

(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2004-317512

(P2004-317512A)

(43) 公開日 平成16年11月11日(2004. 11. 11)

(51) Int. Cl.⁷

G01J 1/02

G01J 1/04

F I

G01J 1/02

G01J 1/02

G01J 1/04

テーマコード (参考)

2G065

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-117504 (P2004-117504)
 (22) 出願日 平成16年4月13日 (2004. 4. 13)
 (31) 優先権主張番号 10/412, 215
 (32) 優先日 平成15年4月14日 (2003. 4. 14)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 GENERAL ELECTRIC CO
 MPANY
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100093908
 弁理士 松本 研一
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100106541
 弁理士 伊藤 信和
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

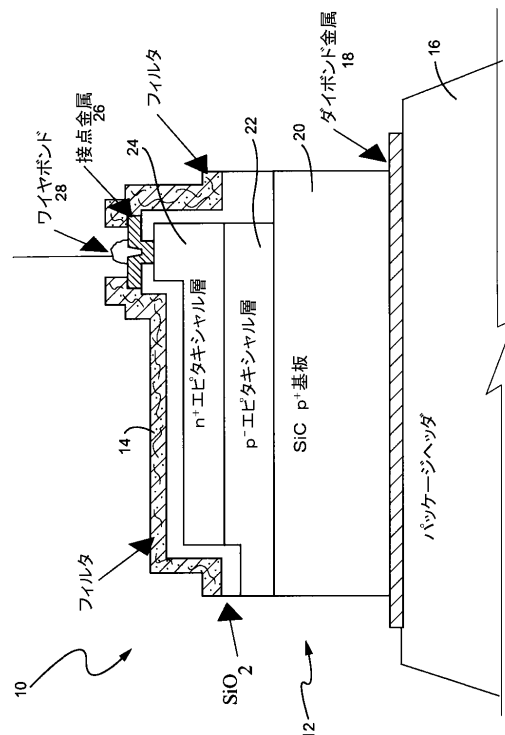
(54) 【発明の名称】 殺菌波長内のエネルギーをモニタするための紫外線センサ

(57) 【要約】

【課題】 殺菌システム内で使用する紫外線ランプの有効性をモニタする紫外線センサ (10) を提供する。

【解決手段】 本センサは、紫外線検出器 (12) と該紫外線検出器と協働するフィルタ (14、32) とを含み、200～300 nmの波長をもつ光線を検出するように構成される。空気又は水用の浄化システムは、空気又は水に紫外線を向ける紫外線ランプ (44) と組合せて本センサを利用する。紫外線検出器 (12) は、フォトダイオード又は光電子増倍管である。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

微生物を殺菌する所定波長内のエネルギーをモニタするための紫外線センサであって、
広範囲の紫外線を検知する紫外線検出器（１２）と、

前記紫外線検出器に向けられた光線を遮る位置に配置され、前記所定波長以外の波長をもつ光線を遮断するように構成されたフィルタ（１４、３２）と、
を含む紫外線センサ。

【請求項 2】

フィルタ（１４、３２）が、 $200 \sim 300 \text{ nm}$ の波長をもつ紫外線が通過するのを許すように構成されている、請求項 1 記載のセンサ。

10

【請求項 3】

紫外線検出器（１２）がフォトダイオードである、請求項 2 記載のセンサ。

【請求項 4】

紫外線検出器（１２）が炭化ケイ素フォトダイオードである、請求項 3 記載のセンサ。

【請求項 5】

紫外線検出器（１２）が、シリコン、ガリウム・砒素・燐（GaAsP）、酸化亜鉛（ ZnO_2 ）、窒化アルミニウム（AlN）、窒化アルミニウム・ガリウム（AlGaIn）、窒化ガリウム（GaN）、窒化アルミニウム・インジウム・ガリウム（AlInGaN）及び窒化インジウム・ガリウム（InGaN）から成る群から選ばれた材料からなるフォトダイオードである、請求項 3 記載のセンサ。

20

【請求項 6】

紫外線検出器（１２）が光電子増倍管である、請求項 2 記載のセンサ。

【請求項 7】

フィルタ（１４、３２）が、約 $220 \sim 300 \text{ nm}$ の帯域通過範囲を有する帯域通過フィルタである、請求項 1 記載のセンサ。

【請求項 8】

紫外線検出器（１２）とフィルタ（１４、３２）との組合せの応答度が、特定媒体に特有な微生物の紫外線殺菌の有効性に対応する、請求項 1 記載のセンサ。

【請求項 9】

フィルタ（１４）が、紫外線検出器（１２）上に配置することにより該紫外線検出器の一体形構成要素として形成されている、請求項 1 記載のセンサ。

30

【請求項 10】

フィルタ（３２）が紫外線検出器（１２）の外部に設けられている、請求項 1 記載のセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、殺菌用途のための有効波長を検知するように調整した応答度を有する紫外線検出器に関する。

40

【背景技術】

【0002】

飲料水、工業用水、純水及び排水の処理装置及び空気浄化装置は、紫外線波長を放出する高出力ランプを使用してランプの前を通過して流れる水又は空気中の有害微生物を殺菌する。水又は空気中の微生物を殺菌する紫外線の効力を保証するために、ランプの出力を検知しなくてはならない。これらのセンサは、ランプ出力の制御を可能にして微生物殺菌のためのエネルギー消費を減らし、かつランプ交換が必要なことの判定を可能にする。

【0003】

紫外線の有効殺菌波長は、一般的に $200 \sim 300 \text{ nm}$ の範囲であり、最大効力は 265 nm にて得られる。このエネルギーを供給するために用いるランプは

50

、典型的には600nmを超える遥かに広いスペクトルにわたりエネルギーを発生する。殺菌効力に適したエネルギーを保証するために、センサの測定範囲は、有効波長内のエネルギーに限定されるべきである。その際の問題は、必要となる殺菌波長のみに応答しかつ必要となる強力な紫外線エネルギーの下で長寿命を発揮する感知素子を開発することであった。

【0004】

300nmを越える波長が、ランプのスペクトル強度の大きな部分を占めている。従って、検出器の応答度を300nm未満の波長に限定することが望ましい。ランプは時間の経過とともに劣化又は汚損するおそれがありかつ短波長領域における総出力が低下するおそれがあるから、300nm以下の波長をもつ紫外線の強度をモニタすることが重要である。さもないと、殺菌が不完全になるおそれがある。

10

【0005】

現在の排水処理システムは、広い範囲の紫外線を検知するシリコン又は炭化ケイ素(SiC)光検出器を使用して、処理する物質(水又は空気)に貫入する光学出力量を検知し、ランプの出力を制御している。このようなランプの制御は、エネルギーコストを最小化し、バクテリアの殺菌を保証し、またランプ交換が必要な時期を判定するために使用される。

【0006】

現在のシリコンセンサは、赤外線領域内で約1000nmのピークをもつ、有効殺菌波長よりも広い広範囲の波長全体にわたりエネルギーを検出する。紫外線領域における感度よりも赤外線領域における感度の方が遙かに高いので、何らかのフィルタを取付けてこの広い応答性を狭める必要性が生じる。さらに、強い紫外線の下における急速な劣化によって、これらのデバイスには非常に短い寿命しか期待できない。その最大の原因は、紫外(UV)線を検出するためにSi検出器には燐を添加する必要があることによる。これら燐は、UVランプが発生する強力な紫外線、つまりバクテリアを有効に殺菌するために必要な強力な紫外線の下で劣化する。

20

【0007】

SiCフォトダイオードの出現は、フィルタを用いなくてこの紫外線エネルギーをモニタする一層効果的な方法をもたらした。SiCフォトダイオードのスペクトル応答は、大体200~400nmの波長範囲に限られており、そのピークはほぼ270nm付近にある(図1)。SiCフォトダイオードは、強い紫外線の下で非常に長い寿命をもつことを示した。しかしながら、殺菌波長(300~400nm)以外のUV線スペクトルは、ランプからの強力なエネルギーのピークを含み、これが殺菌に有効な波長強度のモニタ精度を低下させることになる。図1に示すSiCフォトダイオードの応答度においては、図2に示すような300nmを越える波長のランプ出力に対するSiCフォトダイオードの感度が既に低下している。しかしながら、それでもなおSiCフォトダイオードは、300~400nmの紫外線波長に対して大きな出力光電流を発生することになる。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

40

従って、300nmを超える波長に対する応答度を排除することが望ましいと言える。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の例示的な実施形態では、微生物を殺菌する所定波長内のエネルギーをモニタするための紫外線センサを提供する。本センサは、広範囲の紫外線を検知する紫外線検出器と、紫外線検出器に向けられた光線を遮る位置に配置されたフィルタとを含む。フィルタは、所定波長以外の波長をもつ光線を遮断するように構成されている。

【0010】

本発明の別の例示的な実施形態では、殺菌システム内で使用する紫外線ランプの有効性をモニタするための紫外線センサは、紫外線検出器と該紫外線検出器と協働するフィルタ

50

とを含み、200～300nmの波長をもつ光線を検出するように構成される。

【0011】

本発明のさらに別の例示的な実施形態では、空気又は水用の浄化システムは、空気又は水に紫外線を向ける紫外線ランプと本発明の紫外線センサとを含む。

【0012】

本発明のさらに別の例示的な実施形態では、空気又は水を浄化する方法は、紫外線ランプを用いて空気又は水に紫外線を向ける段階、紫外線検出器と該紫外線検出器と協働するフィルタとを含み、200～300nmの波長をもつ光線を検出するように構成された紫外線センサを準備する段階、及び紫外線センサからの信号に従って紫外線ランプの有効性をモニタする段階を含む。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図3は、上面に多層誘電体フィルタ14を適用したSiCフォトダイオード12を含む本発明の検出器10の概略断面図を示す。誘電体フィルタ14は、SiCフォトダイオード12の表面上に被着されて、紫外線領域内の特定スペクトル帯域を有効にモニタするようにその応答性を調整されるのが好ましい。炭化ケイ素及び被着フィルタの使用により、強い紫外線照射の下で長期間使用できる堅牢な検出器10を得ることができる。図3は、SiCフォトダイオードの一例の断面図を示す。この図において、パッケージヘッダ16は、フォト検出器チップの取付け部材として働く。ダイボンド金属18を使用して、光検出器を所定位置に保持する。SiC基板20とエピタキシャル層22、24とは、この光検出器の半導体部分を構成する。ここで、 n^+ （負）エピタキシャル層24と p^- （正）エピタキシャル層22とは、予め指定した波長の紫外線から得られる光生成キャリアを効率的に収集する働きをする。光学フィルタ14は、上述の材料からなることができ、この実施形態では、チップの一体形部分である。少なくとも一部が金（Au）からなる接点金属26は、このデバイスに対する低抵抗接点を形成する働きをし、これらの接点に対してワイヤボンド28（これらも典型的にはAuである）を用いることによってフォトダイオードパッケージのリード線に接続される。

20

【0014】

誘電体フィルタを被着させるためにあらゆる公知のスパッタリング技術を使用できるので、その被着法についてはこれ以上詳述しない。その他の好適な被着方法もまた当業者には明らかであり、本発明は、説明した例示的な方法に限定することを意味するものではない。これに代えて、図4を参照すると、レンズ34を介して入射する光を受けるSiCフォトダイオード12の前方に、SiCフォトダイオードに取付けられていない分離したフィルタ32を置いており、これらの構成要素は、紫外線透過窓38を有するハウジング36内に収納される。しかしながら、この構成では、実施することは可能であるが、所定位置にフィルタを有する複数のフォトダイオードを同時生産することを可能にする一体形構造のもつ利点は得られない。一体形フィルタを有するフォトダイオードの生産は、製造工程内にフィルタ形成作業を組み込むことによって容易に達成できる。誘電体材料の場合には、例えば1000個まで又はそれ以上のデバイスを一回の被着工程で被覆することができ、それによって最終デバイスのコストを大きく低減することができる。

30

40

【0015】

分離式の構造においては、フィルタ材料は、好ましくは石英又はサファイヤのようなUV透過性基板上に被着させた後その全体をそのまま使用するか又は所定サイズに切り分けて、光路内に挿入される。

【0016】

さらに別の実施形態では、光ファイバ入力装置及び/又は光電子増倍管を備えた又は備えていない遥かに高価かつ複雑で、しかも実用性に劣る光学スペクトロメータ又はフォトスペクトロメータを使用できる。これらを使用する場合には、ランプ出力を200～300nmの関心のある波長領域内に定めるためのフィルタ又はソフトウェアを必要とすることになる。

50

【0017】

炭化ケイ素は、その応答曲線が関心のあるスペクトルを包含するので、フォトダイオード12に特に適している。別のフォトダイオード材料は、より短波長のカットオフを有するように作ることができるAlGaIn材料であろう。例えば、GaInフォトダイオードは、365nmにおけるカットオフを有する。約26%のAlを添加してAlGaInフォトダイオードを作ると、カットオフは300nmになる。しかしながら、高品質のAlGaInフォトダイオードは、現在のところ市販されていない。これと対照的に、SiCフォトダイオードは、技術的に確立されており容易に入手可能である。現時点ではSiCフォトダイオードが好ましいが、将来においては、フィルタを使用して又は多分使用しないで、AlGaInフォトダイオードが同一の機能を果たすことができるであろう。シリコン、ガリウム・砒素・燐(GaAsP)、酸化亜鉛(ZnO₂)、窒化アルミニウム(AlN)、窒化ガリウム(GaN)、窒化アルミニウム・インジウム・ガリウム(AlInGaN)及び窒化インジウム・ガリウム(InGaN)のようなその他の材料も、フォトダイオードに適している。これとは別に、紫外線検出器は、光電子増倍管とすることもできる。紫外線検出器とフィルタとの組合せの応答度は、水又は空気のような特定媒体に特有な微生物の紫外線殺菌効力に対応するのが好ましい。さらに別の構成では、前述したような光学フィルタを必要としないフォトスペクトロメータを使用することもできる。この場合には、スペクトロメータは、各々が特定の波長を感知するフォトダイオードのアレイを形成する。しかしながら、フォトスペクトロメータは、半導体型の光検出器より著しく高価であり、従って半導体型光検出器の方が好ましい。

10

20

【0018】

フィルタ14は、300nmでカットオフすることになる短波長通過フィルタであるのが好ましい。一実施形態では、フィルタは、SiO₂、HfO₂、SiO₂及び/又はSi₃N₄の薄い交互層から構成された多層誘電体フィルタを含む。その他の材料の組合せも好適であろう。フィルタ14はまた、紫外線ランプのスペクトル線群をモニタするために、狭帯域幅特性を有するように作製することもできる。そのような選択的帯域通過フィルタは、例えば波長254nmに中心をもつのが好ましい。254nmのスペクトル線は、水銀アークランプから発せられる強いスペクトル線である。GaAsP、ZnO₂、AlInGaN、GaN、AlGaIn、InGaN、AlN又はこれらの組合せのような、希土類をドープしたガラス(Shottフィルタ)材料又は半導体材料を使用したフィルタも利用できる。

30

【0019】

図5は、典型的なSiCフォトダイオードの感度(応答度)(四角点曲線)とこれらのシステムに典型的なバクテリア殺菌に適した光線(放射線)の有効波長帯域(菱形点曲線)とに基づいて最適化したフィルタ透過特性を示す。最適化したフィルタ透過特性に対する予測値(三角点曲線)は、高強度水銀ランプからの典型的な光線出力(放射線の中心が254nm)を有し、フォトダイオードが最も効果的な殺菌帯域(265nmに中心をもつ)のみに応答することを可能にする。

【0020】

これは「最適化」設計の一実施形態であって、最良の応答度曲線が258nm付近に中心応答波長を有することを示唆している。その応答度が波長270nm以下で急激に低下するSiCフォトダイオードの前方の光学経路内に置かれた場合、300nmを超える波長の放射線を遮断するあらゆるフィルタが好適であることは、勿論である。

40

【0021】

図6の四角点曲線は、典型的な水銀ランプのスペクトル出力を示す。254nmにおける放出ピークに注目されたい。300nmを超える放射線を遮断するフィルタの1つのコンセプトをシミュレーションした(三角点曲線)が、このことは、300nmを超える光線に対する感度(フォトダイオードによって感知されるような)を排除する。この光線(300nmを超える)は、本質的に無用であり、ランプの状態、即ちバクテリア死滅/殺菌におけるその有効性を評価するのには無益である。

50

【 0 0 2 2 】

フィルタ付き S i C フォトダイオードは、特定用途による要求に応じて電流、電圧周波数又はデジタル出力を提供するための信号調整回路に接続される。

【 0 0 2 3 】

殺菌ランプからの光線は、殺菌処理すべき媒体（水又は空気）を通り抜け、フィルタに衝突し、次いで検出器 1 0 によって測定される。フィルタとセンサとの組合せは、微生物を殺菌するのに有効な光線の波長のみを測定する。フィードバックネットワークによりそのゲインを決定される電流 - 電圧増幅器は、フォトダイオード信号を増幅する。このネットワークは、較正のためにゲインを調整することができる。増幅器からの出力は、必要に応じて工業的標準電流出力に或いは電圧、周波数又はデジタル出力に変換できる。

10

【 0 0 2 4 】

図 7 に示す一実施形態では、C P U 又はこれに類したようなプロセッサ 4 2 と紫外線ランプ 4 4 とを含む制御ループの一部として検出器 1 0 を使用する。プロセッサ 4 2 は、紫外線センサ 1 0 から信号を受信し、紫外線センサ信号に基づいて紫外線ランプ 4 4 の出力を制御する。このようにして紫外線ランプ 4 4 の有効性をモニタし、かつランプ出力をリアルタイムに制御することができる。さらに、図 8 を参照すると、2 0 0 ~ 4 0 0 n m の波長をもつ光線を放出する付加的な紫外線源 4 6 を、その放出紫外線がフォトダイオード 1 2 によって感知されるように使用することができる。この U V 線源 4 6 は、フォト検出器を時折テストし、時の経過におけるその機能性を判定するために使用される。付加的な U V 線源 4 6 は、例えば非一体形又は一体形フィルタを備えたフォトダイオードをテスト

20

【 0 0 2 5 】

本発明のセンサは、紫外線殺菌産業において、殺菌スペクトル内の供給エネルギー量をモニタするのに好適である。本センサは、適正波長の十分なエネルギーが効率的殺菌のために常に使用可能であることを保証する。信号は、ランプ出力を制御するためにも、また紫外線レベルが十分でないことを警告するためにも使用できる。

【 0 0 2 6 】

現在最も実用的かつ好ましい実施形態と思われるものに関連して本発明を説明してきたが、本発明は開示した実施形態に限定されるものではないこと、また特許請求の範囲に示した参照符号は、本発明の範囲を狭めるのではなく本発明を容易に理解するためのものであることを理解されたい。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 7 】

【 図 1 】 従来の S i C フォトダイオードの応答度対波長を示すグラフ。

【 図 2 】 S i C フォトダイオードの応答度によって修正したランプスペクトルのグラフ。

【 図 3 】 上面に多層誘電体フィルタを適用した S i C フォトダイオードの概略断面図。

【 図 4 】 フォトダイオードから分離したフィルタを有する検出器の別の構成を示す図。

40

【 図 5 】 最適化したフィルタ透過特性の予測値を示すグラフ。

【 図 6 】 波長 3 0 0 n m を超えるランプ放射線に対する応答を排除するために S i C フォトダイオード上に配置したフィルタの効果を示すグラフ。

【 図 7 】 検出器の例示的な使用法を示す、制御ループの概略図。

【 図 8 】 機能性についてフォトダイオードを周期的にテストするために用いる U V L E D のような紫外線源の追加を示す、フォトダイオードハウジングの概略図。

【 図 9 】 可動反射シャッタを使用してセンサ窓の透過度をテストするのを示す図。

【 符号の説明 】

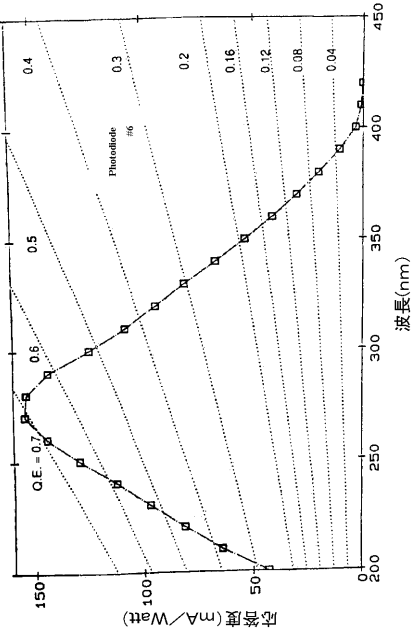
【 0 0 2 8 】

1 0 検出器

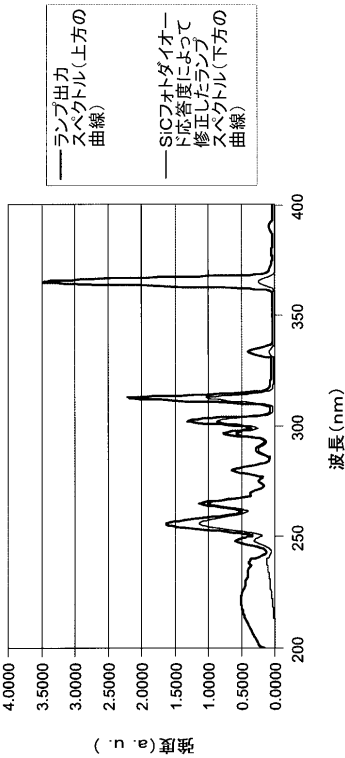
50

- 1 2 SiC フォトダイオード
- 1 4 誘電体フィルタ
- 1 6 パッケージヘッダ
- 1 8 ダイボンド金属
- 2 0 SiC 基板
- 2 2 p⁻エピタキシャル層
- 2 4 n⁺エピタキシャル層
- 2 6 接点金属
- 2 8 ワイヤボンド
- 3 2 フィルタ
- 3 4 レンズ
- 3 6 ハウジング
- 3 8 紫外線透過窓

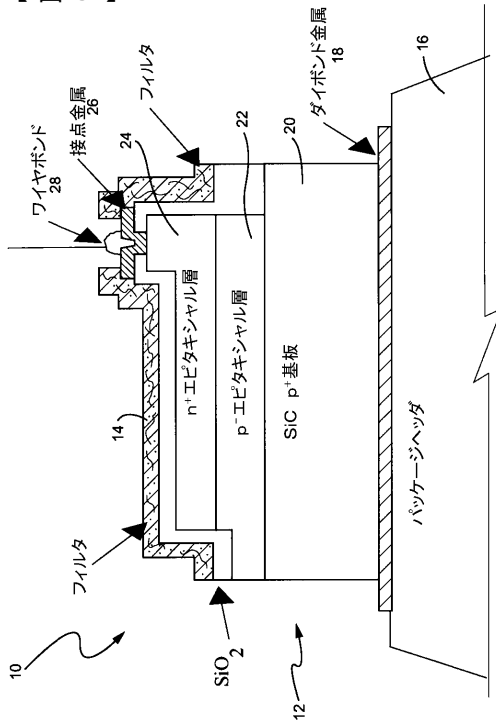
【図 1】



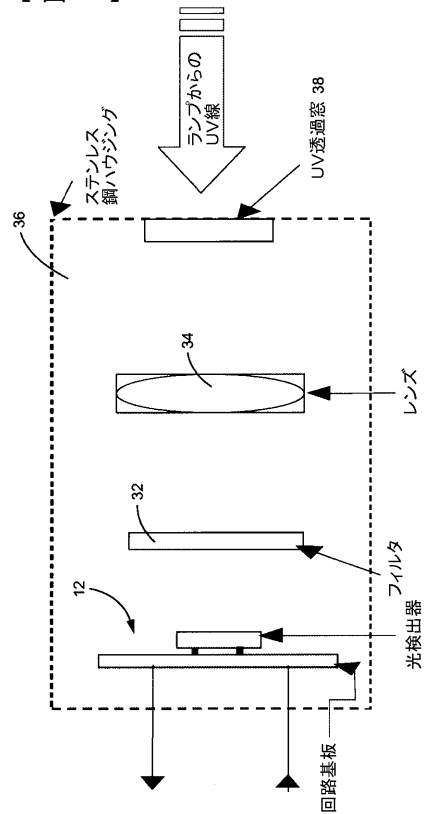
【図 2】



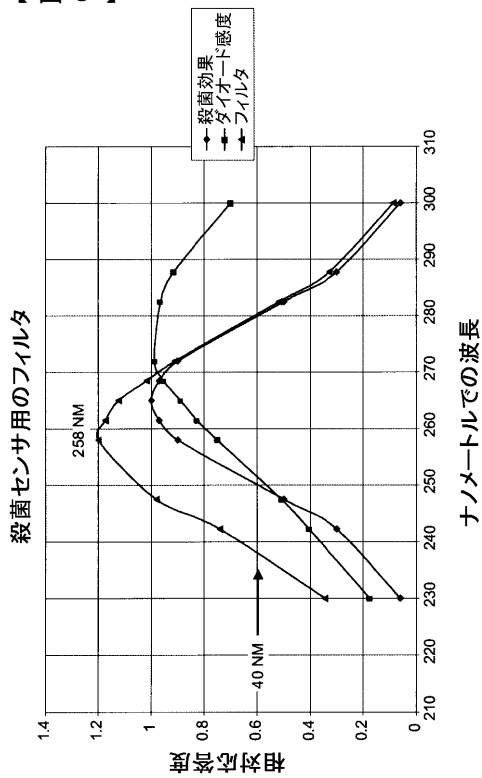
【 図 3 】



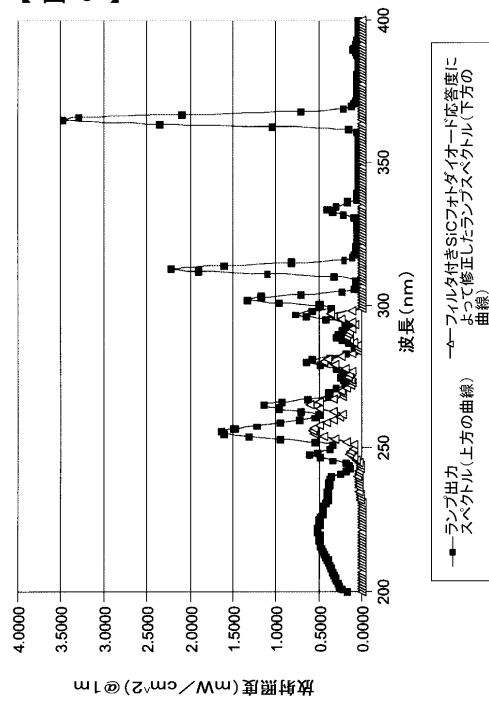
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 デール・マリウス・ブラウン
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、エスティー・ジョセフ・ドライブ、2338番
- (72)発明者 ケビン・マートチャ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、トロイ、ボタン・ロード、1535番
- (72)発明者 ピーター・ミカ・サンドビック
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ギルダーランド、モンロー・コート、8番
- (72)発明者 レオ・ロンバルド
アメリカ合衆国、オハイオ州、リンドハースト、クロイデン・ロード、1233番
- Fターム(参考) 2G065 AA04 AB05 BA09 BA18 BB25 CA08 DA20