



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 15 107 T2 2004.01.29

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 995 319 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 698 15 107.0

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US98/01617

(96) Europäisches Aktenzeichen: 98 906 024.9

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 99/004576

(86) PCT-Anmeldetag: 29.01.1998

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 28.01.1999

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 26.04.2000

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 28.05.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 29.01.2004

(51) Int Cl.⁷: H04N 9/31

G03B 21/62, G02B 5/32

(30) Unionspriorität:

52621 P 15.07.1997 US

53317 P 21.07.1997 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Thomson Multimedia Inc., Indianapolis, Ind., US

(72) Erfinder:

HALL, Thone, Estill, Fishers, US; PFILE, Rene, Wendy, Indianapolis, US

(74) Vertreter:

Wördemann, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 31787
Hameln

(54) Bezeichnung: HOLOGRAPHISCHE BILDSCHIRMPROJEKTIONSFERNSEHGERÄTE MIT OPTISCHER KORREKTUR

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 eingelebt, 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**

[0001] Der Hintergrund der vorliegenden Erfindung ist identisch mit dem Hintergrund der WO 98/29776.

Gebiet der Erfindung

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein das Gebiet der Projektionsfernsehempfänger und insbesondere holographische Projektions-Fernsehschirme mit einer nennenswert verringerten Farbverschiebung oder Farbabweichung (color shift) und/oder einer nennenswert verringerten Gehäusetiefe. Gemäß einem erfindungsgemäßen Aspekt wird ein holographischer Spiegel benutzt, um bestimmte, durch den holographischen Schirm eingeführte optische Effekte zu korrigieren.

Hintergrundinformationen

[0003] Die Farbabweichung ist definiert als die Änderung in dem Rot/Blau- oder dem Grün/Blau-Verhältnis eines weißen Bildes in der Mitte eines Projektionsschirms durch projizierte Bilder von einer roten, einer grünen und einer blauen Projektionsröhre bei einer Betrachtung unter unterschiedlichen Winkeln in der Horizontalebene durch Betrachtungen unter einem vertikalen Betrachtungswinkel bei Spitzenhelligkeit.

[0004] Das Problem der Farbabweichung ergibt sich aus der Notwendigkeit für wenigstens drei Bildprojektoren jeweils für Bilder mit unterschiedlichen Farben, z. B. Rot, Blau und Grün. Ein Projektionsschirm empfängt Bilder von wenigstens drei Projektoren auf einer ersten Seite und gibt die Bilder auf einer zweiten Seite mit einer gesteuerten Lichtdispersion aller wiedergegebenen Bilder wieder. Einer der Projektoren, im allgemeinen der grüne und in der Mitte einer Anordnung von Projektoren, enthält einen ersten optischen Weg in einer im wesentlichen orthogonalen oder senkrechten Ausrichtung zu dem Schirm. Wenigstens zwei der Projektoren, im allgemeinen Rot und Blau und im allgemeinen positioniert an gegenüberliegenden Seiten des mittleren grünen Projektors in der Anordnung, haben jeweils optische Wege, die zu dem ersten optischen Weg in einer nicht-senkrechten Ausrichtung konvergieren, die Einfallwinkel bildet. Die Farbabweichung resultiert aus der nicht-senkrechten Lage des roten und des blauen Projektors relativ zu dem Schirm und zu dem grünen Projektor. Als Ergebnis der Farbabweichung können Farbtöne an jeder Stelle des Schirms abweichen. Der Zustand, in dem die Farbtonabweichung groß ist, wird häufig als schwache Weißgleichmäßigkeit oder mangelnder Weißabgleich bezeichnet. Je kleiner die Farbabweichung, um so besser ist der Weißabgleich.

[0005] Die Farbabweichung wird durch eine Skala von Zahlen bezeichnet, in der niedrige Zahlen eine geringe Farbabweichung und einen besseren Weißabgleich anzeigen. Gemäß einem allgemeinen Vorgang werden Werte für die rote, grüne und blaue Helligkeit in der Bildschirmmitte aus mehreren horizontalen Betrachtungswinkeln gemessen, im allgemeinen von wenigstens ungefähr -40° bis $+40^\circ$, bis zu ungefähr -60° bis $+60^\circ$, in Schritten von 5° oder 10° . Der positive und der negative Winkel bezeichnen horizontale Betrachtungswinkel rechts und links von der Bildschirmmitte. Diese Messungen erfolgen bei dem Spitzenwert des vertikalen Betrachtungswinkels. Die roten, grünen und blauen Daten werden auf eine Einheit bei 0° normiert. Es werden eine oder beide der folgenden Gleichungen (I) und (II) bei jedem Winkel ausgewertet:

$$C(\Theta) = 20 \cdot 10 \left(\frac{red(\Theta)}{blue(\Theta)} \right); \quad (I)$$

$$C(\Theta) = 20 \cdot 10 \left(\frac{green(\Theta)}{blue(\Theta)} \right) \quad (II)$$

Dabei ist Θ ein beliebiger Winkel innerhalb eines Bereichs von horizontalen Betrachtungswinkeln, $C(\Theta)$ ist die Farbabweichung bei dem Winkel Θ , $red(\Theta)$ ist der rote Helligkeitswert bei dem Winkel Θ , $blue(\Theta)$ ist der blaue Helligkeitswert bei dem Winkel Θ , und $green(\Theta)$ ist der grüne Helligkeitswert bei dem Winkel Θ . Das Maximum dieser Werte ist die Farbabweichung des Schirms.

[0006] Im allgemeinen sollte bei jedem kommerziell akzeptablen Schirmaufbau die Farbabweichung nicht mehr als nominell 5 betragen. Andere Anforderungen an die Konstruktion und den Aufbau können manchmal fordern, dass die Farbabweichung etwas größer ist als 5, wenngleich eine derartige Farbabweichung nicht erwünscht ist und im allgemeinen in einer geringeren Erkennbarkeit des Bildes mit einem schwachen Weißabgleich resultiert.

[0007] Schirme für Projektionsfernsehempfänger werden im allgemeinen durch einen Strangpreßvorgang un-

ter Anwendung einer oder mehrerer Musterwalzen zur Formung der Oberfläche einer Schicht aus einem thermoplastischen Material hergestellt. Der Aufbau ist im allgemeinen eine Anordnung von Linsenelementen, auch als Linsen (lenticules) und "lenslets" bezeichnet. Die Linsenelemente können auf einer oder auf beiden Seiten desselben Schichtmaterials oder auf nur einer Seite verschiedener Schichten ausgebildet sein, die dann als eine laminierte oder geschichtete Einheit permanent kombiniert oder auf andere Weise aneinander befestigt werden können, um so als eine laminierte oder geschichtete Einheit zu arbeiten. In manchen Ausführungen ist eine der Oberflächen des Schirms als eine Fresnellinse ausgebildet, um eine Lichtdiffusion zu bilden. Bekannte Bemühungen zur Verringerung der Farbabweichung und zur Verbesserung des Weißabgleichs waren ausschließlich auf zwei Aspekte des Schirms gerichtet. Ein Aspekt ist die Form und die Anordnung der Linsenelemente. Der andere Aspekt ist das Ausmaß, in dem das Schirmmaterial oder Teile davon zur Steuerung der Lichtdiffusion mit lichtdiffundierenden Partikeln dotiert oder legiert sind. Diese Bemühungen sind in den folgenden Patentdokumenten erläutert.

[0008] In der US 4 432 010 und der US 4 536 056 enthält ein Projektionsschirm eine lichtübertragende, linsenförmige Schicht mit einer Eintrittsfläche und einer Austrittsfläche. Die Eintrittsfläche ist gekennzeichnet durch horizontal diffundierende, linsenförmige Profile mit einem Verhältnis der Linsentiefe X_v zu einem achsennahen Krümmungsradius R_1 (X_v/R_1), das in dem Bereich von 0,5 bis 1,8 liegt. Die Profile erstrecken sich entlang der optischen Achse und bilden einen kugelförmigen Eingang von Linsen.

[0009] Die Anwendung eines Schirms mit einer doppelseitigen Linse ist allgemein üblich. Ein derartiger Schirm enthält zylinderförmige Eingangslinsenelemente auf einer Eintrittsfläche des Schirms, zylinderförmige Linsenelemente auf einer Austrittsfläche des Schirms und eine lichtabsorbierende Schicht auf dem nicht-lichtkonvergenten Teil der Austrittsfläche. Die Eintritts- und die Austritts-Linsenelemente haben jede die Form eines Kreises, einer Ellipse oder einer Hyperbel, die durch die folgende Gleichung (III) dargestellt wird:

$$Z(x) = \frac{Cx^2}{1 + [1 - (K+1)C^2x^2]^{1/2}} \quad (\text{III})$$

Dabei ist C eine Hauptkrümmung und K eine Kegelkonstante.

[0010] Alternativ haben die Linsen eine Krümmung, zu der ein Ausdruck mit einer höheren Ordnung als der zweiten Ordnung hinzugefügt ist.

[0011] In Schirmen mit der Anwendung einer doppelseitigen Lenticularlinse wurde vorgeschlagen, die relative Lage zwischen der Eintrittslinse und der Austrittslinse oder die die Linsen bildenden Lenticularelemente besonders zu spezifizieren. Es wurde gelehrt, zum Beispiel in der US 4 443 814, die Eintrittslinse und die Austrittslinse in einer solchen Weise zu positionieren, dass die Linsenfläche einer Linse bei dem Brennpunkt der anderen Linse liegt. Es wurde außerdem gelehrt, zum Beispiel in der JP 58-59436, dass die Exzentrizität der Eintrittslinse im wesentlichen gleich einem Reziprokalwert des Brechungssindex des die Lenticularlinse bildenden Materials ist. Es wurde außerdem gelehrt, zum Beispiel in der US 4 502 755, zwei Schichten von doppelseitigen Lenticularlinsen in einer solchen Weise zu kombinieren, dass die Ebenen der optischen Achse der jeweiligen Lenticularlinsen in rechten Winkeln zueinander liegen, und eine derartige doppelseitige Lenticularlinse in einer solchen Weise auszubilden, dass die Eintrittslinse und die Austrittslinse am Umfang einer der Linsen asymmetrisch zu der optischen Achse liegen. Es wurde außerdem gelehrt, in der US 4 953 948, dass die Lage der Lichtkonvergenz nur an dem Tal der Eingangslinse gegenüber der Betrachtungsseite von der Oberfläche einer Austrittslinse versetzt sein sollte, so dass die Toleranz für die Fehlausrichtung der optischen Achsen und die Differenz in der Dicke größer oder die Farbabweichung kleiner ausgebildet werden können.

[0012] Zusätzlich zu den verschiedenen Vorschlägen für die Verringerung der Farbabweichung oder des Mangels an Weißabgleich sind weitere Vorschläge für die Verbesserung von Projektionsschirmen auf die Helligkeitserhöhung von Bildern gerichtet und ermöglichen geeignete visuelle Bilder in der Horizontal- und der Vertikalrichtung. Derartige Lösungen sind nicht von direktem Interesse und werden nicht im Detail beschrieben. Eine Zusammenfassung mehrerer derartiger Vorschläge ist zu finden in der US 5 196 960, die selbst eine doppelseitige Lenticularlinsenschicht mit einer Eintritts-linsenschicht mit einer Eintrittslinse und einer Austritts-linsenschicht mit einer Austrittslinse enthält, deren Linsenoberfläche bei dem lichtkonvergierenden Punkt der Eintrittslinse oder in deren Nähe ausgebildet ist, wobei die Eintritts-linsenschicht und die Austritts-linsenschicht beide aus einem im wesentlichen transparenten thermoplastischen Kunststoff gebildet sind und wenigstens die Austrittsschicht feine lichtdiffundierende Partikel enthält und wobei ein Unterschied besteht in den Lichtdiffusionseigenschaften zwischen der Eintritts-linsenschicht und der Austritts-linsenschicht. Mehrere Eintritts-linsen enthalten eine zylinderförmige Linse. Die Austritts-linse ist durch mehrere 0-Austritts-linsenschichten gebildet. Jede von ihnen enthält eine Linsenfläche bei dem lichtkonvergierenden Punkt jeder Linse der Eintritts-linsenschicht oder in deren Nähe. Eine lichtabsorbierende Schicht wird außerdem an dem nicht-lichtkonvergenten Teil der Austritts-linsenschicht gebildet. Man sagt, dass dieser Schirmaufbau einen ausreichenden horizontalen Betrachtungswinkel, eine verringerte Farbabweichung und ein helleres Bild sowie eine leichtere Herstellung durch Strangpreßvorgänge bietet.

[0013] Trotz vieler Jahre intensiver Entwicklungen für die Gestaltung von Projektionsschirmen waren die Verbesserungen im günstigsten Fall nur schrittweise. Darüberhinaus gab es keinen Erfolg in der Überwindung bestimmter Maßstäbe. Der durch die geometrische Anordnung der Bildprojektoren bestimmte Einfallwinkel, der hier als Winkel α bezeichnet wird, wurde im allgemeinen begrenzt auf einen Bereich von größer als 0° und weniger als oder gleich ungefähr 10° oder 11° . Die Größe der Bildprojektoren macht Winkel von α in der Nähe von 0° im wesentlichen unmöglich. In dem Bereich von Winkeln von α weniger als ungefähr 10° oder 11° beträgt die beste Farbabweichung, die erreicht worden ist, ungefähr 5, ermittelt gemäß den Gleichungen (I) und (II). In dem Bereich von Winkeln von mehr als ungefähr 10° oder 11° ist die beste Farbabweichung, die erreicht worden ist, kommerziell nicht akzeptabel. Tatsächlich sind Projektionsfernsehempfänger mit Winkeln von α größer als 10° oder 11° nicht bekannt.

[0014] Kleine Winkel von α haben eine beachtliche und unerwünschte Folge, nämlich die sehr große Gehäusetiefe, die für die Unterbringung eines Projektionsfernsehempfängers benötigt wird. Die große Tiefe ist ein direktes Ergebnis der Notwendigkeit für optische Wege mit kleinen Einfallwinkeln (α). Die Lösungen zur Verringerung der Gehäusegröße von Projektionsfernsehgeräten beruhen im allgemeinen auf Anordnungen von Spiegeln. Derartige Bemühungen sind letztlich durch den kleinen Bereich von Einfallwinkeln begrenzt.

[0015] Polaroid Corporation verkauft ein mit DMP-128® bezeichnetes Photopolymer, das Polaroid Corporation unter Anwendung von geschützten Verfahren als ein dreidimensionales Hologramm herstellen kann. Der holographische Herstellungsvorgang ist zum Teil beschrieben in der US 5 576 853. Ein dreidimensionaler Holographieschirm für ein Projektionsfernsehgerät wurde von Polaroid Corporation als einer von mehreren Vorschlägen während der Bemühungen vorgeschlagen, einen Markt für das holographische Photopolymer-Produkt DMP-128® zu schaffen. Der Vorschlag basierte auf Vorteilen, die Polaroid Corporation hinsichtlich einer höheren Helligkeit und Auflösung, geringeren Herstellungskosten, geringerem Gewicht und Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb erwartete, denen zweiteilige Schirme während der Verschiffung ausgesetzt sind. Polaroid Corporation hat niemals einen besonderen holographischen Aufbau für die holographischen Elemente vorgeschlagen, die einen derartigen holographischen Projektionsfernsehschirm bilden könnten, und hat selbst das Problem der Farbabweichung in Projektionsfernsehschirmen jeglichen Typs, holographisch oder auf andere Weise, nicht beachtet.

[0016] Trotz Jahren intensiver Entwicklung zur Lieferung eines Projektionsfernsehempfängers mit einem Schirm mit einer Farbabweichung von weniger als 5, selbst nennenswert weniger als 5, oder mit einer Farbabweichung von 5 für Winkel von α selbst größer als 10° oder 11° gab es insgesamt keine Fortschritte in der Lösung des Problems der Farbabweichung, abgesehen von schrittweisen Änderungen in den Formen und den Lagen der Linsenelemente und der Diffusoren in konventionellen Projektionsschirmen. Trotz Annahmen, dass dreidimensionale Hologramme für Projektionsschirme nützlich sein könnten, wenngleich aus Gründen, die nichts zu tun haben mit der Farbabweichung, gab es außerdem keine Bemühungen, Projektionsfernsehgeräte mit dreidimensionalen Holographieschirmen zu schaffen. Ein lange bestehendes Bedürfnis für einen Projektionsfernsehempfänger mit einer nennenswert verbesserten Farbabweichung, der auch in ein wesentlich kleineres Gehäuse eingebaut werden kann, blieb unerfüllt.

ZUSAMMENFASSUNG

[0017] Ein Projektionsfernsehempfänger gemäß der WO 98/29776 liefert eine nennenswerte Verbesserung hinsichtlich der Farbabweichung, gemessen in Größenanordnungen, durch die eine Farbabweichung von 2 oder weniger mit Projektionsfernsehempfängern mit Einfallwinkeln α im Bereich von weniger als 10° oder 11° erreicht werden kann. Darüberhinaus ist die Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Farbabweichung derart signifikant, dass kommerziell akzeptable Projektionsfernsehempfänger Einfallwinkel bis zu ungefähr 30° in wesentlich kleineren Gehäusen erreicht werden können. Die Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Farbabweichung von Empfängern mit einem derart großen Winkel α ist wenigstens so gut wie bei konventionellen Empfängern mit einem kleinen Winkel α , zum Beispiel mit einer Farbabweichung von 5, und man kann erwarten, dass in Empfängern mit einem kleinen Winkel α kleinere Werte bis zu 2 erreicht werden können.

[0018] Diese Ergebnisse werden dadurch erreicht, dass die Technologie der stranggepreßten Linsenschirme vollständig aufgegeben wird. Stattdessen hat ein α -Projektionsfernsehempfänger gemäß einer erfindungsgemäßigen Anordnung einen Schirm aus einem dreidimensionalen Hologramm, das auf einem Substrat, zum Beispiel einem Polyethylenfilm wie Mylar®, ausgebildet ist.

[0019] Ein derartiger dreidimensionaler Holographieschirm wurde ursprünglich für seine erwarteten Vorteile hinsichtlich einer größeren Helligkeit und Auflösung, geringeren Herstellungskosten, geringerem Gewicht und seiner Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb entwickelt, der zweiteilige Schirme zum Beispiel während einer Verschiffung ausgesetzt sind. Die Entdeckung der Güte der Farbabweichung der dreidimensionalen Holographieschirme erfolgte bei der Prüfung, um zu ermitteln, ob die optischen Eigenschaften des dreidimensionalen Schirms wenigstens so gut sein könnten wie ein konventioneller Schirm. Die Güte der Farbabweichung des dreidimensionalen Holographieschirms, wie durch die Gleichungen (I) und (II) gemessen, war derart unerwar-

tet niedrig, dass es bereits überraschend und schockierend war. Die Grenzen bei den Verbesserungen durch den Stand den Technik auf einzelne Schritte wurden allesamt aufgehoben. Darüberhinaus können nun kleinere Gehäuse mit einer Projektionsgeometrie entwickelt werden, die durch größere Einfallwinkel α gekennzeichnet sind.

[0020] Ein Projektionsfernsehgerät mit den unerwarteten Eigenschaften bei den dreidimensionalen Holographieschirmen und gemäß der WO 98/29776 enthält: wenigstens drei Projektoren für jeweilige Bilder mit unterschiedlichen Farben, einen Projektionsschirm aus einem auf einem Substrat angeordneten dreidimensionalen Hologramm, wobei der Schirm Bilder von den Projektoren auf einer ersten Seite empfängt und die Bilder auf einer zweiten Seite mit einer gesteuerten Lichtdispersion aller wiedergegebenen Bilder wiedergibt, wobei einer der Projektoren einen ersten optischen Weg in einer im wesentlichen senkrechten Ausrichtung zu dem Schirm aufweist und wenigstens zwei der Projektoren jeweils optische Wege aufweisen, die zu dem ersten optischen Weg in einer nicht-senkrechten Ausrichtung konvergieren, die Einfallwinkel bildet, und das dreidimensionale Hologramm eine dreidimensionale Brechungsanordnung einen Aufbau zur Verringerung der Farbabweichung in den wiedergegebenen Bildern aufweist, wobei der Schirm eine Farbabweichung von weniger als oder gleich ungefähr 5 für alle Einfallwinkel in einem Bereich größer als 0° und weniger als oder gleich ungefähr 30° aufweist, wie er durch den Maximalwert bestimmt ist, der sich aus wenigstens einer der folgenden Ausdrücke ergibt:

$$C(\Theta) = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{red(\Theta)}{blue(\Theta)} \right); \quad (I)$$

$$C(\Theta) = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{green(\Theta)}{blue(\Theta)} \right) \quad (II)$$

Dabei ist Θ ein beliebiger Winkel innerhalb eines Bereichs von horizontalen Betrachtungswinkeln, $C(\Theta)$ ist die Farbabweichung beim Winkel Θ , $red(\Theta)$ ist der rote Helligkeitswert beim Winkel Θ , $blue(\Theta)$ ist der blaue Helligkeitswert beim Winkel Θ , und $green(\Theta)$ ist der grüne Helligkeitswert bei dem Winkel Θ . Es kann erwartet werden, dass die Farbabweichung des Schirms kleiner ist als 5, zum Beispiel kleiner als oder gleich ungefähr 4, 3 oder sogar 2.

[0021] Für die bekannte Begrenzung bei einem Einfallwinkel von ungefähr 10° oder 11° ist die Farbabweichung des Schirms kleiner als oder gleich ungefähr 2 für alle Einfallwinkel in einem ersten Unterbereich von Einfallwinkeln größer als 0° und kleiner als oder gleich ungefähr 10° , und die Farbabweichung des Schirms ist kleiner als oder gleich ungefähr 5 für alle Einfallwinkel in einem zweiten Unterbereich von Einfallwinkeln größer als ungefähr 10° und kleiner als oder gleich ungefähr 30° .

[0022] Der Schirm enthält außerdem ein lichtdurchlässiges Verstärkungsteil, zum Beispiel aus einem Acrylmaterial in einer Schicht mit einer Dicke im Bereich von ungefähr 2–4 mm. Das Substrat enthält einen hochfesten, transparenten, wasserabweisenden Film, wie einen Polyäthylen-Terephthalat-Kunststofffilm. Das Substrat kann ein Film mit einer Dicke im Bereich von ungefähr 25,4–254 μm sein. Es hat sich gezeigt, dass eine Dicke von ungefähr 180 μm eine ausreichende Stütze für das dreidimensionale Hologramm bildet. Die Dicke des Films steht in keinem Zusammenhang mit der Leistungsfähigkeit. Das dreidimensionale Hologramm hat eine Dicke im Bereich von nicht mehr als ungefähr 20 μm .

[0023] Gemäß einem erfindungsgemäßen Aspekt der Erfindung enthält das Projektionsfernsehgerät außerdem ein oder mehrere holographische optische Elemente zusätzlich zu dem Holographie-Projektionsschirm. In der Hauptausführungsform der Erfindung wird ein Projektionsgerät geschaffen, das ein optisches System mit wenigstens drei Bildprojektoren zur Projektion jeweiliger Bilder mit unterschiedlichen Farben auf einen Projektionsschirm und einen holographischen Reflektor enthält, der in einer optischen Kommunikation mit den Bildprojektoren und dem Schirm steht, so dass einer der Projektoren einen ersten optischen Weg mit einer im wesentlichen senkrechten Ausrichtung zu dem Schirm enthält und wenigstens zwei der Projektoren jeweilige optische Wege enthalten, die in einer Einfallwinkel bildenden, nichtsenkrechten Ausrichtung zu dem ersten optischen Weg stehen. Der Projektionsschirm ist durch ein dreidimensionales Hologramm gebildet, das eine dreidimensionale Brechungsanordnung auf einem Substrat darstellt. Der Schirm empfängt Bilder von den Projektoren auf einer ersten Seite und gibt die Bilder auf einer zweiten Seite mit einer gesteuerten Lichtdispersion aller dargestellten Bilder wieder.

[0024] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung ist ein Projektionsfernsehgerät, wie beschrieben, mit einem panchromatischen, holographischen Reflektor in einer optischen Kommunikation mit dem Bildprojektor und dem Schirm vorgesehen. Der panchromatische, holographische Reflektor enthält vorgewählte, von der Wellenlänge unabhängige, lichtreflektierende Eigenschaften, die geeignet sind, die Bilder in Abhängigkeit von der Lichtwellenlänge vorzubehandeln, um so chromatische Abweichungen zu kompensieren, die durch den

Projektionsschirm in die Bilder eingeführt werden. Der Projektionsschirm ist durch ein dreidimensionales Hologramm gebildet, das eine dreidimensionale Brechungsanordnung auf einem Substrat darstellt. Der Schirm empfängt Bilder von den Projektoren auf einer ersten Seite und gibt die Bilder auf einer zweiten Seite mit einer gesteuerten Lichtdispersion aller dargestellten Bilder wieder.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0025] **Fig.** 1 ist eine diagrammatische Darstellung eines Projektionsfernsehgeräts gemäß den hier gelehrt erfindungsgemäßen Anordnungen.

[0026] **Fig.** 2 ist ein vereinfachtes Diagramm einer Projektionsfernsehgeometrie zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Anordnungen.

[0027] **Fig.** 3 ist eine Seitenansicht eines verstärkten Projektionsschirms gemäß den erfindungsgemäßen Anordnungen.

[0028] **Fig.** 4 ist eine diagrammatische Darstellung eines Projektionsfernsehgeräts, ähnlich zu dem in **Fig.** 1 dargestellten Gerät, jedoch ohne die Linsen an den Projektoren, gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0029] Ein Projektionsfernsehempfänger **10** ist in **Fig.** 1 dargestellt. Eine Anordnung **12** von Projektions-Kathodenstrahlröhren **14**, **16** und **18** liefert ein rotes, ein grünes und ein blaues Bild, die auf der Rückseite des Projektionsschirms überlagert werden. Die Kathodenstrahlröhren enthalten Austrittspupillen mit Linsen **15**, **17** bzw. **19**, die eine optische Leistung zur Verstärkung, Fokussierung und Projektion der durch die Kathodenstrahlröhren **14**, **16** und **18** gelieferten Bilder bewirken. Die Linsen **15**, **17** und **19** sind im allgemeinen aus einem optischen Qualitätsglas vom im Stand der Technik bekannten Typ gebildet. Die projizierten Bilder werden durch einen Spiegel **20** auf einen Projektionsschirm **22** reflektiert. Die grüne Kathodenstrahlröhre **16** projiziert das grüne Bild entlang eines optischen Wegs **32**, der eine im wesentlichen senkrechte oder orthogonale Ausrichtung zu dem Schirm **22** hat. In anderen Worten, der optische Weg liegt in rechten Winkeln zu dem Schirm. Die rote und die blaue Kathodenstrahlröhre enthalten jeweilige optische Wege **34** und **35**, die zu dem ersten optischen Weg **32** in einer nicht-orthogonalen, Einfallwinkel α bildenden Ausrichtung zu dem optischen Weg **32** konvergieren. Die Einfallwinkel bewirken das Problem der Farbabweichung.

[0030] Gemäß einem erfindungsgemäßen Aspekt wird die optische Korrektur für die Bilder zwischen den Projektionsröhren und dem Schirm zwischen den Glaslinsen **15**, **17** und **19** und dem Spiegel **20** aufgeteilt, der zur Bildung der optischen Korrektur gekrümmt sein kann.

[0031] Gemäß einem weiteren Aspekt kann der Spiegel **20** einen panchromatischen, holographischen Reflektor enthalten, der die optischen Eigenschaften eines konkaven Spiegels aufweist und in einer ähnlichen Weise wie ein kugelförmiges oder parabelförmiges Linsensystem arbeitet. Holographische optische Elemente, die die Eigenschaften von konventionellen optischen Elementen simulieren, sind bekannt. Zum Beispiel wurden holographische optische Elemente hergestellt, die gleichzeitig eine positive und eine negative Linse enthalten, d. h. sinusförmige Zonenplatten und dergleichen. Derartige holographische optische Elemente sind beschrieben im Kapitel 7 von "An Indroduction to Lasers and Their Applications," Addison-Wesley Publishing Company, ISBN 0-201-05509-0, Library of Congress Card No. 76-46184, die hiermit eingeführt wird.

[0032] Wenn ein Spiegel **20** aus einem panchromatischen holographischen Reflektor benutzt wird, konvergieren optische Wege **32**, **34** und **36** zunächst auf die Oberfläche des Spiegels **20** aufgrund ihres Durchlaufs durch konventionelle Linsen **15**, **17** und **19**. Der Spiegel **20** fokussiert außerdem die Bilder auf dem Schirm **22**, indem er bewirkt, dass die optischen Wege **32**, **34** und **36** streng auf dem Schirm konvergieren. Auf diese Weise erhöht der Spiegel **20** die Konvergenz der Bilder auf dem Schirm **22**. Diese Anordnung hat außerdem den Vorteil, dass eine verkürzte Lichtweglänge in dem Projektionssystem der vorliegenden Erfindung ermöglicht und dadurch die Anwendung eines wesentlich kleineren optischen Systems und eines kompakten Fernsehempfängergehäuses bewirkt wird.

[0033] Wenngleich ein Teil der optischen Leistung durch den holographischen Spiegel beigetragen wird, werden weniger Anforderungen an die Linsen **15**, **17** und **19** gestellt, die relativ kostengünstige Polymerlinsen sein können. Gemäß einem weiteren erfindungsgemäßen Aspekt können die Linsen **15**, **17** und **19** vollständig entfallen und ihre Aufgabe vollständig durch den holographischen Reflektor (Spiegel **20**) übernommen werden. In diesem Fall enthalten die Bildprojektoren Ausgangspupillen, die die Bilder überhaupt nicht verstärken oder fokussieren. Mit dieser Anordnung folgen die von den Kathodenstrahlröhren **14**, **16** und **18** projizierten Bilder entweder parallelen oder leicht divergierenden optischen Wegen und werden reflektiert und durch den holographischen Spiegel **20** (siehe **Fig.** 4) auf dem Schirm **22** konvergiert.

[0034] Gemäß einem weiteren erfindungsgemäßen Aspekt kann das optische System chromatische Abweichungen korrigieren, insbesondere chromatischen Abweichungen entgegenwirken oder neutralisieren, die au-

ßerdem entlang dem optischen Weg durch den Schirm **22** eingeführt werden. Holographische optische Elemente wie der Schirm **22** weisen aufgrund der Brechungseigenschaft des Hologramms eine starke Abhängigkeit von der Wellenlänge auf, die im wesentlichen ein photographisch aufgezeichnetes Interferenzmuster enthält. Als eine Folge tendieren holographische optische Elemente dazu, im hohen Maße streuend zu sein, und benehmen sich bei verschiedenen Wellenlängen unterschiedlich. Die Anwendung eines holographischen Diffusionsschirm mit einer vertikalen optischen Leistung, wie er mit dem Schirm **22** erwähnt wurde, bildet chromatische Abweichungen in den übertragenen Bildern. Diese Abweichungen werden meistens entlang der Vertikalachse des Schirms **22** angesprochen. Der holographische Spiegel **20** kann außerdem ein Hologramm enthalten, in dem die chromatischen Eigenschaften (von der Wellenlänge abhängige Eigenschaften) entlang seiner Vertikalachse vorgewählt sind, um so die Bilder von jeder der Kathodenstrahlröhren **14**, **15** und **18** vorzubehandeln und dadurch die entsprechenden chromatischen Abweichungen, die durch den von der Wellenlänge abhängigen Dispersionsschirm **22** eingeführt wurden, zu kompensieren. Auf diese Weise werden die Bilder vorausgerichtet, so dass sie auf den Schirm **22** bei geeignet vorgewählten Winkeln auftreffen und, wenn sie den Schirm **22** verlassen, um einen Betrag gebrochen werden, der notwendig ist, damit alle Bilder im wesentlichen parallel zueinander liegen und dadurch ein panchromatisches Bild bilden.

[0035] Der Schirm **22** enthält ein auf einem Substrat **24** angeordnetes dreidimensionales Hologramm **26**. Der Schirm empfängt Bilder von den Projektoren auf einer ersten Eintrittsoberflächenseite **28** und gibt die Bilder auf einer zweiten Austrittsflächenseite **30** mit einer gesteuerten Lichtdispersion aller dargestellten Bilder wieder. Das Substrat ist vorzugsweise ein hochfester, transparenter, wasserabweisender Film, wie ein Polyäthylen-Terephthalat-Kunststofffilm. Ein derartiger Film ist verfügbar von E. I. du Pont de Nemours & Co. unter dem Warenzeichen Mylar®. Das Filmsubstrat hat eine Dicke im Bereich von ungefähr 25,4 – 254 µm. Es hat sich gezeigt, dass ein Film mit einer Dicke von 180 µm eine ausreichende Stütze für das darauf angeordnete dreidimensionale Hologramm bildet. Die Dicke des Films beeinflusst nicht die Leistungsfähigkeit des Schirms im allgemeinen oder die Leistungsfähigkeit der Farbabweichung im besonderen, und es können Filme mit unterschiedlicher Dicke benutzt werden. Das dreidimensionale Hologramm **26** hat eine Dicke von nicht mehr als ungefähr 20 µm.

[0036] Dreidimensionale Holographieschirme sind von wenigstens zwei Quellen verfügbar. Polaroid Corporation verwendet ein geschütztes, chemisches Naßverfahren zur Bildung dreidimensionaler Hologramme in seinem Photopolymer-Material DMP-128.

[0037] Eine bevorzugte Ausführungsform der dreidimensionalen Holographieschirme, die in den hier beschriebenen und beanspruchten Projektionsfernsehempfängern benutzt werden, verwendete ein chemisches Naßverfahren von Polaroid Corporation mit den folgenden Spezifikationen:

Horizontaler Halbbetrachtungswinkel: $38^\circ \pm 3^\circ$,

Vertikaler Halbbetrachtungswinkel: $10^\circ + 1^\circ$,

Schirmverstärkung: > 8 ,

Farbabweichung: < 3 , wobei der horizontale und der vertikale Betrachtungswinkel konventionell gemessen werden, die Schirmverstärkung der Quotient aus der Lichtintensität von der Quelle zu der Rückseite der Betrachtungsfläche und der Lichtintensität von der Vorderseite der Betrachtungsfläche zum Betrachter ist, gemessen orthogonal oder senkrecht zu dem Schirm, und die Farbabweichung wie oben beschrieben gemessen wird.

[0038] Die außerordentliche Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Farbabweichung der dreidimensionalen Holographieprojektionsschirms war, wie in der Zusammenfassung erläutert, völlig unerwartet.

[0039] **Fig. 2** ist ein vereinfachtes Diagramm eines Projektionsfernsehgeräts ohne den Spiegel und die Linsen zur Erläuterung der Leistungsfähigkeit der Farbabweichung. Die optischen Achsen **34** und **36** der roten und der blauen Kathodenstrahlröhren **14** und **18** sind symmetrisch unter Einfallwinkeln α bezüglich der optischen Achse **32** der grünen Kathodenstrahlröhre **16** ausgerichtet. Die Minimaltiefe D eines Gehäuses ist bestimmt durch den Abstand zwischen dem Schirm **22** und den Hinterkanten der Kathodenstrahlröhren. Es sei erwähnt, dass dann, wenn der Winkel α kleiner wird, entweder die Kathodenstrahlröhren enger zusammenrücken oder weiter von dem Schirm entfernt sein müssen. Die Röhren haben eine räumliche Größe und können nicht enger als unmittelbar nebeneinander angeordnet sein, und eine weitere Verringerung in dem Winkel kann nur durch einen längeren optischen Weg erreicht werden. Das erhöht in unerwünschter Weise die Minimaltiefe D eines Gehäuses. Wenn der Winkel α größer wird, können die Kathodenstrahlröhren näher zum Schirm **22** versetzt werden und dadurch die Minimaltiefe D eines Gehäuses verringern. Der Holographieschirm, der Licht über einen Bereich von Einfallwinkeln sammelt und das Licht näher parallel zu der Senkrechten aussendet, ermöglicht eine nennenswerte Verringerung in der Länge des optischen Weges.

[0040] Auf der Betrachtungsseite des Schirms **22** sind zwei horizontale Halbbetrachtungswinkel mit $-\beta$ und $+\beta$ bezeichnet. Insgesamt wird ein gesamter horizontaler Betrachtungswinkel von 2β gebildet. Die Halbbetrachtungswinkel können im allgemeinen in einem Bereich von $\pm 40^\circ$ bis $\pm 60^\circ$ liegen. Innerhalb jedes Halbwinkels gibt es mehrere spezifische Winkel Θ , bei denen die Farbabweichung entsprechend den oben beschriebenen Gleichungen (I) und (II) gemessen und ermittelt werden kann.

[0041] Hinsichtlich der bekannten Grenze bei einem Einfallwinkel von ungefähr 10° oder 11° ist die Farbabweichung des dreidimensionalen Holographieschirms kleiner als oder gleich ungefähr 2 für alle Einfallwinkel in einem ersten Unterbereich von Einfallwinkeln größer als 0° und kleiner als oder gleich ungefähr 10°. Die Farbabweichung des Schirms ist kleiner als oder gleich ungefähr 5 für alle Einfallwinkel in einem zweiten Unterbereich von Einfallwinkeln größer als ungefähr 10° und kleiner als oder gleich ungefähr 30°. Es wird erwartet, dass eine Farbabweichung von weniger als oder gleich ungefähr 2, wie in dem ersten Unterbereich, auch in dem zweiten Unterbereich von größeren Einfallwinkeln erreicht werden kann.

[0042] In **Fig. 3** enthält das Substrat **24** einen transparenten Film, wie Mylar®, wie oben beschrieben. Das Photopolymermaterial, aus dem das dreidimensionale Hologramm **26** gebildet ist, wird auf der Filmschicht **24** getragen. Ein geeignetes Photopolymermaterial ist DMP-128®.

[0043] Der Schirm **22** kann außerdem ein lichtdurchlässiges Verstärkungsteil **38** enthalten, zum Beispiel aus einem Acrylmaterial, wie Polymethylmethacrylat (PMMA). Polycarbonat-Materialien können ebenfalls benutzt werden. Das Verstärkungsteil **38** ist derzeit eine Schicht mit einer Dicke im Bereich von ungefähr 2 – 4 mm. Der Schirm **22** und das Verstärkungsteil sind durch die gemeinsame Begrenzung **40** der holographischen Schicht **26** und des Verstärkungsteils **38** aneinander befestigt. Es können Kleber, Strahlung und/oder thermische Verbindungslösungen benutzt werden. Die Oberfläche **42** der Verstärkungsschicht kann ebenfalls behandelt werden, zum Beispiel durch eines oder mehrere der folgenden Verfahren: Abtönung oder Einfärbung, Beschichtungen zur Blendungsfreiheit und Beschichtungen gegen Verkratzung.

[0044] Verschiedene Oberflächen des Schirms und/oder seiner Schichten können mit anderen optischen Linsen oder Linsenanordnungen versehen sein, um Aspekte des Projektionsschirms zu steuern, die sich auf andere Eigenschaften als die Farbabweichung beziehen, wie es bei konventionellen Projektionsschirmen bekannt ist, ohne die verbesserte Eigenschaft hinsichtlich der Farbabweichung des dreidimensionalen Holographie-Projektionsschirms zu verschlechtern.

Patentansprüche

1. Projektionsfernsehgerät mit:

einem optischen System mit wenigstens drei Bildprojektoren (**14, 16, 18**) zur Projektion von Bildern mit unterschiedlichen Farben auf einen Projektionschirm (**22**) und einen holographischen Reflektor (**20**), der optisch mit dem Bildprojektor und dem Schirm derart zusammenarbeitet, dass einer (**16**) der Projektoren einen ersten optischen Weg in einer im wesentlichen orthogonale Ausrichtung zu dem Schirm aufweist und wenigstens zwei (**14, 18**) der Projektoren jeweils optische Wege aufweisen, die zu dem ersten optischen Weg in einer nicht-orthogonalen Ausrichtung konvergieren, die Einfallwinkel bildet, wobei der holographische Reflektor vorgewählte, von der Wellenlänge abhängige, lichtreflektierende Eigenschaften aufweist, die die Bilder so vorbearbeiten können, dass chromatische Abweichungen, die durch den Projektionsschirm (**22**) in die Bilder eingeführt werden, kompensiert werden, und

wobei der Projektionschirm (**22**) durch ein dreidimensionales Hologramm (**26**) gebildet ist, das eine dreidimensionale Anordnung von Linsenelementen auf einem Substrat (**24**) darstellt, und der Schirm auf einer ersten Seite Bilder von den Projektoren (**14, 16, 18**) empfängt und die Bilder auf einer zweiten Seite mit einer gesteuerten Lichtdispersion aller dargestellten Bilder wiedergibt.

2. Projektionsfernsehgerät nach Anspruch 1, wobei jeder der wenigstens drei Projektoren (**14, 16, 18**) eine Linse (**15, 17, 19**) zur Fokussierung der jeweiligen Bilder enthält.

3. Projektionsfernsehgerät nach Anspruch 2, wobei die Linsen (**15, 17, 19**) aus einem Polymermaterial bestehen.

4. Projektionsfernsehgerät nach Anspruch 1, wobei die Bildprojektoren (**14, 16, 18**) Austrittspupillen enthalten, die wenigstens gewisse mangelnde Verstärkungs- und Fokussiereigenschaften aufweisen.

5. Projektionsfernsehgerät nach Anspruch 1, wobei der holographische Reflektor (**20**) panchromatische optische Eigenschaften aufweist.

6. Projektionsfernsehgerät nach Anspruch 1, wobei der holographische Reflektor (**20**) optische Eigenschaften eines konkaven Spiegels aufweist.

7. Projektionsfernsehgerät nach Anspruch 1, wobei der holographische Reflektor (**20**) optische Eigenschaften eines sferischen oder kugelförmigen Linsensystems aufweist.

8. Projektionsfernsehgerät nach Anspruch 1, wobei der holographische Reflektor (**20**) optische Eigen-

schaften eines Parabolinsensystems aufweist.

9. Projektionsfernsehgerät nach Anspruch 1, wobei: der Schirm (22) eine Farbabweichung von weniger als oder gleich ungefähr 2 für alle Einfallwinkel in einem ersten Unterbereich von Einfallwinkeln größer als 0° und kleiner als oder gleich ungefähr 10° aufweist, und
die Farbabweichung des Schirms (22) kleiner als oder gleich ungefähr 5 für alle Einfallwinkel in einem zweiten Unterbereich von Einfallwinkeln größer als ungefähr 10° und kleiner als oder gleich ungefähr 30° ist.

10. Projektionsfernsehgerät nach Anspruch 1, in dem das dreidimensionale Hologramm (26) die folgenden Leistungsspezifikationen aufweist:

Horizontaler Halbbetrachtungswinkel: $38^\circ \pm 3^\circ$

Vertikaler Halbbetrachtungswinkel: $10^\circ \pm 1^\circ$

Schirmverstärkung: ≥ 8

Farbabweichung: ≤ 3 .

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

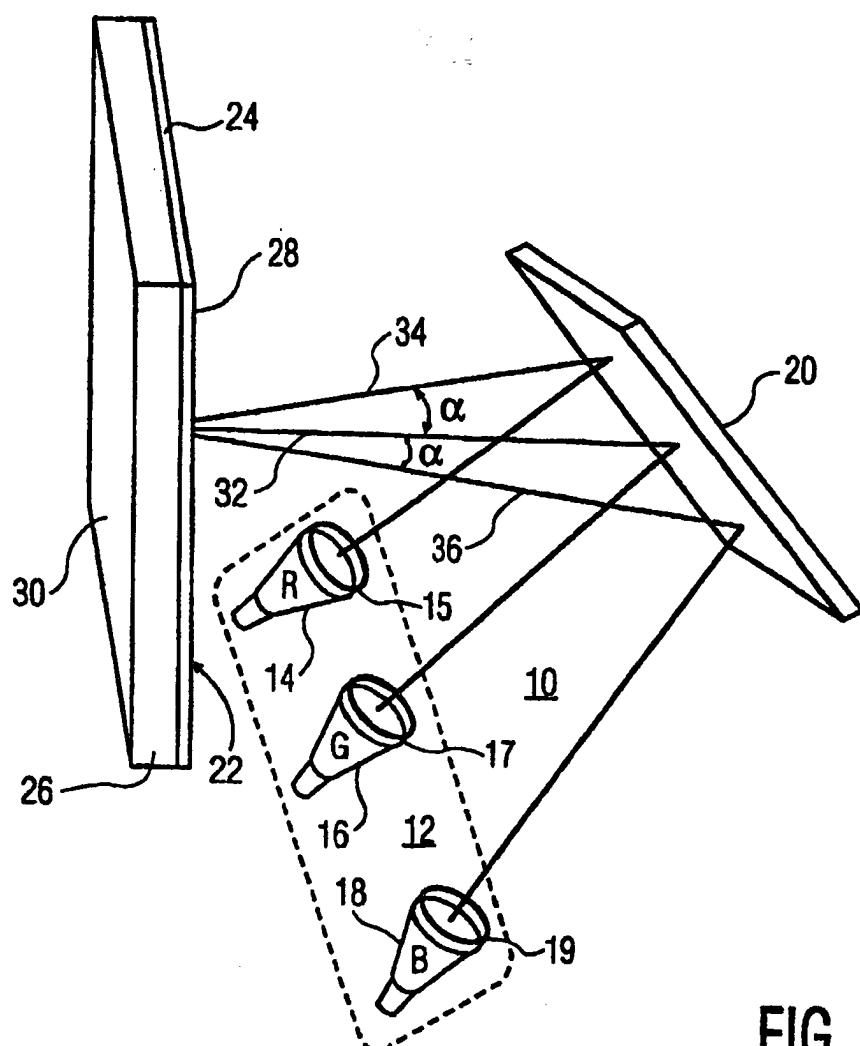


FIG. 1

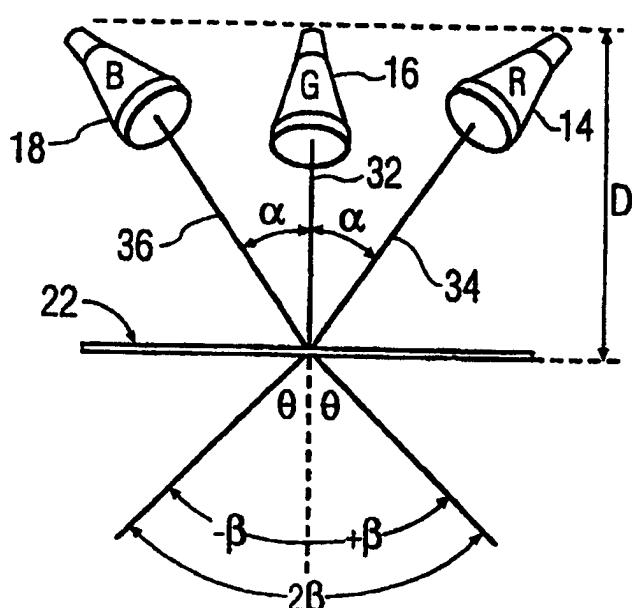


FIG. 2

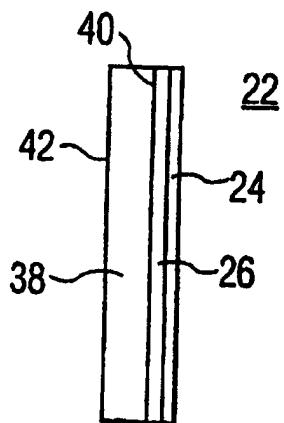


FIG. 3

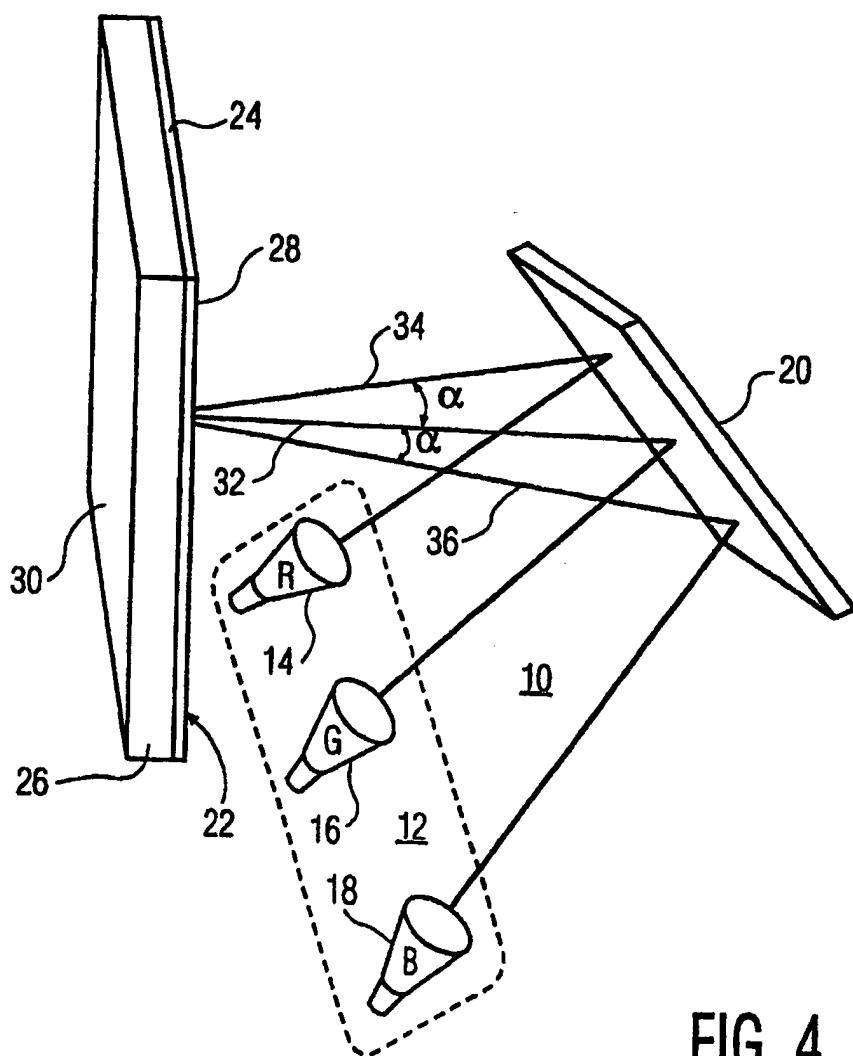


FIG. 4