



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 18 905 T2** 2009.01.29

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 582 892 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 18 905.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **05 011 306.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **04.09.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.10.2005**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **23.01.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.01.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G02B 3/00** (2006.01)

**B41J 2/01** (2006.01)

**B29D 11/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**2002279064 25.09.2002 JP**

(73) Patentinhaber:

**Seiko Epson Corp., Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**Hoffmann, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82166  
Gräfelfing**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, NL**

(72) Erfinder:

**Kaneko, Tsuyoshi c/o SEIKO EPSON  
CORPORATION, Suwa-shi, Nagano-ken 392-8502,  
JP; Kito, Satoshi c/o SEIKO EPSON  
CORPORATION, Suwa-shi, Nagano-ken 392-8502,  
JP; Hiramatsu, Tetsuo c/o SEIKO EPSON  
CORPORATION, Suwa-shi, Nagano-ken 392-8502,  
JP**

(54) Bezeichnung: **Optisches Element**

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 Mikrolinsenstruktur, deren Plazierung, Gestalt und Größe gut gesteuert sind

**[0002]** Bei einem bekannten Verfahren zum Herstellen eines Optikteils, beispielsweise einer Linse, wird ein Tröpfchen eines flüssigen Materials auf ein Substrat ausgespritzt und dann gehärtet. Bei diesem Verfahren ist es jedoch schwierig, ein Optikteil zu erhalten, dessen Brennweite richtig eingestellt ist, denn die Gestalt des sich bildenden Optikteils ist durch den Kontaktwinkel zwischen dem Tröpfchen und dem Substrat eingegrenzt.

**[0003]** Es gibt auch Verfahren, um beispielsweise ein Optikteil in gewünschter Gestalt zu schaffen, indem die Netzbarkeit der Substratoberfläche eingestellt wird (zum Beispiel JP-A-2-165932 und JP-A-2000-280367).

**[0004]** Ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 ist bekannt aus der Veröffentlichung von HAYES D. J. et al. "Ink-jet printing in the manufacture of electronics, photonics, and displays", Nanoscale Optics and Applications, Seattle, WA, USA, 8. bis 9. Juli 2002, Band 4809, Seiten 94–99, XP002269974. Bei dieser Vorveröffentlichung bestimmt der Durchmesser des Basisteils den Durchmesser des darauf geschaffenen Optikteils.

**[0005]** Diese Verfahren eignen sich aber nicht zur strengen Steuerung der Gestalt, Größe und Plazierung des Optikteils.

**[0006]** Die Druckschrift US 5,846,691 A und US 2002/0094419 A1 offenbaren jeweils eine Mikrolinsenstruktur gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0007]** Zweck der vorliegenden Erfindung ist es, eine Mikrolinsenstruktur zu schaffen, deren Plazierung, Gestalt und Größe gut gesteuert sind, und ein Verfahren bereitzustellen, um eine solche Mikrolinsenstruktur herzustellen.

**[0008]** Dieses Ziel wird mit einer Mikrolinsenstruktur gemäß Anspruch 1 erreicht. Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind der Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0009]** Durch Einbetten des Umfangs des Optikteils unter Verwendung eines Dichtungsmaterials kann das Optikteil zuverlässig an der Oberseite des Basisteils befestigt werden.

## 1. Mikrolinsenstruktur

**[0010]** Die Mikrolinsenstruktur der vorliegenden Er-

findung weist einen Basisteil, der auf einem Substrat angeordnet ist, sowie einen auf der Oberseite des Basisteils angeordneten Optikteil auf.

**[0011]** Hier bezieht sich "Substrat" auf ein Objekt, das eine Oberfläche hat, auf der der Basisteil gebildet werden kann. Die Oberfläche kann eben oder gekrümmt sein, solange darauf ein Basisteil ausgebildet werden kann. Sofern es also eine solche Oberfläche hat, ist die Gestalt des Substrats selbst nicht spezifisch vorgeschrieben. Außerdem kann der Basisteil auch so geschaffen werden, daß er mit dem Substrat integriert ist.

**[0012]** Auch "Basisteil" bezieht sich auf einen Teil, der eine Oberseite hat, auf der der Optikteil gebildet werden kann. Und "Oberseite des Basisteils" bezieht sich auf die Oberfläche, auf der der Optikteil geschaffen wird. Die Oberseite des Basisteils kann eben oder gekrümmt sein, solange der Optikteil darauf ausgebildet werden kann. Zusätzlich bezieht sich "Optikteil" auch auf ein Glied, welches eine Funktion hat, die den Charakter oder die Ausbreitungsrichtung von Licht ändert.

**[0013]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es durch das Steuern der Gestalt, Größe und sonstiger Eigenschaften der Oberseite des Basisteils unter Anwendung der vorstehend genannten Konfiguration möglich, eine Mikrolinsenstruktur zu erhalten, welches einen Optikteil umfaßt, dessen Plazierung, Gestalt und Größe gut gesteuert sind. Einzelheiten ergeben sich aus der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels.

**[0014]** Die Mikrolinsenstruktur der vorliegenden Erfindung kann in irgendeiner der nachfolgend unter (1) bis (10) beschriebenen Formen vorliegen.

(1) Der Basisteil kann aus einem Material bestehen, welches Licht einer vorgeschriebenen Wellenlänge durchläßt. "Durchlassen" bezieht sich auf den Eintritt von Licht, welches auf den Basisteil fällt, sowie den anschließenden Austritt des Lichts vom Basisteil. Es umfaßt nicht nur Fälle, bei denen das gesamte auf den Basisteil auftreffende Licht auch vom Basisteil austritt, sondern schließt auch Fälle ein, bei denen nur ein Teil des auf den Basisteil auftreffenden Lichts auch aus dem Basisteil austritt.

(2) Der Optikteil kann als Linse, als Polarisations-element oder als Strahlenteiler wirken.

(3) Der Optikteil kann eine sphärische Gestalt oder eine elliptisch-sphärische Gestalt haben.

(4) Der Optikteil kann eine Form eines sphärischen Schnitts oder eine Form eines elliptisch-sphärischen Schnitts sein.

**[0015]** "Form eines sphärischen Schnitts" bezieht sich auf eine Gestalt, die durch einen Kugelschnitt in einer einzigen Ebene erhalten wird. Zusätzlich zu

perfekten Kugeln umfaßt die Kugel auch Formen, die einer Kugel angenähert sind. Hier bedeutet "Form eines elliptisch-sphärischen Schnitts" eine Gestalt, die durch einen Schnitt einer kugelförmigen Ellipse in einer einzigen Ebene erhalten wird. Zusätzlich zu perfekten sphärischen Ellipsen umfaßt eine sphärische Ellipse auch Formen, die annähernd sphärisch sind.

**[0016]** In diesem Fall kann der Schnitt des Optikteils ein Kreis oder eine Ellipse sein. Darüber hinaus kann in diesem Fall der Optikteil eine Funktion als Linse oder als Polarisationsselement haben.

(5) Die Oberseite des Basisteils ist dreieckig, und der Optikteil ist durch Ausspritzen eines Tröpfchens auf die Oberseite des Basisteils zur Schaffung eines Optikteilvorläufers geschaffen und durch anschließendes Härten des Optikteilvorläufers. In diesem Fall kann der Optikteil mit einer Funktion als Polarisationsselement versehen sein.

(6) Der Optikteil kann durch Härten eines flüssigen Materials geschaffen werden, welches durch Hinzufügen von Energie gehärtet werden kann.

**[0017]** In diesem Fall kann der Optikteil aus einem UV-gehärteten Harz oder einem duroplastischen Harz zusammengesetzt sein.

(7) Die Oberseite des Basisteils kann entweder ein Kreis, eine Ellipse oder ein Dreieck sein.

(8) Die Oberseite des Basisteils kann eine gekrümmte Oberfläche sein.

(9) Der zwischen der Oberseite des Basisteils und einer Oberfläche in einem Seitenteil des Basisteils, der die Oberseite zusammenzieht, gebildete Winkel, ist ein spitzer Winkel. Wenn der Optikteil dadurch geschaffen wird, daß ein Tröpfchen ausgestoßen wird, um einen Optikteilvorläufer zu erzeugen, der anschließend gehärtet wird, kann diese Konfiguration verhindern, daß die Seitenfläche des Basisteils durch das Tröpfchen naß wird. Infolgedessen ist es möglich, zuverlässig einen Optikteil auszubilden, der die gewünschte Gestalt und Größe hat.

**[0018]** In diesem Fall kann der obere Bereich des Basisteils eine umgekehrt verjüngte Gestalt bilden. "Der obere Bereich des Basisteils" bezieht sich hier auf die Zone in der Nachbarschaft der Oberseite des Basisteils. Wenn der Optikteil dadurch geschaffen wird, daß ein Tröpfchen ausgestoßen wird, um einen Optikteilvorläufer zu schaffen, der dann gehärtet wird, ist es mit dieser Ausbildung möglich, den zwischen der Oberfläche und der Seite des Basisteils eingeschlossenen Winkel kleiner zu wählen, während die Stabilität des Basisteils erhalten bleibt. Mit dieser Ausbildung kann also zuverlässig verhindert werden, daß die Seitenfläche des Basisteils durch das Tröpfchen naß wird. Somit ist es möglich, einen Optikteil der gewünschten Gestalt und Größe mit größerer Zuverlässigkeit zu schaffen.

## 2. Herstellungsverfahren für eine Mikrolinsenstruktur

**[0019]** Ein Verfahren zum Herstellen einer Mikrolinsenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung weist folgendes auf:

- (a) Schaffen eines Basisteils auf einem Substrat;
- (b) Ausstoßen von einem oder mehr Tröpfchen auf die Oberseite des Basisteils zur Ausbildung eines Optikteilvorläufers; und
- (c) Härten des Optikteilvorläufers zur Schaffung eines Optikteils.

**[0020]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es durch Steuern der Gestalt, Höhe, Platzierung und weiterer Merkmale der Oberseite des Basisteils im Schritt (a) und beispielsweise durch Steuern des Volumens des ausgestoßenen Tröpfchens im Schritt (b) möglich, ein optisches Bauelement zu erzeugen, das einen Optikteil enthält, dessen Platzierung, Gestalt und Größe gut gesteuert sind. Einzelheiten gehen aus der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels hervor.

**[0021]** Das Herstellungsverfahren für eine Mikrolinsenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung kann in einer der nachfolgend beschriebenen Formen (1)–(7) erfolgen.

(1) Der Basisteil im Schritt (a) kann aus einem Material gebildet werden, welches Licht einer vorgeschriebenen Wellenlänge durchläßt.

(2) Das Tröpfchen im Schritt (b) kann mittels einer Tintenstrahlmethode ausgestoßen werden. Da eine Tintenstrahlmethode eine Feinsteuerung des Volumens des ausgestrahlten Tröpfchens ermöglicht, kann ein sehr kleiner Optikteil einfach und zweckmäßig auf der Oberseite des Basisteils angeordnet werden.

(3) Der im Schritt (c) beschriebene Optikteilvorläufer kann durch Zusatz von Energie gehärtet werden.

(4) Der Basisteil im Schritt (a) kann so ausgebildet werden, daß ein spitzer Winkel zwischen der Oberseite des Basisteils und einer Oberfläche in einem Seitenteil des Basisteils, die mit der Oberseite in Berührung steht, eingeschlossen wird.

**[0022]** Auf diese Weise kann die Seite des Basisteils eine Benetzung durch das Tröpfchen im Schritt (b) verhindern. Folglich kann ein Optikteil, der die gewünschte Gestalt und Größe hat, zuverlässig gebildet werden.

**[0023]** Hierbei kann der obere Bereich des Basisteils eine umgekehrt verjüngte Gestalt im Schritt (a) bilden. Hierdurch kann der Winkel zwischen der Oberseite des Basisteils und einer Oberfläche in einem mit der Oberseite in Berührung stehenden Seitenteil des Basisteils kleiner gemacht werden, während die Stabilität des Basisteils erhalten bleibt. Folglich ist es möglich, zuverlässig zu verhindern, daß die

Seite des Basisteils von dem Tröpfchen im Schritt (b) naß wird. Das bedeutet, daß es möglich ist, zuverlässiger einen Optikeil in der gewünschten Gestalt und Größe zu schaffen.

(5) Ferner kann die Benetzbarkeit der Oberseite des Basisteils durch das im Schritt (d) beschriebene Tröpfchen vor (b) eingestellt werden. Das ermöglicht die Schaffung eines Optikteils in gewünschter Gestalt und Größe. Hier wird zum Beispiel auf der Oberseite des Basisteils ein Film gebildet, der gegenüber dem Tröpfchen lyophile oder lyophobe Eigenschaften hat, wodurch die Benetzbarkeit der Oberseite des Basisteils gegenüber dem Tröpfchen gesteuert wird.

(6) Der Optikteil ist eine Mikrolinse, und die Mikrolinsenstruktur kann ein Mikrolinsensubstrat sein.

(7) Ferner kann das Verfahren zum Herstellen einer Mikrolinsenstruktur aufweisen, (e) den Umfang des Optikteils unter Verwendung eines Dichtmaterials einzubetten. Das ermöglicht es, den Optikteil an der Oberseite des Basisteils mit einem einfachen und zweckmäßigen Verfahren zu befestigen.

### 3. Herstellungsverfahren für einen Optikteil

**[0024]** Ein Verfahren zum Herstellen einer Mikrolinsenstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung weist folgendes auf:

- (a) Schaffen eines Basisteils auf einem Substrat;
- (b) Ausstoßen eines Tröpfchens auf die Oberseite des Basisteils zur Ausbildung eines Optikteilvorläufers;
- (c) Härten des Optikteilvorläufers zur Schaffung eines Optikteils; und
- (d) Entfernen des Optikteils von der Oberseite des Basisteils.

**[0025]** Gemäß dem Herstellungsverfahren für einen Optikteil der vorliegenden Erfindung wird der Optikteil als eine gesonderte Mikrolinsenstruktur benutzt, und folglich kann der Optikteil von der Oberseite des Basisteils durch ein einfaches und zweckmäßiges Verfahren entfernt werden.

**[0026]** In diesem Fall kann der Basisteil im Schritt (a) aus einem Material erzeugt werden, welches Licht einer vorgeschriebenen Wellenlänge durchläßt.

**[0027]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Hinweis auf die Figuren beschrieben. Es zeigt:

**[0028]** [Fig. 1](#) eine Schnittansicht, in der ein optisches Bauelement schematisch dargestellt ist;

**[0029]** [Fig. 2](#) eine Draufsicht, in der das optische Bauelement gemäß [Fig. 1](#) schematisch dargestellt ist;

**[0030]** [Fig. 3](#) eine Schnittansicht, in der ein optisches Bauelement schematisch dargestellt ist;

**[0031]** [Fig. 4](#) eine Draufsicht, in der das optische Bauelement gemäß [Fig. 3](#) schematisch dargestellt ist;

**[0032]** [Fig. 5](#) eine Schnittansicht, in der ein optisches Bauelement schematisch dargestellt ist;

**[0033]** [Fig. 6](#) eine Draufsicht, in der das optische Bauelement gemäß [Fig. 5](#) schematisch dargestellt ist;

**[0034]** [Fig. 7](#) eine Schnittansicht, in der ein optisches Bauelement schematisch dargestellt ist;

**[0035]** [Fig. 8](#) eine Draufsicht, in der das optische Bauelement gemäß [Fig. 7](#) schematisch dargestellt ist;

**[0036]** [Fig. 9](#) ist eine Schnittansicht, in der ein Fall schematisch dargestellt ist, bei dem der in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigte Optikteil als Linse wirkt;

**[0037]** [Fig. 10](#) ist eine Schnittansicht, in der ein Fall schematisch dargestellt ist, bei dem der in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigte Optikteil als Polarisationsselement wirkt;

**[0038]** [Fig. 11](#) eine Schnittansicht, in der ein optisches Bauelement schematisch dargestellt ist;

**[0039]** [Fig. 12](#) eine Draufsicht, in der das optische Bauelement gemäß [Fig. 11](#) schematisch dargestellt ist;

**[0040]** [Fig. 13\(a\)–13\(c\)](#) Schnittansichten, in denen das Verfahren zum Herstellen des in [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 2](#) gezeigten Optikteils schematisch dargestellt ist;

**[0041]** [Fig. 14](#) eine Schnittansicht, in der ein Verfahren zum Entfernen eines Optikteils dargestellt ist;

**[0042]** [Fig. 15](#) eine Schnittansicht, in der das Mikrolinsensubstrat eines Beispiels schematisch dargestellt ist;

**[0043]** [Fig. 16](#) eine Draufsicht, in der das Mikrolinsensubstrat gemäß [Fig. 15](#) schematisch dargestellt ist;

**[0044]** [Fig. 17\(a\)–17\(e\)](#) Schnittansichten, in denen das Verfahren zum Herstellen des in [Fig. 15](#) bzw. [Fig. 16](#) gezeigten Optikteils schematisch dargestellt ist;

**[0045]** [Fig. 18\(a\)](#) und [18\(b\)](#) Schnittansichten, in denen das Verfahren zum Herstellen des in [Fig. 15](#) bzw.

**Fig. 16** gezeigten Mikrolinsensubstrats schematisch dargestellt ist;

[0046] **Fig. 19** eine Schnittansicht, in der das Mikrolinsensubstrat eines Beispiels schematisch dargestellt ist;

[0047] **Fig. 20** eine Draufsicht, in der das Mikrolinsensubstrat gemäß **Fig. 19** schematisch dargestellt ist;

[0048] **Fig. 21(a)–21(e)** Schnittansichten, in denen das Verfahren zum Herstellen des Mikrolinsensubstrats gemäß **Fig. 19** bzw. **Fig. 20** schematisch dargestellt ist;

[0049] **Fig. 22** eine Schnittansicht, in der das Mikrolinsensubstrat eines Beispiels schematisch dargestellt ist;

[0050] **Fig. 23** eine Draufsicht, in der das Mikrolinsensubstrat gemäß **Fig. 22** schematisch dargestellt ist;

[0051] **Fig. 24(a)–24(e)** Schnittansichten, in denen das Verfahren zum Herstellen des Mikrolinsensubstrats gemäß **Fig. 22** bzw. **Fig. 23** schematisch dargestellt ist;

[0052] **Fig. 25(a)** und **25(b)** Schnittansichten, in denen jeweils ein Verfahren zum Entfernen der Optiktteile eines Beispiels schematisch dargestellt ist;

[0053] **Fig. 26** eine Schnittansicht, in der ein Beispiel des in **Fig. 15** gezeigten Mikrolinsensubstrats als eine Ausführungsform der Erfindung schematisch dargestellt ist;

[0054] **Fig. 27** eine Schnittansicht, in der ein optisches Bauelement schematisch dargestellt ist;

[0055] **Fig. 28** eine Draufsicht, in der das optische Bauelement gemäß **Fig. 27** schematisch dargestellt ist;

[0056] **Fig. 29** eine vergrößerte Ansicht eines in **Fig. 13(c)** gezeigten Querschnitts; und

[0057] **Fig. 30** eine Schnittansicht, in der das Verfahren zum Herstellen eines gewöhnlich verwendeten optischen Bauelements schematisch dargestellt ist.

#### 1. Aufbau eines optischen Bauelements

[0058] **Fig. 1** ist eine Schnittansicht, die ein optisches Bauelement **100** schematisch zeigt. **Fig. 2** ist eine Draufsicht, welche das in **Fig. 1** gezeigte optische Bauelement **100** schematisch zeigt. Darüber hinaus ist **Fig. 1** auch eine Querschnittsansicht längs

der Linie A-A in **Fig. 2**.

[0059] **Fig. 3**, **Fig. 5** und **Fig. 7** sind Schnitte, in denen ein Abwandlungsbeispiel schematisch gezeigt ist, bei dem die Gestalt eines Basisteils **12** des optischen Bauelements **100** gemäß **Fig. 1** geändert ist. **Fig. 4**, **Fig. 6** und **Fig. 8** sind Draufsichten, die in **Fig. 3**, **Fig. 5** bzw. **Fig. 7** gezeigte optische Bauelemente **101**, **102** bzw. **103** schematisch zeigen.

[0060] **Fig. 11** ist außerdem eine Schnittansicht, die ein Abwandlungsbeispiel schematisch darstellt, bei dem die Gestalt des Basisteils **12** und eines Optikteils **14** des in **Fig. 1** gezeigten optischen Bauelements **100** geändert ist. **Fig. 12** ist eine Draufsicht, die das in **Fig. 11** gezeigte optische Bauelement **104** schematisch zeigt.

[0061] Darüber hinaus ist **Fig. 27** ein Schnitt, der ein Abwandlungsbeispiel schematisch darstellt, bei dem die Gestalt des Basisteils **12** und des Optikteils **14** des in **Fig. 1** gezeigten optischen Bauelements **100** geändert ist. **Fig. 28** ist eine Draufsicht, in der ein in **Fig. 27** gezeigtes optisches Bauelement **105** schematisch dargestellt ist.

[0062] Das optische Bauelement **100** weist den Basisteil **12** auf, der auf einem Substrat **10** angeordnet ist, sowie einen Optikteil, der sich auf der Oberseite **12a** des Basisteils **12** befindet. Der Optikteil **14** kann zum Beispiel eine oder mehr Funktionen haben, wie Bündeln, Polarisieren oder Streuen einfallender Lichtstrahlen. Nachfolgend werden hauptsächlich unter Hinweis auf die **Fig. 1** und **Fig. 2** die Bestandteile des optischen Bauelements erläutert.

Substrat

[0063] Das Substrat **10** kann zum Beispiel ein Halbleitersubstrat sein, wie ein Siliziumsubstrat oder ein GaAs-Substrat oder ein Substrat aus Glas.

Basisteil

(A) Material

[0064] In dem optischen Bauelement **100** besteht der Basisteil **12** aus einem Material, welches Licht einer vorgeschriebenen Wellenlänge durchläßt. Im einzelnen umfaßt der Basisteil **12** ein Material, welches einfallendes Licht an den Optikteil **14** übertragen kann. Der Basisteil **12** kann beispielsweise unter Verwendung eines Polyimidharzes, eines Acrylharzes, eines Epoxyharzes oder eines fluorinierten Harzes geschaffen sein. Das vorliegende Ausführungsbeispiel bezieht sich auf einen Fall, bei dem der Basisteil **12** aus einem Material besteht, das Licht einer vorgeschriebenen Wellenlänge durchläßt; aber der Basisteil **12** kann auch aus einem Material gebildet sein, welches Licht einer vorgeschriebenen Wellenlänge

absorbiert.

[0065] Darüber hinaus kann der Basisteil **12** auch so ausgebildet sein, daß er mit dem Substrat **10** integriert ist. Mit anderen Worten, der Basisteil ist in diesem Fall aus dem gleichen Material gebildet wie das Substrat **10**.

[0066] Diese Art von Basisteil **12** kann beispielsweise durch Mustergebung des Substrats **10** geschaffen werden.

#### (B) Dreidimensionale Gestalt

[0067] Abwandlungsbeispiele (die optischen Bauelemente **101**, **102**, **103**), bei denen die dreidimensionale Gestalt des in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Basisteils **12** geändert wurde, sind in den [Fig. 3](#) bis [Fig. 8](#) gezeigt. Wie aus [Fig. 1](#) bis [Fig. 8](#) hervorgeht, ist die dreidimensionale Gestalt des Basisteils nicht speziell vorgeschrieben, aber ein Minimum des Aufbaus muß so gestaltet sein, daß ein Optikeil darauf anzuordnen ist. Wie zum Beispiel [Fig. 1](#) zeigt, ist der Basisteil **12** des optischen Bauelements **100** derartig, daß der Optikeil **14** auf der Oberseite **12a** abgestützt werden kann.

[0068] Wie aus [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) hervorgeht, kann der Winkel  $\theta$  zwischen einer Oberseite **22a** und einer Seitenfläche **22b** eines Basisteils **22** als ein spitzer Winkel gewählt sein. Hier bezieht sich die Seitenfläche **22b** des Basisteils **22** auf die Oberfläche innerhalb des Seitengliedes des Basisteils **22**, die an die Oberseite **22a** angrenzt. In [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) ist das Seitenglied des Basisteils **22** die Seitenfläche **22b** des Basisteils **22**.

[0069] Der Optikeil **14** wird so gebildet, daß zunächst ein Tröpfchen auf die Oberseite **22a** des Basisteils **22** ausgespritzt wird, um einen Optikeilvorläufer (wird nachfolgend erläutert) zu bilden, und dann der Optikeilvorläufer gehärtet wird. Der zwischen der Oberseite **22a** und der Seitenfläche **22b** des Basisteils **22** eingeschlossene spitze Winkel  $\theta$  verhindert also, daß die Stirnfläche **22b** des Basisteils **22** von dem Tröpfchen naß wird, wenn ein Tröpfchen auf die Oberseite **22a** des Basisteils **22** ausgestoßen wird. Folglich ist es möglich, zuverlässig einen Optikeil **14** zu bilden, der die gewünschte Gestalt und Größe hat. Wie in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigt, ist zum Beispiel der Querschnitt des Optikeils **14** größer ausgebildet als der Querschnitt des Basisteils **22**.

[0070] Darüber hinaus kann, wie [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) zeigen, die dreidimensionale Gestalt des Basisteils **32** so ausgebildet sein, daß der obere Bereich **32c** des Basisteils **32** eine umgekehrt verjüngte Form bildet. Auch in diesem Fall wird zwischen der Oberseite **32a** eines Basisteils **32** und dessen Seitenfläche **32b** (der Oberfläche innerhalb des Seitengliedes des Ba-

sisteils **32**, die der Oberseite **32a** benachbart ist) ein spitzer Winkel  $\theta$  eingeschlossen. Gemäß dieser Ausbildung kann der Winkel  $\theta$  zwischen der Oberseite **32a** und der Seitenfläche **32a** des Basisteils **32** kleiner gemacht werden, während die Stabilität des Basisteils **32** erhalten bleibt. Auf diese Weise kann die Seitenfläche **32b** des Basisteils **32** zuverlässig vor dem Naßwerden durch das Tröpfchen geschützt werden. Infolgedessen ist es möglich, den Optikeil **14** zuverlässiger in der gewünschten Gestalt und Größe auszubilden.

#### (C) Gestalt der Oberseite

[0071] Die Gestalt der Oberseite des Basisteils ist durch Überlegungen, wie die Funktion und Anwendung des auf der Oberseite des Basisteils gebildeten Optikeils bestimmt. Mit anderen Worten, die Gestalt des Optikeils kann durch Steuern der Gestalt der Oberseite des Basisteils gesteuert werden.

[0072] Bei dem in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten optischen Bauelement ist beispielsweise die Oberseite **12a** des Basisteils **12** rund. Ferner ist für die optischen Bauelemente **101**, **102** und **103** gemäß den [Fig. 3](#) bis [Fig. 8](#) die Oberseite des Basisteils ebenfalls als rund dargestellt.

[0073] Wenn der Optikeil zum Beispiel als Linse oder Polarisationsselement verwendet werden soll, wird die Oberseite des Basisteils rund gemacht. Dann kann der Optikeil in einer dreidimensionalen sphärischen Gestalt oder in einer sphärischen Schnittform ausgebildet werden, und der dabei erhaltene Optikeil kann als Linse oder als Polarisationsselement verwendet werden. Ein Beispiel, bei dem der Optikeil **14** des in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten optischen Bauelements **100** als Linse verwendet wird, ist in [Fig. 9](#) gezeigt. Mit anderen Worten, Lichtstrahlen können, wie aus [Fig. 9](#) hervorgeht, gesammelt und gebündelt werden vom Optikeil (Linse) **14**. Zusätzlich ist ein Beispiel in [Fig. 10](#) gezeigt, bei dem der Optikeil **14** des optischen Bauelements **100** gemäß [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) als Polarisationsselement angewandt wird. Aus [Fig. 10](#) geht mit anderen Worten hervor, daß die Ausbreitungsrichtung des Lichts durch den Optikeil (Polarisationsselement) **14** geändert werden kann.

[0074] Und wenn der Optikeil, auch wenn das in der Zeichnung nicht dargestellt ist, als eine anisotrope Linse oder als ein Polarisationsselement verwendet wird, dann wird zum Beispiel die Oberseite des Basisteils elliptisch gestaltet. Das bedeutet, daß der Optikeil in einer dreidimensionalen elliptisch-sphärischen Gestalt oder in Form eines elliptisch-sphärischen Schnitts gestaltet wird. Der so erhaltene Optikeil kann dann als anisotrope Linse oder als Polarisationsselement verwendet werden.



**[0075]** Oder wenn der Optikteil beispielsweise als Strahlteiler (Prisma) benutzt werden soll, kann die Oberseite des Basisteils dreieckig gestaltet sein. Der Optikteil, dessen Basisteil dreieckige Gestalt hat, wird dadurch geschaffen, daß ein Tröpfchen auf die Oberseite des Basisteils so ausgestoßen wird, daß ein Optikteilvorläufer entsteht und dieser Optikteilvorläufer dann gehärtet wird. Der auf diese Weise gestaltete Optikteil kann als ein Element zur Strahlteilung verwendet werden. Die Einzelheiten des Herstellungsverfahrens werden weiter unten erläutert. Ein Beispiel, bei dem der Optikteil als Prisma zu verwenden ist, geht aus den [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) hervor. [Fig. 11](#) ist ein Querschnitt längs der Linie A-A in [Fig. 12](#). Wie [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) zeigen, ist ein Basisteil **52** dreieckig. Folglich ist die Gestalt einer Oberseite **52a** des Basisteils **52** ein Dreieck. Der Optikteil **24** wirkt als Strahlteiler (Prisma). Im einzelnen wird, wie [Fig. 12](#) zeigt, das auf den Optikteil **24** auftreffende Licht beim Austritt geteilt.

**[0076]** Bei allen zuvor genannten Basisteilen **12**, **22**, **32**, **42**, **52** ist die Oberseite als eine Ebene dargestellt. Wie jedoch in [Fig. 27](#) und [Fig. 28](#) gezeigt, kann ein Basisteil **62** auch eine Oberseite **62a** in Form einer gekrümmten Fläche haben. Bei dem in [Fig. 27](#) und [Fig. 28](#) dargestellten optischen Bauelement **105** kann ein im wesentlichen kugelförmiger Optikteil **34** oben auf der Oberseite **62a** des Basisteils **62** angeordnet sein.

#### Optikteil

##### (A) Dreidimensionale Gestalt

**[0077]** Der Optikteil hat eine dreidimensionale Gestalt, die von der Anwendung und Funktion des Optikteils abhängt. Auf Einzelheiten zu der dreidimensionalen Gestalt des Optikteils wird hier verzichtet, denn sie wurden bereits im Zusammenhang mit der Erläuterung des Basisteils gegeben.

##### (B) Material

**[0078]** Der Optikteil **14** wird beispielsweise durch Härten eines flüssigen Materials erzeugt, welches durch Aufbringen von Wärme oder Licht oder einer anderen Form von Energie gehärtet werden kann. Im einzelnen wird der Optikteil **14** beim vorliegenden Ausführungsbeispiel dadurch geschaffen, daß zunächst ein Tröpfchen aus dem genannten flüssigen Material auf die Oberseite **12a** des Basisteils **12** ausgestoßen wird, um einen Optikteilvorläufer zu erzeugen (wird nachfolgend erläutert). Dann wird der Optikteilvorläufer gehärtet.

**[0079]** Ein Vorläufer eines UV-gehärteten Harzes oder eines duroplastischen Harzes kann zum Beispiel als flüssiges Material genannt werden. Ein UV-gehärtetes Harz und ein Epoxiharz können als

Beispiele für UV-härtbares Harz genannt werden. Als ein Beispiel für duroplastisches Harz kann ferner duroplastisches Polyimidharz genannt werden.

#### 2. Verfahren zum Herstellen eines optischen Bauelements

**[0080]** Als nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen des in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten optischen Bauelements **100** unter Hinweis auf die [Fig. 13\(a\)](#) bis (c) erläutert. Die [Fig. 13\(a\)](#) bis [13\(c\)](#) sind Schnitte, die das Verfahren zum Herstellen des in [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 2](#) gezeigten optischen Bauelements **100** schematisch zeigen.

**[0081]** Als erstes wird der Basisteil **12** auf dem Substrat **10** gebildet ([Fig. 13\(a\)](#)). Der Basisteil **12** kann durch Wahl eines geeigneten Verfahrens geschaffen werden (zum Beispiel ein selektives Wachstumsverfahren, Trockenätzverfahren, Naßätzverfahren, Abhebeverfahren, Transfervorgang usw.), je nach dem Material, der Größe und Gestalt des Basisteils **12**.

**[0082]** Als nächstes wird der Optikteil **14** gebildet ([Fig. 13\(b\)](#)). Im einzelnen wird ein Tröpfchen **14b** eines flüssigen Materials zur Schaffung des Optikteils **14** auf die Oberseite **12a** des Basisteils **12** ausgestoßen, um einen Optikteilvorläufer **14a** zu bilden. Wie schon gesagt, ist das flüssige Material von einer Art, die durch Aufbringen von Energie **15** gehärtet werden kann.

**[0083]** Als Verfahren zum Ausstoßen des Tröpfchens **14b** kann zum Beispiel ein Spritzverfahren oder ein Tintenstrahlverfahren genannt werden. Ein Spritzverfahren wird üblicherweise benutzt, um Tröpfchen auszuspritzen und ist dann wirksam, wenn das Tröpfchen **14b** über eine verhältnismäßig große Fläche ausgestoßen wird. Bei einem Tintenstrahlverfahren werden Tröpfchen mit Hilfe eines Tintenstrahlkopfes ausgestoßen, wobei eine Steuerung in Mikrongrößenordnung über den Ort möglich ist, in dem Tröpfchen ausgestoßen werden. Da zusätzlich das Volumen eines ausgestoßenen Tröpfchens in einer Größenordnung von Picoliter gesteuert werden kann, läßt sich ein Optikteil von winziger Struktur herstellen.

**[0084]** Ferner wird vor dem Ausstoßen des Tröpfchens **14b** ein lyophiler Prozeß oder ein lyophober Prozeß durchgeführt, so daß die Benetzbarkeit der Oberseite **12a** gegenüber dem Tröpfchen **14b** gesteuert werden kann. Folglich ist es möglich, den Optikteil **14** in der vorgeschriebenen Gestalt und Größe auszubilden.

**[0085]** Als nächstes wird der Optikteilvorläufer **14a** gehärtet, um den Optikteil **14** zu erhalten ([Fig. 13\(c\)](#)). Im einzelnen wird Wärme oder Licht oder eine andere Form von Energie auf den Optikteilvorläufer **14a** aufgebracht. Ein geeignetes Verfahren zum Härten des

Optikteilvorläufers **14a** wird je nach der Art des verwendeten flüssigen Materials angewandt. Im einzelnen lassen sich die Anwendung von Wärmeenergie oder Bestrahlung mit Ultraviolettlicht oder Laserlicht als Beispiele für Härteverfahren nennen. Der genannte Prozeß wird angewandt, um das optische Bauelement **100** zu erhalten, welches einen Optikteil umfaßt ([Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)).

**[0086]** Ferner kann der Optikteil **14** auch von dem ausgebildeten optischen Bauelement **100** entfernt und als getrenntes optisches Bauelement benutzt werden. Wie [Fig. 14](#) zeigt, kann zum Beispiel der Optikteil **14** durch Sprühen eines Gases **16** (eines Inertgases, z. B. Argongas oder Stickstoffgas) auf die Grenzfläche zwischen dem Basisteil **12** und dem Optikteil **14** entfernt werden. Oder der Optikteil **14** kann von der Oberseite **12a** des Basisteils **12** dadurch entfernt werden, daß ein hier nicht gezeigtes Kleband oben am Optikteil **14** befestigt und dann das Band abgezogen wird.

### 3. Wirkung

**[0087]** Das optische Bauelement und das Verfahren zum Herstellen des optischen Bauelements gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel hat folgende Wirkung.

(1) Zunächst einmal kann die Größe und Gestalt des Optikteils **14** streng gesteuert werden. Mit anderen Worten, die Gestalt des Optikteils **14** kann durch das Volumen des ausgespritzten Tröpfchens **14b** gesteuert werden. Infolgedessen ist es möglich, ein optisches Bauelement zu erhalten, welches den Optikteil **14** in der gewünschten Gestalt und Größe enthält.

**[0088]** Die genannten Wirkungen werden im einzelnen unter Hinweis auf Zeichnungen erläutert. [Fig. 29](#) ist eine Schnittansicht, in der der Bereich um die Grenzfläche zwischen dem Basisteil **12** und dem Optikteilvorläufer **14c** beim Herstellungsverfahren ([Fig. 13\(a\)](#) bis [13\(c\)](#)) für das oben beschriebene optische Bauelement **100** schematisch dargestellt ist. Im einzelnen ist [Fig. 29](#) eine vergrößerte Ansicht des Querschnitts gemäß [Fig. 13\(c\)](#). [Fig. 30](#) ist eine Schnittansicht, in der das Verfahren zum Herstellen eines üblicherweise benutzten optischen Bauelements schematisch gezeigt ist.

**[0089]** Ehe im einzelnen die Wirkung des optischen Bauelements erörtert wird, soll unter Hinweis auf [Fig. 30](#) das Verfahren zum Herstellen eines üblicherweise benutzten Optikteils beschrieben werden.

(a) Verfahren zum Herstellen eines gewöhnlich benutzten optischen Bauelements.

**[0090]** Ein bekanntes Verfahren zum Herstellen eines Optikteils beinhaltet zunächst das Ausspritzen

eines flüssigen Materials auf das Substrat **10**, um einen Optikteilvorläufer zu bilden, und dann das Härten des Optikteilvorläufers, um einen Optikteil zu erhalten.

**[0091]** [Fig. 30](#) ist ein Schnitt, der ein flüssiges Material zur Schaffung des Optikteils zeigt, nachdem das flüssige Material auf das Substrat **10** ausgestoßen wurde. Im einzelnen zeigt [Fig. 30](#) den Zustand, ehe der Optikteilvorläufer gehärtet wird, mit anderen Worten, den Zustand, in dem sich der Optikteilvorläufer **92a**, der aus dem flüssigen Material zusammengesetzt ist, oben auf dem Substrat **10** befindet.

**[0092]** In [Fig. 30](#) gilt die folgende Formel (1) für die Beziehung zwischen  $\lambda_S$ ,  $\lambda_L$  und  $\lambda_{SL}$ , wobei  $\lambda_S$  als Oberflächenspannung des Substrats **10** definiert ist,  $\lambda_L$  die Oberflächenspannung des flüssigen Materials (Optikteilvorläufer) ist,  $\lambda_{SL}$  die Grenzflächenspannung zwischen dem Substrat **10** und dem flüssigen Material und  $\theta$  der Kontaktwinkel des flüssigen Materials mit dem Substrat **10** ist.

$$\lambda_S = \lambda_{SL} + \lambda_L \cos \theta$$

Formel(1)

**[0093]** Die Krümmung eines aus dem flüssigen Material gemachten Optikteilvorläufers **92a** ist durch den Kontaktwinkel  $\theta$  begrenzt, der von der Formel (1) bestimmt ist. Mit anderen Worten, die Krümmung des Optikteils, der erhalten wird, nachdem der Optikteilvorläufer **92a** gehärtet wurde, hängt in erster Linie vom Material des Substrats **10** und von dem flüssigen Material ab. Die Krümmung des Optikteils ist ein Faktor, der die Gestalt des Optikteils bestimmt. Infolgedessen ist es schwierig, die Gestalt des Optikteils zu steuern, der bei Anwendung dieses Herstellungsverfahrens gebildet wird.

**[0094]** Darüber hinaus ist in diesem Fall ein Verfahren bekannt, wenn auch nicht gezeigt, bei dem zunächst ein Film zum Einstellen des Benetzungswinkels an einem vorherbestimmten Ort auf der Oberfläche des Substrats **10** gebildet wird, woraufhin ein Tröpfchen eines flüssigen Materials ausgestoßen wird, wodurch der Kontaktwinkel  $\theta$  des flüssigen Materials vergrößert wird. Gemäß diesem Verfahren kann die Gestalt des Optikteils in gewissem Maß gesteuert werden. Allerdings gibt es Grenzen für die Steuerung der Gestalt eines Optikteils durch die Schaffung eines Films zum Einstellen des Benetzungswinkels.

(b) Verfahren zum Herstellen eines optischen Bauelements

**[0095]** Im Gegensatz zu dem vorstehend genannten Verfahren wird mit dem Verfahren zum Herstellen eines optischen Bauelements des vorliegenden Ausführungsbeispiels der Optikteilvorläufer **14a** oben auf der Oberseite **12a** des Basisteils **12** gebildet, wie in



**Fig. 29** gezeigt. Solange die Seitenfläche **12b** des Basisteils **12** nicht vom Optikteilvorläufer **14a** benetzt wurde, beeinträchtigt die Oberflächenspannung des Basisteils **12** den Optikteilvorläufer **14a** nicht. Stattdessen hat die Oberflächenspannung  $\lambda_L$  des Optikteilvorläufers **14a** die primäre Auswirkung. Aus diesem Grund kann die Gestalt des Optikteilvorläufers **14a** durch Einstellen des Volumens des Tröpfchens gesteuert werden, der zur Schaffung des Optikteilvorläufers **14a** dient. Infolgedessen ist es möglich, den Optikteil **14** in gewünschter Gestalt und Größe zu erhalten.

(2) Zweitens kann die Plazierung des Optikteils **14** streng gesteuert werden. Wie schon gesagt, wird der Optikteil **14** dadurch gebildet, daß zunächst das Tröpfchen **14b** auf die Oberseite **12a** des Basisteils **12** ausgestoßen wird, um den Optikteilvorläufer **14a** zu bilden, und dann der Optikteilvorläufer **14a** gehärtet (**Fig. 13(b)**). Insgesamt ist es schwierig, den Ort genau zu steuern, an dem das ausgestoßene Tröpfchen landet. Trotzdem kann gemäß diesem Verfahren der Optikteil **14** auf der Oberseite **12a** des Basisteils **12** ohne einen besonderen Ausrichtungsschritt geschaffen werden. Mit anderen Worten, der Optikteilvorläufer **14a** kann ohne einen Schritt zur Fluchtung einfach durch Ausstoßen des Tröpfchens **14b** auf die Oberseite **12a** des Basisteils geschaffen werden. Anders ausgedrückt, der Optikteil **14** kann mit der gleichen Ausrichtgenauigkeit gebildet werden wie bei der Schaffung des Basisteils **12**. Dementsprechend kann ein Optikteil **14**, dessen Plazierung gesteuert wurde, leicht erzielt werden.

(3) Drittens kann die Gestalt des Optikteils **14** dadurch festgelegt werden, daß die Gestalt der Oberseite **12a** des Basisteils **12** festgelegt wird. Mit anderen Worten, durch die Wahl der geeigneten Gestalt für die Oberseite **12a** des Basisteils **12** ist es möglich, den Optikteil **14** zu schaffen, der die vorgeschriebene Funktion hat. Durch das Ändern der Gestalt der Oberseite **12a** des Basisteils **12** kann folglich eine Vielfalt an Optikteilen mit unterschiedlichen Funktionen auf dem gleichen Substrat angeordnet werden.

(4) Viertens kann der Abstand zwischen dem Substrat **10** und dem Optikteil **14** durch Steuern der Höhe des Basisteils **12** gesteuert werden. Das erleichtert die Ausrichtung zwischen dem Substrat **10** und dem Optikteil **14**. Es macht es auch möglich, den Optikteil **14**, dessen Plazierung gesteuert wird, mit einem einfachen und zweckmäßigen Verfahren zu erzeugen.

#### Beispiele

**[0096]** Als nächstes werden Beispiele beschrieben. Jedes der Beispiele 1–3 ist ein Beispiel, bei dem das optische Bauelement **100** auf ein Mikrolinsensubstrat aufgebracht ist. Das Mikrolinsensubstrat ist zum Beispiel in einem Pixelglied eines Flüssigkristallanzeige-

feldes, in einer Empfängeroberfläche einer Festkörper-Abbildungs Vorrichtung (CCD) oder in einem optischen Koppelglied einer Lichtleitfaser angeordnet. Darüber hinaus wird im Beispiel 4 ein Verfahren zum Entfernen des im Beispiel 1 erhaltenen Optikteils **14** beschrieben.

#### Beispiel 1

##### 1.) Mikrolinsensubstrataufbau

**[0097]** **Fig. 15** ist eine Schnittansicht, in der ein Mikrolinsensubstrat **200** gemäß Beispiel 1 schematisch dargestellt ist. **Fig. 6** zeigt das in **Fig. 15** gezeigte Mikrolinsensubstrat **200** schematisch in einer Draufsicht. **Fig. 15** zeigt außerdem schematisch einen Querschnitt längs der Linie A-A in **Fig. 16**.

**[0098]** Wie aus **Fig. 15** hervorgeht, ist auf dem Mikrolinsensubstrat **200** eine Vielzahl von Optikteilen **114** angeordnet. Die Optikteile **114** sind auf einer Oberseite **112a** eines Basisteils **112** angeordnet. Die Basisteile **112** sind auf einem Substrat **110** ausgebildet.

**[0099]** Beim vorliegenden Beispiel ist das Substrat **110** ein Substrat aus Glas, ein Polyimidharz bildet die Basisteile **112**, und die Optikteile **114** bestehen aus einem UV-gehärteten Harz.

**[0100]** Um die Optikteile **114** gemäß der vorliegenden Erfindung zu befestigen, kann der Umfang der Optikteile **114** zusätzlich mittels eines Dichtmaterials **160** eingebettet sein (**Fig. 26**). Ebenso kann der Umfang der Optikteile **114** bei den folgenden Beispielen 2 und 3 auch, wo nötig, mit Hilfe eines Dichtmaterials **160** eingebettet sein. Das Dichtmaterial besteht vorzugsweise aus einem Material mit kleinerem Brechungsindex als das Material, aus dem die Optikteile **114** bestehen. Die Substanz des Dichtungsmaterials **160** ist nicht im einzelnen vorgeschrieben, aber es kann beispielsweise ein Harz verwendet werden.

##### 2. Verfahren zum Herstellen eines Mikrolinsensubstrats

**[0101]** Als nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen des Mikrolinsensubstrats **200** des vorliegenden Beispiels beschrieben. **Fig. 17(a)** bis **17(e)** sind ebenso wie **Fig. 18(a)** und **18(b)** Schnittansichten, in denen der Prozeß zum Herstellen des in **Fig. 15** bzw. **Fig. 16** gezeigten Mikrolinsensubstrats **200** schematisch dargestellt ist.

**[0102]** Zunächst wird nach dem Anbringen des Polyimidvorläufers auf dem Substrat **110**, welches aus einem Glassubstrat besteht, das Substrat **110** einer Wärmebehandlung bei etwa 150°C unterzogen (**Fig. 17(a)**). Hierdurch entsteht eine Harzschicht **112x**. Obwohl die Harzschicht **112x** ihre Gestalt zu

diesem Zeitpunkt beibehalten kann, wird sie doch nicht vollständig gehärtet.

Beispiel 2

## 1. Mikrolinsensubstrataufbau

**[0103]** Als nächstes wird nach dem Ausbilden einer Resistschicht R1 auf der Harzschicht **112x** ein photolithographischer Schritt unter Verwendung einer Maske **130** mit einem vorgeschriebenen Muster durchgeführt (**Fig. 17(b)**). Hierdurch entsteht eine Resistschicht R1 des vorgeschriebenen Musters (**Fig. 17(c)**).

**[0104]** Mit der Resistschicht R1 als Maske wird dann die Harzschicht **112x** mit einem Muster versehen, beispielsweise durch Naßätzen unter Verwendung einer alkalischen Lösung. Hierdurch werden die Basisteile **112** ausgebildet (**Fig. 17(d)**). Als nächstes wird die Resistschicht R1 abgestreift, und anschließend eine Wärmebehandlung bei etwa 350°C durchgeführt, wodurch die Basisteile **112** vollständig gehärtet werden (**Fig. 17(e)**).

**[0105]** Dann wird mit Hilfe eines Tintenstrahlkopfes **117** ein Tröpfchen **114b** eines flüssigen Materials zur Schaffung des Optikteils **114** auf die Oberseite **112a** jedes Basisteils **112** ausgestoßen, um den Optikteilvorläufer (Linsenvorläufer) **114a** zu erzeugen. Dieser Optikteilvorläufer **114a** wird durch ein anschließendes Härtingsverfahren in ein Optikteil **114** verwandelt (**Fig. 15** und **Fig. 16**). Zusätzlich wird beim vorliegenden Beispiel ein Fall beschrieben, bei dem als das flüssige Material ein Vorläufer aus ultraviolett gehärtetem Harz und ein Tintenstrahlverfahren als Verfahren zum Ausstoßen der Tröpfchen **114b** angewandt wird. Wo nötig, wird der Optikteilvorläufer **114a** der gewünschten Gestalt und Größe auf der Oberseite **112a** des Basisteils **112** durch Ausstoßen einer Vielzahl von Tröpfchen **114b** gebildet. Die Tröpfchen **114b** werden so lange ausgestoßen, bis ein Querschnitt des Optikteils **114** größer wird als ein Querschnitt der Oberseite **112a**.

**[0106]** Anschließend wird durch Bestrahlen des Optikteilvorläufers **114a** mit Ultraviolettstrahlen **115** der Optikteil **114** ausgebildet (**Fig. 18(b)**). Die Menge an Ultraviolettbestrahlung wird auf geeignete Weise entsprechend der Gestalt, Größe und dem Material des Optikteilvorläufers **114a** eingestellt. Die Optikteile (Linsen) **114** werden mit dem vorstehenden Verfahren geschaffen. So wird das Mikrolinsensubstrat **200** erhalten, welches den Optikteil **114** enthält (**Fig. 15** und **Fig. 16**).

**[0107]** Mit dem Mikrolinsensubstrat **200** des vorliegenden Beispiels und seinem Herstellungsverfahren wird die gleiche Wirkung erzielt wie mit dem optischen Bauelement und dessen Herstellungsverfahren.

**[0108]** **Fig. 19** ist eine Schnittansicht, in der ein Mikrolinsensubstrat **300** des Beispiels **2** schematisch gezeigt ist. **Fig. 20** ist eine Draufsicht, in der das in **Fig. 19** gezeigte Mikrolinsensubstrat **300** schematisch dargestellt ist. **Fig. 19** zeigt darüber hinaus schematisch einen Querschnitt längs der Linie A-A in **Fig. 20**.

**[0109]** Das Mikrolinsensubstrat **300** des vorliegenden Beispiels unterscheidet sich strukturell von dem Mikrolinsensubstrat **200** des Beispiels **1** dadurch, daß die Basisteile **132** eine markisenartige Form haben.

**[0110]** Die übrigen Bestandteile sind aber strukturell die gleichen wie die im Mikrolinsensubstrat **200** des Beispiels **1**, so daß deren Beschreibung hier weggelassen ist.

**[0111]** Die Basisteile **132** bestehen, wie die Basisteile **112** des Beispiels **1**, aus einem Polyimidharz. Wie in **Fig. 19** und **Fig. 20** gezeigt, haben die Basisteile **132** eine markisenartige Form. Mit anderen Worten, ein oberer Bereich **132c** der Basisteile **132** ist in umgekehrt verjüngter Gestalt ausgebildet. In diesem Fall wird ein spitzer Winkel  $\theta$  zwischen dem oberen Bereich **132a** jedes Basisteils und seiner Seitenfläche **132b** eingeschlossen (der Oberfläche innerhalb des Seitengliedes des Basisteils **132**, die an die Oberseite **132a** angrenzt). Entsprechend dieser Ausbildung kann der zwischen der Oberseite **132a** eines Basisteils und der Seitenfläche **132** eingeschlossene Winkel  $\theta$  kleiner gewählt werden. Dadurch kann zuverlässig verhindert werden, daß die Seitenfläche **132b** der Basisteile **132** durch Tröpfchen benetzt wird. Es können also zuverlässig Optikteile **114** geschaffen werden, die die gewünschte Gestalt und Größe haben.

## 2. Verfahren zum Herstellen eines Mikrolinsensubstrats

**[0112]** Als nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen des Mikrolinsensubstrats **300** gemäß dem vorliegenden Beispiel beschrieben. Die **Fig. 21(a)** bis **21(e)** sind Schnittansichten, in denen das Verfahren zum Herstellen des in **Fig. 19** bzw. **Fig. 20** gezeigten Mikrolinsensubstrats **300** schematisch dargestellt ist.

**[0113]** Das Verfahren zum Herstellen des Mikrolinsensubstrats **300** des vorliegenden Beispiels ist das gleiche wie das Verfahren zum Herstellen des Mikrolinsensubstrats **200** nach Beispiel **1**, mit Ausnahme eines Schrittes, mit dem den Basisteilen **132** ein Muster verliehen wird. Aus diesem Grund betrifft die folgende Beschreibung in erster Linie den Schritt zur

Bemusterung der Basisteile **132**.

**[0114]** Nachdem die Harzschicht **112x** auf dem aus einem Glassubstrat bestehenden Substrat **110** ausgebildet wurde, wird die Resistschicht R1 in einem vorgeschriebenen Muster gebildet (**Fig. 21(a)–Fig. 21(c)**). Die Schritte bis zu diesem Punkt sind die gleichen wie bei dem im Beispiel 1 beschriebenen Herstellungsverfahren.

**[0115]** Dann wird das Substrat **110** einer Wärmebehandlung bei einer Temperatur (zum Beispiel 130°C) unterzogen, die gerade niedrig genug ist, die Eigenschaften des Resistmaterials nicht zu ändern. Bevorzugt wird bei dieser Wärmebehandlung die Oberseite der Harzschicht **112x** (die Seite der Resistschicht R1) stärker gehärtet als der Teil der Harzschicht **112x**, der dem Substrat **110** näher ist, indem Wärme von der Oberseite der Harzschicht **112x** aus aufgebracht wird.

**[0116]** Beim anschließenden Naßätzen der Harzschicht **112x** wird die Resistschicht R1 als Maske benutzt. In diesem Schritt ist die Zone unmittelbar unterhalb der Resistschicht, das heißt der obere Teil der Harzschicht **112x** beständiger gegen Ätzen, weil das Ätzmittel hier langsamer als in anderen Zonen eindringt. Darüber hinaus wird durch die Wärmebehandlung der der Oberseite nähere Bereich der Harzschicht **112x** stärker gehärtet als der Bereich, der dem Substrat **110** näher ist. In dem der Oberseite nahen Bereich der Harzschicht **112x** ist also die Naßätzgeschwindigkeit langsamer als in dem Bereich auf seiten des Substrats **110**. Da während des Naßätzschrittes die Naßätzgeschwindigkeit im Bereich der Harzschicht **112x** in der Nähe der Oberseite folglich langsamer ist als im Bereich auf seiten des Substrats **110** bleibt von der Harzschicht **112x** im Bereich der Oberseite mehr übrig als im Bereich auf seiten des Substrats **110**. Basisteile **132**, deren oberer Bereich **132c** eine umgekehrt verjüngte Gestalt hat, werden auf diese Weise erhalten (**Fig. 21(d)**). Als nächstes wird die Resistschicht R1 abgestreift (**Fig. 21(e)**).

**[0117]** Die anschließenden Schritte sind wieder die gleichen wie bei dem im Beispiel 1 beschriebenen Herstellungsverfahren. Hierdurch wird das Mikrolinsensubstrat **300** erhalten (**Fig. 19** und **Fig. 20**).

**[0118]** Das Mikrolinsensubstrat **300** des vorliegenden Beispiels und dessen Herstellungsverfahren erbringen die gleiche Wirkung wie die des optischen Bauelements und dessen Herstellungsverfahren.

### Beispiel 3

#### 1. Mikrolinsensubstrataufbau

**[0119]** **Fig. 22** ist eine Schnittansicht, in der ein Mi-

krolinsensubstrat **400** des Beispiels 3 schematisch gezeigt ist. **Fig. 23** ist eine Draufsicht, in der das in **Fig. 22** gezeigte Mikrolinsensubstrat **400** schematisch dargestellt ist. Ferner zeigt **Fig. 22** schematisch einen Querschnitt längs der Linie A-A in **Fig. 23**.

**[0120]** Wie aus **Fig. 22** hervorgeht, hat das Mikrolinsensubstrat **400** des vorliegenden Beispiels eine Konfiguration, die sich von der des Beispiels **1** insofern unterscheidet, als Basisteile **152** so ausgebildet sind, daß sie mit dem Substrat **110** einstückig und aus dem gleichen Material (Glassubstrat) wie das Substrat **110** gemacht sind. Die übrigen Bestandteile sind strukturell allerdings dieselben wie im Mikrolinsensubstrat **200** des Beispiels **1**, so daß deren Beschreibung hier weggelassen wird.

#### 2. Verfahren zum Herstellen eines Mikrolinsensubstrats

**[0121]** Als nächstes wird das Verfahren zum Herstellen des Mikrolinsensubstrats **400** gemäß dem vorliegenden Beispiel beschrieben. **Fig. 24(a)** bis **24(e)** sind Schnittansichten, in denen das Verfahren zum Herstellen des in **Fig. 22** bzw. **Fig. 23** gezeigten Mikrolinsensubstrats **400** schematisch gezeigt ist.

**[0122]** Zunächst wird das Substrat **110**, welches aus einem Glassubstrat besteht, mit einem Trockenfilmresist (DFR) beschichtet (**Fig. 24(a)**).

**[0123]** Dann wird unter Benutzung einer Maske **230** des vorgeschriebenen Musters ein photolithographischer Schritt durchgeführt (**Fig. 24(b)**). Dadurch entsteht eine Resistschicht R2 des vorgeschriebenen Musters (**Fig. 24(c)**).

**[0124]** Anschließend wird unter Zuhilfenahme der Resistschicht R2 als Maske ein Muster auf dem Substrat **110**, welches aus einem Glassubstrat besteht, erzeugt (**Fig. 24(d)**). Durch diese Bemusterung werden die Basisteile **152** so ausgebildet, daß sie mit dem Substrat **110** integriert sind. Mit anderen Worten, einander benachbarte Basisteile **152** sind durch eine Rinne voneinander getrennt.

**[0125]** Zu möglichen Verfahren für die Erzeugung von Mustern gehört beispielsweise das Naßätzen mit Fluorwasserstoffsäure, Ionenstrahlätzen, Mikroerzeugung mittels eines Lasers, Sandstrahlverfahren und so weiter. Um relativ große Flächenbereiche mit Mustern zu versehen, gehören Sandstrahlverfahren zu den wirksameren Techniken. Ein Sandstrahlverfahren ist eine Technik, bei der das Ätzen dadurch geschieht, daß das Werkstück mit Teilchen bestrahlt wird, deren Durchmesser von 1 Mikron bis zu einigen zehn Mikron reicht, damit können Auflösungen von etwa 20 Mikron erreicht werden. Beispiele für Material, aus dem Teilchen im Sandstrahlverfahren benutzt werden können, sind SiC und AlO<sub>2</sub> und so weiter. Als

nächstes wird die Resistschicht R2 abgestreift (Fig. 24(e)).

[0126] Die darauf folgenden Schritte sind die gleichen wie bei dem im Beispiel 1 beschriebenen Herstellungsverfahren. Hierdurch wird das Mikrolinsensubstrat 400 erhalten (Fig. 22 und Fig. 23).

[0127] Das Mikrolinsensubstrat 400 gemäß dem vorliegenden Beispiel und sein Herstellungsverfahren bieten die gleiche Wirkung wie die des optischen Bauelements und dessen Herstellungsverfahren.

#### Beispiel 4

##### 1. Ein Verfahren zum Entfernen der Optikteile 114

[0128] Beispiel 4 beschreibt ein Verfahren zum Entfernen der Optikteile 114 von dem im Beispiel 1 erhaltenen Mikrolinsensubstrat 200. Fig. 25(a) und Fig. 25(b) sind Schnittansichten, die jeweils schematisch ein Verfahren zum Entfernen der Optikteile 114 des vorliegenden Beispiels darstellen. Die entfernten Optikteile 114 können unabhängig als Teil einer anderen Vorrichtung verwendet werden. Im einzelnen kann der Optikteil 114 als eine Kugellinse, als ein Teil einer anderen Vorrichtung benutzt werden.

[0129] Zunächst wird auf den Optikteilen 114 des Mikrolinsensubstrats 200 aus Beispiel 1 eine Klebefolie 150 angeordnet (Fig. 25(a)). Dann werden die Optikteile 114 durch Abziehen der Klebefolie 150 von dem Basisteil 112 entfernt (Fig. 25(b)). Die Optikteile 114 können mit dem genannten Verfahren abgenommen werden. Wenn die Oberseite 112a der Basisteile 112 mit einer abweisenden Flüssigkeit vorbehandelt wurde, erleichtert das die Abnahme.

[0130] Mit dem vorliegenden Beispiel wird ein Verfahren zum Entfernen der Optikteile 114 vom Mikrolinsensubstrat 200 aus Beispiel 1 beschrieben. Aber das Verfahren gemäß dem vorliegenden Beispiel kann auch angewandt werden, um die Optikteile 114 von den Mikrolinsensubstraten 300, 400 aus den Beispielen 2 und 3 zu entfernen.

[0131] Außerdem wird mit dem vorliegenden Beispiel ein Verfahren zum Entfernen von als Linsen wirkenden Optikteilen vom Mikrolinsensubstrat beschrieben. Aber ein Verfahren ähnlich dem des vorliegenden Beispiels kann auch in Fällen angewandt werden, in denen vom optischen Bauelement Optikteile entfernt werden sollen, die andere Funktionen als die von Linsen haben.

#### Patentansprüche

1. Mikrolinsenstruktur, umfassend:  
ein Basisteil (112) auf einem Substrat (110);  
ein Optikteil (114) auf der Oberfläche des Basisteils

(112),  
wobei der Bereich der Oberfläche des Basisteils (112) gleich oder kleiner als der maximale Breitenbereich der Projektion des Optikteils (114) auf das Substrat ist,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Umfang des Optikteils (114) unter Verwendung eines Dichtmaterials (160) eingebettet ist.

2. Mikrolinsenstruktur gemäß Anspruch 1, bei der das Dichtmaterial (160) aus einem Material besteht, dessen Brechungsindex kleiner als der des Materials des Optikteils (114) ist.

3. Mikrolinsenstruktur gemäß Anspruch 1, bei der das Optikteil (114) eine Mikrolinse ist, und die Mikrolinsenstruktur ein Mikrolinsensubstrat (160) ist.

4. Verwendung der Mikrolinsenstruktur gemäß Anspruch 3 in einer Anzeigevorrichtung.

5. Verwendung der Mikrolinsenstruktur gemäß Anspruch 3 in einer Abbildungsvorrichtung.

6. Mikrolinsenstruktur gemäß Anspruch 1, bei der das Optikteil aus einem UV-härtbaren Harz zusammengesetzt ist.

7. Mikrolinsenstruktur gemäß Anspruch 1, bei der das Optikteil aus einem wärmehärtbaren Harz zusammengesetzt ist.

8. Mikrolinsenstruktur gemäß Anspruch 1, bei der das Optikteil als Polarisationsselement wirkt.

9. Mikrolinsenstruktur gemäß Anspruch 1, bei der das Optikteil als Strahlenteiler wirkt.

10. Mikrolinsenstruktur gemäß Anspruch 1, bei der die Oberfläche des Basisteils eine gekrümmte Oberfläche ist.

11. Mikrolinsenstruktur gemäß Anspruch 1, bei der der zwischen der Oberfläche des Basisteils und einer Fläche eines Seitenabschnitts des Basisteils, die die Oberfläche kontaktiert, gebildete Winkel ein spitzer Winkel ist.

Es folgen 21 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

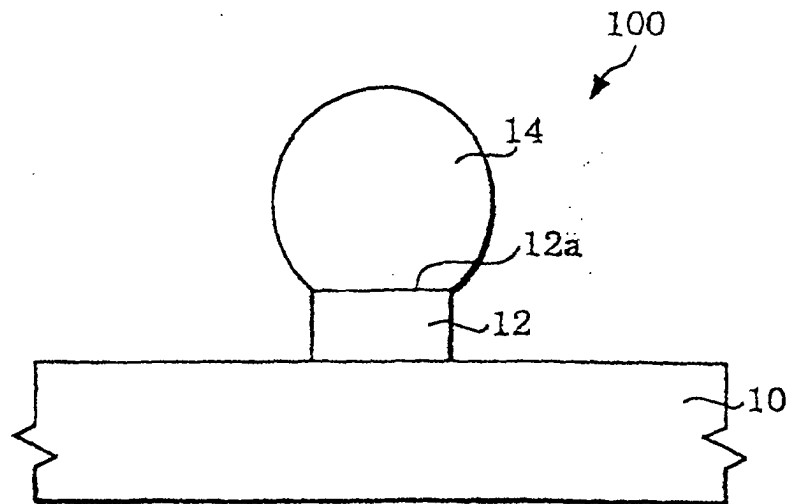


FIG. 2

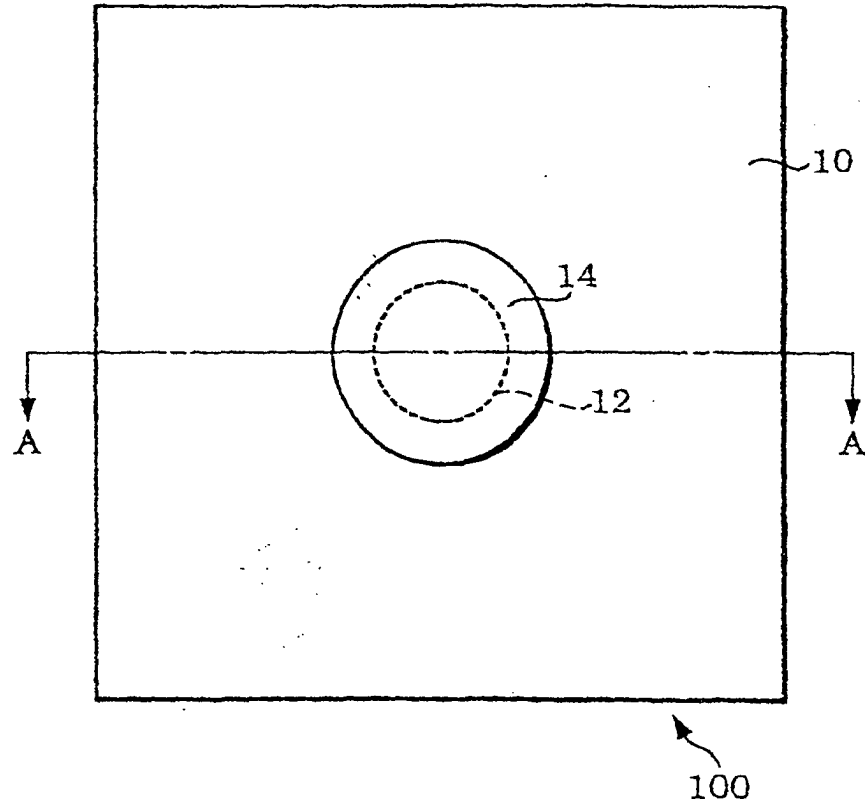


FIG. 3

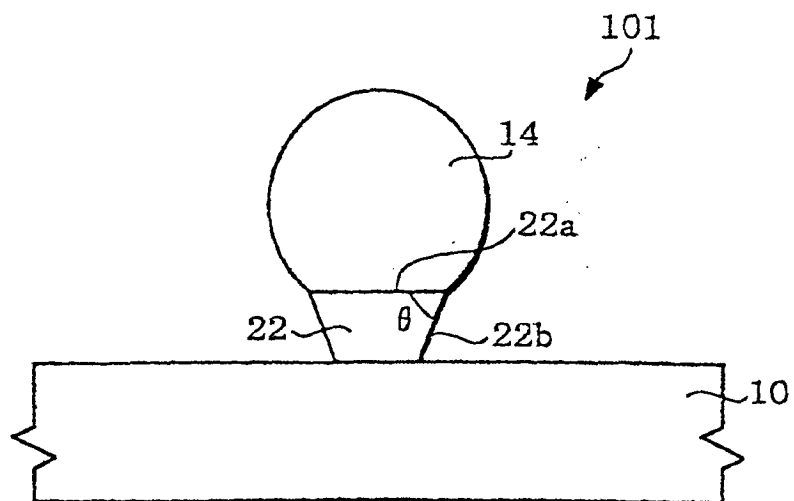


FIG. 4

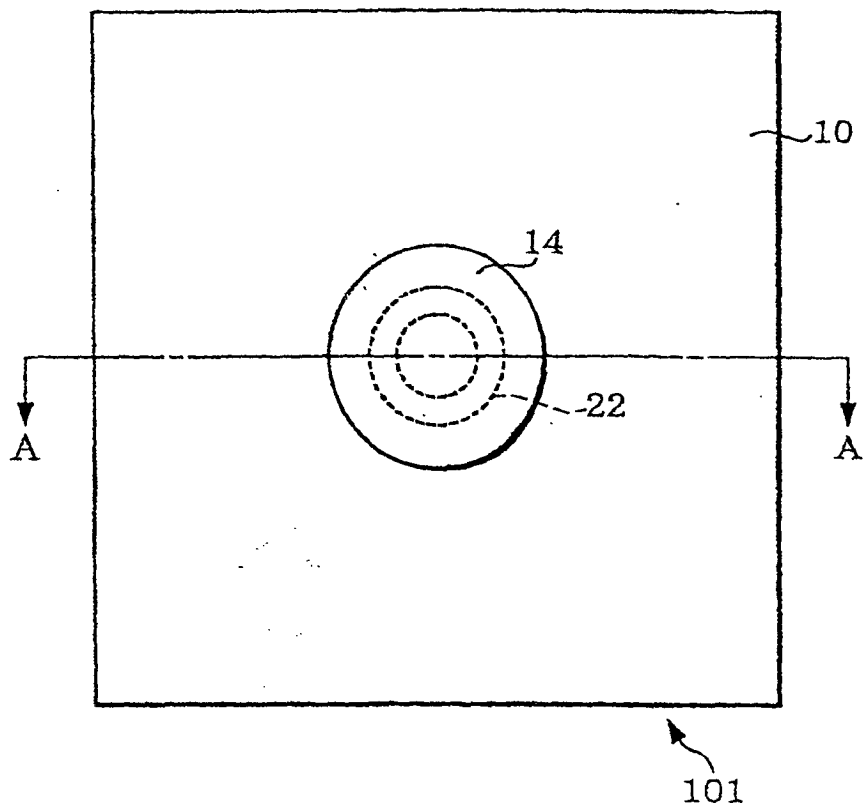




FIG. 5

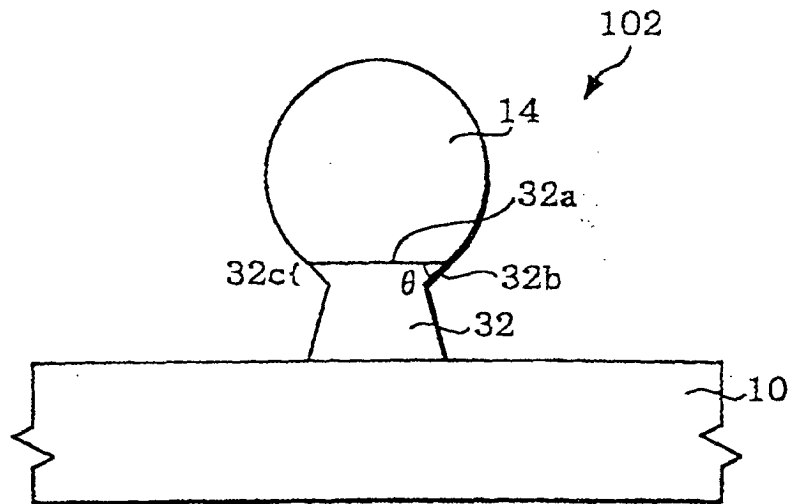


FIG. 6

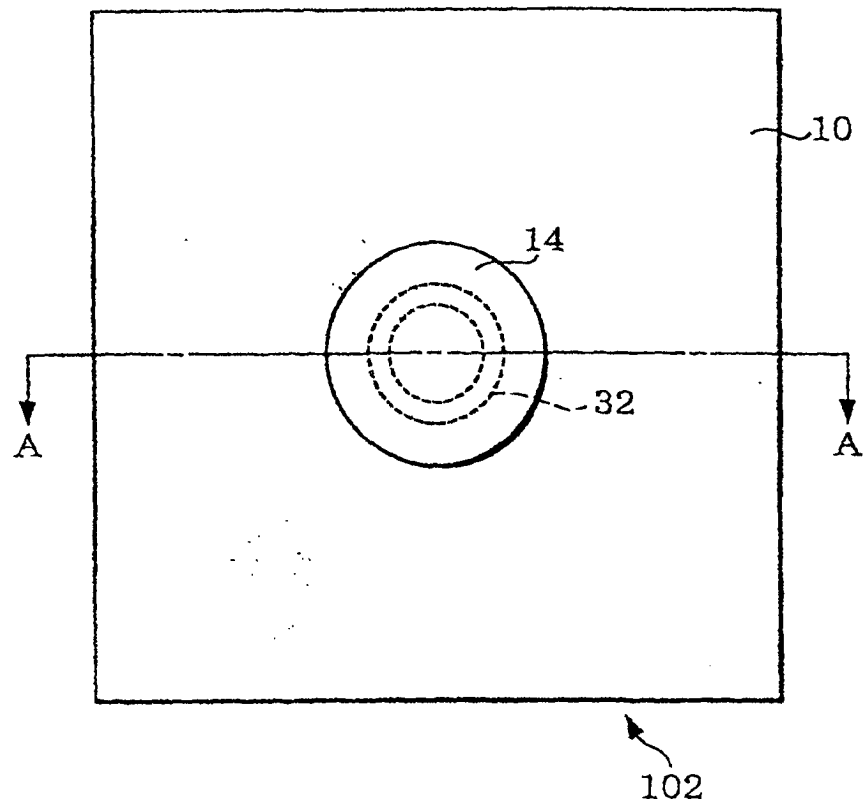


FIG. 7

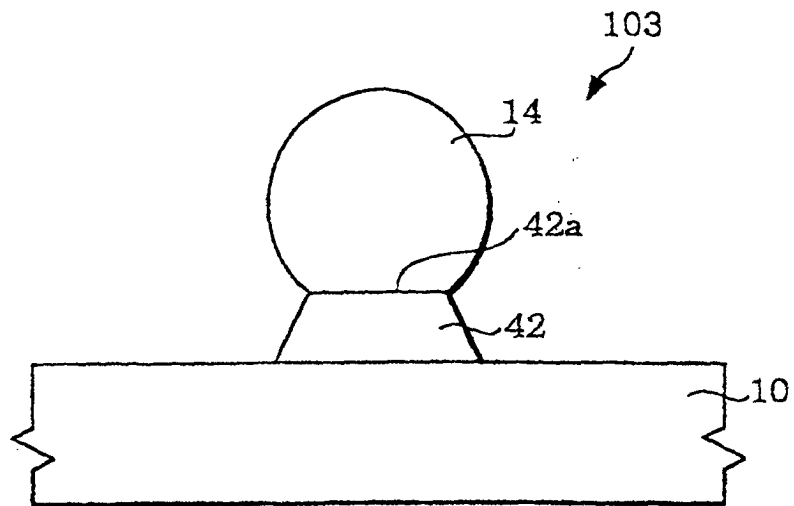


FIG. 8

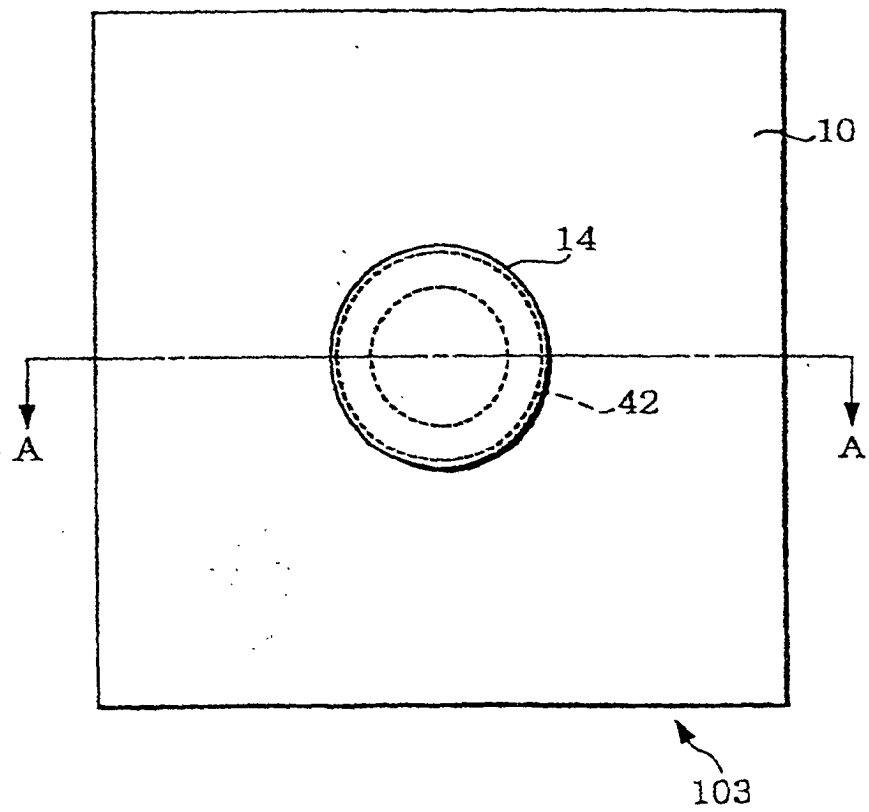


FIG. 9

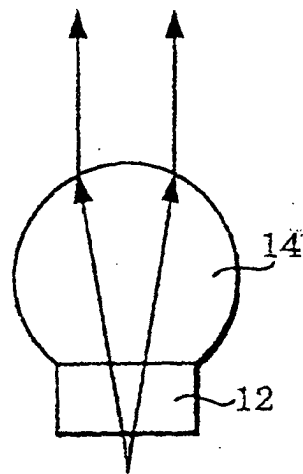


FIG. 10

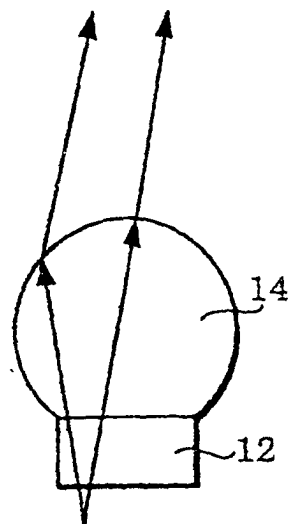


FIG. 11

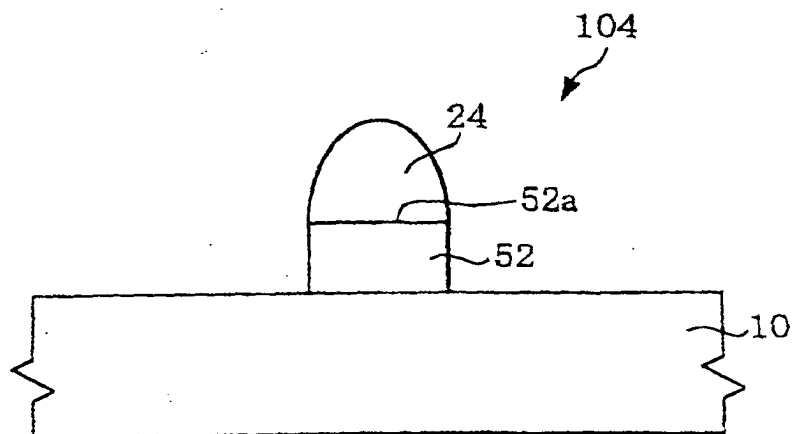


FIG. 12

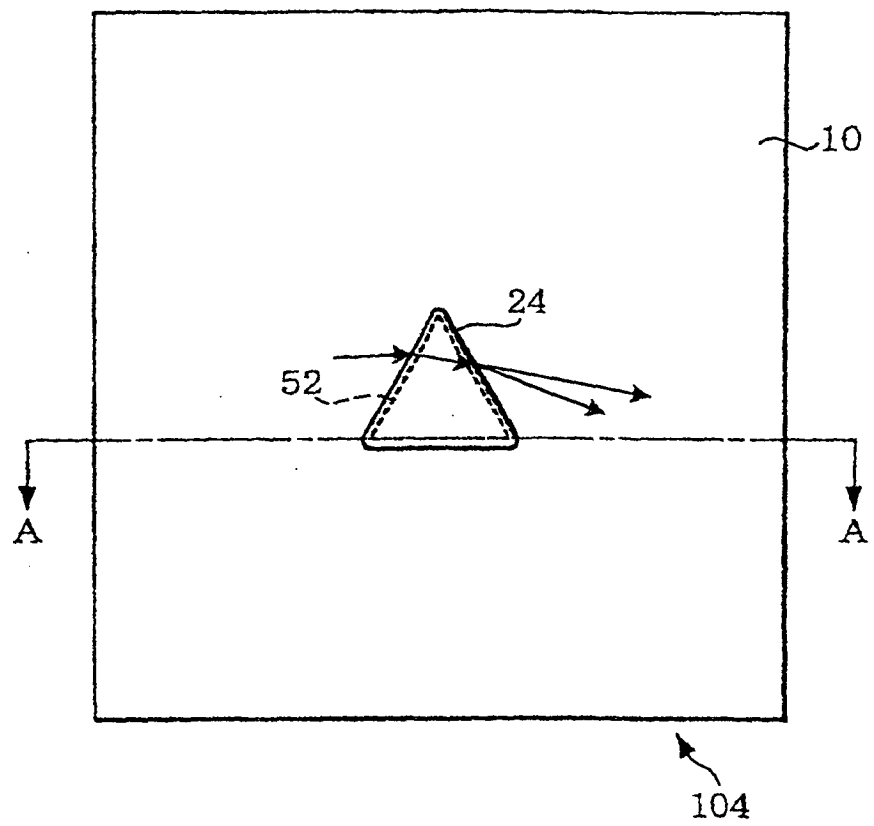
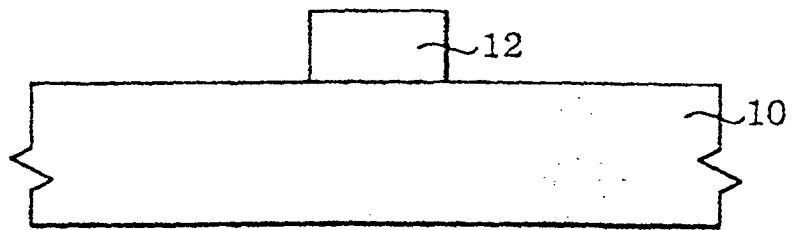
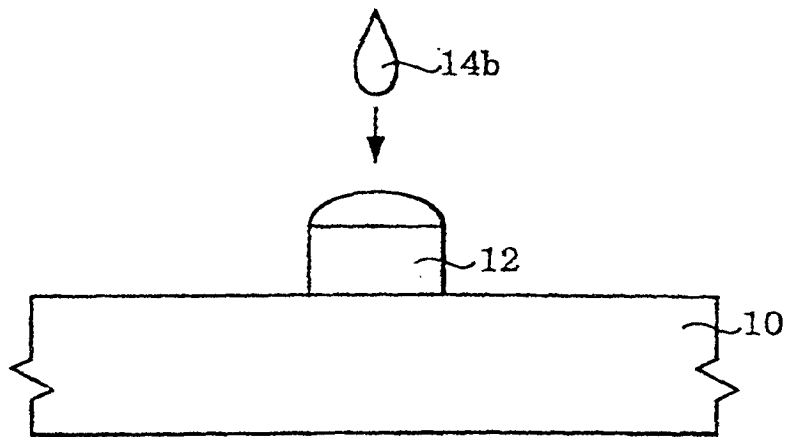


FIG. 13

(a)



(b)



(c)

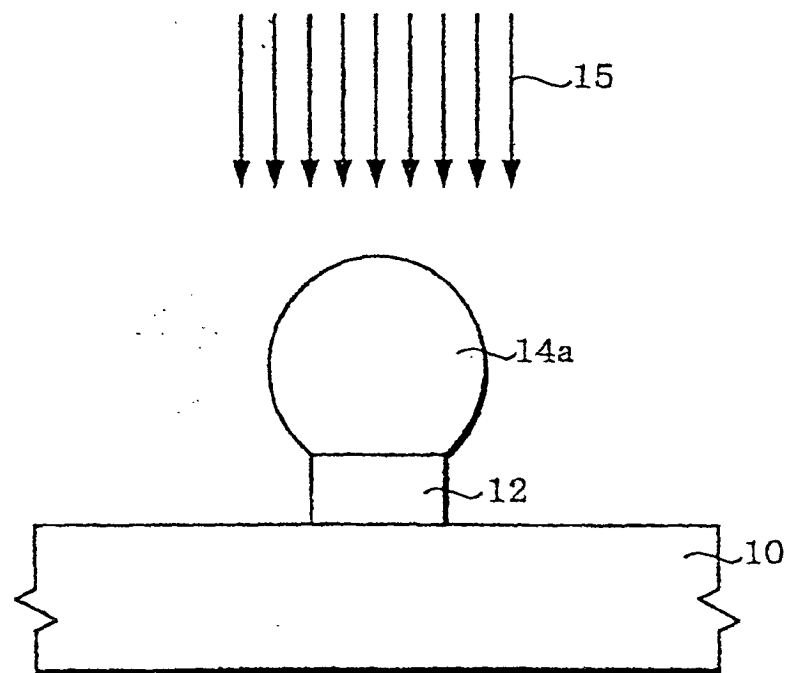


FIG. 14

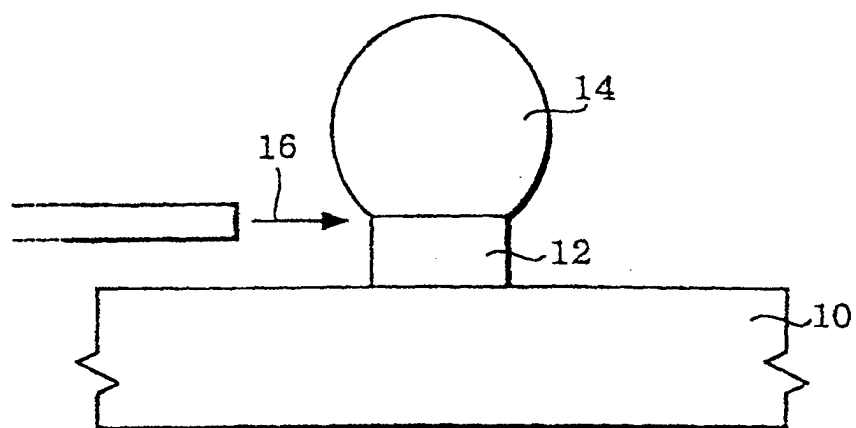


FIG. 15

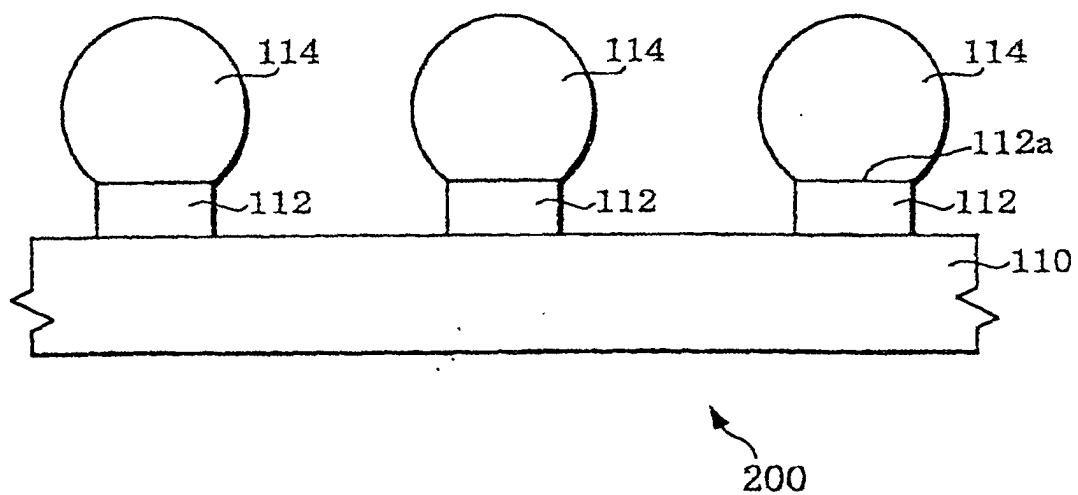




FIG. 16

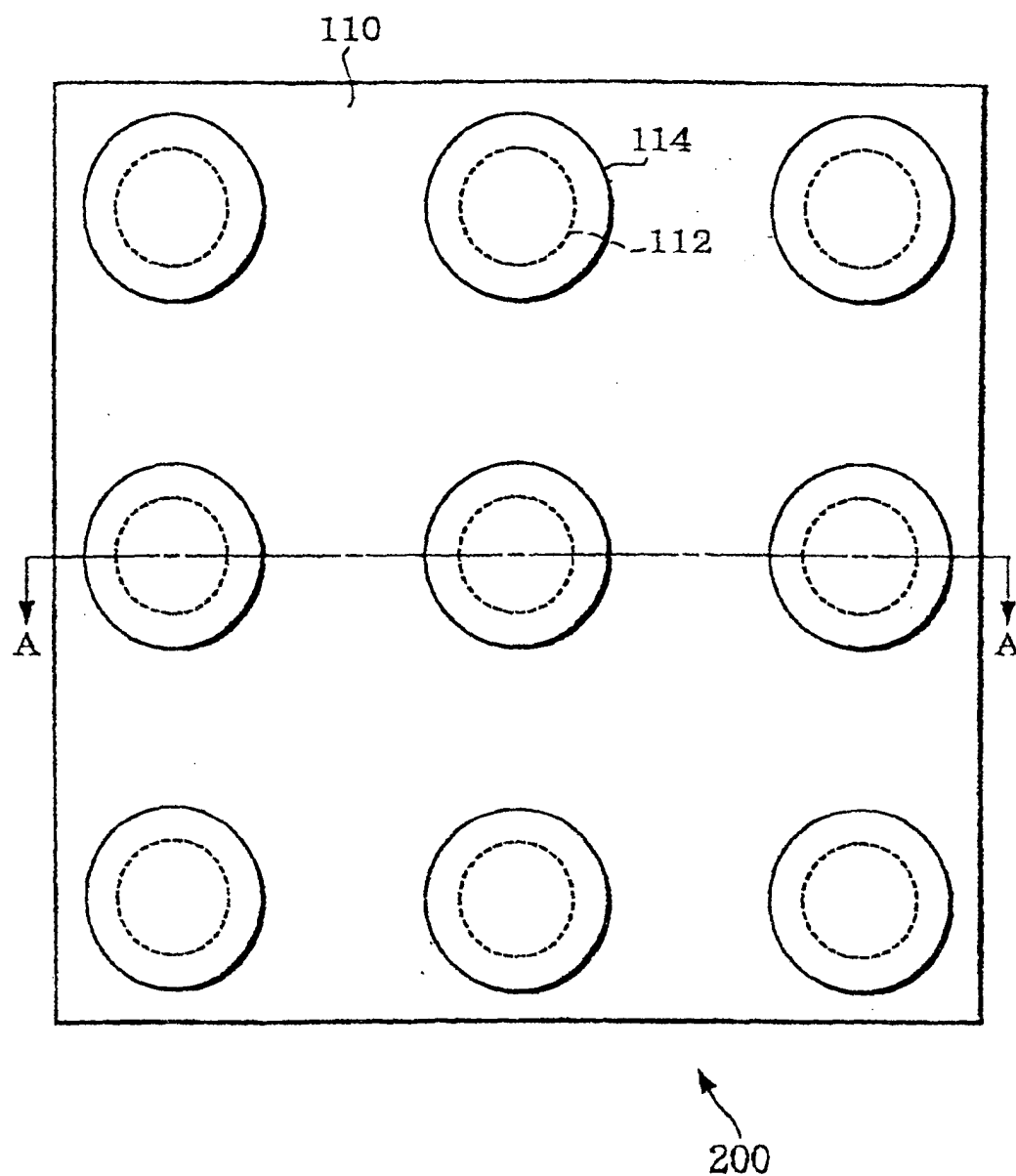
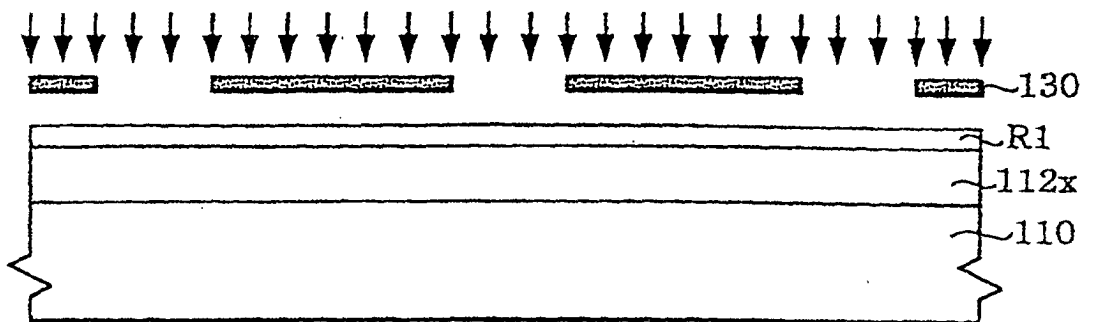


FIG. 17

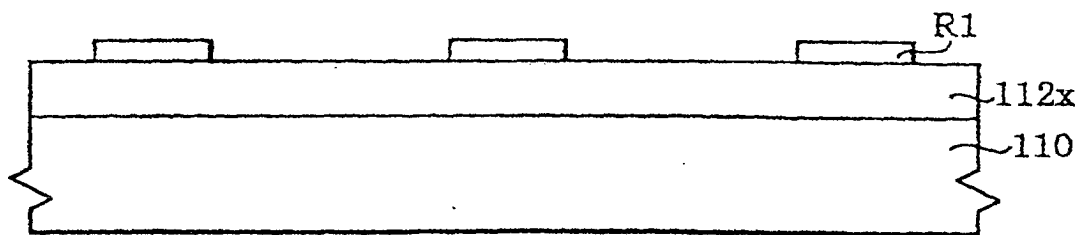
(a)



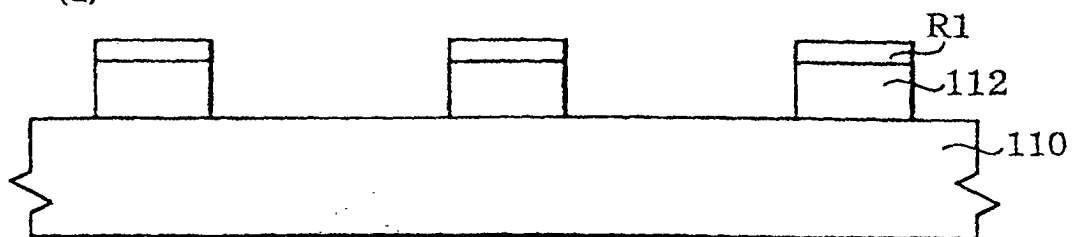
(b)



(c)



(d)



(e)

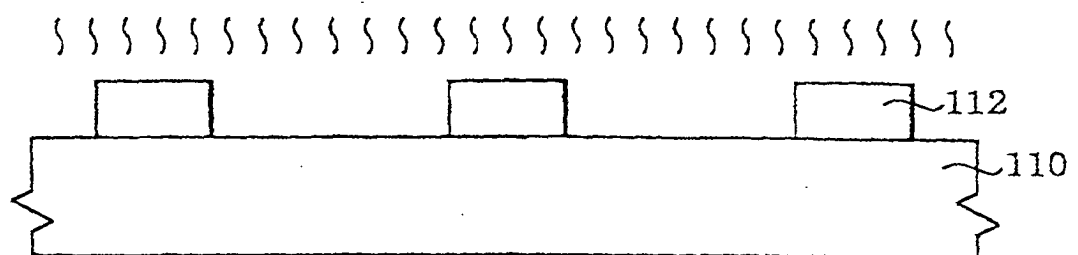
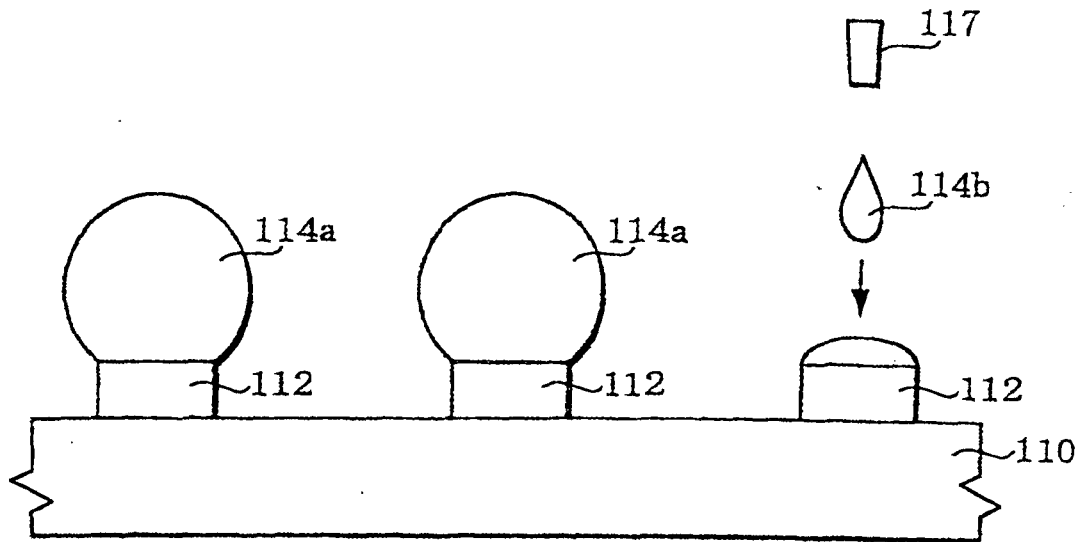


FIG. 18

(a)



(b)

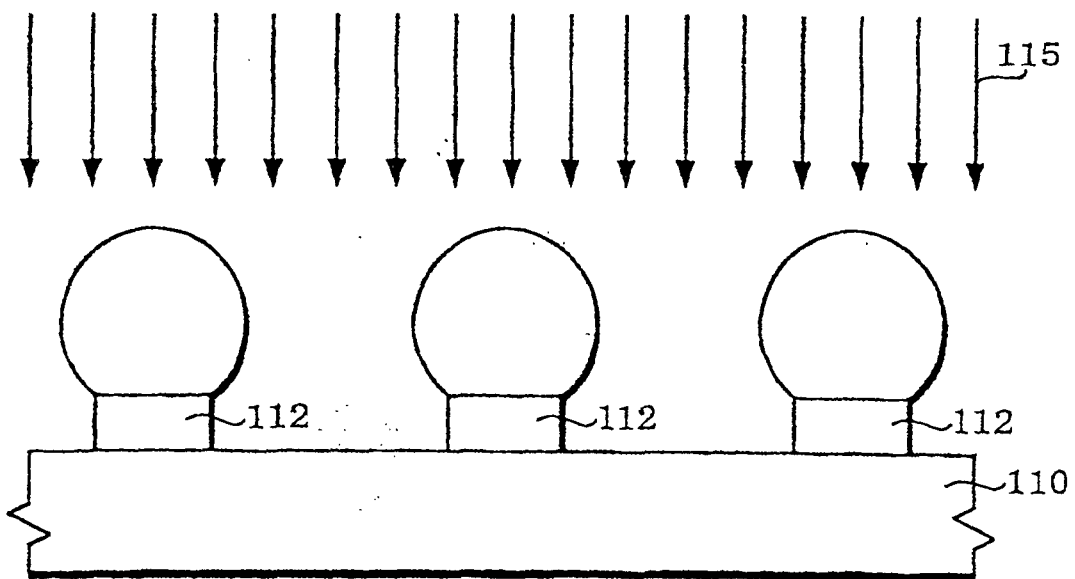


FIG. 19

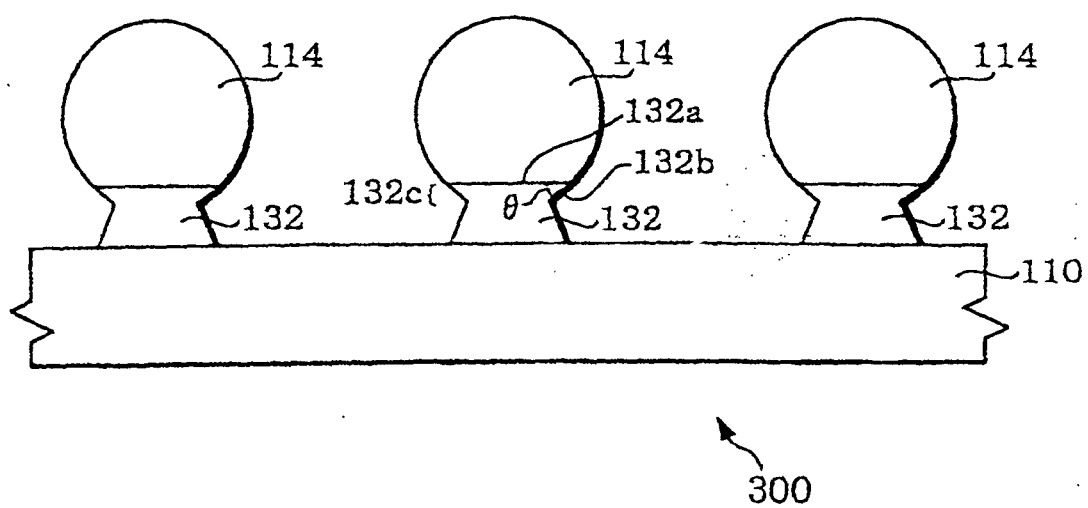


FIG. 20

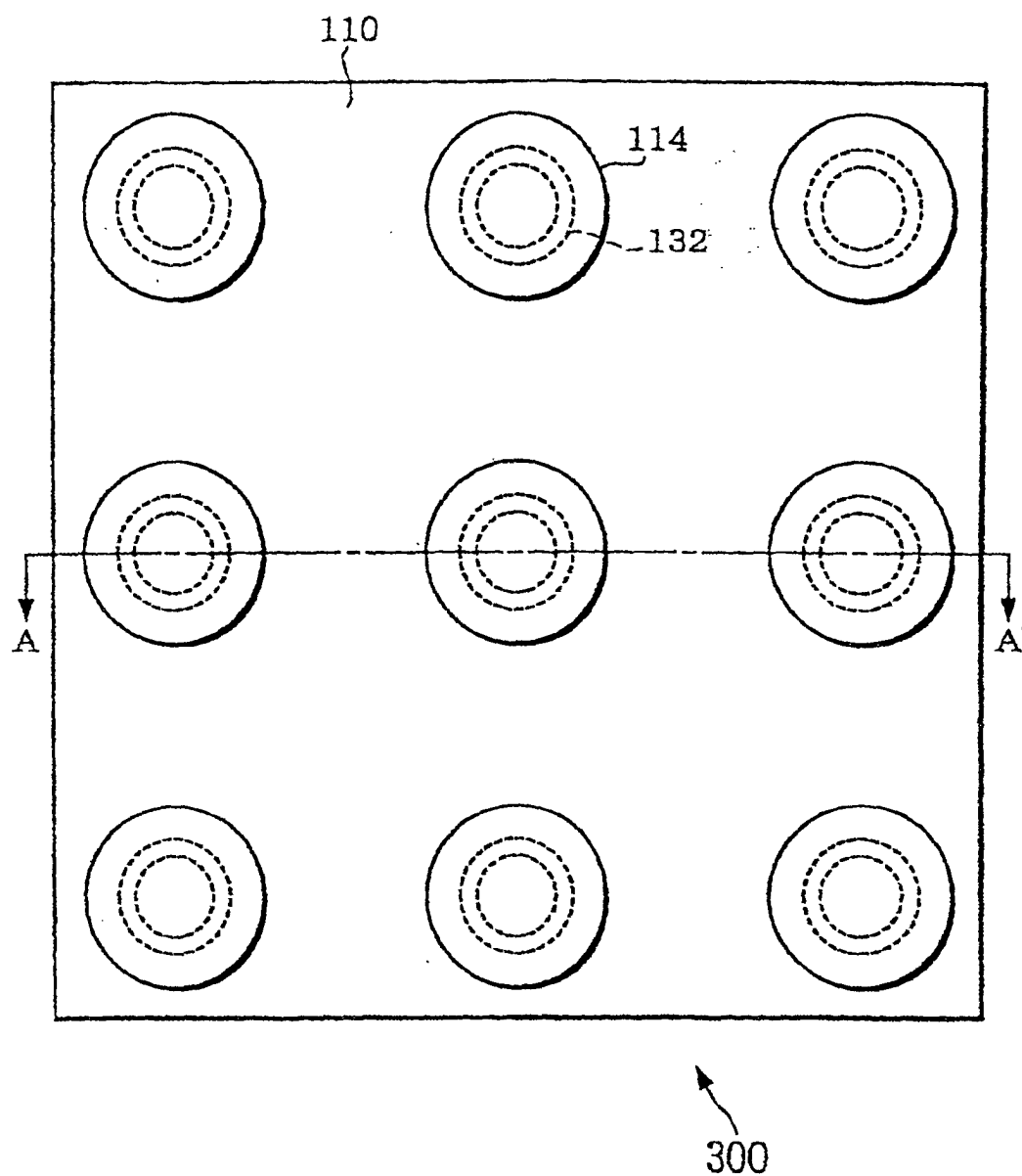


FIG. 21

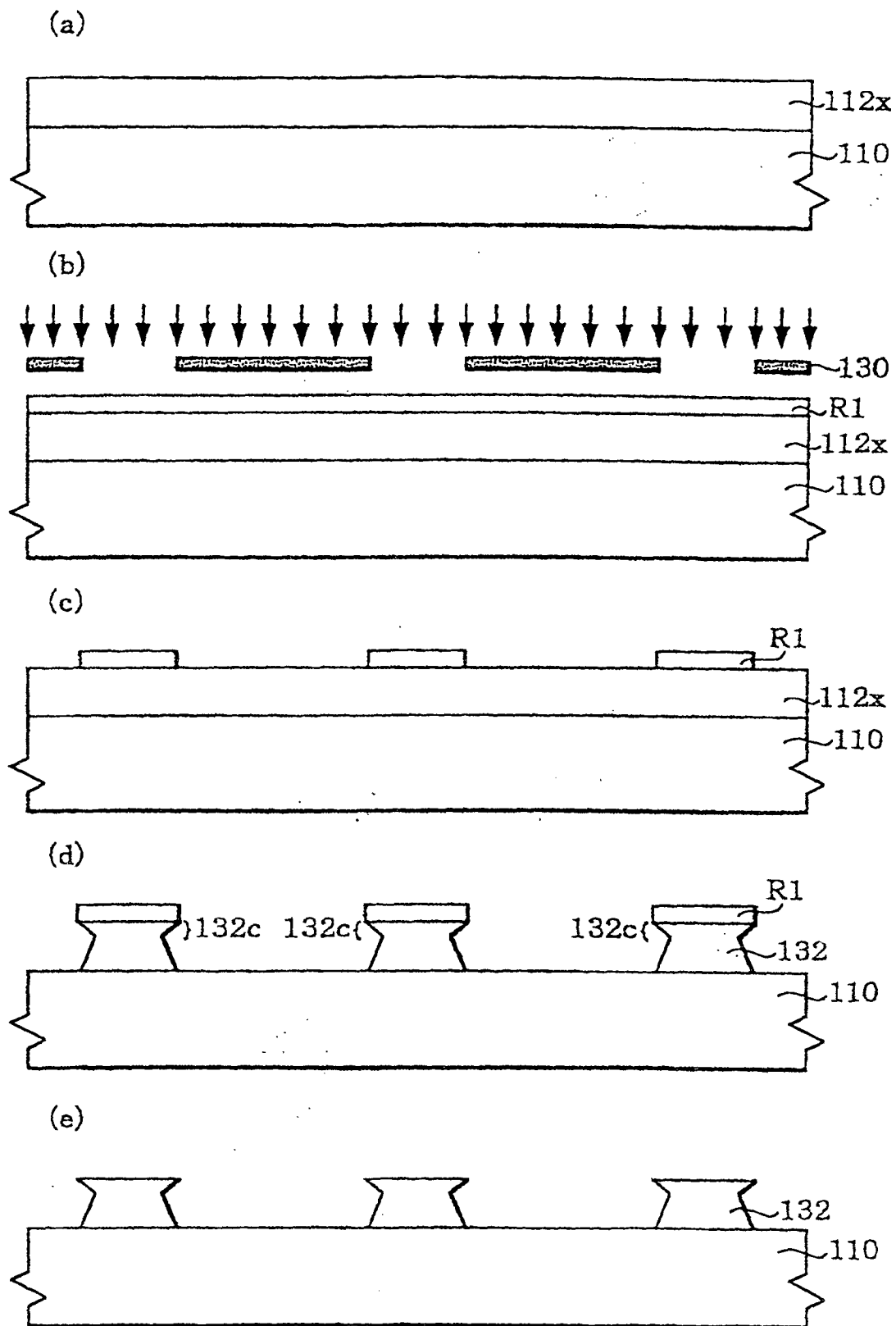




FIG. 22

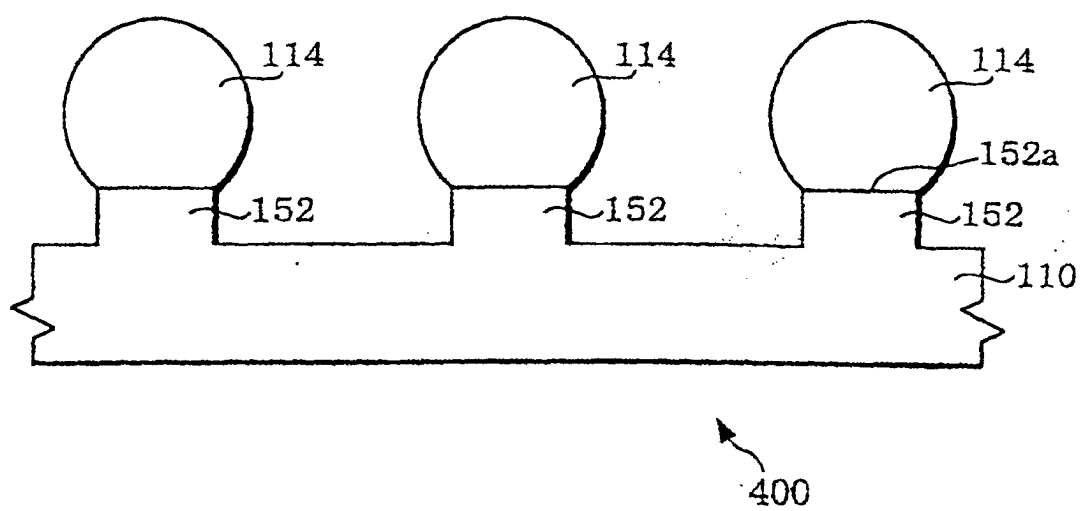


FIG. 23

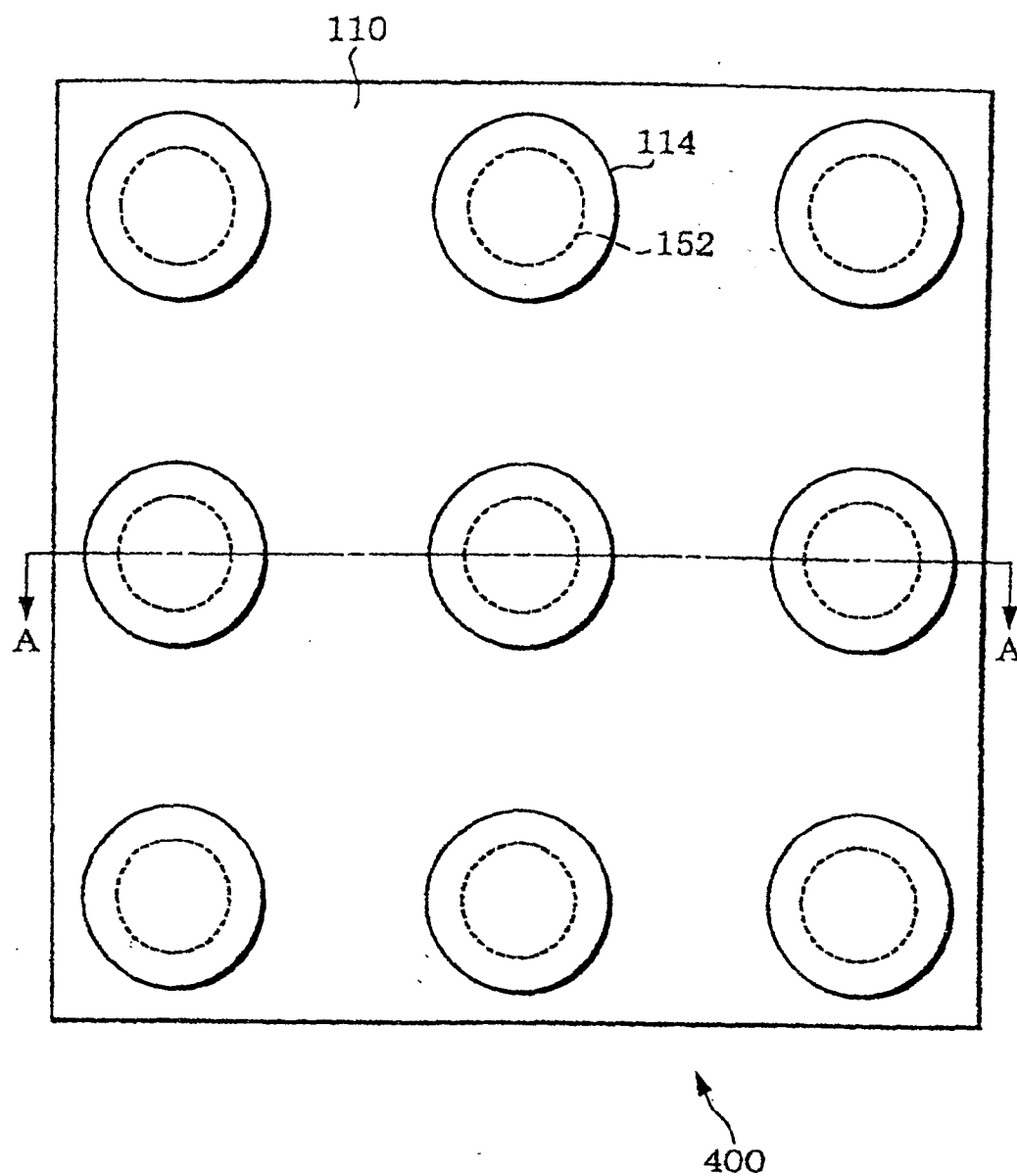


FIG. 24

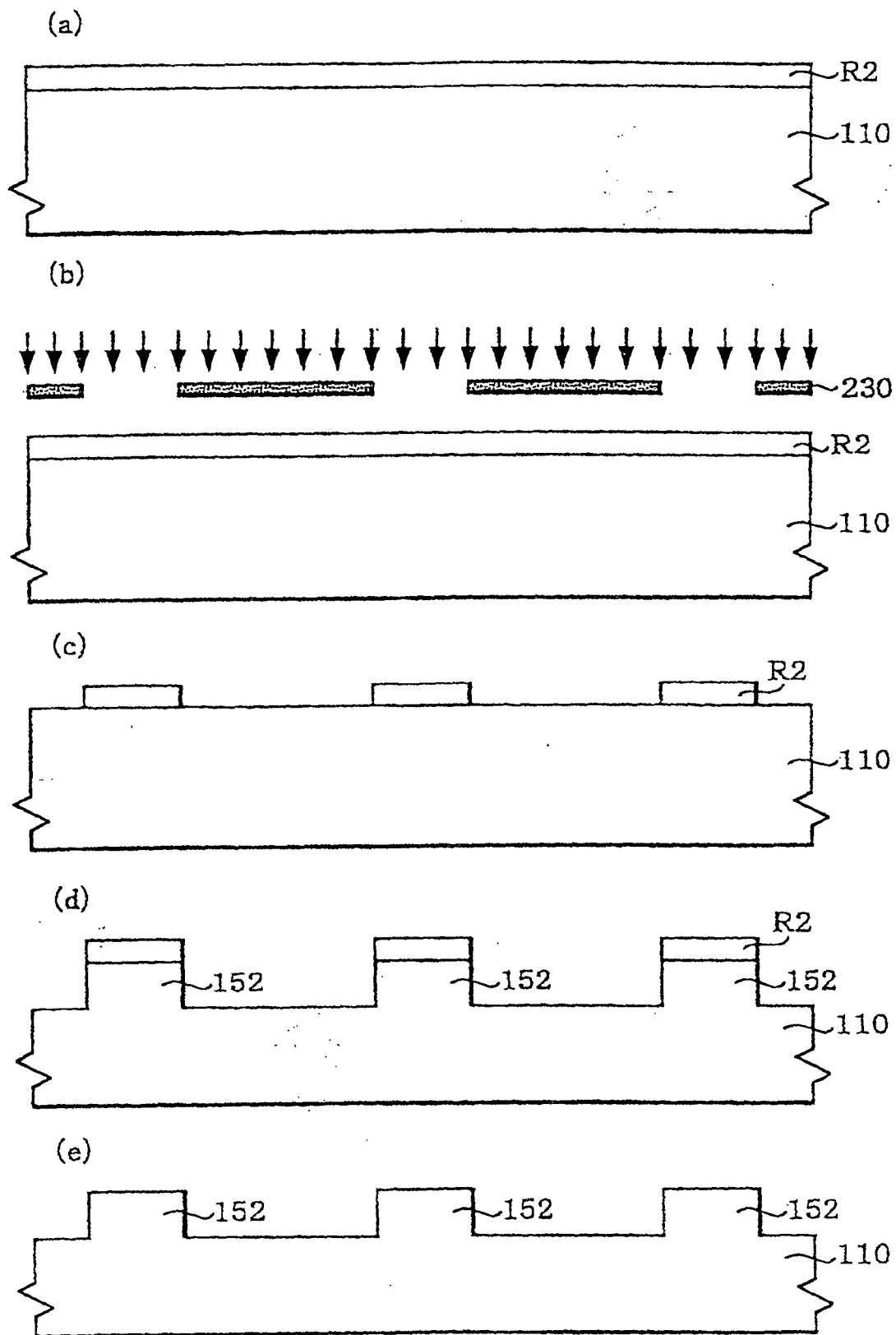


FIG. 25

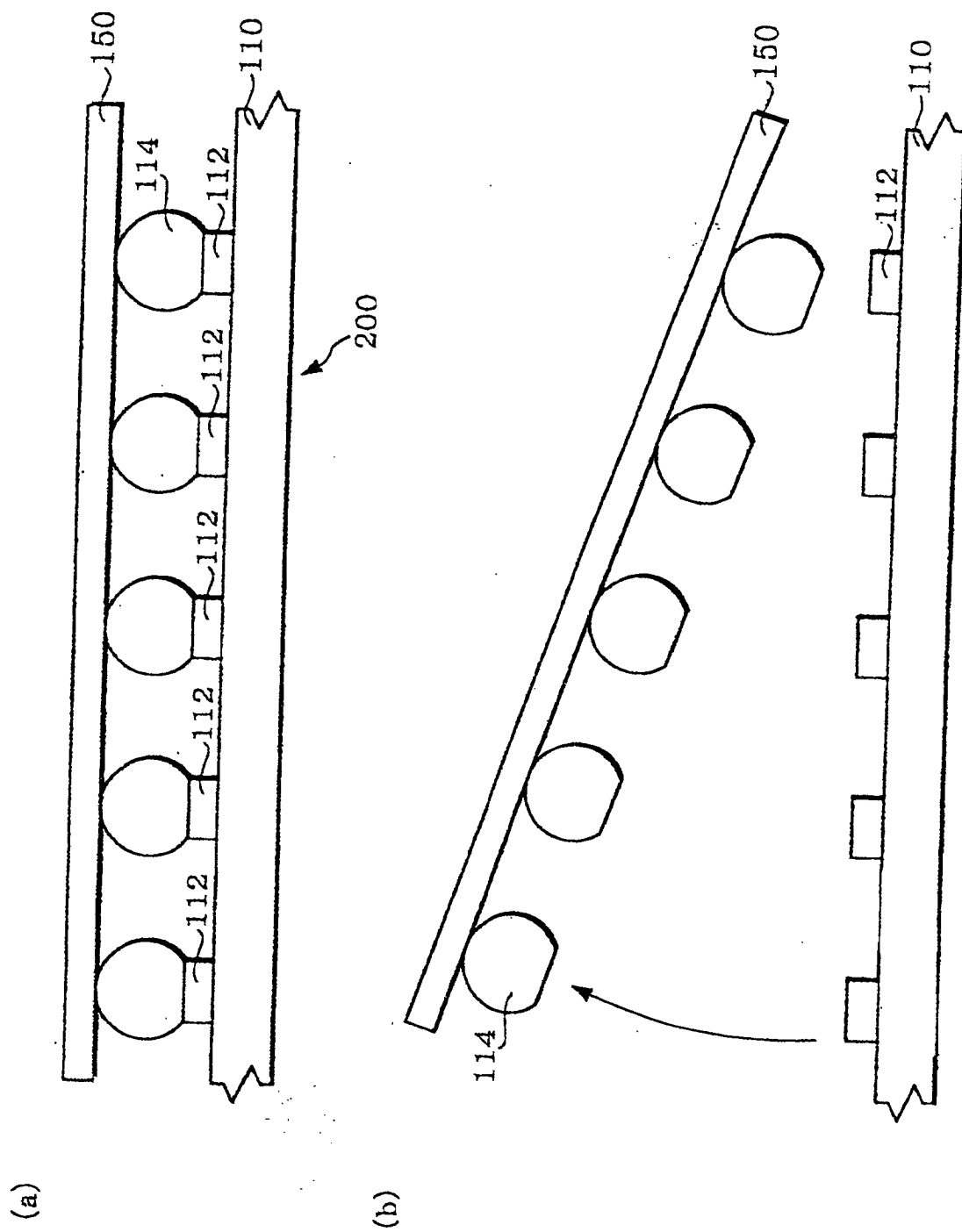


FIG. 26

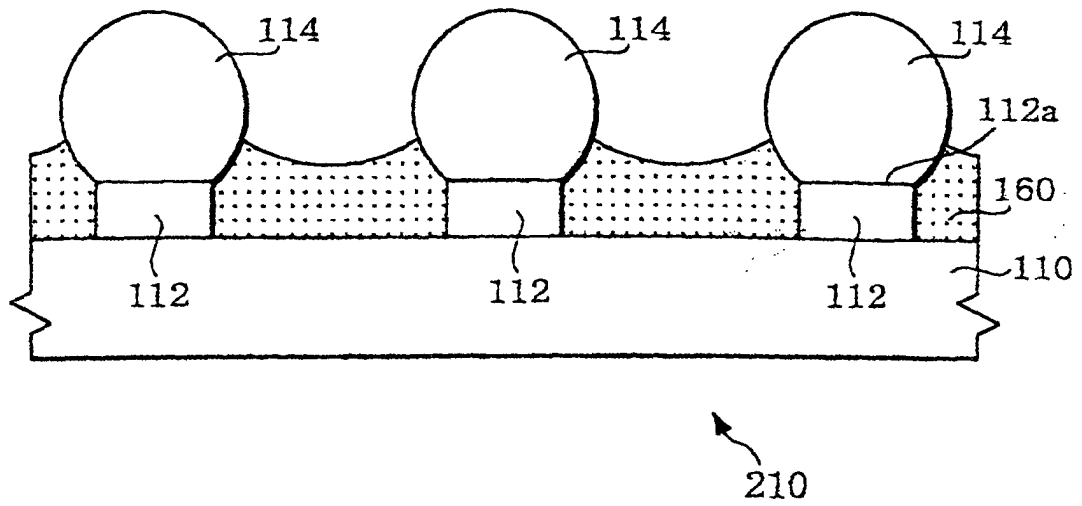


FIG. 27

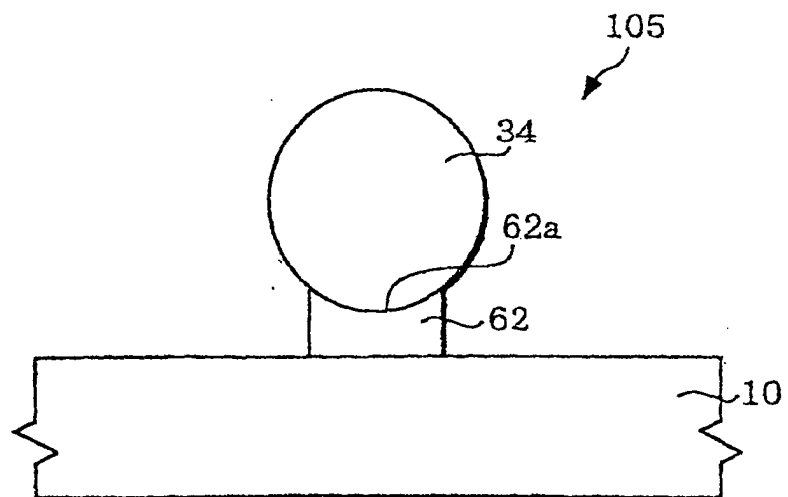


FIG. 28

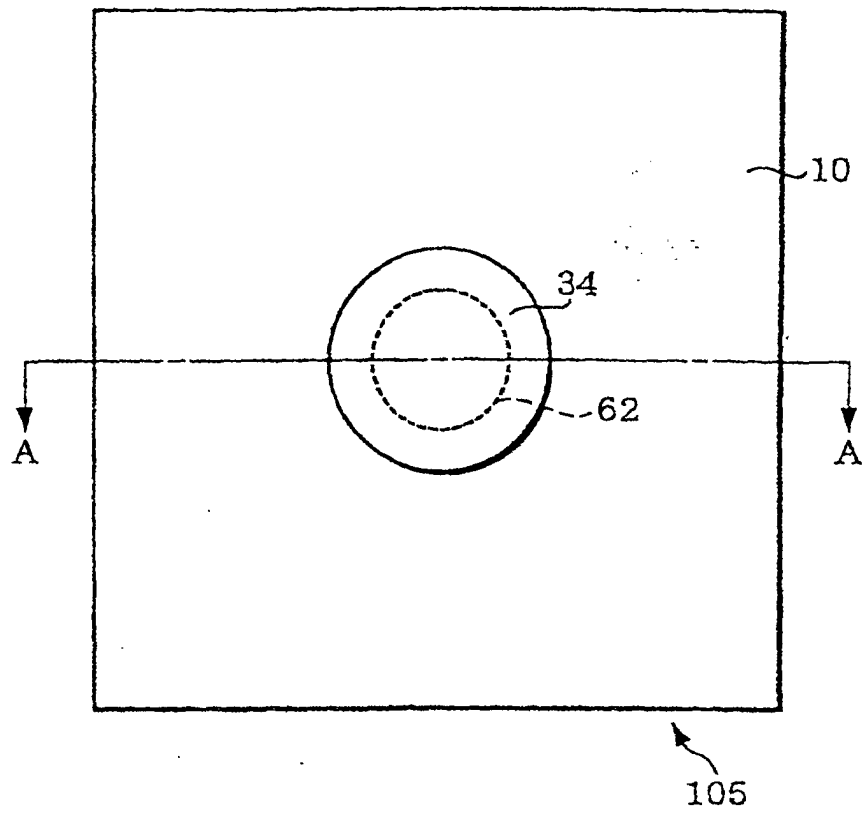


FIG. 29

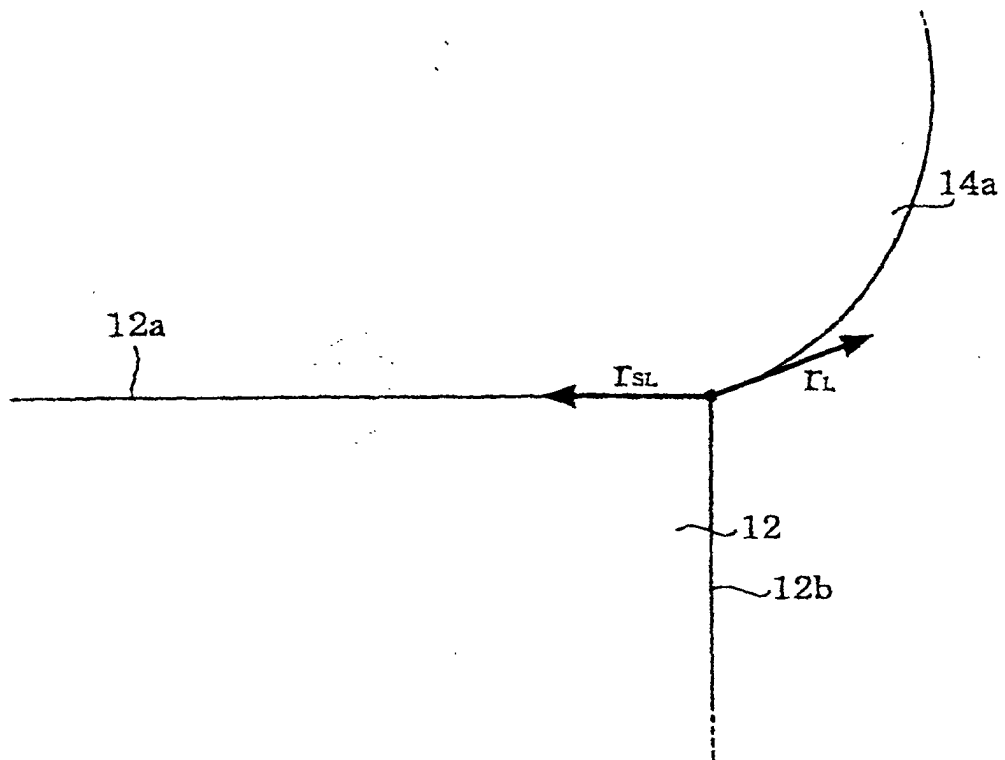




FIG. 30

