



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 602 01 442 T2 2005.10.13

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 390 809 B1

(51) Int Cl.⁷: G02F 1/167

(21) Deutsches Aktenzeichen: 602 01 442.5

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US02/12594

(96) Europäisches Aktenzeichen: 02 731 451.7

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 02/086613

(86) PCT-Anmeldetag: 22.04.2002

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 31.10.2002

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 25.02.2004

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 29.09.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 13.10.2005

(30) Unionspriorität:

840756 23.04.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(73) Patentinhaber:

Sipix Imaging, Inc., Milpitas, Calif., US

(72) Erfinder:

CHEN, Xianhai, San Jose, US; CHAN-PARK, Mary, Singapore 360014, SG; WANG, Xiaoja, Fremont, US; LIANG, Rong-Chang, Cupertino, US

(74) Vertreter:

Barz, P., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 80803 München

(54) Bezeichnung: MATERIALZUSAMMENSETZUNGEN FÜR MIKRONÄPFE EINER ELEKTROPHORETISCHEN ANZEIGE

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] Das elektrophoretische Display ist eine nicht-emittierende Vorrichtung, die auf dem Elektrophoresephänomen beruht, das geladene, in einem Lösungsmittel suspendierte geladene Pigmentteilchen beeinflusst. Dieser allgemeine Typ eines Displays wurde zuerst im Jahr 1969 vorgeschlagen. Ein elektrophoretisches Display umfasst in typischer Weise ein Paar entgegengesetzter, beabstandeter plattenähnlicher Elektroden, wobei Abstandshalter einen gewissen Abstand zwischen den Elektroden vorbestimmen. Eine der Elektroden ist typischerweise transparent. Eine aus einem gefärbten Lösungsmittel und suspendierten geladenen Pigmentteilchen zusammengesetzte Suspension ist zwischen den beiden Platten eingeschlossen.

[0002] Wenn eine Spannungsdifferenz zwischen den beiden Elektroden angelegt wird, wandern die Pigmentteilchen durch Anziehung von derjenigen Platte, die von zu derjenigen der Pigmentteilchen entgegengesetzter Polarität ist, auf eine Seite. Auf diese Weise kann die Farbe, die auf der transparenten Platte erscheint, durch gezieltes Laden der Platten so bestimmt werden, dass sie entweder die Farbe des Lösungsmittels oder diejenige der Pigmentteilchen ist. Umkehrung der Plattenpolarität veranlasst die Teilchen dazu, zurück zu der entgegengesetzten Platte zu wandern, wodurch die Farbe umgekehrt wird. Dazwischen liegende Farbdichte (oder Graustufen) in Folge dazwischen liegender Pigmentdichte an der transparenten Platte kann erhalten werden, indem die Ladung der Platte über einen Spannungsbereich hinweg gesteuert wird.

[0003] Nach dem technischen Stand sind mehrere Arten von elektrophoretischen Displays erhältlich, zum Beispiel das elektrophoretische Display vom Zwischenwandtyp (siehe M. A. Hopper und V. Novotny, IEEE Trans. Electr. Dev., Vol ED 26, No. 8 pp 1148–1152 (1979)) und das mikroverkapselte elektrophoretische Display (wie in US-Patent Nr. 5 961 804 und US-Patent Nr. 5 930 026 beschrieben). In einem elektrophoretischen Display vom Zwischenwandtyp gibt es Zwischenwände zur Aufteilung des Raumes in kleinere Zellen zwischen den beiden Elektroden, um unerwünschte Bewegungen der Teilchen, wie Sedimentation, zu verhindern. Das mikroverkapselte elektrophoretische Display hat eine im Wesentlichen zweidimensionale Anordnung von Mikrokapseln, die jede darin eine elektrophoretische Zusammensetzung aus einem dielektrischen Fluid und einer Dispersion aus geladenen Pigmentteilchen, die visuell mit dem dielektrischen Lösungsmittel kontrastieren, aufweisen.

[0004] Außerdem wurde neuerdings eine verbesserte Technik für elektrophoretische Displays (EPD's) in den gleichzeitig anhängigen Anmeldungen mit der laufenden US-Eingangsnummer 09/518 488, eingereicht am 03. März 2000 (entsprechend WO01/67170), der laufenden US-Eingangsnummer 09/759 212, eingereicht am 11. Januar 2001, der laufenden US-Eingangsnummer 09/606 654, eingereicht am 28. Juni 2000 (entsprechend WO02/01282) und der laufenden US-Eingangsnummer 09/784 792, eingereicht am 25. Februar 2001, offenbart. Das verbesserte elektrophoretische Display umfasst Zellen, die aus Mikronäpfen von wohldefinierter Form, Größe und von wohldefiniertem Aspektverhältnis gebildet sind, die mit in einem dielektrischen Lösungsmittel dispergierten geladenen Pigmentteilchen gefüllt sind.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Multifunktionelle, UV-härtbare Zusammensetzungen sind verwendet worden, um die Mikronapf-Matrixanordnung für das verbesserte elektrophoretische Display herzustellen. Die erzeugte Mikronapfstruktur neigt jedoch dazu, ganz brüchig zu sein. Die innere Spannung in den Näpfen wegen des hohen Vernetzungsgrades und wegen Schrumpfung hat oft unerwünschtes Zerbröseln und Abgehen der Mikronäpfe von dem Leitersubstrat während des Formtrennens zur Folge. Die aus den multifunktionellen, UV-härtbaren Zusammensetzungen erzeugte Mikronapf-Matrixanordnung zeigte auch eine schlechte Durchbiegungsfestigkeit.

[0006] Es wurde jetzt herausgefunden, dass der Widerstand gegen Durchbiegung und Spannung bedeutend verringert werden kann, wenn eine Kautschuk-Komponente in die Mikronapf-Zusammensetzung eingebracht wird. Zwei andere Schluessel-eigenschaften, Formtrennbarkeit während des Mikroprägens und Haftung zwischen der Dichtungsschicht und den Mikronäpfen sind mit der diese zusätzliche Kautschuk-Komponente enthaltenden Zusammensetzung bedeutend verbessert worden.

[0007] Geeignete Kautschukmaterialien für diesen Zweck beinhalten SBR (Styrol-Butadien-Kautschuk), PBR (Polybutadien-Kautschuk), NBR (Acrylnitril-Butadien-Kautschuk), SBS (Styrol-Butadien-Styrol-Blockcopolymer), SIS (Styrol-Isopren-Styrol-Blockcopolymer) und deren Derivate. Besonders nützlich sind funktionalisierte Kautschuke wie Polybutadiendimethacrylat (CN301 und CN302 von Sartomer, Ricacryl 3100 von Ricon Resins

Inc.), (Meth)acrylat-gepfropftes Kohlenwasserstoff-Polymer (Ricacryl 3500 und Ricacryl 3801 von Ricon Resins Inc.), und Butadien-Acrylnitril-Copolymere mit Methacrylat-Endgruppe (Hycar VTBNX 1300 × 33, 1300 × 43 von BFGoodrich).

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) zeigen die grundlegenden Verarbeitungsschritte zum Herstellen der Mikronäpfe, zu denen bildmäßige photolithographische Belichtung durch eine Photomaske von Leiterfolie, die mit einer wärmehärtbaren Vorstufe beschichtet ist („Belichten von oben“) gehört.

[0009] [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) zeigen alternative Verarbeitungsschritte zum Herstellen der Mikronäpfe, zu denen bildmäßige photolithographische Belichtung der mit einer wärmehärtbaren Vorstufe beschichteten Basis-Leiterfolie gehört, wobei das Basis-Leitermuster auf einem transparenten Substrat als ein Ersatz für eine Photomaske dient und für die Strahlung undurchlässig ist („Belichtung von unten“).

[0010] [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) zeigen alternative Verarbeitungsschritte zum Herstellen der Mikronäpfe, zu denen bildmäßige photolithographische Belichtung gehört, welche die Prinzipien der Belichtung von oben und der von unten kombiniert, wobei die Wände in einer seitlichen Richtung durch Photomasken-Belichtung von oben und in der dazu senkrechten seitlichen Richtung durch Belichtung von unten durch die undurchsichtige Basis-Leiterfolie gehärtet werden („kombinierte Belichtung“).

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0011] Wenn nicht in dieser Beschreibung anders definiert, werden alle technischen Ausdrücke hierin gemäss ihren herkömmlichen Definitionen verwendet, wie diese allgemein von den durchschnittlichen Fachleuten verwendet und verstanden werden. Die Ausdrücke „Mikronapf“, „Zelle“, „wohldefiniert“, „Aspektverhältnis“ und „bildmäßige Belichtung“ sind im Sinnzusammenhang der vorliegenden Anmeldung wie in den gleichzeitig anhängigen, vorstehend identifizierten Anmeldungen definiert, genauso sind die Abmaße der Mikronäpfe.

[0012] Die Mikronäpfe können durch Mikroprägen oder durch Photolithographie hergestellt werden.

I. Herstellung von Mikronäpfen durch Mikroprägen

Herstellung des Prägestempels

[0013] Der Prägestempel kann mit jedem geeigneten Verfahren hergestellt werden, wie einem Diamant-Drechselverfahren oder einem Photoresistverfahren, gefolgt von entweder Ätzen oder galvanischem Überziehen. Eine Originalschablone für den Prägestempel kann mit jedem geeigneten Verfahren, wie galvanischem Überziehen, hergestellt werden. Beim galvanischen Überziehen wird einer Glasunterlage eine dünne Schicht (typischerweise 3000 Å) eines Impfmetalls, wie Chrom-Inconel, aufgesputtert. Sie wird dann mit einer Schicht aus Photoresist beschichtet und mit UV belichtet. Dabei wird zwischen das UV und die Schicht aus Photoresist eine Maske angeordnet. Die belichteten Gebiete des Photoresists werden gehärtet. Die unbelichteten Gebiete werden dann entfernt, indem sie mit einem geeigneten Lösungsmittel gewaschen werden. Der verbliebene, gehärtete Photoresist wird getrocknet und wieder mit einer dünnen Schicht eines Impfmetalls besputtert. Dann ist ein Original zum Elektroformen bereit. Ein typisches Material, das zum Elektroformen verwendet wird, ist Nickel-Kobalt. Alternativ kann das Original durch Elektroformen aus Nickel oder durch nicht-galvanische Abscheidung von Nickel, wie in „Continuous manufacturing of thin cover sheet optical media“, SPIE Proc. Vol. 1663, pp. 324 (1992) beschrieben, hergestellt werden. Der Boden der Form ist typischerweise zwischen etwa 50 bis 400 Mikrometer. Das Original kann auch unter Verwendung anderer Verfahren der Mikrotechnik hergestellt werden, einschließlich Beschreibung mit Elektronenstrahl, Trockenätzen, chemisches Ätzen, Laserbeschreiben oder Laserinterferenz, wie in „Replication techniques for microoptics“, SPIE Proc. Vol. 3099, pp 76–82 (1997) beschrieben. Alternativ kann die Form mittels Photoformgebung unter Verwendung von Kunststoffen, Keramikmaterialien oder Metallen hergestellt werden.

[0014] Der derart hergestellte Prägestempel hat typischerweise Erhebungen von etwa 1 bis 500 Mikrometern, vorzugsweise zwischen etwa 2 bis 100 Mikrometern, und am bevorzugtesten etwa 4 bis 50 Mikrometern. Der Prägestempel kann in der Form eines Gürtels, einer Walze oder eines Blattes hergestellt werden. Zur kontinuierlichen Produktion ist die Form vom Gürteltyp bevorzugt.

[0015] Mikronäpfe können entweder mit einem absatzweisen Verfahren oder mit einem kontinuierlichen Walze-zu-Walze-Verfahren erzeugt werden, wie in der gleichzeitig anhängigen Anmeldung mit der laufenden US-Eingangsnummer 09/784 972, eingereicht am 25. Februar 2001, offenbart wird. Die letztere bietet eine kontinuierliche, kostengünstige Herstellungstechnik mit hohem Durchsatz zur Herstellung von Abteilungen zur Verwendung in elektrophoretischen oder Flüssigkristall-Displays an.

[0016] Bevor eine UV-härtbare Harzzusammensetzung aufgebracht wird, kann der Prägestempel wenn gewünscht mit einem Formtrennmittel behandelt werden, um den Vorgang des Trennens von der Form zu unterstützen. Das UV-härtbare Harz kann vor dem Abgeben entgast werden und kann ein Lösungsmittel enthalten. Das Lösungsmittel, wenn vorhanden, dampft schnell ab. Das UV-härtbare Harz wird mit irgendeinem geeigneten Mittel, wie Beschichten, Eintauchen, Gießen und dergleichen über den Prägestempel gegeben. Die Abgabevorrichtung kann bewegt oder stillstehend sein. Eine Leiterfolie wird über das UV-härtbare Harz gelegt. Beispiele von geeigneten Leiterfolien beinhalten den transparenten Leiter ITO auf Kunststoff-Substraten wie Polyethylenterephthalat, Polyethylennaphthalat, Polyaramid, Polyimid, Polycycloolefin, Polysulfon, Epoxyharz und deren Verbundwerkstoffen. Wenn nötig kann Druck angewendet werden, um richtige Verbindung zwischen dem Harz und dem Kunststoff sicher zu stellen und um die Dicke des Bodens der Mikronäpfe zu steuern. Der Druck kann unter Verwendung einer Laminierwalze, von Vakuumformen, einer Pressvorrichtung oder irgendeinem anderen Mittel aufgebracht werden. Wenn der Prägestempel metallisch und undurchsichtig ist, ist das Kunststoff-Substrat typischerweise transparent für die aktinische Strahlung, die verwendet wird, um das Harz zu härteten. Umgekehrt kann der Prägestempel für die aktinische Strahlung transparent und das Kunststoff-Substrat für sie undurchlässig sein. Um eine gute Übertragung der geformten Merkmale auf die Übertragungsbahn zu erhalten, muss die Leiterfolie eine gute Haftung an dem UV-härtbaren Harz aufweisen, das eine gute Abtrennbarkeit von der Formoberfläche haben sollte.

II. Herstellung einer Anordnung von Mikrokapseln durch Photolithographie

[0017] Die photolithographischen Verfahren zur Herstellung der Mikronapf-Matrixanordnung werden in den [Fig. 1](#), [2](#) und [3](#) beschrieben.

II(a) Belichtung von oben

[0018] Wie in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) gezeigt wird, kann die Matrixanordnung von Mikronäpfen **10** durch Belichten eines strahlungshärtbaren Materials **11a**, das mittels bekannter Verfahren auf eine Leiterelektrodenfolie **12** aufbeschichtet ist, mit UV-Licht (oder alternativ anderen Formen von Strahlung, Elektronenstrahlen und dergleichen) durch eine Maske **16** hergestellt werden, um Wände **11b** zu erzeugen, die dem durch die Maske **16** projizierten Bild entsprechen. Die Basis-Leiterfolie **12** ist vorzugsweise auf einem tragenden Substrat-Basisgewebe **13** angebracht, das ein Kunststoffmaterial umfassen kann.

[0019] In der Photomaske **16** in [Fig. 1A](#) stellen die dunklen Rechtecke **14** ein undurchlässiges Gebiet dar, und der Raum zwischen den dunklen Rechtecken stellt das Öffnungs(transparente)- Gebiet **15** der Maske **16** dar. Das UV strahlt durch das Öffnungsgebiet **15** auf das strahlungshärtbare Material **11a**. Die Belichtung erfolgt vorzugsweise direkt auf das strahlungshärtbare Material **11a**, das heißt, das UV durchquert nicht das Substrat **13** oder den Basis-Leiter **12** (Belichtung von oben).

[0020] Aus diesem Grund muss weder das Substrat **13** noch der Leiter **12** für das UV oder andere verwendete Strahlungs-Wellenlängen transparent sein.

[0021] Wie in [Fig. 1B](#) gezeigt wird, werden die belichteten Gebiete **11b** gehärtet und die unbelichteten Gebiete **11c**, (die durch das undurchlässige Gebiet **14** der Maske **16** geschützt sind) werden dann durch ein geeignetes Lösungsmittel oder einen Entwickler entfernt, um die Mikronäpfe **17** zu erzeugen. Das Lösungsmittel oder der Entwickler wird aus den gewöhnlich zum Auflösen oder zum Verringern der Viskosität von strahlungshärtbaren Materialien verwendeten ausgewählt, wie Methylmethyleketon, Toluol, Aceton, Isopropanol oder dergleichen.

II(b) Belichtung von unten oder kombinierte Belichtung

[0022] In [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) und [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) werden zwei alternative Verfahren zur Herstellung der Mikronapf-Matrixanordnung der Erfindung durch bildmäßige Belichtung veranschaulicht. Diese Verfahren ver-

wenden UV-Belichtung durch das Substratgewebe unter Verwendung des Leitermusters als eine Maske.

[0023] Indem wir uns zuerst [Fig. 2A](#) zuwenden, ist die verwendete Leiterfolie **22** vorbemustert, so dass sie Zellbasis-Elektrodenteile **24**, entsprechend den Bodenteilen der Mikronäpfe **27**, umfasst. Die Basisteile **24** sind für die UV-Wellenlänge (oder eine andere verwendete Wellenlänge) undurchlässig. Die Räume **25** zwischen den Leiter-Basisteilen **22** sind im Wesentlichen transparent oder durchlässig für das UV-Licht. In diesem Fall dient das Leitermuster als eine Photomaske. Das strahlungshärtbare Material **21a** wird auf das Substrat **23** und den Leiter **22** beschichtet, wie in [Fig. 2A](#) beschrieben. Das Material **21a** wird mit UV-Licht, das „nach oben“ (durch das Substrat **23** hindurch) projiziert wird, belichtet, und gehärtet, wo es nicht durch den Leiter **22** abgeschirmt wird, das heißt, in den dem Raum **25** entsprechenden Gebieten. Wie in [Fig. 2B](#) gezeigt wird, wird das ungehärtete Material **21c** von den unbelichteten Gebieten wie vorstehend beschrieben entfernt, unter Hinterlassung des gehärteten Materials **21b**, um die Wände der Mikronäpfe **27** zu bilden.

[0024] [Fig. 3A](#) veranschaulicht ein Kombinationsverfahren, das die Prinzipien der Belichtung von oben wie auch derjenigen von unten verwendet, um die Mikronapf-Matrixanordnung **30** der Erfindung herzustellen. Die Basis-Leiterfolie **32** ist ebenfalls undurchlässig und linienbemustert. Das strahlungshärtbare Material **31a**, das auf den Basisleiter **32** und das Substrat **33** aufbeschichtet ist, wird von der Unterseite her durch das Leiter-Liniennuster **32** hindurch belichtet, das als die erste Photomaske dient. Eine zweite Belichtung wird von der „Oberseite“ her durch die zweite Photomaske **36**, die eine zu den Leiterlinien **32** senkrecht Linienmuster aufweist, durchgeführt. Die Räume **35** zwischen den Linien **34** sind im Wesentlichen transparent oder durchlässig für das UV-Licht. Bei diesem Verfahren wird das Wandmaterial **31b** von der Unterseite her aufwärts in einer seitlichen Richtung gehärtet und von oben nach unten in der dazu senkrechten Richtung gehärtet, unter Verbindung zur Bildung eines gesamten Mikronapfes **37**.

[0025] Wie in [Fig. 3B](#) gezeigt, wird das unbelichtete Gebiet dann mit einem Lösungsmittel oder einem Entwickler wie vorstehend beschrieben entfernt, um die Mikronäpfe **37** freizusetzen.

[0026] Das in den vorstehend beschriebenen Verfahren verwendete strahlungshärtbare Material ist eine thermoplastische oder wärmehärtbare Vorstufe, wie ein multifunktionelles Acrylat oder Methacrylat, Vinylether, Epoxid und deren Oligomere, Polymere und dergleichen. Multifunktionelle Acrylate und deren Oligomere sind die bevorzugtesten. Eine Kombination von multifunktionellem Epoxid und multifunktionellem Acrylat ist ebenfalls sehr nützlich, um wünschenswerte physikomechanische Eigenschaften zu erhalten.

[0027] Es wurde nun herausgefunden, dass Zusatz einer Kautschuk-Komponente die Qualität der Mikronäpfe, wie Widerstandsfähigkeit gegen Verbiegung oder Spannung, Trennbarkeit von der Form während der Mikroprägungsstufe und Haftung zwischen der Dichtungsschicht und den Mikronäpfen, bedeutend verbessert.

[0028] Geeignete Kautschukmaterialien haben eine Tg (Glasübergangstemperatur) niedriger als 0°C. Unge-sättigte Kautschukmaterialien werden bevorzugt, und Kautschukmaterialien mit unverkappten oder seitenkettenständigen ungesättigten Gruppen, wie Vinyl-, Acrylat-, Methacrylat- oder Allylgruppen, sind besonders bevorzugt. Noch spezifischer beinhaltene geeignete Kautschukmaterialien SBR (Styrol-Butadien-Kautschuk), PBR (Polybutadien-Kautschuk), NBR (Acrylnitril-Butadien-Kautschuk), SBS (Styrol-Butadien-Styrol-Blockcopolymer), SIS (Styrol-Isopren-Styrol-Blockcopolymer) und deren Derivate. Besonders nützlich sind funktionalierte Kautschuke wie Polybutadiendimethacrylat (CN301 und CN302 von Sartomer, Ricacryl 3100 von Ricon Resins Inc.), (Meth)acrylat-gepfropftes Kohlenwasserstoff Polymer (Ricacryl 3500 und Ricacryl 3801 von Ricon Resins Inc.), und Butadien-Acrylnitril-Copolymere mit Methacrylat-Endgruppe (Hycar VTBNX 1300 × 33, 1300 × 43 von BFGoodrich).

[0029] Der Prozentsatz der Kautschukkomponente in der UV-härtbaren Zubereitung kann in dem Bereich von 1 Gew.-% bis 30 Gew.-%, vorzugsweise von 5 Gew.-% bis 20 Gew.-%, sogar noch bevorzugter von 8–15 Gew.-% liegen. Die Kautschukkomponenten können in der Zubereitung löslich oder dispergierbar sein. Im Idealfall ist die Kautschukkomponente in der Zubereitung vor der UV-Härtung löslich und trennt sich phasenmäßig nach der UV-Härtung in Mikrodomänen auf.

BEISPIELE

Beispiel 1: Mikronapf-Zusammensetzung ohne Kautschuk

[0030] 35 Gewichtsteile Ebecryl® 600 (UCB), 40 Teile SR-399 (Sartomer®), 10 Teile Ebecryl 4827 (UCB), 7 Teile Ebecryl 1360 (UCB), 8 Teile HDDA (UCB) und 0,05 Teile Irgacure® 369 (Ciba Specialty Chemicals), 0,01

Teile Isopropylthioxanthon (Aldrich) wurden homogen gemischt und verwendet, um die Mikronapf-Matrixanordnung durch entweder das Mikropräge- oder das photolithographische Verfahren herzustellen.

Beispiel 2–7: Kautschuk-haltige Mikronapf-Zusammensetzungen

[0031] Die gleichen Abläufe wie in Beispiel 1 wurden wiederholt, außer dass 6, 7, 8, 10, 11 oder 14 Teile Hycar® VTBNX 1300 × 33 auf 100 Teile Harz den Zusammensetzungen der Beispiele 2–7 zugegeben wurden.

Vergleich der Verbiegungsfestigkeit

[0032] Die Mikronapf-Zusammensetzungen der Beispiele 1–7 wurden mit einer angestrebten Trockendicke von etwa 30 µm auf 2-mil-PET-Folie beschichtet, mit unbehandeltem PET bedeckt, und dann unter UV-Licht bei einer Intensität von ~5 mW/cm² 20 Sekunden lang gehärtet. Die beschichteten Proben wurden dann von Hand zu 90 Grad verbogen, um die Verbiegungsfestigkeit zu bestimmen, nachdem das unbehandelte PET entfernt worden war. Es wurde gefunden, dass die Verbiegungsfestigkeit von Zusammensetzungen, die mehr als 8 Teile Hycar VTBNX 1300 × 33 (Beispiele 4, 5, 6, 7) auf 100 Teile Harz enthielten, bedeutend verbessert war.

Vergleich der Trenneigenschaften zwischen dem gehärteten Mikronapf und dem Ni-Co-Prägestempel für Mikroprägung

[0033] Die Mikronapf-Zusammensetzungen des Beispiels 1–7 wurden mit einer angestrebten Trockendicke von etwa 50 µm auf 2-mil-PET-Folie beschichtet, mit einem Ni-Co-Prägestempel von 60 × 60 × 35 µm mit Zwischenwandlinien von 10 µm Breite mikrogeprägt, 20 Sekunden lang UV-gehärtet und mit einem 2"-Abziehbügel bei einer Geschwindigkeit von etwa 4–5 Feet/min aus der Form entfernt. Die Zusammensetzungen, die mehr als 6 Teile Kautschuk auf 100 Teile Harz enthielten (Beispiele 2–7), zeigten eine bedeutend verbesserte Trennbarkeit von der Form (Tabelle 1). Bei Zubereitungen, die 10–15 Teile Kautschuk auf 100 Teile Harz enthielten (Beispiele 5, 6, 7), wurde nach mindestens 100 Zyklen aus Formung und Formtrennung wenig Beschädigung oder Verschmutzung auf der Form beobachtet.

Vergleich der Haftung zwischen dem Mikronapf und den Dichtungsschichten

[0034] Die Mikronapf-Zusammensetzungen der Beispiele 1–7 wurden mit einer angestrebten Trockendicke von etwa 30 µm auf 2-mil-PET-Folie beschichtet, mit unbehandeltem PET bedeckt, und dann unter UV-Licht bei einer Intensität von ~5 mW/cm² 20 Sekunden lang gehärtet. Die Abdeckfolie aus unbehandeltem PET wurde entfernt. Ein 15 Gew.-ige Lösung des Dichtungsmaterials (Kraton® FG-1901X von Shell) in 20/80 (Vol./Vol.) Toluol/Hexan wurde dann auf die gehärtete Mikronapf-Schicht beschichtet und in einem Heizschränk **10** Minuten lang bei 60°C getrocknet. Die Dicke der getrockneten Dichtungsschicht wurde so gesteuert, dass sie etwa 5 µm war. Ein 3M 3710 Scotch® – Band wurde bei Raumtemperatur mittels einer Eagle® 35 – Laminievorrichtung von GBC bei der schweren Kaliberstellung auf die Dichtungsschicht auflaminiert. Dann wurde die Winkel-schäl-Haftungskraft mit einem Instron® bei 500 mm/min gemessen. Die in Tabelle 1 aufgeführten Haftungskräfte waren das Mittel aus mindestens 5 Messungen. Es wurde gefunden, dass die Haftung zwischen der Dichtungsschicht und der gehärteten Mikronapfschicht durch das Einbringen von Kautschuk in den Mikronapf bedeutend verbessert wurde.

Tabelle 1 Winkelschälhaftung zwischen dem gehärteten Mikronapf-Material und der Dichtungsschicht

Beispiel Nr.	Hycar VTBNX 1300x33 (auf 100 Teile Harz)	Haftung (Abziehen) an der Dichtungsschicht (gm/12,5mm)	Verbiegungs-Festigkeit	Trennung von der Form
1	0	431 ± 33	Schlecht, Biegungslinie brach	Ordentlich, einige Fehlstellen
2	6	513 ± 12	Ordentlich, Biegungslinie brach	Gut, keine Fehlstelle nach 50 Zyklen
3	7	-	Ordentlich – gut, Biegungslinie brach	Gut
4	8	-	Gut, Biegungszeichen	Gut-hervorragend
5	10	543 ± 20	Hervorragend, kein Biegungszeichen	Hervorragend, keine Fehlstelle nach 100 Zyklen
6	11	-	Hervorragend	Hervorragend
7	14	536 ± 12	Hervorragend	Hervorragend

Beispiel 8: Mikronapf-Zusammensetzung ohne Kautschuk

[0035] 36 Gewichtsteile Ebecryl® 830 (UCB), 9 Teile SR-399 (Sartomer®), 1,2 Teile Ebecryl 1360 (UCB), 3 Teile HDDA (UCB), 1,25 Teile Irgacure® 500 (Ciba Specialty Chemicals) und 25 Teile MEK (Aldrich) wurden homogen gemischt und verwendet, um die Mikronapf-Matrixanordnung durch Mikroprägen wie vorstehend beschrieben herzustellen, außer dass die UV-Härtungszeit 1 Minute war. Dieses Beispiel zeigte nach etwa 10 Zyklen aus Formen und Formtrennen einige Fehlstellen auf dem Mikronapf oder Verunreinigung auf einem Ni-Co – Prägestempel von $60 \times 60 \times 50 \mu\text{m}$ mit $10 \mu\text{m}$ Zwischenwandlinien.

Beispiel 9: Mikronapf-Zusammensetzung mit Kautschuk

[0036] Der gleiche Ablauf wie in Beispiel 8 wurde wiederholt, außer dass 5,47 Teile Poly(butadien-co-acrylnitril)diacrylat (Monomer-Polymer & Dajac Labs, Inc.) der Zusammensetzung zugegeben wurden. Nach 10 Zyklen aus Formen und Formtrennen wurde keine sichtbare Fehlstelle auf der Mikronapf-Matrixanordnung oder Verunreinigung auf dem Ni-Co – Prägestempel gefunden.

Beispiel 10: Pigmentdispersion

[0037] 6,42 Gramm TiPure R706 wurden mit einem Homogenisator in eine 1,94 Gramm Fluorolink® D von Ausimont, 0,22 Gramm Fluorolink® 7004, auch von Ausimont, 0,37 Gramm eines fluorierten Kupfer-Phthalocyaninfarbstoffs von 3 M und 52,54 Gramm Perfluorlösungsmittel HT-200 (Ausimont) enthaltende Lösung dispergiert.

Beispiel 11: Pigmentdispersion

[0038] Dasselbe wie in Beispiel 10, außer dass TiPure R706 und Fluorolink durch polymerbeschichtete TiO_2 -Teilchen PC-9003 von Elimentis (Hightstown, NJ) beziehungsweise Krytox® (Du Pont) ersetzt wurden.

Beispiel 12: Abdichten des Mikronapfes und elektrophoretische Zelle

[0039] Das in Beispiel 10 hergestellte elektrophoretische Fluid wurde mit einem flüchtigen Perfluor-Cosolvens (FC-33 von 3 M) verdünnt und auf eine Mikronapf-Matrixanordnung, enthaltend 11 Teile pro 100 Teile Harz an Hycar® VTBNX 1300 × 33 (Beispiel 6) auf einer ITO/PET-Leiterfolie, beschichtet. Das flüchtige Cosolvens wurde abdampfen gelassen, um eine teilweise gefüllte Mikronapf-Matrixanordnung freizulegen. Eine 7,5%ige Lösung von Polyisopren in Heptan wurde dann mittels einer Universal-Rakelauftragvorrichtung mit einer Öffnung von 6 mil auf die teilweise gefüllten Näpfe überschichtet. Die überschichteten Mikronäpfe wurden dann bei Raumtemperatur getrocknet. Eine nahtlose Dichtungsschicht von etwa 5–6 Mikrometer Dicke mit annehmbarer Haftung wurde auf der Mikronapf-Matrixanordnung gebildet. Unter dem Mikroskop wurden keine sichtbaren eingeschlossenen Luftblasen in den abgedichteten Mikronäpfen gefunden. Die abgedichtete Mikronapf-Matrixanordnung wurde dann durch UV-Bestrahlung oder thermisches Ausheizen nachbehandelt, um die Sperreigenschaften weiter zu verbessern. Ein mit einer Klebstoffsenschicht vorbeschichteter ITO/PET-Leiter wurde auf die abgedichteten Mikronäpfe laminiert. Die elektrophoretische Zelle zeigte zufriedenstellendes Schaltverhalten bei guter Verbiegungsfestigkeit. Es wurde kein bemerkbarer Gewichtsverlust nach 5 Tagen Alterung in einem Heizschränk bei 66°C gefunden.

Beispiel 13: Abdichten des Mikronapfes und elektrophoretische Zelle

[0040] Das in Beispiel 11 hergestellte elektrophoretische Fluid wurde mit einem flüchtigen Perfluor-Cosolvens (FC-33 von 3 M) verdünnt und auf eine Mikronapf-Matrixanordnung, enthaltend 12 Teile pro 100 Teile Harz an Hycar® VTBNX 1300 × 33 auf einer ITO/PET-Leiterfolie, beschichtet. Das flüchtige Cosolvens wurde abdampfen gelassen, um eine teilweise gefüllte Mikronapf-Matrixanordnung freizulegen. Eine 7,5%ige Lösung von Polyisopren in Heptan wurde dann mittels einer Universal-Rakelauftragvorrichtung mit einer Öffnung von 6 mil auf die teilweise gefüllten Näpfe überschichtet. Die überschichteten Mikronäpfe wurden dann bei Raumtemperatur getrocknet. Eine nahtlose Dichtungsschicht von etwa 5–6 Mikrometer Dicke mit annehmbarer Haftung wurde auf der Mikronapf-Matrixanordnung gebildet. Unter dem Mikroskop wurden keine sichtbaren eingeschlossenen Luftblasen in den abgedichteten Mikronäpfen gefunden. Die abgedichtete Mikronapf-Matrixanordnung wurde dann durch UV-Bestrahlung oder thermisches Ausheizen nachbehandelt, um die Sperreigenschaften weiter zu verbessern. Ein mit einer Klebstoffsenschicht vorbeschichteter ITO/PET-Leiter wurde auf die abgedichteten Mikronäpfe laminiert. Die elektrophoretische Zelle zeigte zufriedenstellendes Schaltverhalten bei guter Verbiegungsfestigkeit. Es wurde kein bemerkbarer Gewichtsverlust nach 5 Tagen Alterung in einem Heizschränk bei 66°C gefunden.

[0041] Während die vorliegende Erfindung mit Bezug auf deren spezifischen Ausführungsformen beschrieben wurde, sollte es sich für Fachleute verstehen, dass verschiedene Veränderungen vorgenommen werden können und äquivalente Dinge ersetzt werden können, ohne von dem Umfang der Erfindung abzuweichen. Außerdem können viele Abwandlungen vorgenommen werden, um eine besondere Situation, Materialien, Zusammensetzungen, Verfahren, eine Verfahrensstufe oder -Stufen an die Ziele und den Umfang der vorliegenden Erfindung anzupassen. Alle derartigen Abwandlungen sollen innerhalb des Umfangs der hieran angehängten Ansprüche liegen.

[0042] Zum Beispiel sollte angemerkt werden, dass das Verfahren der Erfindung zur Herstellung von Mikronäpfen auch zur Produktion von Mikronapf-Matrixanordnungen für Flüssigkristall-Displays verwendet werden kann. In gleicher Weise können die Verfahren zum gezielten Füllen von Mikronäpfen, zum Abdichten und ITO-Laminieren der Erfindung auch bei der Produktion von Flüssigkristall-Displays verwendet werden.

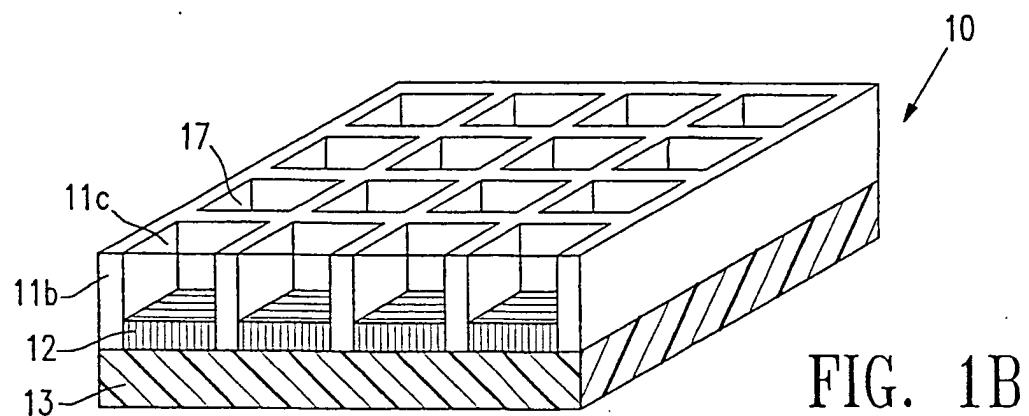
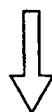
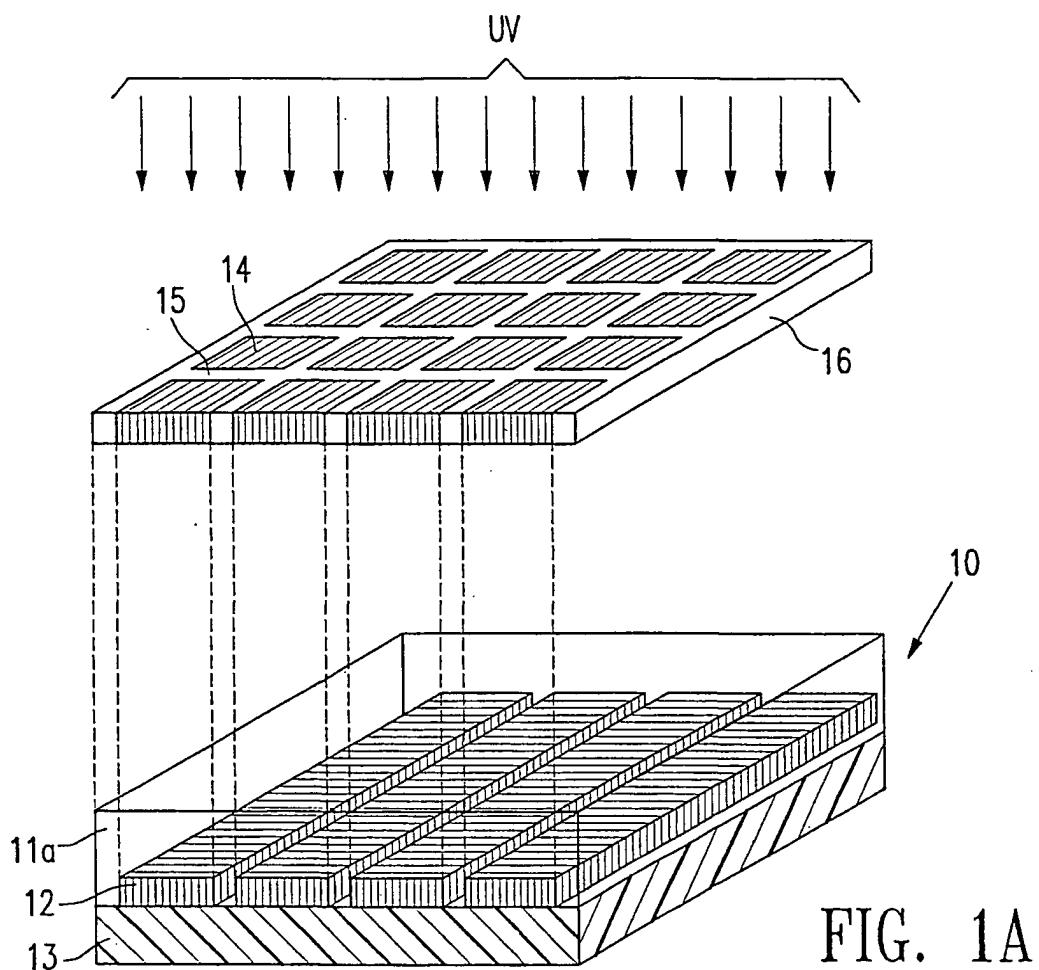
[0043] Es wird daher gewünscht, dass diese Erfindung durch den Bereich der angehängten Ansprüche, so breit wie der Stand der Technik erlaubt und im Hinblick auf die Beschreibung, definiert sein soll.

Patentansprüche

1. Elektrophoretisches Display umfassend Zellen, deren Wände aus einer Zusammensetzung gebildet sind, die ein strahlungshärtbares Material und ein Kautschukmaterial umfasst.
2. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 1, wobei das strahlungshärtbare Material eine thermoplastische oder wärmehärtbare Vorstufe ist.
3. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 2, wobei die thermoplastische oder wärmehärtbare Vorstufe multifunktionelles Acrylat oder Methacrylat, Vinylether, Epoxid und deren Oligomere, Polymere usw. ist.

4. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 3, wobei die thermoplastische oder wärmehärtbare Vorstufe ein multifunktionelles Acrylat und dessen Oligomere ist.
5. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 2, worin das strahlungshärtbare Material eine Kombination von multifunktionellem Epoxid und multifunktionellem Acrylat ist.
6. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 1, wobei das Kautschukmaterial eine Glasübergangstemperatur von kleiner als etwa 0°C aufweist.
7. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 6, wobei das Kautschukmaterial ungesättigt ist.
8. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 7, wobei das Kautschukmaterial unverkappte oder seitenkettenständige ungesättigte Gruppen, wie Vinyl-, Acrylat-, Methacrylat- oder Allylgruppen, aufweist.
9. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 1, wobei das Kautschukmaterial aus einer Gruppe bestehend aus SBR (Styrol-Butadien-Kautschuk), PBR (Polybutadien-Kautschuk), NBR (Acrylnitril-Butadien-Kautschuk), SBS (Styrol-Butadien-Styrol-Blockcopolymer), SIS (Styrol-Isopren-Styrol-Blockcopolymer) und deren Derivaten ausgewählt ist.
10. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 9, wobei das Kautschukmaterial Polybutadiendimethacrylat, (Meth)acrylat-gepropftes Kohlenwasserstoff-Polymer oder Butadien-Acrylnitril-Copolymere mit Methacrylat-Endgruppe ist.
11. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 1, wobei die Zusammensetzung etwa 1 bis 30 Gew.-% des Kautschukmaterials umfasst.
12. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 11, wobei die Zusammensetzung etwa 5 bis 20 Gew.-% des Kautschukmaterials umfasst.
13. Elektrophoretisches Display nach Anspruch 12, wobei die Zusammensetzung etwa 8 bis 15 Gew.-% des Kautschukmaterials umfasst.
14. Verfahren zur Herstellung eines elektrophoretischen Displays, wobei das Verfahren die Bildung von Mikronäpfen durch Mikroprägen unter Verwendung einer Zusammensetzung umfassend ein strahlungshärtbares Material und ein Kautschukmaterial umfasst.
15. Verfahren zur Herstellung eines elektrophoretischen Displays, wobei das Verfahren die Bildung von Mikronäpfen durch Photolithographie unter Verwendung einer Zusammensetzung umfassend ein strahlungshärtbares Material und ein Kautschukmaterial umfasst.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



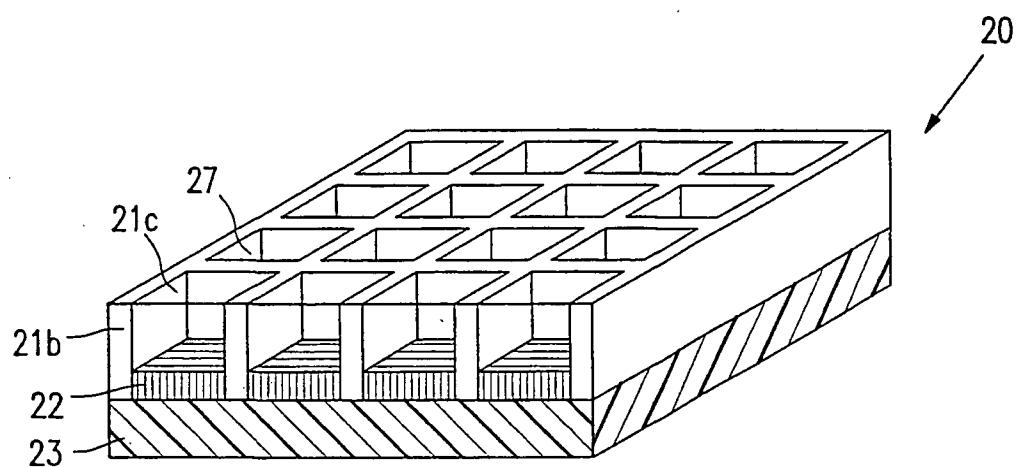


FIG. 2B

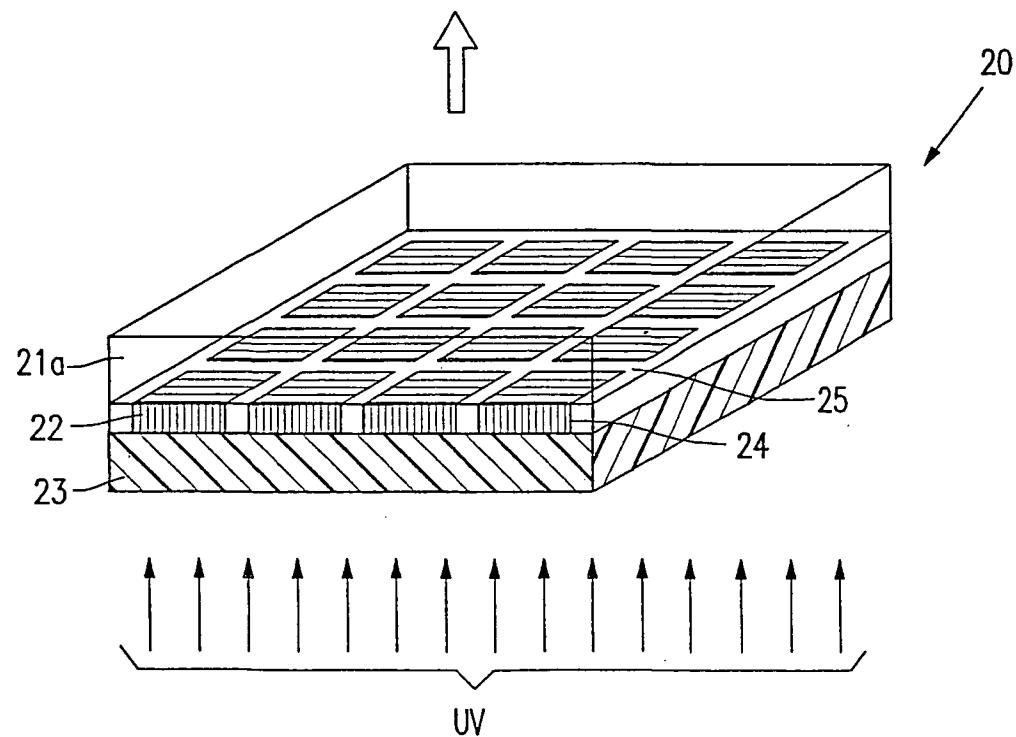


FIG. 2A

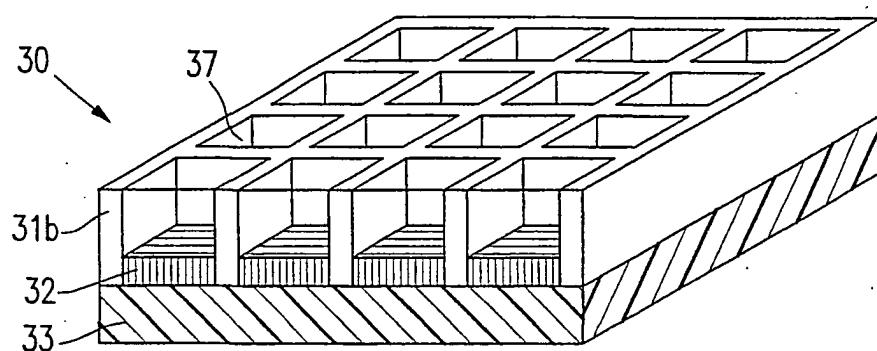


FIG. 3B

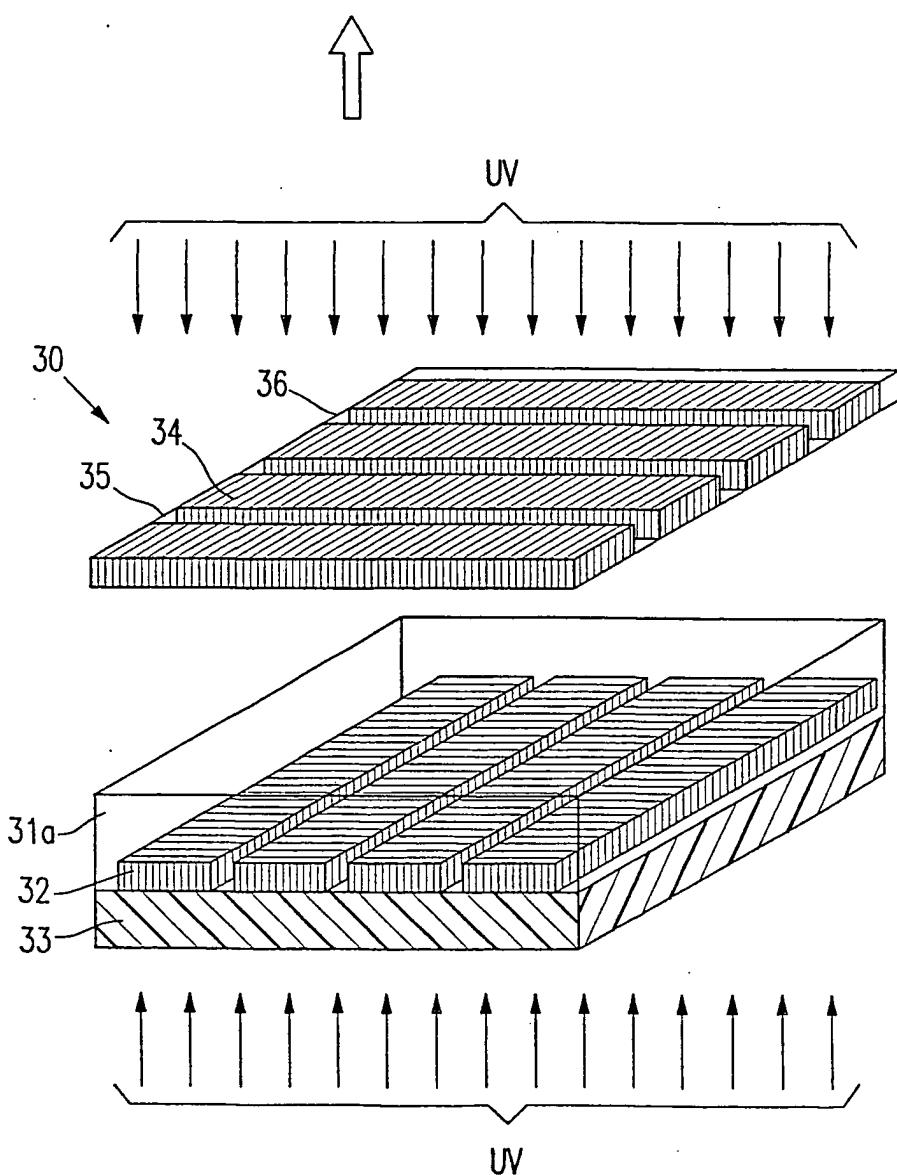


FIG. 3A