Processor）等）を用いて構成される。演算装置 1 5 0 は、T O F 測定装置 1 1 7 から入力される受光電流や T O F に基づき、対象物 5 0 の検出や測距等の各種測定に用いる情報を生成する。上記情報は、例えば、時間相関単一光子計数法（Time Correlated Single Photon Counting）で用いるヒストグラム（histogram）、対象物 5 0 の各点（ポイント）までの距離、ポイントクラウド（点群情報：point cloud）等である。また、演算装置 1 5 0 は、投光制御装置 1 1 2 や受光部 1 1 6 を制御する。演算装置 1 5 0 は、例えば、投光制御装置 1 1 2 や受光部 1 1 6 を制御することにより、上記のヒストグラムの生成にかかる処理が高速化もしくは最適化されるように、前述した投光タイミングや受光タイミングを制御する。演算装置 1 5 0 によって生成された情報は、通信 I / F 1 6 0（I/F:Interface）を介して当該情報を利用する装置（以下、「各種利用装置 4 0」と称する。）に提供（送信）される。

40

#### 【 0 0 3 2 】

50



2つ以上の面発光素子10の任意の組合せを同時に点灯させるようにしてもよい。

【0039】

また、発光部111を構成する複数の面発光素子10を、夫々隣接する複数の面発光素子10を要素とする複数のグループに分類し、隣接する2つのグループに属する面発光素子10を同時に点灯させないようにしてもよい。但しこの場合、一つのグループの面発光素子10を全てを同時に点灯させた場合に人の目に入射する可能性のあるレーザー光のエネルギーの総量は予め設定された閾値（安全値、上限値、許容値等）以下であるものとする。

【0040】

図4に同時に点灯させる面発光素子10の組合せの例を示す。(a)は、面発光素子10を1つおきに同時に点灯させるようにした場合、(b)は、面発光素子10を2つおきに同時に点灯させるようにした場合、(c)は、2つ以上の面発光素子10を有するグループ（本例では2つの面発光素子10を有するグループ）を単位としてグループ一つおきに面発光素子10を同時に点灯させるようにした場合である。

10

【0041】

尚、発光部111（面発光素子アレイ）を構成する面発光素子10のうち同時に点灯させる面発光素子10の組合せをどのように選択するかは、例えば、面発光素子10の配置間隔、面発光素子10の配置形態（例えば、斜方格子状、三角格子状、正方格子状、矩形格子状、六角格子状等）、面発光素子10から出射する光ビームもしくは当該光ビームが投光光学系114を通過した後のビーム発散角（ビーム広がり角、ピッチ）、人の目の視角（瞳孔の開口絞りに応じて定まる視角）を考慮することにより決定する。

20

【0042】

例えば、レーザー光の波長が400～1400nmである場合、「JIS C 6802の「5.4測定光学系」の「表10」には、「測定条件1」（望遠鏡、双眼鏡等（以下、「観察機器」と称する。）によって危険性が增大するような平行ビームに適用）として、「2000mmの位置にある50mmの開口絞り」が、また、「測定条件3」（裸眼、低倍率の拡大鏡及び操作ビームに対する放射量の決定に適用）として、「100mmの位置にある7mmの開口絞り」が記載されている。

【0043】

この場合、上記の「測定条件1」では、図5(a)に示すように、面発光素子10（レーザー製品）が開口絞りを見込む角 $\theta_1$ は $1.4^\circ$ （ $2 \cdot \arctan(50/2/2000)$ ）となる。また、例えば、上記の「測定条件3」では、図5(b)に示すように、面発光素子10（レーザー製品）が開口絞りを見込む角 $\theta_2$ は $4.0^\circ$ （ $2 \cdot \arctan(7/2/100)$ ）となる。

30

【0044】

このため、例えば、投光器を図3(a)に示す構成において面発光素子10aと面発光素子10c（もしくは面発光素子10bと面発光素子10d）を同時に点灯させた場合に双方からのレーザー光が同時に人の目に入射しないようにするには、「測定条件1」では、面発光素子10から出射する光ビームもしくは当該光ビームが投光光学系114を通過した後のビーム発散角（ビーム広がり角）及びピッチが $0.7^\circ$ （ $=1.4^\circ/2$ ）以上であればよい。また、「測定条件3」では、面発光素子10から出射する光ビームもしくは当該光ビームが投光光学系114を通過した後のビーム発散角（ビーム広がり角）及びピッチが、 $2.0^\circ$ （ $=4.0^\circ/2$ ）以上であればよい。

40

【0045】

以上に説明したように、本実施形態の測定装置100は、投光制御装置112は、夫々を同時に点灯させた際に人の目に入射する可能性のあるレーザー光のエネルギー総量が予め設定された閾値（安全値、上限値、許容値等）以下となるような面発光素子10の2つ以上の組合せを同時に点灯させるように制御する。このため、レーザー光による人体への影響（被曝量）を低減し、測定装置100（投光器）がレーザー製品の放射安全基準を満たすようにすることができるとともに、フレームレート（投光対象エリアのスキャンスピード）の低下を防ぐことができる。

50

【 0 0 4 6 】

以上、本発明の実施形態につき詳述したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。また、上記の実施形態は本発明を分かりやすく説明するために構成を詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、上記の実施形態の構成の一部について、他の構成に追加、削除、置換することが可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

1 0 面発光素子、 2 2 基板、 5 0 対象物、 1 0 0 測定装置、 1 1 1 発光部、 1 1 2 投光制御装置、 1 1 3 電流源、 1 1 4 投光光学系、 1 1 5 受光光学系、 1 1 6 受光部、 1 1 7 T O F 測定装置、 1 5 0 演算装置、 1 6 0 通信インターフェース

10

20

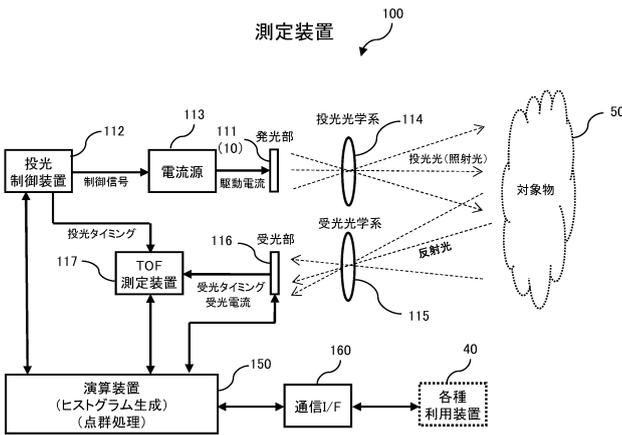
30

40

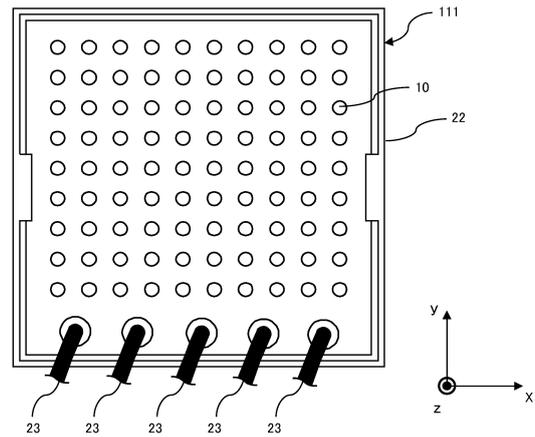
50

【 図面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



10

20

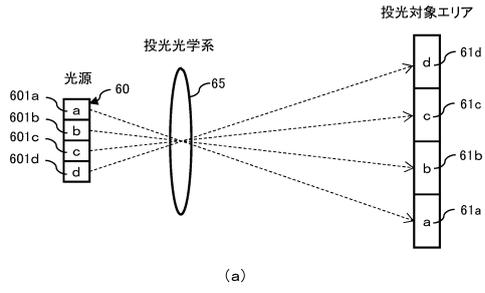
30

40

50

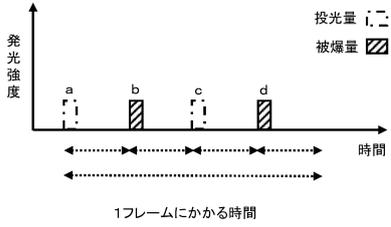


【 図 7 】



(a)

10



(b)

20

30

40

50