



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 011 987 A1** 2005.02.10

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 011 987.2**

(22) Anmeldetag: **11.03.2004**

(43) Offenlegungstag: **10.02.2005**

(51) Int Cl.7: **G02B 6/00**
G02B 19/00

(30) Unionspriorität:
10/618317 11.07.2003 US

(71) Anmelder:
Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.Staates Delaware), Palo Alto, Calif., US

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

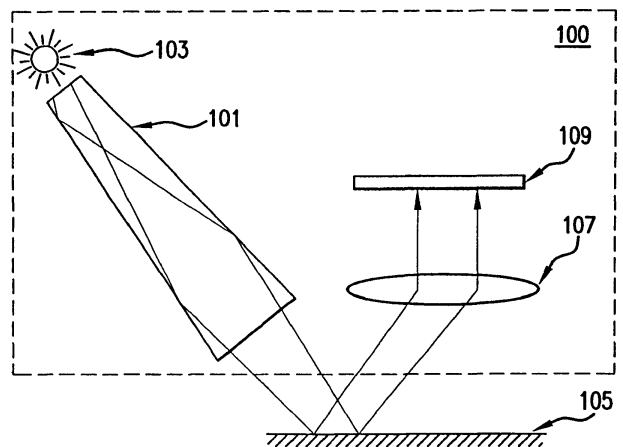
(72) Erfinder:
Ma, Guolin, Milpitas, Calif., US; Hartlove, Jason, Los Altos, Calif, US; Lee, Boon-Kheng, ., MY

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optische Leitung zum Lenken von Licht auf eine Oberfläche**

(57) Zusammenfassung: Eine optische Leitung in einer optischen Maus wird verwendet, um Licht für eine Beleuchtung von einer Lichtquelle auf eine Oberfläche zu lenken. Licht von der Lichtquelle wird in der optischen Leitung zu der Oberfläche total und intern reflektiert. Um die Effizienz der Lichtübertragung zu verbessern, ist die Lichtquelle an die Außenseite der optischen Leitung geklebt oder in die optische Leitung selbst eingebettet. Eine Reflektorschale kann verwendet werden, um die Lichtquelle zu umgeben, um Licht von der Lichtquelle zu dem Ausgangsende der optischen Leitung umzuleiten. Die optische Leitung kann gebogene Oberflächen aufweisen, die parabolische oder hyperbolische Gleichungen oder andere Gleichungen einer zweiten Ordnung oder höher erfüllen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf optische Bauelemente und insbesondere auf optische Leitungen, die effektiv Licht von einer Lichtquelle erfassen und es für Beleuchtung auf eine Oberfläche umleiten.

[0002] Eine optische Maus arbeitet durch Abtasten einer beleuchteten Oberfläche mit einem optischen Sensor und Erfassen einer Reihe von Bildern der Oberfläche. Die optische Maus bestimmt dann ihre eigene Position bezüglich der Oberfläche durch Vergleichen der Unterschiede zwischen den Bildern. Die Lichtquelle, die zum Beleuchten der Oberfläche verwendet wird, ist typischerweise eine lichtemittierende Diode (LED = light-emitting diode). Da das Licht, das durch eine LED emittiert wird, über einen breiten Winkel gestreut ist, wird eine optische Leitung verwendet, um das Licht von der LED auf die Oberfläche zu lenken und zu fokussieren.

Stand der Technik

[0003] Fig. 1A ist eine abstrakte Darstellung der Komponenten einer herkömmlichen optischen Maus **100**. Ein Teil des Lichts, das von einer LED **103** emittiert wird, wird in eine optische Leitung **101** übertragen. Das Licht verläuft entlang der optischen Leitung **101** durch eine innere Totalreflexion, bis es die optische Leitung **101** verläßt und eine Oberfläche **105** trifft. Das Licht reflektiert von der Oberfläche **105**, durch eine Linse **107** und auf einen Bildsensor **109** in der optischen Maus **100**.

[0004] Fig. 1B zeigt eine perspektivische Ansicht der herkömmlichen optischen Leitung **101** und der LED **103**. Die optische Leitung **101** ist beim Beleuchten der Oberfläche **105** aus mehreren Gründen nicht sehr effizient. Erstens sind die LED und die optische Leitung **101** zwei getrennte Komponenten. Ein Großteil des Lichts, das durch die LED **103** emittiert wird, dispergiert in dem Abstand zwischen der LED und der Leitung und verringert somit die Lichtmenge, die durch die optische Leitung **101** erfaßt wird. Ferner hat die optische Leitung **101** flache Innenseitenoberflächen. Als Folge schafft es ein Teil des Lichts, das in die optische Leitung **101** übertragen wird, auszutreten, bevor es die Oberfläche **105** trifft, weil das Licht die Innenoberflächen der optischen Leitung **101** für eine innere Totalreflexion im falschen Winkel trifft. Schließlich werden Lichtstrahlen, die von der Rückseite der LED **103** emittieren, dispergiert, und können durch die optische Leitung **101** nicht erfaßt werden. Die maximale Effizienz der herkömmlichen optischen Leitung **101** wurde auf etwa 10% geschätzt, wobei die Effizienz definiert ist als der Prozentsatz der Lichtleistung, die durch die optische Leitung **101** von der Lichtquelle zu der Oberfläche übertragen wird.

[0005] Da die Effizienz der herkömmlichen opti-

schen Leitung **101** schlecht ist, muß die Leistung der LED **103** erhöht werden, um die Oberfläche **105** angemessen zu beleuchten. Das Erhöhen der LED-Leistung ist kein Problem, wenn die optische Maus durch ein Kabel mit einem Desktopcomputersystem verbunden ist. Der Leistungsverbrauch ist jedoch ein großes Problem bei Anwendungen wie z. B. Laptops oder batteriebetriebenen schnurlosen Mäusen. Daher wird eine effizientere optische Leitung benötigt.

Aufgabenstellung

[0006] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine optische Leitung zum Beleuchten einer Oberfläche und eine optische Maus mit verbesserten Charakteristika zu schaffen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Leitung gemäß Anspruch 1 sowie eine Maus gemäß Anspruch 8 oder 13 gelöst.

[0008] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird eine optische Leitung zum Lenken von Licht von einer Lichtquelle auf eine Oberfläche erzeugt durch Kombinieren der optischen Leitung mit der Lichtquelle, um eine einzige Komponente zu erzeugen. Die optische Leitung hat ein Eingangsende für die Lichteingabe und ein Ausgangsende, wo das Licht die optische Leitung verläßt, um auf die Oberfläche zu fallen. Wenn die optische Leitung aus einem formbaren Material hergestellt ist, kann die Lichtquelle in das Eingangsende der optischen Leitung selbst eingebettet sein. Alternativ kann die Lichtquelle an die Außenseite des Eingangsendes der optischen Leitung geklebt sein.

[0009] Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel ist die Lichtquelle in der optischen Leitung durch eine reflektierende Schale umgeben. Die reflektierende Schale erfaßt Lichtstrahlen, die andernfalls die optische Leitung verlassen würden, weil dieselben in der falschen Richtung emittiert wurden und leitet dieselben zurück zu dem Ausgangsende der optischen Leitung.

[0010] Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel ist die optische Leitung in der Form eines Paraboloids. Die gebogene Innenoberfläche des Paraboloids ist effizienter beim Sammeln und Konzentrieren von Licht als eine flache Oberfläche.

[0011] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung sowie die Struktur und der Betrieb bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend mit Bezugnahme auf die beiliegenden beispielhaften Zeichnungen näher beschrieben. In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen identische oder funktional ähnliche Elemente.

[0012] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf beiliegende Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0013] Fig. 1A ein abstraktes Schema der Komponenten bei einer herkömmlichen optischen Maus;

[0014] Fig. 1B eine perspektivische Ansicht der herkömmlichen optischen Leitung und LED;

[0015] Fig. 2A eine perspektivische Ansicht einer optischen Leitung;

[0016] Fig. 2B eine Reflektorschale, die die Lichtquelle umgibt, in perspektivischer Ansicht;

[0017] Fig. 2C eine Seitenansicht der optischen Leitung bei einem Ausführungsbeispiel, wo die Lichtquelle nun durch eine Reflektorschale umgeben ist;

[0018] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht, bei der die optische Leitung die Form eines Paraboloids aufweist; und

[0019] Fig. 4 ein alternatives Ausführungsbeispiel, bei dem die optische Leitung einen Winkel aufweist, um das Lichtausgangssignal zu einer gewünschten Oberfläche abbiegen zu lassen.

Ausführungsbeispiel

[0020] Fig. 2A ist eine perspektivische Ansicht einer optischen Leitung **201**, die gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung hergestellt ist. Die optische Leitung **201** weist vier Seitenwände **203** mit flachen Innenoberflächen, ein Eingangsende **205** für eine Lichteingabe und ein Ausgangsende **207** für eine Lichtausgabe auf. Die optische Leitung **201** kann mehr als vier Seitenwände aufweisen. Das Ausgangsende **207** ist im allgemeinen größer als das Eingangsende **205**. Das Ausgangsende **207** ist als eine flache Oberfläche parallel zu dem Eingangsende **205** gezeigt, kann aber auch zu dem Rest des Körpers abgewinkelt sein, um den Winkel des Strahls zu ändern, der die optische Leitung **201** verläßt. Die Endoberfläche kann zu Konvergenz- und Divergenzzwecken auch konkav oder konvex sein.

[0021] Der Brechungsindex n der optischen Leitung **201** ist höher als derjenige des umgebenden Mediums, das typischerweise Luft ist. Die mögliche Materialauswahl für die optische Leitung **201** umfassen Acryl, Polycarbonat, optische Qualitätskunststoffe oder jedes andere Material, das für Licht in dem sichtbaren Bereich und Infrarotspektrumbereich durchlässig ist.

[0022] Eine Lichtquelle **209**, wie z. B. eine LED ist direkt in der optischen Leitung **201** eingebettet. Bei

dieser Anordnung wird mehr Licht erfaßt als bei dem Stand der Technik, da Lichtstrahlen, die durch die Lichtquelle **209** emittiert werden, nun von innerhalb der optischen Leitung **201** selbst stammen. Die optische Leitung **201** ist vorzugsweise aus einem formbaren Material hergestellt, so daß die Lichtquelle **209** in die optische Leitung **209** eingefügt werden kann, bevor das Material härtet und fest wird. Alle Lichtstrahlen, wie z. B. der beispielhafte Lichtstrahl **211**, die die Innenoberfläche in einem Winkel von $A1$ treffen, der größer ist als der kritische Winkel θ_c , werden intern totalreflektiert. θ_c wird durch das Snelliusche Gesetz bestimmt: $\sin \theta_c > n_s/n$; wobei n_s der Brechungsindex für das umgebende Medium ist und n der Brechungsindex für die Leitung selbst ist.

[0023] Das Licht **211** verläuft entlang der optischen Leitung **201**, reflektiert von der flachen Innenoberfläche der Seitenwände **203** zu dem Ausgangsende **207**. Das Licht **211** trifft jede Wand in einem Winkel größer als dem kritischen Winkel und wird in die optische Leitung **201** zurück reflektiert. Das Licht **211** tritt schließlich durch das Ausgangsende **207** aus, um die Oberfläche zu treffen, die beleuchtet werden soll. Da die Lichtquelle **209** und die optische Leitung **201** nun einstückig sind, gibt es keinen Lichtverlust aufgrund der Trennung zwischen der Lichtquelle **209** und der optischen Leitung **201**. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel (nicht gezeigt) ist die Lichtquelle **209** unter Verwendung von optisch durchlässigem Klebstoff direkt an die Außenoberfläche der optischen Leitung **201** und deren Eingangsende **205** geklebt.

[0024] Da die Lichtquelle **209** Licht in alle Richtungen strahlt, werden viele ihrer Lichtstrahlen in eine Richtung weg von dem Ausgangsende **207** gestrahlt, so daß die Lichtstrahlen die optische Leitung **201** verlassen, ohne zu dem Ausgangsende **207** intern totalreflektiert zu werden. Durch Umgeben der Lichtquelle **209** mit einer reflektierenden Oberfläche zum Erfassen und Umleiten solcher Lichtstrahlen kann die Effizienz der optischen Leitung **201** weiter erhöht werden.

[0025] Fig. 2B zeigt eine Reflektorschale **213**, die die Lichtquelle **209** umgibt, in einer perspektivischen Ansicht. Die Reflektorschale **213** umschließt die Lichtquelle **209** an allen Seiten außer an der Öffnung **214** der Reflektorschale **213**. Dieselbe ist aus einem reflektierenden Material hergestellt oder mit einem solchen beschichtet, wie z. B. Gold, Silber, Kupfer, Platin, usw. Die Seiten der Reflektorschale **213** sind in einem spitzen Winkel $A2$ positioniert. Ein Winkel $A2$ von 45 Grad ist ausreichend, um die Lichtstrahlen abzulenken, obwohl andere spitze Winkel ebenfalls geeignet sind. Alle Lichtstrahlen **215** von der Lichtquelle, die die Reflektorschale **213** treffen, werden zu der Öffnung **214** der Reflektorschale **213** umgeleitet.

[0026] Fig. 2C zeigt eine Seitenansicht der opti-

schen Leitung **201** bei einem Ausführungsbeispiel, wo die Lichtquelle **209** nun durch eine Reflektorschale **213** umgeben ist. Die Reflektorschale **213** ist in der optischen Leitung eingebettet und derart positioniert, daß die Öffnung **214** dem Ausgangsende **307** zugewandt ist. Die Reflektorschale **213** leitet Lichtstrahlen **217**, die die Reflektorschale **213** treffen, zu dem Ausgangsende **207** der optischen Leitung **201** um. Die Reflektorschale **213** ermöglicht es, daß das meiste Licht, das durch die Lichtquelle **209** emittiert wird, zu dem Ausgangsende **207** übertragen wird und erhöht die Effizienz der optischen Leitung **201**. Die Reflektorschale **213** kann zur gleichen Zeit wie die Lichtquelle **209** in die optische Leitung **201** eingebettet werden.

[0027] Fig. 3A zeigt eine perspektivische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, bei der die optische Leitung ein Paraboloid **301** ist. Ein Paraboloid ist ein Rotationskörper, bei dem eine Parabel gemäß der Gleichung $y = Ax^2$ (wobei A eine Konstante ist) um ihre Mittelsymmetrieachse **309** gedreht wird, um einen dreidimensionalen Festkörper zu erzeugen. Das Paraboloid **301** ist effizienter als die optische Leitung **201**, da gebogene Oberflächen beim Sammeln und Konzentrieren von Lichtstrahlen effizienter sind als flache Oberflächen.

[0028] Das Paraboloid **301** weist ein Eingangsende **305** für die Lichteingabe und ein Ausgangsende **307** für die Lichtausgabe auf. Eine Lichtquelle **209**, die durch eine Reflektorschale **213** umgeben ist, ist in dem Eingangsende **305** eingebettet, so daß die Öffnung der Reflektorschale **213** dem Ausgangsende **307** zugewandt ist. Bei einer tatsächlichen Arbeitsausführungsbeispiel erreichte ein Paraboloid mit einer eingebetteten Lichtquelle, die durch eine Reflektorschale umgeben wurde, Effizienzen um 16%, was eine 60% Erhöhung im Vergleich zu der alten Effizienz ist.

[0029] Fig. 3B stellt eine Querschnittsscheibe der optischen Leitung dar, die durch ihre Symmetriemittelachse **309** verläuft, und zeigt die dazugehörigen Winkel, die berechnet werden müssen, um eine innere Totalreflexion der Lichtstrahlen sicherzustellen, die von der Lichtquelle stammen. Ein Lichtstrahl **311**, der von der Lichtquelle **209** zu einem Punkt auf der Oberfläche des Paraboloids verläuft, erzeugt einen Winkel A3 mit der Mittelsymmetrieachse **309** und einen weiteren Winkel A4 mit der Oberfläche des Paraboloids **301**, wenn derselbe das Paraboloid verläßt. Wenn das umgebende Medium des Paraboloids **301** Luft ist, müssen die Winkel A3 und A4, bei denen die innere Totalreflexion auftritt, die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$\sin A31 \leq -(2/n^2), \quad (\text{Gleichung 1})$$

oder

$$\sin A4 \leq n - (2/n), \quad (\text{Gleichung 2})$$

wobei n der Gleichungsindex für das Paraboloid **301** ist.

[0030] Im allgemeinen ist eine gebogene Oberfläche effizienter beim Sammeln und Konzentrieren von Lichtstrahlen als eine flache Oberfläche. Daher ist eine optische Leitung mit einer gebogenen Oberfläche effizienter als eine optische Leitung mit flachen Seiten. Andere geeignete Oberflächen haben Krümmungen, die parabolische Gleichungen, hyperbolische Gleichungen oder alle Gleichungen zweiter Ordnung oder höher erfüllen, solange die Oberflächenkrümmungen nach wie vor die Gleichung 1 oder 2 erfüllen. Beispielsweise hat eine optische Leitung in der Form eines Hyperboloids (ein Rotationskörper, der durch Drehen einer Hyperbel um ihre Symmetrieachse gebildet wird) eine verbesserte Leistungsfähigkeit im Vergleich zu einer optischen Leitung mit flachen Seiten.

[0031] Eine Kombination unterschiedlicher Krümmungen kann ebenfalls verwendet werden. Beispielsweise ist in Fig. 4 eine optische Leitung **401** mit drei Abschnitten mit unterschiedlicher Krümmung in der Seitenansicht gezeigt. In dem ersten Abschnitt **403** hat die optische Leitung eine kugelförmige Oberfläche. Bei dem zweiten Abschnitt **405** ist die Oberflächenkrümmung parabolisch und in dem dritten Abschnitt **407** ist die Oberfläche hyperbolisch. Wenn die Oberflächenkrümmung bei diesem Ausführungsbeispiel die Gleichung 1 oder 2 erfüllt, sind die Bedingungen für eine innere Totalreflexion erfüllt.

[0032] Um die Beleuchtung einer Oberfläche zu ermöglichen, kann eine allmähliche Biegung zwischen dem Eingangs- und Ausgangsende der optischen Leitung eingeführt werden, nachdem die ordnungsgemäße Oberflächenkrümmung für die optische Leitung durch die Gleichung 1 oder 2 bestimmt wurde. Fig. 5 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel, bei dem die parabolische optische Leitung **301** eine allmähliche Biegung **503** aufweist, um die Lichtausgabe zu einer gewünschten Oberfläche **505** zu biegen. Eine Linse **507** über der Oberfläche fokussiert die Strahlen, die von der Oberfläche **505** abprallen, auf einen optischen Sensor **509**. Die optische Leitung **301**, die Linse **507** und der optische Sensor **509** sind alle in dem Gehäuse einer optischen Maus **511** angeordnet. Ein gewisser Lichtverlust wird erwartet, wenn die allmähliche Biegung **503** hinzugefügt wird, da die Krümmung nicht mehr exakt die Beschränkungen der Gleichung 1 oder 2 für eine innere Totalreflexion erfüllt.

Patentansprüche

1. Optische Leitung (**301**) zum Beleuchten einer Oberfläche, die folgende Merkmale umfaßt:

einen Körper, der aus einem optisch durchlässigen Material gebildet ist, der folgende Merkmale aufweist: ein Eingangsende (**305**) für eine Lichteingabe; ein Ausgangsende (**307**) für eine Lichtausgabe; eine gebogene Oberfläche, die total und intern Licht von Eingangsende zu dem Ausgangsende reflektiert; und eine Lichtquelle (**209**), die an dem Eingangsende des Körpers eingebettet ist, so daß Licht von dem Eingangsende durch den Körper gelenkt wird und an dem Ausgangsende emittiert wird.

2. Optische Leitung gemäß Anspruch 1, die ferner folgendes Merkmal umfaßt: eine Reflektorschale (**213**), die die Lichtquelle umgibt, zum Umleiten von Licht von der Lichtquelle zu dem Ausgangsende des Körpers.

3. Optische Leitung gemäß Anspruch 2, bei der die gebogene Oberfläche des Körpers ein Paraboloid ist.

4. Optische Leitung gemäß Anspruch 2 oder 3, bei der der Körper aus Abschnitten von gebogenen Oberflächen aufgebaut ist, die unterschiedliche Gleichungen erfüllen.

5. Optische Leitung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, bei der die Lichtquelle eine lichtemittierende Diode ist.

6. Optische Leitung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5, bei der der Körper eine allmähliche Biegung (**503**) aufweist, so daß das Ausgangsende in einem Winkel zu dem Eingangsende ist.

7. Optische Leitung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 6, bei der das optisch durchlässige Material aus Acryl, Polycarbonat und optischem Qualitätskunststoff ausgewählt ist.

8. Optische Maus (**511**), die folgende Merkmale umfaßt:
ein Gehäuse (**511**);
einen Bildsensor (**509**) in dem Gehäuse zum Erfassen von Bildern einer Oberfläche (**505**);
eine Lichtquelle (**209**) in dem Gehäuse;
eine optische Leitung (**301**), die aus optisch durchlässigem Material hergestellt ist, die Licht von der Lichtquelle auf die Oberfläche lenkt, die folgende Merkmale aufweist:
ein Eingangsende (**305**) für eine Lichteingabe;
ein Ausgangsende (**307**) für eine Lichtausgabe; und
eine gebogene Innenoberfläche, die Licht von dem Eingangsende zu dem Ausgangsende total und intern reflektiert; und
eine Linse (**507**) zum Fokussieren von Licht, das von der Oberfläche reflektiert, auf den Bildsensor.

9. Optische Maus gemäß Anspruch 8, bei der die

Lichtquelle an die Außenseite des Eingangsendes der optischen Leitung geklebt ist.

10. Optische Maus gemäß Anspruch 8 oder 9, bei der die Lichtquelle in das Eingangsende der optischen Leitung eingebettet ist.

11. Optische Maus gemäß Anspruch 10, die ferner folgendes Merkmal umfaßt: eine Reflektorschale (**213**), die die Lichtquelle umgibt, zum Umleiten von Licht von der Lichtquelle zu dem Ausgangsende der optischen Leitung.

12. Optische Maus gemäß Anspruch 11, bei der die gebogene Oberfläche des Körpers ein Paraboloid ist.

13. Optische Maus, die folgende Merkmale umfaßt:
ein Gehäuse (**511**);
einen Bildsensor (**509**) in dem Gehäuse zum Erfassen von Bildern einer Oberfläche;
eine optische Leitung (**201**) in dem Gehäuse, die aus einem optisch durchlässigen Material hergestellt ist, wobei die optische Leitung folgende Merkmale umfaßt:
ein Eingangsende (**205**) für eine Lichteingabe;
ein Ausgangsende (**207**) für eine Lichtausgabe; und
eine Innenoberfläche, die Licht von dem Eingangsende zu dem Ausgangsende total und intern reflektiert;
eine Lichtquelle (**209**), die in das Eingangsende der optischen Leitung eingebettet ist; und
eine Linse (**507**) in dem Gehäuse zum Fokussieren von Licht, das von der Oberfläche reflektiert, auf den Bildsensor.

14. Optische Maus gemäß Anspruch 13, die ferner folgendes Merkmal umfaßt:
eine Reflektorschale (**213**), die die Lichtquelle umgibt, zum Umleiten von Licht von der Lichtquelle zu dem Ausgangsende der optischen Leitung.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

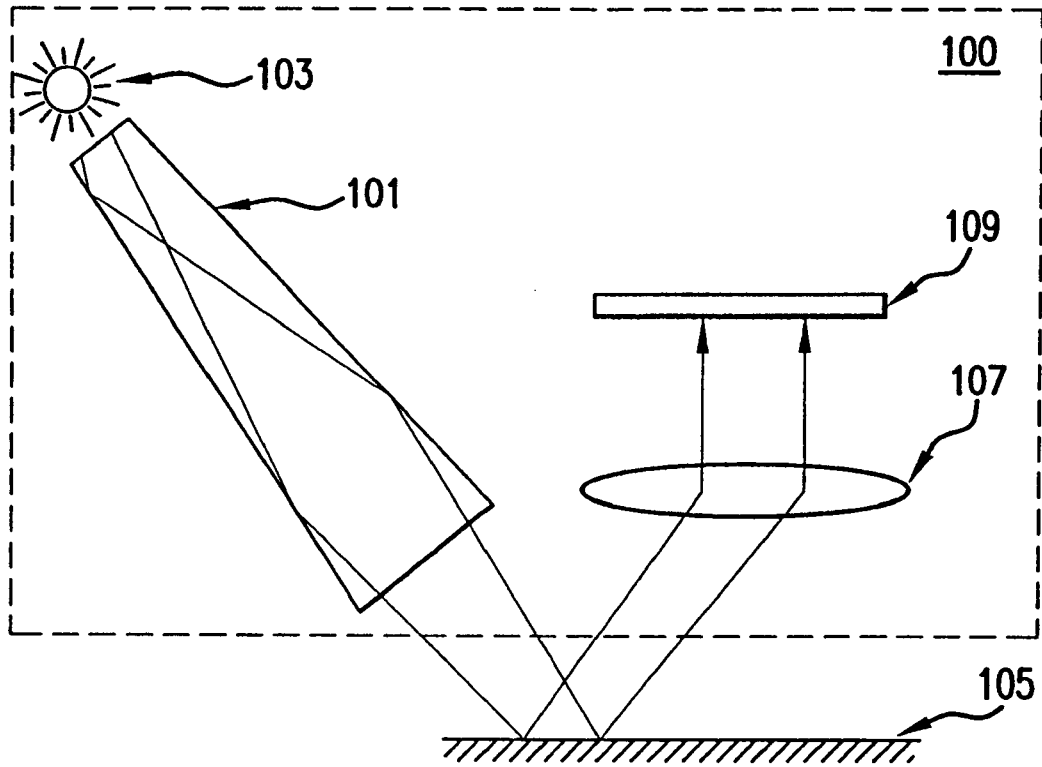


FIG. 1A
STAND DER TECHNIK

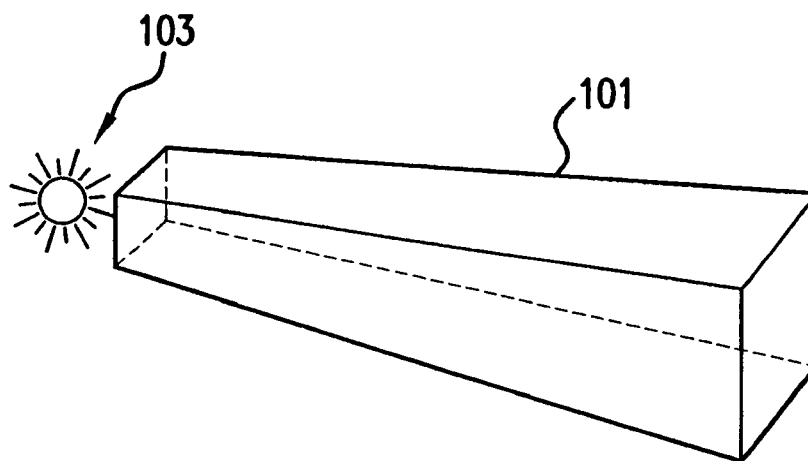


FIG. 1B
STAND DER TECHNIK

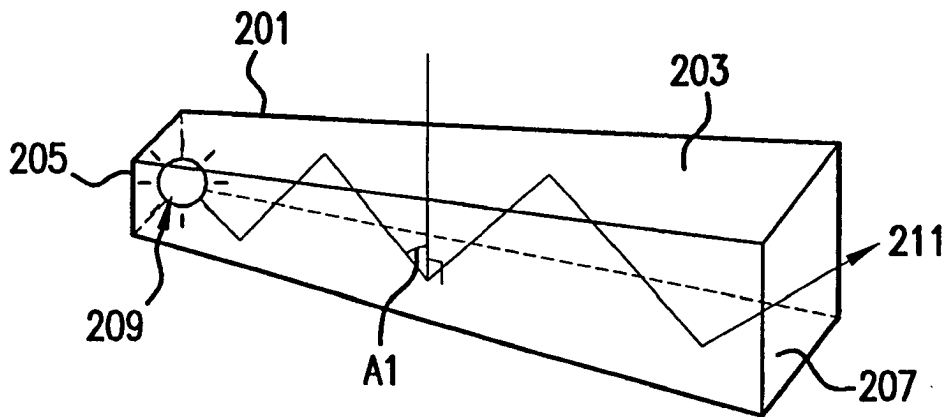


FIG. 2A

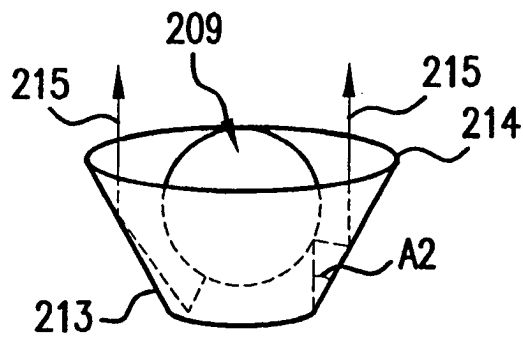


FIG. 2B

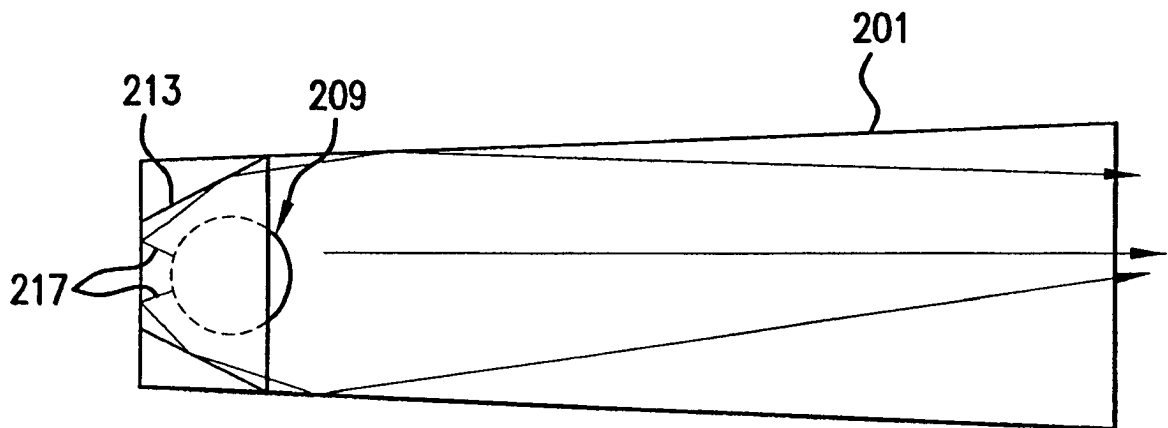


FIG. 2C

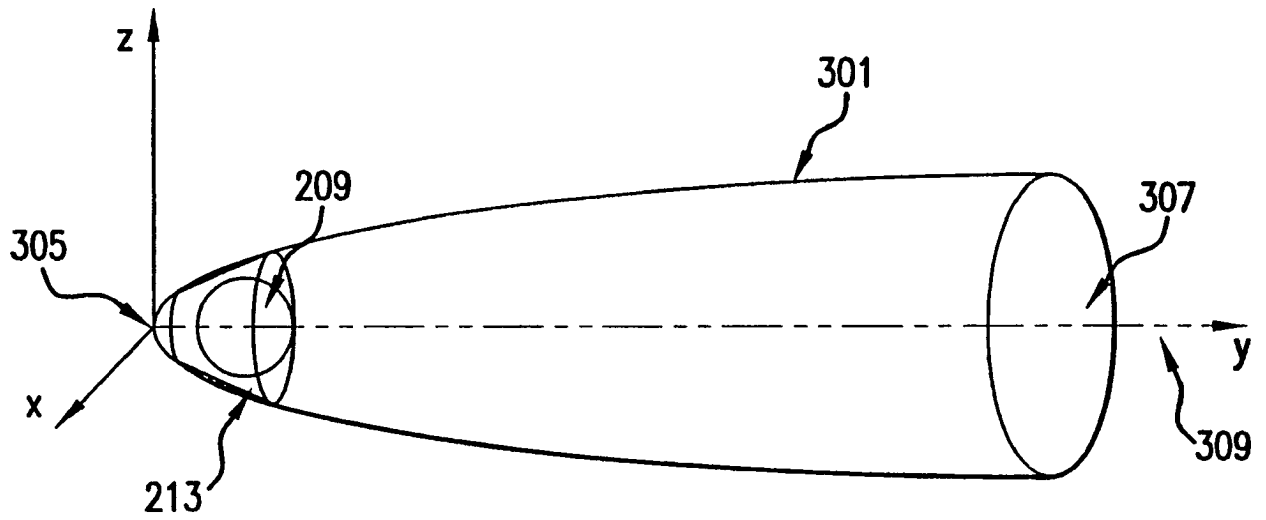


FIG. 3A

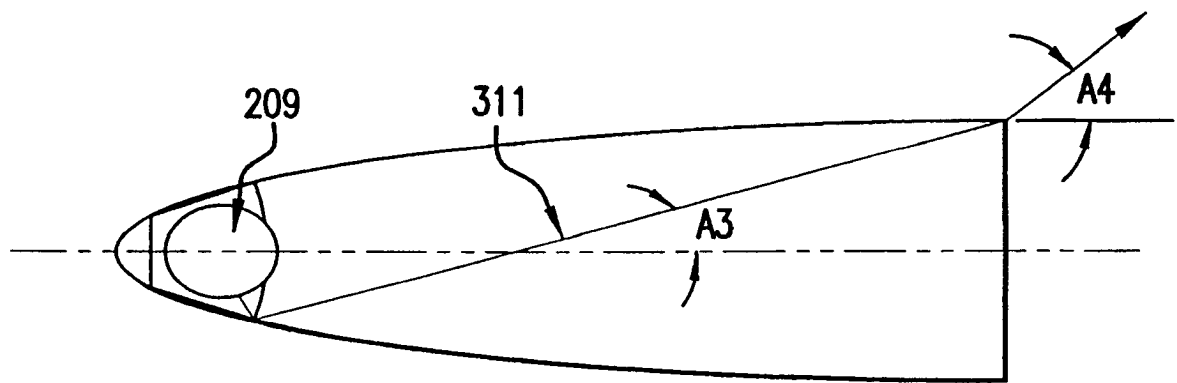


FIG. 3B

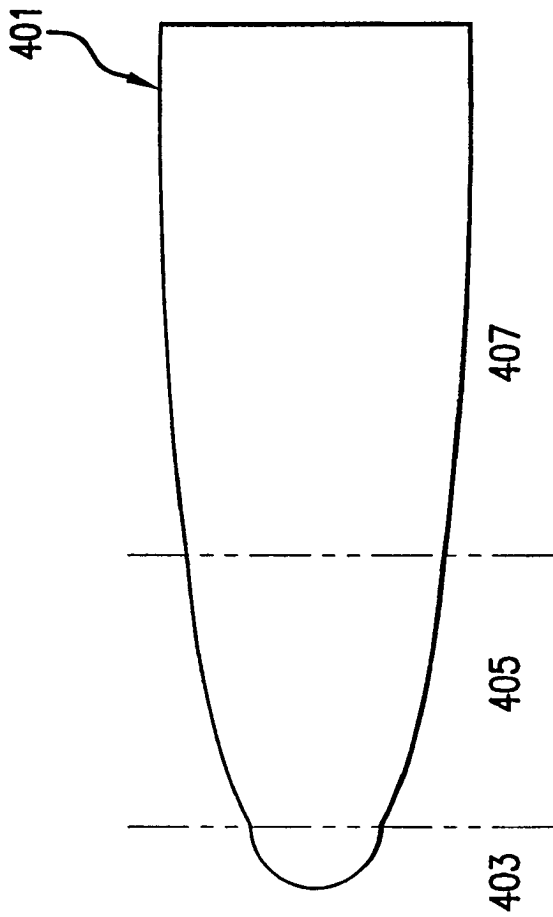


FIG. 4

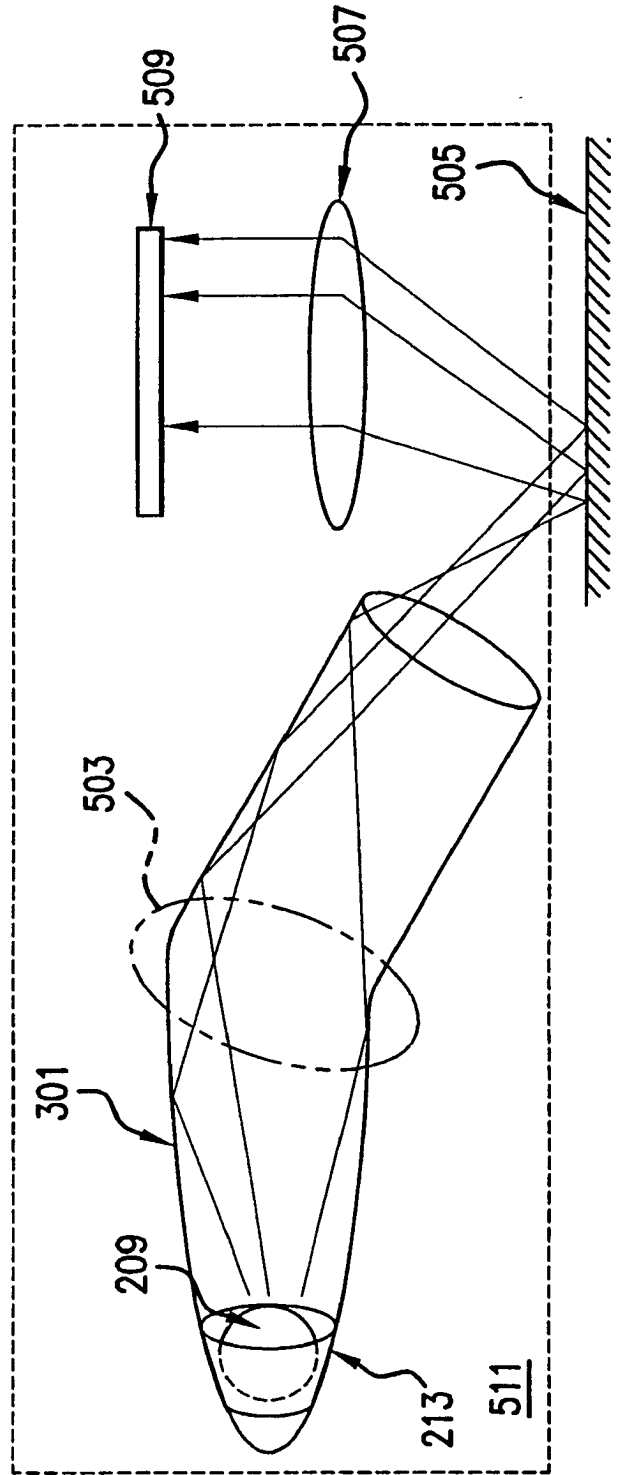


FIG. 5