

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 258/2011
(22) Anmeldetag: 25.02.2011
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2013

(51) Int. Cl. : **G09G 3/14** (2006.01)
G09G 3/20 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 1388840 A2 EP 0805429 A1
EP 0627861 A1

(73) Patentinhaber:
TriLite Technologies GmbH
7343 Neutal (AT)

(72) Erfinder:
Fidler Franz
Wien (AT)
Swatek Alexander Josef
St. Michael (AT)
Reitterer Jörg
Wien (AT)

(54) **ANZEIGEEINRICHTUNG MIT BEWEGUNGSELEMENTEN ZUR ERZIELUNG EINER HOHEN AUFLÖSUNG UND/ODER EINES 3D-EFFEKTS**

(57) Bei einer Anzeigeeinrichtung (A) zur Anzeige einer Bildinformation, die aus zumindest einem oder einer Mehrzahl von Bildpunkten zusammengesetzt und mit einer Bildwiederholfrequenz (R) veränderbar ist, mit zumindest einer Lichtquelle (L) zur Erzeugung eines Bildpunkts der Bildinformation, sind Bildpunktveränderungsmittel (VM) vorgesehen, die Bewegungselemente (BR, BV, LI, L) aufweisen, die mit zumindest der doppelten Bildwiederholfrequenz (R) in der Anzeigeeinrichtung (A) beweglich angeordnet sind, und die zum selektiven Ablenken und/oder Abdecken des von der zumindest einen Lichtquelle (L) abgegebenen Lichts für den Betrachter (LA, RA) der Anzeigeeinrichtung (A) ausgebildet sind, um je Lichtquelle (L) der Anzeigeeinrichtung (A) zumindest die doppelte Anzahl an Bildpunkten als Erweiterungsbildpunkte (1, 2, 3, 4, 5, 6) zur Anzeige der Bildinformation zu erzeugen.

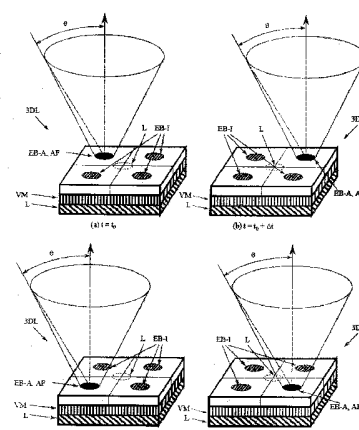


FIG.2

AT 511 124 B1 2013-11-15

Beschreibung

ANZEIGEEINRICHTUNG MIT BEWEGUNGSELEMENTEN ZUR ERZIELUNG EINER HOHEN AUFLÖSUNG UND/ODER EINES 3D-EFFEKTS

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anzeigeeinrichtung zur Anzeige einer Bildinformation, die aus einer Mehrzahl von Bildpunkten zusammengesetzt und mit einer Bildwiederholfrequenz veränderbar ist, mit zumindest einer Lichtquelle zur Erzeugung eines Bildpunkts der Bildinformation.

[0002] Das Dokument WO 2010/146070 offenbart eine solche Anzeigeeinrichtung, die als faltbarer LED Video-Bildschirm ausgebildet ist. Die bekannte Anzeigeeinrichtung weist eine Vielzahl von LEDs als Lichtquellen auf, die von einer Elektronik als Ansteuerungsmittel angesteuert werden und mit denen eine Bildinformation, wie beispielsweise eine Fernsehsendung oder ein Standbild, angezeigt werden kann.

[0003] In dem Fachgebiet der LED Video-Bildschirme sind aus technologischen Gründen heute Pixelabstände von mindestens $d_{LED} = 3 \text{ mm}$ ($d_{LED} = 6 \text{ mm}$ im Außenbereich) Stand der Technik. Kleinere Pixelabstände sind aufgrund von technologischen Hindernissen (Baugröße, Temperaturproblem, etc.) und hoher Kosten nicht möglich. Abhängig von der Bildschirmgröße führt dies zu geringeren Auflösungen als das mit anderen Technologien (LCD, Plasma) heute möglich ist. Hohe Auflösungen sind gewünscht, um Anwendungen wie HDTV oder 3D-Fernsehen ohne spezielle Zusatzbrillen (Autostereoskopie) in zufriedenstellender Qualität implementieren zu können.

[0004] Um eine entsprechende Erhöhung der Auflösung zu erreichen, könnte man eine weitere Verringerung des Pixelabstandes und eine Verkleinerung der LED-Pixel anstreben. Dieser Lösungsansatz hat aber den Nachteil, dass die Kosten erheblich erhöht werden. Weiters ergibt sich durch die näher zueinander angeordneten LED-Pixel ein Temperaturproblem, weshalb nur eine verringerte Lichtleistung der LEDs und somit eine geringere Helligkeit des LED Video-Bildschirms möglich ist.

[0005] Im Hinblick auf 3D-Fernsehen mit Autostereoskopie ist es Stand der Technik zwei Bildpunkte (Pixel) zu verwenden (einen für das linke Auge und einen für das rechte Auge), um einen Bildpunkt der Bildinformation eines 3D-Bildes darzustellen. Dieses Raummultiplexverfahren reduziert die aufgrund der Pixelanzahl vorhandene Auflösung mindestens um einen Faktor 2, was nachteilig ist.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Anzeigeeinrichtung zu schaffen, bei der die vorstehenden Nachteile vermieden werden. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabestellung dadurch gelöst, dass Bildpunktveränderungsmittel vorgesehen sind, die Bewegungselemente aufweisen, die mit zumindest der doppelten Bildwiederholfrequenz in der Anzeigeeinrichtung beweglich angeordnet sind, und die zum selektiven Ablenken und/oder Abdecken des von der zumindest einen Lichtquelle abgegebenen Lichts für den Betrachter der Anzeigeeinrichtung ausgebildet sind, um je Lichtquelle der Anzeigeeinrichtung zumindest die doppelte Anzahl an Bildpunkten als Erweiterungsbildpunkte zur Anzeige der Bildinformation zu erzeugen.

[0007] Bei Anzeigeeinrichtungen gemäß dem Stand der Technik sind hinter den Lichtquellen (bestehend z.B. aus einer roten, einer grünen, und einer blauen LED je Bildpunkt) jeweils Reflektoren fix angebracht, um die Lichtausbeute je Bildpunkt und somit die Lichtausbeute der gesamten Anzeigeeinrichtung zu erhöhen. Gemäß der vorliegenden Erfindung werden Bildpunktveränderungsmittel mit beweglichen oder teilweise beweglichen Elementen, d.h. reflektierende Spiegel bzw. Reflektoren in Kombination mit Linsen, Verschlüssen sowie Blenden, zusammen mit den Lichtquellen eingesetzt, um das ausgesandte Licht im Zeitmultiplexverfahren in unterschiedliche Richtungen abzulenken. Welche Bildinformation in welche Richtung zu einem bestimmten Zeitpunkt abgestrahlt wird ist von der, der jeweiligen Lichtquelle zugespielten Farb- und Helligkeitsinformation zu diesem Zeitpunkt und der Stellung des Bildpunktveränderungsmittels VM zu diesem Zeitpunkt abhängig. Ein Bildpunktveränderungsmittel besteht hierbei aus zumindest einem Bewegungselement und kann zusätzlich auch unbewegliche Elementen

te zur Strahlablenkung und/oder Strahlabdeckung und/oder Strahlfokussierung aufweisen. Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen ist der Vorteil erhalten, dass die Auflösung der Anzeigeeinrichtung erhöht werden kann, ohne die Anzahl der Lichtquellen (z.B. LEDs) erhöhen zu müssen bzw. deren Abstand zueinander verringern zu müssen.

[0008] Die Bildinformation von autostereoskopischen 3D-Bildern kann mit Hilfe der Bewegungselemente ebenfalls im Zeitmultiplex innerhalb der Bildwiederholfrequenz einmal in Richtung des rechten Auges und dann einmal in Richtung des linken Auges abgelenkt werden. Durch geeignete Festlegung der Bildpunktveränderungsmittel ist es möglich, eine hinreichend fokussierte räumliche Intensitätsverteilung im Fernfeld der Lichtquellen zu erzeugen, welche die räumliche Trennung der Bildinformation für das linke und das rechte Auge erlaubt. Hierdurch kann vorteilhafterweise ein 3D-Effekt erzielt werden ohne, dass hierfür eine spezielle Brille aufgesetzt werden muss.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen erfindungsgemäßer Anzeigeeinrichtungen und erfindungsgemäßer Lichtquellen werden im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

[0010] Figur 1 zeigt zwei Beispiele einer Anzeigeeinrichtung, bei der die Auflösung mit Bildpunktveränderungsmitteln auf das Vierfache erhöht wird.

[0011] Figur 2 zeigt die sequenzielle Ansteuerung der Erweiterungsbildpunkte aus Figur 1a.

[0012] Figur 3 zeigt die sequenzielle Richtungsänderung des emittierten Lichtstrahls im Falle der autostereoskopischen 3D-Darstellung eines Bildpunktes.

[0013] Figur 4 zeigt eine Kombination aus Auflösungserhöhung und autostereoskopischer 3D-Darstellung eines Bildpunktes.

[0014] Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung einer LED-Lichtquelle mit drei LEDs der Grundfarben für eine autostereoskopische 3D-Darstellung eines Bildpunktes der Bildinformation.

[0015] Figur 6 zeigt das Prinzip der autostereoskopischen Darstellung einer Bildinformation eines Bildpunktes.

[0016] Figur 7 zeigt ein Beispiel eines Multi-View Displays mit fünf Betrachtungszonen.

[0017] Figur 8 zeigt das Multi-View Display aus Figur 7 mit 3D-Lichtquellen, welche sowohl räumlich als auch zeitlich synchronisiert in Zeitintervallen Bildinformationen in Betrachtungszonen darstellen.

[0018] Figur 9 zeigt 3D-Lichtquellen, welche im Fernfeld zweidimensionale Betrachtungszonen erzeugen.

[0019] Figur 10 zeigt Beispiele für die sequenzielle Abfolge der Ansteuerung der Betrachtungszonen einer Anzeigeeinrichtung, die durch ein Multi-View 3D-LED Display gebildet ist.

[0020] Figur 11 zeigt das Prinzip der Reduzierung der benötigten Anzahl an unterschiedlichen Bildinformationen.

[0021] In Figur 12 sind die Wirkprinzipien von refraktiven Elementen, reflektiven Elementen und diffraktiven Elementen dargestellt.

[0022] In Figur 13 sind zwei Beispiele für Ausführungsformen von refraktiven Elementen des Bildpunktveränderungsmittels dargestellt.

[0023] Figur 14 zeigt schematisch die Funktionsweise von chromatischer, achromatischer und apochromatischer Korrektur.

[0024] In Figur 15 ist die Intensität im Fernfeld als Funktion der lateralen Ortskoordinate dargestellt.

- [0025] Figur 16 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Amplitudenformungsfilters.
- [0026] Figur 17 zeigt eine Anzeigeeinrichtung bestehend aus einer Lichtquelle, Bildpunktveränderungsmitteln sowie einem Amplitudenformungsfilter.
- [0027] Figur 18 zeigt mehrere Ausführungsbeispiele einer unbeweglichen Lichtquelle mit beweglichen sowie unbeweglichen Spiegeln und Linsen, die Bildpunktveränderungsmittel bilden.
- [0028] Figur 19 zeigt weitere Ausführungsbeispiele mit unbeweglichen Lichtquellen und beweglichen Reflektoren sowie unbeweglichen Linsen.
- [0029] Figur 20 zeigt Ausführungsbeispiele einer Lichtquelle mit einem Strahlkombinierer und einem beweglichen Reflektor sowie unbeweglichen Linsen.
- [0030] Figur 21 zeigt zwei Ausführungsbeispiele einer Lichtquelle mit einem beweglichen Reflektor ohne Strahlkombinierer.
- [0031] Figur 22 zeigt Ausführungsbeispiele, bei denen die Lichtquelle L selbst beweglich angeordnet ist.
- [0032] Figur 23 zeigt eine weitere mögliche Erweiterung des Konzepts gemäß Figur 18 mit Mikroverschlüssen.
- [0033] In Figur 24 ist eine Realisierung mit einem Wellenleiter und einer Verschiebungseinrichtung dargestellt.
- [0034] Figur 25 zeigt die Funktionsweise des 3D-LED Bremslichtes schematisch.
- [0035] Figur 26 zeigt einen Vergleich von konventionellem und adaptivem Smart Lighting mit mehreren Bildpunktveränderungsmitteln.
- [0036] Figur 27 zeigt ein Smart Lighting System, bei dem einzelne 3D-Lichtquellen für eine homogene Raumbelichtung eingesetzt werden und andere 3D-Lichtquellen, welche auf den Empfänger fokussiert sind, zur Übertragung von Daten verwendet werden.
- [0037] Figur 28 zeigt ein Adaptives Smart Lighting System mit drei Empfängern, welche im Zeitmultiplex-Verfahren Daten vom Sender empfangen.

ANZEIGEEINRICHTUNG MIT ERHÖHTER AUFLÖSUNG

[0038] In der folgenden Beschreibung der Erfindung ist unter dem Begriff Anzeigeeinrichtung jegliche Einrichtung zur Darstellung einer Bildinformation für mindestens einen Betrachter oder optischen Empfänger zu verstehen. Hierunter fallen also insbesondere Bildschirme, Großbildschirme oder Projektoren sowie Hinweistafeln, Raumbelichtungseinrichtungen, optische Kommunikationssysteme und sonstige Arrays aus einzelnen Bildpunkten zur Projektion und Anzeige von Bildinformation, die durch ein Standbild, ein bewegtes Bild oder auch nur durch einzelne Bildpunkte oder Farb-/SW-Flächen gebildet sein kann. Im Folgenden ist nur auf die erfindungswesentlichen Elemente der Anzeigeeinrichtungen eingegangen, da dem Fachmann beispielsweise Elemente zur Stromversorgung einer Anzeigeeinrichtung oder zur Dekodierung empfangener Videobildinformationen allgemein bekannt sind.

[0039] Figur 1(a) zeigt beispielhaft eine Anzeigeeinrichtung A, bei der die Auflösung mit Bildpunktveränderungsmitteln auf das Vierfache der Anzahl der Lichtquellen L der Anzeigeeinrichtung A erhöht wird. Die der Anzeigeeinrichtung A zugeführte Bildinformation enthält viermal mehr Bildpunkte als Lichtquellen L der Anzeigeeinrichtung A, weshalb gemäß dem Stand der Technik die Bildinformation nur mit einem Viertel der in der Bildinformation enthaltenen Bildpunkte bzw. Auflösung angezeigt werden könnte. Die Bildinformation von vier Bildpunkten wird mithilfe von einer LED-Lichtquelle L in Verbindung mit einem Bildpunktveränderungsmittel VM, z.B. einem beweglichen Spiegel, mit vier verschiedenen Positionen im Zeitmultiplexverfahren ausgegeben:

- [0040] 1. Zeitpunkt $t = t_0$: Erweiterungsbildpunkt 1 \rightarrow LED-Lichtquelle L gibt Bildinformation des ersten Bildpunktes ab und das Bildpunktveränderungsmittel VM befindet sich in Stellung 1.
- [0041] 2. Zeitpunkt $t = t_0 + \Delta t$: Erweiterungsbildpunkt 2 \rightarrow LED-Lichtquelle L gibt Bildinformation des zweiten Bildpunktes ab und das Bildpunktveränderungsmittel VM befindet sich in Stellung 2.
- [0042] 3. Zeitpunkt $t = t_0 + 2\Delta t$: Erweiterungsbildpunkt 3 \rightarrow LED-Lichtquelle L gibt Bildinformation des dritten Bildpunktes ab und das Bildpunktveränderungsmittel VM befindet sich in Stellung 3.
- [0043] 4. Zeitpunkt $t = t_0 + 3\Delta t$: Erweiterungsbildpunkt 4 \rightarrow LED-Lichtquelle L gibt Bildinformation des vierten Bildpunktes ab und das Bildpunktveränderungsmittel VM befindet sich in Stellung 4.

[0044] Das Zeitintervall ist hierbei $\Delta t = 1/(4R)$, wobei R die Bildwiederholfrequenz angibt. Die Erhöhung der Auflösung auf das Vierfache wird somit dadurch ermöglicht, dass das durch die LED-Lichtquelle L ausgestrahlte Licht an vier Stellen, den Erweiterungsbildpunkten 1 bis 4, welche um die LED-Lichtquelle L herum angeordnet sind, im Zeitmultiplexverfahren ausgegeben wird. Im Falle eines aus $K_{res} = 4$ Erweiterungsbildpunkten aufgebauten, quadratischen Bildpunktes, bedeutet das, dass zum Zeitpunkt $t = t_0$ der erste Bildpunkt der Bildinformation des mit der Anzeigeeinrichtung A anzuzeigenden Videos von der LED-Lichtquelle L abgestrahlt wird, dessen Licht dann auf den Erweiterungsbildpunkt 1 abgelenkt wird. Bei $t = t_0 + \Delta t$ wird der zweite Bildpunkt des Videos auf den Erweiterungsbildpunkt 2 gelenkt, usw. bis bei $t = t_0 + 3\Delta t$ der vierte Bildpunkt auf den Erweiterungsbildpunkt 4 gelenkt wird.

[0045] Die Bildpunktveränderungsmittel VM enthalten in den Figuren nicht näher dargestellte Ansteuerungsmittel, in denen die Abfolge abgespeichert ist, wann das Licht der Lichtquelle L auf welchen Erweiterungsbildpunkt gelenkt werden soll. Die Ansteuerungsmittel sind dazu ausgebildet die Bewegung der einzelnen Bewegungselemente der Bildpunktveränderungsmittel VM entsprechend dieser Abfolge zu steuern. Im Fall der Realisierung der Bildpunktveränderungsmittel VM durch einen MEMS integrierten Schaltkreis bedeutet dies, dass die Ansteuerungsmittel elektrische Ladungen in dem integrierten Schaltkreis verschieben, um die Bewegungselemente jeweils in die der Abfolge entsprechende Position zu verstellen.

[0046] In Figur 1(b) ist eine Anzeigeeinrichtung A gemäß demselben Prinzip dargestellt, wobei die Bildpunktveränderungsmittel VM die Erweiterungsbildpunkte 1, 2, 3 und 4 an andere Positionen um die LED-Lichtquelle L herum projizieren. Durch Veränderung der Anzahl der Erweiterungsbildpunkte kann der Faktor der Auflösungserhöhung natürlich auch andere, insbesondere höhere Werte als die Auflösung von $K_{res} = 4$ annehmen.

[0047] Figur 2 zeigt die sequenzielle Ansteuerung der Erweiterungsbildpunkte aus Figur 1(a). Zu jedem Zeitpunkt gibt es einen aktiven Erweiterungsbildpunkt EB-A und drei inaktive Erweiterungsbildpunkte EB-I. Die Austrittsfläche AF des Lichts ist zu jedem Zeitpunkt an der Stelle des aktiven Erweiterungsbildpunktes. Bei der Anwendung der Auflösungserhöhung wird im Allgemeinen eine hohe Divergenz θ angestrebt um einen hohen Betrachtungswinkel der Anzeigeeinrichtung A zu erzielen.

[0048] Bei der Anwendung der autostereoskopischen 3D-Darstellung, abgebildet in Figur 3, ändert sich die Austrittsfläche AF nicht zeitlich - hier ändert sich hingegen der Winkel γ des emittierten Lichtstrahls. Ein weiterer Unterschied zur Anwendung der Auflösungserhöhung ist, dass hier generell eine kleine Divergenz θ angestrebt wird. Aber auch bei dieser Anwendung entstehen Erweiterungsbildpunkte, allerdings erst im Fernfeld in sogenannten Betrachtungszonen. Auf das Prinzip der autostereoskopischen 3D-Darstellung ist unmittelbar anschließend noch näher eingegangen.

[0049] Figur 4 zeigt die Kombination von Auflösungserhöhung und autostereoskopischer 3D-Darstellung. Zu unterschiedlichen Zeitpunkten ändert sich sowohl die Austrittsfläche AF als auch der Winkel γ des emittierten Lichtstrahls. Bei dieser kombinierten Anwendung entstehen

Erweiterungsbildpunkte an der Austrittsfläche des Lichts aus der Anzeigeeinrichtung zur Auflösungserhöhung und es entstehen zusätzliche Erweiterungsbildpunkte in Betrachtungszonen zur Ermöglichung der autostereoskopischen 3D-Darstellung der Bildinformation.

ANZEIGEEINRICHTUNG MIT AUTOSTEREOSKOPISCHER 3D-DARSTELLUNG - TWO-VIEW DISPLAY

[0050] Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung einer LED-Lichtquelle L mit drei LEDs der Grundfarben Rot, Grün und Blau und Bildpunktveränderungsmittel VM für eine autostereoskopische 3D-Darstellung eines Bildpunktes der Bildinformation. Der durchschnittliche Augenabstand eines weiblichen Erwachsenen beträgt $d_e = 6,3$ cm, der eines männlichen Erwachsenen $d_e = 6,5$ cm. Der Durchmesser d_{BZ} einer sogenannten Betrachtungszone BZ einer autostereoskopischen Anzeigeeinrichtung bzw. Displays muss zwangsläufig kleiner als der durchschnittliche Augenabstand d_e sein und wird im Folgenden beispielhaft als $d_{BZ} = 6$ cm angenommen. Bei einem Abstand der drei LEDs der LED-Lichtquelle L (=Pixelabstand) von z.B. $d_{LED} = 3$ mm und einem Betrachtungsabstand von $d = 7,5$ m, beträgt die maximal zulässige Divergenz des von der einzelnen LED der LED-Lichtquelle L inklusive Bildpunktveränderungsmitteln VM emittierten Lichtstrahls somit

$$\theta \approx 2 \tan^{-1} \left(\frac{d_{BZ}}{2d} \right) = 8 \text{ mrad.} \quad (1)$$

[0051] In Figur 6 ist das Prinzip der autostereoskopischen Darstellung von Bildinformation zu sehen. Eine 3D-Lichtquelle 3DL, bestehend aus einer konventionellen LED-Lichtquelle L und Bildpunktveränderungsmitteln VM, das die Bildinformation für das linke Auge LA und das rechte Auge RA ablenkt. Hierbei wird abwechselnd die Bildinformation für das linke Auge LA als Erweiterungsbildpunkt 5 und die Bildinformation für das rechte Auge RA als Erweiterungsbildpunkt 6 dargestellt. Das erforderliche Winkelinkrement $\Delta\gamma$ ergibt sich für obige Parameter zu

$$\Delta\gamma \approx \theta \approx 2 \tan^{-1} \left(\frac{d_{BZ}}{2d} \right) = 8 \text{ mrad.} \quad (2)$$

[0052] Das in Figur 6 dargestellte Prinzip der autostereoskopischen 3D-Darstellung ist als sogenanntes Two-View Display realisiert, welches zwei Betrachtungszonen BZ im Bereich der Erweiterungsbildpunkte 5 und 6 realisiert. Um die Bildinformation zu jedem Zeitpunkt zu den zwei Augen RA und LA eines einzelnen gegebenenfalls bewegten Betrachters zu senden, können Methoden wie z.B. Head Tracking verwendet werden. Hierbei wird die Position des Kopfes des Betrachters kontinuierlich ermittelt und die Ablenkwinkel der Bildpunktveränderungsmittel VM entsprechend angepasst.

ANZEIGEEINRICHTUNG MIT AUTOSTEREOSKOPISCHER 3D-DARSTELLUNG -MULTI-VIEW DISPLAY

[0053] Eine alternative Realisierung der autostereoskopischen Bildwiedergabe ist die Verwendung von mehr als zwei Betrachtungszonen BZ. Derartige Displays werden als Multi-View Displays bezeichnet. Solange sich der Betrachter im Betrachtungsbereich der Breite $d_{BZ \text{ total}}$ befindet, kann dieser ein stereoskopisches Bild wahrnehmen. Bei insgesamt N_{BZ} Betrachtungszonen BZ mit jeweils der Breite d_{BZ} , ergibt sich der gesamte Betrachtungsbereich zu

$$d_{BZ \text{ total}} = N_{BZ} d_{BZ} \quad (1)$$

[0054] Multi-View Displays erzeugen nicht nur eine Stereo-Parallaxe, d.h. unterschiedliche Bilder für beide Augen, sondern auch einen Bewegungs-Parallaxe, d.h. der Betrachter kann sich in dem Bereich der Breite $d_{BZ \text{ total}}$ bewegen und aus jedem Winkel einen anderen Blick auf die dargestellte Szene bekommen.

[0055] Figur 7 zeigt ein Beispiel eines derartigen Multi-View Displays mit $N_{BZ} = 5$ Betrachtungszonen BZ. In Zeitabständen von Δt wird der Ablenkwinkel der Bildpunktveränderungsmittel VM

um das Winkelinkrement $\Delta\gamma$ inkrementiert. Zu jedem Zeitpunkt wird ein anders Bild der dreidimensionalen Szene ausgegeben (im Gegensatz zu lediglich zwei verschiedenen Bildern im Falle des Two-View Displays). Es existieren beim Multi-View Display auch Betrachtungszonen BZ an Orten, an denen sich zu einem gegebenen Zeitpunkt kein Betrachter befindet. Bei hinreichend großer Anzahl N_{BZ} an Betrachtungszonen BZ können mehrere Betrachter gleichzeitig den autostereoskopischen Effekt wahrnehmen im Gegensatz zum Two-View Display, bei dem lediglich ein einzelner Betrachter den Effekt wahrnehmen kann. Das Schaltintervall Δt des Bildpunktveränderungsmittels VM ergibt sich dann bei einer gegebenen Bildwiederholfrequenz R zu

$$\Delta t = \frac{1}{R N_{BZ}}, \quad (2)$$

[0056] Bei dem Multi-View Display gemäß Figur 7 ergibt sich z.B. das Schaltintervall bei $R = 25 \text{ s}^{-1}$ somit zu $\Delta t = 8 \text{ ms}$.

[0057] Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in den Figuren 5 bis 7 jeweils nur eine 3D-Lichtquelle 3DL dargestellt. Figur 8 zeigt das Multi-View Display aus Figur 7 mit insgesamt N_{LED} 3D-Lichtquellen 3DL welche sowohl räumlich als auch zeitlich synchronisiert in Zeitintervallen von Δt Bildinformationen in den N_{BZ} Betrachtungszonen BZ darstellen. Hier sind in Figur 8 aber nur die beiden Zeitpunkte (a) $t = t_0 + 2\Delta t$ sowie (b) $t = t_0 + 3\Delta t$ dargestellt.

[0058] Bisher wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich eindimensionale Betrachtungszonen angenommen. Figur 9 zeigt 3D-Lichtquellen 3DL, welche im Fernfeld zweidimensionale Betrachtungszonen BZ erzeugen. Hier wird der emittierte Lichtstrahl mit Hilfe der Bildpunktveränderungsmittel VM sequenziell sowohl horizontal als auch vertikal abgelenkt. Bei $N_{BZ,x}$ Betrachtungszonen BZ in x -Richtung und $N_{BZ,y}$ Betrachtungszonen BZ in y -Richtung ergibt sich das minimale Schaltintervall somit zu

$$\Delta t = \frac{1}{R N_{BZ,x} N_{BZ,y}}. \quad (3)$$

[0059] Die Betrachtungszonen BZ können auch in Anzahl und Abmessungen in x - und y -Richtung unterschiedlich sein.

[0060] Figur 10 zeigt Beispiele für die sequenzielle Abfolge der Ansteuerung der Betrachtungszonen BZ einer Anzeigeeinrichtung A, die durch ein Multi-View 3D-LED Display gebildet ist. Die Bildpunktveränderungsmittel VM der Anzeigeeinrichtung A enthalten hierfür in der Figur 9 nicht dargestellte Ansteuerungsmittel zur Ansteuerung von Bewegungselementen der Bildpunktveränderungsmittel VM, worauf nachfolgend noch näher eingegangen wird. Erfolgt die Ansteuerung zeilen- bzw. spaltenweise, so sind die benötigten Schaltintervalle Δt_x für Spalten bzw. Δt_y für Zeilen jeweils um einen Faktor $N_{BZ,x}$ bzw. $N_{BZ,y}$ länger.

[0061] In den Figuren 10(a) bis (d) sind Beispiele für die sequenzielle Ansteuerung von $N_{BZ,x} N_{BZ,y} = 5 \cdot 4 = 20$ Betrachtungszonen BZ dargestellt. Nachfolgend angegebene Tabelle 1 listet die benötigten Schaltintervalle für die Sequenzen aus Figur 10 auf. In den mäanderförmigen Sequenzen von Figuren 10(c) und (d) sind weiters die Winkelinkremente beim Zeilen- bzw. Spaltenwechsel minimiert, was vorteilhaft bei der praktischen Realisierung der Anzeigeeinrichtung A ist.

	Δtx	Δty
Figur 10(a)	$\frac{1}{R N_{BZ,x} N_{BZ,y}}$	$\frac{1}{R N_{BZ,y}}$
Figur 10(b)	$\frac{1}{R N_{BZ,x}}$	$\frac{1}{R N_{BZ,x} N_{BZ,y}}$
Figur 10(c)	$\frac{1}{R N_{BZ,x} N_{BZ,y}}$	$\frac{1}{R N_{BZ,y}}$
Figur 10(d)	$\frac{1}{R N_{BZ,x}}$	$\frac{1}{R N_{BZ,x} N_{BZ,y}}$

Tabelle 1

[0062] Es kann erwähnt werden, dass andere Ansteuerungsreihenfolgen als in Figur 10 dargestellt ebenfalls möglich sind. So könnte beispielsweise spiralförmig, diagonal oder in der Art von Lissajous Figuren, welche bei resonanten 2D-Mikroscannerspiegeln vorkommen, verwendet werden.

[0063] Um bei gleichbleibender Fläche des Betrachtungsbereichs die Anzahl an benötigten unterschiedlichen Bildinformationen zu reduzieren, können beispielsweise Betrachtungszonen BZ ganzer Spalten dieselbe Bildinformation in einem Frame der Dauer $\Delta t = 1/R$ wiedergeben. Figur 11 zeigt das Prinzip der Reduzierung der benötigten Anzahl an unterschiedlichen Bildinformationen. Unterschiedliche Grauwerte stehen für unterschiedliche Bildinformationen, die in einer Betrachtungszone BZ während der Zeitdauer eines Frames, d.h. im Zeitintervall $\Delta t = 1/R$, dargestellt werden. Gemäß Figur 11(a) finden sich unterschiedliche Bildinformationen in sämtlichen Betrachtungszonen BZ des Betrachtungsbereichs wohingegen gemäß Figur 11(b) spaltenweise gleiche Bildinformationen dargestellt werden. Um ein dreidimensionales Bild wahrnehmen zu können, muss der Betrachter bei einem Schema wie in Figur 11(b) den Kopf (näherungsweise) senkrecht halten.

ELEMENTE DER BILDPUNKTVERÄNDERUNGSMITTEL VM

[0064] Die Elemente der Bildpunktveränderungsmittel VM lassen sich in drei Kategorien der refraktiven, reflektiven und diffraktiven Strukturen einordnen. In Figur 12 sind die Wirkprinzipien dieser drei Kategorien dargestellt, wobei in Figur 12(a), (d) und (g) refraktive Elemente RE1, in Figur 12(b), (e) und (h) reflektive Elemente RE2 und in Figur 12(c), (f) und (i) diffraktive Elemente DE dargestellt sind. Die Elemente der Figur 12(a) bis (c) fokussieren, die Elemente der Figuren 12(d) bis (f) lenken ab und die Elemente der Figur 12(g) bis (i) teilen die von der Lichtquelle L abgegebenen Lichtstrahlen.

REFRAKTIVE ELEMENTE RE1

[0065] Refraktive Elemente RE1 wirken auf den optischen Strahlengang durch die Brechung an einer Grenzfläche zwischen zwei unterschiedlichen Medien gemäß des Snellius 'sehen Brechungsgesetzes ein. Eine Möglichkeit refraktive Elemente RE1 zu realisieren, ist Gradientenindex-Strukturen zu verwenden, bei denen der Brechungsindex eine Funktion der lateralen Koordinaten ist. Eine alternative Möglichkeit ist es Strukturen mit einem Oberflächenprofil zu verwenden, z.B. eine gewöhnliche Linse. In Figur 13 sind zwei Beispiele für Ausführungsformen von refraktiven Elementen RE1 des Bildpunktveränderungsmittels VM dargestellt: (a) plan-konvexe Sammellinse und (b) plan-konvexe Fresnel-Linse.

REFLEKTIVE ELEMENTE RE2

[0066] Reflektive Elemente beeinflussen den Strahlengang entsprechend des Reflexionsgesetzes.

DIFFRAKTIVE ELEMENTE DE

[0067] Diffraktive Elemente beeinflussen den Strahlengang auf der Grundlage der Beugung bedingt durch Periodizität der Struktur des Elementes des Bildpunktveränderungsmittels VM. Generell sind die Eigenschaften diffraktiver Strukturen wesentlich stärker von der Wellenlänge des einfallenden Lichts abhängig. Sie sind somit bei der Verwendung von relativ breitbandigem Licht konventioneller LEDs (z.B. Bandbreite $B \approx 30$ nm) nur bedingt geeignet. Bei schmalbandigem Licht von Lasern oder speziellen LED Strukturen wie z.B. SLDs oder RCLEDs stellen diffraktive Elemente DE eine meist kostengünstige Alternative zu refraktiven Elementen RE1 bzw. reflektiven Elementen RE2 dar bzw. können als Ergänzung zu selbigen verwendet werden.

MIKROBLENDEN UND MIKROVERSCHLÜSSE

[0068] Mit Hilfe der vorstehend beschriebenen Elemente der Bildpunktveränderungsmittel lassen sich Mikrospiegel sowie Mikrolinsen realisieren. Weitere Elemente des Bildpunktveränderungsmittels VM können Mikroblenden sein, welche die räumliche Ausdehnung von Strahlenbündeln begrenzen können, sowie Mikroverschlüsse sein, welche Licht je nach Ansteuerung blockieren oder durchlassen können.

VERBESSERUNG DER EIGENSCHAFTEN DER ELEMENTE DES BILDPUNKTVERÄNDERUNGSMITTELS VM

REDUZIERUNG CHROMATISCHER ABERRATION

[0069] Chromatische Aberration ist ein Abbildungsfehler optischer (Mikro-) Linsen, der durch die Wellenlängenabhängigkeit des Brechungsindex des refraktiven Materials, auch Dispersion genannt, entsteht. Licht unterschiedlicher Wellenlänge wird unterschiedlich stark gebrochen und somit weist die Linse für unterschiedliche Wellenlängen unterschiedliche Brennweiten auf. Chromatische Aberration kann durch die Kombination mehrerer Linsen unterschiedlicher Materialien verringert werden. Eine grüne LED hat beispielsweise eine FWHM (full width at half maximum) Bandbreite von $B \approx \lambda_2 - \lambda_1 = 540$ nm - 510 nm = 30 nm. Werden die beiden stärksten voneinander abweichenden Wellenlängen, d.h. λ_1 und λ_2 , zusammengeführt, spricht man von einer achromatischen Korrektur. Wird weiters die Mittenwellenlänge λ_c mit λ_1 und λ_2 zusammengeführt, spricht man von einer apochromatischen Korrektur. Figur 14 zeigt schematisch die Funktionsweise von (a) chromatischer, (b) achromatischer und (c) apochromatischer Korrektur. Die Verringerung von chromatischer Aberration führt auch zu einer Verringerung der Divergenz θ aus Gleichung (1).

REDUZIERUNG DER ANSTIEGSDISTANZ

[0070] In Figur 15 ist die Intensität I im Abstand d von der Lichtquelle L als Funktion der lateralen Ortskoordinate x dargestellt. Im Allgemeinen werden die räumlichen Intensitätsverteilungen der einzelnen Betrachtungszonen BZ überlappen. Ein wichtiger Parameter der 3D-Lichtquelle 3DL ist die sogenannte Anstiegsdistanz d_R , welche hier - mehr oder weniger willkürlich - als Distanz zwischen den beiden Orten, an denen die Intensität 10% bzw. 90% des Maximums annimmt, definiert ist. Die Breite d_{BZ} einer Betrachtungszone BZ ist hier als Distanz jener beiden Orte definiert, in denen die beiden räumlichen Intensitätsverteilungen benachbarter Betrachtungszonen BZ dieselben Werte annehmen.

[0071] Die Anstiegsdistanz d_R für eine ausreichende räumliche Trennung kann z.B. durch folgende Maßnahme verbessert werden. Es lässt sich zeigen, dass die räumliche Amplitudenverteilung im Fernfeld eines optischen Feldes die Fourier-Transformation des Nahfeldes ist. Um die Anstiegsdistanz d_R im Fernfeld zu verringern - wodurch eine bessere räumliche Trennung von Bildinformation für linkes und rechtes Auge erzielt wird - kann die optische Feldverteilung im Nahfeld durch ein Filter bewusst modifiziert werden.

[0072] Figur 16 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines solchen Filters in der Form eines Amplitu-

denformungsfilter AFF. An hellen Stellen wird Licht transmittiert, an dunklen Stellen absorbiert. Hier ist die radiale Transmittanzfunktion

$$T = \sin c \left(\frac{\pi r}{\rho} \right) = \frac{\sin \left(\frac{\pi r}{\rho} \right)}{\frac{\pi r}{\rho}}, \quad (1)$$

[0073] wobei r die radiale Koordinate und ρ der Radius der ersten Nullstelle der Transmittanzfunktion T ist. Die Fernfeldausbreitung Fourier-transformiert das Nahfeld, was im Idealfall zu einer räumlichen Rechteckfunktion des Fernfeldes führt. Figur 17 zeigt einen Aufbau einer 3D-Lichtquelle 3DL bestehend aus einer Lichtquelle L , Bildpunktveränderungsmitteln VM sowie einem Amplitudenformungsfilter AFF .

[0074] Das Amplitudenformungsfilter AFF funktioniert, ähnlich wie diffraktiven Elemente DE des Bildpunktveränderungsmittels VM , bei dem relativ breitbandigem Licht von konventionellen LEDs nur bedingt. Derartige Filter können jedoch sehr wohl bei alternativen, schmalbandigen Lichtquellen wie z.B. Lasern oder speziellen LED Strukturen wie SLDs oder RCLEDs verwendet werden.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE UNTERSCHIEDLICHER BILDPUNKTVERÄNDERUNGSMITTEL VM

UNBEWEGLICHE LICHTQUELLE L MIT BEWEGLICHEN BILDPUNKTVERÄNDERUNGSMITTELN VM

[0075] Figur 18 zeigt mehrere Ausführungsbeispiele einer unbeweglichen Lichtquelle L mit beweglichen Spiegeln bzw. Reflektoren BR , unbeweglichen Spiegeln bzw. Reflektoren UR sowie Linsen LI , die Bildpunktveränderungsmittel bilden. Die Beispiele zeigen jeweils zwei Positionen (Pos. 1 zum Zeitpunkt $t = t_0$ und Pos. 2 zu einem späteren Zeitpunkt $t = t_0 + \Delta t$). Durch Verkippung der Spiegel in unterschiedlichen Winkeln und/oder verschiedenen Achsen (z.B. vertikal und horizontal) sind jedoch auch mehr als nur zwei Positionen möglich, die die Realisierung von mehr als nur zwei Erweiterungsbildpunkten ermöglichen.

[0076] Figur 18(a) zeigt einen im Bezug auf den Betrachter vor der Lichtquelle L angeordneten unbeweglichen Reflektor UR und einen hinter der Lichtquelle L angeordneten beweglichen Spiegel bzw. Reflektor BR (z.B. Mikro-Spiegel), der das Licht - abhängig von der aktuellen Position des Reflektors BR - in zwei verschiedene Richtungen ablenkt. Die Zuspiegelung der Bildinformation des Bildpunktes erfolgt, wie bereits erwähnt, im Zeitmultiplex, um immer die richtige Bildinformation für jeden Erweiterungsbildpunkt (virtuellen Pixel) zur Verfügung zu haben.

[0077] In den Figuren 18(b) und (c) sind Bildpunktveränderungsmittel in einer Ausführungsform von Reflektoren BR dargestellt, welche an ein Cassegrain-Teleskop angelehnt ist, um eine bessere Richtwirkung des ausgestrahlten Lichts zu erzielen. Auch andere Ausführungsformen wie z.B. angelehnt an einen Schiefspiegler oder ein Periskop (Figur 18(d), Figur 18(i)) bzw. andere Formen von Reflektoren (z.B. Retroreflektoren) können ebenfalls zum Einsatz kommen. In den Figuren 18(e) bis (h) und Figur 18(j) sind diverse Ausführungsformen mit Mikrolinsen LI dargestellt.

[0078] Figur 19 zeigt weitere Ausführungsbeispiele mit unbeweglichen Lichtquellen L und beweglichen 2D Reflektoren BR (Mikrospiegeln) sowie unbeweglichen Linsen LI (Mikrolinsen). Die beweglichen 2D Reflektoren BR sind in zwei zueinander orthogonalen Achsen verkippbar, wodurch der von der zugehörigen Lichtquelle L (rote LED LED-R, grüne LED LED-G, blaue LED LED-B) emittierte Strahl in zwei Richtungen abgelenkt werden kann. Kantenemittierende (engl.: edge-emitting) Lichtquellen L sind in Figuren 19(a) und (c) dargestellt. Oberflächenemittierende (engl.: surface-emitting) Lichtquellen L , dargestellt in den Figuren 19(b) und (d), benö-

tigen in diesen Ausführungsbeispielen einen zusätzlichen unbeweglichen Reflektor UR (Mikrospiegel), welcher den emittierten Lichtstrahl in die Horizontale ablenkt. Die in den Figuren 19(c) und (d) dargestellten Bildpunktveränderungsmittel VM weisen weiters transparente Fenster TF auf.

[0079] Figur 20 zeigt Ausführungsbeispiele der 3D-Lichtquelle 3DL mit einem Element, welches die drei emittierten Lichtstrahlen (rot, grün und blau) kombiniert (Strahlkombinierer SK) und anschließend auf einen einzigen beweglichen Reflektor BR (2D-Mikrospiegel) lenkt. Figuren 20(a) und (c) zeigen kantenemittierende Lichtquellen, Figuren 20(b) und (d) zeigen oberflächenemittierende Lichtquellen L mit zusätzlichen unbeweglichen Reflektoren UR (Mikrospiegeln) zur Strahlumlenkung in die Horizontale.

[0080] Figur 21 zeigt weitere Ausführungsbeispiele einer 3D-Lichtquelle 3DL mit einem beweglichen Reflektor BR und keinem Strahlkombinierer SK. In Figur 21(a) treffen die drei emittierten Lichtstrahlen in unterschiedlichen Winkeln auf den beweglichen Reflektor BR. In dem Ausführungsbeispiel aus Figur 21(b) wird ein großer beweglicher Reflektor BR verwendet, der alle drei emittierten Lichtstrahlen reflektiert, welche im selben Winkel auftreffen.

BEWEGLICHE LICHTQUELLE L MIT BEWEGLICHEN BILDPUNKTVERÄNDERUNGSMITTELN VM

[0081] In Anlehnung an Figur 18 zeigt Figur 22 Ausführungsbeispiele, bei denen die 3D-Lichtquelle 3DL selbst beweglich angeordnet ist. Das heißt, dass alle Elemente der 3D-Lichtquelle 3DL, also die Lichtquelle L und gegebenenfalls inklusive Reflektoren BR und UR sowie Linsen, feststehend relativ zueinander montiert werden, während aber die ganze 3D-Lichtquelle 3DL relativ zum Bildschirm beweglich gelagert wird.

VERSCHLÜSSE BZW. MIKROVERSCHLÜSSE ZUM ABDECKEN DES LICHTSTRAHLS

[0082] Figur 23 illustriert eine weitere mögliche Erweiterung des Konzepts. Hier werden bewegliche (Mikro-) Verschlüsse BV und/oder bewegliche (Mikro-) Reflektoren BR dazu eingesetzt Licht, welches von der Lichtquelle L ausgesendet wird, abzublocken. Figur 23(a) zeigt eine unbewegliche Lichtquelle L vor dem bewegliche Verschlüsse BV angeordnet sind, welche sich im Zeitmultiplexverfahren öffnen und schließen und so den Lichtaustritt aus der Lichtquelle L an unterschiedlichen Stellen erlauben. Figuren 23(b) bis (c) bedienen sich der bereits diskutierten Teleskopbauweise, wobei Teile der Teleskopspiegel auch dazu verwendet werden, den Lichtaustritt an nicht gewünschten Stellen abzublocken. Figur 23(d) zeigt eine Kombination aus mehreren beweglichen Reflektoren BR, welche sowohl dazu verwendet werden das Licht in die gewünschte Richtung zu lenken, als auch es zu entsprechenden Zeitpunkten abzublocken. All diese Ausführungsbeispiele können natürlich noch mit anderen optischen Elementen wie z.B. Linsen kombiniert werden.

ALTERNATIVE LICHTQUELLEN L

[0083] Die angeführte Lichtquelle L muss mitunter nicht durch eine oder mehrere LEDs aufgebaut sein. Alternativ können auch andere Lichtquellen wie z.B. RCLEDs, SLDs oder Laser verwendet oder miteinander kombiniert werden. Auch eine Einkopplung des Lichts in einen optischen Wellenleiter, welcher auch einen Teil der Bildpunktveränderungsmittel darstellen kann, ist denkbar.

RCLEDs

[0084] Resonant-cavity LEDs (RCLEDs) verwenden einen optischen Resonator, um, verglichen mit konventionellen LEDs, sowohl die Divergenz als auch die Bandbreite des emittierten Lichtstrahls zu verringern.

SLDS

[0085] Bei sogenannte superlumineszenten LEDs (SLDs oder SLEDs) werden Photonen, wel-

che durch spontane Emission emittiert werden, durch stimulierte Emission verstärkt (ASE; Amplified Spontaneous Emission). SLDs haben eine wesentlich geringere zeitliche Kohärenz als Laser, weshalb in dem von den 3D-Lichtquellen 3DL dargestellten Bild keine sogenannten „Speckles“ auftreten. Unter „Speckles“ versteht man eine fleckenhafte räumlich Intensitätsverteilung von kohärentem Licht, welche durch konstruktive sowie destruktive Interferenz des Lichts entsteht. Der aufgrund von Szintillation sich räumlich und zeitlich ändernden Brechungsindex in der Atmosphäre kann beispielsweise ein Grund für derartige Interferenzerscheinungen sein. Die Bandbreite des emittierten Lichts ist geringer als jene von konventionellen LEDs, jedoch wesentlich höher als bei Lasern. Die Divergenz des emittierten Lichtstrahls ist vergleichbar mit jener von Lasern. Aufgrund dieser Eigenschaften sind SLDs besonders gut für den Einsatz als Lichtquelle der hier beschriebenen 3D-Lichtquelle 3DL geeignet.

LASER

[0086] Die vorstehend beschriebene Veränderung der Richtcharakteristik im Zeitmultiplexverfahren ist nicht nur für LEDs, sondern auch für (Halbleiter-) Laser realisierbar. Aufgrund der Monochromasie von Lasern, ist eine geringere Divergenz und somit eine größere Betrachtungsdistanz als bei konventionellen LEDs erreichbar.

OPTISCHE WELLENLEITER

[0087] Es ist ebenfalls möglich das Ausgangsfeld eines optischen Lichtwellenleiters mit Hilfe eines Bildpunktveränderungsmittels VM im Zeitmultiplexverfahren in unterschiedlichen Richtungen abzulenken. In Figur 24 ist eine mögliche Realisierung dargestellt, bei der eine horizontale Verschiebeeinrichtung HVE und eine vertikale Verschiebeeinrichtung VVE verwendet werden, um die Richtung des von einem aus Wellenleitermantel WLM und Wellenleiterkern WLK bestehenden Wellenleiter emittierten Lichtkegels LK zu beeinflussen.

ALTERNATIVE TECHNIKEN ZUR MODIFIZIERUNG DER RICHTCHARAKTERISTIK

BRECHUNGSINDEXPROFIL EINES WELLENLEITERS

[0088] Bei der Verwendung des Ausgangsfeldes eines optischen Lichtwellenleiters als Eingangsfeld des Bildpunktveränderungsmittels VM kann die Richtcharakteristik nicht nur durch Mikrolinsen, -spiegel, -verschlüssen sowie -blenden modifiziert werden, sondern auch durch eine Veränderung des Brechungsindexprofils des Wellenleiters.

MICRO-PHASED-ARRAY-ANTENNA

[0089] Eine weitere Alternative zur räumlich sehr fein aufgelösten Modifizierung der Richtcharakteristik ist ein eine Micro-Phased-Array-Antenna (MPAA), welche ein Array von mehreren optischen „Antennen“ verwendet. Die Richtcharakteristik kann durch Veränderung der relativen Phasendifferenz der optischen Felder, welche von den einzelnen Antennen emittiert werden, verändert werden. Da definierte Phasenfronten nur bei monochromatischem Licht existieren, werden die Lichtquellen der einzelnen optischen Antennen z.B. durch (Halbleiter-)Laser gebildet.

ALTERNATIVE ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN

ANZEIGEEINRICHTUNG ALS 3 D-LED BREMSLICHT

[0090] Glühlampen in Bremslichtern diverser Kraftfahrzeugstypen werden heutzutage zunehmend durch LEDs ersetzt, da diese im Allgemeinen eine höhere Lebensdauer sowie einen höheren Wirkungsgrad aufweisen. Die in diesem Dokument erläuterte 3D-Lichtquelle 3DL kann auch dazu verwendet werden, ein dreidimensionales, autostereoskopisches Warnsymbol darzustellen, welches den Lenker eines Fahrzeugs KFZ 2 hinter einem Fahrzeug KFZ 1 mit dem 3D-LED Bremslicht warnt. Auf diese Art und Weise kann die Gefahr von Auffahrunfällen reduziert werden. Beispielsweise könnte das Wort „ACHTUNG“, „LANGSAM“, „STOP“ oder aber

auch Symbole wie „!“ als autostereoskopisches Warnsymbol als Bildinformation dargestellt werden.

[0091] Figur 25 zeigt die Funktionsweise des 3D-LED Bremslichtes BL schematisch. Eine mögliche Implementierung kann z.B. die Ausprägtheit des autostereoskopischen Effekts an die Bremsstärke des Lenkers von Fahrzeug KFZ 1 anpassen. Das 3D-Warnsymbol könnte so z.B. dem Lenker von Fahrzeug KFZ 2 bei einem abrupten Bremsmanöver des Lenkers von Fahrzeug KFZ 1 als 3D-Warnsymbol WS visuell „entgegenkommen“. Es ist auch denkbar eine solche Anzeige in anderen Größen und/oder an anderen Stellen eines KFZ anzubringen, um Warnungen und Anzeigen in Abhängigkeit von vom Fahrzeug gelieferten Daten dreidimensional abzusetzen. Gemäß dem in Figur 25 dargestellten Ausführungsbeispiel kann das 3D Warnsymbol WS (a) durch eine mit 3D-Lichtquellen aufgebaute Anzeige in nur einem Bremslicht BL oder (b) durch am Fahrzeug verteilt angeordnete Anzeigen aus 3D-Lichtquellen ausgesendet werden. Unterschiedliche Betrachtungszonen BZ können dabei im Zeitmultiplex von zumindest einer 3D-Lichtquelle ausgeleuchtet werden. In Figur 25(b) wird beispielsweise eine Betrachtungszone BZ zum Zeitpunkt $t = t_0$ und eine weitere zum Zeitpunkt $t = t_0 + \Delta t$ dargestellt. Es kann auch je nach Stärke des Bremsmanövers das Warnsymbol WS nur des einen oder beider Bremslichter BL des Fahrzeugs KFZ 1 dem Fahrer des Fahrzeugs KFZ 2 in Betrachtungszonen BZ angezeigt werden.

[0092] Der 3D-Effekt entsteht gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 25 in den Betrachtungszonen BZ und ist somit innerhalb einer gewissen Bandbreite von der Entfernung des Betrachters zu dem Fahrzeug KFZ1 abhängig. Das heißt, dass der Fahrer des Fahrzeugs KFZ2 bei einer großen Entfernung des Fahrzeugs KFZ1 zu dem Fahrzeug KFZ2 den 3D-Effekt des Warnsymbols WS noch nicht sieht. Erst in einem Abstand zu dem Fahrzeug KFZ1, zu dem der Fahrer des Fahrzeugs KFZ2 tatsächlich unbedingt bremsen sollte, wird die Aufmerksamkeit des Fahrers KFZ2 durch die dreidimensionale Darstellung des 3D Warnsymbols WS geweckt. Die Bremslichter BL könnten die Entfernung der Betrachtungszonen BZ zu dem Fahrzeug KFZ1 der Geschwindigkeit des Fahrzeugs KFZ1 und somit dem für die Geschwindigkeit nötigen Sicherheitsabstand zwischen den Fahrzeugen KFZ1 und KFZ2 anpassen.

ADAPTIVE BELEUCHTUNG

[0093] LEDs, welche für allgemeine Beleuchtungszwecke eingesetzt werden, könnten mit Hilfe der in diesem Dokument erläuterten Bildpunktveränderungsmittel VM verwendet werden, um eine adaptive Beleuchtung zu realisieren. Die Bildpunktveränderungsmittel VM ermöglichen es Charakteristika, wie z.B. Richtung, räumliche Intensitätsverteilung im Fernfeld, Divergenz, Leistungsverbrauch, etc. adaptiv zu verändern. Beispielsweise kann somit eine LED Deckenbeleuchtung entwickelt werden, welche lediglich jene Teile eines Raumes beleuchtet, in denen sich zu einem gegebenen Zeitpunkt Personen aufhalten. Durch eine adaptiv verringerbare Divergenz kann somit bei gleichbleibender Intensität im gewünschten räumlichen Zielbereich der Leistungsverbrauch ebenfalls adaptiv verringert werden.

[0094] Aufgrund der hohen Flexibilität, die eine derartige adaptive Beleuchtung bietet, ist z.B. die Bühnenbeleuchtung eines der möglichen Anwendungsgebiete. Die adaptive Bühnenbeleuchtung mit 3D-Lichtquellen 3DL ermöglicht es, eine wesentlich höhere Anzahl an unterschiedlichen visuellen Effekten zu erzeugen, als dies mit konventioneller Bühnenbeleuchtung möglich wäre.

ADAPTIVES SMART LIGHTING

[0095] Smart Lighting bezeichnet eine Technologie zur drahtlosen optischen Kommunikation mit Hilfe von LEDs. Die LEDs werden hierbei oft gleichzeitig als Deckenbeleuchtung und Transmitter von Daten eingesetzt. Durch eine hinreichend rasche Modulation der LEDs ist das menschliche Auge nicht im Stande eine zeitliche Intensitätsänderung wahrzunehmen.

[0096] Die in diesem Dokument erläuterten Methoden zur räumlichen Ablenkung von Licht im Zeitmultiplexverfahren erlauben es eine adaptive Fokussierung zu realisieren, welche sowohl

die Empfangsleistung - und somit die erzielbare Datenrate - als auch die Abhörsicherheit eines Smart Lighting Systems erhöhen kann.

[0097] Figur 26 zeigt einen Vergleich von konventionellem und adaptivem Smart Lighting mit mehreren Bildpunktveränderungsmitteln VM. Die optische Kommunikation wird zwischen den Lichtquellen L, die Sender SE bilden, und einem Empfänger EM hergestellt, wobei in Figur 26(b) zusätzlich Bildpunktveränderungsmittel VM vorgesehen sind, um das von den Lichtquellen L abgegebene Licht auf den Empfänger EM zu bündeln. In Figur 26(b) ist die Empfangsleistung wesentlich höher als jene in Figur 26(a), was eine Kommunikation mit einer höheren Datenrate erlaubt. Auch hybride adaptive Smart Lighting Systeme sind realisierbar.

[0098] Figur 27 zeigt, dass die 3D-Lichtquellen 1, 4 und 7 verwendet werden, um eine möglichst homogene Raumbelichtung zu erzielen, während die 3D-Lichtquellen 2, 3, 5, 6 und 8 auf den Empfänger EM „fokussiert“ sind, um die Empfangsleistung zu erhöhen. Als „Bildinformation“ ist in diesen Smart Lighting Systemen die Kennzeichnung individueller Zonen der Datenübertragung durch das Aussenden von unterschiedlichen Farben oder 3D Symbolen für den Benutzer zu verstehen. Farben des Lichts der Anzeigeeinrichtung A oder ausgesandte 3D Symbole können hierbei Zonen kennzeichnen, in denen der Benutzer seinen Empfänger EM 1, EM2 oder EM3 platzieren kann, um eine optische Kommunikation - welche auch über die 3 D-Lichtquellen läuft - mit der Sendeeinrichtung SE zu ermöglichen.

[0099] Figur 28 zeigt ein Adaptives Smart Lighting System mit drei Empfängern EM1, EM2 und EM3, welche im Zeitmultiplex-Verfahren Daten vom Sender SE empfangen. Zum Zeitpunkt (a) $t = t_0$, (b) $t = t_0 + \Delta t$ und (c) $t = t_0 + 2\Delta t$ werden Daten mit Hilfe der Bildpunktveränderungsmittel VM zu Empfänger EM1, EM2 sowie EM3 übertragen. Es können statt LEDs als Lichtquellen L auch (Halbleiter-) Laser eingesetzt werden („Optical Wireless“), welche es im Allgemeinen erlauben Daten mit höherer Datenrate zu übertragen. Aufgrund der geringen Divergenz der Laserstrahlen lassen sich besonders abhörsichere Übertragungstrecken realisieren.

[00100] MEMS integrierte Schaltkreise sind dem Fachmann beispielsweise aus dem Fachgebiet der Audiotechnik bekannt und werden beispielsweise zur Realisierung eines Mikrofons in einem integrierten Schaltkreis verwendet. Die Verwendung dieser MEMS Technologie, um Bewegungselemente zum Ablenken von Licht einer Lichtquelle zu realisieren ist besonders vorteilhaft.

[00101] Es kann erwähnt werden, dass erfindungsgemäße Anzeigeeinrichtungen in einer Vielzahl unterschiedlichster Produkte Anwendung finden können. Durch die Vervielfachung der von der Lichtquelle durch die Bildpunktveränderungsmittel abgegebenen Bildpunkte, sowie durch die Ablenkung bzw. Bündelung des abgegebenen Lichts, lassen sich unterschiedlichste neue Anwendungen realisieren.

Patentansprüche

1. Anzeigeeinrichtung (A) zur Anzeige einer Bildinformation, die aus zumindest einem oder einer Mehrzahl von Bildpunkten zusammengesetzt und mit einer Bildwiederholffrequenz (R) veränderbar ist, mit zumindest einer Lichtquelle (L) zur Erzeugung eines Bildpunkts der Bildinformation, **dadurch gekennzeichnet**, dass pro Bildpunkt der Bildinformation Bildpunktveränderungsmittel (VM) vorgesehen sind, die Bewegungselemente (BR, BV, LI, L) aufweisen, die mit zumindest der Bildwiederholffrequenz (R) in der Anzeigeeinrichtung (A) beweglich angeordnet sind, und die zum selektiven Ablenken und/oder Abdecken des von der zumindest einen Lichtquelle (L) abgegebenen Lichts für den Betrachter (LA, RA) der Anzeigeeinrichtung (A) ausgebildet sind, um je Lichtquelle (L) der Anzeigeeinrichtung (A) zumindest die doppelte Anzahl an Bildpunkten als Erweiterungsbildpunkte (1,2,3,4,5,6) zur Anzeige der Bildinformation zu erzeugen, wobei das von der zumindest einen Lichtquelle (L) abgegebene Licht mit zumindest der doppelten Bildwiederholffrequenz (R) als Lichtquellenfrequenz (f_L) verändert wird.
2. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegungselemente zumindest einen in einer Richtung und vorzugsweise in zwei Richtungen beweglichen Spiegel (BR) je Lichtquelle (L) aufweisen, der zum Ablenken der Richtung und somit zum Verändern der Anzeigeposition des von der Lichtquelle (L) abgegebenen Lichts für den Betrachter (LA, RA) der Anzeigeeinrichtung (A) ausgebildet ist.
3. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegungselemente zumindest einen beweglichen Verschluss (BV) je Lichtquelle (L) aufweisen, der zum Abdecken zumindest eines Teils des von der Lichtquelle (L) abgegebenen Lichts für den Betrachter (LA, RA) der Anzeigeeinrichtung (A) ausgebildet ist.
4. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildpunktveränderungsmittel (VM) zumindest zwei Spiegel (BR) je Lichtquelle (L) aufweisen, die entsprechend einer der folgenden Anordnungsvarianten angeordnet sind: Schiefspiegler; Cassegrain-Teleskop; Periskop; Retroreflektor.
5. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildpunktveränderungsmittel (VM) zumindest einen Spiegel (BR) je Lichtquelle (L) aufweisen, der entsprechend einer der folgenden Ausführungsvarianten ausgebildet ist: konkav; konvex; paraboloid; retroreflektierend.
6. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Lichtquelle (L) durch eine der folgenden Ausführungsvarianten gebildet ist: Laser; LED; superlumineszente LED; Resonant-cavity LED.
7. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erzeugung der drei Grundfarben mit der Lichtquelle (L) eine der folgenden Ausführungsvarianten in der Anzeigeeinrichtung realisiert ist: drei separate Laser; Realisierung zumindest einer Grundfarbe durch den Effekt der Frequenzverdopplung; Realisierung zumindest einer Grundfarbe durch den Effekt der Lumineszenz-Konversion.
8. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Lichtquelle (L) zumindest eine Photodiode (PD) zur Messung der optischen Ausgangsleistung der Lichtquelle (L) aufweist und insbesondere, dass die Lichtquelle (L) zumindest eine Laserdiode (LD) aufweist, an deren Rück-Facette die Photodiode (PD) die optische Ausgangsleistung der Laserdiode (LD) an deren Front-Facette bestimmt, und wobei insbesondere die Flächennormale der aktiven Fläche der Photodiode (PD) bezogen auf die optische Achse der Laserdiode (LD) schräg angeordnet ist.
9. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegungselemente durch das Aufbringen einer elektrischen Ladung in ihrer Position veränderbar und insbesondere als MEMS Mikrosysteme realisiert sind.

10. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtquelle (L) als Bewegungselement beweglich in der Anzeigeeinrichtung (A) angeordnet ist.
11. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildpunktveränderungsmittel (VM) zumindest eine Mikro-Linse (LI, FAC je Lichtquelle (L) aufweisen, die insbesondere als Bewegungselement beweglich in dem Strahlengang des von der Lichtquelle (L) abgegebenen Lichts angeordnet ist.
12. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei unterschiedliche Farben abstrahlende Lichtquellen, insbesondere drei Laserdioden (LD) vorgesehen sind, und dass jede Lichtquelle in einer anderen Distanz zwischen einer Front-Facette der Lichtquelle und der Mikro-Linse (LI) angebracht ist, um den wellenlängenabhängigen Brechungsindex der MikroLinse (LI, FAC) zu kompensieren.
13. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mikro-Linse durch eine FAC-Linse (FAC) zur Kollimierung des von der Lichtquelle emittierten Lichts in der schnellen Achse (FA) gebildet ist, und dass die Mikro-Linse insbesondere auch als eine SAC-Linse (SAC) zur Kollimierung des von der Lichtquelle emittierten Lichts in der langsamen Achse (SA) ausgebildet ist.
14. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildpunktveränderungsmittel (VM) zumindest einen Diffusor (D) zum Vergrößern des Divergenzwinkels (θ) des von den Lichtquellen (L) abgegebenen Lichts aufweist.
15. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildpunktveränderungsmittel (VM) zumindest einen Beamsplitter (BS) und insbesondere eine Zerstreuungslinse zum Vergrößern des Betrachtungsbereichs der Anzeigeeinrichtung aufweist.
16. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildpunktveränderungsmittel (VM) als Bewegungselement einen Lichtwellenleiter (WLK, WLM) je Lichtquelle (L) in dem Strahlengang des von der Lichtquelle (L) abgegebenen Lichts aufweisen, und dass eine Verschiebeeinrichtung (HVE, VVE) der Bildpunktveränderungsmittel zum Verschieben des der Lichtquelle (L) abgewandten Endes des Lichtwellenleiters (WLK, WLM) ausgebildet ist.
17. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerungsmittel zum Positionieren der Bewegungselemente (BR, BV, LI, L) aufeinander abfolgend in die N Positionen ausgebildet sind, um eine X-fach höhere Auflösung der Anzeigeeinrichtung entlang der ersten Achse und eine Y-fach höhere Auflösung der Anzeigeeinrichtung entlang der zweiten Achse zu erreichen.
18. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass Ansteuerungsmittel der Bewegungselemente (BR, BV, LI, L) vorgesehen sind, die zur Erzielung eines autostereoskopischen 3 D-Effekts in einer Anzahl von N_{BZ} Betrachtungszonen (BZ) in einem Betrachtungsabstand (d) vor der Anzeigeeinrichtung (A) zum Positionieren der Bewegungselemente mit zumindest der Bildwiederholfrequenz (R) in N_{BZ} unterschiedliche Positionen der N_{BZ} Betrachtungszonen (BZ) ausgebildet sind, wobei die Breite jeder Betrachtungszone (BZ) kleiner als der durchschnittliche Augenabstand (d_e) eines Betrachters ist und wobei die Bildinformation für das linke und das rechte Auge für den Betrachter in benachbarten Betrachtungszonen (BZ) als Erweiterungsbildpunkte (5, 6) dargestellt werden.
19. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerungsmittel die Bewegungselemente (BR, BV, LI, L) derart ansteuern, dass die N_{BZ} Betrachtungszonen (BZ) nach einer der folgenden Ausführungsvarianten seriell und immer wiederkehrend durchlaufen werden: Zeile nach Zeile; Spalte nach Spalte; mäanderförmig; diagonal; spiralförmig; nach Art einer Lissajous Figur.

20. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerungsmittel die Bewegungselemente und Lichtquellen (L) derart ansteuern, dass die Bewegungselemente im Wesentlichen kontinuierlich abgelenkt sich ebenfalls kontinuierlich ändernde Bildinformation in Betrachtungszonen (BZ) abgeben.
21. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerungsmittel zusätzlich zum Ansteuern der Bewegungselemente (BR, BV, LI, L) gemäß Anspruch 17 ausgebildet sind, um die Auflösung der Anzeigeeinrichtung bei gleichzeitiger Erzielung des autostereoskopischen 3D-Effekts zu erhöhen.
22. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzeigeeinrichtung konkav oder konvex gekrümmt ausgebildet ist.
23. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzeigeeinrichtung zum Anzeigen unterschiedlicher Bildinformationen in unterschiedlichen Content Zonen (CZ1, CZ2, CZ3) und insbesondere zum adaptiven Ändern der Position der Content Zonen (CZ1, CZ2, CZ3) ausgebildet ist.
24. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzeigeeinrichtung zur Hintergrundbeleuchtung eines Bildschirms, insbesondere eines LCD Bildschirms ausgebildet ist.
25. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzeigeeinrichtung als Bremslicht (BL) eines ersten Fahrzeuges (KFZ 1) vorgesehen ist, und dass die Bewegungselemente zum Ablenken der Richtung des von der Lichtquelle abgegebenen Lichts in Richtung der Fahrerposition eines nachfolgenden zweiten Fahrzeuges (KFZ 2), insbesondere abhängig von der Bremsintensität des ersten Fahrzeuges (KFZ 1) und/oder Wetter-, Licht, und Umgebungs- und Fahrbedingungen, angesteuert werden.
26. Anzeigeeinrichtung (A) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzeigeeinrichtung als Sender (SE) zum Senden von dem von einer oder mehreren Lichtquelle ausgesendeten Lichtstrahl aufmodulierten Daten an einen Empfänger (EM) ausgebildet ist, wobei die Bewegungselemente insbesondere zum Ablenken des von der Lichtquelle abgegebenen Lichts zum Empfänger (EM) hin ausgebildet sind.

Hierzu 14 Blatt Zeichnungen

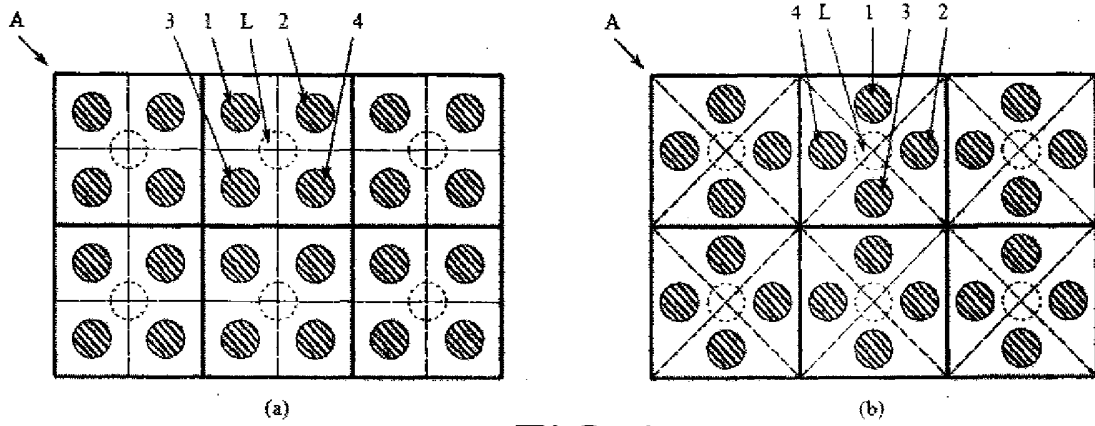


FIG. 1

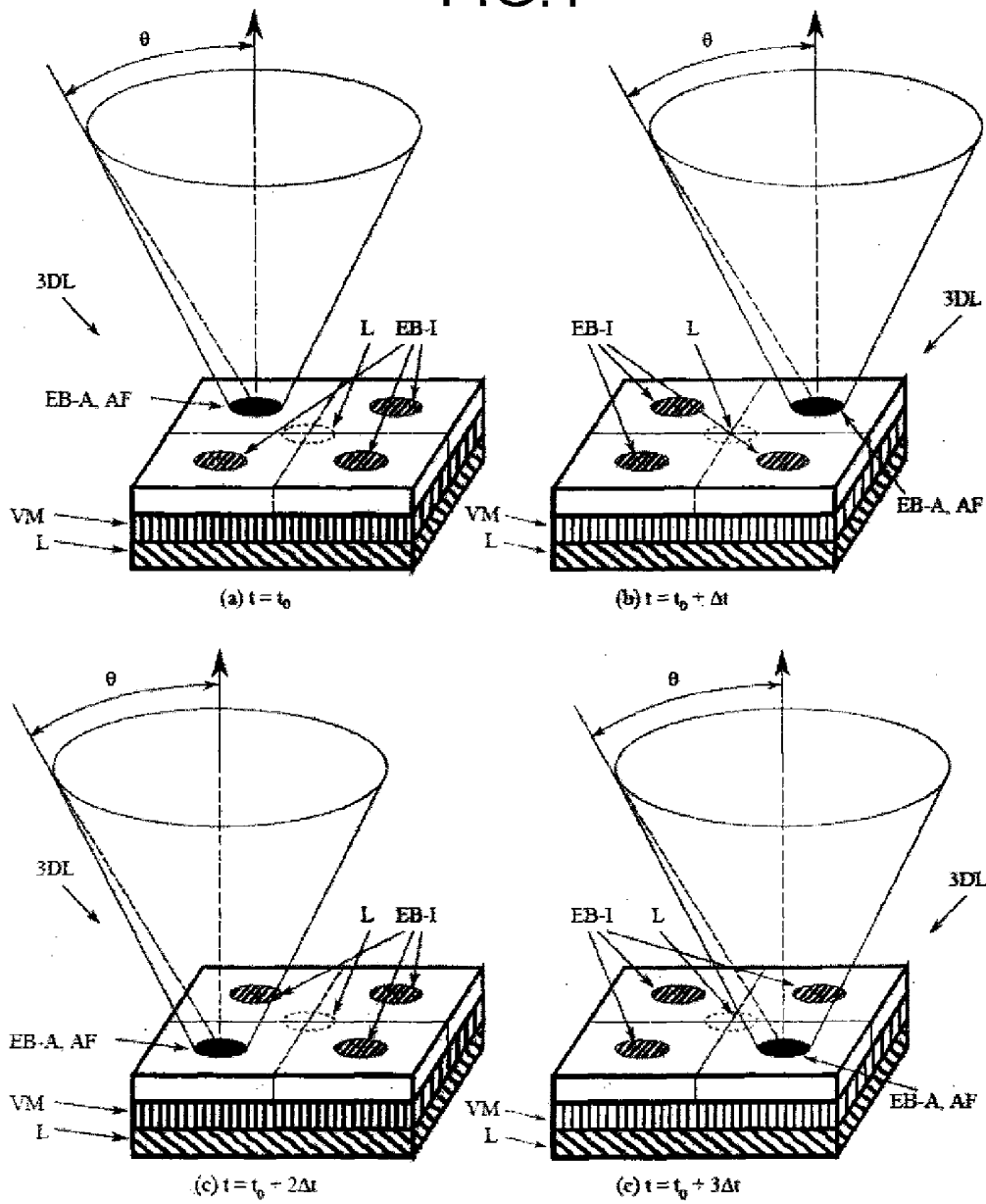


FIG. 2

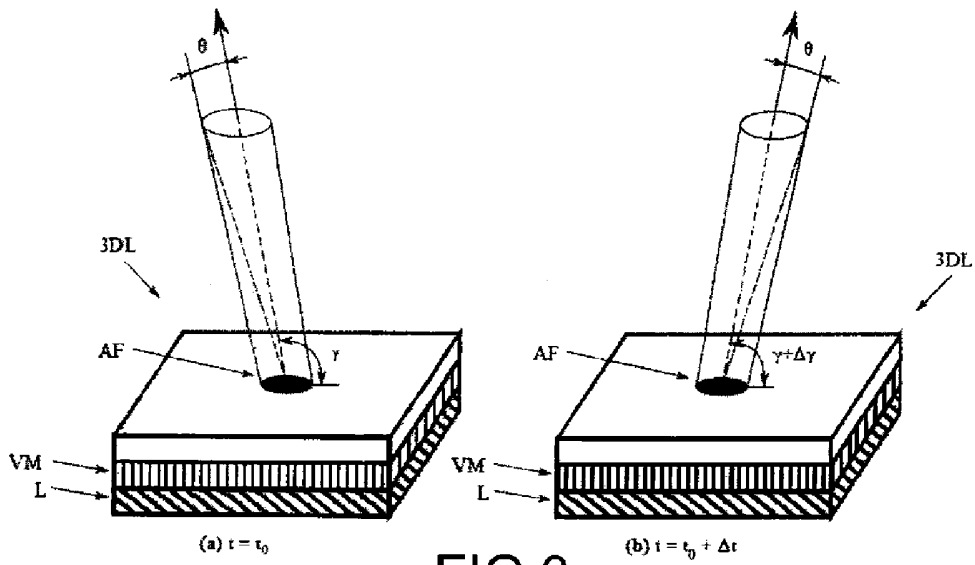


FIG. 3

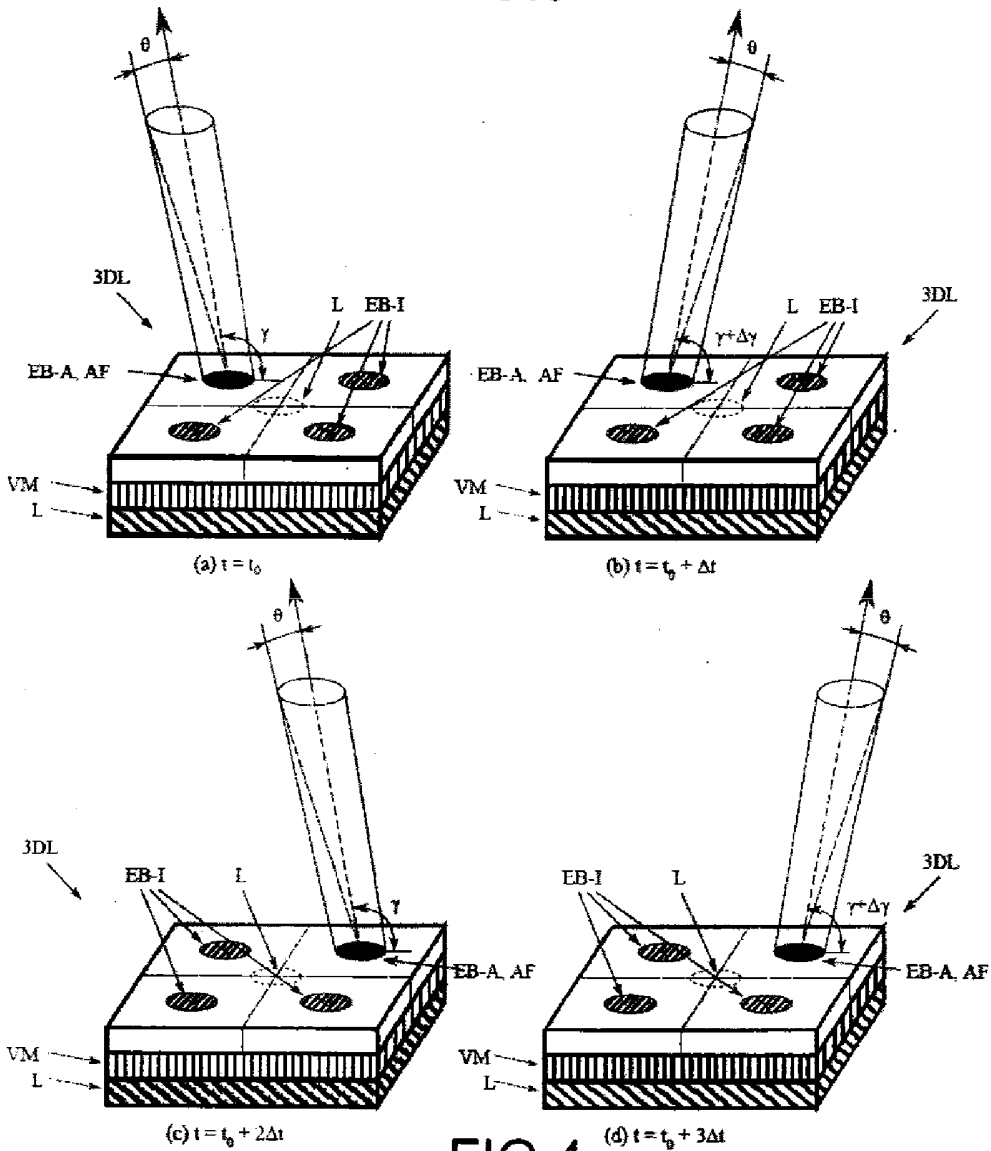


FIG. 4

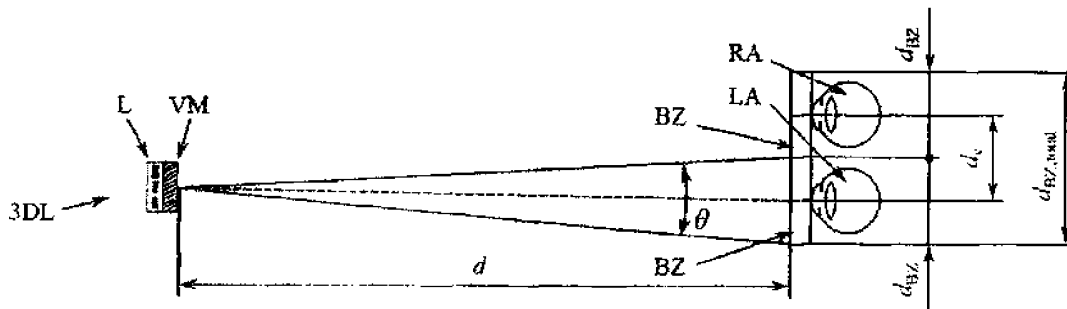


FIG. 5

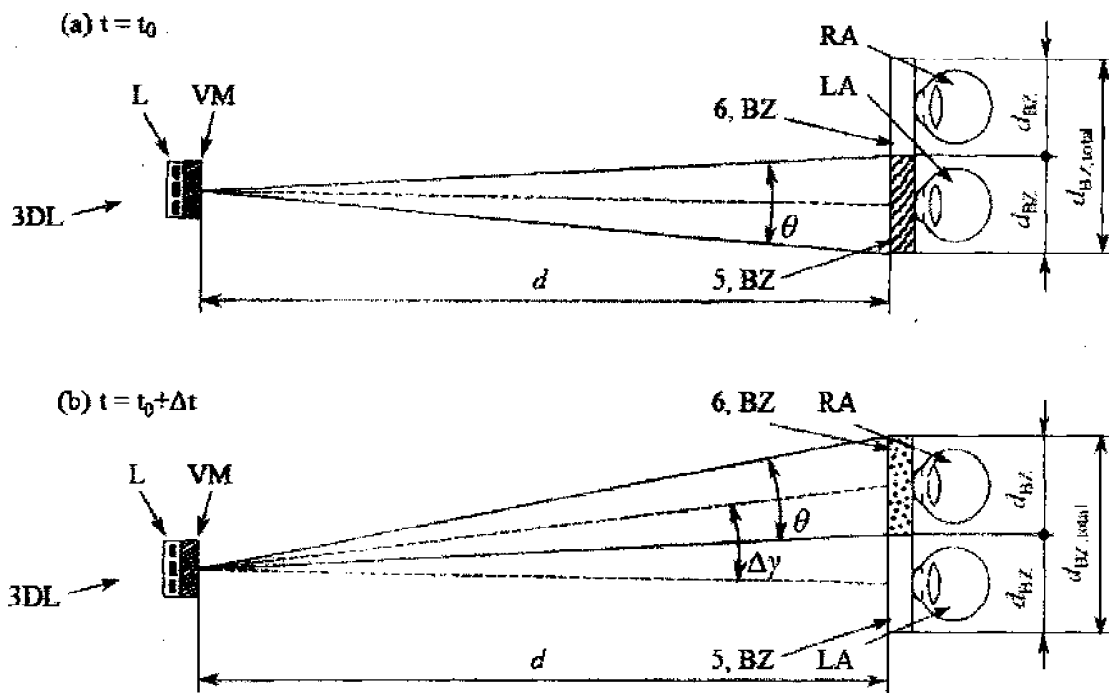


FIG. 6

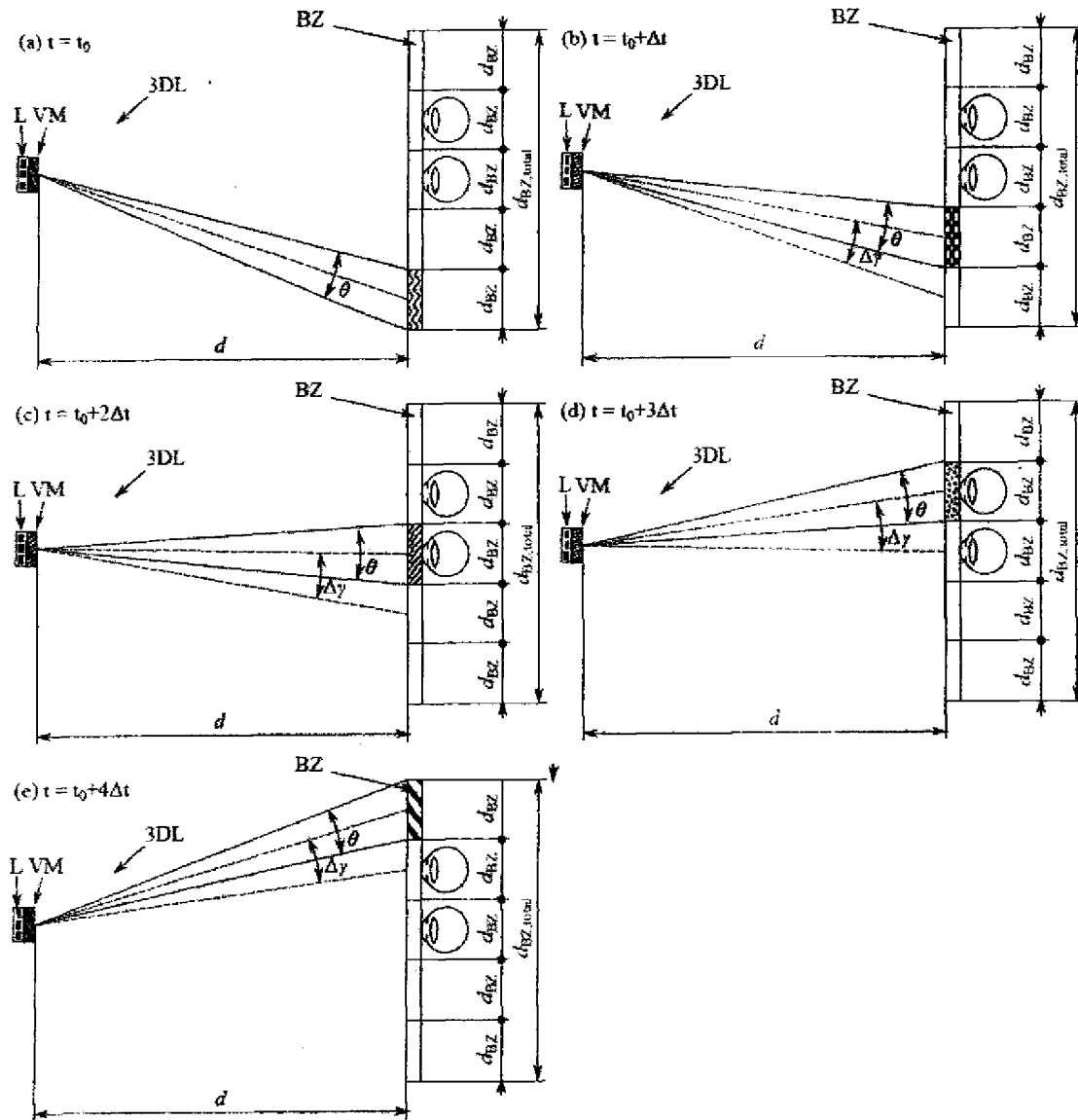


FIG.7

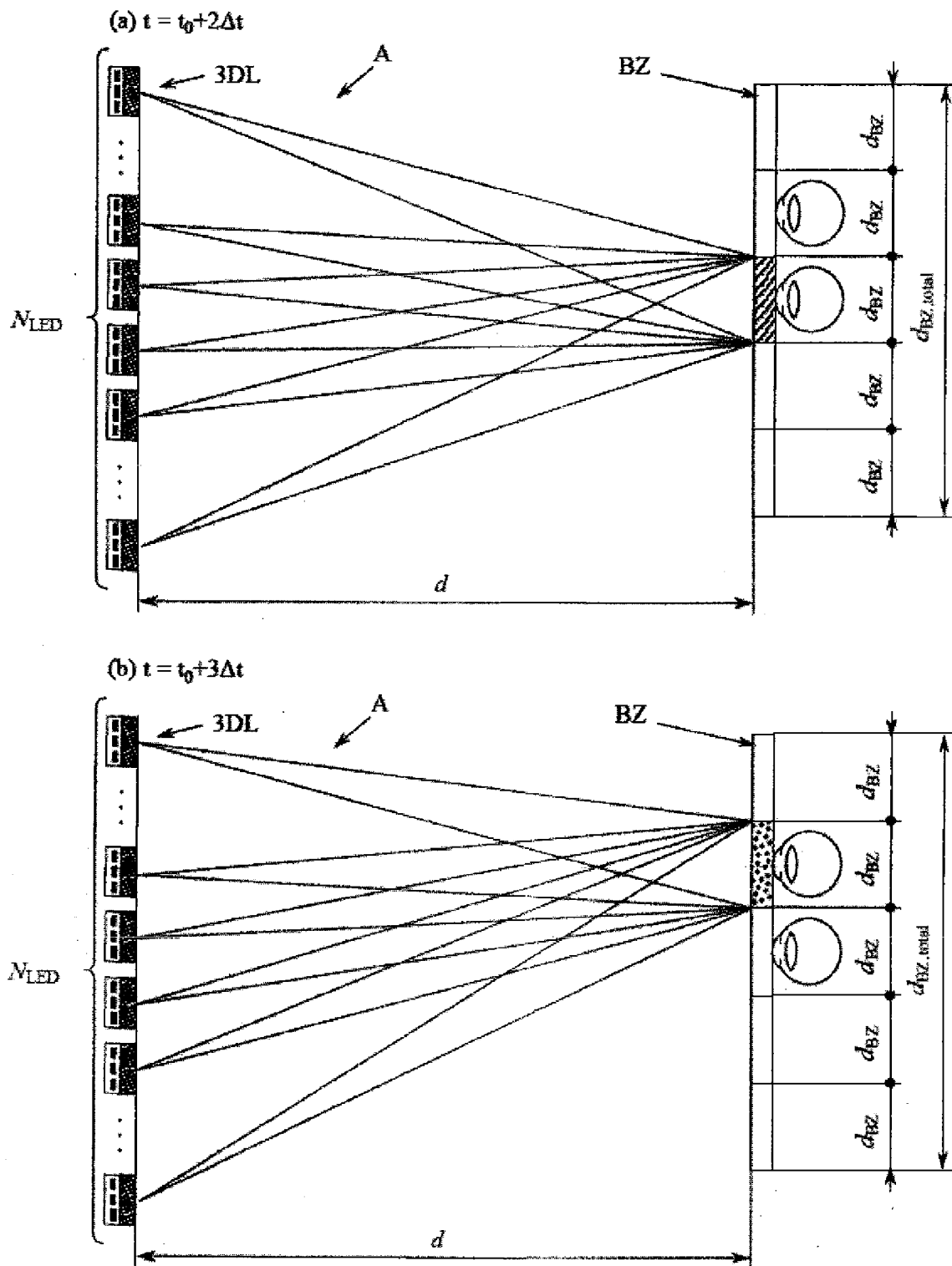


FIG.8

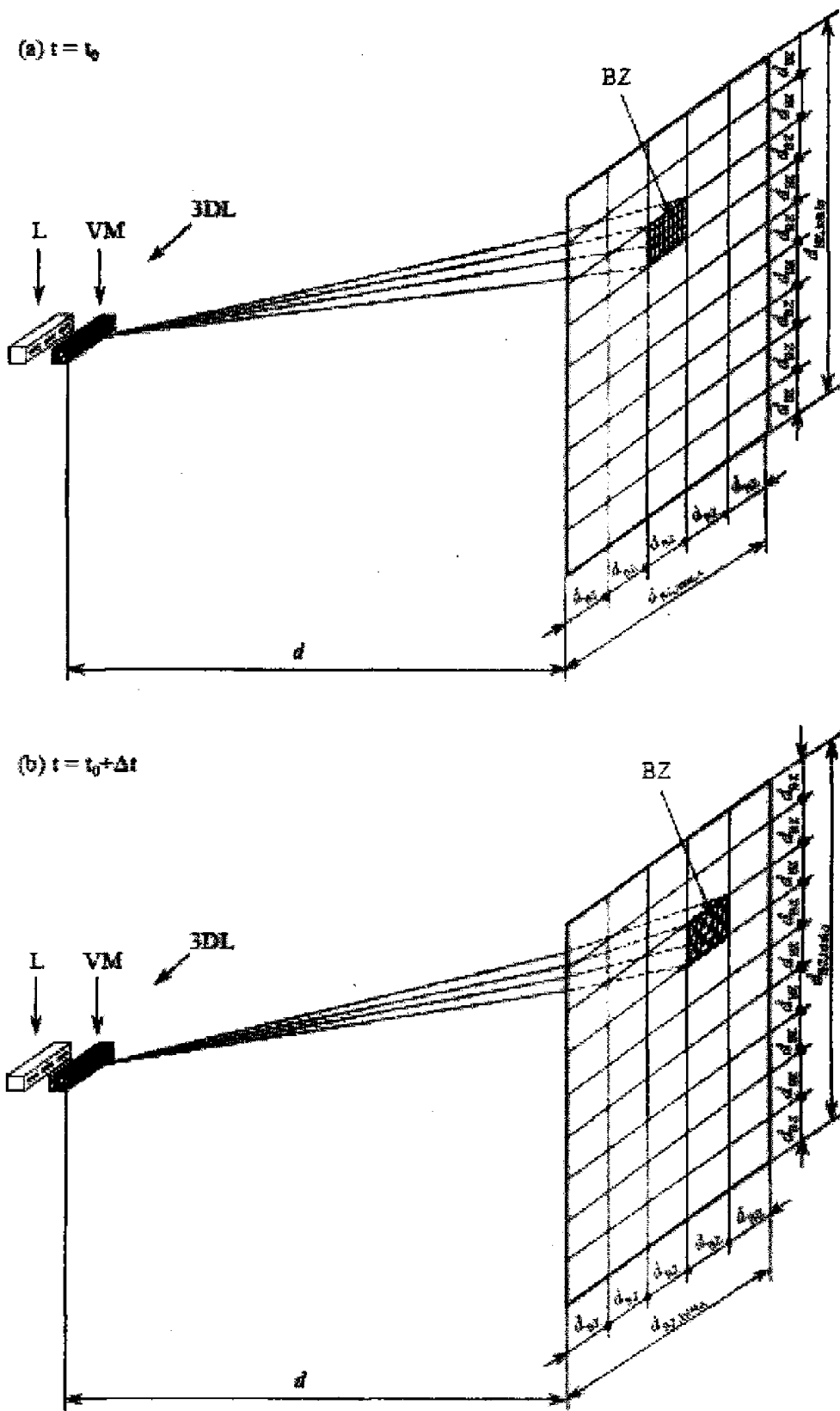


FIG.9

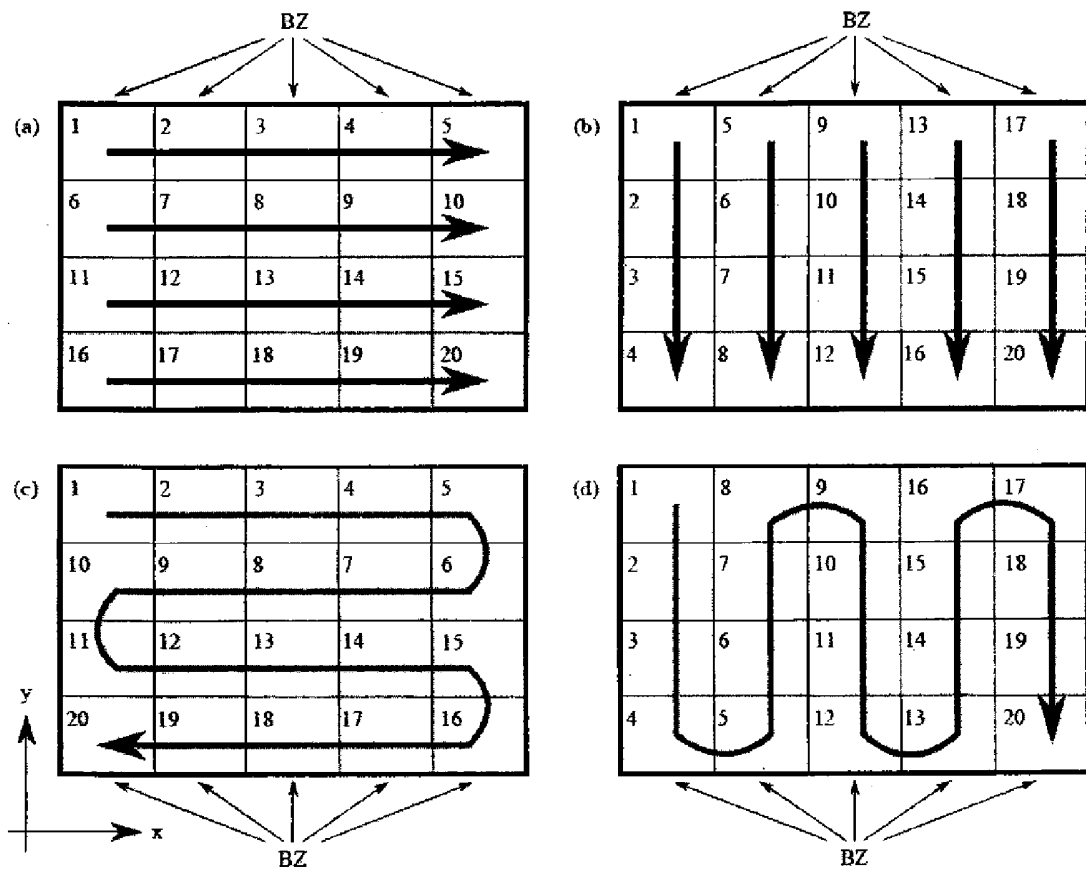


FIG. 10

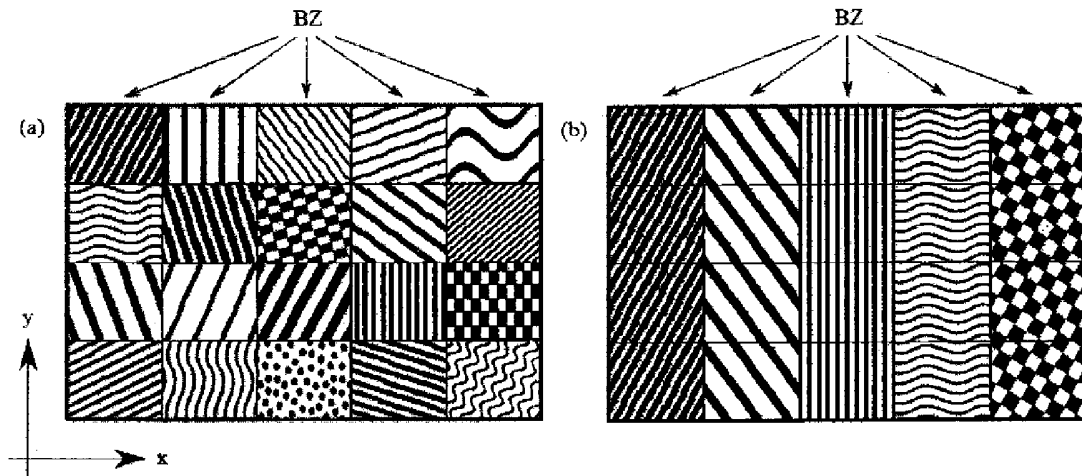


FIG. 11

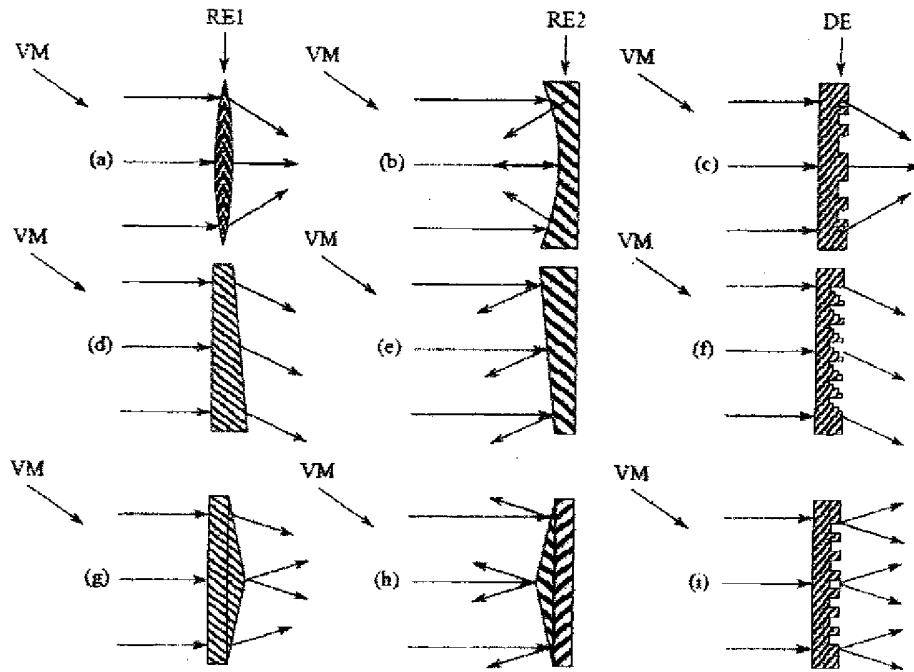


FIG. 12

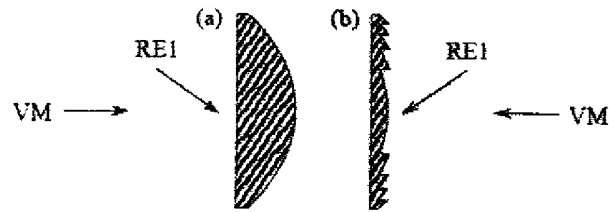


FIG. 13

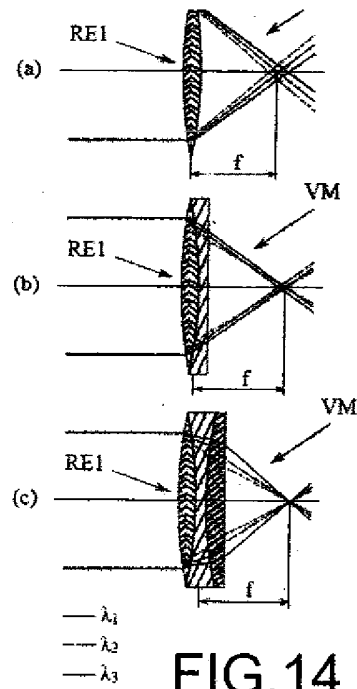


FIG. 14

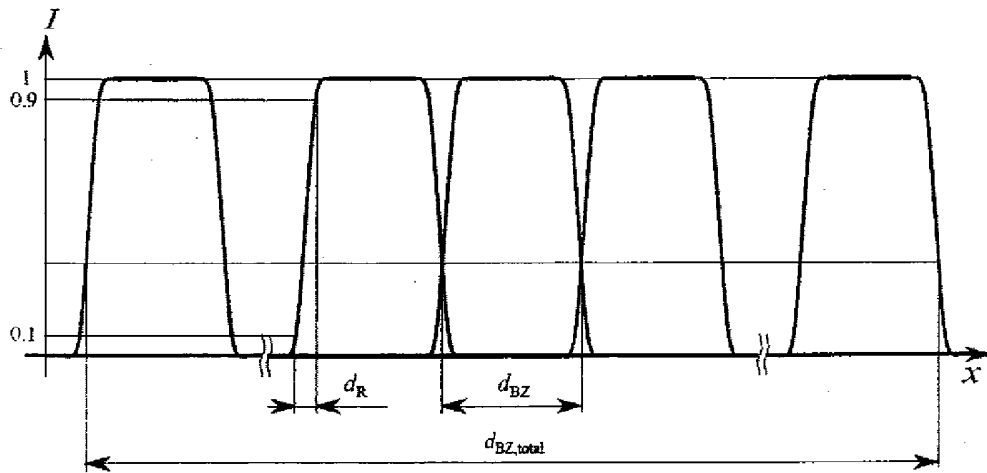


FIG. 15

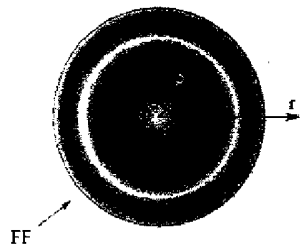


FIG. 16

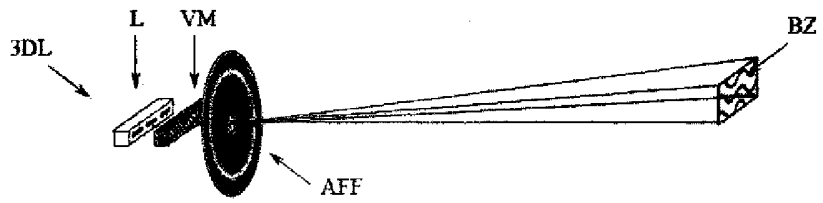


FIG. 17

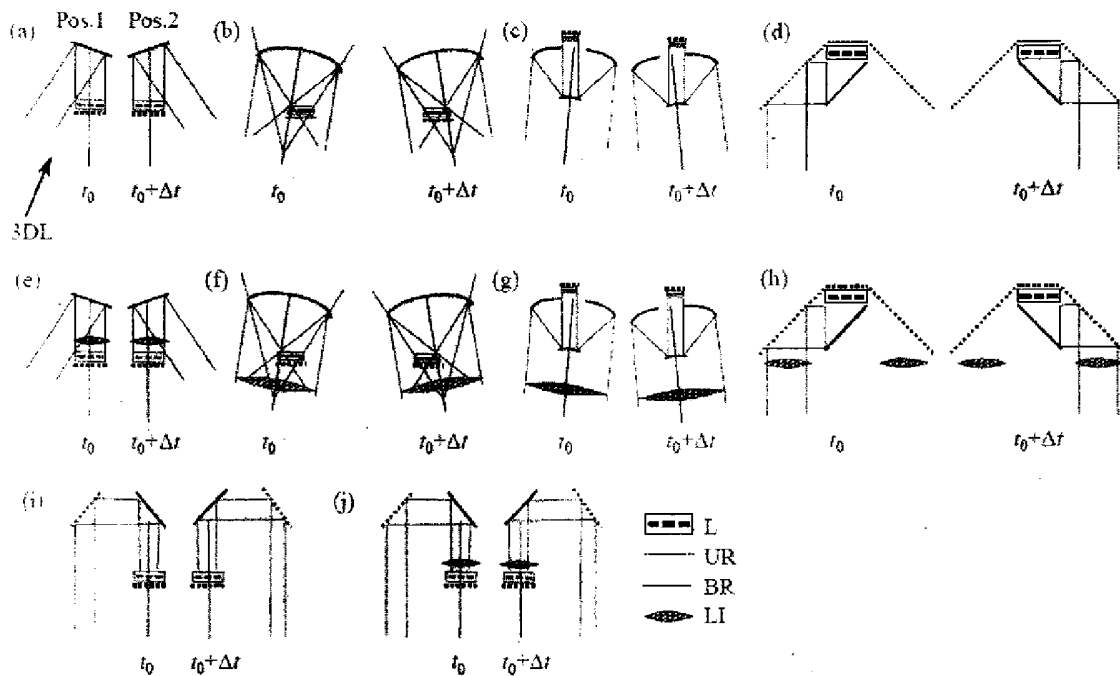


FIG. 18

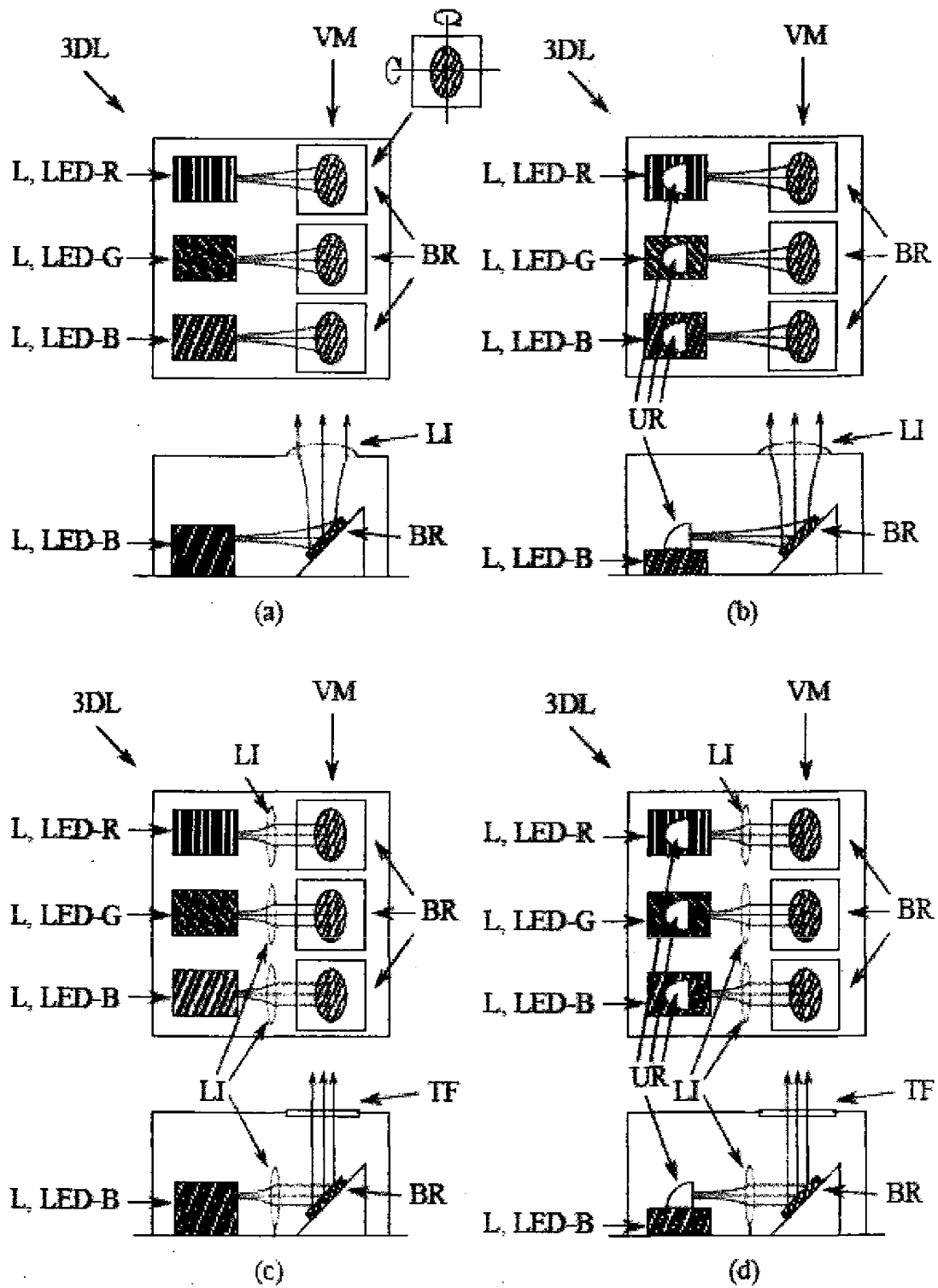


FIG. 19

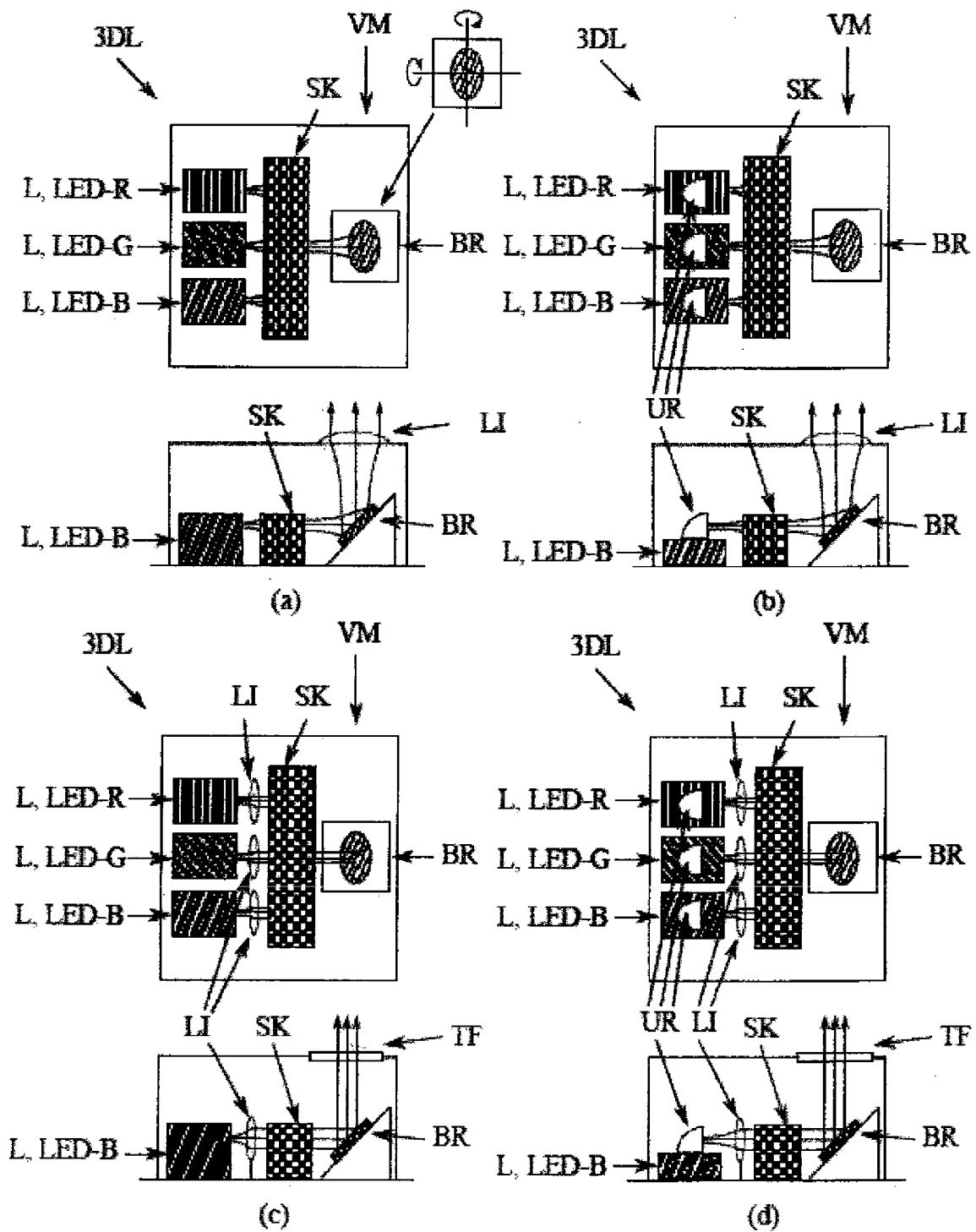


FIG.20

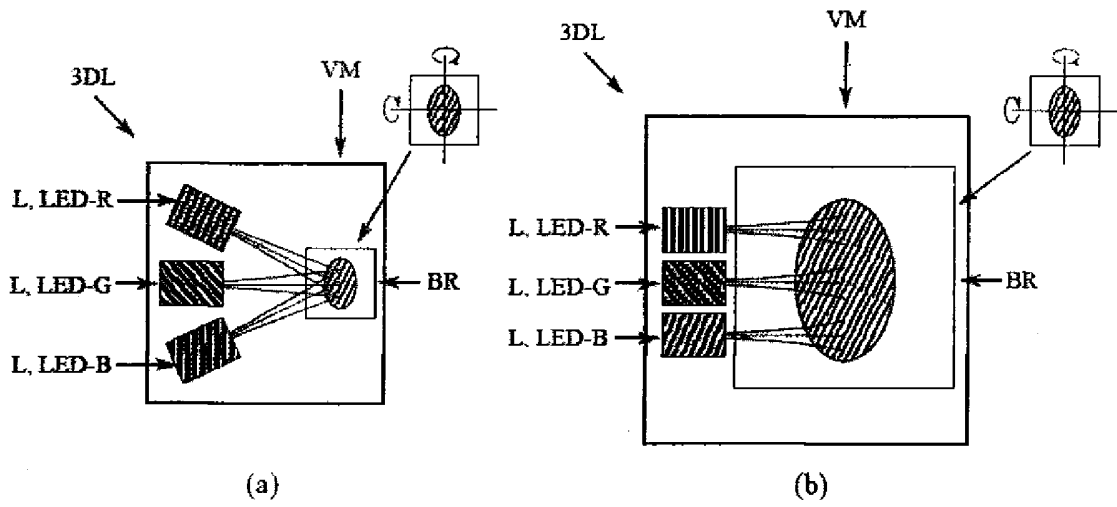


FIG. 21

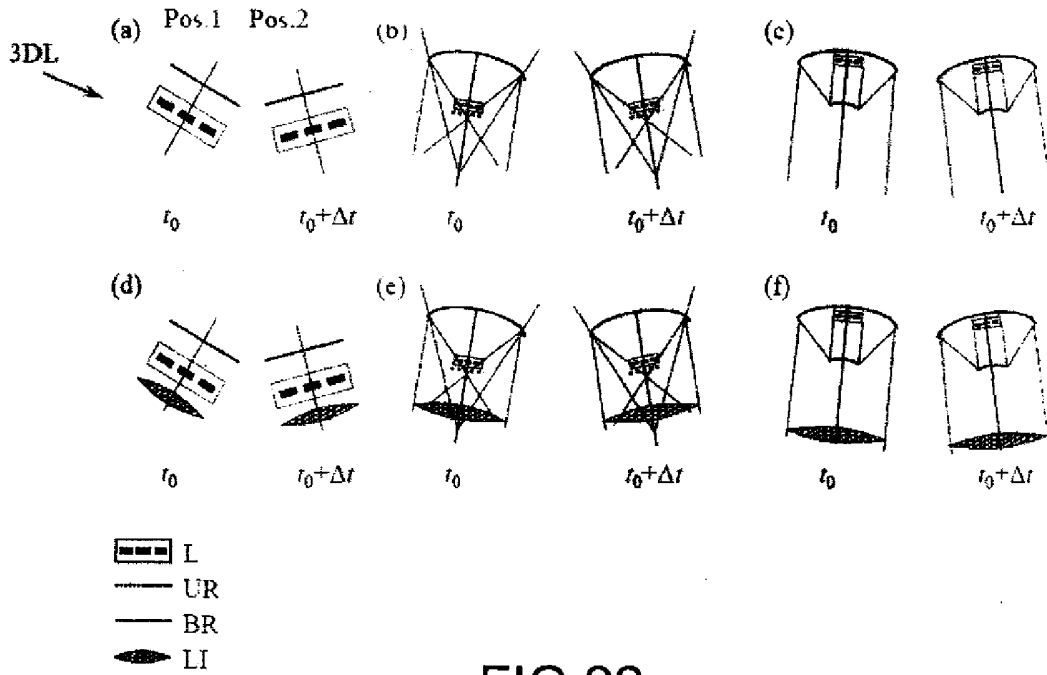


FIG. 22

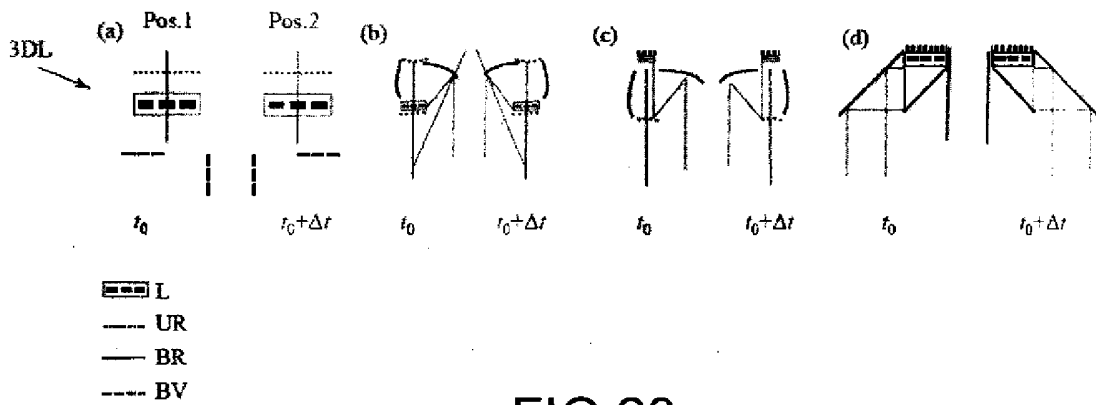


FIG. 23

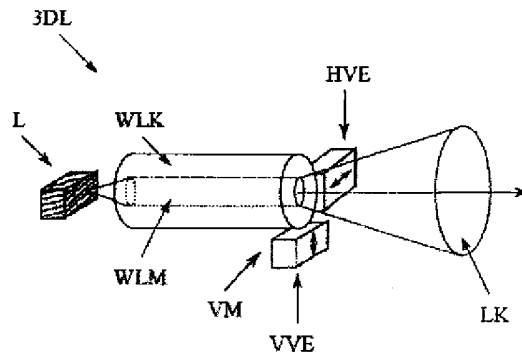


FIG.24

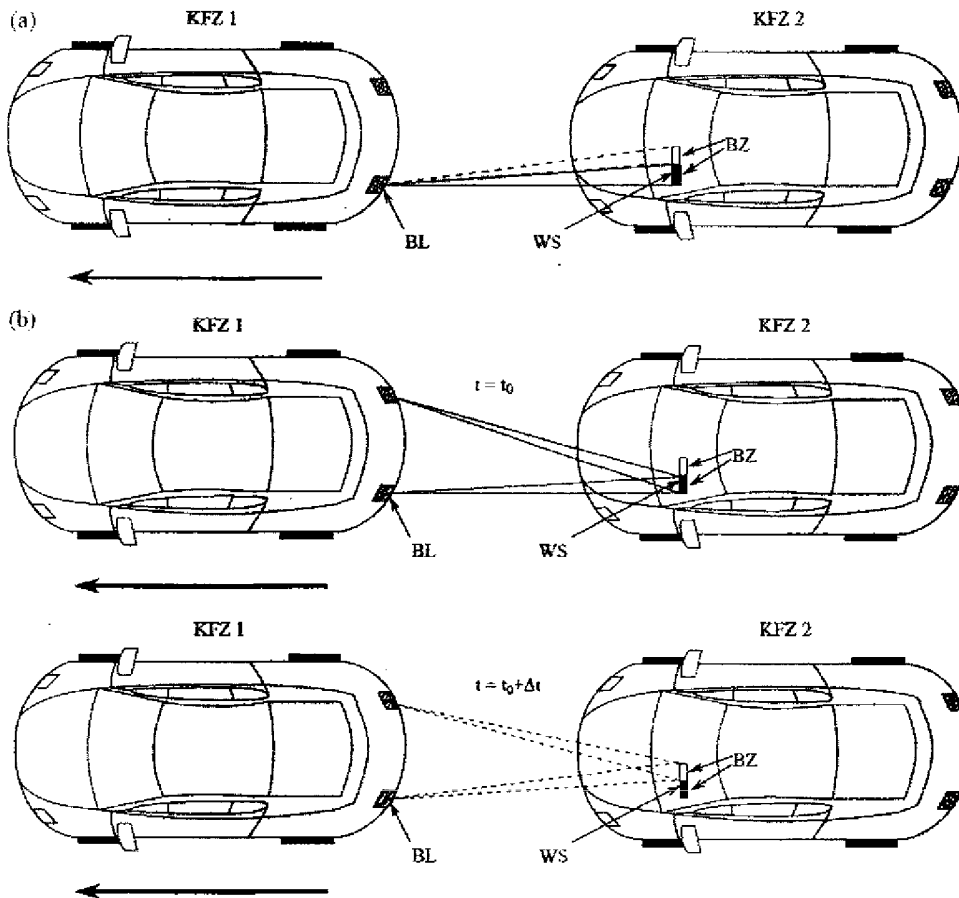


FIG.25

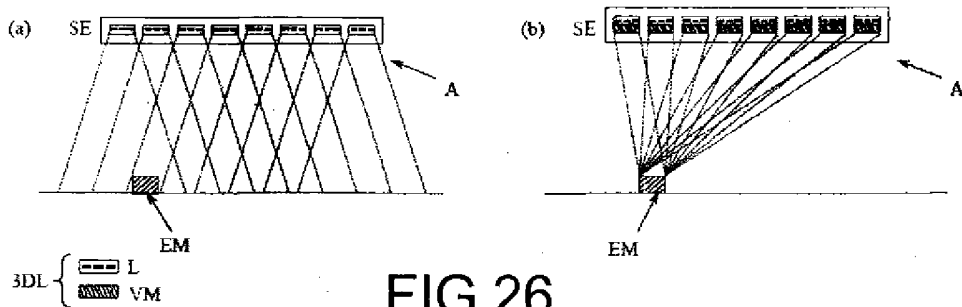


FIG.26

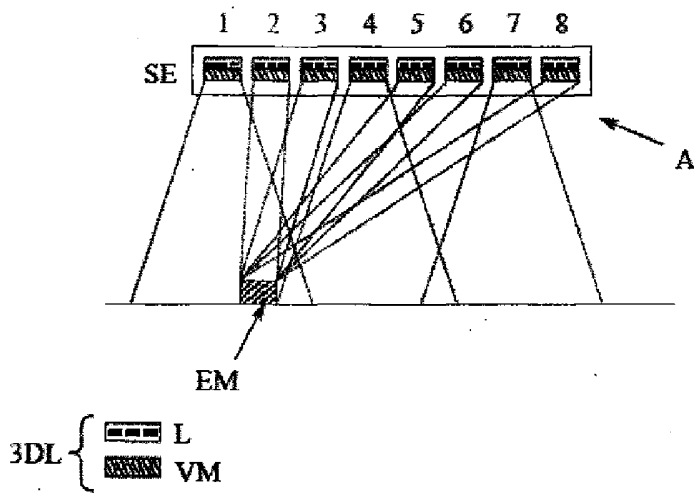


FIG.27

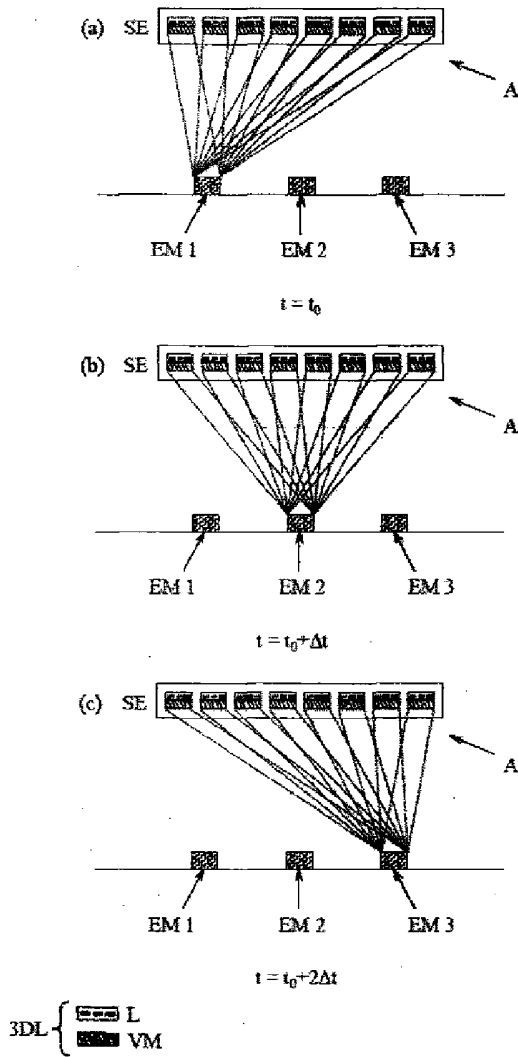


FIG.28