



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 19 988 T2** 2009.04.16

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 525 079 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 19 988.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/19495**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 739 230.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/010452**

(86) PCT-Anmeldetag: **20.06.2003**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **29.01.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.04.2005**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **26.03.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.04.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B29C 33/40** (2006.01)

**B29C 33/42** (2006.01)

**H01J 9/24** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**2002208326 17.07.2002 JP**

(73) Patentinhaber:

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

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,  
TR**

(72) Erfinder:

**YOKOYAMA, Chikafumi, Zama-shi, Kanagawa  
225-0015, JP; KAWAI, Takayuki, Machida-shi,  
Tokyo 194-0211, JP**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer Mikrostruktur**

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

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Formgebungstechnologie. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für eine Mikrostruktur unter Verwendung eines flexiblen Formkörpers.

**[0002]** Anzeigegeräte, die eine Bildröhre (Cathode Ray Tube, CRT) verwenden, werden bisher dank der bis heute erreichten Fortschritte in der Entwicklung der Fernsehtechnologien preiswert in Masse produziert, wie auf dem Fachgebiet allgemein bekannt ist. In den vergangenen Jahren hat jedoch ein dünner und leichter Flachbildschirm zunehmend Aufmerksamkeit als ein Bildschirmgerätgerät erregt, das Bildröhrengeräte ersetzen könnte.

**[0003]** Ein typisches Beispiel solch eines Flachbildschirms ist eine Flüssigkristallanzeige (Liquid Crystal Display, LCD). LCDs werden bereits als Kompaktanzeigegeräte in Notebooks, Mobiltelefonen, PDAs (Personal Digital Assistants) und anderen mobilen elektronischen Informationsgeräten verwendet. Plasmabildschirme (Plasma Display Panel, PDP) sind weitere Beispiele dünner, großflächiger Flachbildschirme. PDPs werden bisher als Wandfernsehgeräte für den geschäftlichen oder häuslichen Bereich verwendet.

**[0004]** Zum Beispiel stellt [Fig. 1](#) ein Beispiel eines PDP **50** dar. In dem in der Zeichnung gezeigten Beispiel ist der Einfachheit wegen nur eine Entladungsanzeigezelle **56** im PDP dargestellt, doch umfasst die PDP eine große Anzahl kleiner Entladungsanzeigezellen. Im Einzelnen ist jede Entladungsanzeigezelle **56** umschlossen und gebildet von einem Paar von Glassubstraten, die sich in voneinander beabstandeter Beziehung gegenüberliegen, das heißt, von einem Frontglassubstrat **61** und einem Rückglassubstrat **51** und von einer Rippe **54** einer Mikrostruktur mit einer vorbestimmten Form, die in vorbestimmter Form zwischen diesen Glassubstraten eingefügt ist. Das Frontglassubstrat **61** weist transparente Anzeigeelektroden **63** auf, von denen jede aus einer Abtastelektrode und einer Halteelektrode besteht, sowie eine transparente dielektrische Schicht **62** und eine transparente Schutzschicht **64**, die auf dem Substrat **61** angeordnet sind. Das Rückglassubstrat **51** umfasst Adresselektroden **53** und eine darauf gebildete dielektrische Schicht **52**. Die Anzeigeelektroden **63**, die aus der Abtastelektrode und der Halteelektrode bestehen, und die Adresselektroden **53** kreuzen einander und sind jeweils in einem vorbestimmten Muster mit Abständen dazwischen angeordnet. Jede Entladungsanzeigezelle **56** weist auf ihrer Innenwandung eine Phosphorschicht **55** auf, und in jede Entladungsanzeigezelle ist ein Edelgas (zum Beispiel ein Ne-Xe-Gasgemisch) gefüllt, so dass durch Plasmaentladung zwischen den Elektroden eine auf Selbstleuchten basierende Emission bewirkt werden kann.

**[0005]** Auf dem Rückglassubstrat befindet sich eine Rippe (z. B. Rippe **54** der [Fig. 1](#)), die im Allgemeinen aus einer keramischen Mikrostruktur gebildet ist und einen Teil der PDP-Rückplatte bildet. Wie insbesondere in der internationalen Patentveröffentlichung Nr. 00/39829 und in den ungeprüften japanischen Patentanmeldungen (Kokai) Nr. 2001-191345 und 8-273538 beschrieben, kann eine härtbare keramische Paste und ein flexibler Harzformkörper verwendet werden, um solch eine PDP-Rückplatte herzustellen. Der flexible Formkörper weist eine Formschicht mit Rillenabschnitten in einem vorbestimmten Muster auf einem Träger auf, und die keramische Paste kann aufgrund ihrer Flexibilität ohne weiteres in die Rillenabschnitte gefüllt werden, ohne Luftblasen einzuschließen. Bei Verwendung dieses flexiblen Formkörpers kann der Vorgang des Entfernens des Formkörpers nach dem Aushärten der Paste ausgeführt werden, ohne die keramischen Mikrostrukturen (z. B. die Rippen) und das Glassubstrat zu beschädigen.

**[0006]** Um die PDP-Rückplatte herzustellen, ist es bisher außerdem erforderlich, die Rippen an vorbestimmten Positionen fast ohne Abweichung von den Adresselektroden anzuordnen. Wenn jede Rippe korrekter an der vorbestimmten Position angeordnet wird und ihre Dimensionsgenauigkeit höher ist, wird zum Beispiel eine bessere auf Selbstleuchten basierende Emission möglich.

**[0007]** Wenn der oben beschriebene flexible Formkörper zur Herstellung der PDP-Rückplatte verwendet wird, ist es wünschenswert, die Rippen in einfacher und korrekter Weise und mit hoher Dimensionsgenauigkeit an der vorbestimmten Position anzuordnen, ohne sehr viel Fertigkeit zu erfordern. Zum Beispiel können bei der Verwendung des flexiblen Formkörpers zur Bildung der Rippen die Rippen ohne Einschluss von Blasen und ohne Beschädigung der Rippen gebildet werden, wie hierin beschrieben.

**[0008]** WO 2004/007166 A1, bei dem es sich um ein Dokument nach Artikel 54(3) EPC handelt, betrifft einen flexiblen Formkörper und ein Verfahren zur Herstellung einer Mikrostruktur unter Verwendung dieses Formkörpers. Der flexible Formkörper hat ein Rillenmuster mit einer vorbestimmten Form und einer vorbestimmten Größe seiner Oberfläche auf und weist eine Grundschicht aus einem ersten härtbaren Material mit einer Viskosität von 3.000 bis 100.000 cps bei 10 bis 80°C auf sowie eine Beschichtung aus einem zweiten härtbaren Material

mit einer Viskosität von nicht mehr als 200 cps bei 10 bis 80°C, die auf eine Oberfläche der Grundschrift aufgetragen ist. WO 2004/007166 offenbart auch ein Verfahren zur Herstellung einer Mikrostruktur mit einem Projektionsmuster in einer vorbestimmten Form und einer vorbestimmten Größe auf einer Oberfläche eines Substrats, das folgende Schritte aufweist: Anfertigen eines flexiblen Formkörpers mit einem Rillenmuster in einer Form und einer Größe, die der des Projektionsmusters auf einer Oberfläche desselben entsprechen, sowie mit einer Grundschrift aus einem ersten härtbaren Material mit einer Viskosität von 3.000 bis 100.000 cps bei 10 bis 80°C und mit einer Beschichtung aus einem zweiten härtbaren Material mit einer Viskosität von nicht mehr als 200 cps bei 10 bis 80°C, die auf eine Oberfläche der Grundschrift aufgetragen ist; Anordnen eines härtbaren Formmaterials zwischen dem Substrat und der Beschichtung des Formkörpers und Füllen des Formmaterials in das Rillenmuster der Form; Härten des Formmaterials und Bilden einer Mikrostruktur mit dem Substrat und dem Projektionsmuster, das einstückig an das Substrat gebunden ist, und Lösen der Mikrostruktur vom Formkörper.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung ist durch die Merkmale der Ansprüche definiert und stellt ein Verfahren zur Herstellung einer Mikrostruktur unter Verwendung eines flexiblen Formkörpers bereit, der einen Träger und eine Formschrift umfasst. Das Verfahren kann verwendet werden, um PDP-Rippen oder andere Mikrostrukturen herzustellen. Des Weiteren kann das Verfahren verwendet werden, um eine Vorwölbung wie etwa eine Rippe mit hoher Dimensionsgenauigkeit und ohne Fehler wie etwa Blasen oder Musterverformungen präzise an einer vorbestimmten Position anzuordnen.

**[0010]** Typische Probleme, die bei den hierin beschriebenen herkömmlichen flexiblen Formkörpern auftreten können, stehen zum Großteil mit einer Anwendungsumgebung von der Größe eines Trägers in Zusammenhang, der der Formkörper bildet, das heißt, mit Schwankungen, die von einer Temperatur und einer relativen Luftfeuchte zum Zeitpunkt der Verwendung des Formkörpers abhängen, und folglich können Probleme gelöst werden, deren Lösung in der Vergangenheit als unmöglich galt, wenn der Formkörper über mindestens einen vorbestimmte Zeitraum in seiner Anwendungsumgebung eine gewünschte vorbestimmte Dimension beibehalten kann.

**[0011]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung einer Mikrostruktur mit einem Projektionsmuster mit einer vorbestimmten Form und einer vorbestimmten Größe auf einer Oberfläche eines Substrats bereitgestellt, das folgende Schritte umfasst: das Bereitstellen eines flexiblen Formkörpers, der einen Träger aus einem Material, das eine Zugfestigkeit von mindestens 49 N/mm<sup>2</sup> (5 kg/mm<sup>2</sup>) besitzt und bei einer Temperatur und relativen Luftfeuchte zum Zeitpunkt der Verwendung Sättigungsfeuchtigkeit aufgrund einer Luftfeuchteabsorptionsbehandlung enthält, die vorher auf den Träger angewandt wird, und eine Formschrift aufweist, die auf dem Träger angeordnet ist und ein Rillenmuster mit einer Form und Größe besitzt, die der des Projektionsmusters auf ihrer Oberfläche entspricht; Bereitstellen eines härtbaren Formmaterials zwischen dem Substrat und der Formschrift des Formkörpers und Füllen des Formmaterials in das Rillenmuster des Formkörpers; Härten des Formmaterials und Bilden einer Mikrostruktur mit diesem Substrat, bei der das Projektionsmuster einstückig an das Substrat gebunden ist; und Ablösen der Mikrostruktur vom Formkörper.

**[0012]** Wie hierin beschrieben, kann für einen flexiblen Formkörper das Verwenden eines Trägers aus einem Material effektiv sein, das aufgrund einer Luftfeuchteabsorptionsbehandlung, die vorher angewandt wird, Spannungsfestigkeit und einen im Wesentlichen gesättigten Feuchtigkeitsgehalt aufweist, das heißt, eines Trägers, der im Wesentlichen Sättigungsfeuchtigkeit enthält.

**[0013]** Die Erfindung wird in Verbindungen mit den Zeichnungen beschrieben.

**[0014]** [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht eines Beispiels eines PDP nach dem Stand der Technik, auf den die Erfindung ebenfalls angewandt werden kann.

**[0015]** [Fig. 2](#) ist eine Schnittansicht, die zur Erläuterung der Wichtigkeit der Dimensionsgenauigkeit bei einem flexiblen Formkörper verwendbar ist.

**[0016]** [Fig. 3](#) ist eine Perspektivansicht eines flexiblen Formkörpers, der gemäß einer Ausführungsform der Erfindung verwendet wird.

**[0017]** [Fig. 4](#) ist eine Schnittansicht entlang der Linie IV-IV in [Fig. 3](#).

**[0018]** [Fig. 5](#) ist eine Schnittansicht, die nacheinander ein Herstellungsverfahren (erste Teilschritte) eines flexiblen Formkörpers zeigt, das gemäß der Erfindung verwendet wird.

**[0019]** Fig. 6 ist eine Schnittansicht, die nacheinander ein Herstellungsverfahren (letzte Teilschritte) eines flexiblen Formkörpers zeigt, das gemäß der Erfindung verwendet wird.

**[0020]** Fig. 7 ist eine Schnittansicht, die die Verteilung des ersten und des zweiten härtbaren Materials während eines Herstellungsvorganges eines flexiblen Formkörpers zeigt, das gemäß der Erfindung verwendet wird.

**[0021]** Fig. 8 ist eine Schnittansicht, die nacheinander ein Herstellungsverfahren (erste Teilschritte) einer PDP-Rückplatte gemäß der Erfindung zeigt.

**[0022]** Fig. 9 ist eine Schnittansicht, die nacheinander ein Herstellungsverfahren (letzte Teilschritte) einer PDP-Rückplatte gemäß der Erfindung zeigt.

**[0023]** Wie hierin anhand von Fig. 1 beschrieben, sind die Rippen 54 des PDP 50 am Rückglassubstrat 51 angeordnet und bilden die PDP-Rückplatte. In Fig. 2 liegt der Abstand  $c$  zwischen einer inneren Oberfläche einer Rippe 54 zur inneren Oberfläche einer weiteren benachbarten Rippe 54 (d. h. der Zellabstand) allgemein in einem Bereich von etwa 150  $\mu\text{m}$  bis etwa 400  $\mu\text{m}$ , obschon der Wert je nach Bildschirmgröße variiert. Allgemein müssen die Rippen zwei Anforderungen erfüllen: die Rippen sollten frei von Fehlern wie Blaseneinschlüssen und Verformungen sein und die Rippen sollten eine hohe Abstandsgenauigkeit aufweisen. Hinsichtlich der Abstandsgenauigkeit können die Rippen 54 während der Bildung an vorbestimmten Positionen fast ohne Abweichung von den Adresselektroden angeordnet werden. Eine Positionsabweichung von nur wenigen Dutzend Mikrometern ist akzeptabel. Wenn die Positionsabweichung dieses Maß übersteigt, treten bei einem Emissionszustand sichtbarer Strahlen ungünstige Einflüsse auf und eine zufrieden stellende, auf Selbstleuchten basierende Emissionsanzeige wird schwieriger. Das Problem der Abstandsgenauigkeit der Rippen ist derzeit entscheidend, da die PDP-Bildschirmgrößen weiter zunehmen.

**[0024]** Wenn die Rippen 54 als Ganzes betrachtet werden, muss der Gesamtabstand (Abstand zwischen den Rippen 54 an beiden Seiten)  $R$  der Rippen 54 (siehe z. B. Fig. 2) allgemein eine Dimensionsgenauigkeit von nicht mehr als wenigen Dutzend ppm aufweisen, obschon der Wert je nach der Größe des Substrats und der Rippenform zu einem gewissen Maß variiert. Obwohl es nützlich ist, die Rippen 54 unter Verwendung eines flexiblen Formkörpers 10 zu bilden, der einen Träger 1 und eine Formschicht 11 umfasst, muss wie die Rippen 54 auch der Gesamtabstand (Abstand zwischen den Rillen 4 an beiden Seiten)  $M$  des Formkörpers 10 eine Dimensionsgenauigkeit von nicht mehr als wenigen Dutzend ppm aufweisen.

**[0025]** Im Fall des herkömmlichen flexiblen Formkörpers 10 verwendet der Träger 1 eine starre Kunststoffolie und die Formschicht 11 mit den Rillen 4 wird durch Formpressen aus einem photohärtbaren Harz gebildet. Die als Träger verwendete Kunststoffolie wird allgemein durch Formpressen eines plastischen Rohmaterials zu einer Folienbahn hergestellt und ist als Folienbahnrolle handelsüblich beziehbar. Die Kunststoffolie in Rollenform enthält wenig oder keine Feuchtigkeit, da die Feuchtigkeit während des Produktionsprozesses verloren gegangen ist oder die Rolle in einem trockenen Zustand ist. Wird solch eine Kunststoffolie im Trockenzustand verwendet, um in Kombination mit einer Metallformkörpervorlage einen Formkörper herzustellen, beginnt die Feuchtigkeitsabsorption der Folie zu dem Zeitpunkt, an dem die Kunststoffolie entrollt wird, und aufgrund der Ausdehnung der Folie tritt eine Dimensionsänderung ein. Diese Dimensionsänderung findet sofort nach dem Abziehen des Formkörpers von der Metallformkörpervorlage statt und erreicht ein Maß von etwa 300 bis etwa 500 ppm. Deshalb kann bei der Anwendung solcher Techniken eine Dimensionsgenauigkeit von nicht mehr als wenigen Dutzend ppm, die für den die PDP-Rippen bildenden Formkörper notwendig ist, nicht erreicht werden.

**[0026]** Wie im Weiteren hierin beschrieben, löst eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung das Problem der Dimensionsgenauigkeit durch Anwenden einer Vorbehandlung auf eine Kunststoffolie, die zur Bildung des Formkörpers verwendet wird, bevor sie zur Metallformkörpervorlage geführt wird. Diese Vorbehandlung kann das Anwenden einer Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung auf die Kunststoffolie vor deren Verwendung umfassen. Eine geeignete Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung wird durch Sprühen von Wasser oder Dampf auf die Folie oder durch Tauchen der Folie in Wasser oder heißes Wasser oder durch Führen der Folie durch eine Atmosphäre mit hoher Temperatur und hoher Luftfeuchte auf die Kunststoffolie angewandt, so dass der Feuchtigkeitsgehalt der Folie im Wesentlichen die Sättigung erreicht. Wenn solch eine Vorbehandlung angewandt wird, wird die Folie bis zu einem solchen Maß stabilisiert, dass sie keine Feuchtigkeit mehr absorbieren kann.

**[0027]** Um die Abstandsgenauigkeit der Rillen des flexiblen Formkörpers auf wenige Dutzend ppm oder weniger zu regeln, kann es nötig sein, eine Kunststoffolie für den Träger auszuwählen, die härter als das Form-

material ist (vorzugsweise ein photohärtbares Material wie etwa ein photohärtbares Harz), das die Formschicht bildet, welche mit der Bildung der Rillen verbunden ist. Allgemein beträgt der Schwund beim Härten photohärtbarer Harze mehrere Prozent (%). Wenn also eine weiche Kunststoffolie für den Träger verwendet wird, provoziert der Härtungsschwund der Folie die Dimensionsänderung des Trägers selbst, und die Abstandsgenauigkeit der Rillen kann nicht auf wenige Dutzend ppm oder weniger geregelt werden. Wenn eine starre Kunststoffolie verwendet wird, kann die Dimensionsgenauigkeit des Trägers selbst beibehalten werden, obwohl das photohärtbare Harz durch die Härtung schrumpft, und die Abstandsgenauigkeit der Rillen kann auf einem hohen Genauigkeitsgrad gehalten werden. Ist die Kunststoffolie starr, kann auch die Abstandsschwankung auf ein niedriges Maß beschränkt werden, wenn die Rippen gebildet werden. Deshalb ist die starre Kunststoffolie sowohl hinsichtlich der Formbarkeit als auch der Dimensionsgenauigkeit von Vorteil. Beispiele starrer Kunststoffolien, die zum Ausführen der Erfindung geeignet sind, werden hierin beschrieben. Im Vorliegenden bedeuten die Begriffe „starr“ oder „hart“, dass der Träger die erforderliche Härte aufweist, schwer in Querrichtung zu verformen ist, dem Formkörper jedoch die erforderliche Flexibilität verleiht.

**[0028]** Ist die Kunststoffolie starr, hängt die Abstandsgenauigkeit des Formkörpers ausschließlich von der Dimensionsänderung der Kunststoffolie ab. Um in beständiger Weise einen Formkörper mit gewünschter Abstandsgenauigkeit zu produzieren, müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit sich die Dimension der Folie vor und nach der Produktion nicht ändert.

**[0029]** Allgemein ändert sich die Dimension einer Kunststoffolie reversibel je nach der Temperatur und der relativen Luftfeuchte der Umgebung. Wie hierin beschrieben, enthält eine handelsübliche Kunststoffolienrolle kaum Feuchtigkeit, da die Feuchtigkeit während des Produktionsprozesses verloren gegangen ist. Deshalb absorbiert die Kunststoffolie, wenn sie in einer normalen Umgebung von der Rolle abgenommen wird, Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft und beginnt sich auszudehnen. Wenn zum Beispiel eine Polyethylenterephthalat-(PET-)Folie mit einer Dicke von 188 µm bei 22°C und 55% relativer Luftfeuchte abgerollt wird, nimmt ihre Dimension in Folge der Feuchtigkeitsabsorption schrittweise zu und etwa 6 Stunden später stabilisiert sich die Folie mit einer Dimensionszunahme von 310 ppm.

**[0030]** Wie aus dem Vergleichsbeispiel 1 hierin verständlich wird, weist ein Formkörper, wenn er unter Verwendung einer PET-Folie sofort nach deren Abrollen hergestellt wird, sofort nach der Herstellung einen Abstand mit einer gewünschten Dimension auf, doch nimmt die Abstandsdimension nach einem Tag auf 310 ppm zu. Mit anderen Worten ist es eventuell nicht möglich, einen Formkörper mit gewünschter Abstandsgenauigkeit zu erzielen, wenn die Kunststoffolie sofort nach dem Abrollen der Folie zur Herstellung des Formkörpers verwendet wird. Wie in Beispiel 1 beschrieben, können Abstände mit einer gewünschten Dimension erzielt werden, wenn die PET-Folie der gleichen Umgebung (22°C und 55% relative Luftfeuchte) wie die Herstellungsumgebung ausgesetzt wird und in gleicher Weise wie im Vergleichsbeispiel 1 zur Herstellung des Formkörpers verwendet wird. Die Abstandsdimension ändert sich selbst nach einem Tag nicht, sondern bleibt im Wesentlichen mit der Dimension der verwendeten Metallformkörpervorlage identisch. Mit anderen Worten kann die Dimensionsänderung des Formkörpers nach der Herstellung unterdrückt werden, wenn man die Folie genügend Feuchtigkeit absorbieren lässt, um ihre Dimension zu stabilisieren, und sie danach zur Herstellung des Formkörpers verwendet wird.

**[0031]** Es kann bevorzugt sein, die Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung der Kunststoffolie so schnell wie möglich durchzuführen. Deshalb kann eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung das Ausführen der Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung bei relativ hoher Temperatur umfassen. Die Feuchtigkeitsabsorptionsrate der Kunststoffolie wird mit zunehmender Temperatur höher und die zum Erreichen des Sättigungsfeuchtigkeitsgehalts erforderliche Zeit kann verkürzt werden, wenn die Vorbehandlung bei höherer Temperatur ausgeführt wird. Um zum Beispiel die Dimension der 188 µm dicken PET-Folie zu stabilisieren, ist bei 22°C und 55 relativer Luftfeuchte eine Zeit von etwa 6 Stunden erforderlich, wenn jedoch die Bedingungen auf 45°C und 55 relative Luftfeuchte geändert werden, kann die Dimension innerhalb von etwa 1 Stunde stabilisiert werden.

**[0032]** Wenn die Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung gemäß der Erfindung vor dem Formpressen auf die Kunststoffolie angewandt wird, kann es bevorzugt sein, die Behandlung bei einer so hohen Temperatur wie möglich auszuführen, wie hierin beschrieben. Um unerwünschte thermische Verformungen der Kunststoffolie zu unterdrücken, muss jedoch die bei dieser Behandlung angewandte hohe Temperatur niedriger als der Glasübergangspunkt (T<sub>g</sub>) der jeweiligen Kunststoffolien sein. Deshalb ist die Behandlungstemperatur für die Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung niedriger als der T<sub>g</sub> der Kunststoffolie, aber vorzugsweise so hoch wie möglich. Die geeignete Behandlungstemperatur variiert mit der verwendeten Kunststoffolie. Wenn zum Beispiel die PET-Folie verwendet wird, wird die Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung bevorzugt bei einer Temperatur von etwa 60°C durchgeführt, da ihre T<sub>g</sub> bei etwa 70°C liegt. Wenn die Feuchtigkeitsabsorptionsbehand-

lung in dieser Weise bei einer hohen Temperatur ausgeführt wird, kann die Vorbehandlungszeit drastisch verkürzt und die Produktivität erhöht werden.

**[0033]** Andererseits hängt der Sättigungsfeuchtigkeitsgehalt der Kunststoffolie von der relativen Luftfeuchte ab und wird nicht von der Temperatur beeinflusst. Deshalb ist die relative Luftfeuchte im Feuchtigkeitsabsorptionsschritt bevorzugt gleich der des Produktionsprozesses der Kunststoffolie. Die wünschenswertesten Behandlungsbedingungen beim Feuchtigkeitsabsorptionsschritt sind eine Temperatur, die um ein Geringes unter dem Tg der Kunststoffolie liegt, und eine relative Luftfeuchte, die der der Folienproduktionsbedingung gleicht. Wenn die Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung unter solchen Behandlungsbedingungen angewandt wird, kann der Folie in kurzer Zeit eine ausreichende Feuchtigkeitsmenge, welche die relative Luftfeuchte der Produktionsumgebung erreicht, zugeführt werden und die Dimensionsschwankung des Formkörpers nach der Herstellung kann auf ein Minimum beschränkt werden.

**[0034]** Zusammenfassend ist der Träger im flexiblen Formkörper, der im Verfahren gemäß der Erfindung verwendet wird, nicht insbesondere beschränkt, sofern er aus einem Material mit einer Spannungsfestigkeit besteht und sein Feuchtigkeitsgehalt in Folge der vorher angewandten Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung im Wesentlichen gesättigt ist. Jedoch beträgt die Spannungsfestigkeit, als Zugfestigkeit ausgedrückt, im Allgemeinen etwa 49 N/mm<sup>2</sup> (5 kg/mm<sup>2</sup>) und vorzugsweise mindestens etwa 98 N/mm<sup>2</sup> (10 kg/mm<sup>2</sup>). Wenn die Zugfestigkeit des Trägers unter 49 N/mm<sup>2</sup> (5 kg/mm<sup>2</sup>) liegt, nimmt die Handhabbarkeit ab, wenn der entstandene Formkörper von der Metallformkörpervorlage abgelöst oder die PDP-Rippe vom Formkörper abgezogen wird und es können Brüche oder Risse auftreten.

**[0035]** Unter dem Aspekt der Einfachheit der Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung und der Handhabbarkeit ist ein für die Umsetzung der Erfindung geeigneter Träger eine hygroskopische Kunststoffolie und ferner eine starre Kunststoffolie. Beispiele bevorzugter Kunststoffolien sind Polyethylenterephthalat (PET), Polyethylenaphthalat (PEN), gedehntes Polypropylen, Polycarbonat und Triacetat, obwohl diese Beispiele in keiner Weise begrenzend sind. Diese Kunststoffolie kann entweder eine einschichtige Folie oder eine Verbund- oder Laminatfolie aus zwei oder mehr Arten in Kombination sein.

**[0036]** Die Kunststoffolie, die vorteilhaft als Träger verwendet werden kann, weist eine Zugfestigkeit verschiedener Grade auf. Zum Beispiel beträgt die Zugfestigkeit bei PET 176,5 N/mm<sup>2</sup> (18 kg/mm<sup>2</sup>), bei PEN 274,5 N/mm<sup>2</sup> (28 kg/mm<sup>2</sup>), bei gedehntem Polypropylen 186,3 N/mm<sup>2</sup> (19 kg/mm<sup>2</sup>), bei Polycarbonat 98 N/mm<sup>2</sup> (10 kg/mm<sup>2</sup>) und bei Triacetat 117,7 N/mm<sup>2</sup> (12 kg/mm<sup>2</sup>).

**[0037]** Die oben beschriebenen Kunststoffolien weisen verschiedene Feuchtigkeitsgehalte auf, obschon die Unterschiedlichkeit vom Material und der Verwendungsumgebung abhängt. Zum Beispiel beträgt der Feuchtigkeitsgehalt von PET (bei 22°C) 0,17 Gew.-% bei 30% relativer Luftfeuchte, 0,21 Gew.-% bei 40% relativer Luftfeuchte, 0,25 Gew.-% bei 50% relativer Luftfeuchte, 0,32 Gew.-% bei 60% relativer Luftfeuchte und 0,38 Gew.-% bei 70% relativer Luftfeuchte. Bei 20°C und 50% relativer Luftfeuchte gemessen, beträgt der Feuchtigkeitsgehalt bei PET 0,3 Gew.-%, bei PEN 0,4 Gew.-%, bei gedehntem Polypropylen 0,01 Gew.-%, bei Polycarbonat 0,2 Gew.-% und bei Triacetat 4,4 Gew.-%. Es wird geschätzt, dass der Feuchtigkeitsgehalt der entsprechenden Kunststoffolie im Allgemeinen effektiv im Bereich von ±50% der oben beschriebenen Werte liegen.

**[0038]** Die oben beschriebenen Kunststoffolien oder andere Träger können in unterschiedlichen Dicken verwendet werden, je nach den Konstruktionen des Formkörpers und des PDP. Die Dicke liegt allgemein im Bereich zwischen etwa 0,05 mm und etwa 0,5 mm und vorzugsweise zwischen etwa 0,1 mm und 0,4 mm. Wenn die Dicke außerhalb dieser Bereiche liegt, kann sich die Handhabbarkeit verschlechtern. Eine größere Dicke des Trägers ist unter dem Aspekt der Festigkeit vorteilhafter.

**[0039]** Der im Verfahren gemäß der Erfindung verwendete flexible Formkörper umfasst eine Formschicht, die zusätzlich zum Träger auf dem Träger gebildet wird. Wie nachfolgend ausführlich beschrieben, weist die Formschicht auf ihrer Oberfläche ein Rillenmuster mit einer vorbestimmten Form und einer vorbestimmten Größe auf, die den PDP-Rippen als Formungsgegenstand oder anderen Vorwölbungen entsprechen. Die Formschicht weist vorzugsweise eine zweischichtige Struktur aus einer Grundschicht und einer Beschichtung auf, wie hierin beschrieben werden wird, sie kann jedoch auch als eine Schicht gebildet sein. Wenn die Verwendung eines photohärtbaren Formmaterials in Betracht gezogen wird, sind Träger wie Formschicht vorzugsweise transparent.

**[0040]** Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfassen ein Herstellungsverfahren einer Mikrostruk-



tur unter Verwendung des flexiblen Formkörpers. Bevorzugte Ausführungsformen dieser Erfindungen werden im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen erklärt werden. Wie für den Fachmann offensichtlich sein wird, ist die Erfindung jedoch nicht insbesondere auf die folgenden Ausführungsformen beschränkt. Im Übrigen werden in den Zeichnungen gleiche Bezugszeichen verwendet, um gleiche oder entsprechende Abschnitte zu kennzeichnen.

**[0041]** [Fig. 3](#) ist eine Teilperspektivansicht, die in üblicher Weise einen flexiblen Formkörper zeigt, der gemäß einer Ausführungsform der Erfindung verwendet wird. [Fig. 4](#) ist eine Schnittansicht entlang der Linie IV-IV der [Fig. 3](#).

**[0042]** Wie in diesen Zeichnungen dargestellt, weist ein flexibler Formkörper **10** ein Rillenmuster mit einer vorbestimmten Form und einer vorbestimmten Größe auf seiner Oberfläche auf. Das Rillenmuster ist ein gitterartiges Muster, das von mehreren Rillenabschnitten **4** definiert wird, die im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind und einander kreuzen, während sie zwischen sich vorbestimmte Abstände einhalten. Da der flexible Formkörper **10** die Rillenabschnitte des Gittermusters als Öffnungen auf seiner Oberfläche aufweist, kann er zum Beispiel vorteilhaft zum Bilden von PDP-Rippen mit einem gitterartigen Projektionsmuster verwendet werden, obwohl er natürlich auch zur Herstellung anderer Mikrostrukturen angewandt werden kann. Der flexible Formkörper **10** kann eine zusätzliche Schicht umfassen, wann immer dies nötig ist, oder es kann auf jede Schicht, die den Formkörper bildet, eine beliebige Behandlung angewandt werden. Im Wesentlichen umfasst der flexible Formkörper **10** jedoch einen Träger **1** und eine Formschicht **11** mit Rillenabschnitten **4** darauf, wie in [Fig. 4](#) gezeigt. Im Übrigen umfasst die in den Zeichnungen dargestellte Formschicht **11** eine Grundsicht **2** und eine Beschichtung **3**.

**[0043]** Die Grundsicht **2** der Formschicht **11** besteht im Wesentlichen gleichmäßig aus einem ersten härtbaren Material mit einer verhältnismäßig hohen Viskosität von 3.000 bis 100.000 cps, gemessen bei einer Temperatur von 10°C bis 80°C, enthält aber im Wesentlichen keine oder überhaupt keine Blasen. Im Allgemeinen schrumpft solch ein erstes härtbares Material nicht ohne weiteres, wenn es gehärtet wird. Deshalb deformiert sich der Formkörper, dessen Rillen aus solch einem ersten härtbaren Material bestehen, nicht ohne weiteres, sondern weist eine ausgezeichnete Dimensionsstabilität auf.

**[0044]** Das erste härtbare Material ist ein wärmehärtbares Material oder ein photohärtbares Material. Insbesondere wenn das erste härtbare Material das photohärtbare Material ist, kann der flexible Formkörper in verhältnismäßig kurzer Zeit hergestellt werden, ohne eine längere Erhitzung zu erfordern. Ein für das erste härtbare Material verwendbares photohärtbares Material enthält wegen der leichten Verfügbarkeit hauptsächlich ein Oligomer (härtbares Oligomer). Wenn insbesondere das Oligomer ein Acryl-Oligomer wie etwa ein Urethanacrylat-Oligomer und/oder ein Epoxidacrylat-Oligomer ist, ist die Grundsicht optisch transparent. Deshalb kann, wenn die Grundsicht mit einer transparenten Beschichtung kombiniert wird, wie hierin beschrieben werden wird, der flexible Formkörper ein photohärtbares Formmaterial verwenden, da Lichtstrahlen durch den flexiblen Formkörper hindurch zum Formmaterial gelenkt werden können.

**[0045]** Die Beschichtung **3** ist auf der Oberfläche der Grundsicht **2** und angrenzend an die Grundsicht **2** angeordnet. In diesem Fall ist eine Blasenbildung zwischen der Grundsicht **2** und der Beschichtung **3** darauf ausgeschlossen. Die Beschichtung **3** ist im Wesentlichen gleichmäßig aus einem zweiten härtbaren Material mit einer verhältnismäßig geringen Viskosität von nicht mehr als 200 cps gebildet, gemessen bei 10°C bis 80°C, enthält aber im Wesentlichen keine oder überhaupt eine Blasen. Dieses zweite härtbare Material weist bevorzugt eine geringe Klebrigkeit auf. Da die Beschichtung **3** eine geringe Klebrigkeit aufweist, wird die Klebrigkeit auf der Oberfläche des flexiblen Formkörpers gering. Dadurch kann die Handhabbarkeit verbessert werden und die Adhäsion des Formkörpers am Substrat und der Produktionsvorrichtung kann vermieden werden.

**[0046]** Das zweite härtbare Material kann wie im Fall des ersten härtbaren Materials entweder das wärmehärtbare Material oder das photohärtbare Material sein. Anders als das erste härtbare Material umfasst jedoch das für das zweite härtbare Material verwendbare photohärtbare Material ein Monomer (härtbares Monomer). Wenn insbesondere das Monomer ein Acryl-Monomer wie Acrylamid, Acrylnitril, Acrylsäure, Acrylsäureester und so weiter ist, wird die Beschichtung transparent. Deshalb kann der flexible Formkörper das photohärtbare Formmaterial in Kombination mit der oben beschriebenen transparenten Grundsicht verwenden.

**[0047]** Der Träger **1** zum Tragen der Formschicht **11** ist bevorzugt eine Kunststoffolie, wie bereits im Einzelnen erklärt, und ihre Dicke liegt im Allgemeinen zwischen etwa 0,05 mm und etwa 0,5 mm. Vorzugsweise ist der Träger optisch transparent. Ist der Träger optisch transparent, können die zum Härten ausgestrahlten Lichtstrahlen durch den Träger geleitet werden. Deshalb können das erste und das zweite photohärtbare Material

zum Bilden der Grundschrift bzw. der Beschichtung verwendet werden. Wenn insbesondere der Träger gleichmäßig aus dem transparenten Material gebildet ist, können die gleichmäßige Grundschrift und die gleichmäßige Beschichtung effektiver gebildet werden. Typische Beispiele transparenter Träger sind hierin beschrieben.

**[0048]** Der im Verfahren gemäß der Erfindung verwendete flexible Formkörper kann mit verschiedenen Mitteln hergestellt werden. Wenn das erste und das zweite photohärtbare Material verwendet werden, kann der flexible Formkörper zum Beispiel vorteilhaft in der in den **Fig. 5** und **6** dargestellten Abfolge hergestellt werden.

**[0049]** Zuerst werden eine Metallformkörpervorlage **5** mit einer Form und Größe, die denen eines flexiblen Formkörpers als Gegenstand der Herstellung entsprechen, ein Träger **1** aus einer transparenten Kunststoffolie (hierin im Weiteren „Trägerfolie“ genannt) und eine Laminierwalze **23** vorbereitet, wie in **Fig. 5(A)** dargestellt. Da der flexible Formkörper zur Herstellung der PDP-Rückplatte verwendet wird, weist hier der Metallhauptformkörper **5** insbesondere Trennwände **14** auf, die das gleiche Muster und die gleiche Form wie die Rippen auf der Oberfläche der PDP-Rückplatte aufweisen. Deshalb ist der Zwischenraum (Vertiefung) **15**, der von benachbarten Trennwänden **14** definiert wird, der Abschnitt, der zu einer Entladungsanzeigezelle des PDP werden soll. Die Laminierwalze **23** ist eine Technik zum Pressen der Trägerfolie **1** an die Metallformkörpervorlage **5**, wobei statt der Laminierwalze **23** bekannte und übliche Laminiertechniken verwendet werden können, wann immer es notwendig ist.

**[0050]** Als nächstes können bekannte und übliche Beschichtungstechniken (nicht dargestellt) wie etwa ein Streichraker oder ein Stabraker verwendet werden, um das photohärtbare erste härtbare Material **2** in einer vorbestimmten Dicke auf eine der Oberflächen der Trägerfolie **1** aufzubringen, wie in **Fig. 5(B)** dargestellt. Das photohärtbare zweite härtbare Material **3** wird mit den gleichen Techniken in einer vorbestimmten Dicke auf die die Trennwand tragende Oberfläche der Metallformkörpervorlage **5** aufgetragen und in die Vertiefung **15** gefüllt, die der Abstand zwischen den Trennwänden **14** definiert. In dieser Erfindung ist das zweite härtbare Material **3** wegen seiner geringen Viskosität leicht zu verflüssigen. Deshalb kann das zweite härtbare Material **3** ohne Blasenbildung gleichmäßig eingefüllt werden, selbst wenn die Metallformkörpervorlage **5** Trennwände **14** mit einem hohen Seitenverhältnis aufweist.

**[0051]** Als nächstes lässt man die Laminierwalze **23** auf der Metallformkörpervorlage **5** gleiten, während das erste härtbare Material **2** und das zweite härtbare Material **3** in einer Richtung, die in **Fig. 5(C)** mit Pfeil A angezeigt ist, Adhäsion aneinander aufrechterhalten. Im Ergebnis dieser Laminierbehandlung kann das zweite härtbare Material **3** gleichmäßig vom wesentlichen Abschnitt der Vertiefung **15** entfernt werden.

**[0052]** Während dieses Laminiervorganges kann es bevorzugt sein, beide härtbaren Materialien in Adhäsion zu bringen, während der Abstand von der Oberseite (der freien Seite) der Trennwände **14** zur Trägerfolie **1** in ausreichendem Maß größer gehalten wird als die Höhe der Trennwände (zum Beispiel mindestens 1/10 der Höhe der Trennwände). So ist es möglich, den Großteil des zweiten härtbaren Materials **3** wirksam vom Zwischenraum zwischen den Trennwänden **14** fernzuhalten und es durch das erste härtbare Material **2** zu ersetzen, wie in **Fig. 7** dargestellt. Im Ergebnis kann die Grundschrift **2** neben der Beschichtung **3** zum Bilden des Rillenschemas des Formkörpers verwendet werden.

**[0053]** Nachdem die Laminierbehandlung abgeschlossen ist, werden das erste und das zweite härtbare Material **2** und **3** durch die Trägerfolie **1** hindurch mit Lichtstrahlen (hv) bestrahlt, während die Trägerfolie **1** auf die Metallformkörpervorlage **5** laminiert wird, wie in **Fig. 6(D)** dargestellt. Wenn die Trägerfolie **1** keine lichtstreuenden Elemente wie etwa Blasen enthält, sondern gleichmäßig aus dem transparenten Material gebildet ist, werden die ausgestrahlten Lichtstrahlen kaum gedämpft und können das erste und das zweite härtbare Material **2** und **3** gleichmäßig erreichen. Im Ergebnis wird das erste härtbare Material effizient zur gleichmäßigen Grundschrift **2** gehärtet, die an die Trägerfolie **1** gebunden ist. Das zweite härtbare Material wird in ähnlicher Weise zur gleichmäßigen Beschichtung **3** gehärtet, die an die Grundschrift **2** gebunden ist.

**[0054]** Nach einer Reihe hierin beschriebener Herstellungsschritte wird ein flexibler Formkörper erhalten, der die Trägerfolie **1**, die Grundschrift **2** und die Beschichtung **3** umfasst, die einstückig aneinander gebunden sind. Danach wird der flexible Formkörper **10** von der Metallformkörpervorlage **5** abgelöst, wobei seine Integrität erhalten bleibt, wie in **Fig. 6(E)** gezeigt.

**[0055]** Der flexible Formkörper kann unabhängig von seiner Größe relativ leicht mit bekannten und üblichen Laminierungsmitteln und Beschichtungsmitteln hergestellt werden. Deshalb kann diese Erfindung, anders als herkömmliche Herstellungstechniken, die Vakuumanlagen wie etwa eine Vakuumpresse verwenden, ohne Be-



schränkung problemlos einen großen flexiblen Formkörper herstellen.

**[0056]** Des Weiteren ist der im Verfahren gemäß der Erfindung verwendete flexible Formkörper zur Herstellung verschiedener Mikrostrukturen verwendbar. Wie in der ungeprüften japanischen Patentanmeldung (Kokai) Nr. 2001-191345 zum Beispiel offenbart wird, ist der Formkörper besonders und außerordentlich gut zum Formen von DPD-Rippen mit einem gitterartigen Muster verwendbar. Wird der flexible Formkörper eingesetzt, wird es möglich, problemlos einen PDP-Großbildschirm mit gitterartigen Rippen herzustellen, bei dem ultraviolette Strahlen nicht ohne weiteres aus den Entladungsanzeigezellen entweichen, indem statt einer Vakuumanlage und/oder eines komplizierten Prozesses lediglich eine Laminierwalze verwendet wird.

**[0057]** Als nächstes wird anhand der **Fig. 8** und **9** ein Verfahren zur Herstellung eines PDP-Substrats mit Rippen auf einer Flachglasplatte unter Verwendung der in **Fig. 1** bis **Fig. 3** der oben beschriebenen ungeprüften japanischen Patentanmeldung (Kokai) Nr. 2001-191345 gezeigten Fertigungsanlage erklärt.

**[0058]** Wie in **Fig. 8(A)** gezeigt, wird zuerst auf einer Trägerplatte **21** eine vorab hergestellte Flachglasplatte **31** mit Elektroden **32** angeordnet, welche in einer gegenseitig parallelen Konfiguration mit vorbestimmten Abständen angeordnet sind. Wird ein verlagerbares Gestell, nicht dargestellt, verwendet, wird die Trageplatten **21**, die die Flachglasplatte **31** trägt, an einer vorbestimmten Position des Gestells abgelegt.

**[0059]** Als Nächstes wird der flexible Formkörper **10** mit dem Rillenmuster auf seiner Oberfläche, der gemäß einer Ausführungsform der Erfindung verwendet wird, an eine vorbestimmte Position der Flachglasplatte **31** gesetzt.

**[0060]** Die Flachglasplatte **31** und der Formkörper **10** werden dann im Verhältnis zueinander angeordnet. Im Einzelnen wird dieses Anordnen nach Augenmaß oder unter Verwendung eines Sensors **29** wie etwa einer CCD-Kamera solcherart durchgeführt, dass die Rillenabschnitte des Formkörpers **10** und die Elektroden der Flachglasplatte **31** parallel liegen, wie in **Fig. 8(B)** gezeigt. Zu diesem Zeitpunkt können die Rillenabschnitte des Formkörpers **10** und die Abstände zwischen benachbarten Elektroden auf der Flachglasplatte **31** durch Justieren der Temperatur und Luftfeuchte in Übereinstimmung gebracht werden, wann immer es nötig ist. Im Allgemeinen dehnen sich der Formkörper **10** und die Flachglasplatte **31** entsprechend der Änderung der Temperatur und der Luftfeuchte aus und ziehen sich zusammen, und die Ausmaße des Zusammenziehens/Ausdehnens sind unterschiedlich. Deshalb ist die Regelung derart gestaltet, dass die Temperatur und die Luftfeuchte konstant gehalten werden, wenn die Positionierung der Flachglasplatte **31** und des Formkörpers **10** abgeschlossen ist. Solch ein Regelungsverfahren ist besonders bei der Herstellung eines großflächigen PDP-Substrats effektiv.

**[0061]** Anschließend wird die Laminierwalze **23** auf einen der Seitenabschnitte des Formkörpers **10** aufgesetzt, wie in **Fig. 8(C)** gezeigt. Einer der Seitenabschnitte des Formkörpers **10** ist zu diesem Zeitpunkt vorzugsweise an der Flachglasplatte **31** befestigt. Auf diese Weise kann eine Abweichung in der vorgenommenen Positionierung der Flachglasplatte **31** und des Formkörpers **10** zueinander vermieden werden.

**[0062]** Als nächstes wird, wie in **Fig. 8(D)** gezeigt, der andere freie Seitenabschnitt des Formkörpers **10** angehoben und mit einem Halter **28** über die Laminierwalze **23** bewegt, um die Flachglasplatte **31** freizulegen. Zu diesem Zeitpunkt ist Vorsicht geboten, dass der Formkörper **10** nicht in Spannung gebracht wird, damit ein Knittern des Formkörpers **10** verhindert wird und die Positionierung des Formkörpers **10** und der Flachglasplatte **31** zueinander erhalten bleibt. Es können auch andere Mittel angewandt werden, sofern die Positionierung aufrechterhalten werden kann. Eine vorbestimmte Menge eines Rippenausgangsmaterials **33**, die zum Bilden der Rippen nötig ist, wird auf die Flachglasplatte **31** aufgebracht. Das in der Zeichnung dargestellte Beispiel verwendet einen Pasteeinfülltrichter **27** mit einer Düse als Zuführung für das Rippenausgangsmaterial.

**[0063]** Im Vorliegenden bezeichnet der Begriff „Rippenausgangsmaterial“ ein beliebiges Formmaterial, das die Rippenform als Endgegenstand bilden kann und schränkt die Materialien nicht besonders ein, sofern sie die Rippenform bilden können. Das Rippenausgangsmaterial kann wärmehärtend oder photohärtend sein. Wie nachfolgend anhand von **Fig. 9(F)** erklärt wird, kann insbesondere das photohärtende Rippenausgangsmaterial außergewöhnlich effektiv in Kombination mit dem oben beschriebenen transparenten flexiblen Formkörper verwendet werden. Der flexible Formkörper weist kaum Fehler wie Blasen und Verformungen auf und kann ungleichmäßige Lichtstreuung unterdrücken. Im Ergebnis wird das Formmaterial gleichmäßig gehärtet und stellt eine Rippe mit gleich bleibender und ausgezeichneter Qualität bereit.

**[0064]** Ein Beispiel für eine als Rippenausgangsmaterial geeignete Zusammensetzung enthält im Wesentli-

chen (1) eine keramische Komponente, die der Rippe Form gibt, wie etwa ein Aluminiumoxid, (2) eine Glas-komponente, die die Abstände zwischen den keramischen Komponenten füllt und den Rippen Kompaktheit verleiht, wie etwa Bleikristall oder Phosphatglas, und (3) eine Bindemittelkomponente zum Lagern, Halten und Binden der keramischen Komponenten sowie einen Härter oder einen Polymerisationsinitiator für die Bindemittelkomponente. Bevorzugt beruht das Härten der Bindemittelkomponente nicht auf dem Erhitzen, sondern verwendet die Bestrahlung mit Licht. In solch einem Fall muss die Wärmeverformung der Flachglasplatte nicht berücksichtigt werden. Dieser Zusammensetzung wird bei Bedarf ein Oxidationskatalysator, bestehend aus Oxiden, Salzen oder Komplexen von Chrom (Cr), Mangan (Mn), Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Kupfer (Cu), Zink (Zn), Indium (In) oder Zinn (Sn), Ruthenium (Ru), Rhodium (Rh), Palladium (Pd), Silber (Ag), Iridium (Ir), Platin (Pt), Gold (Au) oder Cer (Ce) zugesetzt, um die Temperatur zum Entfernen des Bindemittels zu senken.

**[0065]** Um das in den Zeichnungen dargestellte Herstellungsverfahren durchzuführen, wird das Rippenausgangsmaterial **33** nicht gleichmäßig auf den gesamten Teil der Flachglasplatte **31** aufgebracht. Mit anderen Worten kann das Rippenausgangsmaterial **33** nur in der Nähe der Laminierwalze **23** auf die Flachglasplatte **31** aufgetragen werden, wie in **Fig. 8(D)** gezeigt. Zum Beispiel kann das Rippenausgangsmaterial **33** gleichmäßig verteilt werden, wenn sich die Laminierwalze **23** im anschließenden Schritt über den Formkörper **10** bewegt. In diesem Fall hat das Rippenausgangsmaterial **33** jedoch bevorzugt eine Viskosität von etwa 100.000 cps oder weniger, vorzugsweise etwa 20.000 cps oder weniger. Liegt die Viskosität des Rippenausgangsmaterials über etwa 100.000 cps, verteilt die Laminierwalze das Rippenausgangsmaterial nicht ausreichend, so dass Luft in den Rillenabschnitten des Formkörpers eingeschlossen wird, was zu Rippenfehlern führt. Selbst wenn die Viskosität des Rippenausgangsmaterials etwa 100.000 cps oder weniger beträgt, wird das Rippenausgangsmaterial erst dann gleichmäßig zwischen der Flachglasplatte und dem Formkörper verteilt, wenn die Laminierrolle einmal von einem Seitenabschnitt der Flachglasplatte zum anderen bewegt wird und das Rippenausgangsmaterial gleichmäßig ohne Blaseneinschluss in alle Rillenabschnitte gefüllt werden kann. Das Verfahren zum Auftragen des Rippenausgangsmaterials ist jedoch nicht auf das oben beschriebene Verfahren beschränkt. Zum Beispiel kann das Rippenausgangsmaterial auf die gesamte Oberfläche der Flachglasplatte aufgebracht werden, obwohl dieses Verfahren nicht in den Zeichnungen dargestellt ist. Zu diesem Zeitpunkt weist das Rippenausgangsmaterial zum Beschichten die gleiche Viskosität wie oben beschrieben auf. Insbesondere wenn die Rippen des gitterartigen Musters gebildet werden, beträgt die Viskosität etwa 20.000 cps oder weniger, vorzugsweise etwa 5.000 cps oder weniger.

**[0066]** Als Nächstes wird ein Drehmotor (nicht dargestellt) derart betrieben, dass die Laminierwalze **23** mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit auf dem Formkörper **10** bewegt wird, wie in **Fig. 9(E)** mit dem Pfeil dargestellt. Während sich die Laminierwalze **23** auf diese Weise auf dem Formkörper **10** bewegt, wird aufgrund des Eigengewichts der Laminierwalze **23** der Druck auf den Formkörper **10** nacheinander von einer Seite zur anderen ausgeübt. Infolgedessen wird das Rippenausgangsmaterial **33** zwischen der Flachglasplatte **31** und dem Formkörper **10** verteilt und das Formmaterial wird in die Rillenabschnitte des Formkörpers **10** gefüllt. Mit anderen Worten ersetzt das Rippenausgangsmaterial **33** der Rillenabschnitte nacheinander Luft und wird eingefüllt. Die Dicke des Ausgangsmaterials kann zu diesem Zeitpunkt auf einen Bereich von mehreren Mikrometern bis zu einigen Dutzend Mikrometern justiert werden, wenn die Viskosität des Rippenausgangsmaterials oder der Durchmesser, das Gewicht oder die Bewegungsgeschwindigkeit der Laminierwalze entsprechend geregelt wird.

**[0067]** Gemäß dem in den Zeichnungen dargestellten Herstellungsverfahren der Erfindung können die Rillenabschnitte des Formkörpers selbst dann, wenn sie als Luftkanäle dienen und Luft sammeln, die Luft effektiv nach außen oder an den Rand des Formkörpers ausstoßen, wenn sie den oben beschriebenen Druck erhalten. Im Ergebnis kann das Herstellungsverfahren der Erfindung Restblasen vermeiden, selbst wenn das Einfüllen des Rippenausgangsmaterials bei Umgebungsdruck ausgeführt wird. Mit anderen Worten muss kein Vakuum anliegen, um das Rippenausgangsmaterial einzufüllen. Natürlich lassen sich die Blasen unter Vakuum leichter entfernen.

**[0068]** Anschließend wird das Rippenausgangsmaterial gehärtet.

**[0069]** Wenn das auf der Flachglasplatte **31** verteilte Rippenausgangsmaterial **33** photohärtend ist, wird das Rippenausgangsmaterial (nicht dargestellt) mit der Flachglasplatte **31** und dem Formkörper **10** in eine Lichtbestrahlungsvorrichtung **26** gegeben, wie insbesondere in **Fig. 9(F)** gezeigt, und das Rippenausgangsmaterial wird mit Lichtstrahlen wie etwa ultravioletten Strahlen (UV) durch die Flachglasplatte **31** und/oder den Formkörper **10** hindurch bestrahlt, um das Rippenausgangsmaterial zu härten. Auf diese Weise kann das Formen des Rippenausgangsmaterials, das heißt der Rippe selbst erreicht werden.

**[0070]** Schließlich werden die entstandenen, an die Flachglasplatte **31** gebundenen Rippen, die Flachglasplatte **31** und der Formkörper **10** der Lichtbestrahlungsvorrichtung entnommen und der Formkörper **10** wird dann wie in **Fig. 9(G)** dargestellt, abgelöst und entfernt. Da der Formkörper gemäß der Erfindung eine gute Handhabbarkeit aufweist, kann der Formkörper leicht abgelöst und entfernt werden, ohne die an die Flachglasplatte **31** gebundenen Rippen zu zerbrechen.

**[0071]** Obwohl die Erfindung somit anhand einer ihrer bevorzugten Ausführungsformen erklärt wurde, ist die Erfindung nicht insbesondere auf diese beschränkt.

**[0072]** Der flexible Formkörper ist nicht insbesondere auf den oben beschriebenen Formkörper beschränkt, sofern er die Aufgaben und die Funktionsweise und die Wirkung der Erfindung erfüllen kann. Zum Beispiel kann der flexible Formkörper ein so genanntes „gerades Rillennmuster“ aufweisen, das durch Anordnen mehrerer Rillenabschnitte im Wesentlichen parallel zueinander, mit Abständen dazwischen und ohne einander zu kreuzen, gebildet wird. Solch ein flexibler Formkörper kann zum Bilden einer PDP-Rippe mit einem geraden Muster verwendet werden. Der im Verfahren gemäß der Erfindung verwendete flexible Formkörper wird nicht ausschließlich zum Bilden von PDP-Rippen verwendet, sondern kann vorteilhaft auch zum Bilden verschiedener Mikrostrukturen verwendet werden, die ähnliche Formen oder Muster aufweisen.

**[0073]** Des Weiteren kann die Erfindung vorteilhaft zur Herstellung des anhand von **Fig. 1** erklärten PDP oder anderer Arten von PDPs verwendet werden. Da die Konstruktion im Einzelnen, die Abmessungen usw. eines PDP auf dem Fachgebiet allgemein bekannt sind, wird hiermit auf die Erklärung verzichtet.

## BEISPIELE

**[0074]** Die Erfindung wird anhand verschiedener Beispiele genauer erklärt. Jedoch ist die Erfindung nicht auf die folgenden Beispiele beschränkt, wie für einen Fachmann offensichtlich sein wird.

### Beispiel 1

**[0075]** Um die PDP-Rückplatte herzustellen, wird in diesem Beispiel eine rechteckige Metallformköpervorlage mit Rippen (Trennwänden) in einem geraden Muster hergestellt. Dies wird nun detaillierter erklärt. Diese Metallformköpervorlage wird durch Rippen gebildet, die einen gleichschenkligen trapezförmigen Querschnitt aufweisen und in Längsrichtung in einem vorbestimmten Abstand angeordnet sind. Die Zwischenräume (Vertiefungen), die durch die benachbarten Rippen definiert werden, entsprechen den Entladungsanzeigezellen eines PDP. Jede Rippe weist eine Höhe von 208 µm, eine Oberseitenbreite von 55 µm und eine Bodenbreite von 115 µm auf. Ein Abstand (Entfernung zwischen den Mittelpunkten benachbarter Rippen) beträgt 359,990 µm und die Anzahl der Rippen beträgt 2.943. Der Gesamtrippenabstand (Entfernung zwischen den Mittelpunkten der Rippen an beiden Seiten) beträgt  $(2.943 - 1) \times 0,35999 = 1.059,091$  mm.

**[0076]** Ein erstes härtbares Material wird durch Mischen von 80 Gew.-% aliphatischem Urethanacrylat-Oligomer (ein Produkt der Henkel Co., Handelsname „Photomer 6010“), 20 Gew.-% 1,6-Hexandioldiacrylat (ein Produkt der Shin-Nakamura Kagaku K. K.) und 1 Gew.-% 2-Hydroxy-2-Methyl-1-Phenyl-Propan-1-on (ein Produkt der Ciba Specialties Chemicals Co., Handelsname „Darocure 1173“) hergestellt. Wenn die Viskosität des ersten härtbaren Materials mit einem Brookfield-Viskosimeter (Viskosimeter Typ B) gemessen wird, beträgt sie 8.500 cps bei 22°C.

**[0077]** Eine PET-Folie mit einer Breite von 1.300 mm und einer Dicke von 188 µm, die zu einer Rolle gewickelt ist (ein Produkt der Teijin K. K., Handelsname „HPE188“), wird für die Verwendung als Träger eines Formkörpers vorbereitet. Die PET-Folie wird bei Umgebungsbedingungen mit 22°C und 55% relativer Luftfeuchte abgerollt und in diesem Zustand 6 Stunden lang stehen gelassen. Ein Feuchtigkeitsgehalt der PET-Folie beträgt etwa 0,30 Gew.-%.

**[0078]** Anschließend wird ein Formkörper hergestellt und auf folgende Weise geprüft, während die Umgebungsbedingungen mit 22°C und 55% relativer Luftfeuchte aufrechterhalten werden.

**[0079]** Das durch den vorhergehenden Schritt hergestellte Harz wird in einer Linienform an der prozessaufwärts liegenden Seite einer getrennt hergestellten Metallformköpervorlage aufgetragen. Als Nächstes wird eine PET-Folie, die wie oben beschrieben einer Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung unterzogen wurde, derart auf die Metallformköpervorlage laminiert, dass sie diese bedeckt. Wird die PET-Folie durch die Verwendung der Laminierwalze ausreichend gepresst, wird das photohärtbare Harz in die Vertiefungen der Metall-

formkörpervorlage gefüllt.

**[0080]** In diesem Zustand wird das photohärtbare Harz 30 Sekunden lang durch die PET-Folie hindurch mit den Lichtstrahlen mit einer Wellenlänge von 300 nm bis 400 nm von einer Leuchtstofflampe, einem Produkt der Mitsubishi Denki-Oslam Co., bestrahlt. Das photohärtbare Harz wird dadurch gehärtet und ergibt eine Formschicht. Anschließend wird die PET-Folie zusammen mit der Formschicht von der Metallformkörpervorlage abgelöst und damit wird ein flexibler Formkörper mit einer großen Anzahl von Rillenabschnitten mit einer Form und einer Dimension gewonnen, die denen der Rippen der Metallformkörpervorlage entsprechen.

**[0081]** Wenn der Gesamtrippenabstand des Formkörpers in Bezug auf die Zeit gemessen wird, wobei der Punkt sofort nach dem Ablösen des Formkörpers von der Metallformkörpervorlage als Anfangspunkt gilt, kann das Messergebnis erzielt werden, das in der folgenden Tabelle 1 aufgeführt ist.

Vergleichsbeispiel 1

**[0082]** Ein flexibler Formkörper wird auf die gleiche Weise hergestellt und geprüft wie in Beispiel 1, mit der Ausnahme, dass die zu einer Rolle gewickelte PET-Folie entnommen und zum Vergleich sofort unter Umgebungsbedingungen mit 22°C und 55% relativer Luftfeuchte verwendet wurde, ohne die Feuchtigkeitsabsorptionsbehandlung auf die zur Rolle gewickelte PET-Folie anzuwenden.

**[0083]** Wird der Gesamtrippenabstand des Formkörpers in Bezug auf die Zeit gemessen wird, wobei wie in Beispiel 1 der Punkt sofort nach dem Ablösen des Formkörpers von der Metallformkörpervorlage als Anfangspunkt gilt, kann das Messergebnis erzielt werden, das in der folgenden Tabelle 1 aufgeführt ist.

Tabelle 1

Metallformkörpervorlage oder Formkörper	vergangene Zeit	Änderung des Gesamtrippenabstandes (Einheit: mm)	
		Beispiel 1	Vergleichsbeispiel 1
Metallformkörpervorlage*	-	1059,091	1059,091
Formkörper	10 min	1059,065	1059,084
	60 min	1059,076	1059,199
	180 min	1059,093	1059,289
	1 Tag	1059,086	1059,394

Metallformkörpervorlage\* ... Gesamtrippenabstand des Formkörpers

**[0084]** Wie aus den in Tabelle 1 dargestellten Messergebnissen ersichtlich wird, weist der Gesamtrippenabstand des Formkörpers von Beispiel 1 nach Ablauf eines Tages direkt nach der Produktion nur eine Veränderung von etwa 20 ppm auf. Diese Veränderungsgrößenordnung bedeutet, dass eine Abweichung von der Vorgabe des Gesamtrippenabstandes des Formkörpers höchstens etwa 20 ppm beträgt und die Dimensionsgenauigkeit von wenigen Dutzend ppm, die für den Formkörper für die PDP-Rippen erforderlich ist, ausreichend erfüllt ist.

**[0085]** Im Gegensatz dazu ist der Gesamtrippenabstand des Formkörpers von Vergleichsbeispiel 1 zwar unmittelbar nach der Produktion im Wesentlichen identisch mit dem des Beispiels 1, nimmt aber mit der Zeit allmählich zu und erreicht nach Ablauf eines Tages etwa 310 ppm. Mit anderen Worten ist der Gesamtrippenabstand des Formkörpers nach Ablauf eines Tages mit 310 ppm größer als die Vorgabe des Gesamtrippenabstands des Formkörpers und verfehlt somit die Dimensionsgenauigkeit, die für den Formkörper für die PDP-Rippen erforderlich ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Mikrostruktur mit einem Projektionsmuster mit einer vorbestimmten Form und einer vorbestimmten Größe auf einer Oberfläche eines Substrats, das folgende Schritte aufweist: Bereitstellen eines flexiblen Formkörpers (10), der einen Träger (1) aus einem Material, das eine Zugfestigkeit

von mindestens 49 N/mm<sup>2</sup> (5 kg/mm<sup>2</sup>) besitzt und bei einer Temperatur und relativen Luftfeuchte zum Zeitpunkt der Verwendung Sättigungsfeuchtigkeit aufgrund einer Luftfeuchteabsorptionsbehandlung enthält, die vor der Herstellung des Formkörpers (10) auf den Träger (1) angewandt wird, und eine Formschicht (11) aufweist, die auf dem Träger (1) angeordnet ist und ein Rillenmuster mit einer Form und Größe besitzt, die der des Projektionsmusters auf ihrer Oberfläche entspricht,

Bereitstellen eines härtbaren Formmaterials zwischen dem Substrat und einer Formschicht (11) des Formkörpers (10) und Füllen des Formmaterials in das Rillenmuster des Formkörpers,

Härten des Formmaterials und Bilden einer Mikrostruktur mit diesem Substrat, bei der das Projektionsmuster einstückig an das Substrat gebunden ist, und

Ablösen der Mikrostruktur vom Formkörper (10).

2. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, wobei der Träger (1) und die Formschicht (11) transparent sind.

3. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Träger (1) eine Folie aus hygroskopischem Kunststoffmaterial ist.

4. Herstellungsverfahren nach Anspruch 3, wobei das hygroskopische Kunststoffmaterial mindestens eine Art von Kunststoffmaterial ist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Polyethylenterephthalat, Polyethylenaphthalat, gedehntem Polypropylen, Polycarbonat und Triacetat besteht.

5. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Träger (1) eine Dicke von 0,05 bis 0,5 mm besitzt.

6. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Formschicht (11) eine Grundschrift (2), die aus einem ersten härtbaren Material mit einer Viskosität von 3.000 bis 100.000 cps bei 10 bis 80°C besteht, und eine Beschichtung (3) aufweist, die aus einem zweiten härtbaren Material mit einer Viskosität von nicht mehr als 200 cps bei 10 bis 80°C besteht, wobei die Beschichtung (3) auf eine Oberfläche der Formschicht (11) aufgebracht ist.

7. Herstellungsverfahren nach Anspruch 6, wobei das erste härtbare Material und das zweite härtbare Material photohärtbare Materialien sind.

8. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Rillenmuster der Formschicht (11) ein gitterartiges Muster ist, das sich aus mehreren Rillenabschnitten (4) zusammensetzt, die im Wesentlichen parallel angeordnet sind und sich mit vorbestimmten Abständen zwischen ihnen kreuzen.

9. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Formmaterial (11) ein photohärtbares Material ist.

10. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Mikrostruktur eine Rückplatte für einen Plasmabildschirm ist.

11. Herstellungsverfahren nach Anspruch 10, das ferner einen Schritt des getrennten Anordnens einer Gruppe von Adresselektroden aufweist, die im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen und dabei an einer Oberfläche des Substrats einen vorbestimmten Abstand voneinander einhalten.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

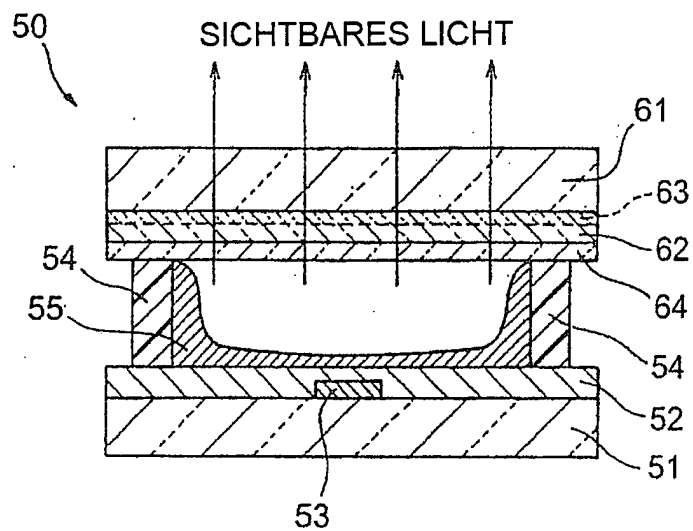


FIG. 1

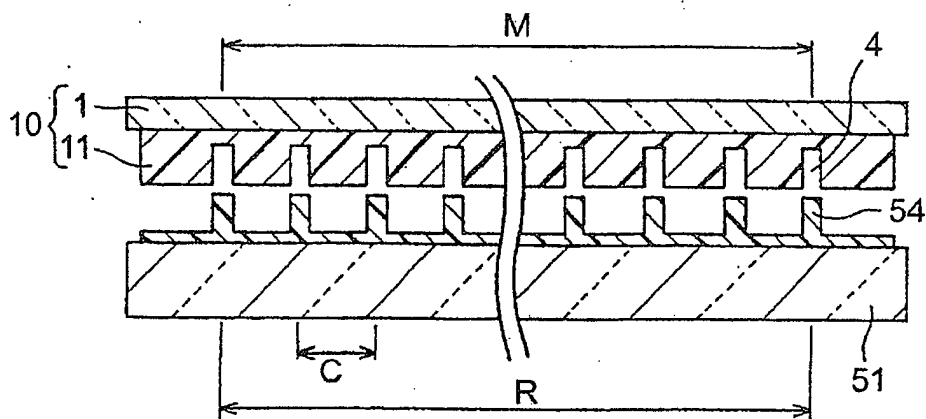


FIG. 2



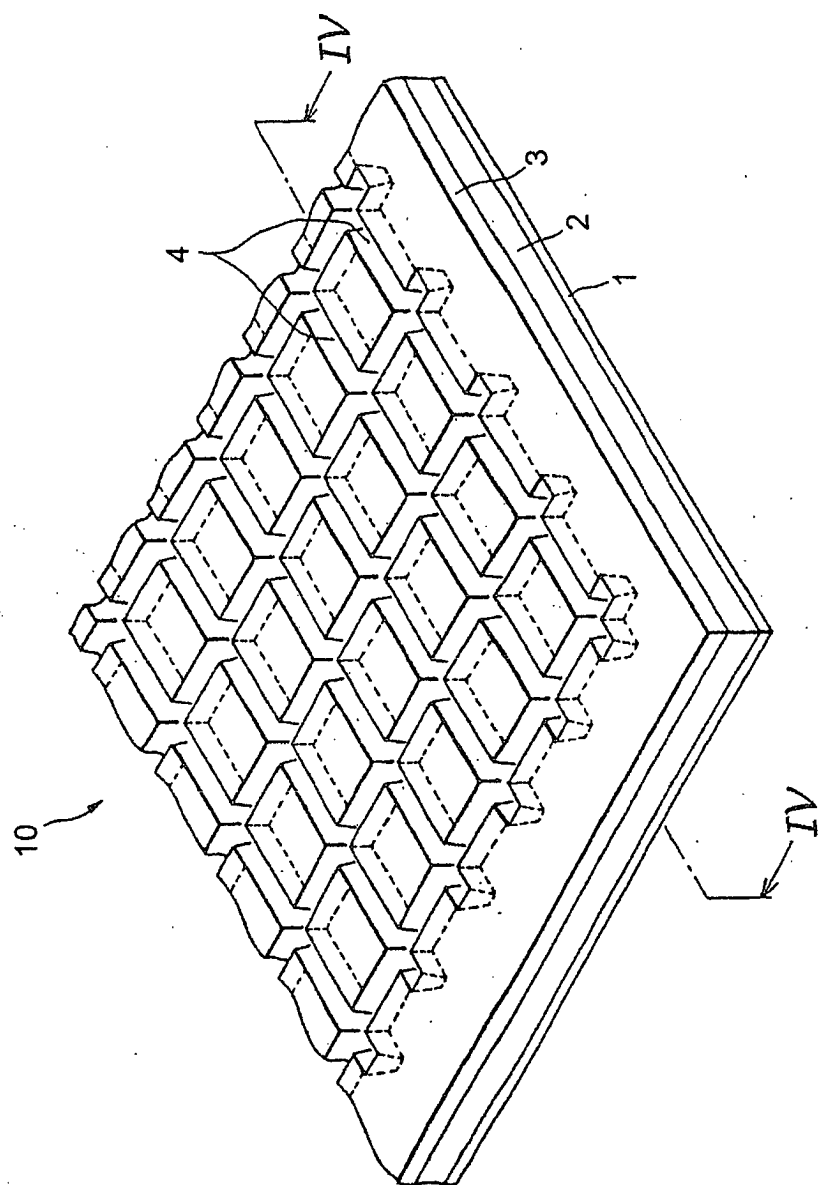


FIG. 3

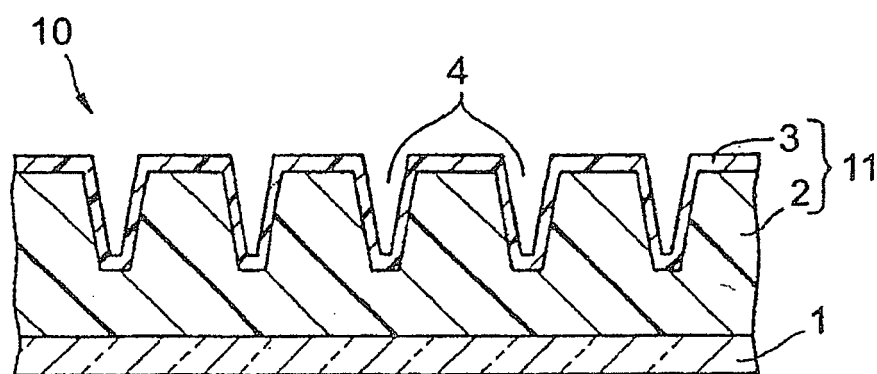


FIG. 4

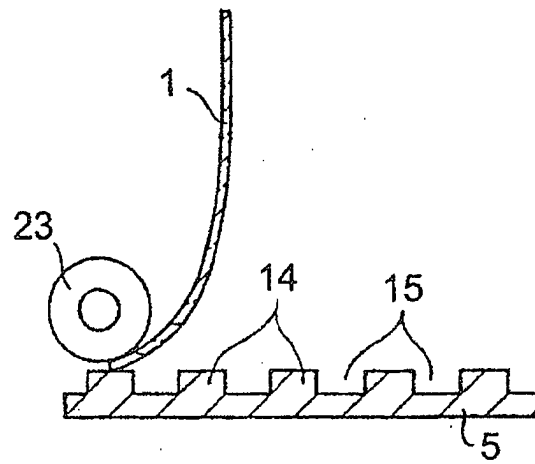


FIG. 5A

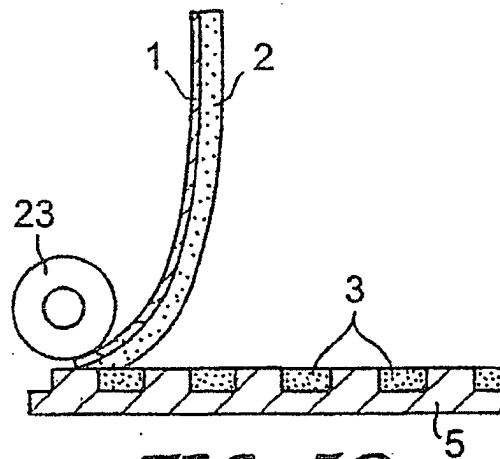


FIG. 5B

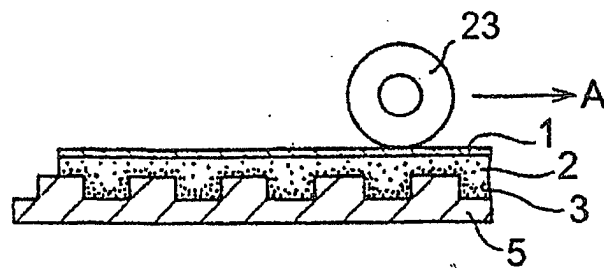
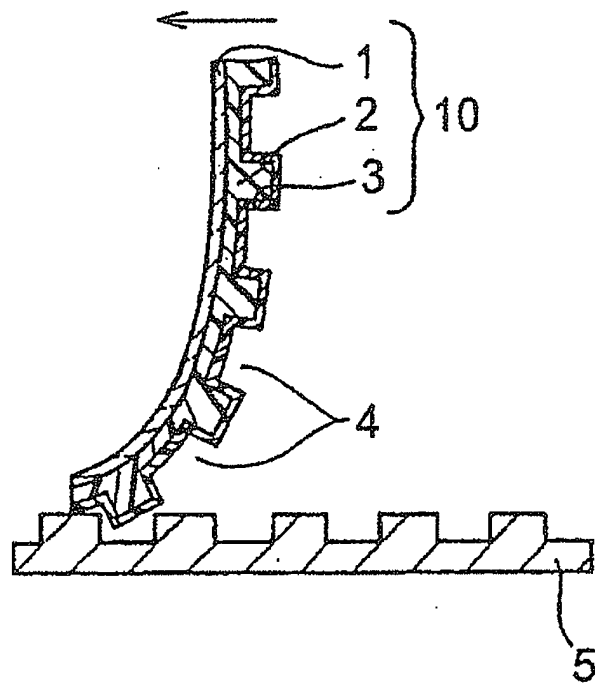
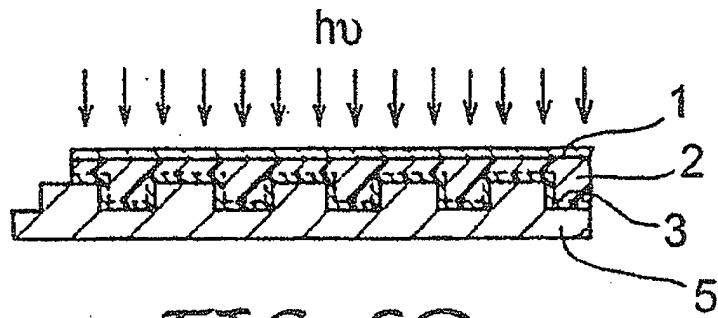


FIG. 5C



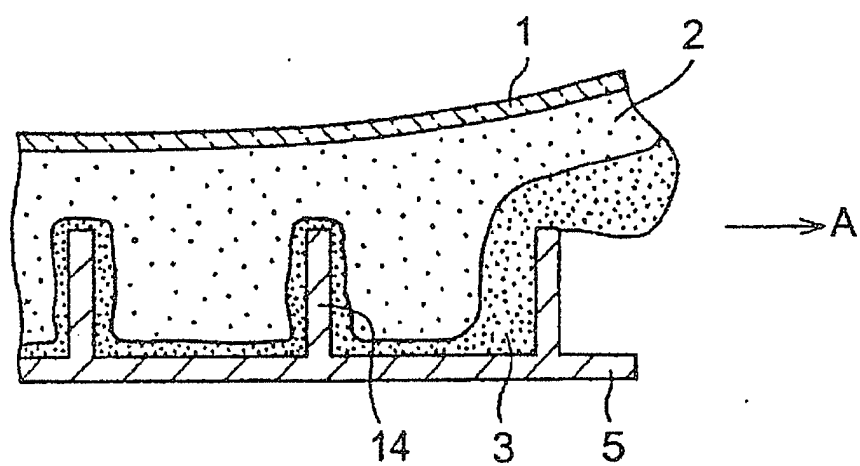


FIG. 7

FIG. 8A

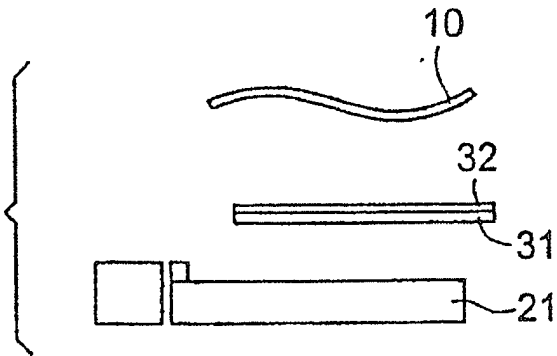


FIG. 8B

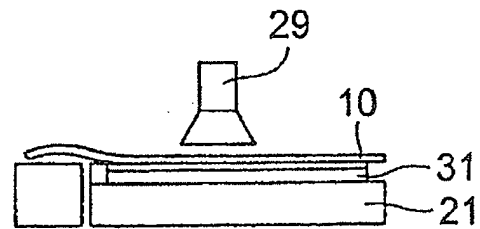


FIG. 8C

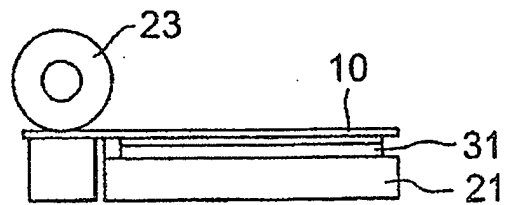
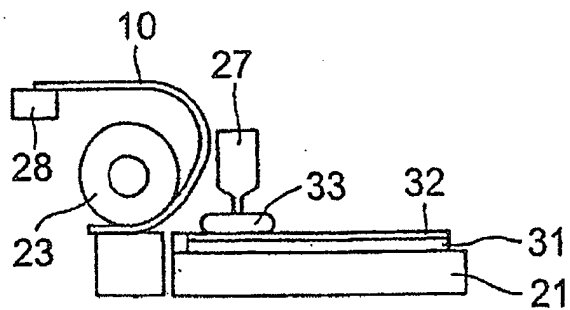


FIG. 8D





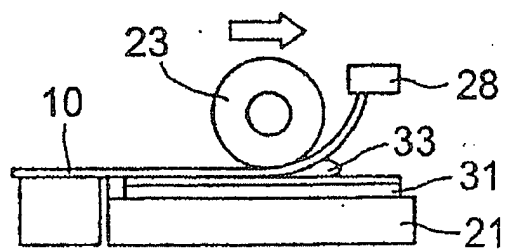


FIG. 9E

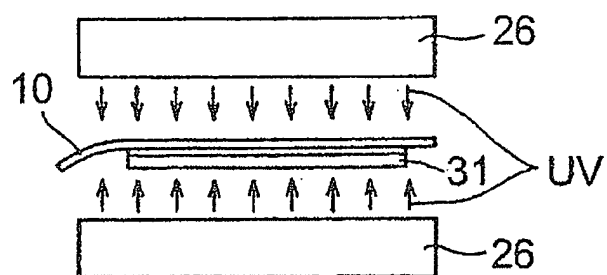


FIG. 9F

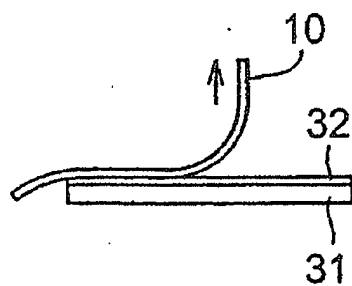


FIG. 9G