

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年12月23日(23.12.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/146950 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/058009
- (22) 国際出願日: 2010年5月12日(12.05.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-142649 2009年6月15日(15.06.2009) JP
特願 2009-243456 2009年10月22日(22.10.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人岡山大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION OKAYAMA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目1番1号 Okayama (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 永井 伊作 (NAGAI, Isaku) [JP/JP]; 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中三丁目1番1号 国立大学法人岡山大学大学院自然科学研究科内 Okayama (JP).
- (74) 代理人: 森 寿夫, 外 (MORI, Hisao et al.); 〒7100047 岡山県倉敷市大島505-14 Okayama (JP).

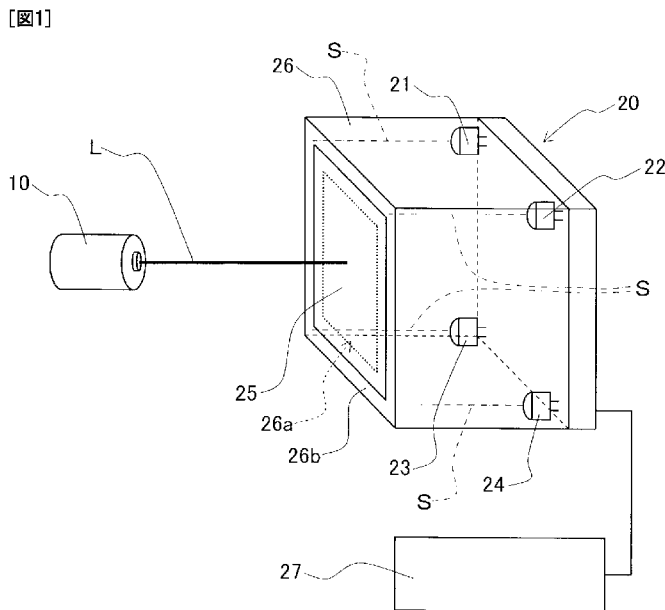
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LIGHT POINT POSITION DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 光点位置検出装置



(57) Abstract: Provided is a light point position detection device which is relatively inexpensive and is not readily affected by the environment. The light point position detection device has a light source (10) for irradiating spot light (L), and a light receiver (20) provided with a detection means which receives the spot light (L) radiated from the light source (10) on a screen (25) and detects the position of the light point using the spot light (L) appearing on the screen (25). The screen (25) is constructed from a diffusely transparent material. The detection means is provided with a plurality of photoreceptor elements (21,22,23,24) arranged behind the screen (25) and an analysis unit for analyzing the output signals from the photoreceptor elements (21,22,23,24).

(57) 要約: 【課題】比較的安価であるとともに、環境の影響を受けにくい光点位置検出装置を提供する。【解決手段】スポット光Lを照射する光源10と、この光源10から照射されたスポット光Lをスクリーン25で受けるとともにスクリーン25上に現れたスポット光Lによる光点の位置を検出する検出手段を備えた受光器20とを有する光点位置検出装置であって、スクリーン25は拡散透過性材で構成し、検出手段は、スクリーン25の裏側に設けた複数の受光素子21,22,23,24と、これらの各受光素子21,22,23,24からの出力信号を解析する解析部とを備える光点位置検出装置とする。

WO 2010/146950 A1

明 細 書

発明の名称： 光点位置検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、光源からスクリーンに向けて照射したスポット光によってスクリーン上に表示した光点の位置を検出する光点位置検出装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、例えば橋梁の振動状態あるいは撓み状態の検出や、崖などの斜面の変位状態の検出などにレーザ光を利用した検出装置が用いられることがある。

[0003] 特に、レーザ光はスポット光となっているので、被検体にレーザ光を照射すると光点が現れ、この光点の位置の変動を検出することによって被検体あるいはレーザ光の光源の位置変動を検出可能としている。

[0004] このようなレーザ光を用いた装置において、光点の位置の変動を検出する場合には、PSD (Position Sensitive Device) を用いたり (例えば、特許文献1参照。)、あるいはフォトダイオードやフォトトランジスタなどの光センサを格子状に並べて構成した検出器を用いたり (例えば、特許文献2参照。)、カメラなどの撮像装置で光点を撮影した後に画像処理したりすることが行われていた。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2000-161911号公報

特許文献2：特開平07-218225号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、PSDを用いた場合では、計測精度や計測速度の面では所望の特性を有している一方で、PSD自体が非常に高価であるために装置全体の価格が極めて高くなって、一般的な利用にはコスト的に見合わないものと

なっていた。

[0007] しかも、PSDは、光点が表示されるレーザ光の受光部分を大面積化することが困難であり、また、屋外のような非常に明るい場所では使用できなかったり、あるいは再調整が必要であったりするという問題があった。

[0008] また、複数の光センサを格子状に並べて構成し、最も大きい光量を検出した光センサの位置で光点位置を特定する検出器を用いた場合には、多くの光センサを使用することにより製造コストが高騰しやすく、低コスト化することが困難であった。

[0009] さらに、光センサは入射角特性の影響を受けやすく、しかも、屋外のように明るさが大きく変化する環境では使用が困難であり、そのうえ、隣り合った光センサの間に光点が位置する際には正しい検出が困難であり、分解能が光センサの大きさに依存するために高分解能化が困難であって、性能的にも十分なものではなかった。

[0010] また、光点を撮像装置で撮影した後に画像処理して光点位置を検出する場合には、画像処理の装置にコストがかかるだけでなく、処理時間が大きくなりやすいという問題があった。

[0011] しかも、撮像装置で光点を撮影しているために、屋外のような非常に明るい場所や明るさが変化する場所では撮影条件を最適化させることが困難であることが多く、使用環境が限定されるという問題があった。

[0012] 本発明者は、このような現状に鑑み、比較的安価であるとともに、環境の影響を受けにくい光点位置検出装置を提供すべく研究開発を行って、本発明を成すに至ったものである。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の光点位置検出装置では、スポット光を照射する光源と、この光源から照射されたスポット光をスクリーンで受けるとともにスクリーン上に現れたスポット光による光点の位置を検出する検出手段を備えた受光器とを有する光点位置検出装置であって、スクリーンは拡散透過性材で構成し、検出手段は、スクリーンの裏側に設けた複数の受光素子と、これらの各受光素子が

らの出力信号を解析する解析部とを備えることとした。

[0014] さらに、本発明の光点位置検出装置では、以下の点にも特徴を有するものである。

(1) 光源がスポット光をパルス状として照射すること。

(2) 光源が、パルス状のスポット光のデューティ比を調整して所定の信号を送信する制御手段を備え、検出手段の解析部が、スポット光から信号を読み出すことにより信号を伝送すること。

(3) 受光素子の入光角度が0度となる中心軸をスクリーンと直交させるとともに、中心軸上に遮蔽体を設けていること。

(4) 受光素子は、スクリーンが張設された箱状のハウジング内に設け、このハウジング内に、ハウジング内を所定の明るさとする照光器を設けていること。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、スポット光を照射する光源と、この光源から照射されたスポット光をスクリーンで受けるとともにスクリーン上に現れたスポット光による光点の位置を検出する検出手段を備えた受光器とを有する光点位置検出装置とし、スクリーンを拡散透過性材で構成したことにより、直射日光などの環境の影響を受けにくくすることができる。

[0016] そして、検出手段を、スクリーンの裏側に設けた複数の受光素子と、これらの各受光素子からの出力信号を解析する解析部とで構成することにより、光点の検出に必要な受光素子の数を、通常なら4個、多くても10個以下とすることができ、少ない数の受光素子で検出手段を構成できるので、極めて安価とすることができる。

[0017] 特に、検出手段では、スクリーン上に現れた光点の位置を、解析部において各受光素子からの出力信号を解析することにより検出しているので、高分解能とすることができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の実施形態にかかる光点位置検出装置の概略説明図である。

[図2] 受光素子として用いたフォトトランジスタの出力電圧の特性曲線である。

[図3] 受光素子として用いたフォトトランジスタの出力調整に用いた信号調整回路の説明図である。

[図4] 他の実施形態の信号調整回路の説明図である。

[図5] 光点の位置の特定方法の説明図である。

[図6] 光点の位置の特定方法の説明図である。

[図7] 他の実施形態の受光器の説明図である。

[図8] 他の実施形態の受光器の説明図である。

[図9] 他の実施形態の受光器の説明図である。

[図10] 他の実施形態の受光器の説明図である。

[図11] 他の実施形態の受光器の説明図である。

[図12] 他の実施形態の受光器の説明図である。

[図13] 本発明の実施形態にかかる光点位置検出装置の利用形態の説明図である。

発明を実施するための形態

[0019] 本発明の光点位置検出装置は、スポット光を照射する光源と、この光源から照射されたスポット光をスクリーンで受けるとともにスクリーン上に現れたスポット光による光点の位置を検出する検出手段を備えた受光器とで構成している。

[0020] すなわち、光点位置検出装置では、光源から照射したスポット光によって受光器のスクリーン上に光点を生じさせ、この光点の位置を受光器の検出手段で検出することにより、解像度を低下させることなく検出可能としている。

[0021] 特に、検出手段は、スクリーンの裏側に設けた複数の受光素子と、これらの各受光素子からの出力信号を解析する解析部とで構成しているので、直射日光などの環境の影響を受けにくくすることができるとともに、比較的少数の受光素子で光点の位置を検出することができる。

[0022] 具体的には、スクリーンを平面状に設けた場合には、少なくとも3つ、好適

には4つの受光素子によって光点の位置を検出することができる。

- [0023] しかも、光点の位置の検出範囲は、スクリーンの大きさを調整することによって所望の検出範囲とすることができ、受光素子をスクリーンの大きさに合わせて適宜配置することにより、所望の検出精度を得ることができる。
- [0024] なお、スクリーンは平面状に設けるだけでなく、例えば球面状としてもよく、適宜の形状とすることができる。
- [0025] また、受光素子は、スクリーンが張設された箱状のハウジング内に設けており、このハウジング内にハウジング内を所定の明るさとする照光器を設けてもよい。すなわち、受光器の検出手段は、一般的に、ある程度以下の照度に対する感度が著しく劣りやすく、光点の位置の検出精度が低下するおそれがあるが、ハウジング内に設けた照光器でハウジング内を所定の明るさとしておくことにより、検出手段を検出感度の高い状態として光点の位置の検出精度を高めることができる。
- [0026] さらに、光源は、常にスポット光を照射するオン状態となっている必要はなく、スポット光を照射するオン状態と、スポット光を照射しないオフ状態とを交互に繰り返すいわゆるパルス状として照射してもよい。
- [0027] 特に、パルス状としてスポット光を照射することにより、スポット光のオフ状態において各受光素子で検出される光量を背景光の光量とし、スポット光のオン状態において各受光素子で検出される光量から背景光の光量分を差し引くことにより背景光の影響を容易に排除でき、直射日光などの環境の影響を受けにくくすることができる。
- [0028] さらに、パルス状としたスポット光のデューティ比を調整することにより所定の信号を伝送でき、通信機能を付与することもできる。
- [0029] 以下において、図面に基づいて本発明の実施形態を詳説する。
- [0030] 光点位置検出装置は、図1に示すように、スポット光Lを照射する光源10と、この光源10から照射されたスポット光Lをスクリーン25で受けるとともにスクリーン25上に現れたスポット光Lによる光点の位置を検出する検出手段を備えた受光器20とで構成している。

- [0031] 光源10は、収束性の高い光を照射できればどのような光源装置を用いてもよいが、レーザ光を照射する光源装置が好適であり、本実施形態でもレーザ光源を用いた。
- [0032] 特に、光源10は、スポット光を照射するオン状態と、スポット光を照射しないオフ状態とを交互に繰り返すいわゆるパルス状として照射している。
- [0033] このように、パルス状としてスポット光を照射することにより、後述するよう、受光器20において背景光成分の除去を容易として、光点の検出精度を向上させている。なお、スポット光の周波数は、背景光の影響を受けにくい適宜の周波数とすればよく、本実施形態の場合、周波数をもともと520Hzとしていたが、3030Hzに変更することにより蛍光灯に起因したちらつきの影響を解消させることができた。
- [0034] 受光器20は、矩形体状としたハウジング26と、このハウジング26の一面に設けた開口部26aに装着したスクリーン25と、ハウジング26内に装着した第1～4受光素子21, 22, 23, 24と、これらの第1～4受光素子21, 22, 23, 24から出力された信号を解析する解析装置27とで構成している。
- [0035] ハウジング26は矩形体状に限定するものではなく、適宜の形状としてよい。本実施形態では、製造が容易なことから矩形体状としている。また、本実施形態では、後述するようハウジング26は、スクリーン25及び第1～4受光素子21, 22, 23, 24の支持体ともしているため、ある程度の剛性を有する素材を用い、スクリーン25及び第1～4受光素子21, 22, 23, 24を安定的に固定支持できるようにしている。なお、本実施形態では、第4受光素子24は、第1受光素子21に対して、矩形状のハウジング26における対角位置に設け、残りの2つの角部に第2受光素子22と第3受光素子23とをそれぞれ設けている。
- [0036] ハウジング26に設ける開口部26aは、ハウジング26における6面のうちの1面に矩形状に設けている。開口部26aの開口形状も矩形状に限定するものではなく、検出する光点の位置の変動状態を考慮して適宜の形状としてよい。
- [0037] なお、開口部26aは、ハウジング26における平板状の一側面に設けているため、開口部26aの形成にともなって、開口部26aの周縁に沿って枠状の外縁部26b

が形成されることとなっている。

- [0038] シート状のスクリーン25は、開口部26aを閉塞するようにハウジング26に配置させて、スクリーン25の外周縁をハウジング26の外縁部26bに重ね合わせて、接着剤などを用いて貼り合わせている。
- [0039] スクリーン25は拡散透過性材で構成している。特に、本実施形態では、スクリーン25には、プラスチック板を用いている。また、スクリーン25は光源10から照射されたスポット光Lによって鮮明な光点を生じさせやすくするため、赤色としている。なお、光源10から照射されたスポット光Lによって鮮明な光点を生じさせることができれば、スクリーン25にはどのようなものを用いてもよい。
- [0040] 第1～4受光素子21, 22, 23, 24は、それぞれ同じ型番のフォトトランジスタであって、矩形体状のハウジング26の四隅にそれぞれ固定装着している。
- [0041] 特に、第1～4受光素子21, 22, 23, 24は、入光角度が0度となる中心軸Sをスクリーン25に対して直交させながらスクリーン25に向けて設けており、しかも、中心軸S上には遮蔽体を設けている。
- [0042] すなわち、一般的なフォトトランジスタでは、受光した光量に対してほぼ正比例の電圧を出力できるが、指向特性を有しているため、図2に示すように、中心軸から離れた位置の光点に対して出力電圧の低下が生じることとなっている。また、本実施形態のように、フォトトランジスタの中心軸Sをスクリーン25に直交させている場合には、光点の位置が中心軸Sから離れるにつれて、光点とフォトトランジスタとの間の距離が大きくなることによっても、中心軸Sから離れた位置の光点に対して出力電圧の低下が生じることとなっている。
- [0043] その一方で、中心軸の近傍では、出力電圧の変化率が小さくなるので、光点の位置変動の検出精度が低下しやすくなっている。
- [0044] そこで、第1～4受光素子21, 22, 23, 24の中心軸S上には遮蔽体を設けて、検出精度が低下する領域での受光を抑制し、光点の位置変動に対する出力電圧の変化率ができるだけ大きい領域を利用して光点の位置を検出することによ

り、光点の検出精度を高めるようにしている。

- [0045] すなわち、第1～4受光素子21, 22, 23, 24は、中心軸Sをハウジング26の外縁部26bに直交させた状態としてハウジング26に装着することにより、ハウジング26の外縁部26bを遮蔽体として利用し、さらに、各受光素子21, 22, 23, 24間の間隔を設定している。
- [0046] 本実施形態では、第1～4受光素子21, 22, 23, 24は、ハウジング26の四隅部分に装着することにより、確実に固定しながら装着できるとともに、光軸をハウジング26の外縁部26bに直交させやすくしている。
- [0047] なお、ハウジング26の外縁部26bを遮蔽体として用いるのではなく、遮光性を有するシート体を第1～4受光素子21, 22, 23, 24の中心軸S上に配設してもよい。
- [0048] 第1～4受光素子21, 22, 23, 24から出力された信号を解析する解析装置27は、本実施形態では、所定の解析用のプログラムをインストールしたパーソナルコンピュータとしている。
- [0049] なお、パーソナルコンピュータに入力する信号は、所定の信号調整回路（図示せず）によってA/D変換するとともに増幅している。
- [0050] 図3は、本実施形態の信号調整回路の概略的な回路図であり、フォトトランジスタPTの出力電圧をオペアンプOPで増幅して出力している。フォトトランジスタPTとオペアンプOPの間には、交流結合用コンデンサCを設けており、スポット光をパルス状としたことによりフォトトランジスタPTから交流状に出力される信号の交流成分のみをスポット光に基づく信号として通過させている。これにより、フォトトランジスタPTから出力された信号に含まれている背景光成分を除去可能としている。
- [0051] さらに、オペアンプOPのプラス入力端子にはオフセット調整用の第1可変抵抗器VR1を接続して、オペアンプOPから出力される信号のオフセット電圧、すなわち、出力されるパルス状の信号における最小の電圧と最大の電圧の間となる電圧の大きさを調整可能としている。したがって、背景光の影響を容易に排除でき、様々な環境下で使用できる。

- [0052] また、パルス状としたスポット光において、スポット光を照射しないオフ状態で検出されたフォトトランジスタPTの出力電圧は、背景光に起因した出力電圧として、スポット光を照射するオン状態で検出されたフォトトランジスタPTの出力電圧から差し引くことによっても背景光の影響を除去できる。
- [0053] なお、図3中、R1はフォトトランジスタPTに直列接続した第1抵抗器であり、R2及びVR2はオペアンプOPの出力を調整している第2抵抗器及び第2可変抵抗器であり、特に、第2可変抵抗器VR2を調整することによりオペアンプOPから出力される信号の振幅を調整でき、解析装置27での信号解析に好適な信号に調整できる。
- [0054] 信号調整回路は、図3に示した形態に限定するものではなく、適宜の回路構成とすることができる。
- [0055] すなわち、図3に示した信号調整回路では、オペアンプOPを用いた非反転増幅回路としているが、例えば、図4に示すような反転増幅回路からなる信号調整回路としてもよい。
- [0056] 図4に示した信号調整回路でも、フォトトランジスタPT'の出力電圧をオペアンプOP'で増幅しており、フォトトランジスタPT'とオペアンプOP'の間には、交流結合用コンデンサC1'を設けている。図4中、R1'はフォトトランジスタPT'に直列接続した第1抵抗器であり、R2'及びR3'はオペアンプOP'の出力を調整している第2抵抗器及び第2可変抵抗器である。
- [0057] 図4に示した信号調整回路では、電源電圧と接地電圧間との間で直列接続した同一抵抗値の第4抵抗器R4'と第5抵抗値R5'を設けるとともに、この第4抵抗器R4'と第5抵抗値R5'の間とオペアンプOP'のプラス入力端子とを接続して、オペアンプOP'に $V_{cc}/2[V]$ を入力している。これにより、交流状となっているフォトトランジスタPT'の出力信号における振幅の中央を $V_{cc}/2[V]$ に容易に合わせることができ、第1可変抵抗器VR1によるオフセット電圧の調整を不要とすることができる。
- [0058] さらに、オペアンプOP'を用いた反転増幅回路を構成していることにより、交流結合用コンデンサC1'を小容量化することができ、背景光の急激な変動に対

する追従性を向上させることができる。図4中、 $G2'$ はオペアンプ OP' のプラス入力端子に入力される電圧の変動を抑制するために設けた安定化用のコンデンサである。

- [0059] また、光源10の照度や、背景光の照度、あるいは光源10から受光器20のスクリーン25までの距離に応じて、スクリーン25の厚みや、第1抵抗器 $R1, R1'$ の抵抗値を適宜調整することにより、信号調整回路によってフォトトランジスタ PT, PT' の出力信号を効果的に増幅できる。
- [0060] このように構成した受光器20でスクリーン25上に生じた光点を検出する場合には、解析装置27において、第1～4受光素子21, 22, 23, 24から出力された信号の出力電圧の大きさを特定し、特定された出力信号の大きさから図2の出力特性曲線に基づいて、各受光素子21, 22, 23, 24から光点までの距離を特定し、その距離を半径とする仮想円を各受光素子21, 22, 23, 24において描画して、4つの仮想円の交点の位置として理論的には光点の位置を特定することができる。
- [0061] ただし、実際には、各種の誤差の影響によって4つの仮想円が一点で交わることはなく、特に、光源の照度の変動する場合には、交点の位置は変動していないにもかかわらず、各受光素子21, 22, 23, 24では信号の出力電圧が変動することにより、あたかも光点の位置が変動していると認識されるおそれがある。
- [0062] このように、光源の照度の変動する場合には、各受光素子21, 22, 23, 24から出力される信号の出力電圧は、ほぼ同等の変化率が乗じられた状態となっているので、各受光素子21, 22, 23, 24の出力電圧に変化率 k を乗じ、変化率 k の値を変動させながら4つの仮想円が一点で交わる変化率 k を特定して、光点の位置を特定することができる。
- [0063] なお、この場合でも、4つの仮想円が一点で交わることはほとんどないために、より具体的には、まず、図5に示すように、通常、第1受光素子21を中心とする仮想円 $s1$ と第2受光素子22を中心とする仮想円 $s2$ との交点である第1交点 $p1$ と、第1受光素子21を中心とする仮想円 $s1$ と第3受光素子23を中心

とする仮想円s3との交点である第2交点p2と、第2受光素子22を中心とする仮想円s2と第4受光素子24を中心とする仮想円s4との交点である第3交点p3と、第3受光素子23を中心とする仮想円s3と第4受光素子24を中心とする仮想円s4との交点である第4交点p4を特定する。

[0064] 次いで、第1受光素子21と第2受光素子22を結ぶ直線と平行に第1交点p1を通る第1直線L1を想定し、第1受光素子21と第3受光素子23を結ぶ直線と平行に第2交点p2を通る第2直線L2を想定し、第2受光素子22と第4受光素子24を結ぶ直線と平行に第3交点p3を通る第3直線L3を想定し、第3受光素子23と第4受光素子24を結ぶ直線と平行に第4交点p4を通る第4直線L4を想定して、第1～4直線L1, L2, L3, L4で囲まれた四角形の面積が最小となる変化率kの値を特定する。

[0065] そして、特定された変化率kの値を用いて第1～4交点p1, p2, p3, p4を特定し、特定された第1～4交点p1, p2, p3, p4の座標の平均値によって特定された座標を交点の位置としている。

[0066] なお、各受光素子21, 22, 23, 24から出力される信号の出力電圧が低くて、仮想円の交点が生じない場合には、受光素子間を仮想円の半径比で内分する位置の座標を交点と位置としてもよいし、 $k > 1$ である変化率kの値をあらかじめ乗じて、必ず交点が存在するようにしてもよい。

[0067] あるいは、各受光素子21, 22, 23, 24からそれぞれ出力された信号の出力電圧の比を利用して交点の座標を特定してもよい。

[0068] 具体的に説明すると、本実施形態では、ハウジング26に設けた開口部26aは、6cm四方の正形状としており、この開口部26aの中心を中心として、開口部26aと相似形状の5cm四方の検出エリアを想定しており、図6に示すように、検出エリアに5mm間隔の格子状に計測点tを設定して、合計121点の各計測点tの出力電圧データを予め計測しておく。各計測点tにおける第1受光素子21の出力電圧の値をv1、第2受光素子22の出力電圧の値をv2、第3受光素子23の出力電圧の値をv3、第4受光素子24の出力電圧の値をv4と表すものとする。

[0069] なお、計測点の間隔は5mmに限定するものではなく、任意の間隔としてよく、検出エリアも5cm四方よりも大きくしてもよい。また、第1～4受光素子21, 22, 23, 24は、開口部26aの中心を中心として、開口部26aと相似形状の7cm四方の正方形の頂点部分に配置している。

[0070] そして、各受光素子21, 22, 23, 24の出力電圧の値 v_1, v_2, v_3, v_4 から、以下の式によって出力電圧の比であるリファレンスデータ rv_1, rv_2, rv_3, rv_4 を特定する。

$$rv_1 = v_1 / (v_1 + v_2 + v_3 + v_4)、$$

$$rv_2 = v_2 / (v_1 + v_2 + v_3 + v_4)、$$

$$rv_3 = v_3 / (v_1 + v_2 + v_3 + v_4)、$$

$$rv_4 = v_4 / (v_1 + v_2 + v_3 + v_4)。$$

[0071] このリファレンスデータ rv_1, rv_2, rv_3, rv_4 をデータベースとして解析装置27内にあらかじめ設けておき、光点の位置の検出に際しては、第1～4受光素子21, 22, 23, 24から出力された信号の出力電圧の値を用いて、上記の式と同様の演算を行って出力電圧の比のデータ $rv_1', rv_2', rv_3', rv_4'$ を特定する。

[0072] そして、SAD (Sum of Absolute Diffelence) 相関Dの値を

$$D = |rv_1 - rv_1'| + |rv_2 - rv_2'| + |rv_3 - rv_3'| + |rv_4 - rv_4'|$$

として最小のDの値となる計測点 t を特定し、特定された計測点 t を光点の位置としている。

[0073] なお、この場合には、光点の位置の分解能が5mmとなって、比較的粗いため、本実施形態では、光点に対する出力電圧の比のデータと、データベースのリファレンスデータ rv_1, rv_2, rv_3, rv_4 とを比較して、光点の位置を取り囲む4つの計測点をあらかじめ特定し、この4つの計測点で構成される領域において双線形補間を利用して0.5mm間隔の格子点のリファレンスデータを生成し、このリファレンスデータに対してSAD相関Dの値を最小とする格子点を光点の位置としている。したがって、光点の位置の分解能を0.5mmとすることができる。

[0074] このように、各受光素子21, 22, 23, 24からそれぞれ出力された信号の出力電圧

の比を利用して光点の座標を特定する方が、先に説明した仮想円を用いて光点の座標を特定するよりも精度がよかった。

- [0075] すなわち、仮想円を用いて光点の座標を特定する場合には、ハウジング26に装着された状態における各受光素子21, 22, 23, 24の指向特性の影響が出力電圧の値に影響を及ぼすおそれがあるが、各受光素子21, 22, 23, 24からそれぞれ出力された信号の出力電圧の比を利用した場合には、各受光素子21, 22, 23, 24の指向特性の影響が互いに減殺されて、精度が向上したものと考えられる。
- [0076] 本実施形態の受光器20は、光源10と正対している必要はなく、スクリーン25に対してスポット光が90° 以外の所定の角度から入射してもよく、またスポット光によってスクリーン25に光点さえ生じさせることができれば、受光器20は光源10からどんなに離れていてもよい。
- [0077] 上述したように、スポット光はパルス状としているが、パルス状に照射するスポット光をパルス変調することによりデューティ比を調整する調整手段を光源10に設けて、単なるパルス状とするだけでなく、スポット光を照射するオン状態の時間間隔、またはスポット光を照射しないオフ状態の時間間隔を適宜調整してもよい。
- [0078] 特に、例えば、スポット光を照射するオン状態の時間間隔が所定の時間より長い第1の照射パターンと、所定の時間よりも短い第2の照射パターンの2種類のスポット光を照射可能として、第1の照射パターンと第2の照射パターンとを適宜組み合わせるとしてスポット光を照射する一方、受光器20の解析装置27が、各受光素子21, 22, 23, 24からそれぞれ出力された信号の出力電圧から第1の照射パターンと第2の照射パターンとを識別することにより、シリアル通信によってバイナリデータを送受信できる。
- [0079] すなわち、受光器20の解析装置27では、第1の照射パターンを「1」のデータ、第2の照射パターンを「0」のデータとして識別する、またはその逆として識別するものである。なお、バイナリデータの識別は、デューティ比の差のみで行うのではなく、スポット光の照度を調節して、照度の変動を利用してシリアル通信を行ってもよい。

- [0080] スポット光のデューティ比を調整する調整手段としては、所定のタイミング信号を生成するために一般的に用いられているタイミング生成回路等を用いることができ、別途入力されたデータに基づいてタイミング生成回路等を用いて制御信号を生成し、この制御信号に基づいて光源10から所望のスポット光を照射可能としている。
- [0081] 受光器20の他の実施形態として、スクリーン25が張設された箱状のハウジング26の内部に、図7に模式的に示すように、ハウジング内を所定の明るさとする照光器28を設けてもよい。
- [0082] 本実施形態では、照光器28は、第1～4発光ダイオード28-1, 28-2, 28-3, 28-4の4つの発光ダイオードで構成しており、第1～4発光ダイオード28-1, 28-2, 28-3, 28-4はハウジング26の中央部分に設けるとともに、第1発光ダイオード28-1を第1受光素子21に向けて配設し、第2発光ダイオード28-2を第2受光素子22に向けて配設し、第3発光ダイオード28-3を第3受光素子23に向けて配設し、第4発光ダイオード28-4を第4受光素子24に向けて配設している。
- [0083] 特に、第1～4発光ダイオード28-1, 28-2, 28-3, 28-4は、第1～4受光素子21, 22, 23, 24よりもスクリーン25寄りに配設して、第1～4受光素子21, 22, 23, 24に対して効果的に照光可能としている。
- [0084] このように、ハウジング26の内部に照光器28を設けて、ハウジング内を所定の明るさとすることにより、夜間やトンネル内などのような比較的暗い環境下に受光器20を設置して使用する場合でも、光点の位置検出に関して十分な精度を維持することができる。
- [0085] すなわち、第1～4受光素子21, 22, 23, 24は、一般的に、ある程度以下の照度に対して感度が著しく劣り、照度の変化に対する出力電圧の変化量の線形性が悪いため、光点の位置の検出精度が低下するおそれがあったが、照光器28により第1～4受光素子21, 22, 23, 24を照光しておくことにより、照度の変化に対する出力電圧の変化量の線形性が良好な領域を利用して光点の位置を検出することができ、検出精度を向上させることができる。

- [0086] 本実施形態では、照光器28には、第1～4発光ダイオード28-1, 28-2, 28-3, 28-4を用いているが、第1～4受光素子21, 22, 23, 24の応答特性を改善できるのであれば、照光器28は何であってもよい。
- [0087] 上述した実施形態では、矩形体状としたハウジング26に第1～4受光素子21, 22, 23, 24を設けるとともに、矩形状の検出領域を設けているが、この形態に限定されるものではなく、図8に示すように、一方向に伸びた矩形体状のハウジング40に細幅の帯状にスクリーン41を設け、ハウジング40の長手方向の両端に第1の受光素子42と第2の受光素子43とを設けて、ライン状の検出領域を有するようにしてもよい。
- [0088] あるいは、図9に示すように、三角柱状のハウジング50の一方の面に三角形状のスクリーン51を設け、他方の面の3つの角部分に第1の受光素子52と、第2の受光素子53と、第3の受光素子54とを設けて、三角状の検出領域を有するようにしてもよいし、図10に示すように、六角柱状のハウジング60の一方の面に六角形状のスクリーン61を設け、他方の面の6つの角部分に第1の受光素子62と、第2の受光素子63と、第3の受光素子64と、第4の受光素子65と、第5の受光素子66と、第6の受光素子67とを設けて、六角状の検出領域を有するようにしてもよい。
- [0089] さらには、図11に示すように、円柱状としたハウジング70の周面部分に円周面状のスクリーン71を設け、円柱状のハウジング70の一方の端面部分に第1の受光素子72を設けるとともに、円柱状のハウジング70の他方の端面部分に第2の受光素子73を設け、特に、第1の受光素子72と第2の受光素子73とは互いに対向させて設けて、円周面状の検出領域を有するようにしてもよい。
- [0090] あるいは、図12に示すように、頂部に開口部を有する半球状のハウジング80の頂部に球面状のスクリーン81を設け、半球状のハウジング80の中心部に、第1の受光素子82と、第2の受光素子83と、第3の受光素子84とを互いの中心軸を直交させながら配置して、球面状の検出領域を有するようにしてもよい。

- [0091] このように、光点の検出領域は、必要に応じて適宜の形状とすることができ、検出領域の形状に合わせて受光素子を適宜配置してよい。
- [0092] このように構成した光点位置検出装置は、図 13 に概略的に示すように、橋梁などの構造物の変位計測や、崖などの法面の変形検出等に用いることができる。
- [0093] 特に、本実施形態の光点位置検出装置では、図 13 に示すように、第 1 の橋脚91と第 2 の橋脚92との間に架設した橋梁部90の所定位置に第 1 の光源93aを設けるとともに、第 1 の光源93aから所定の距離だけ離隔した位置に第 1 の受光器93bを設け、この第 1 の受光器93bの近傍に第 2 の光源94aを設けるとともに、第 2 の光源94aから所定の距離だけ離隔した位置に第 2 の受光器94bを設け、この第 2 の受光器94bの近傍に第 3 の光源95aを設けるとともに、第 3 の光源95aから所定の距離だけ離隔した位置に第 3 の受光器95bを設けている。
- [0094] さらに、第 1 の光源93aと、第 2 の光源94aと、第 3 の光源95aにはそれぞれ照射するスポット光をパルス変調することによりデューティ比を調整する調整手段を設けており、しかも、第 1 の受光器93bと、第 2 の受光器94bと、第 3 の受光器95bには、各光源93a, 94a, 95aから照射されてきたパルス状のスポット光からバイナリデータを読み出す解析部を具備させている。
- [0095] そして、第 1 の受光器93bと第 2 の光源94aとは第 1 の接続配線96で接続して、第 1 の受光器93bから出力された信号を第 2 の受光器94bへ入力して、第 1 の受光器93bの出力信号を第 2 の受光器94bに送信可能としている。
- [0096] さらに、第 2 の受光器94bと第 3 の光源95aとは第 2 の接続配線97で接続して、第 2 の受光器94bから出力された信号を第 3 の受光器95bへ入力して、第 1 の受光器93bの出力信号と、第 2 の受光器94bの出力信号を第 3 の受光器95bに送信して、第 3 の受光器95bから各受光器93b, 94b, 95bの出力信号を得ることができるようにしている。
- [0097] したがって、各受光器93b, 94b, 95bにそれぞれ別途の出力用の信号線を設ける必要がなく、簡潔な配線の光点位置検出装置として、橋梁などの大規模な構造物に対して安価に設置できる。

[0098] 本発明の光点位置検出装置では、上述したように、構造物における変動検出に用いるだけでなく、レーザ光を照射可能としたモデルガンを利用した射的ゲームに用いることもでき、あるいは、特許文献2に記載されているようなレーザ光を利用して移動物体を誘導する際の受光部として用いることができる。

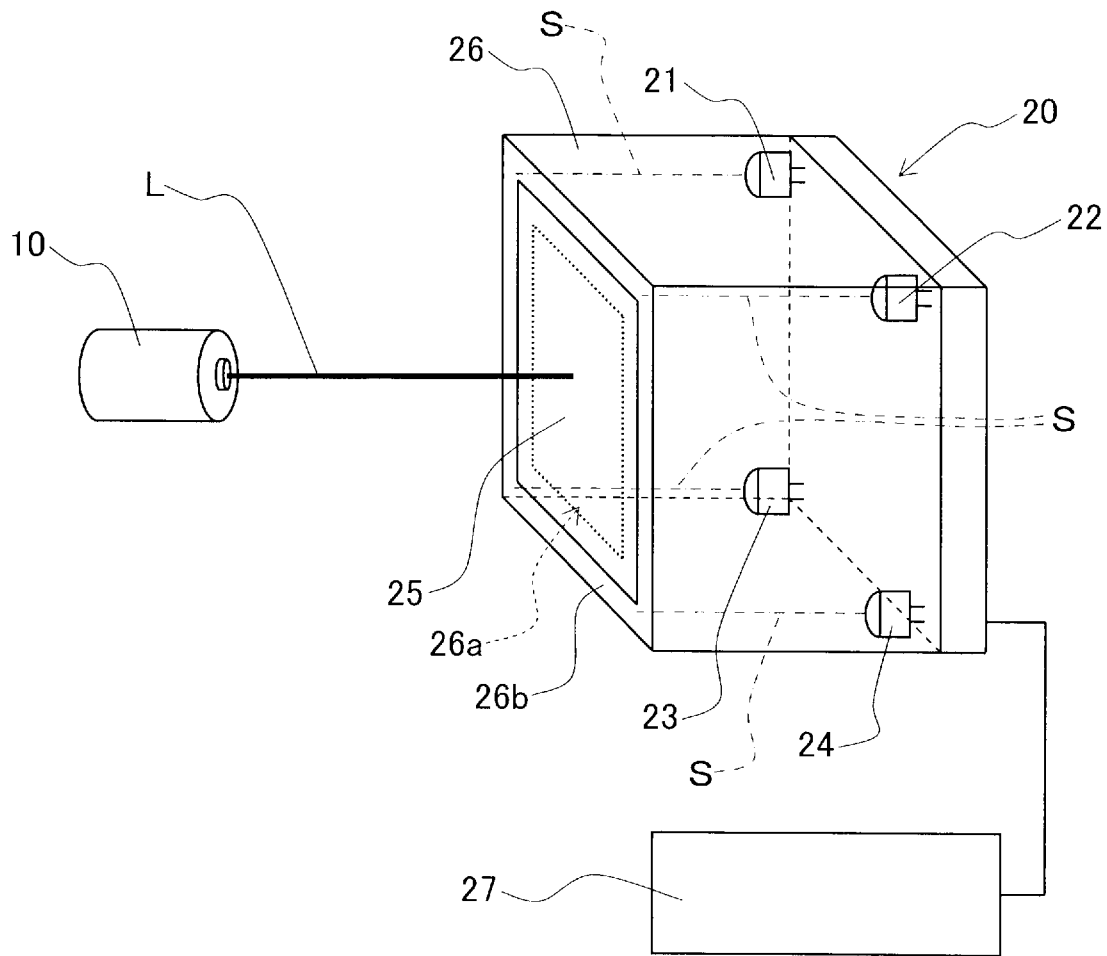
符号の説明

- [0099] L スポット光
10 光源
21 第1受光素子
22 第2受光素子
23 第3受光素子
24 第4受光素子
25 スクリーン
26ハウジング
26a 開口部
26b 外縁部
27 解析装置
S 中心軸

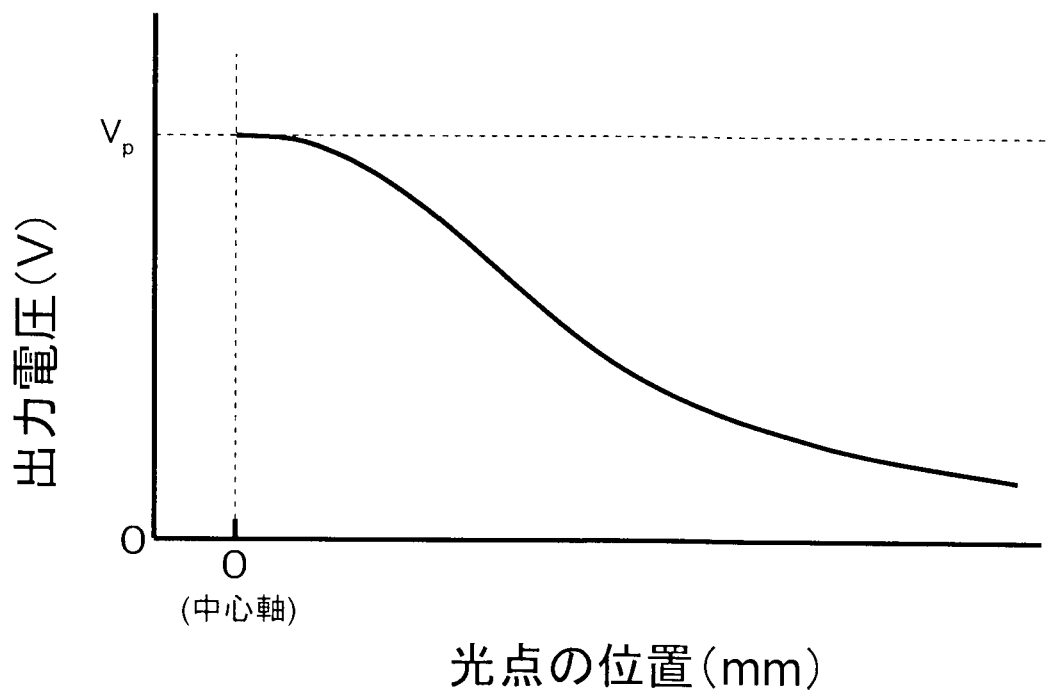
請求の範囲

- [請求項1] スポット光を照射する光源と、
 この光源から照射されたスポット光をスクリーンで受けるとともに
 スクリーン上に現れた前記スポット光による光点の位置を検出する検
 出手段を備えた受光器と
 を有する光点位置検出装置であって、
 前記スクリーンは拡散透過性材で構成し、
 前記検出手段は、前記スクリーンの裏側に設けた複数の受光素子と
 、これらの各受光素子からの出力信号を解析する解析部とを備えた光
 点位置検出装置。
- [請求項2] 前記光源は、前記スポット光をパルス状として照射する請求項1記
 載の光点位置検出装置。
- [請求項3] 前記光源は、パルス状の前記スポット光のデューティ比を調整して
 所定の信号を送信する制御手段を備え、
 前記検出手段の前記解析部は、前記スポット光から前記信号を読み
 出すことにより前記信号を伝送する請求項2記載の光点位置検出装置
 。
- [請求項4] 前記受光素子は、入光角度が0度となる中心軸を前記スクリーンと
 直交させて設けるとともに、前記中心軸上に遮蔽体を設けている請求
 項1～3のいずれか1項に記載の光点位置検出装置。
- [請求項5] 前記受光素子は、前記スクリーンが張設された箱状のハウジング内
 に設け、このハウジング内に、前記ハウジング内を所定の明るさとす
 る照光器を設けている請求項1～4のいずれか1項に記載の光点位置
 検出装置。

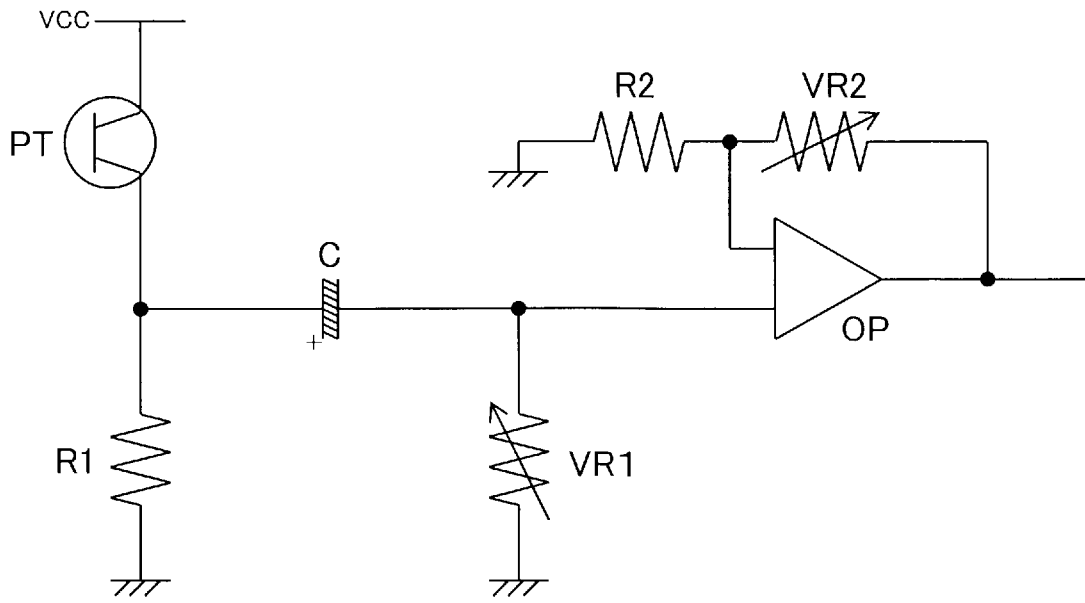
[図1]



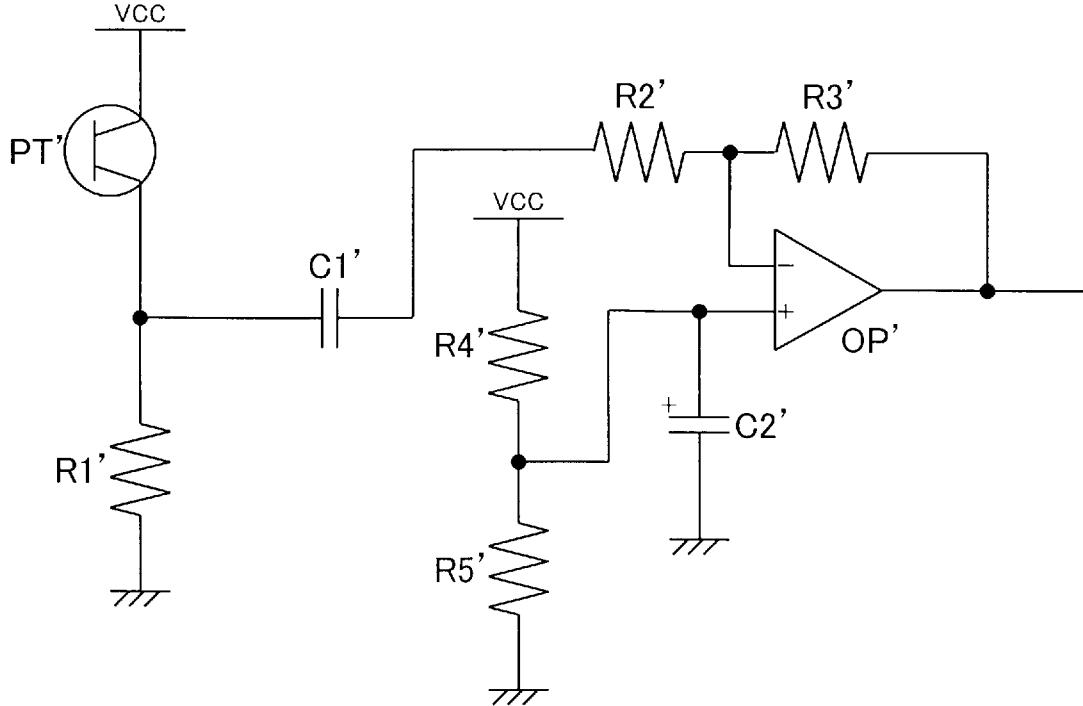
[図2]



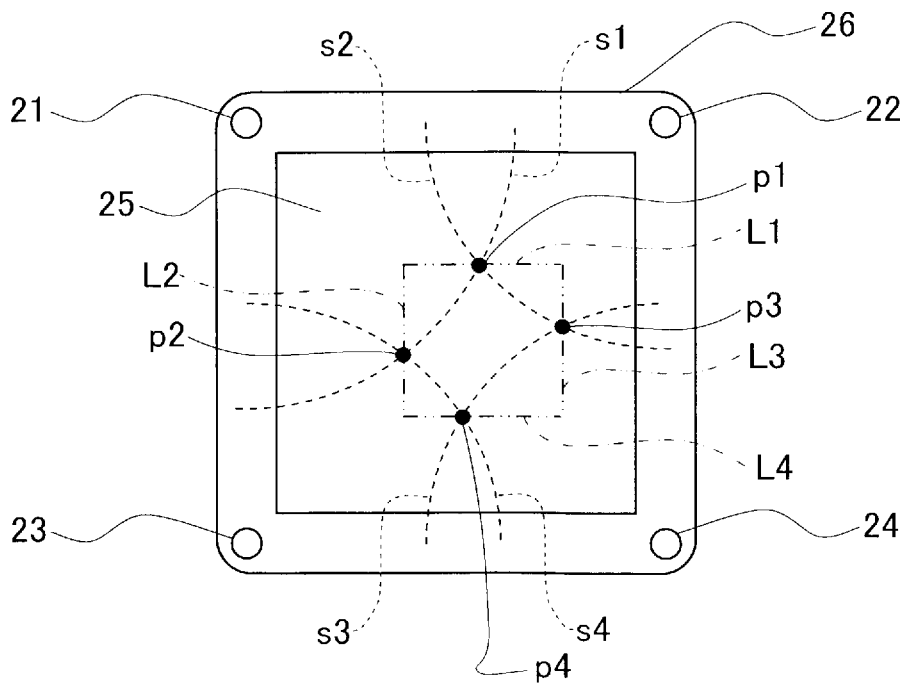
[図3]



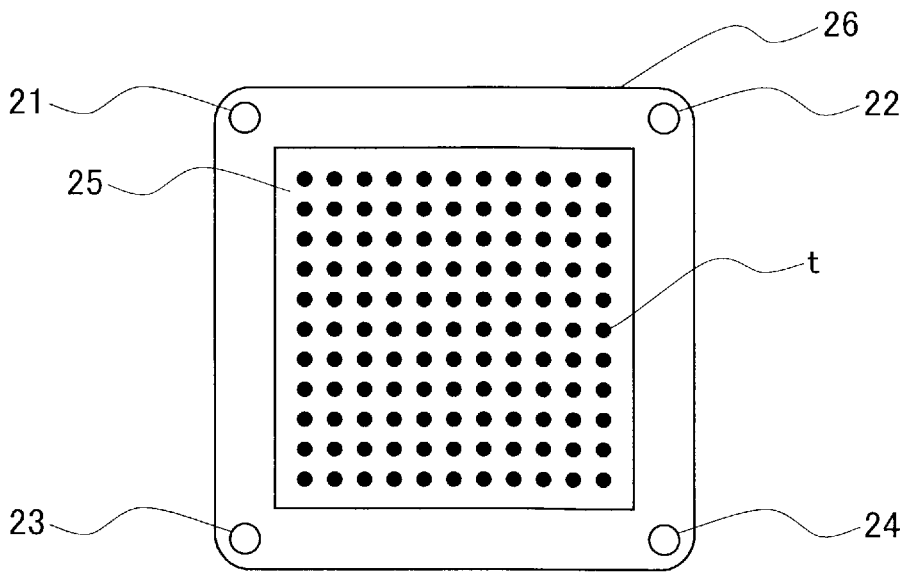
[図4]



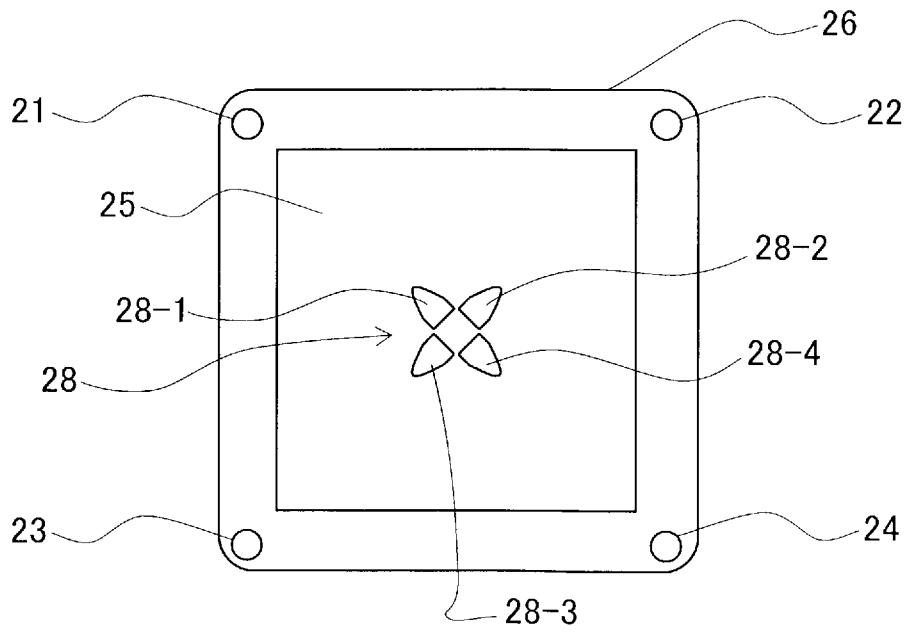
[図5]



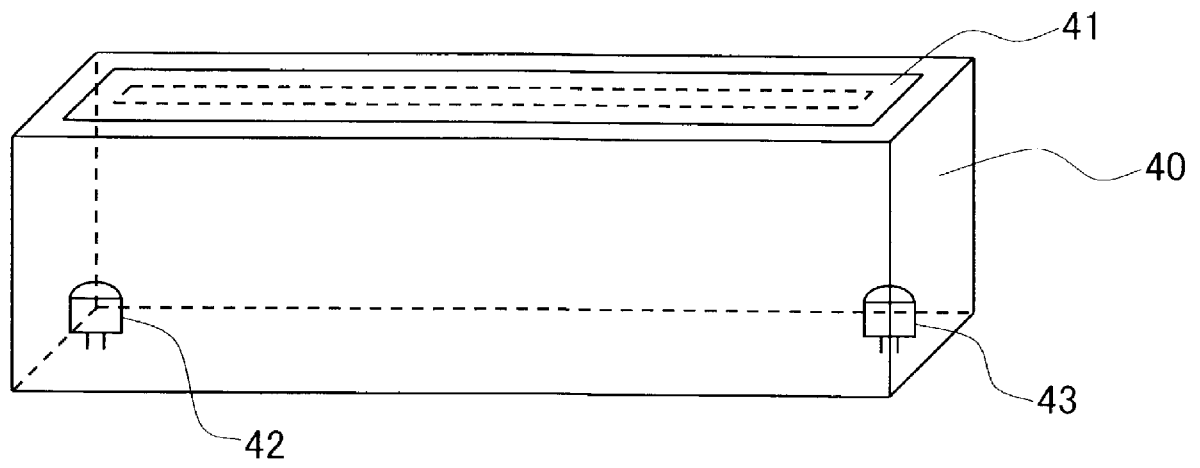
[図6]



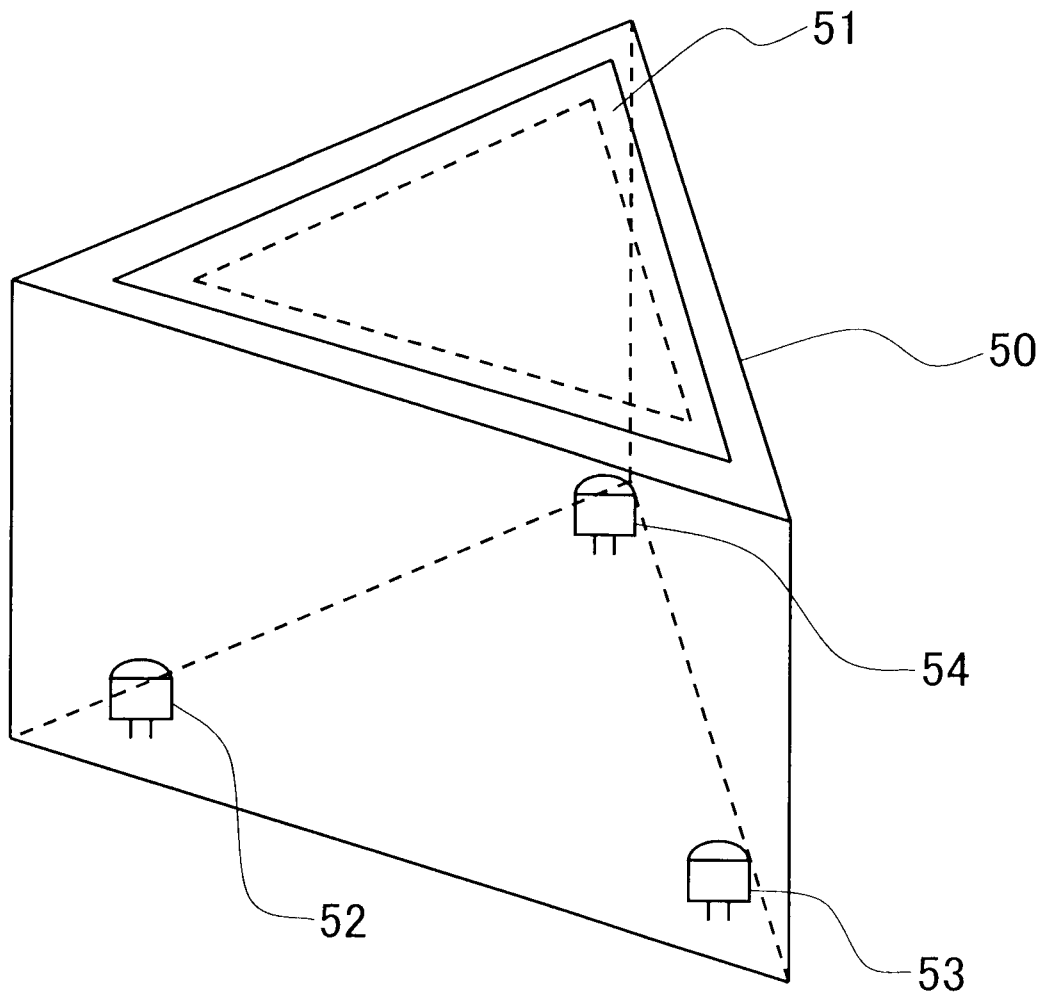
[図7]



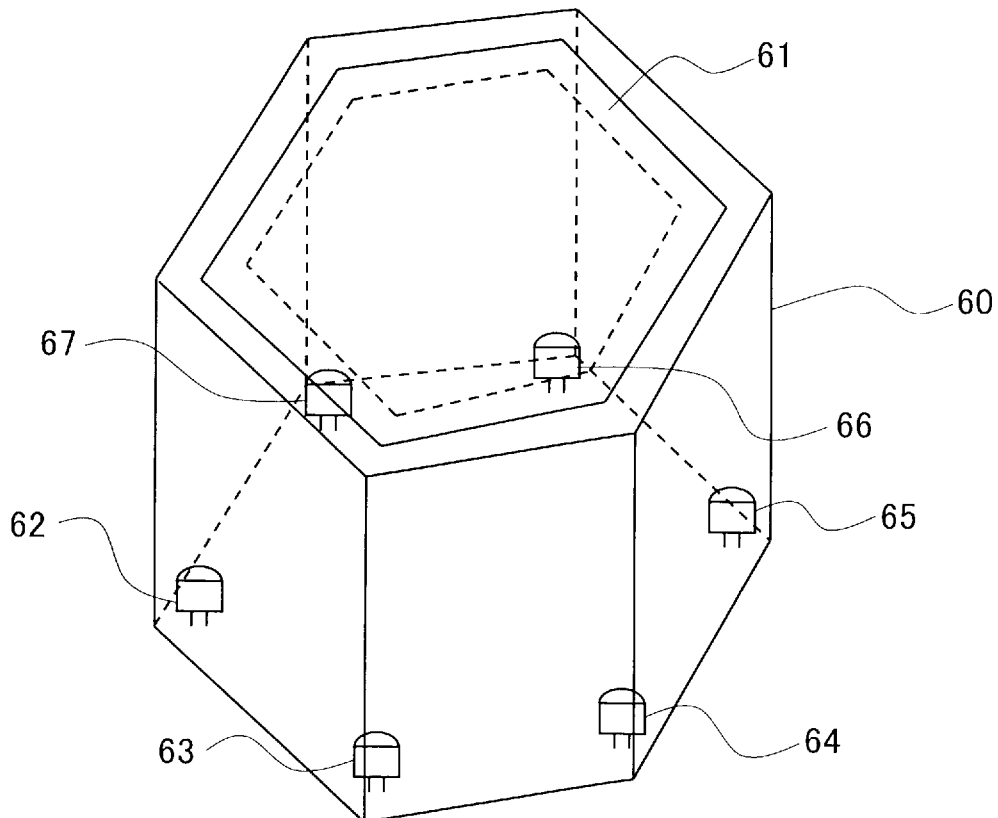
[図8]



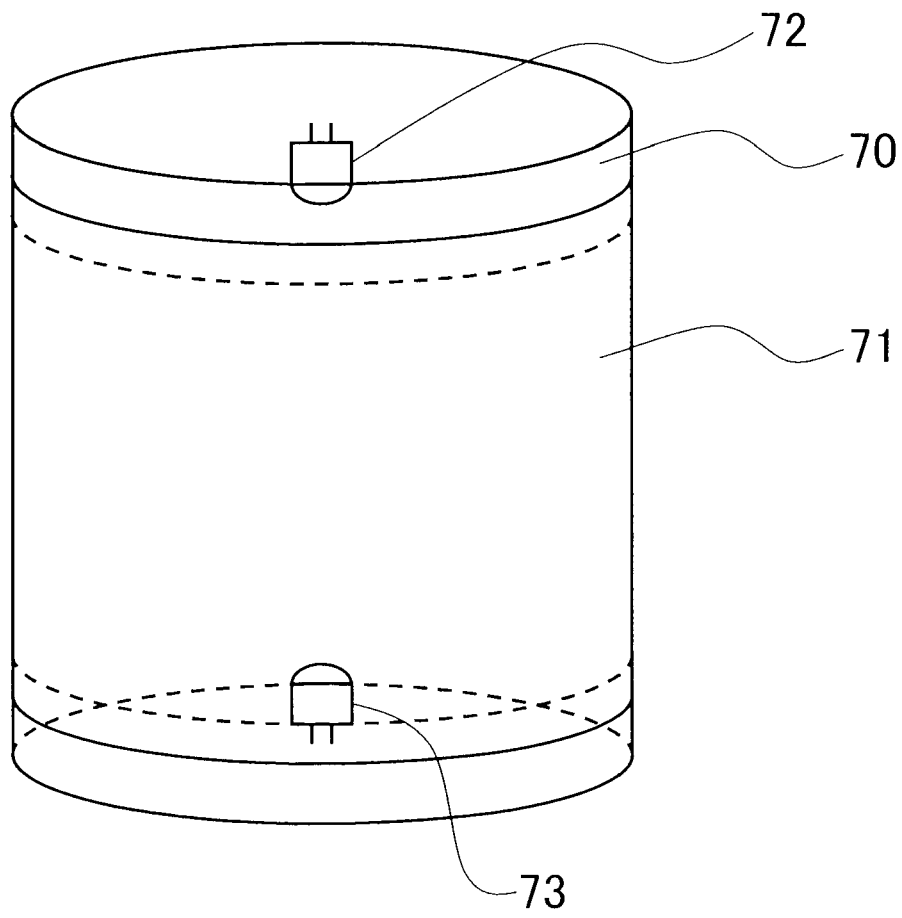
[図9]



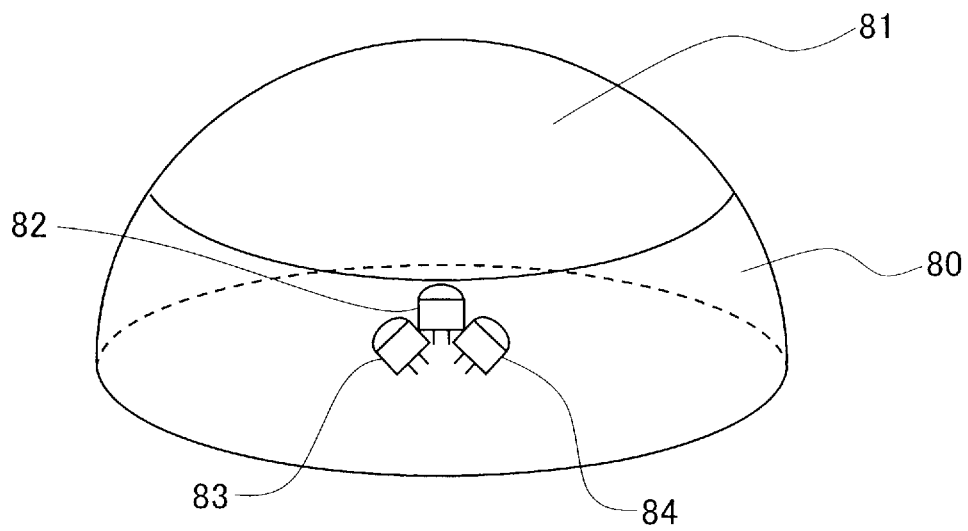
[図10]



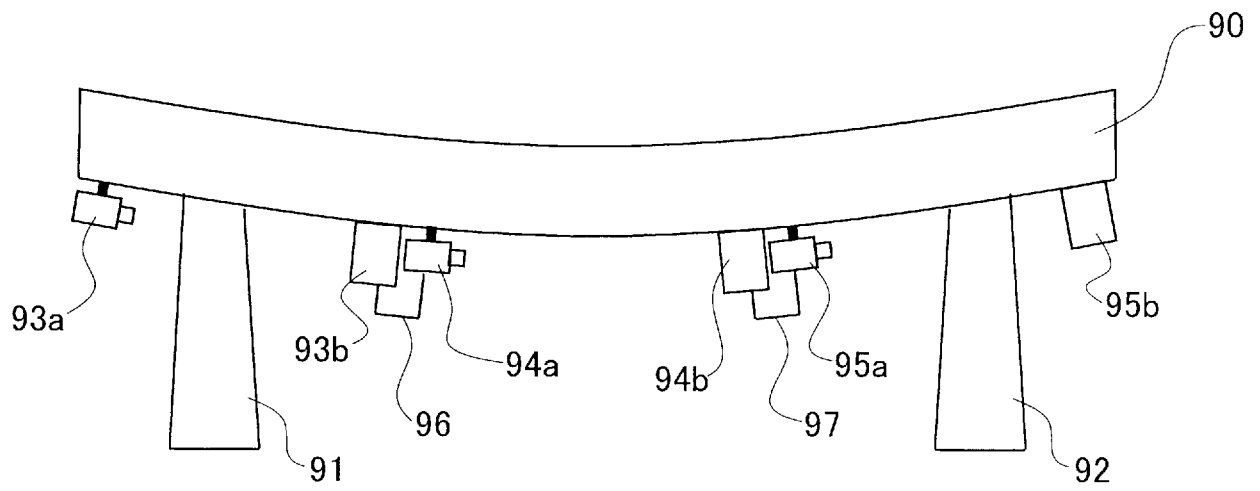
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/058009

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B11/00-11/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 6-18217 A (Meisho FUJIEDA), 25 January 1994 (25.01.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2 3
Y	JP 2008-541108 A (Leica Geosystems AG.), 20 November 2008 (20.11.2008), paragraphs [0055] to [0059]; fig. 4 to 6 & US 2008/0204699 A1 & EP 1724609 A1 & EP 1882196 A & WO 2006/122747 A1	3
A	JP 49-135495 A (Kabushiki Kaisha Redekku), 26 December 1974 (26.12.1974), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 June, 2010 (08.06.10)

Date of mailing of the international search report
15 June, 2010 (15.06.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/058009

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 59-214704 A (Makku Kabushiki Kaisha), 04 December 1984 (04.12.1984), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2001-514736 A (Advanced Optical Technologies, L.L.C.), 11 September 2001 (11.09.2001), entire text; all drawings & JP 2001-515583 A & US 5705804 A & US 5877490 A & US 5914487 A & EP 876583 A & EP 876586 A & WO 1997/044638 A1 & WO 1997/027449 A1 & WO 1997/027450 A1 & AU 1707397 A & AU 1707597 A & AU 2242397 A & CA 2244157 A & CA 2244242 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01B11/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01B11/00-11/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 6-18217 A (藤枝明承) 1994.01.25, 全文全図 (ファミリーなし)	1, 2 3
Y	JP 2008-541108 A (ライカ ジオシステムズ アクチェンゲゼルシ ャフト) 2008.11.20, 段落0055-0059, 図4-6 & US 2008/0204699 A1 & EP 1724609 A1 & EP 1882196 A & WO 2006/122747 A1	3

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.06.2010

国際調査報告の発送日

15.06.2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

櫻井 仁

2S

9008

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 49-135495 A (株式会社レデック) 1974. 12. 26, 全文全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 59-214704 A (マック株式会社) 1984. 12. 04, 全文全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2001-514736 A (アドバンスト・オプティカル・テクノロジーズ・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー) 2001. 09. 11, 全文全図 & JP 2001-515583 A & US 5705804 A & US 5877490 A & US 5914487 A & EP 876583 A & EP 876586 A & WO 1997/044638 A1 & WO 1997/027449 A1 & WO 1997/027450 A1 & AU 1707397 A & AU 1707597 A & AU 2242397 A & CA 2244157 A & CA 2244242 A	1-5