



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 20 275 T2** 2005.09.29

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 149 402 B1**

(51) Int Cl.⁷: **H01J 29/89**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 20 275.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/28568**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 962 981.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/36629**

(86) PCT-Anmeldetag: **02.12.1999**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **22.06.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **31.10.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **15.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.09.2005**

(30) Unionspriorität:

212945 16.12.1998 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

**3M Innovative Properties Co., Saint Paul, Minn.,
US**

(72) Erfinder:

**LUGG, S., Paul, Saint Paul, US; BUDD, D., Kenton,
Saint Paul, US; BAILEY, E., John, Saint Paul, US;
FREY, H., Matthew, Saint Paul, US; THEIRL, G.,
Scott, Saint Paul, US**

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **KONTRASTVERBESSERUNGSFILTER MIT NIEDRIGEM REFLEXIONSVERMÖGEN**

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

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0001] Kontrastverstärkungsfilter mit Neutraldichte über das sichtbare Spektrum hinweg verstärken bekannterweise den Kontrast von selbstleuchtenden Elektronikdisplays (z.B. Kathodenstrahlröhren oder CRTs), die oftmals bei Betrachtung in hellem Umgebungslicht unter einem Kontrastverlust leiden. Indem zwischen dem Betrachter und dem Display ein Kontrastverstärkungsfilter angeordnet wird, läuft von der Fläche der CRT reflektiertes Licht zweimal durch den Kontrastverstärkungsfilter, wohingegen von der CRT emittiertes Licht den optischen Filter nur einmal durchläuft. Dadurch reduziert der Kontrastverstärkungsfilter die Intensität des reflektierten Lichts relativ zu der Intensität des von der CRT emittierten Lichts, wodurch der Kontrast des Displays verstärkt wird.

[0002] Wenn Displays unter variierenden Umgebungslichtbedingungen betrachtet werden, eignen sich Kontrastverstärkungsfilter mit variabler Dichte, da die Benutzer durch die Fähigkeit zum Variieren der Dichte des Filters die Kontrastverstärkung und die Blendereduzierung, die der Filter liefert, als Reaktion auf vorherrschende Beleuchtungsbedingungen und den persönlichen Geschmack des Benutzers steuern kann. Bei geringer Blendung (zum Beispiel schwachem Umgebungslicht) ist es möglicherweise wünschenswert, ein Kontrastverstärkungsfilter mit geringer Absorption und hoher Transmission zu haben, damit man eine getreuere Displayfarbe, ein Display mit längerer Lebensdauer und eine erhöhte Helligkeit erhält. Bei starker Blendung ist es möglicherweise wünschenswert, einen Kontrastverstärkungsfilter mit hoher Absorption und geringer Transmission zu haben, das verstärkten Kontrast und reduzierte Blendung liefert.

[0003] In der Technik sind Einrichtungen bekannt, die sich als variable Transmissionsfilter oder Dämpfungsglieder eignen. Wenngleich zu erwarten sein würde, daß man mit der Fähigkeit zum Variieren der optischen Dichte der Einrichtung als Reaktion auf sich ändernde Umgebungsbeleuchtungsbedingungen eine Verbesserung bei der Lesbarkeit des Displays gegenüber der erhält, die von Filtern mit fester Dichte erzeugt wird, weisen solche Einrichtungen mit variabler Dichte eine Reihe von Mängeln auf, die zu einer enttäuschenden Leistung führen. Eine besonders kritische Eigenschaft von Displays und Displayfiltern ist der Gesamtreflexionsgrad. Wenngleich der Kontrast von vielen Arten von Dämpfungsgliedern ohne weiteres verstärkt wird, ist ein extrem geringer Reflexionsgrad erforderlich, um eine Augenbeanspruchung und Ablenkung zu vermeiden, die von einer spiegelnden und anderen Reflexion herrührt. In der Technik bekannte, von einem Benutzer steuerbare Einrichtungen mit veränderlicher Transmission führen wegen der großen Anzahl von Materialien, Schichten und Grenzflächen, die vorliegen, zu unerwünscht hohen Werten beim Gesamt Reflexionsgrad.

[0004] Beispielsweise kann ein Kontrastverstärkungsfilter mit veränderlicher Dichte durch eine elektrochrome Einrichtung bereitgestellt werden, die bei Anlegen eines elektrischen Stroms oder Potentials ihre optischen Eigenschaften ändert. Das US-Patent Nr. 4,338,000 (Kamimori et al.) berichtet über einen elektrochromen Kontrastverstärkungsfilter mit variabler Dichte, der als Deckglasplatte für ein Fernsehgerät verwendet werden kann. Die veröffentlichte PCT-Anmeldung WO/96/34088 berichtet über eine elektrochrome Einrichtung für eine Kathodenstrahlröhre, die einen Umgebungslichtsensor verwendet, um die Dämpfung der Einrichtung zu steuern, damit man einen konstanten Kontrastwert erhält. Die elektrochromen Einrichtungen weisen in der Regel eine Mehrschichtstruktur auf, die eine Schicht aus einem elektrisch leitenden Material, eine aus einer Schicht eines elektrochromen Materials ausgebildete Elektrode, eine ionenleitende Schicht, eine Gegenelektrode und eine weitere stromleitende Schicht aufweist. Die große Anzahl an Grenzflächen zwischen Schichten mit verschiedenen Brechungsindizes kann zu einem hohen kumulativen Wert des Reflexionsgrads führen, wodurch die Lichtmenge reduziert wird, die die Einrichtung durchlassen kann, und die Blendung weniger als erwartet reduziert wird.

[0005] Weitere Beispiele von veränderlichen Transmissionseinrichtungen sind in der Technik bekannt. Über Einrichtungen, die elektroaktive Chromophore und eine Elektrolytlösung aufweisen, wird in den US-Patenten Nr. 5,801,873 (Byker) und 5,808,778 (Bauer et al.) berichtet. Über Einrichtungen, die eine Technologie mit suspendierten Teilchen aufweisen, wird in den US-Patenten Nr. 1,955,923 (Land) und 5,130,057 (Saxe) berichtet. Suspendierte Polyiodidteilchen werden in einem elektrischen Feld ausgerichtet, um die optische Transmission zu erhöhen, und können bei Fehlen eines Felds sich entspannen, damit man eine verringerte Transmission erhält. Eine monolithische elektrochrome Einrichtung, die sequenziell abgeschiedene Schichten aus Oxidbeschichtungen aufweist, ist aus dem US-Patent Nr. 5,404,244 (VanDine et al.) bekannt. Alle diese Einrichtungen erzeugen reflektiertes Licht von ihren verschiedenen Komponenten, mehreren Grenzflächen und vorderen und hinteren Oberflächen.

[0006] Wenn Filter mit variabler Dichte verwendet werden, ist es zudem wünschenswert, daß der die variable Dichte aufweisende Abschnitt des Filters nicht andere Funktionen stört, die in der Regel von Displayfiltern durchgeführt werden, wie etwa EM-Abschirmung, Ableitung elektrostatischer Ladung und Vorderflächenanti-Reflexion, so daß die Vorteile dieser höchstnützlichen multifunktionellen Filter beibehalten werden können.

[0007] WO-A-98/48440 betrifft ein optisches Element, das ein Substrat aufweist, das mit einer lichtdurchlässigen Schicht versehen ist, dessen Transmission im sichtbaren Bereich als Reaktion auf eine Lichtveränderung variiert. Das optische Element ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Antireflexschicht zwischen dem Substrat und der lichtdurchlässigen Schicht vorgesehen ist, wobei der Brechungsindex der Antireflexschicht bevorzugt im Bereich zwischen 1,5 und 2,2 liegt. Die lichtdurchlässige Schicht kann weiterhin auf einer vom Substrat weg-gewandten Seite der lichtdurchlässigen Schicht mit einer weiteren Antireflexschicht mit einem Brechungsindex versehen sein, der bevorzugt im Bereich zwischen 1,3 und 1,6 liegt. Die lichtdurchlässige Schicht kann ein elektrochromes Element sowie ein photochromes Element aufweisen. Das optische Element ist bevorzugt auf der Außenseite des Displayfensters einer Displayeinrichtung vorgesehen.

[0008] Angesichts des oben gesagten wird ein Kontrastverstärkungsfilter veränderlicher Transmission mit reduziertem Reflexionsgrad gewünscht.

KURZE DARSTELLUNG

[0009] Die vorliegende Erfindung stellt Kontrastverstärkungsfilter mit veränderlicher Dämpfung (d.h. veränderlicher Transmission) mit einem Gesamtreflexionsgrad für sichtbares Licht bereit, der unter etwa 2,0% liegt. Besonders bevorzugt liegt der Gesamtreflexionsgrad für sichtbares Licht unter etwa 1,5% und ganz besonders bevorzugt unter etwa 1,0%.

[0010] Ein Kontrastverstärkungsfilter der vorliegenden Erfindung wird in der Regel zwischen einem Betrachter und einem Display (z.B. einem CRT-Display) angeordnet, damit man unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen eine Kontrastverstärkung des Displays erhält. Wahlweise kann ein Kontrastverstärkungsfilter der vorliegenden Erfindung direkt am Display befestigt werden.

[0011] In einem ersten Aspekt enthält der Kontrastverstärkungsfilter:

- (i) eine erste Einrichtung zur Bereitstellung von Antireflexion, wobei die erste Einrichtung die erste äußere Oberfläche des Filters definiert;
- (ii) ein veränderliches Dämpfungselement, das zwischen der ersten Einrichtung zur Bereitstellung von Antireflexion und der zweiten Außenfläche angeordnet ist;
- (iii) eine Einrichtung zum Bereitstellen einer festen Dämpfung, die zwischen dem veränderlichen Dämpfungselement und der ersten äußeren Hauptfläche angeordnet ist; und
- (iv) mindestens ein Substrat.

[0012] Bei einem zweiten Aspekt enthält der Kontrastverstärkungsfilter:

- (i) eine erste Einrichtung zur Bereitstellung von Antireflexion, wobei die erste Einrichtung die erste äußere Oberfläche des Filters definiert;
- (ii) ein veränderliches Dämpfungselement, das zwischen der ersten Einrichtung zur Bereitstellung von Antireflexion und der zweiten Außenfläche des Filters angeordnet ist, wobei das veränderliche Dämpfungselement indexangepaßte Schichten aufweist; und
- (iii) mindestens ein Substrat.

[0013] Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird eine zweite Einrichtung zur Bereitstellung von Antireflexion bereitgestellt, die die zweite äußere Hauptfläche eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung definiert. Die Einrichtungen zur Bereitstellung von Antireflexion sind bevorzugt Antireflexbeschichtungen, besonders bevorzugt mehrschichtige Antireflexbeschichtungen. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das erste Mittel zur Bereitstellung von Antireflexion eine mehrschichtige Antireflexbeschichtung mit fester Dämpfung.

[0014] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das veränderliche Dämpfungselement eine elektrochrome Einrichtung, die mehrere Schichten enthält, einschließlich einer Elektrode, einer Gegenelektrode, einer ionenleitenden Schicht und zwei stromleitender Schichten. Bevorzugt ist die elektrochrome Einrichtung indexangepaßt. Das heißt, die die elektrochrome Einrichtung bildenden Schichten weisen Brechungsindizes auf, die zueinander fast gleich sind.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] [Fig. 1](#) ist eine schematische Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung;

[0016] [Fig. 1a](#) ist eine schematische Querschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung;

[0017] [Fig. 1b](#) ist eine schematische Querschnittsansicht einer dritten Ausführungsform eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung;

[0018] [Fig. 2](#) ist eine schematische Querschnittsansicht einer vierten Ausführungsform eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung;

[0019] [Fig. 3](#) ist eine schematische Querschnittsansicht eines veränderlichen Dämpfungselements;

[0020] [Fig. 3a](#) ist eine schematische Querschnittsansicht eines veränderlichen Dämpfungselements; und

[0021] [Fig. 4](#) ist eine schematische Querschnittsansicht einer fünften Ausführungsform eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0022] Die vorliegende Erfindung stellt Kontrastverstärkungsfilter mit niedrigem Reflexionsgrad bereit, die einen Gesamtreflexionsgrad für sichtbares Licht von unter etwa 2,0%, besonders bevorzugt unter etwa 1,5%, aufweisen. Die Filter weisen ganz besonders bevorzugt einen Gesamtreflexionsgrad für sichtbares Licht von unter etwa 1,0% auf. Der Ausdruck "Gesamtreflexionsgrad für sichtbares Licht", wie er hier verwendet wird, bezieht sich auf die Menge sichtbaren Lichts, die von einer Einrichtung reflektiert wird, ausgedrückt als ein Prozentsatz des auf die Einrichtung auftreffenden Lichts. "Sichtbares Licht" bezieht sich, wie er in dieser Anmeldung verwendet wird, auf elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge im Bereich zwischen 400 nm und 700 nm.

[0023] Nunmehr unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) wird eine schematische Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung gezeigt. Der Kontrastverstärkungsfilter **10** weist eine erste äußere Hauptfläche **12** und eine zweite äußere Hauptfläche **14** auf. Eine erste Antireflexeinrichtung ist in Form einer Antireflexschicht **16** bereitgestellt, die die erste äußere Hauptfläche **12** definiert. Zwischen der ersten äußeren Hauptfläche **12** und der zweiten äußeren Hauptfläche **14** ist ein Element **22** mit veränderlicher Dämpfung angeordnet. Der Kontrastverstärkungsfilter **10** enthält außerdem eine Einrichtung **24** für feste Dämpfung. Die Einrichtung **24** für feste Dämpfung ist in der Form einer Schicht gezeigt, die zwischen dem veränderlichen Dämpfungselement **22** und der ersten äußeren Hauptfläche **12** angeordnet ist. Wenngleich die Elemente und Schichten als Einzelschichten gezeigt sind, versteht sich, daß jedes Element oder jede Schicht aus einer Mehrzahl von Schichten, Beschichtungen, Substraten und dergleichen bestehen kann.

[0024] Der Kontrastverstärkungsfilter **10** enthält außerdem mindestens ein transparentes Substrat **26**. In [Fig. 1](#) ist das transparente Substrat **26** zwischen der Einrichtung **24** für feste Dämpfung und dem veränderlichen Dämpfungselement **22** positioniert. Wahlweise kann in einem Kontrastverstärkungsfilter der vorliegenden Erfindung mehr als ein Substrat enthalten sein. Zu geeigneten Substraten zählen beispielsweise Glas oder Polymerfilm. In der Regel wird das Substrat als ein Ausgangsmaterial (d.h. eine Trägerschicht) verwendet, auf der die eine oder die mehreren verschiedenen Schichten oder Beschichtungen, die einen Kontrastverstärkungsfilter der vorliegenden Erfindung bilden, aufgebracht werden. Es versteht sich, daß verschiedene Ausführungsformen des Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung alleine dadurch hergestellt werden können, daß das oder die Substrate an verschiedenen Positionen im Kontrastverstärkungsfilter angeordnet werden. Wahlweise kann das Substrat Teil eines der Elemente im Filter sein. Beispielsweise kann ein gefärbter Polymerfilm sowohl als Substrat als auch als Element für feste Dämpfung dienen.

[0025] Der Kontrastverstärkungsfilter **10** ist bei Gebrauch zwischen dem Betrachter **28** und dem Display **30** angeordnet. Die erste äußere Hauptfläche **12** ist derart positioniert, daß sie dem Betrachter **28** zugewandt ist. Die zweite äußere Hauptfläche **14** ist derart positioniert, daß sie dem Display zugewandt ist. Wahlweise kann die zweite äußere Hauptfläche direkt am Display **30** befestigt oder darauf laminiert sein. Eine Einrichtung **24**

für feste Dämpfung ist zwischen dem Betrachter **28** und dem veränderlichen Dämpfungselement **22** positioniert. Bei dem Display **30** kann es sich um eine beliebige Displayart handeln, beispielsweise ein selbstleuchtendes Display. Vom Display **30** emittiertes Licht läuft durch den Filter **10** und trifft auf den Betrachter **28** auf.

[0026] Nunmehr unter Bezugnahme auf [Fig. 1a](#) wird eine schematische Querschnittsansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung gezeigt. Der Kontrastverstärkungsfilter **40** enthält eine in Form einer Antireflexbeschichtung **42** vorgesehene zweite antireflektierende Einrichtung. Die Antireflexbeschichtung **42** definiert die zweite äußere Hauptfläche **14** des Kontrastverstärkungsfilters **40**.

[0027] Nunmehr unter Bezugnahme auf [Fig. 1b](#) wird eine schematische Querschnittsansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung gezeigt. Bei dieser Ausführungsform sind die Einrichtung für feste Dämpfung und die Antireflexeinrichtung durch eine Antireflexbeschichtung **44** mit fester Dämpfung vorgesehen.

[0028] Nunmehr unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) wird eine schematische Querschnittsansicht eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung gezeigt. Der Kontrastverstärkungsfilter **50** weist eine erste äußere Hauptfläche **52** und eine zweite äußere Hauptfläche **54** auf. Eine erste Antireflexeinrichtung ist in Form einer antireflektierenden Beschichtung **56** vorgesehen, die die erste äußere Hauptfläche **52** definiert. Zwischen der ersten Antireflexbeschichtung **56** und der zweiten äußeren Hauptfläche **54** befindet sich ein veränderliches Dämpfungselement **58**. Das veränderliche Dämpfungselement **58** enthält mehrere indexangepaßte Schichten.

[0029] Bei Gebrauch ist der Kontrastverstärkungsfilter **50** zwischen dem Betrachter **28** und dem Display **30** angeordnet. Die erste äußere Hauptfläche **52** ist so positioniert, daß sie dem Betrachter **28** zugewandt ist. Die zweite äußere Hauptfläche **54** ist so positioniert, daß sie dem Display zugewandt ist. Wahlweise kann die zweite äußere Hauptfläche direkt am Display **30** befestigt oder darauf laminiert sein. Vom Display **30** emittiertes Licht tritt durch den Filter **50** hindurch und trifft auf den Betrachter **28**.

Festes Dämpfungsglied:

[0030] Verschiedene Ausführungsformen von Kontrastverstärkungsfiltern der vorliegenden Erfindung enthalten Einrichtungen zum Bereitstellen einer festen Dämpfung. Derartige feste Dämpfungsglieder fungieren dahingehend, daß sie das vom Display emittierte Licht, das vom Display reflektierte Licht und/oder das von Oberflächen oder Grenzflächen im Kontrastverstärkungsfilter selbst reflektierte Licht dämpfen (d.h. reduzieren). Beispielsweise kann die Einrichtung für feste Dämpfung Reflexionen von Grenzflächen in dem veränderlichen Dämpfungselement dämpfen. Es wird bevorzugt, das feste Dämpfungsglied so nahe wie praktisch möglich an der ersten äußeren Hauptfläche anzuordnen. Eine Einrichtung zum Bereitstellen einer geeigneten festen Dämpfung (d.h. eine, die Reflexionen von dem Element mit veränderlicher Transmission und anderen Grenzflächen reduziert) kann jedoch in eine antireflektierende Einrichtung, ein Substrat, innerhalb einer Schicht eines veränderlichen Dämpfungselements integriert sein, das zwischen dem Volumen des Elements und der ersten äußeren Hauptfläche oder innerhalb eines vergleichbar angeordneten unabhängigen Elements angeordnet ist. Beispielsweise kann ein transparenter Leiter einer elektrochromen Einrichtung modifiziert sein, damit man eine feste Dämpfung erhält.

[0031] Geeignete feste Dämpfungsglieder enthalten getönte Glas- oder Polymerfilme, Beschichtungen aus getönten anorganischen oder polymeren Materialien oder dünne Schichten aus Metallen. Getönte anorganische Materialien enthalten gefärbte Metalloxide (zum Beispiel Übergangsmetalloxide wie etwa TiO_x , denen teilweise Sauerstoff fehlt), und Nichtoxide wie etwa Metallnitride und Metallecarbide. Getönte polymere Materialien enthalten beispielsweise Polyolefine, Polyacrylate oder polyesterenthaltende Farbstoffe und/oder Pigmente oder optisch absorbierende Polymere wie etwa Polyimid. Metallbeschichtungen enthalten dünne Schichten aus Silber, Aluminium, Gold und dergleichen, die durch bekannte Techniken wie etwa Dampfabscheidung oder Sputterbeschichtung abgeschieden werden können. Ein festes Dämpfungsglied kann auch einen Zirkularpolarisatorfilm aufweisen, wie in den US-Patenten Nr. 4,073,571 (Ginberg et al.) und 5,235,443 (Barnik et al.) berichtet wird, oder einen mikrolamellen Lichtsteuerfilm, wie im US-Patent Nr. 5,254,388 (Melby et al.) berichtet wird.

[0032] Die bevorzugte Transmission des festen Dämpfungsglieds für sichtbares Licht hängt von Faktoren wie etwa dem gewünschten Lichttransmissionsbereich des Kontrastverstärkungsfilters, dem Ausmaß der Grenzflächenreflexion im Filter (das heißt Zwischenschichtreflexionsgrad) und dem gewünschten Maximalreflexionsgrad des Kontrastverstärkungsfilters ab. Allgemein sollte die Transmission des festen Dämpfungsglieds für

sichtbares Licht ausreichend gering sein, daß das von Grenzflächen innerhalb des Filters reflektierte Licht reduziert wird. Das feste Dämpfungsglied weist in der Regel eine Transmission für sichtbares Licht von etwa 50% bis 90%, besonders bevorzugt etwa 65% bis 80% auf. Ganz besonders bevorzugt weist das feste Dämpfungsglied eine Transmission für sichtbares Licht von etwa 70% auf.

Antireflexionseinrichtung:

[0033] Ausführungsformen eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung können eine oder mehrere Einrichtungen zur Bereitstellung einer Antireflexion enthalten. Derartige Einrichtungen zum Bereitstellen einer Antireflexion können jede in der Technik bekannte antireflektierende Beschichtung sein. Antireflexbeschichtungen können in Form von einschichtigen Beschichtungen oder mehrschichtigen Beschichtungen vorgesehen werden. Eine einfache antireflektierende Beschichtung für eine Grenzfläche mit Luft ist eine Einzelschicht aus einem transparenten Material mit einem Brechungsindex, der unter dem des Substrats liegt (d.h. dem Material neben der Grenzfläche), auf dem es angeordnet ist. Die Dicke einer derartigen Schicht kann bei einer Wellenlänge von etwa 520 nm etwa eine Viertelwellenlänge betragen. Der Brechungsindex der Schicht kann etwa gleich der Quadratwurzel des Brechungsindex des Substrats sein. Mehrschichtige Antireflexbeschichtungen können durch Abscheiden von zwei oder mehr Schichten aus transparentem leitendem Material auf einem Substrat hergestellt werden. Mindestens eine Schicht weist einen Brechungsindex auf, der höher ist als der Brechungsindex des Substrats. Mehrschichtige Systeme enthalten in der Regel mindestens drei Schichten. Die erste oder äußerste Schicht weist bei einer Wellenlänge von etwa 520 nm einen Brechungsindex auf, der niedriger ist als der des Substrats, und eine optische Dicke von etwa einer Viertelwellenlänge. Die zweite oder mittlere Schicht weist bei einer Wellenlänge von etwa 520 nm einen Brechungsindex auf, der höher ist als der des Substrats, und eine optische Dicke von etwa einer halben Wellenlänge. Die dritte Schicht weist einen Brechungsindex auf, der größer ist als der des Substrats, aber kleiner als der der zweiten Schicht. Die Dicke der dritten Schicht beträgt bei einer Wellenlänge von etwa 520 nm etwa eine Viertelwellenlänge. Eine vierschichtige antireflektierende Beschichtung wird in dem US-Patent Nr. 3,432,225 (Lockhart et al.) berichtet. Bevorzugte antireflektierende Beschichtungen enthalten die, die im US-Patent Nr. 5,105,310 (Dickey) berichtet werden. Eine antireflektierende Schicht kann auch zwischen zwei Schichten mit verschiedenen Brechungsindizes (d.h. indexfehlangepaßt) angeordnet sein, wie etwa einem Substrat und einem transparenten Leiter.

[0034] Die Einrichtung für feste Dämpfung und die antireflektierende Einrichtung können ein kombiniertes Element oder mehrere Elemente aufweisen. Jedes Element kann eine einzelne Schicht oder mehr als eine Schicht aufweisen. In der Regel wird mehr als eine Schicht verwendet, um sowohl feste Dämpfung als auch Antireflexion bereitzustellen. Die Einrichtung für feste Dämpfung kann in die antireflektierende Einrichtung integriert sein, sich neben ihr befinden oder von ihr getrennt sein. Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden eine Antireflexeinrichtung und eine Einrichtung für feste Dämpfung durch eine Antireflexbeschichtung mit fester Dämpfung bereitgestellt. Derartige antireflektierende Beschichtungen mit fester Dämpfung werden im US-Patent Nr. 5,091,244 (Biornard) berichtet. Diese antireflektierenden Beschichtungen mit fester Dämpfung weisen eine erste Schicht auf, die ein für sichtbares Licht im wesentlichen transparentes Material mit einem Brechungsindex zwischen etwa 1,35 und 1,9 enthält. Die optische Dicke der ersten Schicht beträgt etwa eine Viertelwellenlänge zwischen etwa 480 und 560 nm. Die erste Schicht bildet die erste äußere Hauptfläche des Kontrastverstärkungsfilters. Die Beschichtung enthält weiterhin eine zweite Schicht, die ein Übergangsmetallnitrid mit einer Dicke zwischen etwa 5 und 40 nm enthält. Eine dritte Schicht der Beschichtung enthält ein für sichtbares Licht im wesentlichen transparentes Material mit einem Brechungsindex zwischen etwa 1,35 und 2,65. Die optische Dicke der dritten Schicht ist kleiner oder gleich etwa einer Viertelwellenlänge bei zwischen etwa 480 und 560 nm. Die vierte Schicht der Beschichtung enthält ebenfalls im wesentlichen ein Übergangsmetallnitrid mit zwischen etwa 5 und 40 nm. Die Beschichtung kann wahlweise auch eine fünfte Schicht aus einem für sichtbares Licht im wesentlichen transparenten Material mit einem Brechungsindex zwischen 1,35 und 2,65 enthalten. Die optische Dicke der fünften Schicht ist kleiner oder gleich einer Viertelwellenlänge bei einer Wellenlänge zwischen etwa 480 und 560 nm. Übergangsmetallnitride enthalten Titan, Zirkonium, Hafnium, Vanadium, Tantal, Niob und Chrom. Diese antireflektierenden Beschichtungen mit fester Dämpfung werden bevorzugt in einer Stickstoff oder Ammoniak enthaltenden Atmosphäre über Gleichstrom reaktiv gesputtert. Eine besonders bevorzugte Antireflexbeschichtung mit fester Dämpfung ist unter der Handelsbezeichnung "TDAR" von der Firma Viratec Thin Films, Inc., Faribault, MN, USA, erhältlich.

[0035] Ein Kontrastverstärkungsfilter der vorliegenden Erfindung enthält außerdem ein veränderliches Dämpfungselement. Der Ausdruck "veränderliche Dämpfung", wie er hier verwendet wird, bedeutet, daß die Transmission des Elements für sichtbares Licht zwischen mindestens zwei Werten der Transmission für sichtbares Licht verändert oder justiert werden kann. Der Ausdruck "Transmission für sichtbares Licht", wie er hier verwendet wird, bezieht sich auf die Menge an sichtbarem Licht, die durch den Filter, das Element, die Schicht,

die Beschichtung oder das Substrat hindurchtritt, und zwar ausgedrückt als ein Prozentsatz des Lichts, das auf den Filter, das Element, die Schicht, die Beschichtung oder das Substrat fällt. Bevorzugt weist ein veränderliches Dämpfungselement eine kontinuierliche oder unendlich veränderliche Transmission für sichtbares Licht auf. Ein bevorzugter Bereich der Transmission für sichtbares Licht liegt zwischen etwa 35% und 75%. Das veränderliche Dämpfungselement kann eine beliebige Reihe von lichtmodulierenden Einrichtungstypen aufweisen, die beispielsweise eine polydisperse Flüssigkristalleinrichtung, suspendierte Polyiodidmaterialien oder Chromophore in einer Elektrolytlösung enthalten. Das veränderliche Dämpfungselement weist in der Regel eine Vielzahl von Schichten auf, die transparente Leiter und optisch funktionelle Schichten enthalten können und die anorganischen Materialien, organischen Materialien, Verbundmaterialien oder eine Kombination enthalten können. Bevorzugt ist das veränderliche Dämpfungselement eine elektrochrome Einrichtung. Der Ausdruck "elektrochrom", wie er hier verwendet wird, bezieht sich auf ein Material mit optischen Eigenschaften, die sich beim Anlegen eines elektrischen Stroms oder Potentials ändern. Elektrochrome Einrichtungen sind in der Technik bekannt und weisen in der Regel eine mehrschichtige Struktur auf, die eine Schicht aus einem stromleitenden Material, eine aus einer Schicht aus einem elektrochromen Material ausgebildete Elektrode, eine ionenleitende Schicht, eine Gegenelektrode und eine andere stromleitende Schicht enthält.

[0036] Nunmehr unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) wird eine schematische Querschnittsansicht eines elektrochromen veränderlichen Dämpfungselements **60** gezeigt. Das veränderliche Dämpfungselement **60** enthält eine Elektrode **62**, eine Gegenelektrode **64** und eine ionenleitende Schicht **66**. Die ionenleitende Schicht **66** ist zwischen der Elektrode **62** und der Gegenelektrode **64** angeordnet. Die Elektrode **62**, die Gegenelektrode **64** und die ionenleitende Schicht **66** befinden sich zwischen der ersten stromleitenden Schicht **68** und der zweiten stromleitenden Schicht **70**. Die erste und zweite stromleitende Schicht **68** und **70** stehen in elektrischem Kontakt mit der Elektrode **62** bzw. der Gegenelektrode **64**. Die Elektrode **62** und die Gegenelektrode **64** befinden sich in elektrischem Kontakt mit der ionenleitenden Schicht **66**. Das elektrochrome veränderliche Dämpfungselement **60** kann ferner ein oder mehrere Substrate **72** und **74** enthalten.

[0037] Eine Niederspannungsbatterie **76** und ein Schalter **78** sind über leitende Drähte **80** und **82** mit dem Element **60** verbunden. Um die optischen Eigenschaften des Elements **60** zu ändern, wird Schalter **78** geschlossen, woraufhin Batterie **76** bewirkt, daß am Element **60** ein elektrisches Potential erzeugt wird. Die Polarität der Batterie steuert die Art des erzeugten elektrischen Potentials und somit der Änderung der optischen Eigenschaften des Elements **60**.

[0038] Die Elektrode **62** ist bevorzugt aus einem elektrochromen Material ausgebildet (d.h. einem Material, dessen optische Eigenschaften umkehrbar geändert werden können, wenn sich sein Oxidationszustand ändert). Die Dicke der Elektrode **62** ist normalerweise derart, daß man im "gefärbten" Zustand eine akzeptable Reduktion bei der Transparenz des Kontrastverstärkungsfilters erhält. Geeignete elektrochrome Materialien enthalten beispielsweise Molybdänoxid, Nickeloxid, Iridiumoxid, Nioboxid, Titanoxid, Wolframoxid und Mischungen davon. Das bevorzugte Material ist amorphes Wolframtrioxid (d.h. WO_3).

[0039] Die Gegenelektrode **64** ist in der Regel aus einem Material ausgebildet, das in der Lage ist, Ionen zu speichern und dann die Ionen zur Übertragung zur Elektrode **62** freizugeben, und zwar als Reaktion auf ein entsprechendes elektrisches Potential. Die Dicke der Gegenelektrode **64** ist bevorzugt derart, daß die Gegenelektrode in der Lage ist, eine ausreichend große Menge von Ionen zur Elektrode **62** durchzulassen, um in dieser Schicht eine annehmbare Farbänderung zu bewirken. Einige Gegenelektrodenmaterialien sind insofern elektrochrom, als sich ihre optischen Eigenschaften ändern, wenn sie als Reaktion auf das Anlegen eines elektrischen Potentials Ionen abgeben oder empfangen. Geeignete elektrochrome Gegenelektrodenmaterialien enthalten beispielsweise Vanadiumoxid, Nioboxid, Indiumoxid, Nickeloxid, Kobaltoxid, Molybdänoxid und Mischungen davon. Vanadiumoxid ist das bevorzugte Gegenelektrodenmaterial.

[0040] Es kann in einigen Situationen vorteilhaft sein, wenn die Elektrode **62** und die Gegenelektrode **64** aus komplementären elektrochromen Materialien hergestellt sind. Unter komplementären elektrochromen Materialien wird verstanden, daß die Transmission eines dieser Materialien für sichtbares Licht abnimmt, wenn es Ionen gewinnt, und die Transmission der anderen Schicht für sichtbares Licht abnimmt, wenn sie Ionen verliert. Wenn komplementäre elektrochrome Materialien verwendet werden, erzeugt die Bewegung von Ionen von einem elektrochromen Material zu dem komplementären elektrochromen Material bei der Transmission für sichtbares Licht eine größere Änderung, weil beide der Materialien sich gleichzeitig bei der Transmission für sichtbares Licht ändern. Geeignete komplementäre elektrochrome Schichten enthalten Wolframtrioxid (d.h. WO_3), dessen Transmission für sichtbares Licht abnimmt, wenn es Ionen gewinnt, und Vanadumpentoxid (d.h. V_2O_5), dessen Transmission für sichtbares Licht abnimmt, wenn es Ionen verliert.

[0041] Die ionenleitende Schicht **66** liefert ein Medium für das Leiten von Ionen zwischen der Elektrode **62** und der Gegenelektrode **64**. Geeignete Materialien für die ionenleitende Schicht **66** für die Transmission von Lithiumionen enthalten beispielsweise Lithiumsilikat, Lithiumborosilikat, Lithiumaluminiumsilikat, Lithiumniobat, Lithiumnitrid und Lithiumaluminiumfluorid. Geeignete Materialien für Wasserstoffionen enthalten Tantalpentoxid und Siliziumdioxid. Ein bevorzugtes Material für die ionenleitende Schicht **66** weist Methoxypolyethylenoxidmethacrylat und Lithiumperfluorbutansulfonat oder Lithiumtrifluormethansulfonimid (im Handel als HQ-115 von Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, MN, USA erhältlich) auf. Das Methoxypolyethylenoxidmethacrylat wird bevorzugt über Exposition mit Ultraviolettlicht bei Vorliegen eines freien radikalischen Photoinitiators, beispielsweise 2,2-Dimethoxy-2-phenylacetophenon (im Handel unter der Warenbezeichnung "KB1" von Sartomer Corp., Exton, PA, USA erhältlich) photogehärtet.

[0042] Bevorzugt ist die elektrochrome Einrichtung **60** ein veränderliches Dämpfungselement mit niedrigem Reflexionsgrad. Elemente mit veränderlicher Transmission erzeugen im allgemeinen eine unerwünscht hohe Gesamtreflexion, weil sie in der Regel mehrere Schichten aus Materialien mit differierenden Brechungsindizes aufweisen, die zu Reflexionen von den Grenzflächen führen. Der Gesamtreflexionsgrad kann durch Indexanpassung der Schichten der Einrichtung reduziert werden. Der Ausdruck "indexangepaßt" oder "indexanpassend", wie er hier verwendet wird, beschreibt elektrochrome Einrichtungen, bei denen die die Einrichtung bildenden Schichten Brechungsindizes aufweisen, die einander fast gleich sind. Bevorzugt weisen das am meisten fehlangepaßte Paar benachbarter Schichten im Element Brechungsindizes auf, die um nicht mehr als 0,4 differieren.

[0043] Bevorzugt weist die elektrochrome Einrichtung **60** ausreichend indexangepaßte Schichten zur Verwendung in dem erfindungsgemäßen Kontrastverstärkungsfilter auf. Das heißt, die Schichten sind ausreichend indexangepaßt, daß man einen Kontrastverstärkungsfilter mit einem sichtbaren Gesamtreflexionsgrad von unter etwa 2,0% erhält. Besonders bevorzugt weist der Kontrastverstärkungsfilter ein indexangepaßtes veränderliches Dämpfungselement und ein Element für feste Dämpfung auf.

[0044] Die ionenleitende Schicht **66** kann eine signifikante Quelle für Grenzflächenreflexion sein. Diese Reflexion kann für die Effektivität eines Kontrastverstärkungsfilters der vorliegenden Erfindung nachteilig sein. Beispielsweise weisen ionenleitende Schichten, die Methoxypolyethylenoxidmethacrylat und Li-Salze aufweisen, einen Brechungsindex unter etwa 1,4 auf. Die Elektrode **62** und die Gegenelektrode **64** bestehen in der Regel aus elektrochromen Materialien, beispielsweise Metalloxiden, die Brechungsindizes von etwa 1,7 oder darüber aufweisen. Infolge der Differenz beim Brechungsindex zwischen den Elektroden-schichten (d.h. Elektrode **62** und Gegenelektrode **64**) und der ionenleitenden Schicht **66** können die Grenzflächen zwischen diesen Schichten eine signifikante Reflexion von sichtbarem Licht erzeugen. Bei einem Kontrastverstärkungsfilter der vorliegenden Erfindung werden diese Differenzen beim Brechungsindex bevorzugt reduziert durch Integrieren von Brechungsindexmodifizierern in die Elektroden-schichten und in die ionenleitende Schicht **66**. Auf diese Weise ist der Brechungsindex der Elektroden-schichten dem Brechungsindex der ionenleitenden Schicht **66** mehr angepaßt. Ein geeigneter reaktiver Indexmodifizierer zum Reduzieren des Brechungsindex einer elektrochromen Metalloxidschicht ist Siliziumdioxid (d.h. SiO_2). Siliziumdioxid kann vorteilhafterweise den elektrochromen Metalloxiden zugesetzt werden, um ihren Brechungsindex von etwa 2,0 auf etwa 1,8 zu reduzieren. In der Regel wird bis zu 25 Volumenprozent Siliziumdioxid dem Metalloxidfilm zugesetzt. Ein geeigneter Brechungsindexmodifizierer zum Erhöhen des Brechungsindex einer ionenleitenden Schicht von polymerisiertem Methoxypolyethylenoxidmethacrylat ist 2-Bromnaphthalin. Der Zusatz von 2-Bromnaphthalin kann vorteilhafterweise zugesetzt werden, um den Brechungsindex von polymerisiertem Methoxypolyethylenoxidmethacrylat von unter etwa 1,4 auf etwa 1,5 zu erhöhen. In der Regel werden etwa 25 Gewichtsprozent 2-Bromnaphthalin direkt zu der Mischung aus Lithiumsalz und Methoxypolyethylenoxidmethacrylat zugesetzt, die den Ionenleiter vor der Ausbildung einer Schicht aufweist. Dadurch kann die Differenz beim Brechungsindex zwischen den Elektroden-schichten und der ionenleitenden Schicht von etwa 0,6 auf etwa 0,3 reduziert werden.

[0045] Die erste und zweite stromleitende Schicht **68** und **70** können ein beliebiges geeignetes transparentes leitendes Material sein. Die die Schicht **68** und **70** bildenden Materialien müssen nicht die gleichen Materialien sein. Geeignete Materialien enthalten beispielsweise dotiertes Zinnoxid, dotiertes Zinkoxid, zinndotiertes Indiumoxid. Ein bevorzugtes Material ist fluoriertes Zinnoxid. Das stromleitende Material wird in der Regel auf einem transparenten Substrat, beispielsweise Glas, abgeschieden. Glasplatten, deren eine Seite mit fluoriertem Zinnoxid beschichtet sind, sind im Handel unter der Warenbezeichnung "TECH 15" von Libby-Owens-Ford, Toledo, Ohio, USA, erhältlich. Tech 15 enthält außerdem Einrichtungen zum Reduzieren des Reflexionsgrads an der Grenzfläche zwischen dem transparenten Leiter und dem Glassubstrat, eine weitere Quelle für signifikante Reflexion.

[0046] Eine bevorzugte Ausführungsform eines elektrochromen veränderlichen Dämpfungselements **100** ist in [Fig. 3a](#) gezeigt. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform weisen die stromleitenden Schichten **68** und **70** exponierte Hauptflächen **86** bzw. **84** auf. Die exponierten Hauptflächen **84** und **86** liefern einen Anbringungspunkt für leitende Drähte **82** und **80** an stromleitenden Schichten **70** bzw. **68**. Feuchtigkeitsabdichtungsmassenschichten **88** und **90** werden bevorzugt über den Rändern der verschiedenen Schichten aufgetragen, die das veränderliche Dämpfungselement **100** bilden. Geeignete Feuchtigkeitsabdichtungsmassen enthalten beispielsweise Polyisobutylen (im Handel erhältlich unter der Warenbezeichnung "760-26x" von Tremco Inc., Cleveland, OH, USA) und dergleichen.

[0047] Jede der das elektrochrome Element bildenden Schichten kann über bekannte Techniken abgeschieden werden, vorausgesetzt diskrete kontinuierliche individuelle Schichten werden ausgebildet. Das jeweilige Abscheidungsverfahren für jede Schicht hängt von mehreren Parametern ab, einschließlich beispielsweise das abgeschiedene Material und die Dicke der abgeschiedenen Schicht. Abscheidungstechniken, die HF-Sputtern, chemische Dampfabscheidung, plasmaunterstützte chemische Dampfabscheidung, Sol-Gel-Techniken und andere bekannte Verfahren zum Abscheiden von Dünnschichten enthalten, werden in der Regel verwendet.

[0048] Die folgenden nicht einschränkenden Beispiele veranschaulichen die Erfindung ferner.

BEISPIELE

Allgemeine Vorgehensweise I (Herstellung einer Wolframoxidvorläuferlösung)

[0049] Eine Wolframoxidvorläuferlösung wurde wie folgt hergestellt. Zuerst wurden 20 Gramm 99,99% + Ammoniummetawolframat (NH_4WO_3) in 100 Gramm entionisiertem Wasser gelöst. Die Ammoniummetawolframatlösung wurde mit einer Ionenaustauschersäule, die etwa 90 cm³ Amberlite IR 120™ saures Ionenaustauscharz (im Handel erhältlich von Fluka Chemical Corp., New York, USA) enthielt, sauer eingestellt. Die Lösung wurde dieser Säule zugesetzt und mit einer gesteuerten Geschwindigkeit von etwa 50-70 cm³ pro Minute durchlaufen gelassen. Der pH-Wert des Säulenausflusses wurde mit einem pH-Meßgerät überwacht. Wenn der pH-Wert des Ausflusses unter 2 abfiel, wurde mit dem Sammeln des Ausflusses begonnen. Es wurden etwa 130 ml Ausfluß gesammelt. Zu den 130 ml Ausfluß wurden 10 Gramm einer 30 gew.-%igen Lösung von Wasserstoffperoxid zugesetzt. Die entstehende Mischung wurde etwa 30 Minuten lang bei Raumtemperatur gerührt und dann in einem Drehverdampfer bei 40°C getrocknet. Das entstehende getrocknete Pulver wurde in 90 ml reinem Ethanol bei 60°C gelöst. Das Lösen des getrockneten Pulvers dauerte etwa 1-2 Stunden. Danach wurden 5 ml entionisierten Wassers der Lösung zugesetzt. Die Lösung wurde dann 90 Minuten lang bei etwa 77°C am Rückfluß gehalten. Die entstehende Lösung enthielt etwa 18 Gew.-% Wolframoxid und hatte bei Raumtemperatur eine Viskosität von 2,5 Centistoke. Zu 25 ml der Wolframoxidlösung wurde eine Lösung zugesetzt, die 3 ml Siliziummethoxid (im Handel erhältlich als Katalognummer 33,385-9 von Aldrich Chemical Co., Milwaukee WI, USA) in 10 ml Ethanol enthielt.

Allgemeine Vorgehensweise II (Herstellung einer Vanadiumoxidvorläuferlösung)

[0050] Zunächst wurde eine 8 gew.-%ige Lösung von Natriummetavanadat (NaVO_3) hergestellt, indem eine entsprechende Menge NaVO_3 -Pulver in Wasser gelöst wurde. Das NaVO_3 und das Wasser wurden mehrere Stunden lang gerührt, bis das NaVO_3 -Pulver vollständig gelöst war. 4700 g der Natriummetavanadatlösung wurden mit 3600 ml Amberlite IR-120 Ionenaustauscharz (im Handel erhältlich von Fluka Chemical Corp., New York, USA) sauer eingestellt, um eine Lösung von Vanadinsäure mit einem pH-Wert unter 2 zu erhalten. Unmittelbar nach der Säuerung wurden etwa 4500 Gramm der Vanadinsäurelösung mit einer 12 Gew.-% Lösung von Lithiumhydroxidmonohydrat ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$) in Wasser teilweise neutralisiert. Die entstehende saure Lithiumvanadatlösung wies einen pH-Wert von 5,30 auf. Das Verhältnis Lithium zu Vanadium in der Lösung wurde über induktiv gekoppelte Plasmaemissionsspektroskopie mit 0,53 zu 1,00 gemessen. Die Lithiumvanadatlösung wies einen Feststoffgehalt von 3 Gew.-% auf. Ein aliquoter Teil der sauren Lithiumvanadatlösung von 760 Gramm wurde durch Drehvakuumverdampfung bei 40°C getrocknet, und es entstand eine orange feste Substanz. Die feste Substanz wurde in 380 Gramm Ethanol gelöst. Die Auflösung in Ethanol wurde durchgeführt, indem mehrere Stunden lang bei Raumtemperatur gerührt wurde, gefolgt von einem Rückflußkochen bei dem Siedepunkt für mindestens eine Stunde. Nach dem Rückflußkochen blieb eine kleine Menge ungelöster fester Substanz übrig und wurde absetzen gelassen, wodurch eine transparente orange Vanadiumoxidvorläuferlösung zurückblieb.

Beispiel 1

[0051] Unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) wurde der Kontrastverstärkungsfilter **102** gemäß der folgenden Vorgehensweise hergestellt.

Herstellung der Teilbaugruppe **118**:

[0052] Das Substrat **110** mit der ersten stromleitenden Schicht **112** wurde in Form einer 25,4 cm (10 Inch) mal 27,9 cm (11 Inch) großen Glasplatte mit einer transparenten fluorierten Zinnoxidbeschichtung (im Handel erhältlich von Libby-Owens-Ford unter der Handelsbezeichnung "TECH-15") bereitgestellt. Als nächstes wurde eine antireflektierende Beschichtung **114** mit fester Dämpfung mit einer Transmission für sichtbares Licht von 70% über der Hauptfläche des Substrats **110** gegenüber der stromleitenden Schicht **112** durch Sputtern abgeschieden. Die antireflektierende Beschichtung **114** mit fester Dämpfung wurde von Viratec Thin Films Inc., Faribault, MN, USA (im Handel erhältlich unter der Handelsbezeichnung "TDAR-70") aufgetragen. Eine nicht gezeigte Polyethylenabdeckplatte wurde über der antireflektierenden Beschichtung mit fester Dämpfung aufgebracht. Danach wurde die Elektrode **116** über der ersten stromleitenden Schicht **112** aufgebracht. Die Elektrode **116** wurde aufgebracht, indem das Substrat **110** in 1,5 Liter Wolframoxidvorläuferlösung getaucht wurde, die gemäß der allgemeinen Vorgehensweise I hergestellt worden war. Das Substrat **110** wurde mit einer Geschwindigkeit von etwa 20 cm pro Minute aus der Wolframoxidvorläuferlösung herausgezogen. Die exponierte Oberfläche **121** der ersten stromleitenden Schicht **112** wurde unbeschichtet gelassen, um einen Anbringungspunkt für den leitenden Draht **113** zu liefern. Nach dem Auftragen der Wolframoxidvorläuferlösung wurde die Polyethylenabdeckplatte von der antireflektierenden Beschichtung mit fester Dämpfung entfernt. Als nächstes wurde die Beschichtung aus Wolframoxidvorläufer **10** Minuten lang bei 225°C in einem Kastenofen wärmebehandelt. Die aus dem Aufbringen der Elektrode **116** resultierende Gewichtszunahme wurde bestimmt und die Beschichtungsdicke der Elektrode wurde berechnet, wobei eine Dichte von 5,00 Gramm/cm³ für Wolframoxid angenommen wurde. Die Dicke der Elektrode **116** wurde als etwa 3000 Angström berechnet.

Herstellung der Teilbaugruppe **128**:

[0053] Das Substrat **120** mit der zweiten stromleitenden Schicht **122** wurde in Form einer 25,4 cm (10 Inch) mal 27,9 cm (11 Inch) großen Glasplatte mit einer transparenten fluorierten Zinnoxidbeschichtung (im Handel erhältlich von Libby-Owens-Ford unter der Handelsbezeichnung "TECH-15") bereitgestellt. Danach wurde eine antireflektierende Beschichtung **124** mit einer Transmission für sichtbares Licht von etwa 95% über der Hauptfläche des Substrats **120** gegenüber der stromleitenden Schicht **122** aufgesputtert. Die antireflektierende Beschichtung **124** wurde von Viratec Thin Films Inc., Faribault, MN, USA (im Handel erhältlich unter der Handelsbezeichnung "CDAR-95") aufgebracht. Eine Polyethylenabdeckplatte wurde über der antireflektierenden Beschichtung aufgebracht. Danach wurde die Gegenelektrode **126** über der zweiten stromleitenden Schicht **122** aufgebracht. Die Gegenelektrode **126** wurde aufgebracht, indem das Substrat **120** in 1,5 Liter Vanadiumoxidvorläuferlösung getaucht wurde, die gemäß der allgemeinen Vorgehensweise II hergestellt worden war. Die exponierte Oberfläche **123** der ersten stromleitenden Schicht **122** wurde unbeschichtet gelassen, um einen Befestigungspunkt für den leitenden Draht **119** zu liefern. Das Substrat **120** wurde mit einer Geschwindigkeit von etwa 22 cm pro Minute aus der Vanadiumoxidvorläuferlösung herausgezogen. Nach dem Auftragen der Vanadiumoxidvorläuferlösung wurde die Polyethylenabdeckplatte von der antireflektierenden Beschichtung entfernt. Als nächstes wurde die getrocknete Beschichtung aus Vanadiumoxidvorläufer **20** Minuten lang bei 190°C in einem Kastenofen wärmebehandelt. Die aus dem Aufbringen der Gegenelektrode **126** resultierende Gewichtszunahme wurde bestimmt und die Beschichtungsdicke der Gegenelektrode wurde berechnet, wobei eine Dichte von 5,00 Gramm/cm³ für Vanadiumoxid angenommen wurde. Die Dicke der Gegenelektrode **126** wurde als etwa 3000 Angström berechnet.

[0054] Die Teilbaugruppen **118** und **128** wurden in Erwartung der Montage in einer trockenen Stickstoffumgebung gelagert. Die Montage der Einrichtung erfolgte durch Laminieren der Teilbaugruppe **118** auf die Teilbaugruppe **128** unter Verwendung einer ionenleitenden Klebeschicht **130**, wie unten beschrieben.

Herstellung des ionenleitenden Klebers **130**:

[0055] Die ionenleitende Klebeschicht **130** wurde als ein flüssiges Harz hergestellt, das zwischen Elektrode **116** und Gegenelektrode **126** angeordnet und gehärtet wurde. Das flüssige Harz wurde durch Kombinieren der in Tabelle 1 gezeigten Zusatzstoffe hergestellt.

TABELLE 1

Komponente	Gewichtsteile
Methoxypolyethylenoxidmethacrylat-Monomer (erhältlich von Shin Nakamura Chemical Co., Japan)	63,36
Lithiumperfluorbutansulfonat	36,30
2,2-Dimethoxy-2-phenylacetophenon-Photoinitiator (erhältlich von Sartomer Co., Exton, PA, USA unter der Handelsbezeichnung "IRGACURE KB1")	0,10
2-Bromnaphthalin (erhältlich als Katalognummer 18,364-4 von Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI, USA)	50,00

[0056] Die Laminierung der Teilbaugruppe **118** auf die Teilbaugruppe **128** wurde durchgeführt, indem ein Abstandshalterband (im Handel erhältlich als Band Nummer 810 von Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, MN, USA) mit einer Dicke von etwa 51 Mikrometer (0,002 Inch) um die Kanten der Elektrode **116** herumgelegt und etwa 30 Milliliter flüssigen Harzes über die Oberfläche der Elektrode **116** abgeschieden wurden. Die Teilbaugruppe **128** wurde dann in Kontakt mit dem Abstandshalterband derart gedrückt, daß das flüssige Harz die Oberfläche der Gegenelektrode **126** benetzte.

[0057] Überschüssiges Harz wurde von den Rändern der Baugruppe ausgedrückt. Nach dem Entfernen des überschüssigen Harzes wurde die Baugruppe 5 Minuten lang zwei 15 Watt-UV-Lampen (erhältlich von Sylvania unter der Handelsbezeichnung "TYPE 350 BACKLIGHT BULBS") ausgesetzt. Die Lampen waren in einem standardmäßigen Fluoreszenzlampekasten mit einem weißen diffusen Reflektor hinter den Lampen montiert.

[0058] Der resultierende Kontrastverstärkungsfilter wurde über leitende Drähte **113** und **119**, die mit stromleitenden Schichten **112** bzw. **122** verbunden waren, mit einer Gleichstromquelle **117** verbunden. Die Gleichstromquelle umfaßte eine 9 Volt-Batterie, Zeitsteuer-, Schalt- und Spannungssteuerschaltungen, die die Umkehrung der Polarität einer zwischen den leitenden Drähten angelegten vorbestimmten Spannung ermöglichten und weiterhin für das Öffnen des Leistungskreises nach einer vorbestimmten Zeitperiode oder durch Öffnen des Schalters **115** sorgten.

[0059] Der resultierende Kontrastverstärkungsfilter der vorliegenden Erfindung wies einen Bereich der Transmission für sichtbares Licht im Bereich von etwa 25% bis 55% auf, und es stellte sich heraus, daß er sich bei Verwendung in Kombination mit einem Farb-CRT-Display für die Kontrastverstärkung eignete. Die Lebensdauer der Einrichtung wurde durch Wechselbelastung über diesen Bereich durch Anlegen einer Spannung von 2,5 Volt mit wechselnder Polarität für 1000 Zyklen getestet. Der Bereich der Transmission für sichtbares Licht und die Gesamtladungsübertragung, die erforderlich ist, um einen vollen Zyklus optischer Dichte herzustellen, blieben über die 1000 Zyklen im wesentlichen konstant.

Vergleichsbeispiele A-C

Vergleichsbeispiel A:

[0060] Dieses Vergleichsbeispiel wurde wie in Beispiel 1 beschrieben mit den folgenden Ausnahmen hergestellt. Zuerst entfielen die Antireflexbeschichtung **114** mit fester Dämpfung und die Antireflexbeschichtung **124**.

Zweitens entfiel die Siliziummethoxid-/ethanollösung in der Wolframoxidvorläuferlösung (siehe allgemeine Vorgehensweise I), und das 2-Bromnaphthalin wurde aus der Formulierung für den ionenleitenden Kleber weggelassen (siehe Tabelle 1).

Vergleichsbeispiel B:

[0061] Dieses Vergleichsbeispiel wurde wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, außer daß die Antireflexbeschichtung **114** mit fester Dämpfung und die Antireflexbeschichtung **124** weggelassen wurden.

Vergleichsbeispiel C:

[0062] Dieses Vergleichsbeispiel wurde wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, außer daß die Siliziummethoxid-/ethanollösung aus der Wolframoxidvorläuferlösung weggelassen wurde (siehe allgemeine Vorgehensweise I), und das 2-Bromnaphthalin wurde aus der Formulierung für den ionenleitenden Kleber weggelassen (siehe Tabelle 1).

Reflexionsgradmessungen:

[0063] Der Reflexionsgrad von Beispiel 1 und der Vergleichsbeispiele A-C wurde mit einem Spektrophotometer von Shimadzu Modell UV PC 3101 (im Handel erhältlich von Shimadzu Corp.) mit einem Ansatz für den absoluten spektralen Reflexionsgrad gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 aufgeführt. Der Spektrophotometerstrahl traf auf die Seite der in Tabelle 2 bezeichneten Einrichtung auf.

TABELLE 2

Reflexionsgrad als Funktion der prozentualen Transmission.

Einrichtung	Prozentuale Transmission der Einrichtung				
	25%T	30%T	47%T	55%T	60%T
Vergleichsbeispiel A:					
WO ₃ -Seite	--	6,4	--	9,6	--
V ₂ O ₅ -Seite	--	6,5	--	7,9	--
Vergleichsbeispiel B:					
WO ₃ -Seite	--	4,5	--	6,5	--
Vergleichsbeispiel C:					
WO ₃ -Seite	--	1,5	2,3	3,4	4,1
V ₂ O ₅ -Seite	--	1,9	2,0	2,3	2,2
Beispiel 1:					
WO ₃ -Seite	0,95	1,0	1,3	--	--

[0064] Dem Fachmann ergeben sich ohne Abweichung von dem Schutzbereich der vorliegenden Erfindung zahlreiche Modifikationen und Änderungen an der vorliegenden Erfindung, und es versteht sich, daß diese Erfindung nicht unnötig auf die hier dargelegten veranschaulichenden Ausführungsformen begrenzt ist.

Patentansprüche

1. Kontrastverstärkungsfilter (**10; 40**) mit niedrigem Reflexionsgrad, der eine erste äußere Hauptfläche (**12**) und eine zweite äußere Hauptfläche (**14**) aufweist, wobei der Filter folgendes aufweist:
(i) eine erste Einrichtung (**16**) zur Bereitstellung von Antireflexion, wobei die erste Einrichtung die erste äußere

Hauptfläche (12) definiert;

(ii) ein veränderliches Dämpfungselement (22; 60; 100), das zwischen der ersten äußeren Hauptfläche (12) und der zweiten äußeren Hauptfläche (14) angeordnet ist;

(iii) eine Einrichtung (24; 44) zum Bereitstellen einer festen Dämpfung, die zwischen dem veränderlichen Dämpfungselement (22; 60; 100) und der ersten äußeren Hauptfläche (12) angeordnet ist; und

(iv) mindestens ein Substrat (26);

wobei der Kontrastverstärkungsfilter (10; 40) bei Messung mit auf die erste äußere Hauptfläche (12) einfallendem Licht einen Gesamtreflexionsgrad für sichtbares Licht von unter etwa 2,0% aufweist.

2. Kontrastverstärkungsfilter nach Anspruch 1, wobei der Kontrastverstärkungsfilter bei Messung mit auf die erste äußere Hauptfläche einfallendem Licht einen Gesamtreflexionsgrad für sichtbares Licht von unter etwa 1,0% aufweist.

3. Kontrastverstärkungsfilter nach Anspruch 1, wobei das veränderliche Dämpfungselement indexangepaßte Schichten aufweist.

4. Kontrastverstärkungsfilter nach Anspruch 1, wobei das veränderliche Dämpfungselement eine elektrochrome Einrichtung ist, die folgendes aufweist:

(i) eine aus einem elektrochromen Material ausgebildete Elektrode mit einem ersten Brechungsindex;

(ii) eine Gegenelektrode mit einem zweiten Brechungsindex und

(iii) eine ionenleitende Schicht zum Leiten von Ionen zwischen der Elektrode und der Gegenelektrode, wobei die ionenleitende Schicht einen dritten Brechungsindex aufweist;

wobei das elektrochrome Element zwischen einer ersten und zweiten elektrisch leitenden Schicht zum Anlegen eines elektrischen Potentials an das elektrochrome Element angeordnet ist und wobei die Differenz zwischen dem ersten Brechungsindex und dem dritten Brechungsindex unter etwa 0,4 liegt und wobei die Differenz zwischen dem zweiten Brechungsindex und dem dritten Brechungsindex unter etwa 0,4 liegt.

5. Kontrastverstärkungsfilter nach Anspruch 1, wobei das veränderliche Dämpfungselement eine Transmission für sichtbares Licht aufweist, die zwischen etwa 35% und 75% variiert werden kann.

6. Kontrastverstärkungsfilter nach Anspruch 1, wobei die erste Einrichtung zum Bereitstellen von Antireflexion und die Einrichtung zum Bereitstellen einer festen Dämpfung in Form einer Antireflexbeschichtung mit fester Dämpfung vorgesehen sind.

7. Kontrastverstärkungsfilter nach Anspruch 1, der weiterhin eine zweite Einrichtung zum Bereitstellen von Antireflexion aufweist, wobei die zweite Einrichtung die zweite äußere Hauptfläche definiert.

8. Kontrastverstärkungsfilter nach Anspruch 1, wobei die Einrichtung zum Bereitstellen einer festen Dämpfung ein getöntes polymeres Material, ein getöntes anorganisches Material, eine Metallbeschichtung, einen Zirkularpolarisatorfilm oder einen Mikrolamellenfilm aufweist.

9. Kontrastverstärkungsfilter nach Anspruch 1, wobei die Einrichtung zum Bereitstellen einer festen Dämpfung eine Transmission für sichtbares Licht von etwa 50% bis 90% aufweist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

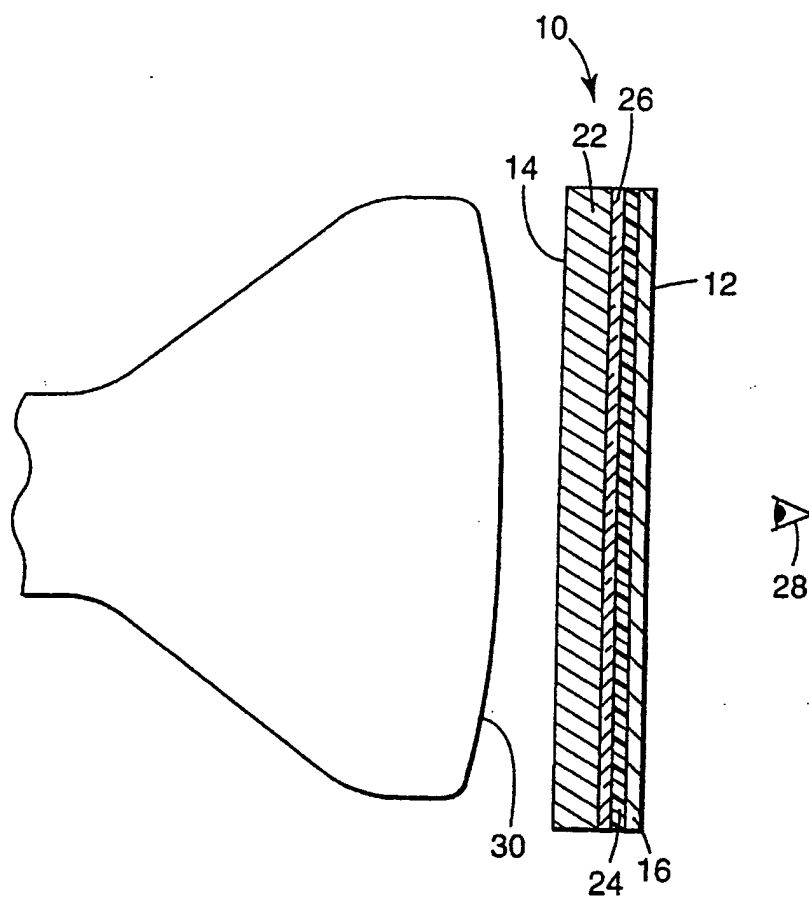


Fig. 1

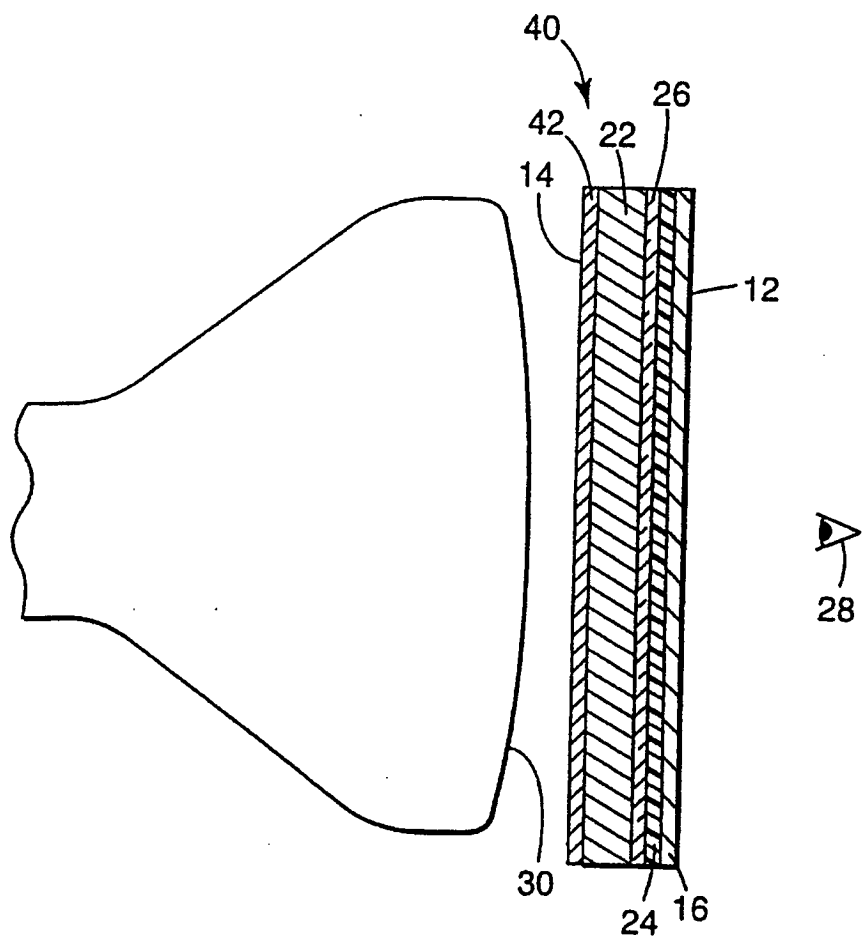


Fig. 1a

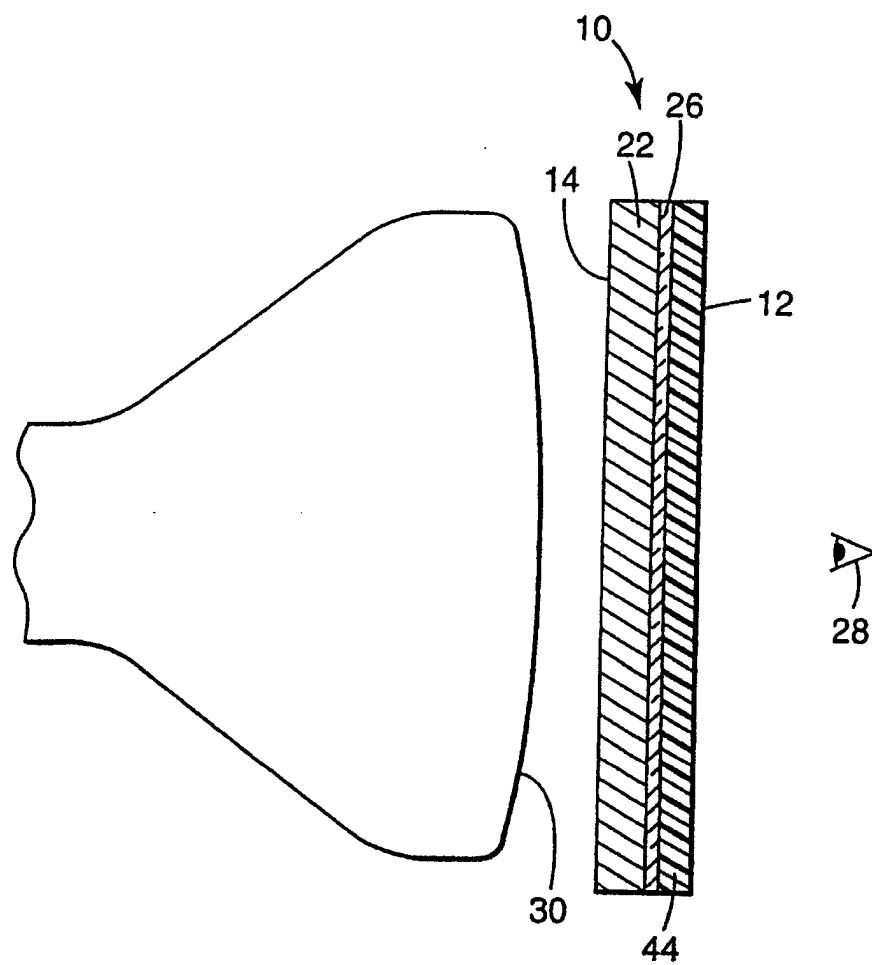


Fig. 1b

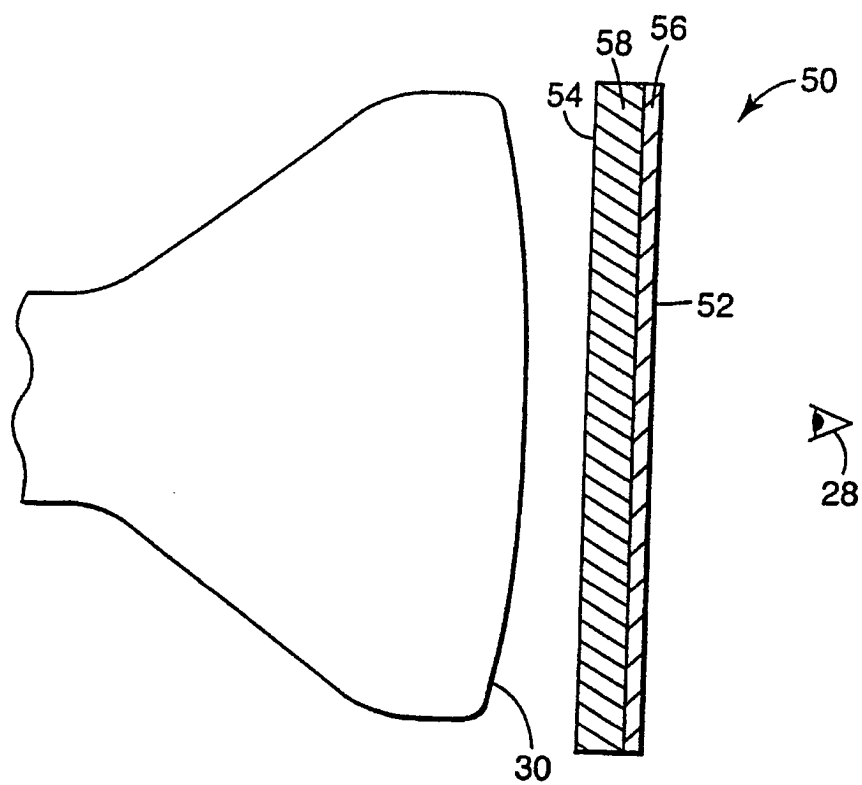


Fig. 2

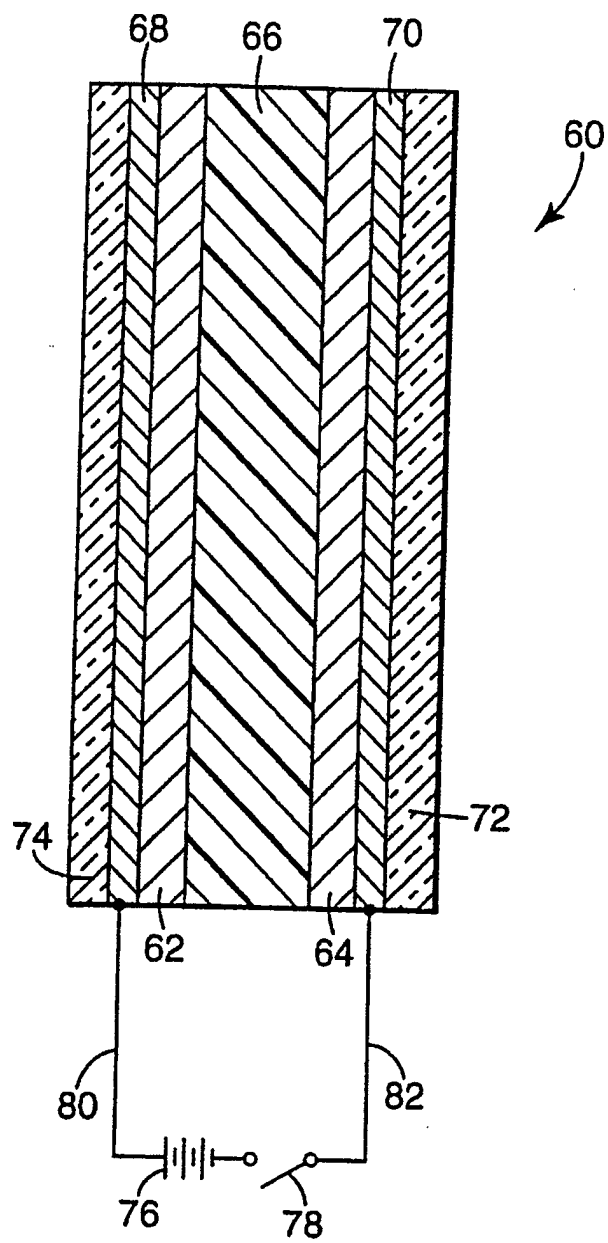


Fig. 3

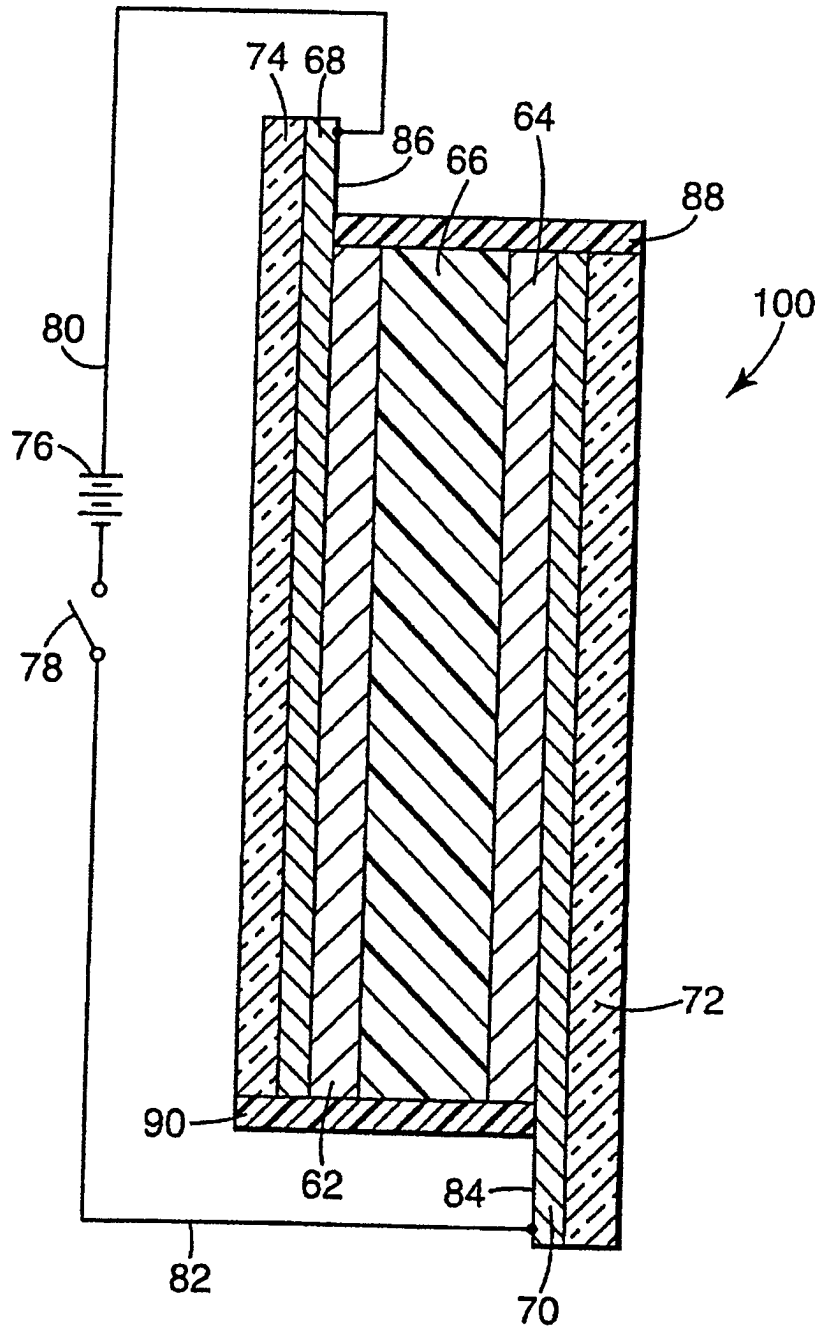


Fig. 3a

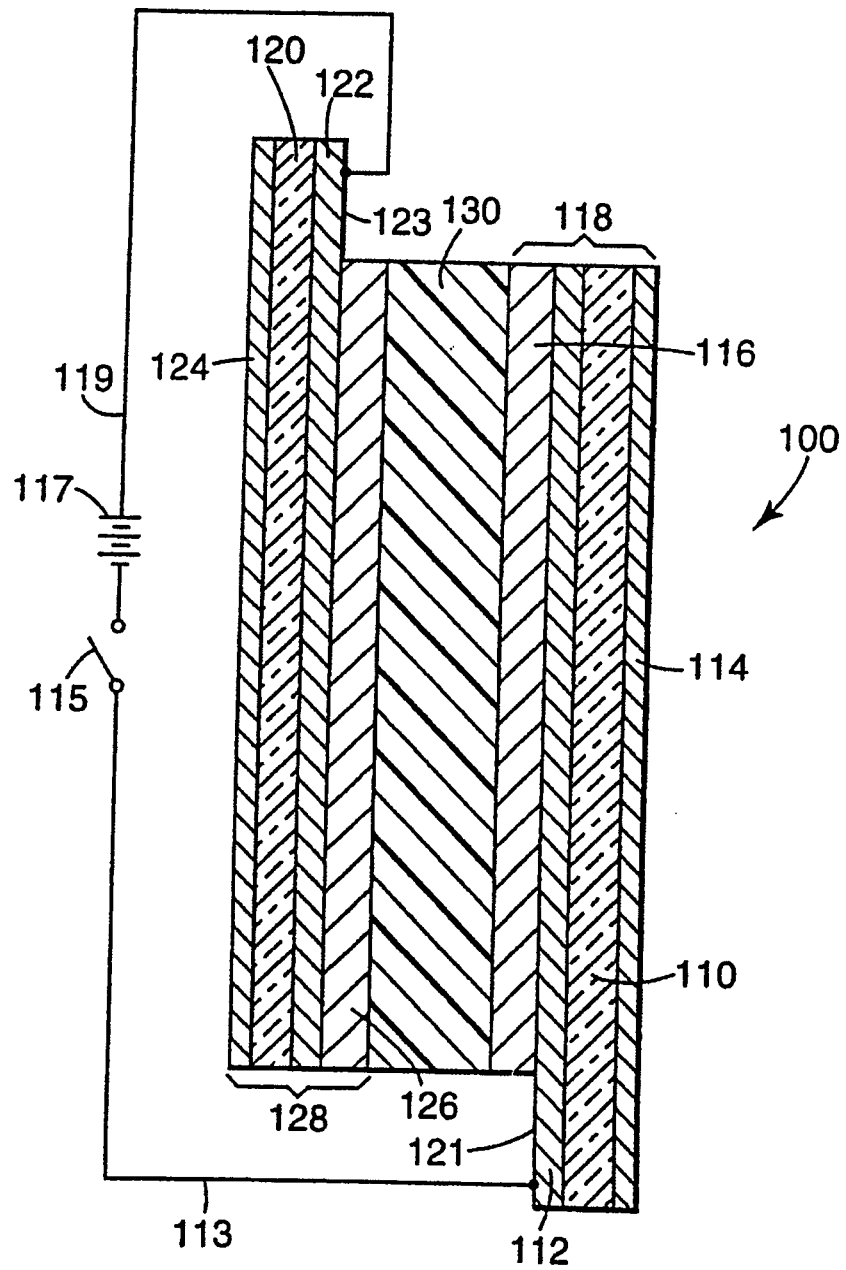


Fig. 4