(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 30 553 T2** 2005.01.27

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 802 685 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 30 553.8**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 105 927.4**
(96) Europäischer Anmeldetag: **10.04.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.10.1997**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **08.09.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.01.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H04N 9/31**
G02F 1/1335

(30) Unionspriorität:
9503696 **17.04.1996** **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Ogino, Masanori, Hodogaya-ku, Yokohama-shi, JP

(74) Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg, Dost, Altenburg, Geissler, 81679 München

(54) Bezeichnung: **Farbanzeigevorrichtung mit einer Flüssigkristallplatte und Brechungsgitter**

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

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Farb-Flüssigkeitskristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp mit hoher Wirksamkeit, welche durch Verwendung von Lichtbeugung erzielt wird, und andere Produkte, in welchen diese Erfindung verwendet wird, und insbesondere eine Anzeigevorrichtung vom Projektionstyp.

[0002] Um die vorliegende Erfindung besser verstehen zu können, fasst **Fig.** 1 die Unterschiede der vorliegenden Erfindung gegenüber dem Stand der Technik zusammen. In **Fig.** 1 ist Dokument (A) die frühere Anmeldung des vorliegenden Erfinders mit dem Titel "High efficiency liquid crystal display", US-Patent 5 355 189 und US-Patent 5 537 171, Dokument (B) betrifft "eine Anzeigevorrichtung" (JP-A-6-230384), Dokument (C) ist eine Arbeit mit dem Titel "Compact Spatio-Chromatic Single-LCD Projection Architecture" von B.A. Loiseaux et al., Asia Display, '95, Seiten 87 bis 89, und Dokument (D) ist eine andere Arbeit mit dem Titel "Holographic Optical Element for Liquid Crystal Projector" von N. Ichikawa, Asia Display, '95, Seiten 727 bis 729.

[0003] Diese Techniken des Standes der Technik, wie in Punkt 2.1 in **Fig.** 1 dargestellt, benutzen Beugungsplatteneinrichtungen, welche als flache Platte geformt sind, wenn in einem makroskopischen Niveau gesehen, und enthalten auch winzig geformte Beugungsplatteneinrichtungen auf mikroskopischem Niveau. **Fig.** 2 zeigt die Funktion der oben erwähnten makroskopisch flachen Beugungsplatteneinrichtung.

[0004] In **Fig.** 2 bezeichnet das Bezugszeichen **1** eine Farb-Flüssigkeitskristall-Platteneinrichtung vom Einplattentyp, das Bezugszeichen **2** drei Pixel primärer Farbe, das Bezugszeichen **3** Lichteintrittslinsen, welche Dreipositionseinrichtungen zum Konvergieren von drei Eintrittsstrahlen jeder Primärfarbe aus drei Richtungen zu jeweiligen Farbposition an jeder Drei-Pixel-Teilung bilden, das Bezugszeichen **23** einen Block, welcher zusammen eine Lichtquelle und eine Kollimatoreinrichtung darstellt. Für die Funktionen der oben beschriebenen Komponenten wird Bezug genommen auf die Beschreibungen in Dokument (A) im Stand der Technik in **Fig.** 1. Das Bezugszeichen **5** bezeichnet eine makroskopisch flache Beugungsplatteneinrichtung, das Bezugszeichen **6** ein Beugungsgitter, welches auf der Ausgangsebene der Beugungsplatteneinrichtung **5** gebildet ist, das Bezugszeichen **7** einfallendes weißes Licht und das Bezugszeichen **7'** die Richtung eines Lichtaustrittes nullter Ordnung aus der Beugungsplatte. Normalerweise wird ein solcher Aufbau des Beugungsgitters ausgewählt, um die Energie des Lichtes nullter Ordnung zu minimieren. R, G und B stellen rote, grüne und blaue Lichtstrahlen dar, aber es wird manchmal der Kürze halber auf sie als R-Strahl usw. Bezug genommen. Bezugszeichen **8**, **8'** und **8"** kennzeichnen den G-Strahl, den R-Strahl und den B-Strahl des gebeugten Lichtaustritts erster Ordnung aus der Beugungsplatte. Der Winkel δ kennzeichnet den Ablenkungswinkel des G-Strahls durch die Beugungsplatte und ω kennzeichnet einen Unterschied zwischen dem Ablenkungswinkel des R-Strahls und demjenigen des G-Strahls, verursacht durch die Beugungsplatte, und wird im Nachfolgenden als "R-G-Trennwinkel" gekennzeichnet.

[0005] Im Nachfolgenden wird unter Bezugnahme auf Punkt 3.2 in **Fig.** 1 unter Bezugnahme auf **Fig.** 3 der Grund beschrieben, warum der Ablenkungswinkel des G-Strahls im Stand der Technik 20 oder größer sein muss.

[0006] In **Fig.** 3 kennzeichnen die Bezugszeichen **6**, **7** und **8** und **6** und w die gleichen Gegenstände, die beschrieben worden sind. Das Symbol al kennzeichnet den Einfallswinkel des auf das Beugungsgitter 6 einfallenden Lichtes, ε_1 bezeichnet den Divergenzwinkel des einfallenden Lichtes, α_2 und ε_2 bezeichnen die einfallenden und divergierenden Winkel des gebeugten grünen austretenden Lichtes erster Ordnung, α'_2 bezeichnet den Einfallswinkel des roten Austrittslichtes und P_0 bezeichnet die Teilung (Anordnungsperiode) des Beugungsgitters.

[0007] In Übereinstimmung mit dem Prinzip der Lichtbeugung, gilt die folgende Gleichung:

$$\frac{\lambda_G}{P_0} = \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2 \fallingdotseq \alpha_1 + \alpha_2 = \delta_G \qquad \ldots\ldots (1)$$

$$\frac{\lambda_R}{P_0} = \sin \alpha_1 + \sin \alpha'_2 \fallingdotseq \alpha_1 + \alpha_2 \qquad \ldots\ldots (2)$$

wobei λ_G = 530 nm (G-Strahl-Wellenlänge)
λ_R = 610 nm (R-Strahl-Wellenlänge) ist.

$\therefore$

$$\omega \equiv \alpha_2' - \alpha_2 \fallingdotseq \frac{\lambda_R - \alpha_G}{P_0} \frac{1}{\cos \alpha_2}$$

$$\fallingdotseq \frac{\lambda_R - \lambda_G}{P_0} \fallingdotseq \frac{80\ nm}{P_0} \qquad \ldots\ldots (3)$$

$\therefore$

$$\frac{\omega}{\delta_G} \fallingdotseq \frac{\lambda_R - \lambda_G}{\lambda_G} \fallingdotseq \frac{80\ nm}{530\ nm} \fallingdotseq 0.15 \qquad \ldots\ldots (4)$$

[0008] Das heißt, es ist bekannt, dass die Größe des G-R-Trennwinkels ω untergeordnet eingezwängt ist durch den grünen Ablenkungswinkel δ_G und auf ungefähr 15% von δ_G begrenzt ist.

[0009] Andererseits muss eine Tatsache berücksichtigt werden, dass die Beziehung zwischen den divergierenden Winkeln ε_1 und ε_2 durch Differenzierung der Gleichung (1) erhalten werden kann.

$$\Delta \sin \alpha_1 + \Delta \sin \alpha_2 = 0 \qquad \ldots\ldots (5)$$

$$\therefore \cos \alpha_1 \Delta\alpha_1 + \cos \alpha_2 \Delta\alpha_2 = 0$$

$$\therefore \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \equiv \left| \frac{\Delta\alpha_2}{\Delta\alpha_1} \right| \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2} \qquad \ldots\ldots (6)$$

$$\fallingdotseq 1 \quad \text{for } \alpha_1, \alpha_2 << 1$$

[0010] Um den G-Strahl und den R-Strahl zu trennen, muss die folgende Bedingung erfüllt sein.

$$\omega > \omega_2$$

$$\therefore \delta > \varepsilon_1 \qquad \ldots\ldots (7)$$

$\because$ (6)

[0011] Entsprechend dem Energieerhaltungssatz ist, wenn der wirksame Oberflächenbereich einer Lambert'schen Lichtquelle mit A_0 und die vertikale Projektion des einfallenden Bereichs der Beugungsplatte mit A_1

bezeichnet wird, der divergierende Winkel ε_1 des einfallenden Lichts durch den folgenden Ausdruck gegeben:

$$\varepsilon_1 \fallingdotseq 2\sqrt{\frac{A_0}{A_1}} \qquad \ldots\ldots (8)$$

$$\therefore \quad \varepsilon_{1MAX} > 2\sqrt{\frac{A_0}{A_1}} \qquad \ldots\ldots (9)$$

[0012] Wenn die divergierende Winkelverteilung einheitlich ist, gilt Gleichung (8). Tatsächlich ist die divergierende Winkelverteilung jedoch nicht einheitlich, so dass Ungleichung (9) gilt. Normalerweise ist der maximale Wert ε_{IMAX} von ε_1 ungefähr 1,5 mal so groß wie ε_1 in den meisten Fällen. Die minimale Projektionslichtquelle, vorgeschlagen als Testfall in der Vergangenheit, ist ungefähr 1,4 mm im Radius und demzufolge der Oberflächenbereich π (1.4 mm)^2, nämlich ungefähr 6,3 (mm)^2. Der Oberflächenbereich der normalen Projektionslichtquelle ist ungefähr 25 (mm)^2. Andererseits ist der Bereich der Beugungsplatte im Wesentlichen gleich dem Bereich der Flüssigkristallplatte und die Beugungsplatte der maximalen Größe für Projektionsverwendung hat einen gegenüberliegenden Winkel von ungefähr 6,5" und einen Bereich von 13.000 (mm)^2. Durch Einsetzen dieser Werte in den Ausdruck (9) ergibt sich der folgende Ausdruck:

$$\omega > \varepsilon_{1MAX} \fallingdotseq 3\sqrt{\frac{A_0}{A_1}}$$

$$\fallingdotseq 0.07 - 0.14 \text{ [rad]} \qquad \ldots\ldots (10)$$

$$\therefore \quad \delta_G \fallingdotseq \frac{\omega}{0.15} > 0.44 - 0.9 \text{ [rad]} \qquad \ldots\ldots (11)$$

(4)

($\equiv 25° - 50°$)

Wenn $\omega \fallingdotseq 0{,}05$ rad, $\delta \fallingdotseq \frac{1}{3}$ rad $>> 10°$.

[0013] Wie aus dem obigen Ausdruck offensichtlich ist, ist es sehr schwierig im Stand der Technik, den Ablenkungswinkel δ_G mit 10° oder kleiner anzusetzen, wenn der R-G-Trennwinkel 0,05 rad oder größer ist.

[0014] Aus der obigen Erläuterung kann die Beschreibung des Standes der Technik in Punkt 3.2 in **Fig.** 1 verstanden werden.

[0015] Im Nachfolgenden wird der Grund für die Beschreibung des Standes der Technik in Punkt 3.4 in **Fig.** 1 erläutert.

[0016] Vorher, als erster Schritt, ist es erforderlich, das Prinzip des Standes der Technik der Dokumente (B) und (D), bezogen auf Punkt 3.3 in **Fig.** 1, zu beschreiben. Die Beschreibung erfolgt unter Bezugnahme auf **Fig.** 4.

[0017] In **Fig.** 4 bezeichnen die Bezugszeichen **1** und **2** die gleichen Gegenstände, die beschrieben worden sind, die Bezugszeichen **11**, **12** und **13** bezeichnen einfallende Lichtstrahlen, die Bezugszeichen **11'**, **12'** und **13'** bezeichnen die austretenden Richtungen der Lichtstrahlen nullter Ordnung und das Bezugszeichen **6'** bezeichnet ein makroskopisch flaches Beugungsgitter modulierter Teilung. Das Symbol ω bezeichnet den oben erwähnten R-G-Trennwinkel, T bezeichnet eine Teilung der Drei-Pixel-Anordnung und δ_1, δ_2 und δ_3 bezeichnen den unteren, mittleren und oberen Ablenkungswinkel der entsprechenden Beugungs-G-Strahlen erster Ordnung. Wie dargestellt sind die Ablenkungswinkel verschieden an jeder Teilung der Drei-Pixel-Anordnung moduliert. Daher wird in den konventionellen Techniken (B) und (D) in **Fig.** 1 implizit vorgeschlagen, die Teilung

des Beugungsgitters entsprechend der oben erwähnten Gleichung (1) zu modulieren. Aus der Beziehung in **Fig.** 1 und der Gleichung (1) muss daher die Beziehung des nachfolgenden Ausdrucks erfüllt sein.

[0018] In den nachfolgenden Ausdrücken sind P_{01}, P_{02} und P_{03} die Teilungen derjenigen Abschnitte des Beugungsgitters, welche δ_1, δ_2 und δ_3 entsprechen.

$$\left.\begin{aligned}\delta_3 &= \delta_2 + 1.5\ \omega \\ \delta_1 &= \delta_2 - 1.5\ \omega\end{aligned}\right\} \qquad \ldots\ldots (12)$$

$$P_{02} = \frac{\lambda_G}{\lambda_2} \quad (4) \quad \frac{\lambda_G}{6.6\ \omega}$$

$$P_{01} = \frac{\lambda_G}{\delta_1} = \frac{\lambda_G}{\delta_2 - 1.5\ \omega} = \frac{\lambda_G}{5.1\ \omega}$$

$$= 1.3\ P_{02} \qquad \ldots\ldots (13)$$

$$P_{03} = \frac{\lambda_G}{\delta_3} = \frac{\lambda_G}{\delta_2 + 1.5\ \omega} = \frac{\lambda_G}{8.1\ \omega}$$

$$= 0.8\ P_{02} \qquad \ldots\ldots (14)$$

$$\frac{P_{01}}{P_{03}} = 1.6 \qquad \ldots\ldots (15)$$

[0019] Durch die obige Analyse konnte das Folgende klargestellt werden. Insbesondere wenn die Teilung des Beugungsgitters synchron mit der Periode einer Drei-Pixel-Anordnung moduliert ist, um die Gleichungen (13) und (14) zu erfüllen, kann das Beugungsgitter **6'** ausgebildet sein, um auch die Rolle der Dreipositionseinrichtung **3** in **Fig.** 2 zu spielen, solange der G-Strahl betroffen ist. Hiermit ist die Beschreibung des Klarstellungsergebnisses durch den vorliegenden Erfinder der Prinzipien der konventionellen Techniken, bezogen auf Punkt 3.3 in **Fig.** 1, beendet.

[0020] Als zweiter Schritt folgt nun die Beschreibung der konventionellen Technik in Punkt 3.3 in **Fig.** 1. In dem makroskopisch flachen Plattenbeugungsgitter ist eine Zwangsbedingung gegeben, gezeigt in Gleichung (4), welche oben beschrieben worden ist. Aus Gleichungen (4), (1) und (15) ist es unvermeidbar, dass ein unten gegebener ungünstiger Ausdruck gilt.

$$\frac{\omega_{01}}{\omega_{03}} = \frac{P_{01}}{P_{03}} = 1.6 \qquad \ldots\ldots (16)$$

[0021] In der obigen Gleichung sind ω_{01} und ω_{03} R-G-Trennwinkel durch die Abschnitte des Beugungsgitters, welche δ_1 und δ_3 in **Fig.** 4 entsprechen. Die durch den obigen Ausdruck dargestellte Beziehung ist in **Fig.** 5 gezeigt.

[0022] Wenn in den obigen Ausdrücken der Wert 1,0 anstelle von 1,6 ist, sind alle drei Strahlen, neben dem grünen Strahl den roten Strahl und den blauen Strahl einschließend, mit den Flüssigkristallelementen abgeglichen (fallen zusammen). Da jedoch der obige Wert 1,6 ist, sind der rote Strahl und der blaue Strahl nicht mit den Zielflüssigkristallelementen abgeglichen, wie in **Fig.** 5 gezeigt. Mit anderen Worten ist die Verwendungswirksamkeit des roten und blauen Lichtes beeinträchtigt.

[0023] **Fig.** 5 zeigt nur eine Periode der Drei-Pixel-Anordnung. In **Fig.** 5 bezeichnen die Bezugszeichen **2** und **6'** die gleichen Dinge wie bereits beschrieben, die Bezugszeichen **14**, **15** und **16** bezeichnen die gebeugten G-Strahlen erster Ordnung, die Bezugszeichen **17**, **18** und **19** bezeichnen die gebeugten R-Strahlen erster Ordnung, und die Bezugszeichen **20**, **21** und **22** bezeichnen die B-Strahlen erster Ordnung. Wie aus **Fig.** 5 klar wird, fallen die R- und B-Komponentenstrahlen des Hauptstrahls, der auf das Zentrum jeder Teilung des Beugungsgitters **6'** trifft, beide korrekt auf die Zielpixel. Andererseits sind die Randstrahlen entsprechend beiden Endabschnitten jeder Teilung nicht in der Lage, auf Grund von Abweichungsverlusten auf die Zielpixel aufzutreffen. Daher ist in den Techniken (B) und (D) im Stand der Technik das Problem deutlich geworden, dass die Konvergenz der R- und B-Strahlen auf das rote und das blaue Pixel durch das Beugungsgitter nicht kompatibel ist, wie in Punkt 3.4 in **Fig.** 1 erwähnt. Insbesondere weist das Problem die Beeinträchtigung der Übertragungswirksamkeit der R- und B-Strahlen und die Beeinträchtigung chromatischer Reinheit wegen der Farbmischung auf.

[0024] Eine weitere konventionelle Technik ist in WO-A-95/22773 gezeigt. Diese Technik sieht ein Beugungsgitter auf mikroskopischem Niveau und einen Überzug einer prismaartigen makroperiodischen Struktur vor.

[0025] Im Verlaufe der obigen Beschreibung wurde die Beschränkung bezüglich der Größe einer verwendbaren Lichtquelle erwähnt, und es ist sehr wichtig, diese Beschränkung in Betracht zu ziehen.

[0026] Dies nicht nur, weil eine Punktlichtquelle, die als mathematisches Konzept eines Punktes ausgedrückt werden kann, in Wirklichkeit nicht existiert, sondern es sollte verstanden werden, dass eine Punktlichtquelle nicht existieren kann entsprechend dem Unbestimmheitprinzip oder dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Eine Voraussetzung, welche nur eine falsche Hypothese enthält, würde zu Illusionen führen, derart, dass unzählige Unmöglichkeiten für Möglichkeiten genommen werden. Wenn z.B. eine Lebensfähigkeit einer Punktlichtquelle angenommen wird, kann daraus abgeleitet werden, dass thermonukleare Energieerzeugung leicht verwirklicht werden kann.

[0027] Daher ist die oben erwähnte Beschränkung auf die Größe der Lichtquelle eine wichtige Sache, welche Berücksichtigung fordert.

[0028] Die vorliegende Erfindung wäre nicht möglich gewesen ohne das oben erwähnte Klarstellungsergebnis durch den vorliegenden Erfinder. Daher wird dieser Gegenstand zunächst im Folgenden zusammengefasst.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0029] Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Farb-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp mit der verbesserten Übertragungswirksamkeit zu schaffen.

[0030] Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Flüssigkristallanzeige zu schaffen mit einem Ablenkungswinkel δ_G durch die Lichtbeugungseinrichtung von 10° (0,17 rad) oder weniger und dem R-G-Trennwinkel ω von 3° (0,05 rad) oder größer (in anderen Worten, hierdurch die Beschränkung durch Gleichung (4) zu überwinden).

[0031] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein neues optisches System zu schaffen, welches in der Lage ist, die Konvergenz durch die Lichtbeugungseinrichtung der Strahlen auf die Ziel-R-, G- und B-Pixel kompatibel zu machen (wodurch die Beschränkung in Gleichung (16) überwunden wird).

[0032] Ein noch weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein neu gefächertes optisches System zu schaffen zum Reduzieren nahezu um die Hälfte einen wesentlichen Anstieg des Lichtdivergenzwinkels,

verursacht durch den R-G-Trennwinkel, durch die Lichtbeugungseinrichtung.

[0033] Ein noch weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung für verbesserte Bildqualität zu schaffen.

[0034] Ein zusätzliches Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Flüssigkristallanzeigevomchtung mit geringerem Energieverbrauch zu schaffen durch Verbesserung der Lichtverwendungswirksamkeit.

[0035] Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine kompakte, raumsparende und leichtgewichtige Flüssigkristallanzeigevorrichtung zu schaffen.

[0036] Die obigen Ziele werden erreicht durch die Erfindung, wie sie in Anspruch 1 definiert ist. In bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung weisen beide Typen [1] und [2] in **Fig.** 1 der Flüssigkristallanzeige gemeinsame neue Lichtbeugungseinrichtungen auf, und die Lichtbeugungseinrichtung ist auf makroskopischem Niveau eine dreidimensionale unebene Plattenform mit einer entweder Makroprismen-Seite oder einer Makrolinsen-Seite zusammen mit vielstufigen Beugungsgittern auf mikroskopischem Niveau.

[0037] Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, ausgebildet, um das obige Ziel zu erreichen, ist die Anzeigevorrichtung in einer Form mit Prismen auf makroskopischem Niveau, und weist auch Lichtbeugungseinrichtungen mit einem Beugungsgitter auf, geformt auf einer schrägen Seitenfläche jedes Prisma auf seinem mikroskopischen Niveau.

[0038] Die Lichtbeugungseinrichtung dient dazu, ihren Ablenkungswinkel durch ihre Makroprismen zu löschen. Daher kann der R-G-Trennwinkel mit 3° oder größer angesetzt werden, und der Ablenkungswinkel des G-Strahls kann mit 20° oder kleiner angesetzt werden. Die Reduzierung des Ablenkungswinkels ist wirksam in der Reduzierung des Volumens des Gehäuses zum Aufnehmen des optischen Systems.

[0039] Bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Lichtbeugungseinrichtung mit einer Makrolinsen-Seite ausgebildet und die Teilung der Anordnung der Linsenelemente ist ausgewählt, um gleich der Teilung der Drei-Pixel-Anordnung der Flüssigkristallplatte zu sein. Der Linsenaufbau ermöglicht es den vom Beugungsgitter ausgehenden G-Strahlen, auf die G-Pixel zu konvergieren. Die Teilung der Beugungsgitteranordnung ist eingestellt, um einen angemessenen G-R-Trennwinkel ω zu erhalten, unabhängig von der modulierten Teilung der Beugungsrichtung der G-Strahlen. Durch Überwinden der Zwangsbedingung in der oben erwähnten Gleichung (16) wird es daher möglich, die Konvergenz von R-, G- und B-Strahlen auf die Zielpixel durch die Lichtbeugungseinrichtung kompatibel zu machen. Daher kann die Lichtübertragungswirksamkeit und die chromatische Reinheit verbessert und daher die Bildqualität erhöht werden.

[0040] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Kollimatoreinrichtung zur Reduzierung des Lichtdivergenzwinkels an der hinteren Seite des Beugungsgitters angeordnet. Die Brennebene der Kollimatoreinrichtung ist derart ausgewählt, dass sie im Wesentlichen mit dem Beugungsgitter zusammenfällt (Genauigkeit innerhalb von ungefähr ± 30%). Daher treten die auf den gleichen Punkt des Beugungsgitters auftreffenden Strahlen als parallele Strahlen aus der Kollimatoreinrichtung aus. Demzufolge kann der Lichtdivergenzwinkel erniedrigt werden. In einer Anwendung ist diese Projektionslinse am hinteren Ende der Flüssigkristall-Platteneinrichtung angeordnet, wobei diese Methode wirksam ist in der Reduzierung der Öffnung und des Gewichtes der Projektionslinseneinrichtung. Im Allgemeinen kann die Flüssigkristallplatte Hochqualitätsbilder mit hohem Kontrastverhältnis um so besser bei kleineren divergierenden Winkeln der durch sie hindurchtretenden Strahlen reproduzieren. Demzufolge kann die Bildqualität durch die Funktion der Kollimatoreinrichtung zum Reduzieren des Lichtdivergenzwinkels verbessert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0041] **Fig.** 1 ist eine Vergleichstabelle der Unterschiede im Ziel, der Einrichtungen und Wirkungen zwischen den vorliegenden Erfindung und dem Stand der Technik;

[0042] **Fig.** 2 ist ein schematisches Ausbaudiagramm, welches die Grundstruktur der Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung im Stand der Technik zeigt;

[0043] **Fig.** 3 ist ein Lichtstrahldiagramm, welches die Funktion der makroskopisch flachen Beugungsplatte in **Fig.** 2 zeigt;

[0044] **Fig.** 4 ist ein schematisches Lichtstrahldiagramm, welches das Betriebsprinzip der bekannten makroskopisch flachen Beugungsplatte vom modulierten Teilungstyp zeigt;

[0045] **Fig.** 5 ist ein schematisches Lichtstrahldiagramm zur Erläuterung des Problems der bekannten makroskopisch flachen Beugungsplatte vom modulierten Teilungstyp;

[0046] **Fig.** 6 ist ein schematisches Aufbaudiagramm, welches eine erste Ausführungsform (Typ I) mit einer Makroprisma-Beugungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0047] **Fig.** 7 ist ein schematisches Ausbaudiagramm, welches eine zweite Ausführungsform (Typ I) mit einer Makroprisma-Beugungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0048] **Fig.** 8 ist ein schematisches Aufbaudiagramm, welches eine dritte Ausführungsform (Typ II) mit Makroprismen kombiniert mit einer Beugungseinrichtung vom Makroprisma-Typ gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0049] **Fig.** 9 ist ein schematisches Aufbaudiagramm, welches eine vierte Ausführungsform (Typ II) mit Makroprismen kombiniert mit einer Beugungseinrichtung vom Makroprisma-Typ gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0050] **Fig.** 10 ist ein schematisches Aufbaudiagramm, welches eine fünfte Ausführungsform (Typ II) mit Makroprismen kombiniert mit einer Beugungseinrichtung vom Makroprisma-Typ gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0051] **Fig.** 11 ist ein schematisches Aufbaudiagramm, welches eine sechste Ausführungsform (Typ II) mit Makroprismen kombiniert mit einer Beugungseinrichtung vom Makroprisma-Typ gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0052] **Fig.** 12 ist ein schematisches Aufbaudiagramm, welches eine siebte Ausführungsform (Typ II) mit Makroprismen kombiniert mit einer Beugungseinrichtung vom Makroprisma-Typ gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0053] **Fig.** 13 ist eine Teilansicht der **Fig.** 12 in vergrößertem Maßstab;

[0054] **Fig.** 14 ist ein schematisches Aufbaudiagramm, welches eine achte Ausführungsform (Typ II) mit einer Makrolinsen-Lichtbeugungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0055] **Fig.** 15 ist eine Teilansicht der **Fig.** 14 in vergrößertem Maßstab;

[0056] **Fig.** 16 ist ein schematisches Aufbaudiagramm, welches eine neunte Ausführungsform (Typ II) mit einer Makrolinsen-Lichtbeugungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0057] **Fig.** 17 ist ein schematisches Ausbaudiagramm, welches eine zehnte Ausführungsform (Typ II) mit einer Makrolinsen-Lichtbeugungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0058] **Fig.** 18 ist eine grafische Darstellung, welche den anwendbaren Bereich der achten und neunten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0059] **Fig.** 19 ist ein schematisches Aufbaudiagramm, welches eine Anwendung der vorliegenden Erfindung auf eine Anzeigevorrichtung vom Projektionstyp zeigt; und

[0060] **Fig.** 20 ist ein schematisches Aufbaudiagramm, welches eine Anwendung der vorliegenden Erfindung auf eine Optische Faser-Anzeigevorrichtung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0061] **Fig.** 6 zeigt eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0062] In **Fig.** 6 bezeichnet das Bezugszeichen **1** die bereits erwähnte Farb-Flüssigkristall-Platteneinrichtung vom Einplattentyp, das Bezugszeichen **3** die bereits erwähnte Dreipositionseinrichtung, das Bezugszeichen **23**

den bereits erwähnten Block mit einer Lichtquelle und einer Kollimatoreinrichtung, das Bezugszeichen **25** einen weißen Strahl, das Bezugszeichen **26** eine Beugungseinrichtung vom Makroprismatyp, welche auf makroskopischem Niveau Prismen und auf mikroskopischem Niveau ein Beugungsgitter aufweist, welches auf der schrägen Seitenfläche eines jeden Prisma ausgebildet ist. Das Bezugszeichen **27** bezeichnet ein Beugungsgitter, θ den vertikalen Winkel des Makroprisma, Po die Teilung der Beugungsgitteranordnung, P die Projektion von Po, gesehen von der austretenden Richtung des gebeugten Strahls erster Ordnung, d.h. der Projektion der Teilung, welche in einer Ebene rechtwinklig zu der Laufrichtung des Lichtes gemessen ist und welche im Wesentlichen gleich $P_0\cos\theta$ ist. h bezeichnet die Höhe einer Einheitsstufe als ein Komponententeil des Beugungsgitters, die Bezugszeichen **24** und **24'** bezeichnen die Seitenfläche der Reihe von Prismen, wobei die jeweiligen Seitenflächen **24** und **24'** derart angeordnet sind, dass sie im Wesentlichen parallel mit oder im rechten Winkel zu dem einfallenden weißen Licht **25** sind. Q bezeichnet die Anordnungsteilung der Reihe von Makroprismen, gesehen aus der Richtung des einfallenden Lichtes, mit anderen Worten der Projektion der Teilung in Lichtlaufrichtung. Die Bezugszeichen **8**, **8'** und **8"** bezeichnen G-, Rund B-Strahlen der gebeugten Austrittsstrahlen erster Ordnung und w bezeichnet den R-G-Trennwinkel. Das Betriebsprinzip dieser Ausführungsform wird unter der Verwendung der nachfolgenden Ausdrücke beschrieben.

$$(n - 1)h = \lambda_0 \qquad \ldots\ldots (17)$$

$$P = \frac{\lambda_R - \lambda_G}{\omega} \fallingdotseq \frac{80\ nm}{\omega} \qquad \ldots\ldots (18)$$

$$Q > 100\ \lambda_G \fallingdotseq 53\ \mu m \qquad \ldots\ldots (19)$$

$$\frac{|\lambda_0 - \lambda_G|}{P} < \frac{10°}{57.3°} \fallingdotseq 0.17 \qquad \ldots\ldots (20)$$

$$\therefore\ |\lambda_0 - \lambda_G| < 0.17P = 0.17\ \frac{80\ nm}{\omega}$$

$$\fallingdotseq \frac{13\ nm}{\omega} \qquad \ldots\ldots (21)$$

$$\therefore\ \text{If } \omega \fallingdotseq 0.05\ rad,$$

$$|\lambda_0 - \lambda^G| < 260\ nm \qquad \ldots\ldots (22)$$

[0063] In Gleichung (**17**) bezeichnet λ_0 die charakteristische Wellenlänge dieses Systems, n den Brechungsindex des die Lichtbeugungseinrichtung vom Makroprismatyp bildenden Mediums. Der gebeugte Strahl erster Ordnung mit der Wellenlänge λ_0 passiert bei Null abgelenktem Winkel die Lichtbeugungseinrichtung. Dies des-

halb, weil die wirksame optische Wegdifferenz an jeder Einheitsstufe des Beugungsgitters eine Differenz von (n–1) h zwischen nh in dem Medium und h in Luft ist und die Differenz gleich der Wellenlänge λ_0 gemäß Gleichung (17) ist. **Fig.** 6 stellt beispielhaft einen Fall dar, in welchem λ_0 mit λ_G gleichgesetzt ist. λ_R, λ_B oder jede spezifische Wellenlänge des infraroten oder ultravioletten Bereichs kann für λ_0 in einem Bereich ausgewählt werden, dass die ausgewählte Wellenlänge Gleichung (21) befriedigt.

[0064] Gleichung (18) drückt die Beziehung; zwischen dem R-B-Trennwinkel ω und der projizierten Teilung P des Beugungsgitters aus. Um den R-G-Trennwinkel von 3° oder gsrößer (ω von 0,05 rad oder mehr) zu verwirklichen, was mit der vorliegenden Erfindung erreicht werden soll, ist es erforderlich, die Projektionsteilung P auf 1,6 μm oder weniger gemäß der (Gleichung (18) anzusetzen.

[0065] Ungleichung (19) ist die Bedingung zum Begrenzen der Beugung durch das Makroprisma auf weniger als 0,01 rad. Durch Befriedigung dieser Bedingung kann verhindert werden, dass der Lichtdivergenzwinkel ansteigt, so dass eine Flüssigkristallanzeige mit reduzierter Farbmischung zwischen R, G und B und erhöhter Bildqualität verwirklicht werden kann.

[0066] Ungleichungen (20) und (21) sind die Bedingungen zum Begrenzen des abgelenkten Winkels des G-Strahls auf weniger als 10°. Ungleichung (22) zeigt die Bedingung zum Begrenzen des abgelenkten Winkels des G-Strahls auf weniger als 10°, wenn der R-B-Trennwinkel 0,05 rad oder weniger ist, was bei dieser Ausführungsform angestrebt wird. Die Bedingungen in dieser Ausführungsform sind aus Verallgemeinerungszwecken wie folgt:

(1) Die effektive optische Wegdifferenz (n–1) h an jeder Einheitsstufe des Beugungsgitters ist gleich einem ganzzahligen Vielfachen $L\lambda_0$ einer speziellen Wellenlänge. ... Gleichung (17)
(2) Die projizierte Anordnungsteilung P ist gleich 80 L nm/ω.... Gleichung (18)
(3) Die projizierte Teilung P des Makroprisma ist 100 Mal die grüne Wellenlänge λ_G, d.h. größer als 53 μm. ...Ungleichung (19)
(4) Die Differenz zwischen einer speziellen Wellenlänge λ_0 und der grünen Wellenlänge λ_G ist kleiner als 260 nm. ... Ungleichung (22)

[0067] In den oben erwähnten Bedingungen (1) und (2) ist L eine ganze Zahl von 1 oder mehr oder 3 oder weniger. In der obigen Beschreibung war der Wert von L 1. Der L-Wert von 4 oder größer kann jedoch nicht empfohlen werden. Der Grund besteht darin, dass, wenn der L-Wert gleich 4 oder größer ist, die Beugungswirksamkeit unannehmbar abfällt, wobei eine detaillierte Beschreibung hier weggelassen wird. Wenn der Wert von L 1, 2 oder 3 ist, können diese Werte bei dieser Ausführungsform benutzt werden. In einem solchen Fall wird gebeugtes Licht der L-ten Ordnung verwendet.

[0068] Mit dem Obigen ist die Beschreibung der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beendet.

[0069] Eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in **Fig.** 7 gezeigt.

[0070] In **Fig.** 7 bezeichnen die Bezugszeichen **1**, **3**, **8**, **24**, **24'**, **25**, **26** und **27** die gleichen Gegenstände wie die oben erwähnten.

[0071] In **Fig.** 6 hat die Lichtbeugungseinrichtung **26** vom Makroprismatyp ein Makroprisma, vorgesehen auf der Lichteintrittsseite, und ein Beugungsgitter **27**, ausgebildet auf der Lichtaustrittsseite, wohingegen in **Fig.** 7 sowohl das Makroprisma als auch das Beugungsgitter **27** auf der Lichtaustrittsseite der Beugungsgittereinrichtung **26** vom Makroprismatyp vorgesehen sind. Die Lichtbeugungseinrichtung **26** vom Makroprismatyp und das Beugungsgitter **27** können getrennt hergestellt und später miteinander verbunden werden.

[0072] Daher werden die Ausdrücke (18) bis (22) auch bei dieser zweiten Ausführungsform verwendet. Hiermit ist die Beschreibung der **Fig.** 7 beendet. Die beiden obigen Ausführungsformen entsprechen einem Typ I der vorliegenden Erfindung. Es wird nunmehr mit der Beschreibung eines Typs II fortgefahren.

[0073] **Fig.** 8 zeigt eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In **Fig.** 8 bezeichnen die Bezugszeichen **1**, **2**, **24**, **24'** und **25** die gleichen Gegenstände wie die oben beschriebenen. Das Bezugszeichen **26'** bezeichnet eine Makrolinsen-Lichtbeugungseinrichtung und das Bezugszeichen **27'** Beugungsgitter. In der dritten Ausführungsform ist die Anordnungsteilung Q der Makrolinsenelemente gleich der Teilung der Drei-Pixel-Anordnung der Flüssigkristall-Platteneinrichtung **1** angesetzt. Die dritte Ausführungsform unterscheidet

sich von der zweiten Ausführungsform in **Fig.** 7 dadurch, dass die schrägen Seitenflächen der Reihe von Makroprismen in einem Linsenaufbau gebogen sind. Daher ist die Höhe h der Einheitsstufen des Beugungsgitters nicht einheitlich, so dass die Höhe h periodisch moduliert ist.

[0074] Im Stand der Technik, gezeigt in **Fig.** 4 und 5, ist die Anordnungsteilung P_0 des Beugungsgitters moduliert, wohingegen in der dritten Ausführungsform die Höhe h(x) des Beugungsgitters periodisch moduliert ist. Wenn man die Koordinaten x in der in **Fig.** 8 gezeigten Richtung nimmt und den Abstand zwischen der Reihe von Pixeln **2** und dem Beugungsgitter mit D(x) bezeichnet, wird die Bedingung zum Bilden der dritten Ausführungsform durch die nachfolgende Gleichung ausgedrückt. Da h(x) und D(x) periodische Funktion mit einer Periode 7 sind, wird die Bedingung nur für die oberste eine Periode ausgedrückt.

$$(n - 1)h_{(x)} = L\lambda_G + \frac{xP_{(x)}}{\frac{D_0}{n} + D_{(x)} - D_0} \qquad \ldots\ldots (23)$$

$$\delta_G = x \Big/ \left(\frac{D_0}{n} + D_{(x)} - D_0\right) \qquad \ldots\ldots (24)$$

$$P_{(x)} = \frac{L(\lambda_R - \lambda_G)}{\omega} \quad \frac{\left(\frac{D_0}{n} + D_{(x)} - D_0\right) L}{T/3}$$

$$x\ 80\ nm \qquad \ldots\ldots (25)$$

$$\therefore\ \omega = T/3 \left(\frac{D_0}{n} + D_{(x)} - D_0\right) \qquad \ldots\ldots (26)$$

$$Q > 53\ \mu m \qquad \ldots\ldots (19)$$

[0075] In den obigen Gleichungen bezeichnet L ganze Zahlen von 1 bis 3, n den Beugungsindex des Mediums der Flüssigkristall-Platteneinrichtung und der Lichtbeugungseinrichtung und D_0 den Abstand von der Oberfläche der Flüssigkristall-Platteneinrichtung zu der Reihe von Pixeln. Das Symbol T bezeichnet die Drei-Pixel-Periode, P(x) die projizierte Teilung (die Teilung gemessen in der Richtung rechtwinklig zur Lichtlaufrichtung), λ_R und λ_G Wellenlängen der R- und G-Strahlen und δ_G den abgelenkten Winkel des G-Strahls.

[0076] Gleichung (23) zeigt die Bedingung zum Ansetzen der effektiven optischen Wegdifferenz (n–1)h(x) jeder Stufe des Gitters für den G-Strahl, so dass der gebeugte G-Strahl L-ter Ordnung in Richtung des G-Pixels verläuft. Der Nenner $D_0/n + D(x) – D_0$ des letzten Ausdrucks der Gleichung (23) ist die effektive optische Weglänge vom Beugungsgitter zur Pixelreihe der Flüssigkristallplatte und der Zähler x ist der Abstand in x-Richtung, gemessen vom Zentrum des G-Pixels. Das Verhältnis zwischen ihnen ist gleich dem abgelenkten Winkel δ_G des G-Strahls. (Gleichung (24))

[0077] Gleichung (25) zeigt die Bedingung, um den R-G-Trennwinkel gleich w zu machen. Ungleichung (19) ist bereits beschrieben worden.

[0078] Das Bezugszeichen **28** zeigt an, dass Seite **24**' und Seite **27'** umgekehrt werden können. Dies gilt für **Fig.** 7. Wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, können die Nachteile in Punkt 3.4 im Stand der Technik gemäß diesem dritten Ausführungsform überwunden werden.

[0079] Trotzdem hat der divergierende Winkel des Austritts aus der Flüssigkristallplatte in der dritten Ausführungsform einen großen Wert von 5 ω, wie in **Fig.** 8 gezeigt ist. Dieser Wert ist gleich dem Austrittsdivergenzwinkel von 5 ω im Stand der Technik in **Fig.** 5 und entspricht dem Gesamtwert von ±ω und ±1,5 ω in **Fig.** 4. Eine vierte Ausführungsform zum Erniedrigen des Austrittsdivergenzwinkels auf ungefähr 3 ω ist in **Fig.** 9 gezeigt.

[0080] In **Fig.** 9 bezeichnen die Bezugszeichen außer dem Bezugszeichen **4** die gleichen Gegenstände wie in **Fig.** 8 gezeigt, das Bezugszeichen **4** bezeichnet Lentikulargläser, welche die divergenzreduzierende Kollimatoreinrichtung bilden. Die Brennebene der Kollimatoreinrichtung ist so gewählt, dass sie im Wesentlichen mit der Beugungsgitterseite **27'** zusammenfällt (Genauigkeit innerhalb von ± 30%). Aus Gründen der Darstellungsklarheit wird die Höhe ΔD des Makroprisma ausgedrückt, um ungefähr die gleiche wie der Abstand zu der Pixelseite D_0 zu sein, aber tatsächlich ist ΔD kleiner als ungefähr 1/5 von D_0. Daher ist das obige Ansetzen möglich. Mit Hilfe der Kollimatoreinrichtung **4** werden die vom gleichen Punkt der Beugungsgitterseite **27'** ausgehenden Strahlen unabhängig von ihrer Richtung Parallelstrahlen, wenn sie aus der Kollimatoreinrichtung austreten. Daher wird der von jedem Zentrum **30** der Makroprismaseite austretende Strahl, nämlich der Hauptstrahl, in Parallelstrahlen senkrecht zur Flüssigkristallplattenseite umgewandelt. Die Randstrahlen **30'** und **30"** werden jeweils in Parallelstrahlen unter Winkeln von ± 1,5 ω zur Normalen der Flüssigkristallplatte umgewandelt. Demzufolge wird der Divergenzwinkel der Austrittsstrahlen aus der Platte auf ungefähr 3 ω verringert (verringert auf ungefähr die Hälfte von 5 ω). Hiermit ist die Beschreibung der **Fig.** 9 beendet. Eine fünfte Ausführungsform, mit welcher der Divergenzwinkel weiter verringert wird, ist in **Fig.** 10 gezeigt.

[0081] In **Fig.** 10 bezeichnet das Bezugszeichen **31** eine Einrichtung mit schwarzen Streifen, welche unmittelbar hinter der Lichtaustrittsseite oder auf der Lichteintrittsseite **24'** der Lichtbeugungseinrichtung **26'**, wie durch das Bezugszeichen **31"** angedeutet, gebildet sind. Seiten **24"** sind längs der Lichtlaufrichtung angeordnet und können geneigt ausgebildet sein, wie illustriert (In einigen Fällen erleichtern die so geneigten Seiten **24"** die Herstellung der Lichtbeugungseinrichtung **26'**). Die Teile außer den in diesem Abschnitt erwähnten sind die gleichen wie diejenigen, die in **Fig.** 9 gezeigt sind.

[0082] Wenn die Breite der schwarzen Streifen auf ungefähr 2/3 der Drei-Pixel-Periode T angesetzt ist, kann der Divergenzwinkel der aus der Flüssigkristallplatte austretenden Strahlen auf 2/3 desjenigen Winkels in dem Fall verringert werden, in welchem keine schwarzen Streifen verwendet werden, insbesondere auf ungefähr 2 ω verringert werden, wie in **Fig.** 10 gezeigt.

[0083] Entsprechend der fünften Ausführungsform wird die Lichtübertragungswirksamkeit im Verhältnis zu der schwarze Streifenrate verringert, aber der Divergenzwinkel des Austrittslichtes kann verringert werden und wegen der Farbmischungsverhinderung und des verbesserten Kontrastverhältnisses verbessert sich die Bildqualität. Es wird angemerkt, dass die fünfte Ausführungsform eine Flüssigkristall-Platteneinrichtung vom Einplattentyp, Drei-Richtungs-Einrichtungen, Drei-Positions-Einrichtungen und eine Reiheneinrichtung mit schwarzen Streifen aufweist, mit anderen Worten, das Beugungsgitter ist kein Erfordernis. Hiermit ist die Beschreibung der **Fig.** 10 beendet. Die oben beschriebenen Ausführungsformen sind von einer Bauart, bei welcher die Pixelanordnung eines Trios von RGB, RGB usw. verwendet wird. Es wird nunmehr ein angewandtes Ausführungsbeispiel beschrieben, welches eine Pixelanordnung vom Quanetttyp von RGBG, RGBG usw. benutzt.

[0084] **Fig.** 11 zeigt ein Ausführungsbeispiel vom Quanetttyp als sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In **Fig.** 11 bezeichnet das Bezugszeichen **27"** Beugungsgitter, welche auf schrägen Seitenflächen der Makroprismen ausgebildet sind, welche in der entgegengesetzten Richtung zu den bereits beschriebenen Gittern **27'** geneigt sind, und das Bezugszeichen **2'** bezeichnet eine Reihe von quartettförmig angeordneten Pixeln. Wie aus den Pfeilmarkierungen der Lichtstrahlen deutlich wird, können die Farbstrahlen gemäß dieser sechsten Ausführungsform auf den quartettförmig angeordneten Pixeln gesammelt werden.

[0085] Wie allgemein bekannt sind die Helligkeitsbeitragsraten der R-, G- und B-Komponentenstrahlen, welche einen weißen Strahl bilden, ungefähr 30%, 60% und 10%. Es ist daher ein Vorteil, dass die quartettförmige Pixelanordnung Hochauflösungsbilder mit einer kleineren Gesamtanzahl von Pixeln zu verwirklichen erlaubt. Es wird angemerkt, dass der Austrittsdivergenzwinkel in der sechsten Ausführungsform ungefähr 4 ω ist. Modifikationen, gezeigt in **Fig.** 9 und 10, welche zur **Fig.** 8 erfolgt sind, können auch auf die **Fig.** 11 angewandt

werden, und ähnliche Modifikationen sind in der vorliegenden Erfindung eingeschlossen.

[0086] In jeder der obigen Ausführungsformen weisen die Mikroniveauseiten des Beugungsgitters jedes Prisma jeweils die Seiten im Wesentlichen parallel zu und die Seiten im Wesentlichen rechtwinklig zu der Lichtlaufrichtung auf, aber die Seiten rechtwinklig zu der Lichtlaufrichtung können entsprechend dem abgelenkten Winkel der G-Strahlen geneigt sein, so dass die Strahlen die gleiche Wellenfront haben. Hierdurch kann die Beugungswirksamkeit verbessert werden, jedoch nur in einem geringen Umfang.

[0087] **Fig.** 12 zeigt eine siebte Ausführungsform, welche zu dem bereits beschriebenen Typ II der vorliegenden Erfindung in **Fig.** 1 gehört.

[0088] In **Fig.** 12 bezeichnen die Teile **1**, **2** und **25** die gleichen, die bereits beschrieben worden sind, das Bezugszeichen **32** bezeichnet lineare Fresnel-Linseneinrichtungen, das Bezugszeichen **32'** die Lichteintrittsseite der Fresnel-Linseneinrichtung, das Bezugszeichen **32"** eine Prismaseite, ausgebildet auf der Lichtaustrittsseite der Fresnel-Linseneinrichtung, das Bezugszeichen **33** eine Lichtbeugungseinrichtung mit Makroprismen kombiniert mit linsenförmigen Seiten auf makroskopischem Niveau und enthält Beugungsgitter auf mikroskopischem Niveau, das Bezugszeichen **34** bezeichnet eine Prismaseite, ausgebildet auf der Lichteintrittsseite der Beugungseinrichtung, gestrichelte Linien **36** bezeichnen Makroprismen kombiniert mit linsenförmigen Seiten, das Bezugszeichen **37** bezeichnet Beugungsgitter und das Bezugszeichen **38** bezeichnet Diskontinuitätsseiten der Makroprismen.

[0089] Das eintretende weiße Licht (25) wird an den Prismenseiten **32"**, **34** gebeugt und fällt unter einem Ablenkungswinkel α_1' auf die Beugungsgitter (37) ein.

[0090] Wie dargestellt, durch Definieren von x-Koordinaten und θ, β, h_1, h_2, P und α_G, wie gezeigt in einer Teilansicht in vergrößertem Maßstab in **Fig.** 13, gilt die nachfolgende Gleichung.

$$L = 1,\ 2,\ 3$$

$$P_{(x)} = \frac{L(\lambda_R - \lambda_G)}{\omega} \quad \frac{80\ nmL}{\omega} \qquad \ldots\ldots (25')$$

$$\omega = \frac{T}{3\left(\frac{D_0}{n} - D_0 + D_{(x)}\right)} \qquad \ldots\ldots (26)$$

$$\alpha_C = \frac{x}{\frac{D_0}{n} - D_0 + D_{(x)}} \qquad \ldots\ldots (27)$$

$$nh_1 - h_2 = L\lambda_C + P\alpha_C \qquad \ldots\ldots (28)$$

$$nh_1 = np \tan(\theta - \alpha'_1)$$

$$\varphi\ np(\theta - \alpha'_1) \qquad \ldots\ldots (29)$$

$$h_2 = p \tan \theta \qquad \ldots\ldots (30)$$

$$\therefore\ \alpha_C = n(\theta - \alpha'_1) - \tan \theta - \frac{L\lambda_G}{p} \qquad \ldots\ldots (31)$$

$$\alpha_C\ (x = 0) = 0$$

$$\therefore\ n\alpha'_1 = n\theta_{(o)} - \tan\theta_{(o)} - \frac{\omega}{0.15} \qquad \ldots\ldots (32)$$

$$\therefore\ n\theta_{(x)} - \tan\theta_{(x)} = n\alpha'_1 - \frac{\omega}{0.15} + \frac{x}{\frac{D_0}{n} - D_0 + D_{(x)}} \qquad \ldots\ldots (33)$$

$$g = \frac{n}{n - 1}\alpha'_1 \qquad \ldots\ldots (34)$$

$$\tan \beta = \frac{n\sin \alpha'_1 - \sin \alpha_C}{n\cos \alpha'_1 + \cos \alpha_C} \qquad \ldots\ldots (35)$$

[0091] In der obigen Gleichung sind die Gleichungen (25') und (26) die gleichen wie die oben erwähnten Gleichungen (25) und (26). Gleichung (27), welche die Austrittsrichtung des G-Strahls anzeigt, ist die gleiche wie die oben erwähnte Gleichung (24). Das linke Seitenglied ($nh_1 - nh_2$) der Gleichung (28) drückt die effektive optische Wegdifferenz an jeder Stufe des Beugungsgitters aus.

[0092] Daher können gemäß der Gleichung (33) durch periodisches Modulieren der optischen Wegdifferenz der effektiven Einheit als Funktion von x die G-Austrittsstrahlen auf die G-Pixel gerichtet werden. Diese Modulation kann erreicht werden durch Aufrechterhaltung der Kompatibilität mit der Zwangsbedingungsgleichung (25'), welche die Definition des R-G-Trennwinkels zeigt. Daher können die bereits beschriebenen Punkte 3.3 und 3.4 in **Fig.** 1 gleichzeitig befriedigt werden. Gleichung (34) zeigt die durch die Prismenseiten **32"** und **34** zu befriedigende Bedingung. Gleichung (35) ist eine Bedingung zum Spezifizieren des Prismawinkels des Beugungsgitters auf mikroskopischem Niveau. Diese Bedingung zu befriedigen ist wirksam zum Erhöhen der Beugungswirksamheit nahe zu 1.

[0093] Mit dem obigen ist die Beschreibung der **Fig.** 12 und 13 beendet.

[0094] **Fig.** 14 zeigt eine achte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, welche zum oben bereits erwähnten Typ II in **Fig.** 1 gehört. In **Fig.** 14 bezeichnen die Teile **1**, **2**, **25**, **32**, **32'**, **32"**, **34** und **35** die gleichen oben bereits beschriebenen Teile, das Bezugszeichen **33'** bezeichnet eine Lichtbeugungseinrichtung mit einer linsenförmigen Struktur auf makroskopischem Niveau und enthält Beugungsgitter auf mikroskopischem Niveau, das Bezugszeichen **36'** bezeichnet eine gestrichelte Linie, welche die makroskopische linsenförmige Form andeutet, und das Bezugszeichen **37'** bezeichnet Beugungsgitter. **Fig.** 15 ist eine Teilansicht in vergrößertem Maßstab.

[0095] In **Fig.** 14 ist jede Linse, welche durch Kombinieren einer Prismaseite **34** und einer makroskopischen linsenförmigen Form **36'** gebildet ist, eine makroskopische linsenförmige Linse. Ein Beugungsgitter **27** kann mit Hilfe eines Klebers auf der äußeren Oberfläche der makroskopischen linsenförmigen Form **36'** aufgebracht werden.

[0096] Die Gleichungen, welche Bedingungen in der achten Ausführungsform ausdrücken, sind die folgenden:

$$L1,\ 2,\ 3$$

$$P_{(x)} = \frac{80\ nmL}{\omega} = \frac{3\left(\frac{D_0}{n} - D_0 + D_{(x)}\right)}{T}\ 80\ nmL \qquad \ldots\ldots\ (25)$$

$$\alpha_G = \frac{x}{\frac{D_0}{n} - D_0 + D_{(x)}} \qquad \ldots\ldots\ (27)$$

$$np\tan(\theta - \alpha'_1) - p\tan\theta = p\alpha_G - L\lambda_G \quad \ldots\ldots (36)$$

$$= (-n\tan\alpha'_1 + n\theta\sec^2\alpha'_1 - \theta)P$$

$$\therefore \theta_{(x)} = \frac{1}{n\sec^2\alpha'_1 - 1}\left\{\alpha_G + n\tan\alpha'_1 - \frac{L\lambda_G}{P}\right\}$$

$$\ldots\ldots (36')$$

$$\theta_{(o)} = \alpha_{G(o)} = 0$$

$$\therefore n\tan\alpha'_1 = \frac{L\lambda_G}{P} = \frac{\omega}{0.15} \quad \ldots\ldots (37)$$

$$\therefore \theta_{(x)} = \frac{\alpha_G}{n\sec^2\alpha'_1 - 1} \quad \ldots\ldots (38)$$

$$\tan\beta_{(x)} = \frac{n\sin\alpha'_1 - \sin\alpha_G}{n\cos\alpha'_1 + \cos\alpha_G} = \frac{n\sin\alpha'_1}{n\cos\alpha'_1 - 1}$$

$$\ldots\ldots (35)$$

$$g = \frac{n}{n-1}\alpha'_1 \quad \ldots\ldots (34)$$

$$\alpha'_1 \geq \alpha''_1 > \omega \quad \ldots\ldots (39)$$

Der Hauptunterschied der Gleichungen in der achten Ausführungsform von denjenigen in der vorhergehenden Ausführungsform besteht darin, dass $L\lambda_G$ in Gleichung (36) ein negatives Vorzeichen hat im Unterschied zu dem positiven Vorzeichen, welches $L\lambda_G$ in Gleichung (28) in der siebten Ausführungsform hat. Der Grund für diesen Unterschied besteht darin, dass in **Fig.** 14 der Lichtaustritt nullter Ordnung in Richtung nach oben rechts der Zeichnung ausgerichtet ist. Bei diesem Aufbau können die Gleichung (25), betreffend den R-G-Trennwinkel ω und die Gleichung (38), betreffend den abgelenkten Winkel α_G des vorwärtsschreitenden G-Strahls unabhängig kompatibel gemacht werden, so dass die Punkte 3.4 und 3.5 in **Fig.** 1 kompatibel gemacht werden können. Ausdruck (39) ist eine empfohlene Bedingung, welche vom abgelenkten Winkel α_1" der Diskontinuitätsseiten der Beugungsgitter zu befriedigen ist, um die Beugungswirksamkeit zu verbessern. Hiermit ist die Beschreibung der achten Ausführungsform beendet.

[0097] **Fig.** 16 zeigt eine neunte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In **Fig.** 16 sind die durch die Bezugszeichen gekennzeichneten Teile die gleichen wie die oben beschriebenen. Mit anderen Worten wird diese neunte Ausführungsform gebildet durch Hinzufügen einer Feldlinseneinrichtung 4 zum Reduzieren des Lichtdivergenzwinkels zu **Fig.** 14, um hierdurch den Divergenzwinkel des Strahlenaustritts aus der Platte auf 3 ω zu verringern. Die Brennebene der Feldlinseneinrichtung ist derart angeordnet, um im Wesentlichen mit der Position der Beugungsgitter **37'** zusammenzufallen.

[0098] Eine Modifikation ist möglich, welche gebildet wird durch Hinzufügen der Einrichtung **31** mit schwarzen Streifen, gezeigt in **Fig.** 10, zu dieser neunten Ausführungsform, und diese Modifikation ist in der vorliegenden Erfindung enthalten. In **Fig.** 16 kann die Kollimatoreinrichtung **4** auf der Lichteintrittsseite **4'** der Platteneinrichtung vorgesehen sein. Die Beugungsgitter **37'** können auf der Seite 37" vorgesehen sein. Hiermit ist die Beschreibung der **Fig.** 16 beendet.

[0099] **Fig.** 17 zeigt eine zehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In **Fig.** 17 bezeichnet das Bezugszeichen **33"** eine Lichtbeugungseinrichtung mit Makroprismen kombiniert mit einer linsenförmigen Seite, das Bezugszeichen **34"** bezeichnet eine Form, gebildet von Makroprismen kombiniert mit einer linsenförmigen Seite, gebildet auf der Lichteintrittsseite der Beugungseinrichtung, das Bezugszeichen **31** bezeichnet eine Einrichtung mit schwarzen Streifen und das Bezugszeichen **39** bezeichnet ein Beugungsgitter. Das Betriebsprinzip dieser zehnten Ausführungsform versteht man aus den pfeilmarkierten Lichtstrahlen und den Beschreibungen der oben gezeigten Zeichnungen. In **Fig.** 17 ist die Brennebene der Kollimatoreinrichtung zum Reduzieren des Lichtdivergenzwinkels derart angeordnet, dass sie im Wesentlichen mit der Position des Beugungsgitters **39** zusammenfällt. Das Vorsehen der Einrichtung **31** mit schwarzen Streifen erhöht den Lichtverlust, aber mit dem Vorteil, dass der Divergenzwinkel des Austritts aus der Platte auf weniger als 3 ω verringert werden kann.

[0100] **Fig.** 18 ist eine grafische Darstellung, welche den anwendbaren Bereich der achten und neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, gezeigt in den **Fig.** 14 und 16, zeigt.

[0101] **Fig.** 18 stellt grafisch die Gleichung (37) dar und entspricht einem Fall, in welchem das Material einen normalen Brechungsindexwert von 1,5 hat. Um den abgelenkten Winkel α_1' des durch das Medium verlaufenden Lichtes auf ungefähr 0,6 oder weniger rad zu begrenzen, ist es erforderlich, die Prismenkomponenten praktisch zu verwirklichen. Daher ist der anwendbare Bereich der achten und neunten Ausführungsform der Bereich, angedeutet durch 50 in **Fig.** 8. Dieser Bereich deckt vollständig den in der oben erwähnten Ungleichung (10) gezeigten Bereich ab.

[0102] Es ist anzumerken, dass die erste bis sechste Ausführungsform in Anwendungen benutzt werden, welche größere R-G-Trennwinkel erfordern.

[0103] Wenn die Kollimatoreinrichtung, eingeschlossen im Block **23**, chromatische Aberration hat, kann die chromatische Aberration kompensiert werden durch Korrigieren des Wertes des R-G-Trennwinkels w entsprechend dem Betrag der in Frage stehenden chromatischen Aberration.

[0104] Bei einer Flüssigkristallanzeige vom direkten Ansichtstyp wird normalerweise eine Linienlichtquelle für die Lichtquelleneinrichtung in Block **23** verwendet. Die Kollimatoreinrichtung wird gebildet durch Kombinieren einer Lichtleitungsplatte, einer Reihe von Prismen, von schwarzen Streifen, von Lentikulargläsern usw. Bei einer solchen Anwendung wie dieser kann die vorliegende Erfindung angewandt werden, wenn für den Wert des R-G-Trennwinkels w ungefähr 0,3 bis 0,6 rad ausgewählt wird. Hiermit ist die Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beendet.

[0105] Bei den Ausführungsformen von **Fig.** 8 an, welche zum Typ II der vorliegenden Erfindung gehören, ist die Anordnungsteilung von makroskopischen linsenförmigen Elementen im Wesentlichen gleich der Anordnungsteilung der Flüssigkristall-Platteneinrichtung. Die Wärmeausdehnungskoeffizienten der Materialien müssen daher denjenigen der Flüssigkristall-Platteneinrichtung angepasst werden. Die Flüssigkristall-Platteneinrichtung besteht normalerweise aus einem Glasmaterial. Demzufolge wird bei den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung als Material der Lichtbeugungseinrichtung vom makroskopischen linsenförmigen Typ normalerweise auch ein Glasmaterial verwendet. Das Beugungsgitter und die linsenförmigen Elemente, vorgesehen auf der Oberfläche der Lichtbeugungseinrichtung vom makroskopischen linsenförmigen Typ, werden aus einem Glas- oder Kunststoffmaterial gebildet, aber für allgemeine Anwendungen wird ein Kunststoffmaterial vom härtenden Typ bei ultraviolettem Licht empfohlen.

[0106] Bei der obigen Darstellung der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erfolgte die Beschrei-

bung unter der Annahme, dass Luft in den Räumen zwischen den verschiedenen Komponenten vorhanden ist.

[0107] Diese Räume können jedoch mit einem Kunststoffmaterial gefüllt sein, welches einen kleineren Brechungsindex als derjenige der Komponenten der Ausführungsform hat. In diesem Fall kann jede Ausführungsform unter Berücksichtigung einer Tatsache ausgebildet werden, dass die effektive optische Wegdifferenz $nh_1 - h_2$ sich zu $nh_1 – n_2h_2$ verändert.

[0108] Die Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist nicht beschränkt auf den direkten Ansichtstyp, sondern kann auf den Projektionstyp oder den optischen Fasertyp angewandt werden. **Fig.** 19 zeigt eine Anwendung der vorliegenden Erfindung auf die Anzeige vom Projektionstyp. In **Fig.** 19 bezeichnet das Bezugszeichen **40** einen Block, typisch für die oben beschriebenen Ausführungsformen, welcher die oben beschriebene Lichtbeugungseinrichtung vom Makroprismatyp oder vom makroskopischen linsenförmigen Typ in der vorliegenden Erfindung enthält. Das Bezugszeichen **23** bezeichnet einen Block, welcher eine Lichtquelleneinrichtung und eine Kollimatoreinrichtung enthält, das Bezugszeichen **1** bezeichnet eine Flüssigkristall-Platteneinrichtung, das Bezugszeichen **41** bezeichnet eine Projektionslinseneinrichtung und das Bezugszeichen **42** bezeichnet eine Bildschirmeinrichtung.

[0109] **Fig.** 20 zeigt eine Anwendung der vorliegenden Erfindung auf die Anzeige vom optischen Fasertyp. In **Fig.** 20 bezeichnet das Bezugszeichen **43** eine optische Faser, das Bezugszeichen **44** bezeichnet ein Faserlichteintrittsende und das Bezugszeichen **45** bezeichnet ein Faserlichtaustrittsende plus eine Faserbildschirmeinrichtung.

[0110] Wenn eine Flüssigkristall-Platte unter Verwendung der Polarisation von Licht angewandt wird, ist in jeder Ausführungsform die Benutzung einer P-Welle (äquivalent zu E_z Welle oder TM-Welle im Gebiet der elektrischen Welle), nicht wesentlich, aber empfohlen. Der Grund hierfür besteht darin, dass der Zwischenflächen-Reflexionsverlust der P-Welle, wie allgemein bekannt, kleiner ist als derjenige der S-Welle, wodurch ermöglicht wird, ein optisches System großer Wirksamkeit herzustellen. Hiermit ist die Einführung von Ausführungsformen und von Anwendungen der vorliegenden Erfindung beendet.

[0111] Gemäß diesen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist eine Farbflüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp vorgesehen mit verbesserter Lichtübertragungswirksamkeit, welche das eintretende weiße Licht in drei primäre, in verschiedene Richtungen laufende Farben trennen kann und diese drei Farbstrahlen zu entsprechenden Pixeln auf der Flüssigkristall-Platteneinrichtung der einzigen Platte führen kann.

[0112] Gemäß der ersten (**Fig.** 6) und der zweiten (**Fig.** 7) Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es möglich, den R-G-Trennwinkel durch die Lichtbeugungseinrichtung auf 0,05 rad oder mehr und den abgelenkten Winkel des grünen Strahls auf 0,17 rad oder weniger anzusetzen, wodurch es möglich ist, ein kompaktes optisches System zu schaffen.

[0113] Gemäß der dritten bis zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Kompatibilität der konvergierenden Aktionen durch die Lichtbeugungseinrichtung in die R-, G- und B-Pixel zu erreichen, mit dem Ergebnis, dass eine Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung geschaffen werden kann, welche eine reduzierte Farbmischung hat, demzufolge eine hohe Bildqualität und weniger erforderlichen Energieverbrauch.

[0114] Um spezifischer zu sein, wie gegenüber dem Beeinträchtigungsverhältnis der Lichtkonvergenzaktion von ungefähr 1,6 im Stand der Technik, kann gemäß dem Typ II in der vorliegenden Erfindung dieses Beeinträchtigungsverhältnis auf ungefähr 1,4 oder weniger reduziert werden, so dass die Benutzungswirksamkeit der R- und B-Strahlen hierdurch verbessert wird.

Patentansprüche

1. Farb-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp mit einer Lichtquelleneinrichtung (**23**), einer Kollimatoreinrichtung (**3**; **26'**) und einer Flüssigkristall-Platteneinrichtung (**1**) vom Einplattentyp, aufweisend:
eine Lichtbeugungseinrichtung (**27**), angeordnet zwischen der Kollimatoreinrichtung (**23**) und der Flüssigkristall-Platteneinrichtung (**1**) vom Einplattentyp; und
eine Drei-Positions-Einrichtung zum Ausrichten der Lichtstrahlen von drei primären Farben, gebeugt durch die Beugungseinrichtung, auf die jeweiligen Pixelpositionen der Flüssigkristallplatte, wobei die Lichtbeugungseinrichtung (**27**) auf makroskopischem Niveau geformt ist als eine dreidimensionale unebene Plattenform mit einer makroperiodischen strukturellen Teilung und zusätzlich mindestens entweder eine Makroprismaform (**26**) oder eine makrolinsenförmige Form (**26'**) hat, und außerdem auf einem mikroskopischen Niveau ein vielfach

gestuftes Beugungsgitter (**27**) aufweist, wobei die makroperiodische strukturelle Teilung größer als 54 um ist, wobei weißes Licht, eingeführt von der Lichtquelle zu der Beugungseinrichtung und hiervon ausgegeben, in drei primäre Farbstrahlen aufgeteilt wird, welche in drei verschiedene Richtungen laufen, wobei ein Rot-Grün-Trennwinkel ω zwischen einem roten Strahl und einem grünen Strahl in den drei primären Farbstrahlen größer als 0,05 rad ist, wobei eine optische Wegdifferenz einer effektiven Einheit an einer Einheitsstufe des vielfach gestuften Beugungsgitters (**27**) für mindestens den Hauptstrahl auf eine ganzzahlige Ziffer L angesetzt ist, welche eine ganze Zahl aus 1, 2 und 3 ist, multipliziert mit der charakteristischen optischen Weglänge λ0 des Systems, wobei die Projektion P der Teilung P_0 der Einheitsstufe in der Richtung des grünen Austrittsstrahls im Wesentlichen gleich L multipliziert mit einer rot-grünen Wellenlängendifferenz geteilt durch den rot-grünen Trennwinkel ω ist, insbesondere 80 L nm/ω, und wobei die drei primären Farbstrahlen (R, G und B), wie ausgegeben durch die Beugungseinrichtung, und in drei verschiedene Richtungen laufend, konvergiert werden durch die Drei-Positionseinrichtung zu spezifizierten jeweiligen Drei-Farbpositionen der Flüssigkristallplatte.

2. Farb-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp nach Anspruch 1, bei welcher eine Differenz zwischen der spezifischen optischen Wellenlänge kleiner als 260 nm ist.

3. Farb-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp nach Anspruch 1, bei welcher die Makroprismaform auf der Eintrittsseite der Lichtbeugungseinrichtung (**27**) ausgebildet ist.

4. Farb-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp nach Anspruch 1, bei welcher die Makroprismaform (**26**) auf der Austrittsseite der Lichtbeugungseinrichtung (**27**) ausgebildet ist.

5. Farb-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp nach Anspruch 1, bei welcher die makroperiodische strukturelle Teilung (Q der makrolinsenförmigen Form (**26'**) im Wesentlichen gleich einer Periode T einer Drei-Farben-Pixel-Anordnung der Flüssigkristall-Platteneinrichtung angeordnet ist, und bei welcher die optische Wegdifferenz der effektiven Einheit periodisch moduliert ist, so dass jeder grüne Austrittsstrahl zu einem jeweiligen grünen Pixel (G) der Flüssigkristallplatte ausgerichtet ist, so dass der rot-grüne Trennwinkel ω und die Vorwärtsrichtung des grünen Austrittsstrahls unabhängig voneinander ausgewählt sind, mit dem Ergebnis, dass die Drei-Positions-Einrichtung (**3**) und ihre Funktion des Konvergierens der drei primären Farbstrahlen durch die Lichtbeugungseinrichtung (**27**) implementiert ist.

6. Farb-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp nach Anspruch 5, bei welcher eine divergenzreduzierende Feldlinseneinrichtung (**4**) an der Austrittsseite der Lichtbeugungseinrichtung (**27**) angeordnet ist, wobei die Brennebene der divergenzreduzierenden Feldlinseneinrichtung (**4**) derart erfolgt, dass sie im Wesentlichen mit der Position des vielfach gestuften Beugungsgitters der Lichtbeugungseinrichtung (**27**) zusammenfällt, und wobei die primären Farbstrahlen, welche in drei verschiedene Richtungen laufen, zu den jeweiligen drei Pixeln (R, G und B) bei jeder Drei-Pixel-Teilung ausgerichtet sind.

7. Farb-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp nach Anspruch 1, bei welcher die makrolinsenförmige Form (**26'**) vorgesehen ist als Form, ausgebildet von Makroprismen kombiniert mit einer makrolinsenförmigen Seite, bei welcher Einrichtungen (**31**) mit schwarzen Streifen und eine divergenzreduzierende Kollimatoreinrichtung an der Austrittsseite des Beugungsgitters angeordnet sind, und bei welcher die Brennebene der divergenzreduzierenden Kollimatoreinrichtung im Wesentlichen gleich der Position des Beugungsgitters angeordnet ist.

8. Farb-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp nach Anspruch 5, weiter aufweisend eine Einrichtung (**31**) mit schwarzen Streifen, wobei die Einrichtung mit schwarzen Streifen mindestens entweder auf der Eintrittsseite der Beugungseinrichtung (**27**) oder auf einer Seite nachfolgend der Lichtbeugungseinrichtung (**27**) angeordnet ist.

9. Farb-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp der Projektionsart nach Anspruch 6, 7 oder 8, weiter aufweisend eine Projektionslinseneinrichtung (**41**) und eine Bildschirmeinrichtung (**42**).

10. Farb-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung vom Einplattentyp nach Anspruch 6, 7 oder 8, weiter aufweisend eine optische Fasereinrichtung (**43**) und eine Faserbildschirmeinrichtung (**45**), wobei die optische Fasereinrichtung benutzt wird, um das Austrittslicht der Flüssigkristall-Platteneinrichtung (**1**) vom Einplattentyp zur Faserbildschirmeinrichtung (**45**) zu führen.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

Vergleich der vorliegenden ERfindung mit dem Stand der Technik

	Diese Erfindung		Ⓐ USP 5,355,189 USP 5,537,171	Ⓑ JP-A-6-230384	Ⓒ B.A.Loiseaux.et. a1 Asia Display. '95.s'87-89	Ⓓ N.Ichikawa Asia Display. '95. s727-729	Anmerkung
	Typ (I)	Typ (II)					
1. Ziel Verbessere die Lichtverwendung in einer Farb-Flüssigkristall-Anzeige in einer einzigen Platte	○	○	○	○	○	○	○ (Ja)
2. Einrichtung 2.1 Beugungsplatteinrichtung, flach auf Makroniveau, mit Beugungsgitter auf Mikroniveau	×	×	○	○	○	○	× (Nein)
2.2 Lichtbeugungseinrichtung in 3D unebener Platte auf Makroniveau mit Beugungsgitter auf Mikroniveau	○	○	×	×	×	×	Δ Ungenügend
2.3 Lichtbeugungseinrichtung in Prismaform auf Makroniveau mit Beugungsgitter auf Mikroniveau	○	—	×	×	×	×	-
2.4 Lichtbeugungseinrichtung, linsenförmig auf Makroniveau, mit Beugungsgitter auf Mikroniveau	—	○	×	×	×	×	
3. Funktion 3.1 Beugungsgitter orientiert die drei Primärfarben in drei Richtungen	○	○	○	○	○	○	
3.2 Ablenkungswinkel des G-Strahls durch Beugungseinrichtung: 10 max (Kompaktheit)	○	—	×	×	×	×	
3.3 Konvergenz des G-Strahls durch Beugungseinrichtung	×	○	×	○	×	○	
3.4 Konvergenz der R-, G- und B-Strahlen durch Beugungseinrichtung auf jeweilige Pixel ist kompatibel gemacht worden	×	○	×	Δ	×	Δ	

FIG. 2

Stand der Technik

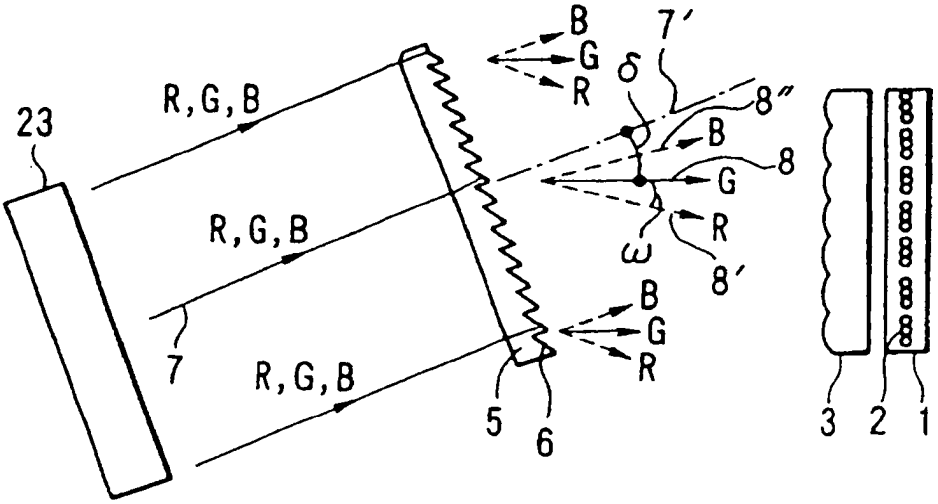

FIG. 3

Stand der Technik

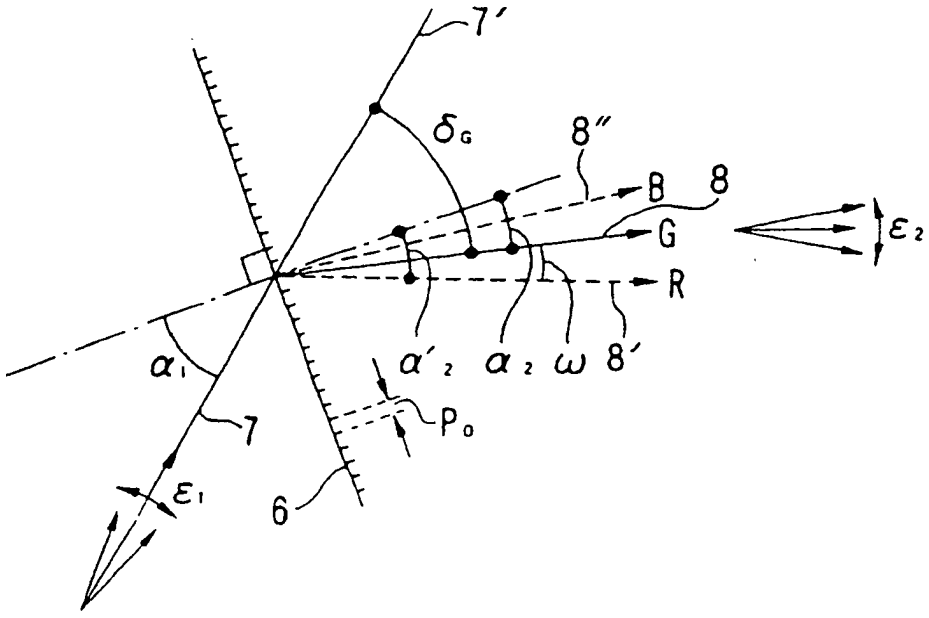

FIG. 4

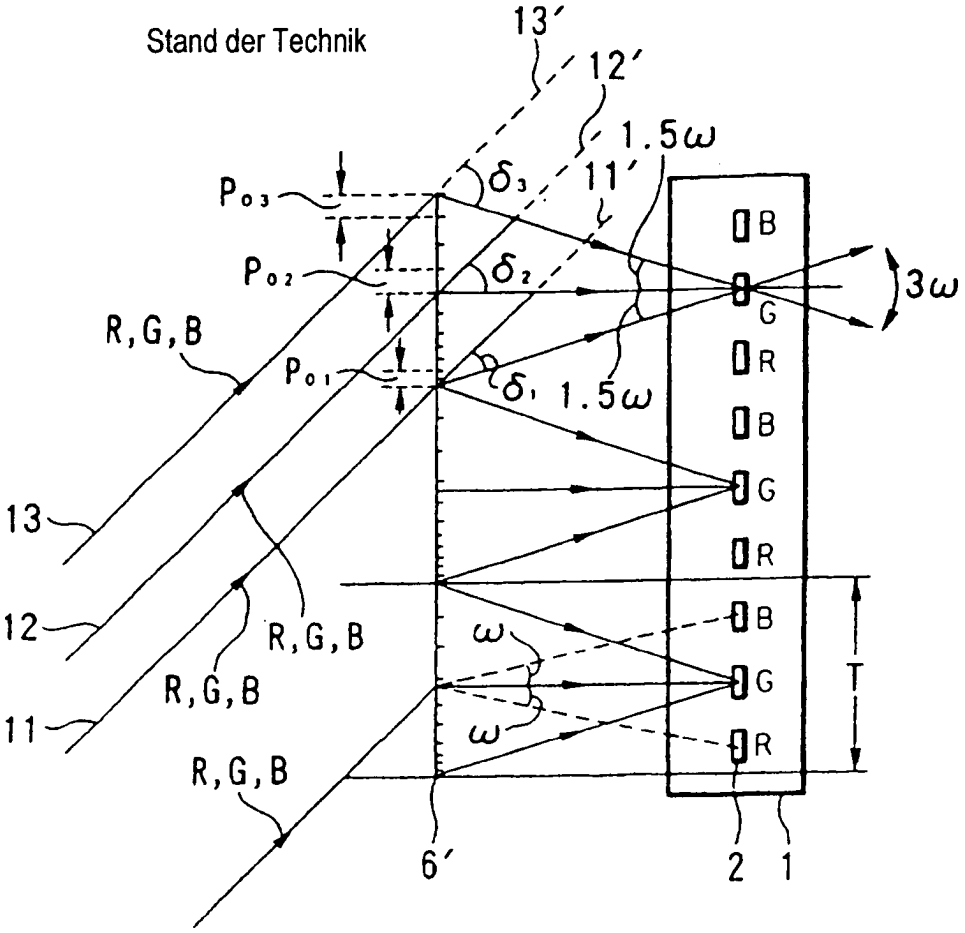
Stand der Technik
13′
12′
1.5ω
11′
δ3
δ2
δ1
Po3
Po2
Po1
R,G,B
1.5ω
3ω
B
G
R
13
12
11
ω
T
6′
2
1

FIG. 5

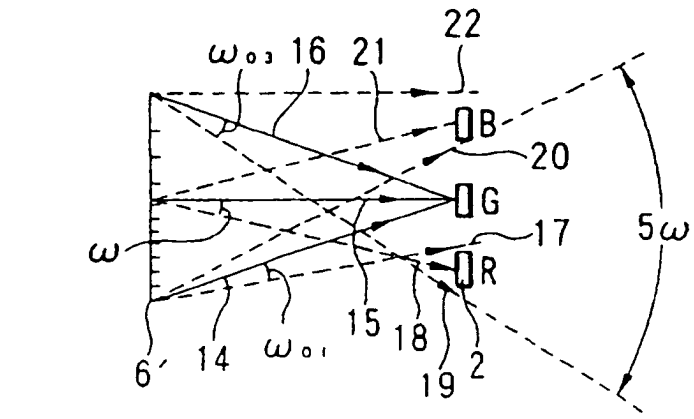
Stand der Technik
ωo3
16
21
22
B
20
G
17
R
5ω
ω
6′
14
ωo1
15
18
19
2

FIG. 6

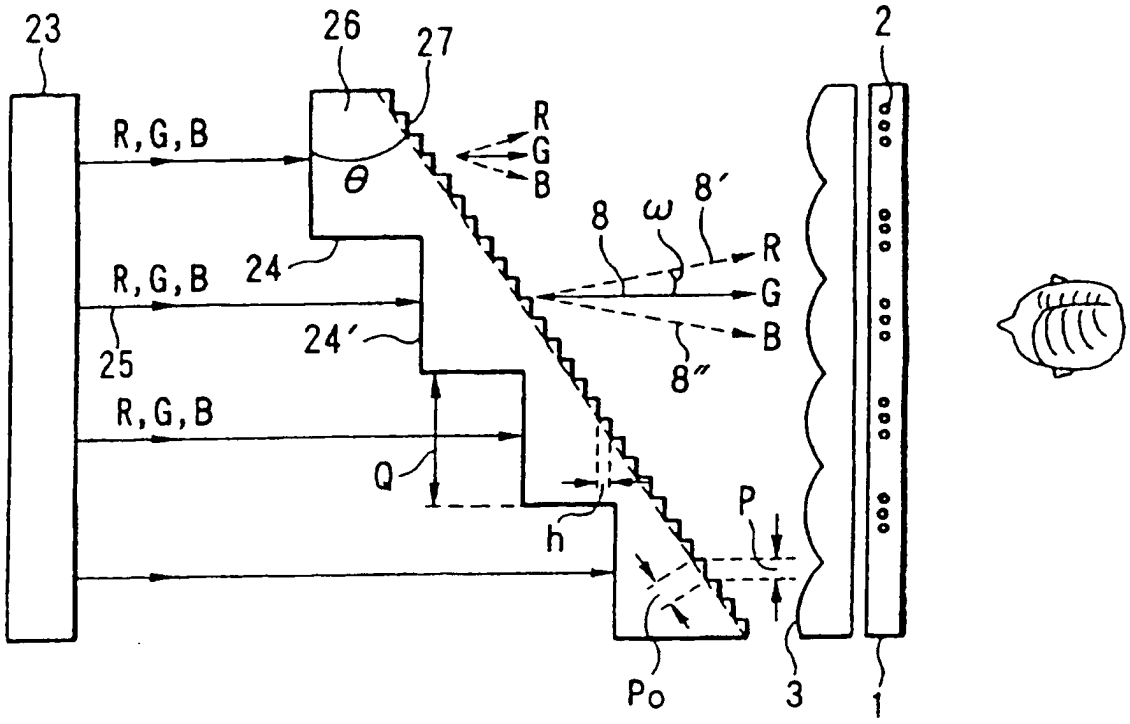
23
26
27
2
R,G,B
θ
R
G
B
8
ω
8′
R
G
B
8″
R,G,B
24
24′
25
R,G,B
Q
h
P
Po
3
1

FIG. 7

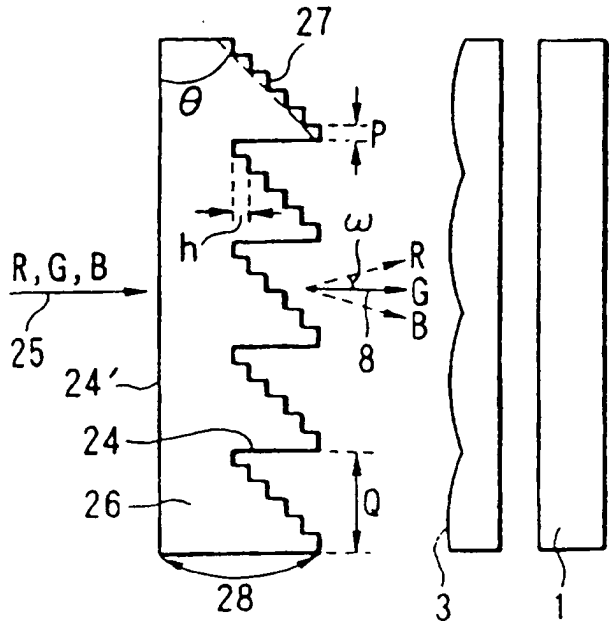
27
θ
P
h
ω
R
G
B
8
R,G,B
25
24′
24
26
Q
28
3
1

FIG. 8

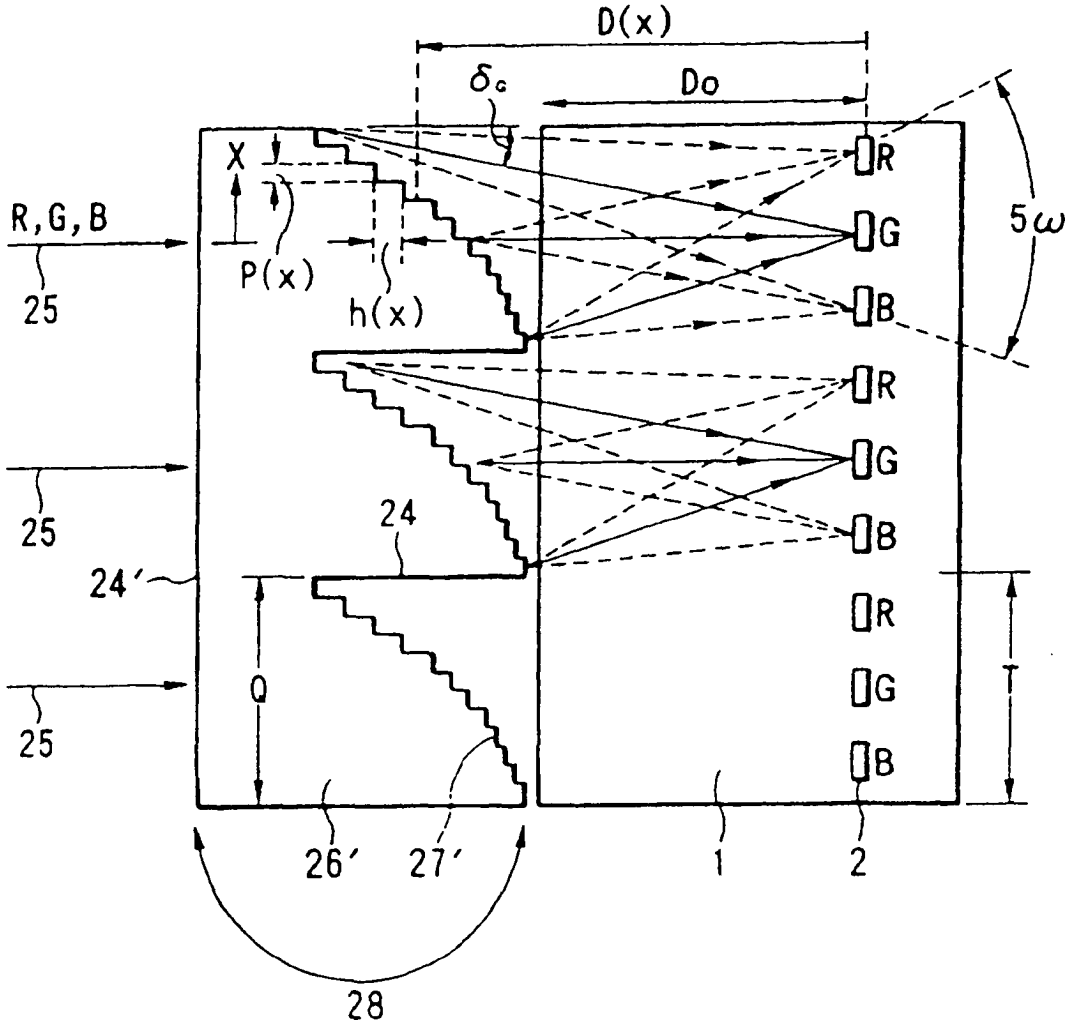

FIG. 9

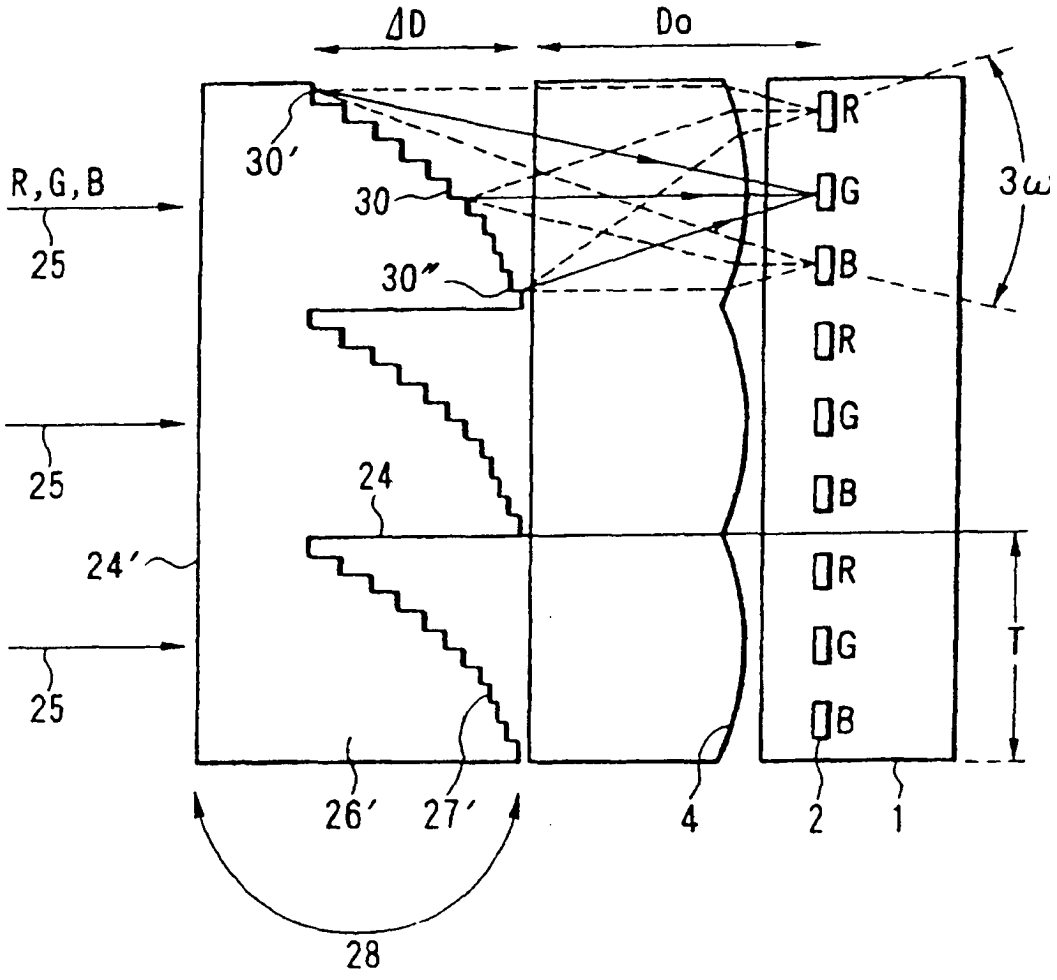

FIG. 10

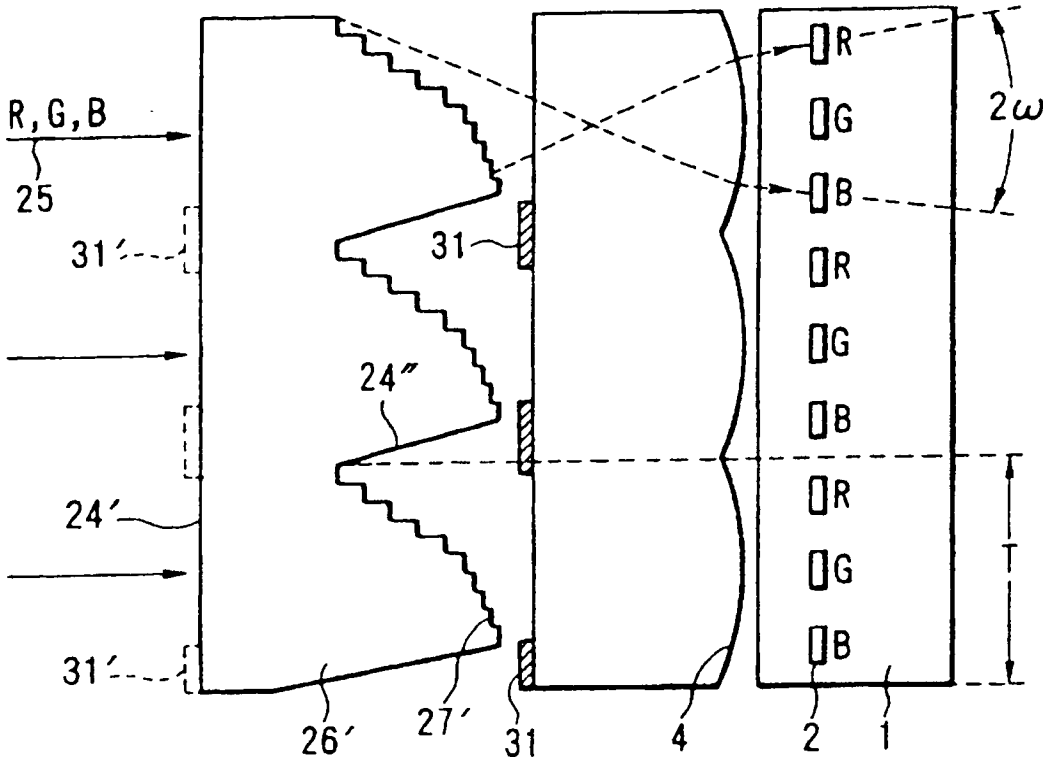

FIG. 11

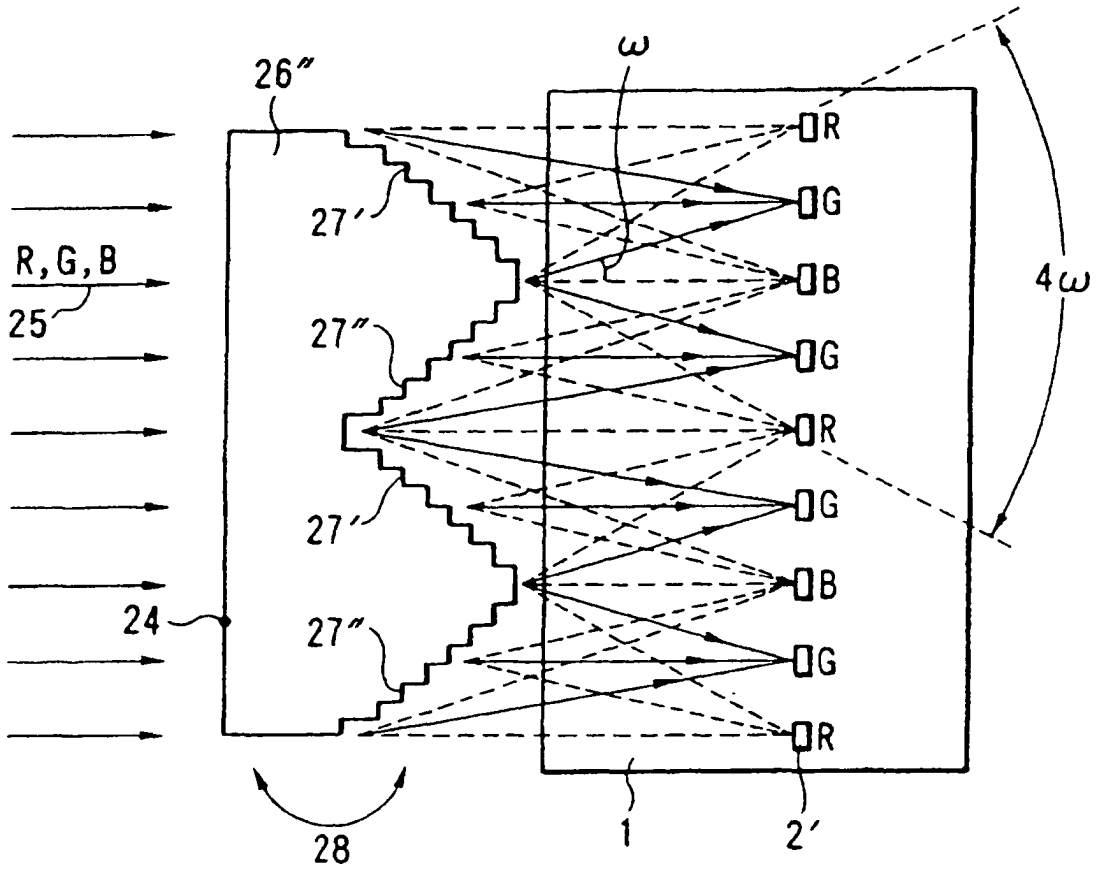

FIG. 12

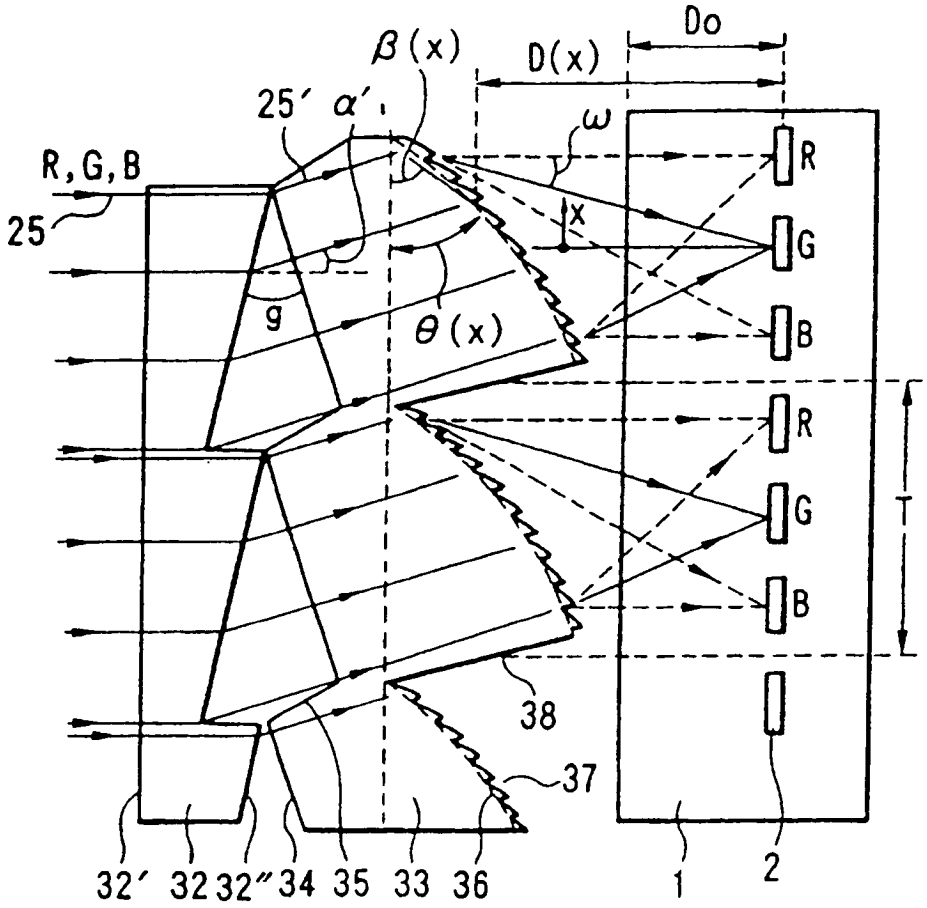
β(x)
D(x)
Do
25′ α′
ω
R,G,B
25
x
g
θ(x)
R
G
B
R
G
B
T
38
37
32′ 32 32″ 34 35 33 36
1
2

FIG. 13

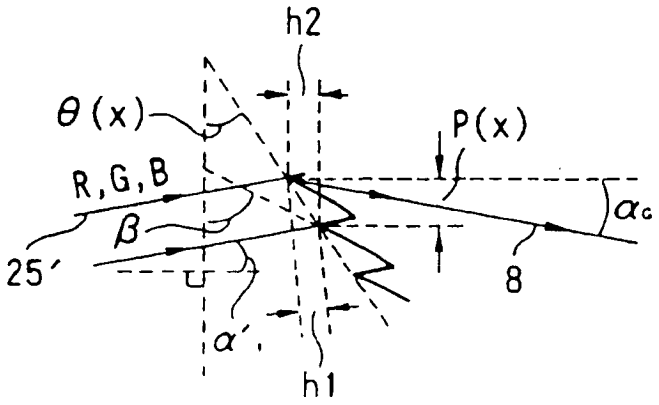
h2
θ(x)
P(x)
R,G,B
β
25′
αc
8
α′
h1

FIG. 14

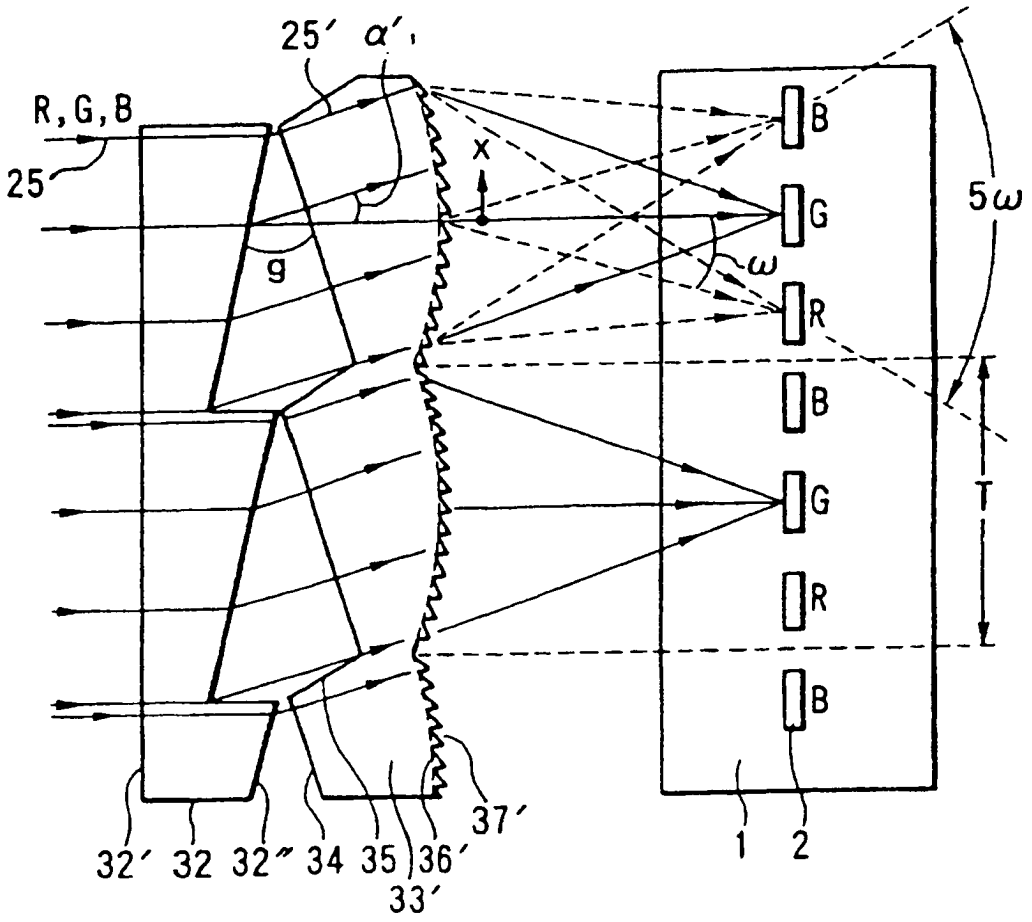

FIG. 15

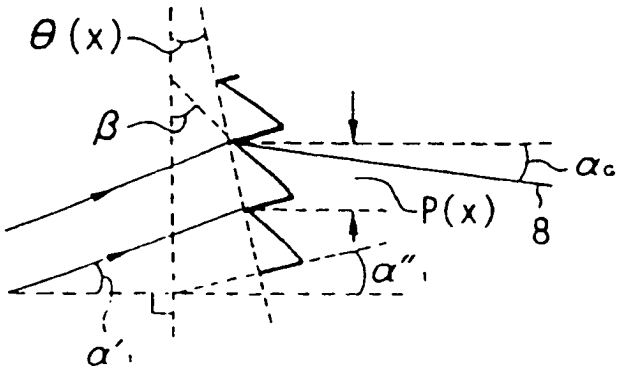

FIG. 16

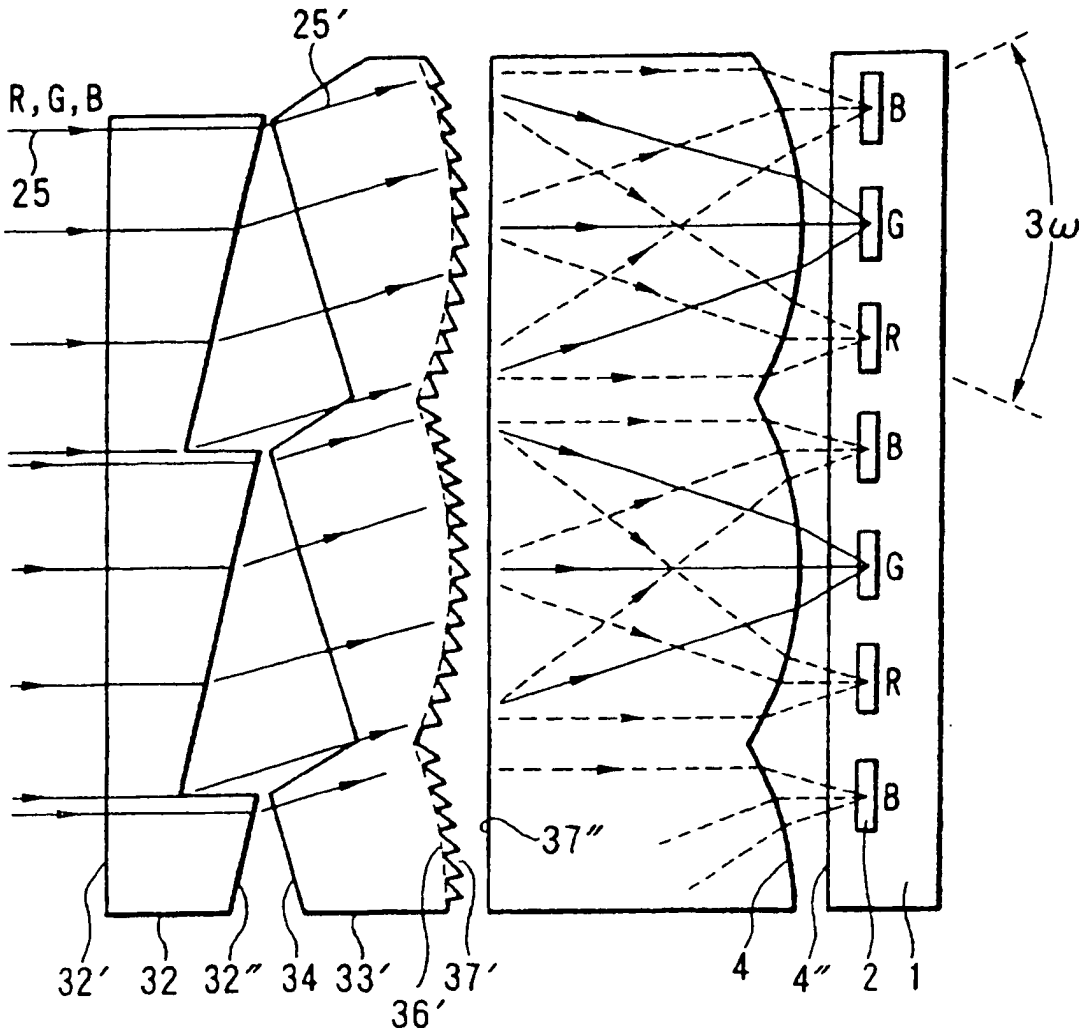

FIG. 17

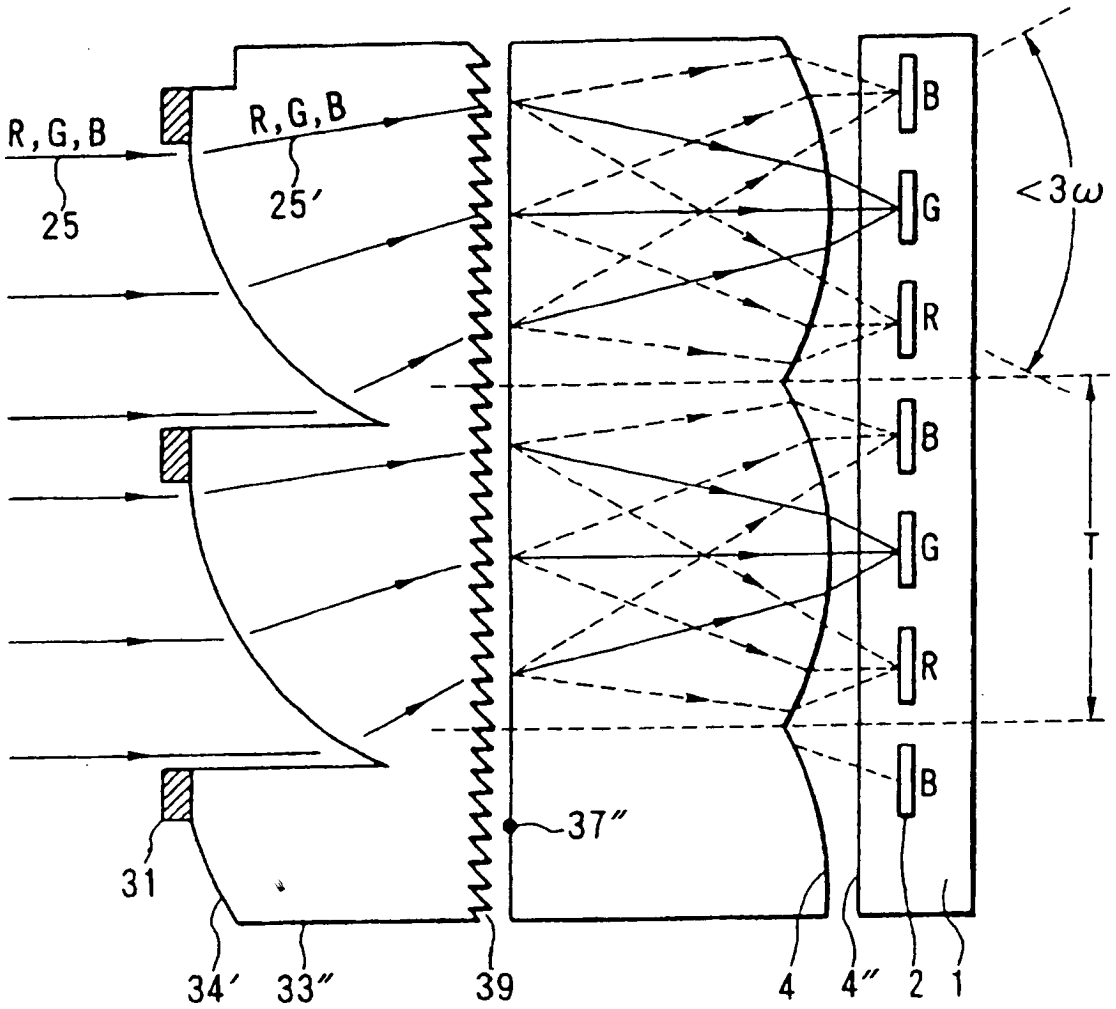

FIG. 18

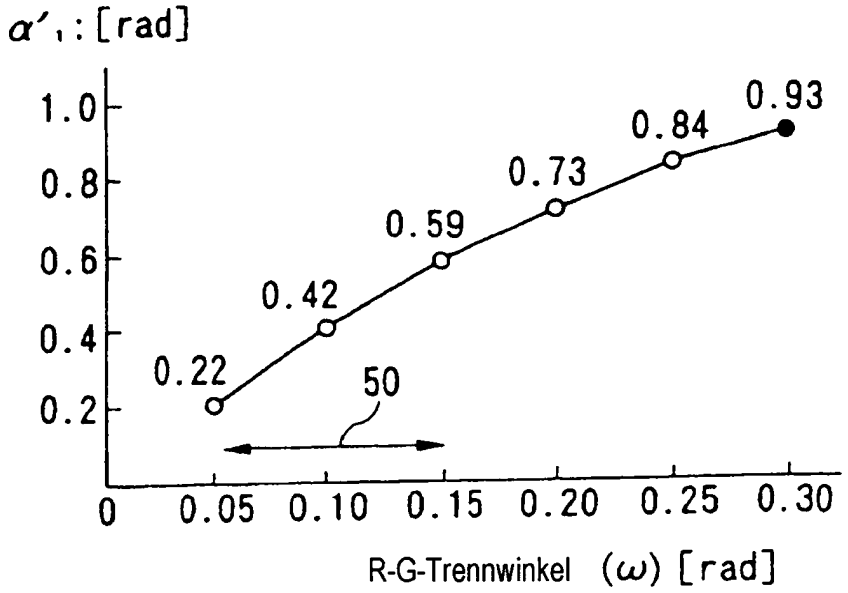
α'1: [rad]
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.22
0.42
0.59
0.73
0.84
0.93
50
0
0.05
0.10
0.15
0.20
0.25
0.30
R-G-Trennwinkel (ω) [rad]

FIG. 19

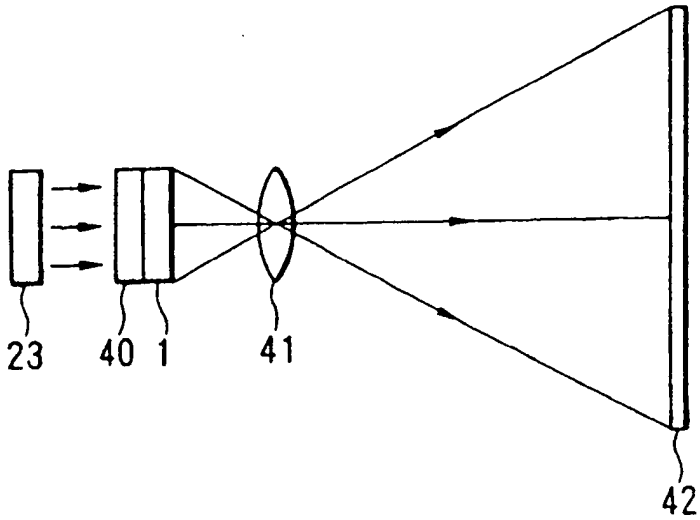
23
40
1
41
42

FIG. 20

