



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 05 806 T2 2006.06.22**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 255 132 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 3/08 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 05 806.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 076 672.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **26.04.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.11.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **31.08.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.06.2006**

(30) Unionspriorität:

849084 04.05.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

LumiLeds Lighting, U.S., LLC, San Jose, Calif., US

(72) Erfinder:

**West, Robert S., 5656 AA Eindhoven, NL; Sasser,
Gary D., 5656 AA Eindhoven, NL; Stewart, James
W., 5656 AA Eindhoven, NL**

(74) Vertreter:

Volmer, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 52066 Aachen

(54) Bezeichnung: **Linse für Leuchtdioden**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf Licht emittierende Anordnungen und im Besonderen auf Licht emittierende Dioden (LEDs) mit Seitenemission.

Beschreibung des verwandten Standes der Technik

[0002] In **Fig. 1A** ist ein konventionelles LED-Modul **10** dargestellt. LED-Modul **10** weist eine halbkugelförmige Linse **12** einer vom Stand der Technik her bekannten Art auf. Modul **10** kann ebenfalls eine Reflektorschale (nicht dargestellt) aufweisen, in der ein LED-Chip (nicht dargestellt) vorgesehen ist, wobei von der Unterseite und den Seiten des LED-Chips emittiertes Licht zu dem Beobachter hin reflektiert wird. Bei anderen Modulen reflektieren andere Reflektorarten das von dem LED-Chip emittierte Licht in einer bestimmten Richtung.

[0003] Linse **12** erzeugt ein Beleuchtungsfeld **14** in etwa um eine Längsachse **16** des LED-Moduls **10**. Die überwiegende Mehrheit des von einem LED-Modul **10** mit einer halbkugelförmigen Linse **12** emittierten Lichts wird von LED-Modul **10** nach oben weg emittiert, wobei lediglich ein geringfügiger Teil von den Seiten von LED-Modul **10** emittiert wird.

[0004] **Fig. 1B** zeigt ein bekanntes LED-Modul **30** mit einer Längsachse **26**. LED-Modul **30** weist einen LED-Chip **38**, eine Linse **32** mit gerader, vertikaler Seitenwand **35** sowie einer trichterförmigen Oberseite **37** auf. Es sind zwei Hauptwege vorgesehen, auf welchen sich das Licht durch Modul **30** ausbreitet. Der erste Lichtweg P1 ist wünschenswert, wobei das Licht von Chip **38** emittiert wird und sich zur Oberfläche **37** hin ausbreitet, wo eine innere Totalreflexion (TIR) bewirkt, dass das Licht durch Seitenwand **35** in einem Winkel von etwa 90 Grad zu der Längsachse austritt. Bei dem zweiten Lichtweg P2 handelt es sich um Licht, welches von Chip **38** zur Seitenwand **35** in einem Winkel emittiert wird, welcher eine TIR oder eine Reflexion von Seitenwand **35** hervorruft, wodurch bewirkt wird, dass das Licht in einem, nicht unmittelbar senkrecht zu der Längsachse verlaufenden Winkel aus Modul **30** austritt. Dieser Weg ist nicht wünschenswert und begrenzt die Effizienz von Licht, welches von der Seite abgeleitet wird.

[0005] **Fig. 2** zeigt das konventionelle LED-Modul **10** von **Fig. 1**, welches entlang einem Rand eines Teils eines refraktiven Lichtleiters **20** gekoppelt ist. LED-Modul **10** ist am Rand von Lichtleiter **20** entlang der Breite desselben positioniert. Die von LED-Modul emittierten Lichtstrahlen R1, R2 und R3 breiten sich entlang der Länge von Lichtleiter **20** aus. **Fig. 3** zeigt mehrere konventionelle LED-Module **10**, welche ent-

lang der Breite von Lichtleiter **20** von **Fig. 2** angeordnet sind. Diese konventionellen LED-/Lichtleiterkombinationen sind ineffizient, da sie eine große Anzahl LED-Module **10** erforderlich machen, um den Lichtleiter auszuleuchten, und resultieren in Koppungsineffizienzen auf Grund relativ kleiner Eintrittswinkel. Diese konventionellen LED-Module **10** müssen entlang der gesamten Länge einer Seite von Lichtleiter **20** angeordnet sein, um Lichtleiter **20** komplett auszuleuchten.

[0006] Linsen zur Erzeugung von radial kollimiertem Licht sind zum Beispiel aus WO 99/13266 A bekannt.

[0007] Es besteht die Notwendigkeit, dass ein LED-Modul effizient an flache Reflektoren und dünne Lichtleiter gekoppelt werden kann. Ebenso ist es bei einem LED-Modul erforderlich, dass diese sekundären, optischen Elemente relativ große beleuchtete Flächen aufweisen können.

[0008] Bei Licht emittierenden Anordnungen mit seitlicher Lichtemission können Lichtleiter und Reflektoren sehr dünne Profile mit großen beleuchteten Flächen aufweisen.

[0009] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Linse mit den Merkmalen von Anspruch 1, um von einer Licht emittierenden Diode emittiertes Licht zurückzuleiten.

[0010] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

[0011] **Fig. 1A** – ein konventionelles LED-Modul;

[0012] **Fig. 1B** – ein weiteres konventionelles LED-Modul;

[0013] **Fig. 2** – einen Querriss eines konventionellen, randausgeleuchteten Lichtleiters;

[0014] **Fig. 3** – eine perspektivische Ansicht des Lichtleiters von **Fig. 2**;

[0015] **Fig. 4** – ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0016] **Fig. 5A** – einen Querriss des LED-Moduls von **Fig. 4**;

[0017] **Fig. 5B** – einen Querriss der mit dem Gehäuse der Fassung des LED-Moduls in Eingriff stehenden Linse;

[0018] **Fig. 5C** – eine Nahaufnahme des in **Fig. 5B** dargestellten Ineinandergreifens von Linse/Gehäuse;

[0019] **Fig. 5D** – einen Querriss einer Linsenkappe,

welche mit einem LED-Modul in Eingriff steht;

[0020] [Fig. 5E](#) – Strahlenverläufe eines Ausführungsbeispiels einer Linse;

[0021] [Fig. 5F](#) – Strahlenverläufe eines anderen Ausführungsbeispiels einer Linse;

[0022] [Fig. 5G](#) – Strahlenverläufe eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Linse;

[0023] [Fig. 6](#) – eine Seitenemission des Lichts von dem LED-Modul von [Fig. 4](#);

[0024] [Fig. 7A](#) – einen Querschnitt der Seitenemission des Lichts von dem LED-Modul von [Fig. 4](#) in zwei Lichtleiter;

[0025] [Fig. 7B](#) – einen Querschnitt der Seitenemission des Lichts von dem LED-Modul von [Fig. 4](#) in einen Lichtleiter;

[0026] [Fig. 7C](#) – einen Querschnitt der Seitenemission des Lichts von dem LED-Modul von [Fig. 4](#) in einen Lichtleiter;

[0027] [Fig. 7D](#) – einen Querschnitt der Seitenemission des Lichts von dem LED-Modul von [Fig. 4](#) in einen Lichtleiter

[0028] [Fig. 8](#) – eine perspektivische Ansicht eines Lichtleiters;

[0029] [Fig. 9A](#) – einen Querschnitt des in einer Blindbohrung eines Lichtleiters angebrachten LED-Moduls von [Fig. 4](#);

[0030] [Fig. 9B](#) – einen Querschnitt des in einer Blindbohrung eines Lichtleiters angebrachten LED-Moduls von [Fig. 4](#);

[0031] [Fig. 9C](#) – einen Querschnitt des in einer Blindbohrung eines Lichtleiters angebrachten LED-Moduls von [Fig. 4](#);

[0032] [Fig. 10](#) – einen Querschnitt des in einer Durchgangsbohrung eines Lichtleiters angebrachten LED-Moduls von [Fig. 4](#);

[0033] [Fig. 11](#) – ein konventionelles LED-Modul, welches an einen Reflektor gekoppelt ist;

[0034] [Fig. 12](#) – das LED-Modul von [Fig. 4](#) in Kombination mit einem flachen Reflektor.

[0035] Ähnliche oder identische Merkmale in den verschiedenen Figuren sind durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0036] [Fig. 4](#) zeigt ein Beispiel eines, eine Seitene-

mission vorsehenden LED-Moduls **40** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. LED-Modul **40** weist eine Längsachse **43**, eine Fassung **42** und eine Linse **44** auf. Linse **44** ist mit Fassung **42** des LED-Moduls verbunden. Die Längsachse **43** des Moduls passiert den Mittelpunkt der Fassung **42** des LED-Moduls und der Linse **44**. Wie aus [Fig. 5A](#) ersichtlich, trägt eine Oberfläche der Fassung **42** des LED-Moduls einen LED-Chip **52** (einen Halbleiterchip mit einem Licht emittierenden pn-Übergang), um Licht zu erzeugen. LED-Chip **52** kann verschiedene Formen, einschließlich, jedoch nicht ausschließlich, einer abgeflachten, umgekehrten, pyramidenartigen (TIP) (dargestellt), einer kubischen, einer rechteckig kompakten oder halbkugelförmigen Form aufweisen. LED-Chip **52** weist eine Unterseite auf, welche sich in Kontakt mit einem reflektierenden Material befinden oder mit einem solchen beschichtet sein kann. Obgleich LED-Chip **52** von allen Seiten Licht emittieren kann, ist Fassung **42** im Allgemeinen so ausgeführt, dass sie emittiertes Licht entlang der Längsachse des Moduls nach oben zu Linse **44** hin reflektiert. Solche Module sind konventionell und können einen Parabolreflektor aufweisen, bei welchem LED-Chip **52** auf einer Oberfläche von Modulfassung **42** angeordnet ist. Ein Modul dieser Art ist in US-Patent 4 920 404, welches auf den gegenwärtigen Rechtsnachfolger übertragen worden ist, dargestellt.

[0037] Linse **44** kann unter Anwendung verschiedener, allgemein bekannter Techniken, wie zum Beispiel „Diamond-Turning“ (d.h. die Linse wird durch Drehen mit einem Diamantbohrmeißel geformt), Spritzgießen sowie Gießen, als separate Komponente hergestellt werden. Linse **44** wird aus einem transparenten Material, einschließlich, jedoch nicht ausschließlich, Cycloolefin-Copolymer (COC), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polycarbonat (PC), PC/PMMA und Polyetherimid (PEI), gefertigt. Linse **44** weist einen Brechungsindex (n) auf, welcher zwischen 1,45 und 1,6, vorzugsweise 1,53, liegt, könnte jedoch einen Brechungsindex aufweisen, welcher, basierend auf dem verwendeten Material, höher oder niedriger ist. Alternativ kann Linse **44** unter Anwendung verschiedener Techniken, einschließlich, jedoch nicht ausschließlich, Spritzgießen (z.B. Insert-Technik) und Gießen, an LED-Modulfassung **42** und LED-Chip **52** angeformt werden.

[0038] Zwischen Linse **44** und LED-Chip **52** ist ein Volumen **54** vorgesehen. Das Volumen **54** kann zur Verhinderung einer Kontamination von LED **52** unter Verwendung von Silikon gefüllt und geschlossen werden. Das Volumen **54** kann sich ebenfalls in einem Vakuumzustand befinden, Luft oder ein anderes Gas enthalten oder mit einem optisch transparenten Harzmaterial, einschließlich, jedoch nicht ausschließlich, Harz, Silikon, Epoxidharz, gefüllt sein oder es kann Wasser oder ein Material mit einem Brechungsindex

im Bereich von 1,4 bis 1,6 injiziert werden, um das Volumen **54** auszufüllen. Das Material im Inneren von Volumen **54** kann farbig sein, um als Filter zu wirken, damit eine Transmission des gesamten Spektrums des sichtbaren Lichts oder lediglich eines Teils desselben ermöglicht wird. Bei Verwendung von Silikon kann dieses hart oder weich sein. Die Linse **44** kann ebenfalls farbig sein, um als Filter zu wirken.

[0039] Linse **44** weist einen sägezahnförmigen, lichtbrechenden Teil **56** sowie einen trichterförmigen Teil **58** mit innerer Totalreflexion (TIR) auf. Der sägezahnförmige Teil **56** ist so ausgeführt, dass er Licht bricht und beugt, so dass das Licht von Linse **44** in einem, so nah wie möglich an 90 Grad zu der Längsachse **43** des Moduls herankommenden Winkel austritt. Die sägezahnförmigen oder lichtbrechenden Oberflächen **59** des sägezahnförmigen Teils **56** sind sämtlich lichtdurchlässig. Es kann eine beliebige Anzahl Sägezähne **59** innerhalb eines sägezahnförmigen Teils **56** einer vorgegebenen Länge verwendet werden; vorzugsweise ist mindestens ein Sägezahn vorgesehen. Linse **44** kann als Einzelelement oder, alternativ, als separate, miteinander verbundene Elemente ausgebildet sein.

[0040] Der trichterförmige Teil **58** ist als eine TIR-Oberfläche ausgeführt. Die TIR-Oberfläche reflektiert Licht so, dass Licht von Linse **44** in einem, so nah wie möglich an 90 Grad zu der Längsachse **43** des LED-Moduls **40** herankommenden Winkel austritt. Etwa 33% des von LED-Chip **52** emittierten Lichts wird von der TIR-Oberfläche des trichterförmigen Teils **58** von Linse **44** reflektiert. Es kann auf der Oberseite des trichterförmigen Teils **58** eine Metallisierungsschicht (z.B. Aluminium) aufgebracht werden, um eine Lichtdurchlässigkeit durch die TIR-Oberfläche zu verhindern. Auf der Oberseite des trichterförmigen Teils **58** kann eine Beschichtung bzw. ein Film vorgesehen werden, um eine Beeinträchtigung der Linse zu verhindern, da PC unter Einwirken von UV-Licht beeinträchtigt wird.

[0041] Die Grenzfläche zwischen Linse **44** und LED-Modulfassung **42** kann unter Verwendung eines allgemein bekannten Dichtungsmaterials, wie zum Beispiel Vulkanisation bei Raumtemperatur (RTV) o.ä., ebenfalls verschlossen werden.

[0042] [Fig. 5B](#) zeigt einen Querschnitt eines alternativen Eingreifens von Linse **44** in das Gehäuse **46** der LED-Modulfassung **42**. Zum Zwecke einer deutlicheren Darstellung werden LED-Chip **52** sowie weitere Merkmale von Fassung **42** nicht gezeigt. Linse **44** kann durch verschiedene Befestigungsmethoden, einschließlich, jedoch nicht ausschließlich, Einrasten, Haftreibung, Verkerben durch Wärme, Verkleben sowie Ultraschall-Schweißen, ebenfalls an der LED-Modulfassung **42** angebracht werden. Die Merkmale von Linse **44**, wie in [Fig. 5B](#) dargestellt,

sind auf Linsen anwendbar, welche entweder als separate Komponente ausgebildet oder in der LED-Modulfassung **42** eingekapselt sind. [Fig. 5C](#) zeigt eine Nahaufnahme des in [Fig. 5B](#) dargestellten Ineinandergreifens von Linse/Gehäuse. Oberfläche **S** kann in Oberfläche **R** einrasten. Oberfläche **S** kann durch Haftreibung fest mit Oberfläche **R** verbunden werden. Oberfläche **T** kann unter Anwendung verschiedener Methoden, einschließlich, jedoch nicht ausschließlich, Kunststoff-Schweißen, Ultraschall-Schweißen sowie Linear-Schweißen, an Oberfläche **U** angeschweißt werden. Abdichten bzw. Verkleben umfasst mehrere mögliche Kombinationen, wobei zum Beispiel Oberfläche **S** und/oder **T** von Linse **44** mit Oberfläche **R** und/oder **U** von Gehäuse **46** verklebt bzw. gegen diese abgedichtet wird.

[0043] [Fig. 5D](#) zeigt einen Querschnitt einer Linsenkappe **55**, welche mit einem konventionellen LED-Modul **10** mit einer halbkugelförmigen Linse **12** in Eingriff steht. Linsenkappe **55** kann an Linse **12** von LED-Modul **10** mit Hilfe eines optischen Klebmittels befestigt werden. Linsenkappe **55** weist einen sägezahnförmigen, lichtbrechenden Teil **56** und einen reflektierenden, trichterförmigen Teil **58** auf, welche die gleichen und/oder ähnlichen Merkmale besitzen und auf die gleiche und/oder ähnliche Weise, wie oben und unten beschrieben, als lichtbrechende und TIR-Teile **56**, **58** von Linse **44** arbeiten.

[0044] Die [Fig. 5E](#), [Fig. 5F](#) und [Fig. 5G](#) zeigen Strahlenverläufe des Lichts durch Linsen mit verschiedenen Krümmungen auf der Oberseite der Linse. Die in den [Fig. 5E–Fig. 5G](#) dargestellten Merkmale sind auf Linsen anwendbar, welche spritzgegossen, gegossen oder auf andere Weise ausgebildet werden. Etwa 33% des von LED-Chip **52** emittierten Lichts (nicht dargestellt; es wird gezeigt, wie Licht von dem Brennpunkt **F** des Chips emittiert wird) werden von der TIR-Oberfläche **I** reflektiert. [Fig. 5E](#) zeigt einen gekrümmten, trichterförmigen Teil **58**, bei welchem Oberfläche **I** von einer Krümmung definiert wird, welche einen größeren Winkel als den kritischen Winkel für TIR beibehält, jedoch das Licht aus der Linse in einem Winkel von etwa 90 Grad zu der Längsachse **53** des Moduls richtet. [Fig. 5F](#) zeigt einen trichterförmigen Teil **58** mit gebogener Linie, bei welchem Oberfläche **I** von einer, in zwei lineare Teile gebogenen Linie definiert wird, jeweils in einem größeren Winkel als dem kritischen Winkel für TIR, wobei jedoch das Licht aus dem Modul in einem Winkel von etwa 90 Grad zu der Modulachse gerichtet wird. [Fig. 5G](#) zeigt einen linearen, trichterförmigen Teil **58**, bei welchem Oberfläche **I** durch eine gerade Linie in einem größeren Winkel als dem kritischen Winkel für TIR definiert wird, wobei jedoch das Licht aus dem Modul in einem Winkel von etwa 90 Grad zu der Modulachse gerichtet wird.

[0045] In den [Fig. 5E–Fig. 5G](#) arbeitet Oberfläche

H mit Oberfläche I, um Licht senkrecht zu Längsachse **53** des Moduls zu emittieren. Der durch Oberfläche I definierte Winkel relativ zu dem Chip beträgt etwa 80 Grad. Die Oberflächen A, B, C, D & E weisen Oberflächensenkrechten so auf, dass der einfallende Lichtstrahl aus der Linse in einem Winkel von etwa 90 Grad zu der Längsachse **53** des Moduls gebrochen wird. Die Oberflächen F, G & H verlaufen in etwa parallel zu direkt einfallenden Lichtstrahlen, um die Menge des durch diese Oberflächen übertragenen, direkten Lichts zu minimieren. Oberflächen unterhalb Linie N brechen Licht aus dem Modul. Oberflächen oberhalb Linie M leiten Licht aus der Linse durch eine Kombination von TIR und Brechung. Die Linien M & N müssen in unmittelbarer Nähe voneinander vorgesehen sein, um Seitenemission zu optimieren und Emission in Längsrichtung zu minimieren. Die [Fig. 5E–Fig. 5G](#) zeigen zwei Zonen: Brechungszone in einem Winkel von etwa 45 Grad oder mehr von Längsachse **53** des Moduls sowie TIR/Brechungszone in einem Winkel bis zu etwa 45 Grad von Längsachse **53** des Moduls. Zum Beispiel ist in den [Fig. 5E–Fig. 5G](#) eine TIR/Brechungszone von etwa 40 Grad dargestellt. Die Grenzfläche zwischen den beiden Zonen weist einen Winkel von etwa 45 Grad von der Längsachse **53** des Moduls auf. Ein Abstand X zwischen Linie M und Linie N wird auf einem Minimum gehalten, um die Seitenableitung des Lichts von der Linse zu optimieren. Linie M kann Linie N entsprechen (d.h. $X = 0$).

[0046] [Fig. 6](#) zeigt einen Querschnitt des von LED-Modul **40** von [Fig. 4](#) emittierten Lichts. Linse **44** von LED-Modul **40** erzeugt ein Strahlungsdiagramm **62**, welches in etwa senkrecht zu der Längsachse **66** von LED-Modul **40** verläuft. In [Fig. 6](#) verläuft dieses Strahlungsdiagramm **62** in etwa senkrecht zu Längsachse **66** des LED-Moduls und zeigt eine relative Lichtintensität und -verteilung. Dieses Beleuchtungsfeld **62** umgibt LED-Modul **40** und ist in etwa scheiben- oder ringförmig. Von Linse **44** wird in etwa parallel zu einer optischen Ebene **64** Licht emittiert.

[0047] Durch die Seitenemission des Lichts können, wie aus [Fig. 7A](#) ersichtlich, mehrere Lichtleiter **72** durch ein einzelnes LED-Modul **40** ausgeleuchtet werden. Zum Beispiel zeigt [Fig. 7A](#) zwei planare Ende-zu-Ende-Lichtleiter mit einem Abstand für mindestens ein LED-Modul **40** zwischen den Lichtleitern **72**. Durch die Seitenemission des Lichts von dem LED-Modul **40** kann Licht in jeden Lichtleiter **72** eintreten. Das LED-Modul **40** kann ebenfalls in den Körper von Lichtleiter **72** eingesetzt werden. Es können Lichtleiter verschiedener Formen verwendet werden. Die Seiten entlang der Länge der Lichtleiter können planar oder konisch sein. Zum Beispiel kann ein einzelnes LED-Modul **40** mit Seitenemission im Mittelpunkt eines scheibenförmigen Lichtleiters (nicht dargestellt) vorgesehen sein. Da Licht von der Seite von LED-Modul **40** in einem Winkel von 360 Grad emittiert

wird (d.h. in sämtliche Richtungen von dem Mittelpunkt des LED-Moduls **40** aus), tritt das Licht in den Lichtleiter ein und wird gebrochen und durch den gesamten Lichtleiter reflektiert (nicht dargestellt).

[0048] Der Lichtleiter kann aus optisch durchlässigen Materialien, einschließlich, jedoch nicht ausschließlich, PC oder PMMA, gefertigt sein. Der Lichtleiter kann eine konstante Dicke aufweisen oder konisch sein. Die Seitenemission des Lichts ermöglicht eine effiziente Ausleuchtung dünner Lichtleiter mit einer Dicke von 2 bis 8 mm im optimalen Bereich. [Fig. 7B](#) zeigt ein Beispiel eines Lichtleiters **73** mit einer Dicke von 5,0 mm, welche größer als die Höhe von Linse **44** ist. Da die Dicke von Lichtleiter **73** größer als die Höhe der Linse **44** ist, kann bei Lichtleiter **72** eine Blindbohrung **94** verwendet werden, um eine Kopplung des LED-Moduls **40** zu ermöglichen. Die Dimensionen der Linsen **44** der [Fig. 7B](#), [Fig. 7C](#) und [Fig. 7D](#) werden von dem Brennpunkt F von Linse **44** aus gemessen. [Fig. 7C](#) zeigt ein Beispiel eines Lichtleiters **75** mit einer Dicke von 4,5 mm, welche der Höhe von Linse **44** entspricht. Da die Dicke von Lichtleiter **75** der Höhe von Linse **44** entspricht, kann bei Lichtleiter **75** eine Durchgangsbohrung **96** verwendet werden, um eine Kopplung von LED-Modul **40** zu ermöglichen. [Fig. 7D](#) zeigt die Seitenemission des Lichts von der LED von [Fig. 4](#) in einen Lichtleiter **77**, welcher dünner als die Höhe von Linse **44** ist. Da die Dicke von Lichtleiter **77** geringer als die Höhe von Linse **44** ist, muss bei Lichtleiter **77** eine Durchgangsbohrung **96** verwendet werden, um eine Kopplung von LED-Modul **40** zu ermöglichen. Selbst wenn Lichtleiter **77** dünner als die Höhe von Linse **44** ist, wird noch immer ein großer Teil des von LED-Chip **52** emittierten Lichts in Lichtleiter **77** geleitet, da die Hauptmenge des von LED-Chip **52** emittierten Lichts von den Seiten der Linse **44** emittiert wird. Der große Teil des von Linse **44** emittierten Lichts wird zu einem Lichtleiter **77** hin gerichtet, welcher in der Mitte der Höhe der Linse angeordnet ist. Zum Beispiel wird das aus der Seite von Linse **44** in der Nähe der Oberseite emittierte Licht geringfügig nach unten und das aus der Seite von Linse **44** in der Nähe der Unterseite emittierte Licht geringfügig nach oben gerichtet. Der Teil des in Lichtleiter **77** gerichteten Lichts verringert sich, da sich die Dicke von Lichtleiter **77** relativ zu Linse **44** verringert. Lichtleiter **77** kann ohne Einschränkung eine beliebige, einschließlich einer geradlinig ausgerichteten, konischen, rechteckigen, runden oder quadratischen, Form aufweisen.

[0049] [Fig. 8](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines Endabschnitts eines planaren Lichtleiters **82**. Das LED-Modul **40** mit Seitenemission kann innerhalb des Lichtleiters **82** angeordnet werden. In dem Körper von Lichtleiter **82** sind ein oder mehrere Bohrungen **86** vorgesehen, in welche eine entsprechende Anzahl LED-Anordnungen **40** platziert wird. Die Bohrungen **86** können in Lichtleiter **82** bis zu einer

gewünschten Tiefe, einschließlich, jedoch nicht ausschließlich, der Gesamtdicke von Lichtleiter **82**, vorgenommen werden. Linse **44** von LED-Modul **40** darf Lichtleiter **82** nicht berühren. Auf mindestens eines der Enden von Lichtleiter **82** kann eine reflektierende Beschichtung bzw. ein reflektierender Film **84** angebracht werden, um die Innenausleuchtung von Lichtleiter **82** zu erhöhen.

[0050] [Fig. 9A](#) zeigt ein LED-Modul **40** mit Seitenemission, welches in einer Blindbohrung **94** eines planaren Lichtleiters **82** angebracht ist. Die Oberseite **91** von Blindbohrung **94** kann mit einer reflektierenden Beschichtung bzw. einem reflektierenden Film versehen werden, um Licht zu reflektieren, damit ein dünneres Lichtleitererelement mit einer ähnlichen Kopplungseffizienz vorgesehen werden kann.

[0051] [Fig. 9B](#) zeigt ein LED-Modul **40** mit Seitenemission, welches in einer trichterförmigen Blindbohrung **98** eines planaren Lichtleiters **82** angebracht ist. Die Oberseite **93** der trichterförmigen Blindbohrung **98** verläuft in etwa parallel zu dem trichterförmigen Teil **58** von Linse **44** des LED-Moduls **40**. Oberseite **93** von Blindbohrung **98** kann beschichtet werden, um Licht zu reflektieren, damit ein dünneres Lichtleitererelement mit einer ähnlichen Kopplungseffizienz vorgesehen werden kann. Die Blindbohrung kann eine flache, trichterförmige oder gekrümmte Oberfläche aufweisen, um das Zurückleiten des von der LED emittierten Lichts in den Lichtleiter zu unterstützen.

[0052] [Fig. 9C](#) zeigt ein LED-Modul **40** mit Seitenemission, welches in einer V-förmigen Blindbohrung **97** eines planaren Lichtleiters **82** angebracht ist. Die V-förmige Oberseite **99** der Blindbohrung **97** verläuft in etwa parallel zu dem trichterförmigen Teil **58** von Linse **44** des LED-Moduls **40**. Die Blindbohrung kann eine flache, trichterförmige oder gekrümmte Oberseite aufweisen, um das Zurückleiten des von der LED emittierten Lichts in den Lichtleiter zu unterstützen. Die Oberseite **99** von Blindbohrung **97** kann beschichtet werden, um Licht zu reflektieren, damit ein dünneres Lichtleitererelement mit einer ähnlichen Kopplungseffizienz vorgesehen werden kann.

[0053] [Fig. 10](#) zeigt ein LED-Modul **40** mit Seitenemission, welches in einer Durchgangsbohrung **96** eines planaren Lichtleiters **82** angebracht ist. Durch Durchgangsbohrung **96** kann LED-Modul **40** in etwa senkrecht zu Lichtleiter **82** angeordnet werden. [Fig. 11](#) zeigt eine konventionelle LED-/Reflektoranordnung. Es ist bekannt, ein LED-Modul **10** mit einer halbkugelförmigen Linse **12** in Verbindung mit einem tiefen Reflektor **92** zu verwenden. Durch die tiefe Form der Höhlung von Reflektor **92** wird Licht, welches von der halbkugelförmigen Linse **12** von LED-Modul **10** emittiert wird, kollimiert. Diese tiefe Reflektorhöhle ist zur Steuerung des Lichts erforderlich.

[0054] Wie aus [Fig. 12](#) ersichtlich, kann ein großflächiger Reflektor **102** in Verbindung mit einem LED-Modul **40** mit Seitenemission eingesetzt werden, um Licht über eine breitere Fläche als dieser eines konventionellen LED-Moduls **10** zu emittieren. Die Längsachse **116** der Linse verläuft in etwa parallel zu einer Radialachse **122** von Reflektor **102**. Durch die Seitenemission des Lichts können die Wände von Reflektor **102** weniger tief als diese konventioneller Reflektoren **92** ([Fig. 11](#)) sein. Licht wird von Linse **144** in etwa senkrecht zur Längsachse **116** des LED-Moduls **40** emittiert. Das LED-Modul **40** mit Seitenemission ermöglicht, im Vergleich zu konventionellen LEDs, mit flachen, großflächigen Reflektoren einen sehr hohen Sammelwirkungsgrad. Flache Reflektoren **102** bündeln emittiertes Licht über eine breitere Fläche als schmale, tiefe Reflektoren **92**, welche in Verbindung mit konventionellen LED-Anordnungen **10** eingesetzt werden. Der flache, großflächige Reflektor **102** kann aus BMC (Feuchtpressmasse), PC, PMMA, PC/PMMA und PEI gefertigt werden. Eine, das Innere von Reflektor **102** bedeckende, reflektierende Schicht **120** könnte mit hoch reflektierenden Materialien, einschließlich, jedoch nicht ausschließlich, Aluminium (Al), NiCr und Nickel-Chrom, metallisiert, aufgesputtert o.dgl. werden. Durch LEDs mit Seitenemission kann mit tiefen oder flachen Reflektoren ein höherer Sammelwirkungsgrad als mit der konventionellen Kombination von LED und tiefem Reflektor erreicht werden.

[0055] Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sollen lediglich beispielhaft, nicht jedoch einschränkend sein. Es liegt für Fachkundige auf der Hand, verschiedene Änderungen und Modifikationen vorzunehmen, ohne dabei von der vorliegenden Erfindung in ihren umfassenderen Ausführungsformen abzuweichen. Daher umfassen die beigefügten Ansprüche alle solche Änderungen und Modifikationen, wie diese in den Anwendungsbereich der vorliegenden Erfindung fallen.

Inschrift der Zeichnung

[Fig. 1](#)

Prior Art
Stand der Technik

[Fig. 1B](#)

Prior Art
Stand der Technik

[Fig. 2](#)

Prior Art
Stand der Technik

[Fig. 3](#)

Prior Art
Stand der Technik

[Fig. 5E](#)

Line N
Linie N
Line M
Linie M
TIR/Refract Zone
TIR/Brechungszone
Refract Zone
Brechungszone
Focal Point (Die)
Brennpunkt (Chip)

[Fig. 5F](#)

Line N
Linie N
Line M
Linie M
TIR/Refract Zone
TIR/Brechungszone
Refract Zone
Brechungszone
Focal Point (Die)
Brennpunkt (Chip)

[Fig. 5G](#)

Line N
Linie N
Line M
Linie M
TIR/Refract Zone
TIR/Brechungszone
Refract Zone
Brechungszone

[Fig. 5G](#)

Line N
Linie N
Line M
Linie M
TIR/Refract Zone
TIR/Brechungszone
Focal Point (Die)
Brennpunkt (Chip)

Patentansprüche

1. Linse (44), um von einer Licht emittierenden Diode (52) emittiertes Licht zurückzuleiten, wobei die Linse aufweist:
einen im Allgemeinen rotationssymmetrischen Körper, welcher über der Licht emittierenden Diode (52)

angeordnet ist, mit:
einer zentralen Achse (43), welche entlang einer Länge des Körpers verläuft,
einer ersten Oberfläche zur Kopplung der Licht emittierenden Diode (52),
einem sägezahnförmigen Linsenteil (56), wobei dieser von der Licht emittierenden Diode (52) emittiertes Licht so brechen kann, dass sich eine Mehrheit des von der Licht emittierenden Diode (52) emittierten Lichts im Allgemeinen senkrecht zu der zentralen Achse (43) des Körpers ausbreitet, wenn die Licht emittierende Diode (52) auf der zentralen Achse (43) positioniert ist und sich in einem vorgegebenen Abstand von der ersten Oberfläche befindet, wobei der sägezahnförmige Linsenteil einen ersten lichtbrechenden Linsenteil (H) mit einer Oberfläche in einem schiefen Winkel zu der zentralen Achse (43) und einem Winkel aufweist, welcher im Allgemeinen parallel zu direkt einfallenden Lichtstrahlen, die von der Licht emittierenden Diode (52) emittiert werden, wenn diese auf der zentralen Achse (43) positioniert ist und sich in einem vorgegebenen Abstand von der ersten Oberfläche befindet, verläuft, sowie einem trichterförmigen Linsenteil (58), welcher mit dem sägezahnförmigen Linsenteil verbunden ist, wobei der erste lichtbrechende Linsenteil (H) unmittelbar in Angrenzung an den trichterförmigen Linsenteil (58) angeordnet ist, wodurch der trichterförmige Linsenteil (58) Licht von der Licht emittierenden Diode (52) unmittelbar auf den ersten lichtbrechenden Linsenteil (H) so reflektiert, dass eine Mehrheit des von dem trichterförmigen Linsenteil (58) reflektierten Lichts durch den ersten lichtbrechenden Linsenteil (H) im Allgemeinen senkrecht zu der zentralen Achse (43) des Körpers gebrochen wird, wenn die Licht emittierende Diode (52) auf der zentralen Achse (43) positioniert ist und sich in einem vorgegebenen Abstand von der ersten Oberfläche befindet.

2. Linse nach Anspruch 1, wobei die erste Oberfläche senkrecht zu der zentralen Achse (43) verläuft.

3. Linse nach Anspruch 1, wobei die Linse (44) unter Anwendung von „Diamond Turning“ (d.h. die Linse wird durch Drehen mit einem Diamantbohrmeißel geformt) gefertigt wird.

4. Linse nach Anspruch 1, wobei die Linse (44) spritzgegossen wird.

5. Linse nach Anspruch 1, wobei die Linse (44) gegossen wird.

6. Linse nach Anspruch 1, wobei die Linse (44) einen Brechungsindex im Bereich von 1,45 bis 1,6 aufweist.

7. Linse nach Anspruch 1, wobei die Linse (44) einen Brechungsindex von etwa 1,53 aufweist.

8. Linse nach Anspruch 1, wobei die Linse (44) aus einem Material gefertigt wird, welches aus der Gruppe, der PC, PMMA, PEI, PC/PMMA und COC angehört, ausgewählt wird.

der Linse (44) und der Licht emittierenden Diode (52) vorgesehen ist.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

9. Linse nach Anspruch 1, wobei eine reflektierende Oberfläche des trichterförmigen Linsenteils (58) einen gekrümmten Abschnitt aufweist, welcher von der zentralen Achse (43) des Körpers so abgelenkt wird, dass eine gekrümmte V-Form um die zentrale Achse (43) gebildet wird, wenn der gekrümmte Abschnitt um die zentrale Achse (43) geführt wird.

10. Linse nach Anspruch 1, wobei eine reflektierende Oberfläche des trichterförmigen Linsenteils (58) einen linearen Abschnitt aufweist, welcher von der zentralen Achse (43) des Körpers so weggeneigt ist, dass eine V-Form um die zentrale Achse (43) gebildet wird, wenn der lineare Abschnitt um die zentrale Achse (43) geführt wird.

11. Linse nach Anspruch 1, wobei eine reflektierende Oberfläche des trichterförmigen Linsenteils (58) mindestens zwei, miteinander verbundene, lineare Abschnitte aufweist, welche zueinander abgewinkelt und von der zentralen Achse (43) des Körpers so weggeneigt sind, dass eine V-Form um die zentrale Achse (43) gebildet wird, wenn die mindestens zwei miteinander verbundenen, linearen Abschnitte um die zentrale Achse (43) geführt werden.

12. Linse nach Anspruch 1, wobei die erste Oberfläche weiterhin einen Hohlraum aufweist, wodurch die Licht emittierende Diode (52) zumindest zum Teil in diesem Hohlraum vorgesehen sein kann, wenn die Linse (44) an die Licht emittierende Diode (52) gekoppelt ist.

13. Linse nach Anspruch 1, wobei die Linse an der Licht emittierenden Diode (52) befestigt ist, wobei zwischen der Linse (44) und der Licht emittierenden Diode (52) ein optisches Klebemittel vorgesehen ist.

14. Linse nach Anspruch 13, wobei die Licht emittierende Diode (52) durch ein LED-Modul dargestellt ist und die erste Oberfläche so geformt ist, dass sie mit einer Linse des LED-Moduls verbunden ist.

15. Linse nach Anspruch 14, wobei eine Linse des LED-Moduls halbkugelförmig ist.

16. Linse nach Anspruch 1, wobei die Linse (44) an der Licht emittierenden Diode (52) angebracht ist, wobei ein nicht haftfähiges Material mit gleichem Brechungsindex zwischen der Linse (44) und der Licht emittierenden Diode (52) vorgesehen ist.

17. Linse nach Anspruch 1, wobei die Linse (44) an der Licht emittierenden Diode (52) angebracht ist, wobei Luft ein Volumen einnimmt, welches zwischen

Anhängende Zeichnungen

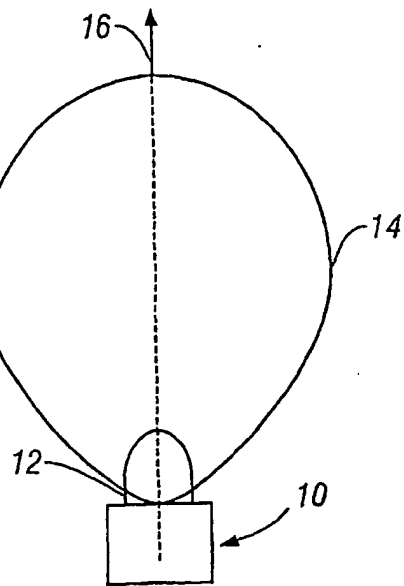


FIG. 1
(Prior Art)

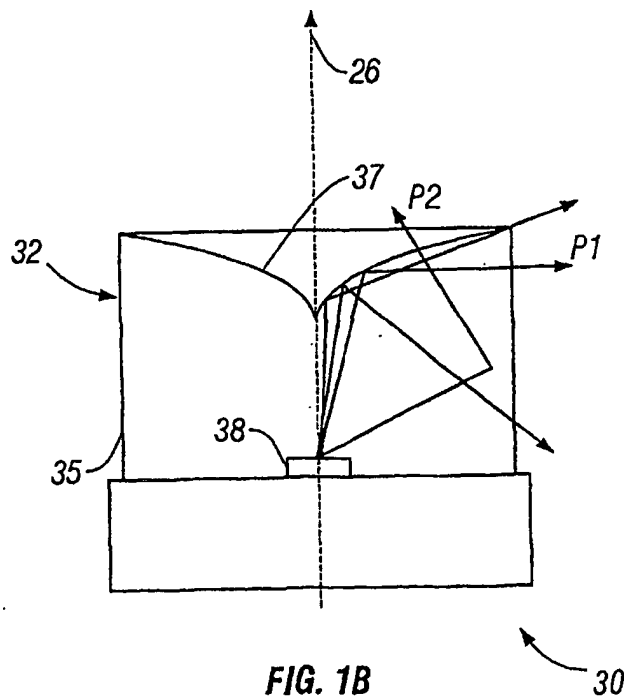


FIG. 1B
(Prior Art)

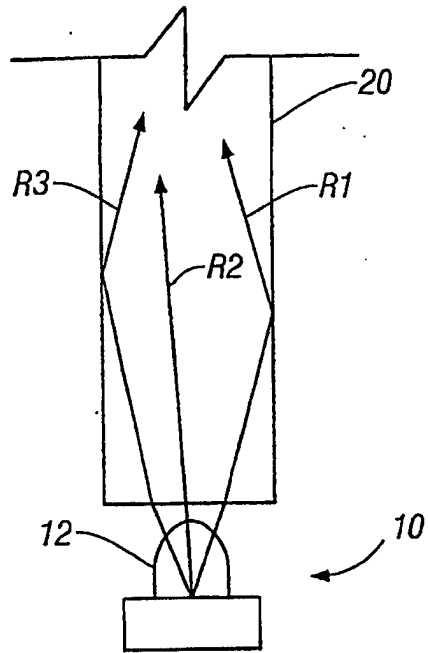


FIG. 2
(Prior Art)

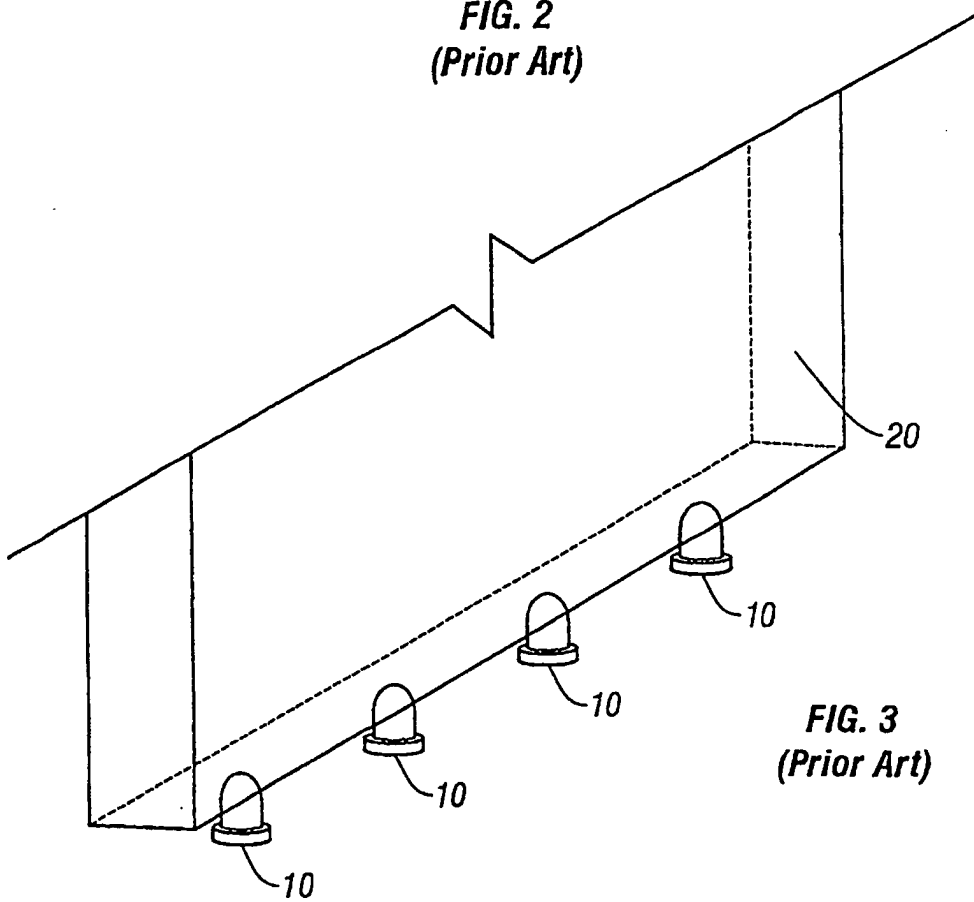


FIG. 3
(Prior Art)

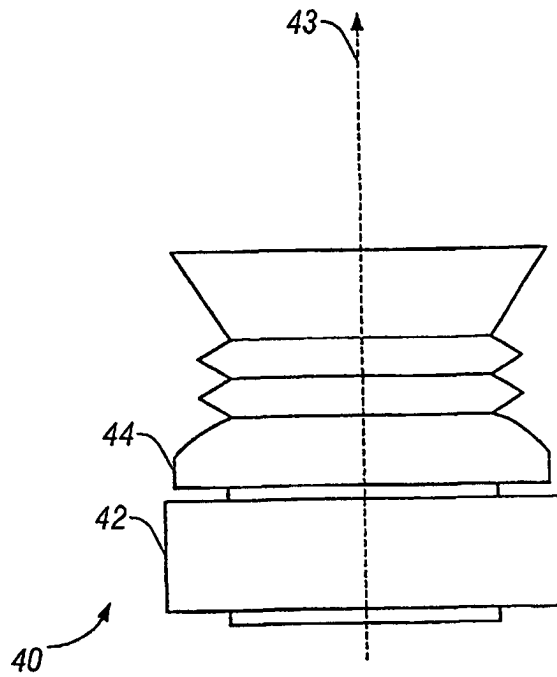


FIG. 4

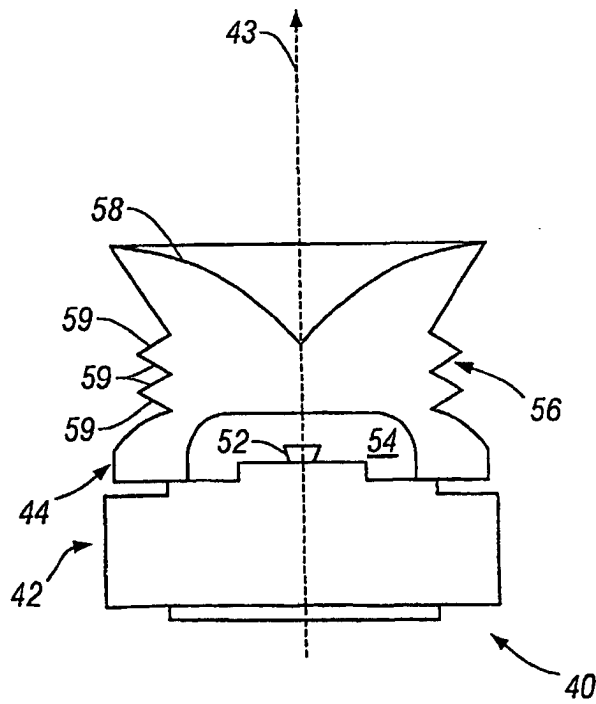


FIG. 5A

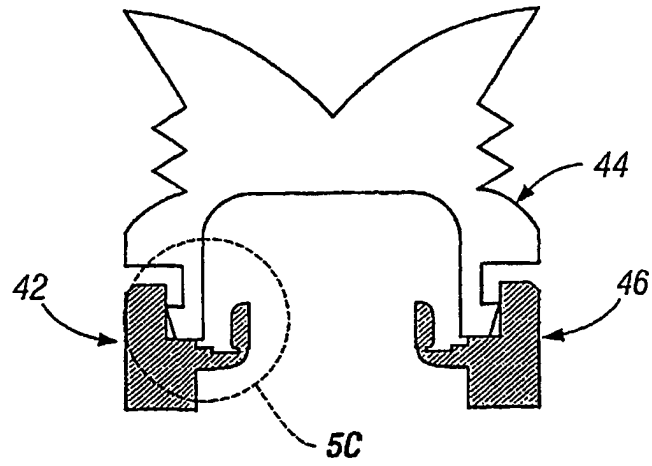


FIG. 5B

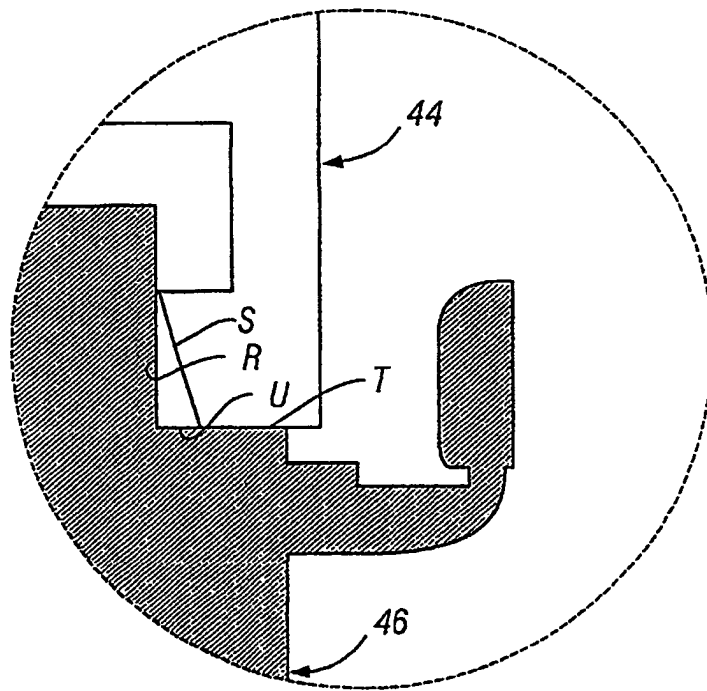


FIG. 5C

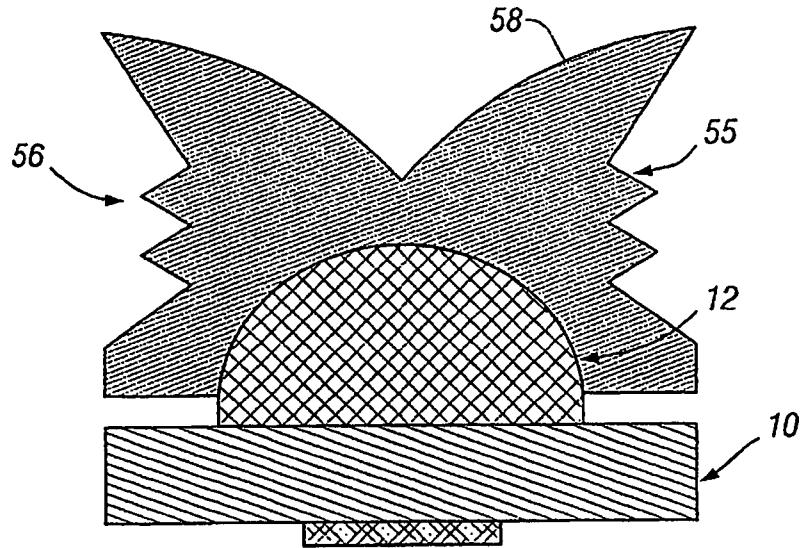


FIG. 5D

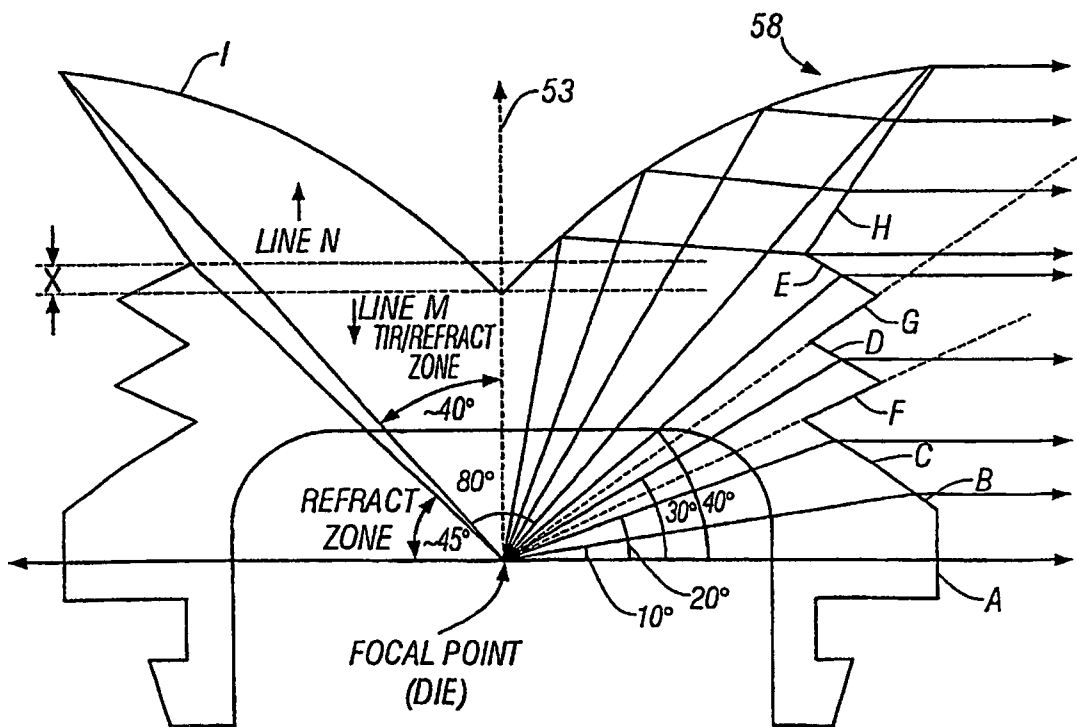


FIG. 5E

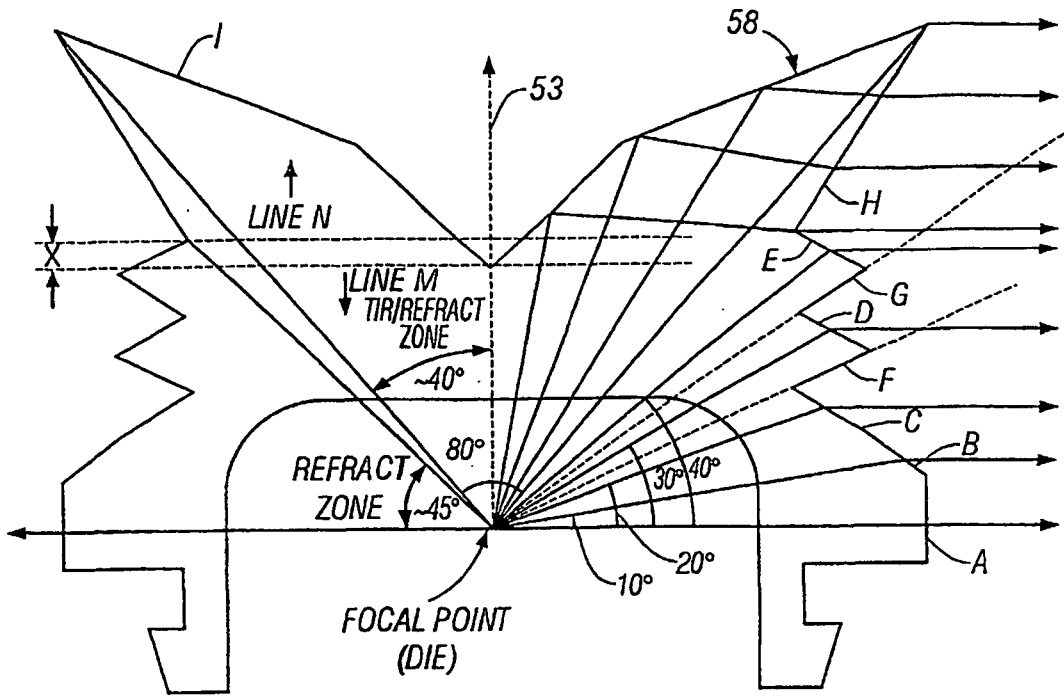


FIG. 5F

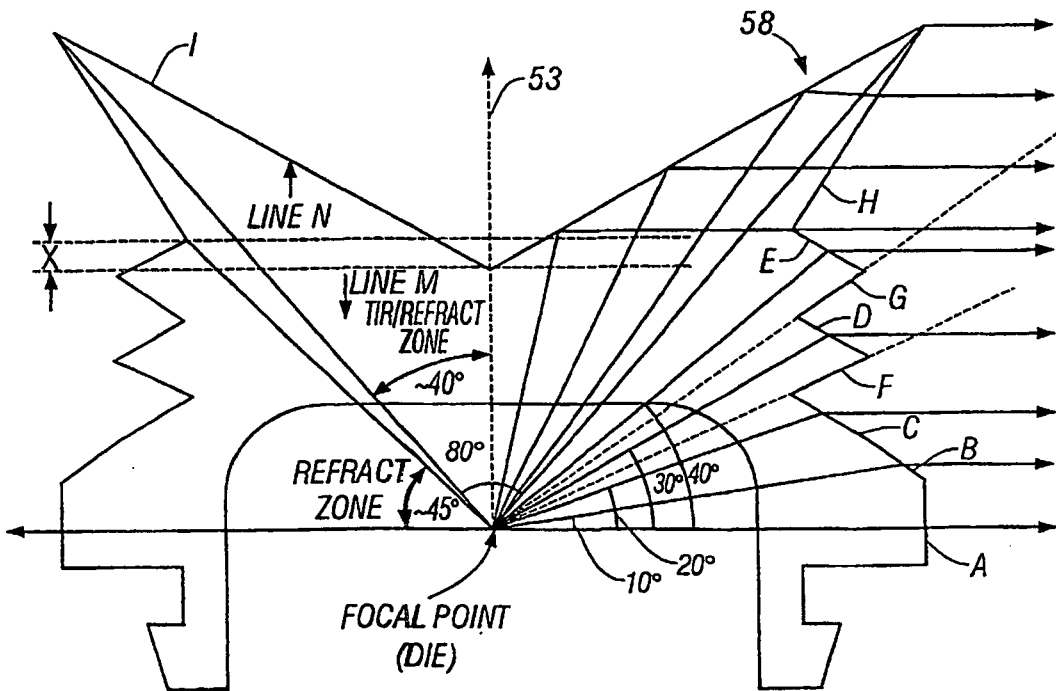


FIG. 5G

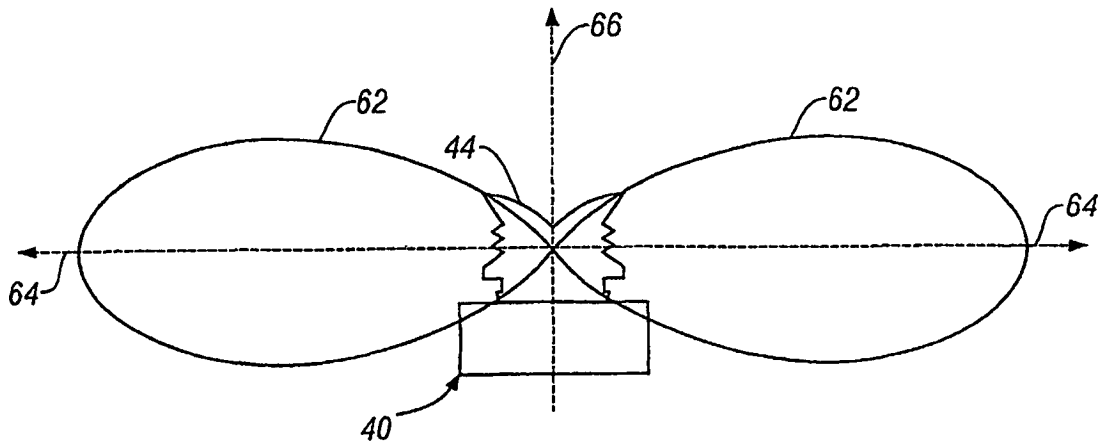


FIG. 6

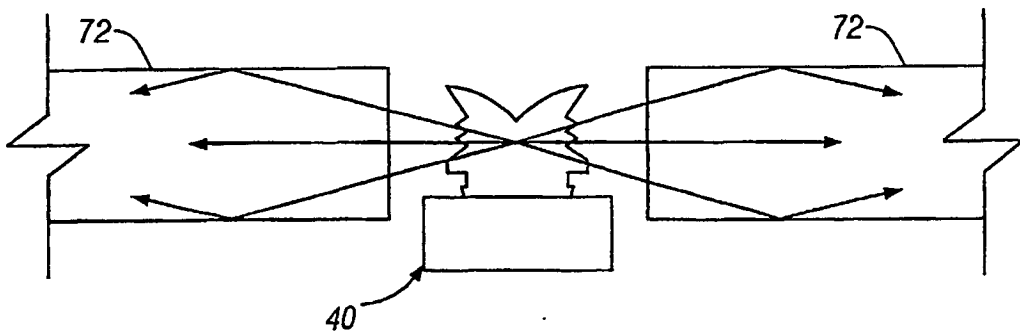


FIG. 7A

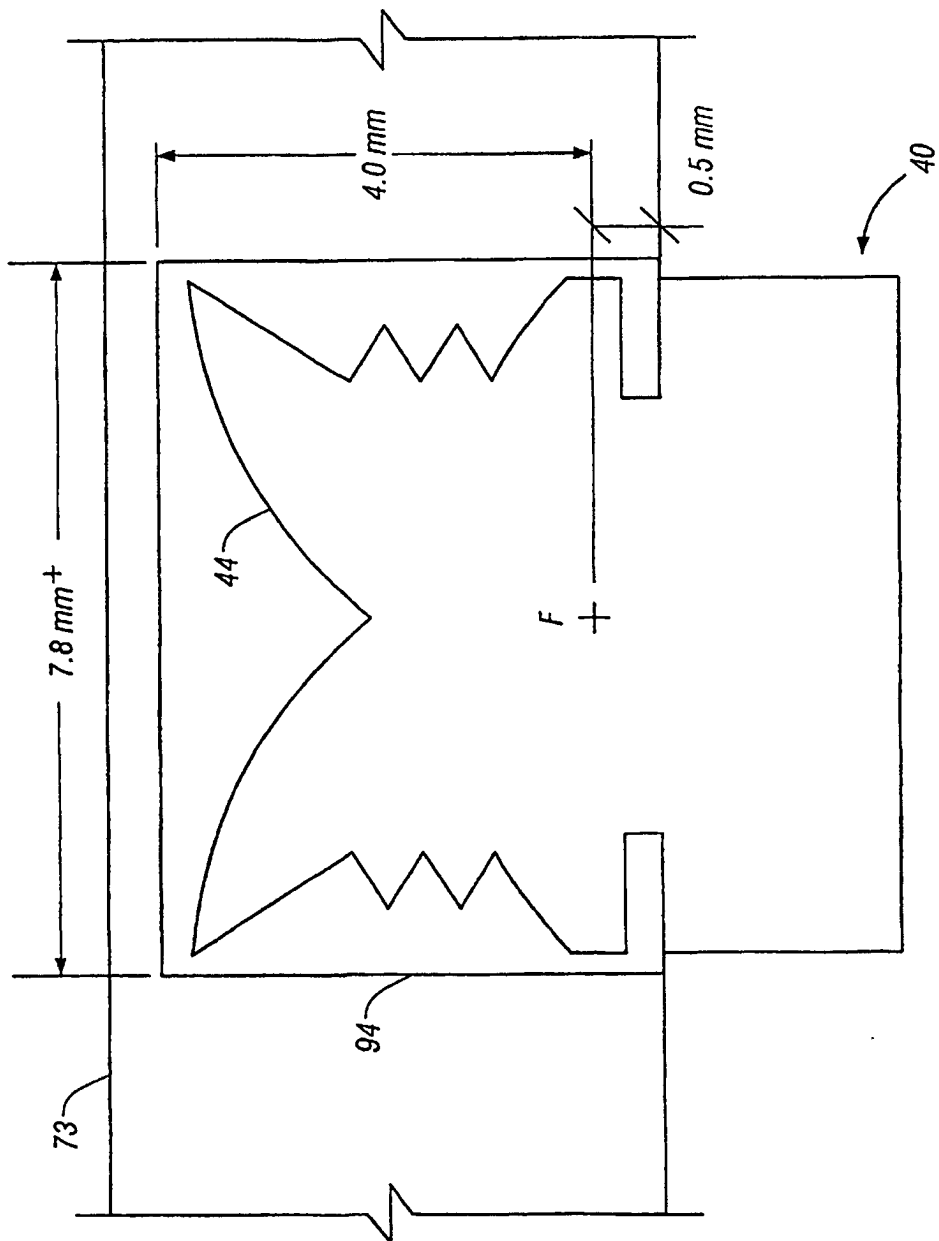


FIG. 7B

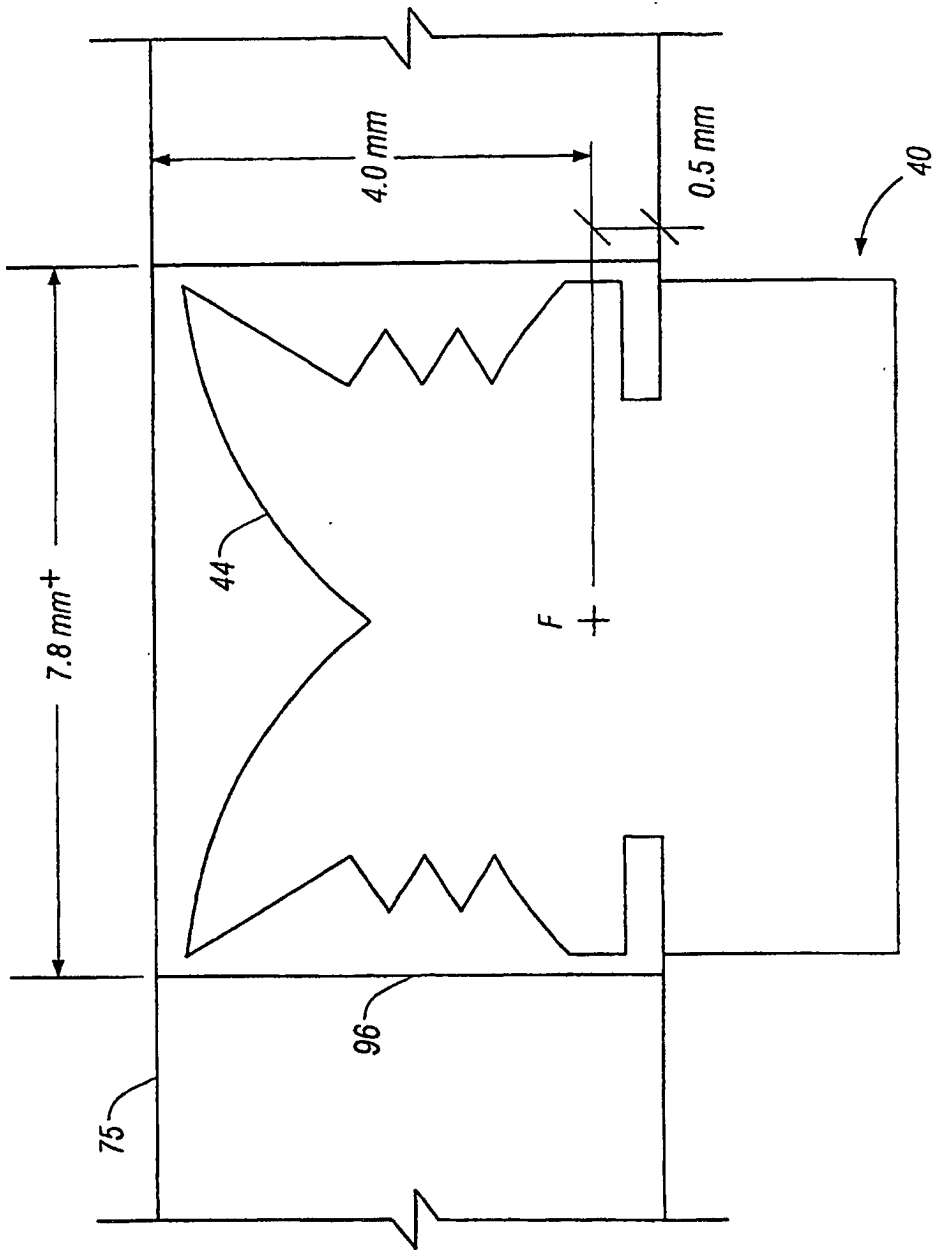


FIG. 7C

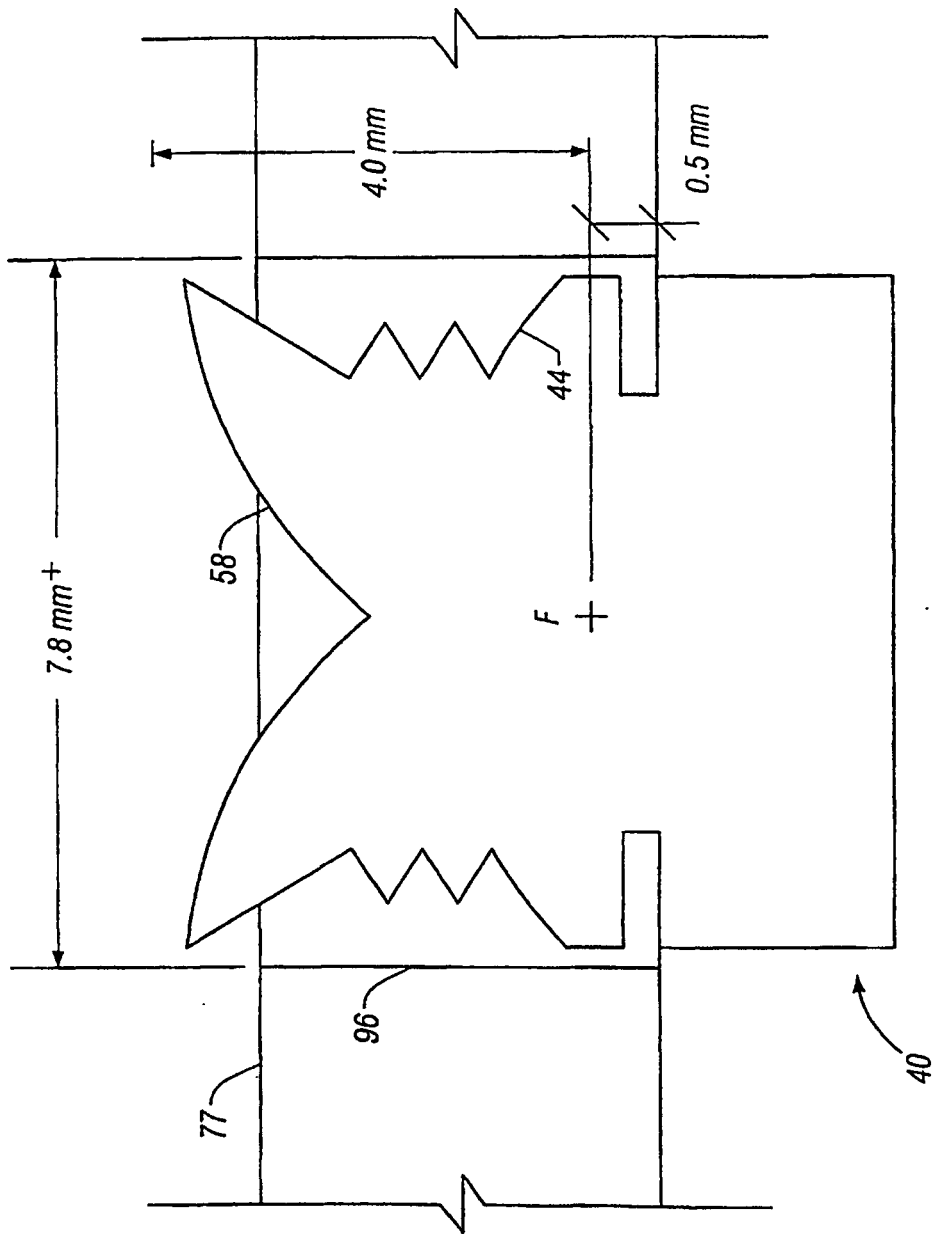
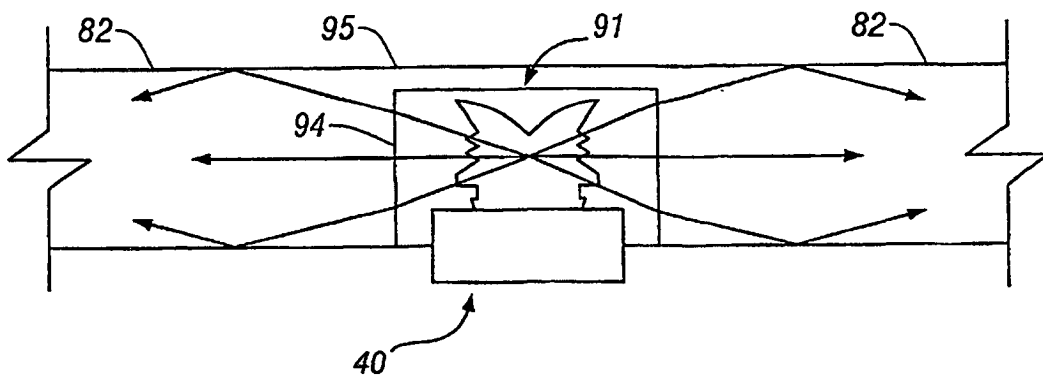
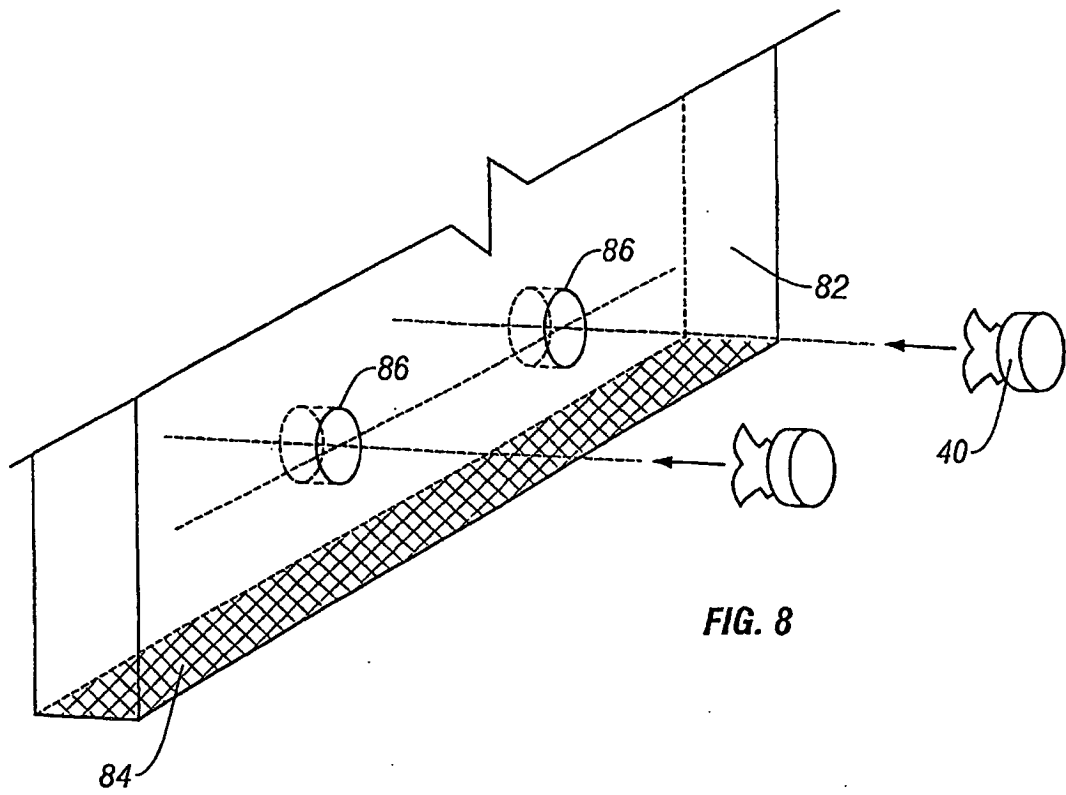
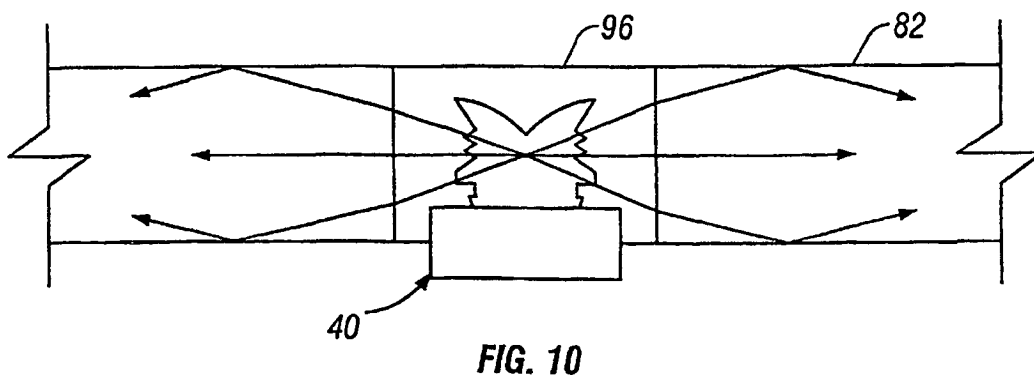
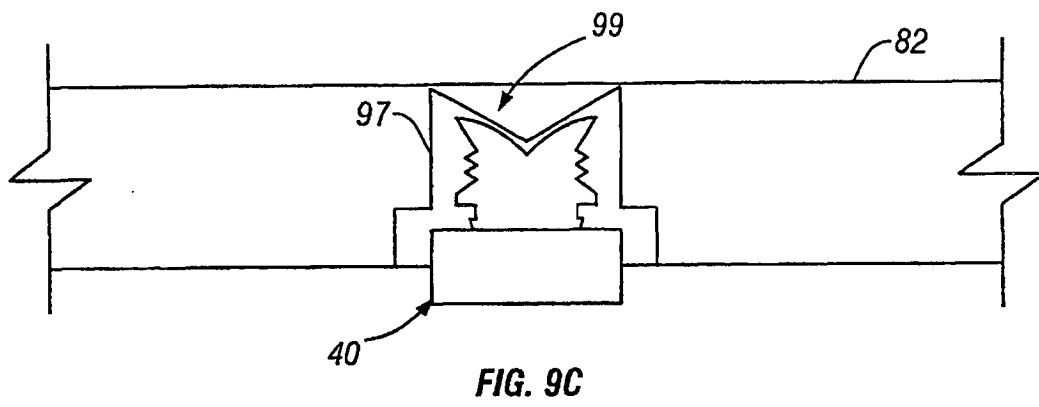
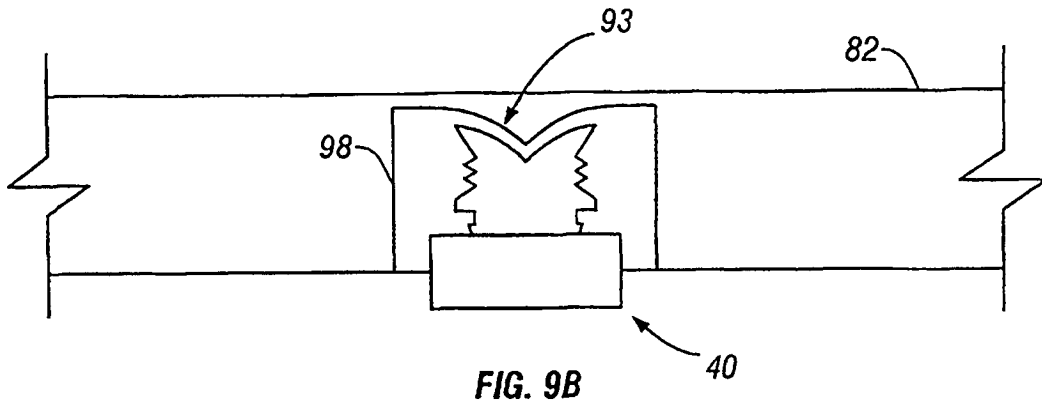


FIG. 7D





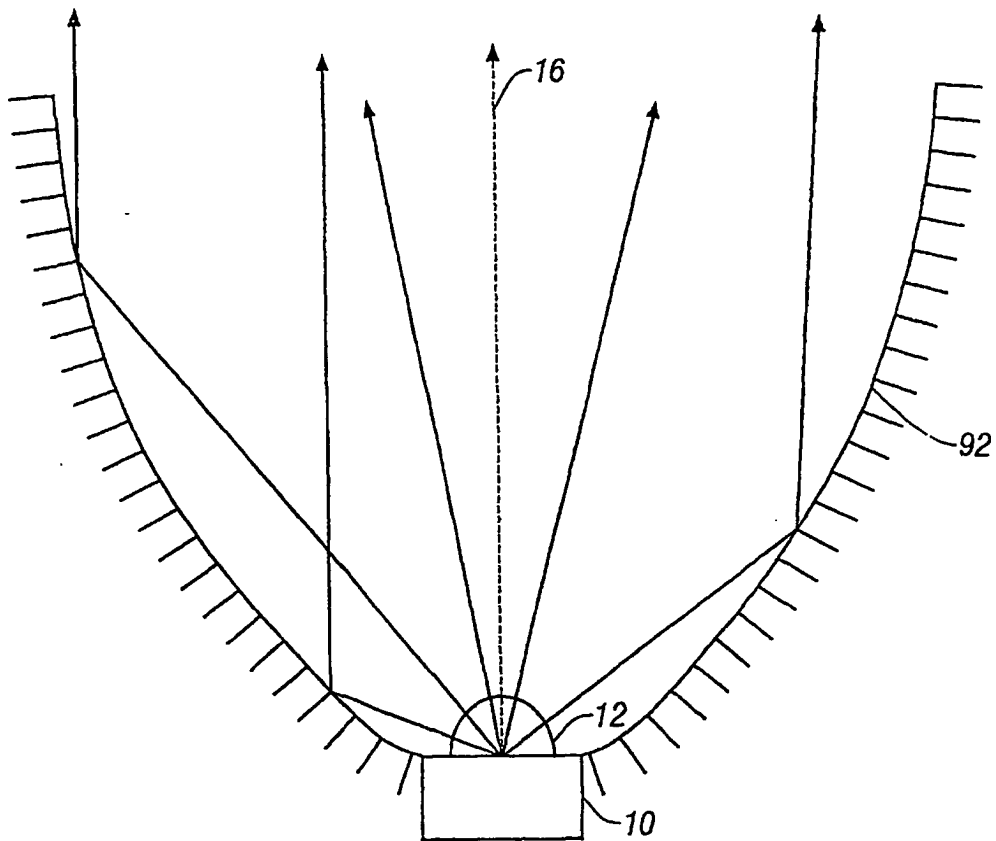


FIG. 11
(Prior Art)

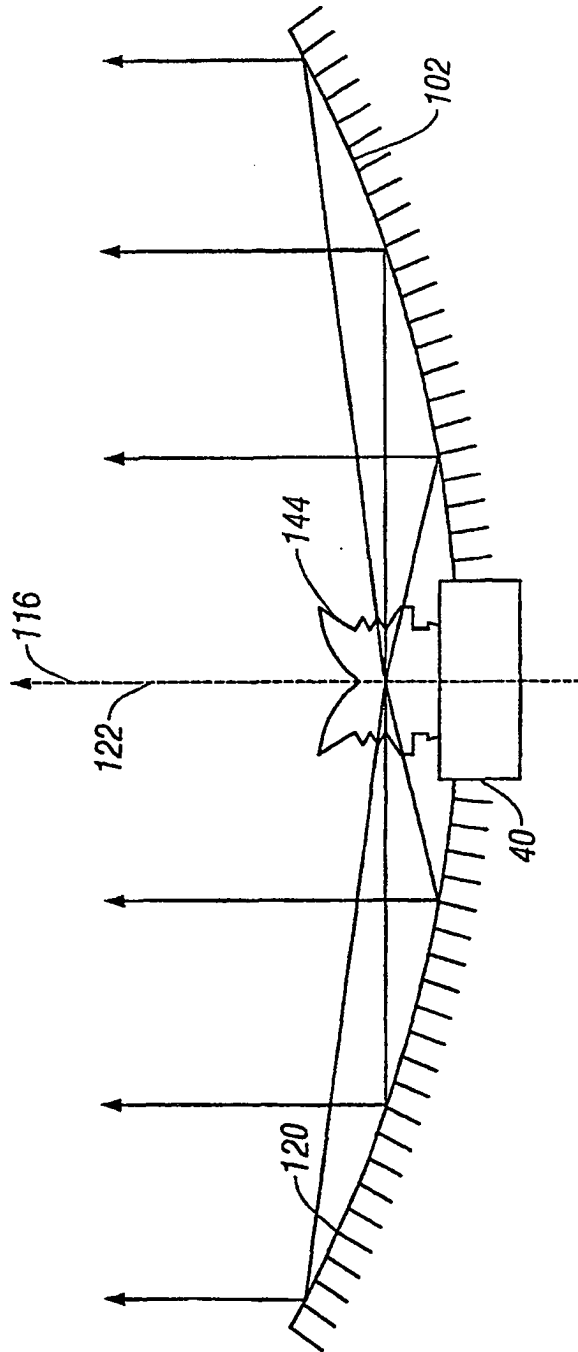


FIG. 12