

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7333206号
(P7333206)

(45)発行日 令和5年8月24日(2023.8.24)

(24)登録日 令和5年8月16日(2023.8.16)

(51)国際特許分類	F I	
G 0 2 B 6/32 (2006.01)	G 0 2 B 6/32	
H 0 4 B 10/80 (2013.01)	H 0 4 B 10/80	1 6 0
H 0 4 B 10/25 (2013.01)	H 0 4 B 10/25	

請求項の数 7 (全10頁)

(21)出願番号	特願2019-106673(P2019-106673)	(73)特許権者	000006633
(22)出願日	令和1年6月7日(2019.6.7)		京セラ株式会社
(65)公開番号	特開2020-201329(P2020-201329 A)	(74)代理人	100090033
(43)公開日	令和2年12月17日(2020.12.17)		弁理士 荒船 博司
審査請求日	令和3年12月10日(2021.12.10)	(74)代理人	100093045
			弁理士 荒船 良男
		(72)発明者	角田 勝健
			京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
			京セラ株式会社内
		審査官	奥村 政人

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学素子及び光伝送システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コアと、前記コアの周囲に位置する第1クラッドと、前記第1クラッドの周囲に位置する第2クラッドとを有する光ファイバーにおける給電光の出射側である一端に対向して配置される光学素子であって、

前記コアに対応する位置に配置される第1集光レンズと、

前記第1集光レンズの周囲でかつ前記第1クラッドに対応する位置に配置される複数の第2集光レンズと、

を備え、

前記複数の第2集光レンズの各々は、前記第1集光レンズの径よりも小さい径を有し、

前記複数の第2集光レンズは、前記光学素子の正面視において、前記第1集光レンズを複数周囲むように位置する、

光学素子。

【請求項2】

前記光学素子の正面視における前記第1集光レンズを中心とした何れの径方向において
も、前記第1集光レンズと前記光学素子の一方の縁部との間に複数の前記第2集光レンズ
が位置している、

請求項1記載の光学素子。

【請求項3】

前記複数の第2集光レンズが密に並んでいる、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の光学素子。

【請求項 4】

光を透過する平板状の基体を備え、

前記第 1 集光レンズと前記複数の第 2 集光レンズは、片方に凸面を有する平凸レンズであり、

前記第 1 集光レンズと前記複数の第 2 集光レンズとが前記基体に結合されている、

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 5】

前記第 1 集光レンズ及び複数の第 2 集光レンズを含むレンズ集合体の前記光ファイバーに近い方に配置される屈折率調整部、反射防止部、又はこれら両方を、更に備える、

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の光学素子。

10

【請求項 6】

コアと、前記コアの周囲に位置する第 1 クラッドと、前記第 1 クラッドの周囲に位置する第 2 クラッドとを有する光ファイバーを介して、信号光と給電光とを伝送する光伝送システムであって、

前記光ファイバーの出力端に対向する請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項の光学素子を備える光伝送システム。

【請求項 7】

コアと、前記コアの周囲に位置する第 1 クラッドと、前記第 1 クラッドの周囲に位置する第 2 クラッドとを有する光ファイバーを介して、信号光と給電光とを伝送する光伝送システムであって、

前記光ファイバーにおける前記給電光の出射側である出力端に対向する光学素子を備え、
前記光学素子は、

コアと、前記コアの周囲に位置する第 1 クラッドと、前記第 1 クラッドの周囲に位置する第 2 クラッドとを有する光ファイバーにおける給電光の出射側である一端に対向して配置される光学素子であって、

前記コアに対応する位置に配置される第 1 集光レンズと、

前記第 1 集光レンズの周囲でかつ前記第 1 クラッドに対応する位置に配置される複数の第 2 集光レンズと、

を有する光伝送システム。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、光学素子及び光伝送システムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、光ファイバーを介して伝送される複数の波長の光を分波する光合分波部品が開示されている。特許文献 1 の光合分波部品においては、光路の途中で光学フィルタが第 1 波長と第 2 波長の光を透過し、第 3 波長の光を反射して、複数の波長の光を複数のコアへ送る。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2013 - 225010 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

光ファイバーを介して光を伝送する場合、光を効率的に伝送できることが望ましい。

【0005】

本開示は、高効率な光伝送が可能な光学部品及び光給電システムを提供することを目的

50

とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の光学素子は、コアと、前記コアの周囲に位置する第1クラッドと、前記第1クラッドの周囲に位置する第2クラッドとを有する光ファイバーにおける給電光の出射側である一端に対向して配置される光学素子であって、

前記コアに対応する位置に配置される第1集光レンズと、

前記第1集光レンズの周囲でかつ前記第1クラッドに対応する位置に配置される複数の第2集光レンズと、

を備え、

前記複数の第2集光レンズの各々は、前記第1集光レンズの径よりも小さい径を有し、

前記複数の第2集光レンズは、前記光学素子の正面視において、前記第1集光レンズを複数周囲むように位置する。

10

【0007】

本開示の光伝送システムは、コアと、前記コアの周囲に位置する第1クラッドと、前記第1クラッドの周囲に位置する第2クラッドとを有する光ファイバーを介して、信号光と給電光とを伝送する光伝送システムであって、

前記光ファイバーにおける前記給電光の出射側である出力端に対向する光学素子を備え、前記光学素子は、

コアと、前記コアの周囲に位置する第1クラッドと、前記第1クラッドの周囲に位置する第2クラッドとを有する光ファイバーにおける給電光の出射側である一端に対向して配置される光学素子であって、

20

前記コアに対応する位置に配置される第1集光レンズと、

前記第1集光レンズの周囲でかつ前記第1クラッドに対応する位置に配置される複数の第2集光レンズと、

を有する。

【発明の効果】

【0008】

本開示によれば、高効率な光伝送が可能な光学素子及び光給電システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

30

【0009】

【図1】実施形態の光ファイバー給電システムを示す構成図である。

【図2】図1の光学素子を示す正面図である。

【図3】図1の光学素子及びその周辺を示す図である。

【図4】光学素子の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本開示の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、実施形態の光ファイバー給電システムを示す構成図である。

【0011】

40

図1に示すように本実施形態の光ファイバー給電(PoF: Power over Fiber)システム1は、光ファイバー250を介した給電と光通信とを行う光伝送システムである。光ファイバー給電システム1は、給電装置(PSE: Power Sourcing Equipment)110を含む第1のデータ通信装置100と、光ファイバーケーブル200と、受電装置(PD: Powered Device)310を含む第2のデータ通信装置300とを備える。さらに、光ファイバー給電システム1は、光学素子360を備える。光学素子360は、第2のデータ通信装置300に含まれてもよい。

【0012】

給電装置110は、給電用半導体レーザー111を含む。第1のデータ通信装置100は、給電装置110のほか、データ通信を行う発信部120と、受信部130とを含む。

50

第1のデータ通信装置100は、データ端末装置(DTEP: Data Terminal Equipment)、中継器(Repeater)等に相当する。発信部120は、信号用半導体レーザー121と、モジュレーター122とを含む。受信部130は、信号用フォトダイオード131を含む。

【0013】

光ファイバーケーブル200は、光ファイバー250を含む。光ファイバー250は、信号光の伝送路を形成するコア210と、コア210の周囲に配置され、給電光の伝送路を形成するクラッド(第1クラッドに相当)220と、クラッド220の周囲に配置される外クラッド225(第2クラッドに相当)とを有する。

【0014】

受電装置310は、光電変換素子311を含む。第2のデータ通信装置300は、受電装置310のほか、発信部320と、受信部330と、データ処理ユニット340とを含む。第2のデータ通信装置300は、パワーエンドステーション(Power End Station)等に相当する。発信部320は、信号用半導体レーザー321と、モジュレーター322とを含む。受信部330は、信号用フォトダイオード331を含む。データ処理ユニット340は、受信した信号を処理するユニットである。また、第2のデータ通信装置300は、通信ネットワークにおけるノードである。または、第2のデータ通信装置300は、他のノードと通信するノードでもよい。

10

【0015】

第1のデータ通信装置100は電源に接続され、給電用半導体レーザー111、信号用半導体レーザー121と、モジュレーター122、信号用フォトダイオード131等が電気駆動される。また、第1のデータ通信装置100は、通信ネットワークにおけるノードである。または、第1のデータ通信装置100は、他のノードと通信するノードでもよい。

20

【0016】

給電用半導体レーザー111は、上記電源からの電力によりレーザー発振して給電光112を出力する。

【0017】

光電変換素子311は、光ファイバーケーブル200を通して伝送されてきた給電光112を電力に変換する。光電変換素子311により変換された電力は、発信部320、受信部330及びデータ処理ユニット340の駆動電力、その他の第2のデータ通信装置300内で必要となる駆動電力とされる。さらに、第2のデータ通信装置300は、光電変換素子311により変換された電力を外部機器用に出力可能とされていてもよい。

30

【0018】

給電用半導体レーザー111及び光電変換素子311の光電変換効果奏する半導体領域を構成する半導体材料が500nm以下の短波長のレーザー波長をもった半導体とされる。短波長のレーザー波長をもった半導体は、バンドギャップが大きく光電変換効率が高いので、光給電の発電側及び受電側における光電変換効率が向上され、光給電効率が向上する。

【0019】

そのためには、同半導体材料として、例えば、ダイヤモンド、酸化ガリウム、窒化アルミニウム、GaN等、レーザー波長(基本波)が200~500nmのレーザー媒体の半導体材料を用いてもよい。また、同半導体材料として、2.4eV以上のバンドギャップを有した半導体が適用される。例えば、ダイヤモンド、酸化ガリウム、窒化アルミニウム、GaN等、バンドギャップ2.4~6.2eVのレーザー媒体の半導体材料を用いてもよい。

40

【0020】

なお、レーザー光は長波長ほど伝送効率が良く、短波長ほど光電変換効率が良い傾向にある。したがって、長距離伝送の場合には、レーザー波長(基本波)が500nmより大きいレーザー媒体の半導体材料を用いてもよい。また、光電変換効率を優先する場合には、レーザー波長(基本波)が200nmより小さいレーザー媒体の半導体材料を用いてもよい。

50

【 0 0 2 1 】

これらの半導体材料は、給電用半導体レーザー 1 1 1 及び光電変換素子 3 1 1 のいずれか一方に適用してもよい。給電側又は受電側における光電変換効率が向上され、光給電効率が向上する。

【 0 0 2 2 】

発信部 1 2 0 のモジュレータ 1 2 2 は、信号用半導体レーザー 1 2 1 からのレーザー光 1 2 3 を送信データ 1 2 4 に基づき変調して信号光 1 2 5 として出力する。

【 0 0 2 3 】

受信部 3 3 0 の信号用フォトダイオード 3 3 1 は、光ファイバケーブル 2 0 0 を通して伝送されてきた信号光 1 2 5 を電気信号に復調し、データ処理ユニット 3 4 0 に出力する。データ処理ユニット 3 4 0 は、当該電気信号によるデータをノードに送信し、その一方で当該ノードからデータを受信し、送信データ 3 2 4 としてモジュレータ 3 2 2 に出力する。

10

【 0 0 2 4 】

発信部 3 2 0 のモジュレータ 3 2 2 は、信号用半導体レーザー 3 2 1 からのレーザー光 3 2 3 を送信データ 3 2 4 に基づき変調して信号光 3 2 5 として出力する。

【 0 0 2 5 】

受信部 1 3 0 の信号用フォトダイオード 1 3 1 は、光ファイバケーブル 2 0 0 を通して伝送されてきた信号光 3 2 5 を電気信号に復調し出力する。当該電気信号によるデータがノードに送信され、その一方で当該ノードからデータが送信データ 1 2 4 とされる。

20

【 0 0 2 6 】

第 1 のデータ通信装置 1 0 0 からの給電光 1 1 2 及び信号光 1 2 5 が、光ファイバケーブル 2 0 0 の一端 2 0 1 に入力され、給電光 1 1 2 はクラッド 2 2 0 を伝搬し、信号光 1 2 5 はコア 2 1 0 を伝搬し、他端 2 0 2 から第 2 のデータ通信装置 3 0 0 に出力される。

【 0 0 2 7 】

第 2 のデータ通信装置 3 0 0 からの信号光 3 2 5 が、光ファイバケーブル 2 0 0 の他端 2 0 2 に入力され、コア 2 1 0 を伝搬し、一端 2 0 1 から第 1 のデータ通信装置 1 0 0 に出力される。

【 0 0 2 8 】

< 光学素子 >

30

図 2 は、図 1 の光学素子を示す正面図である。図 3 は、図 1 の光学素子及びその周辺を示す図である。光学素子 3 6 0 は、光ファイバ 2 5 0 の出力端面に対向し、光ファイバ 2 5 0 から出力される信号光 1 2 5 と給電光 1 1 2 とに分ける。光学素子 3 6 0 は、光を透過する平板状の基体 3 6 1 と、第 1 集光レンズ 3 6 2 と、複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 とを含んだレンズ集合体 3 6 5 を備える。

【 0 0 2 9 】

第 1 集光レンズ 3 6 2 及び複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 の各々は、片方に凸面を有する平凸レンズであり、平らな方が基体 3 6 1 に結合されていてもよい。第 2 集光レンズ 3 6 3 の径 L 2 は、第 1 集光レンズ 3 6 2 の径 L 1 よりも小さい。複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 は、互いに同一の径 L 2 を有してもよいし、幾つか異なる径を有してもよい。

40

【 0 0 3 0 】

第 1 集光レンズ 3 6 2 は、光ファイバ 2 5 0 のコア 2 1 0 に対応する位置に配置される。複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 は、クラッド 2 2 0 に対応する位置に配置される。コア 2 1 0 に対応する位置とは、コア 2 1 0 から出力されたレーザー光が伝搬する位置に相当する。クラッド 2 2 0 に対応する位置とは、クラッド 2 2 0 から出力されたレーザー光が伝搬する位置に相当する。

【 0 0 3 1 】

複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 は、密に並んでいる。例えば、複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 はハニカム配列されている。複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 の各々は、第 1 集光レンズ 3 6 2 のレンズ軸の方向から見て円形であってもよい。円のハニカム配列とは、複数の正六

50

角形を仮想した場合に、円が複数の正六角形の各内接円となる配列を意味する。このような配置により、第 1 集光レンズ 3 6 2 を中心とする径方向及び周方向に複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 が密に並んだ構成が実現される。

【 0 0 3 2 】

図 3 に示すように、信号用フォトダイオード 3 3 1 は、第 1 集光レンズ 3 6 2 の軸方向で、信号光 1 2 5 が集光される位置に配置される。受電装置 3 1 0 の光電変換素子 3 1 1 は、複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 が給電光 1 1 2 を集光する位置に配置される。光電変換素子 3 1 1 は、複数の分割され、信号用フォトダイオード 3 3 1 の周囲に分散配置されてもよい。複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 それぞれのレンズ軸の方向は、分散配置された複数の光電変換素子 3 1 1 に給電光 1 1 2 を集めるよう、各第 2 集光レンズ 3 6 3 の周方向及び径方向の配置に応じて異なる方向であってもよい。

10

【 0 0 3 3 】

なお、光学素子 3 6 0 が分けた信号光 1 2 5 を、光ファイバー 2 5 0 とは異なる第 2 の光ファイバーを介して信号用フォトダイオード 3 3 1 まで導く構成が採用されてもよい。この場合、図 3 の信号用フォトダイオード 3 3 1 の位置に第 2 の光ファイバーの入力面が配置されてもよい。同様に、光学素子 3 6 0 が分けた給電光 1 1 2 を、光ファイバー 2 5 0 とは異なる第 3 の光ファイバーを介して光電変換素子 3 1 1 まで導く構成が採用されてもよい。この場合、図 3 の光電変換素子 3 1 1 の位置に第 3 の光ファイバーの入力面が配置されてもよい。

【 0 0 3 4 】

第 1 集光レンズ 3 6 2 及び複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 は、例えばナノインプリント技術を用いて形成することができる。ナノインプリント技術とは、対象形状が凹凸反転して形成されたモールドを、被成形材料である樹脂に押し付け、対象形状を転写する技術である。光学素子 3 6 0 の第 1 集光レンズ 3 6 2 及び複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 は、その他、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 加工技術、あるいは、金型成形など、様々な技術を用いて形成してもよい。

20

【 0 0 3 5 】

< 光学素子の作用 >

第 1 のデータ通信装置 1 0 0 から入力された給電光 1 1 2 及び信号光 1 2 5 は、互いの波長が異なり、それぞれ光ファイバー 2 5 0 のコア 2 1 0 とクラッド 2 2 0 とを伝搬する。他端 2 0 2 において、光ファイバー 2 5 0 のコア 2 1 0 から出力された信号光 1 2 5 は、光学素子 3 6 0 の第 1 集光レンズ 3 6 2 を通過し、信号用フォトダイオード 3 3 1 に集光される。クラッド 2 2 0 から出力された給電光 1 1 2 は、多くが複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 のいずれかを通過し、光電変換素子 3 1 1 に集光される。複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 の隙間を通過する給電光 1 1 2 の一部は、光電変換素子 3 1 1 に入力しない。しかし、クラッド 2 2 0 の端面の面積に対して複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 の隙間の面積の割合は少ない。したがって、クラッド 2 2 0 から出力された給電光 1 1 2 のうち、光電変換素子 3 1 1 から外れる割合は少なく、高効率な光伝送及び高効率な光電変換が実現される。

30

【 0 0 3 6 】

第 2 のデータ通信装置 3 0 0 から出力される信号光 3 2 5 は、第 1 集光レンズ 3 6 2 を通過して光ファイバー 2 5 0 のコア 2 1 0 へ送られる。

40

【 0 0 3 7 】

以上のように、本実施形態の光学素子 3 6 0 によれば、コア 2 1 0 に対応する位置に配置された第 1 集光レンズ 3 6 2 と、クラッド 2 2 0 に対応する位置に配置された複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 とを有する。したがって、第 1 集光レンズ 3 6 2 と第 2 集光レンズ 3 6 3 とにより、少ない損失で給電光 1 1 2 と信号光 1 2 5 とを分けることができる。

【 0 0 3 8 】

さらに、本実施形態の光学素子 3 6 0 によれば、第 2 集光レンズ 3 6 3 の径が第 1 集光レンズ 3 6 2 の径よりも小さい。しだかつて、第 2 集光レンズ 3 6 3 を密に配置することができ、給電光 1 1 2 の損失をより低減できる。

50

【 0 0 3 9 】

さらに、本実施形態の光学素子 3 6 0 によれば、複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 が例えばハニカム配列等により密に配置されているので、給電光 1 1 2 の損失がより低減される。

【 0 0 4 0 】

さらに、本実施形態の光学素子 3 6 0 によれば、基体 3 6 1 と、基体 3 6 1 に結合された第 1 集光レンズ 3 6 2 及び複数の第 2 集光レンズ 3 6 3 とを有するレンズ集合体 3 6 5 を備える。したがって、光学素子 3 6 0 の取扱い容易性が向上する。

【 0 0 4 1 】

本実施形態の光ファイバー給電システム 1 によれば、上述の作用効果が得られる光学素子 3 6 0 が光ファイバー 2 5 0 の出力端面に対向しているので、信号光 1 2 5 及び給電光 1 1 2 の高効率な伝送を実現できる。

10

【 0 0 4 2 】

(変形例)

図 4 は、光学素子の変形例を示す図である。光学素子 3 6 0 は、レンズ集合体 3 6 5 と、レンズ集合体 3 6 5 の光ファイバー 2 5 0 に近い方に配置される光ファイバー側光学素子 3 6 7 とを備えていてもよい。

【 0 0 4 3 】

光ファイバー側光学素子 3 6 7 は、屈折率調整部、反射防止部又はこれら両方の機能を備える。屈折率調整部としての機能は、例えば、光ファイバー 2 5 0 の出力端面から出力されるレーザー光の広がり角を調整する両凸レンズ、平凸レンズ、フルネルレンズ、非球面レンズ、平面レンズなどにより実現されてもよい。反射防止部としての機能は、反射防止のコーティングにより実現されてもよい。あるいは、反射防止部としての機能は、光ファイバー側光学素子 3 6 7 の入力端面と光ファイバー 2 5 0 の出力端面とに同一方向の傾斜が形成されることで実現されてもよい。

20

【 0 0 4 4 】

なお、図 4 では、光ファイバー側光学素子 3 6 7 とレンズ集合体 3 6 5 とを別構成とした例を示したが、光ファイバー側光学素子 3 6 7 とレンズ集合体 3 6 5 とは一体化されてもよい。

【 0 0 4 5 】

以上のように、変形例の光学素子 3 6 0 によれば、光ファイバー側光学素子 3 6 7 の屈折率調整部としての機能、反射防止部としての機能、又はこれら両方により、信号光 1 2 5 及び給電光 1 1 2 の伝送効率をより向上できる。

30

【 0 0 4 6 】

以上、実施形態について説明した。しかし、本発明は上記実施形態に限られるものでない。例えば、上記実施形態では、第 1 集光レンズと第 2 集光レンズとを平凸レンズとした例を示したが、これらは両凸レンズ、メニスカスレンズなど、集光作用が得られる種々のレンズであってもよい。複数の第 2 集光レンズは、レンズ軸方向から見て円形に限られず、例えば六角形状など、その他の形状であってもよい。また、上記実施形態では、第 1 集光レンズ及び複数の第 2 集光レンズが平板状の基体と結合した例を示したが、例えば第 1 集光レンズ及び複数の第 2 集光レンズの各縁部が接着されて互いに支持及び固定される構造など、様々な支持構造が適用されてもよい。その他、実施形態で示した細部は、発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

1 光ファイバー給電システム (光伝送システム)

1 0 0 第 1 のデータ通信装置

1 1 0 給電装置

1 1 1 給電用半導体レーザー

1 1 2 給電光

1 2 0 発信部

50

- 1 2 5 信号光
- 1 3 0 受信部
- 2 0 0 光ファイバーケーブル
- 2 1 0 コア
- 2 2 0 クラッド (第1クラッド)
- 2 2 5 外クラッド (第2クラッド)
- 2 5 0 光ファイバー
- 3 0 0 第2のデータ通信装置
- 3 1 0 受電装置
- 3 1 1 光電変換素子
- 3 2 0 発信部
- 3 2 5 信号光
- 3 3 0 受信部
- 3 3 1 信号用フォトダイオード
- 3 6 0 光学素子
- 3 6 1 基体
- 3 6 2 第1集光レンズ
- 3 6 3 第2集光レンズ
- 3 6 5 レンズ集合体
- 3 6 7 光ファイバー側光学素子 (屈折率調整部、反射防止部)

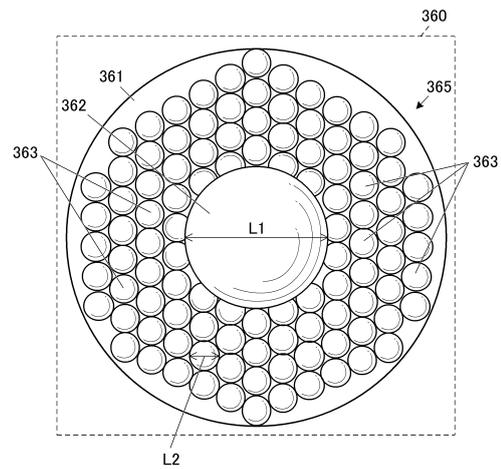
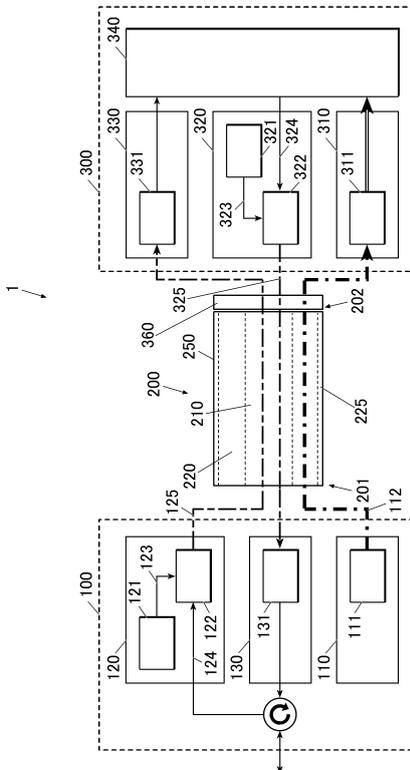
10

20

【図面】

【図1】

【図2】

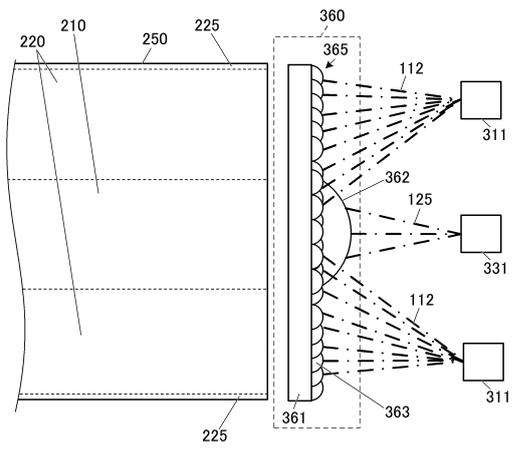


30

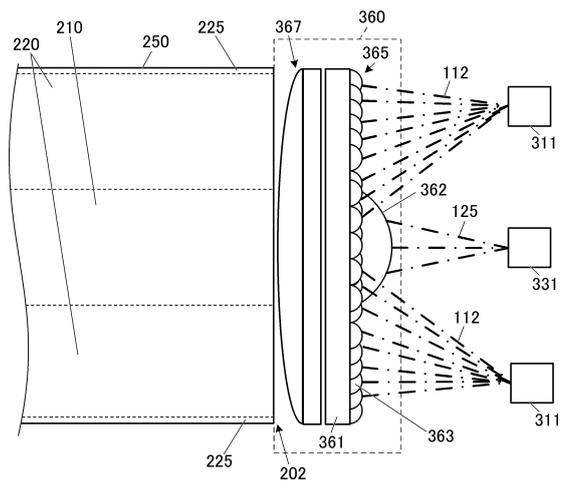
40

50

【 図 3 】



【 図 4 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-135989(JP,A)
特開2016-009070(JP,A)
米国特許出願公開第2016/0346875(US,A1)
国際公開第2004/104666(WO,A1)
国際公開第2013/031563(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|---------------|
| G02B | 6/26 - 6/27 |
| G02B | 6/30 - 6/34 |
| G02B | 6/42 - 6/43 |
| G02B | 3/00 |
| H04B | 10/00 - 10/90 |
| H04J | 14/00 - 14/08 |
| H01S | 3/00 - 4/00 |