

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 179 452
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 85113417.1

(51) Int. Cl. 4: **B41J 3/04**

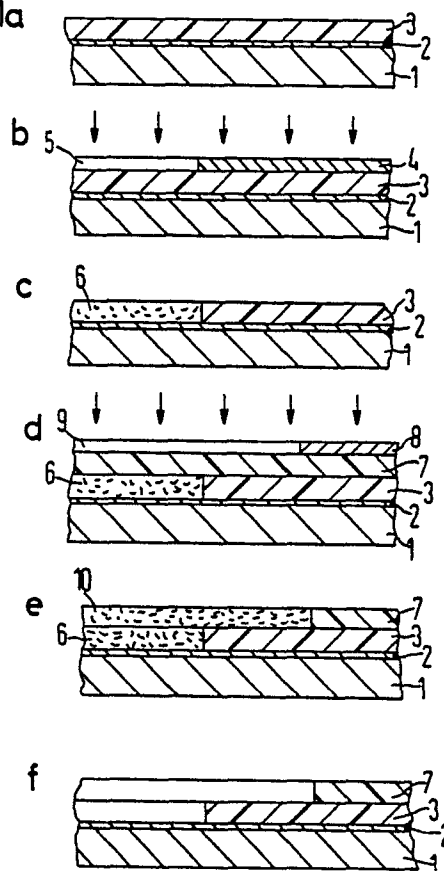
(22) Anmeldetag: 22.10.85

(30) Priorität: 25.10.84 DE 3439125

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.04.86 Patentblatt 86/18(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL SE(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
Berlin und München Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)(72) Erfinder: **Quella, Ferdinand, Dr.**
Cramer-Klett-Strasse 2
D-8014 Neubiberg(DE)
Erfinder: **Hadersbeck, Hans, Ing. grad.**
Pistorinistrasse 14
D-8000 München 90(DE)
Erfinder: **Goepel, Ernst, Dipl.-Ing.**
Maximilianstrasse 4
D-8034 Germering(DE)(54) **Verfahren zur Herstellung von Druckköpfen für eine Tintenschreibeinrichtung.**

(57) Die Ausbildung der Tintenkanäle (13) und der Düsenöffnungen (14) eines Tintenschreibkopfes erfolgt durch einen schichtweisen Aufbau aus einzelnen Fotoplastfolien (3, 7); auf den einzelnen Fotoplastfolien (3, 7) werden in aufeinanderfolgenden Laminierungsvorgängen jeweils unter Verwendung von Masken (4, 8) Foliensegmente (6, 9) vorgegebener Kontur für eine Freilegung durch eine fotochemische Behandlung festgelegt; zur Vermeidung von Doppelbelichtungen bereits behandelter Fotoplastfolien findet nach jedem Laminierungsvorgang eine Passivierung z.B. durch Aufbringen einer lichtabsorbierenden Lösung statt; durch die Verwendung von Fotoplastfolien unterschiedlicher Dicke (10 µ bis 50 µ) und einer der Anzahl der Fotoplastfolien entsprechenden Anzahl von Masken mit lichtdurchlässigen Bereichen, die für jeden Laminierungsvorgang individuell festlegbar sind, ist ein dreidimensionaler Aufbau möglich (Fig. 1).

FIG 1a



EP 0 179 452 A2

Verfahren zur Herstellung von Druckköpfen für eine Tintenschreibeinrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Druckkopfes gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Sowohl für die Funktionssicherheit im praktischen Betrieb von Tintenschreibeinrichtungen als aber auch im Hinblick auf die Fertigung werden an einen Tintendruckkopf besondere Anforderungen gestellt. Einer der dafür wesentlichen Gründe ist, daß die im Tintendruckkopf zusammengefaßten einzelnen Tintenkanäle, die einerseits mit einem Tintenversorgungssystem in Verbindung stehen, andererseits mit ihren Austrittsöffnungen wesentlich für den Tröpfchenausstoß sind, sehr exakt dimensioniert und zugleich äußerst sauber ausgeführt sein müssen. Bereits kleinste Unregelmäßigkeiten führen zu einer Veränderung bzw. zu einem Ausfall einzelner Düsen. Diese Probleme nehmen mit der Erhöhung der Anzahl von Düsen erheblich zu, was insbesondere bei Tintendruckköpfen für hochauflösende Schreibeinrichtungen von Bedeutung ist.

Nach einem bekannten Verfahren (DE-OS 2543451) wird eine vormontierte Einheit, die aus Formnadeln und den Antriebselementen für den Tröpfchenausstoß sowie aus den Kontaktierungseinrichtungen für die Antriebselemente besteht, in eine Spritz- oder Gießform eingelegt und vergossen. Nach dem Entfernen der Formnadeln sind in dem Kopfteil die Tintenkanäle ausgeformt. Dieses Verfahren erfordert eine sehr exakte Vormontage, die weitgehend manuell durchgeführt werden muß. Um eine gewünschte völlig glatte Oberfläche im Inneren der Tintenkanäle zu gewährleisten, muß das Entfernen der Formnadeln mit großer Sorgfalt erfolgen.

Es ist auch bereits angegeben worden (DE-OS 3108206), einen Tintendruckkopf in der Weise herzustellen, daß die Tintenkanäle und eine Tintenzufuhrkammer als Ausnehmungen in einer fotoempfindlichen Schicht gebildet werden. Dabei wird die auf ein Substrat aufgetragene fotoempfindliche Schicht mit einer Fotomaske bedeckt, die entsprechend den Tintenkanälen und der Tintenzufuhrkammer lichtundurchlässige Bereiche aufweist. Durch Belichtung und durch eine Behandlung mit einem Lösungsmittel werden dann die gewünschten Ausnehmungen gebildet. Eine Abdeckplatte vervollständigt die gesamte Anordnung. Mit diesem Verfahren können jedoch nur relativ einfache Strukturen ausgebildet werden. Häufig werden jedoch an die Form der Tintenkanäle besonders hohe Anforderungen gestellt, die mit diesem Verfahren nicht erfüllt werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von Tintendruckköpfen anzugeben, das eine Ausbildung der Tintenkanäle in beliebiger dreidimensionaler Form gestattet. Weiterhin soll das Verfahren eine aufwandsarme und automatisierbare Herstellungsweise ermöglichen.

Diese Aufgabe wird gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verbundenen Vorteile bestehen im wesentlichen in einer Verbesserung der Ausbildung von Tintenkanälen hinsichtlich deren Feinstruktur. Das Verfahren eröffnet die Möglichkeit, mit geringem Fertigungsaufwand, z.B. auch Tintenkanäle mit sich änderndem Querschnitt auszubilden, also beispielsweise einen Tintendruckkopf zu schaffen, bei dem sich die Tintenkanäle in Richtung zur Austrittsöffnung hin verjüngen.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dort zeigen

- 5 Fig. 1a bis 1f schematisch die einzelnen Schritte zur Herstellung eines Tintendruckkopfes bei Verfolgung des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Fig. 2 ein nach diesem Verfahren hergestellter Kopfteil eines Tintendruckkopfes in einer Schnittdarstellung,
- 10 Fig. 3 den Kopfteil nach Figur 2 in Aufsicht,
- Fig. 4 ein Beispiel für einen Mehrdüsen-schreibkopf und
- 15 Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel, bei dem nur die im Bereich der Austrittsdüsen liegenden Teile nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden.

In den Fig. 1a bis 1f sind schematisch die zum Verständnis der Erfindung wesentlichen Schritte des Verfahrens dargestellt. Zunächst wird auf einem Träger 1 eine dünne Plastbeschichtung 2 aufgebracht, die im wesentlichen als Schutzschicht und als Kleber zwischen dem Trägermaterial und der im Inneren des Tintendruckkopfes enthaltenen Tinte dient (Fig. 1a). Der Träger 1 besteht aus Metall oder aus Kunststoff, z.B. aus einer Polybutylenverbindung. Günstige Ergebnisse werden mit einem Träger erreicht, der eine Dicke von etwa 0,2 bis 1 mm und eine Fläche von etwa 5 x 10 cm aufweist. Auf dem Träger 1 wird dann in einem ersten Laminierungsvorgang eine Schicht in Form einer Fotoplastfolie 3 aufgebracht. Diese wird mit einer Maske 4 abgedeckt und mit UV-Licht bestrahlt. Die Maske 4 weist im Beispiel einen lichtdurchlässigen Bereich 5 bestimmter Kontur auf (Fig. 1b). Dadurch werden in den durch den Bereich 5 der Maske 4 bestimmten Bereichen 6 der Fotoplastfolie 3 chemisch lösbare Foliensegmente gebildet (Fig. 1c). Nach Entfernen der Maske 4 wird die freie Oberfläche der Fotoplastfolie 3 passiviert, was z.B. mittels einer lichtabsorbierenden Farbstofflösung oder Tonerpulver geschieht. Durch eine geeignete Abdeckung kann die Passivierung auch auf einen Teil der freien Fläche beschränkt werden. Mit der Passivierung wird eine spätere Doppelbelichtung der bereits behandelten Fotoplastfolie 3 verhindert. Auf die derart behandelte erste Fotoplastfolie 3 wird nun in einem weiteren Laminierungsvorgang eine zweite Fotoplastfolie 7 aufgebracht, mit einer Maske 8 abgedeckt und belichtet (Fig. 1d). Die Maske 8 weist wiederum einen lichtdurchlässigen Bereich 9 bestimmter Kontur auf, durch den ein bestimmtes und dieser Kontur entsprechendes Segment 10 der Fotoplastfolie 7 belichtet wird. Auf diese Weise entsteht in der zweiten Fotoplastfolie 7 wiederum ein Bereich, nämlich das Foliensegment 10, das durch eine chemische Behandlung herausgelöst werden kann. Der Bereich 9 der Maske 8 (Fig. 1d) und damit auch das Foliensegment 10 (Fig. 1e) ist sowohl hinsichtlich seiner Länge als auch hinsichtlich seiner Breite von dem Bereich 5 der Maske 4 (Fig. 1b) bzw. des Foliensegments 6 in der Fotoplastfolie 3 (Fig. 1c) verschieden. Wie später anhand der Fig. 2 und 3 beschrieben wird, ist damit der Aufbau einer dreidimensionalen Struktur eines Tintenkanals möglich. Die belichtete freie Oberfläche der Fotoplastfolie 7 wird dann wiederum, nachdem die Maske 8 entfernt wurde, passiviert. Eine fotochemische Behandlung der belichteten Fotoplastfolien kann entweder nach jedem Laminierungsvorgang oder nach eini-

65

gen aufeinander folgenden Laminierungsvorgängen geschehen. Bei dem in Fig. 1 dargestellten schematischen Beispiel erfolgt die fotochemische Behandlung nach dem zweiten Laminierungsvorgang.

Mit diesem Schritt werden die lösaren Foliensegmente der Fotoplastfolien 3 und 7 heraus entwickelt (Fig.1f). Es handelt sich dabei um ein an sich bekanntes fotolithographisches Verfahren. Die beschriebenen Laminierungs-, Maskierungs-, Belichtungs- und Passivierungsvorgänge werden dann mehrfach wiederholt, wobei jeweils nach jedem oder nach mehreren dieser Vorgänge eine Entwicklung und damit eine Freilegung der lösaren Foliensegmente der einzelnen Fotoplastfolien stattfinden. Die durch diesen schichtweisen Aufbau und durch die Verwendung einer der Anzahl der Laminierungsvorgänge entsprechenden Anzahl von Masken, deren lichtdurchlässige Bereiche jeweils unterschiedliche Konturen aufweisen können, entstehenden Hohlräume bilden eine gewünschte dreidimensionale Kanal- und Düsenstruktur.

In den Fig. 2 und 3 ist ein nach dem beschriebenen Verfahren aufgebauter Tintenkanal eines Tintendruckkopfes dargestellt. Fig. 2 zeigt den als Tintenkanal vorgesehenen Bereich 12, den Tintenkanal 13 und die Austrittsöffnung 14. Die Bereiche 12, 13 und 14 sind im Betrieb eines Tintendruckkopfes mit Tinte gefüllt. Der Tintendruckkopf arbeitet nach dem sogenannten Unterdruckverfahren. Das bedeutet, daß, was hier dargestellt ist, die Tintenzufuhr aus einem Tintenreservoir, erfolgt, das auf einem tieferen Niveau angeordnet ist als die Austrittsöffnungen der Tintenkanäle. Unter der Einwirkung eines impulsweise ansteuerbaren Wandlers 15, der z.B. als Piezoröhrchen oder als Piezoplättchen ausgebildet sein kann, werden bekanntlich im Inneren der Tintenkanal 12 Druckwellen erzeugt, die sich nach beiden Seiten hin mit Schallgeschwindigkeit ausbreiten und an der Düsenaustrittsöffnung 14 den Ausstoß einer kleinen Tintenmenge in Form eines Tintentröpfchens bewirken. Der sich in Richtung zur Austrittsöffnung 14 verjüngende Tintenkanal 13 sowie die Austrittsöffnung 14 sind gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren durch die beschriebenen Laminierungsvorgänge ausgebildet. Man erkennt anhand von Fig. 2, die die Anordnung in einer Schnittdarstellung zeigt, daß sich der Tintenkanal 13 zunehmend in der Höhe verengt. Anhand von Fig.3, die die Anordnung in Aufsicht zeigt, erkennt man, daß zugleich die Breite des Tintenkanals 13 zunehmend abnimmt. Zur Abdeckung der jeweils obersten Fotoplastfolie, durch die die Austrittsöffnung 14 gebildet wird, ist eine Abdeckfolie 16 vorgesehen, die zum Schutz gegen eine unmittelbare Tintenberührung mit einer Schutzschicht 17 versehen sein kann.

In dem anhand von Fig. 2 und Fig. 3 beschriebenen Ausführungsbeispiel wird die Struktur der Bereiche 12, 13 und 14 durch acht Fotoplastfolien 18 bis 25 gebildet. Da Fotoplastfolien in einer Dicke von etwa 10 µ bis 50 µ zur Verfügung stehen, kann bei Verwendung von 8 Fotoplastfolien ein Tintenkanal bis zu 400 µ Dicke hergestellt werden.

Wird als Abdeckung eine Selbstklebefolie verwendet, so kann durch eine Zusammenfügung von zwei Schreibkopfeinheiten ein Schreibkopf mit einer Doppelreihe von Tintenkanälen hergestellt werden. Die Versorgung der Tintenkanäle in den beiden Schreibkopfeinheiten kann dabei z.B. über eine Durchbrechung der Abdeckfolie erfolgen. Die Abdichtung des gesamten Schreibkopfes ist durch die Abdeckung und durch das Unterdruckverfahren gewährleistet. Bedarfsweise kann, was im einzelnen hier nicht dargestellt ist, auch ein zusätzliches zur Abdeckung der Austrittsöffnungen vorgesehen sein, das z.B. während des Transports oder ein Auslaufen von Tinte verhindert.

In Ausgestaltung der Erfindung können auch die Kannten des Schreibkopfes in der beschriebenen Weise geformt werden. Das hat insbesondere dann Vorteile, wenn es sich bei den Austrittsöffnungen um sehr dünne Kapillaren handelt und/oder wenn ein Schreibkopf mit mehreren Reihen von Austrittsöffnungen erstellt wird. Man vermeidet darauf die mit einem einfachen Abschneidevorgang verbundene Rauigkeit im Bereich der Austrittsöffnungen.

Das in den Fig. 2 und 3 dargestellte Ausführungsbeispiel geht von der Verwendung von acht Fotoplastfolien mit jeweils gleicher Dicke aus. Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet es ohne weiteres, eine größere oder eine kleinere Anzahl von Fotoplastfolien als im Ausführungsbeispiel vorgesehen, zu verwenden. Darüber hinaus können die Fotoplastfolien auch individuell verschiedene Dicke besitzen. Dadurch und durch die Verwendung entsprechend gestalteter Masken ist es möglich, eine sehr genaue und sehr fein abgestufte dreidimensionale Struktur der Tintenkanäle und der Austrittsöffnungen zu erzeugen. Der dafür erforderliche Aufwand fällt nicht stark ins Gewicht, da das erfindungsgemäße Verfahren einen sehr hohen Automatisierungsgrad ermöglicht. Da mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in einem Arbeitsgang auf einem Träger jeweils eine Vielzahl von derartigen Strukturen aufgebaut und ausgebildet werden können, eignet sich das Verfahren besonders für die Herstellung von Mehrdüsen-schreibköpfen. Für diesen Fall wirken sich die Präzision, mit der die gewünschten Strukturen hergestellt werden können, besonders vorteilhaft aus. Ein Ausführungsbeispiel zeigt Fig. 4. Der dort dargestellte Teil eines Druckkopfes ist aus acht Fotoplastfolien 18 bis 25 aufgebaut, die in der beschriebenen Weise aufeinanderfolgend laminiert werden.

Die Erfindung ist nicht auf die Ausbildung der Tintenkanäle und der Austrittsöffnungen eines Schreibkopfes beschränkt. Vielmehr kann damit auch die Tintenkanal- und der Tintenversorgungsteil, mit dem die Tintenkanal an den Austrittsöffnungen entgegengesetzten Ende in Verbindung steht, ausgebildet werden.

Ebensowenig ist die Erfindung darauf beschränkt, daß die fotolithographischen Vorgänge, mit denen die belichteten Foliensegmente entfernt werden, anhand der sogenannten Positivtechnik erfolgt, wie anhand der Ausführungsbeispiele beschrieben wurde. Mit den gleichen Vorteilen kann vielmehr auch die sogenannte Negativtechnik angewendet werden. In diesem Falle ist es lediglich erforderlich, Fotoplastfolien zu verwenden, die bei Belichtung sogenannte vernetzte Foliensegmente bilden, das heißt, bei denen die belichteten Foliensegmente unlösbar werden. Mit entsprechend gestalteten Masken ist auch in diesem Falle das Verfahren in der beschriebenen Weise durchführbar.

Im Rahmen der Erfindung ist es weiterhin möglich, nicht die gesamte Struktur der Tintenkanäle des Tintendruckkopfes nach dem erfindungsgemäßen Verfahren auszubilden. Das Verfahren läßt sich vielmehr auch mit einer an sich bekannten Spritzgußtechnik kombinieren. Diese Ausgestaltung ist deshalb vorteilhaft, weil damit die Anzahl der aufzubringenden Schichten reduziert werden kann. Ein Beispiel für diese Ausgestaltung zeigt Fig. 5.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ist die Tintenkanal- und ein Teil der Tintenkanäle 13 in an sich bekannter Weise im Spritzgußverfahren hergestellt. Lediglich die Teile der Tintenkanäle 13, an die besonders hohe Anforderungen gestellt werden sowie die Austrittsöffnungen 14 werden gemäß dem Verfahren nach der Erfindung hergestellt.

Dazu werden mehrere Fotoplastfolien, im Beispiel die Fotoplastfolien 27 und 28 auf dem gespritzten Kunststoffteil 26 nacheinander aufgebracht und in der beschriebenen Weise behandelt. Nach oben ist die Anordnung wiederum durch die beschichtete Metallfolie 16, 17 abgedeckt.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Druckkopfes für Tintenschreibeinrichtungen, mit mindestens einer Tinte aufnehmenden Tintenkanmer, die mit einem Tintenversorgungsteil in Verbindung steht und die über einen Tintenkanal in eine Austrittsöffnung mündet, aus der unter Einwirkung eines Wandlerelements ein tröpfchenweiser Ausstoß von Tinte erfolgt, wobei auf einem Trägerteil eine fotoempfindliche Masse aufgebracht wird, in der gemäß einem bestimmten Muster Bereiche erzeugt und fotochemisch behandelt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die fotoempfindliche Masse in Form von mehreren Fotoplastfolien (3, 7; 18 bis 25; 27, 28) in aufeinanderfolgenden Laminierungsvorgängen auf das Trägerteil (1) aufgebracht wird, daß zwischen den einzelnen Laminierungsvorgängen jeweils eine Maskierung stattfindet, wobei die einzelnen Masken (4, 8) jeweils einen, für den betreffenden Laminierungsvorgang individuell festlegbaren lichtdurchlässigen Bereich (5, 9) aufweisen, wodurch auf der betreffenden Fotoplastfolie (3, 7; 18 bis 25; 27, 28) durch Belichtung ein diesem Bereich (5, 9) entsprechendes Foliensegment (6, 10) für eine fotochemische Behandlung festgelegt ist, und daß die fotochemische Behandlung zur Freilegung der Foliensegmente (6, 10) nach jedem oder nach mehreren Laminierungsvorgängen stattfindet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fotoplastfolien (3, 7; 18 bis 25; 27, 28) jeweils nach einem Laminierungsvorgang mit einer lichtabsorbierenden Farbstofflösung passiviert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß Fotoplastfolien jeweils gleicher Dicke (50 µ) und oder unterschiedlicher Dicke (10 bis 50 µ) verwendet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fotoplastfolien (3, 7; 18 bis 25) in aufeinanderfolgenden Laminierungsvorgängen auf die plane Oberfläche des Trägerteils (1) aufgebracht werden und daß die Tintenkanäle (13) durch die freigelegten Foliensegmente (6, 10) gebildet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine der Anzahl der Laminierungsvorgänge entsprechende Anzahl von Masken (4, 8) verwendet wird, daß die lichtdurchlässigen Bereiche (5, 9) der einzelnen Masken (4, 8) jeweils unterschiedliche Abmessungen aufweisen, derart, daß mit zunehmender Schichtdicke des Aufbaues durch Freilegung der entsprechenden Foliensegmente in den einzelnen Fotoplastfolien eine sich in drei Dimensionen verändernde Form entsteht, die die einzelnen Tintenkanäle (13) bildet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die sich in Längsrichtung eines Tintenkanals (13) erstreckende Abmessung der lichtdurchlässigen Bereiche (5, 9) der Masken (4, 8) mit zunehmender Schichtdicke des Aufbaues ebenfalls zunimmt, während dabei deren Breite abnimmt und daß diese Veränderung der Abmessungen derart ist, daß die Ausnehmungen einen sich in Rich-

tung zur Antrittsöffnung (14) verjüngenden Tintenkanal (13) bilden.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fotoplastfolien (27, 28 in Fig. 5) in aufeinanderfolgenden Laminierungsvorgängen auf einen Kunststoffteil (26 in Fig. 6) aufgebracht werden, der eine den Tintenkanal (13) bildende Ausnehmung aufweist, und daß lediglich der im Bereich der Austrittsöffnung (14) liegende Teil des Tintenkanals (13) und/oder die Austrittsöffnung (14) selbst durch die Ausnehmungen in den Fotoplastfolien (27, 28) gebildet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß außer den Tintenkanälen (13) und /oder den Austrittsöffnungen (14) auch die Kanten des Schreibkopfes durch Freilegung entsprechender Foliensegmente in den Fotoplastfolien gebildet werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Behandlung der Fotoplastfolien nach der sogenannten Negativtechnik erfolgt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Behandlung der Fotoplastfolien nach der sogenannten Positivtechnik erfolgt.

FIG 1a

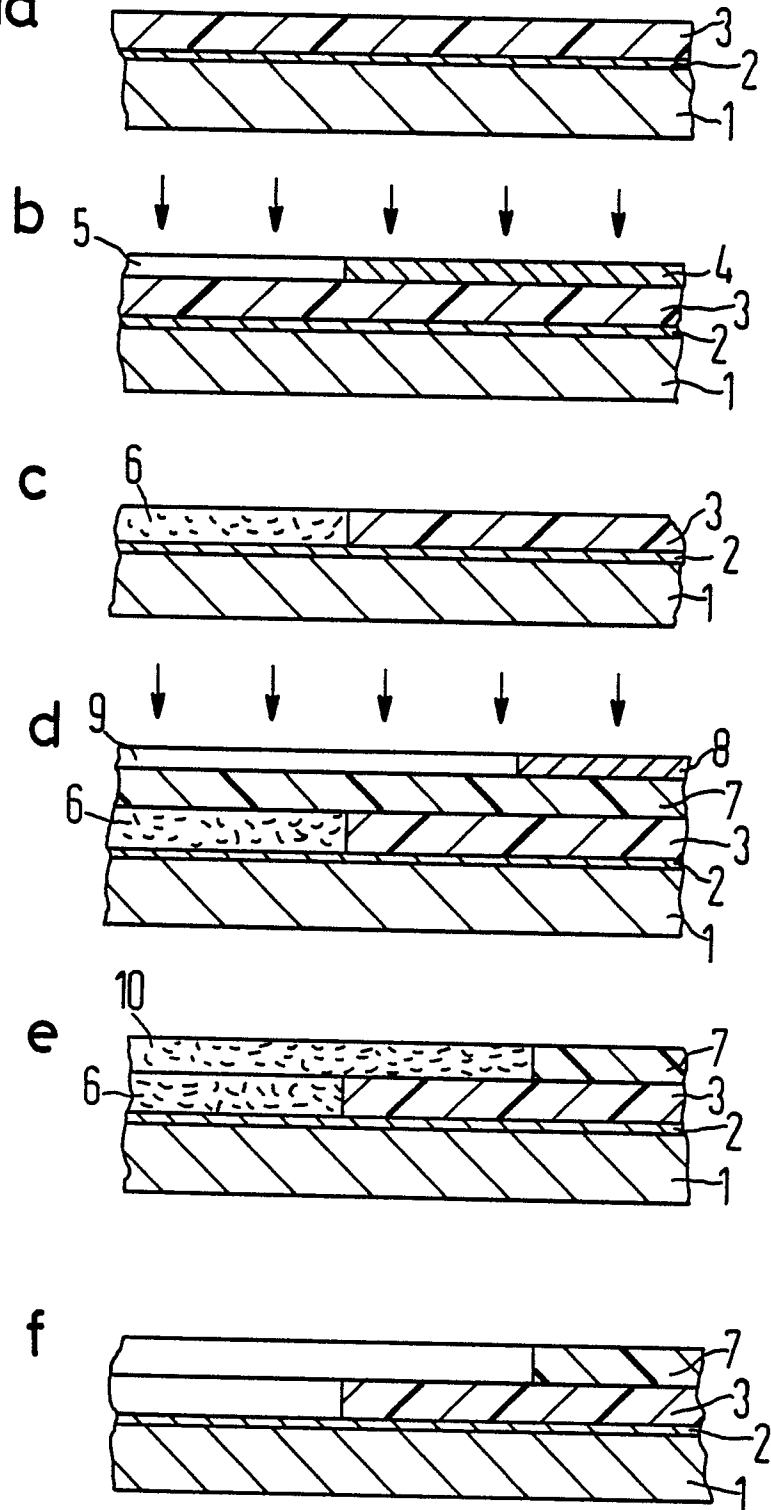


FIG 2

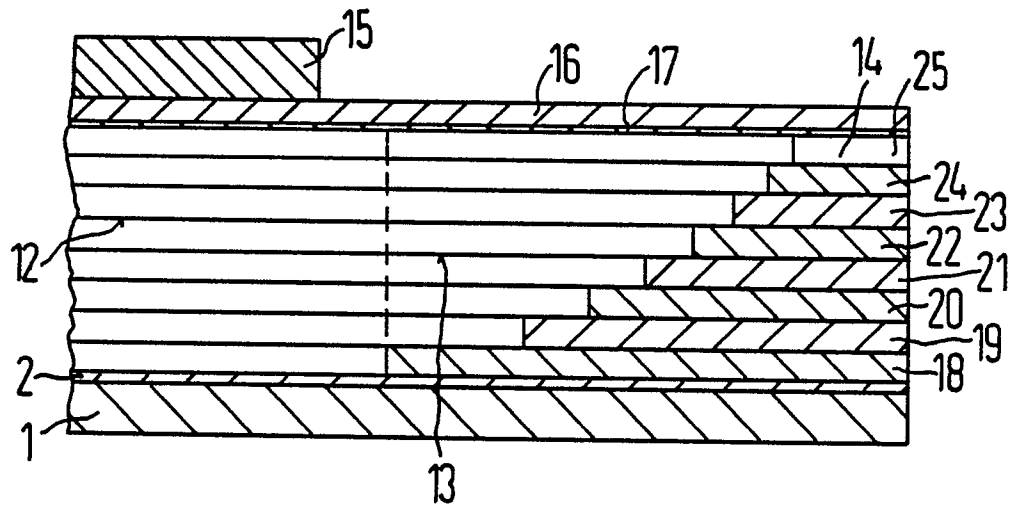


FIG 3

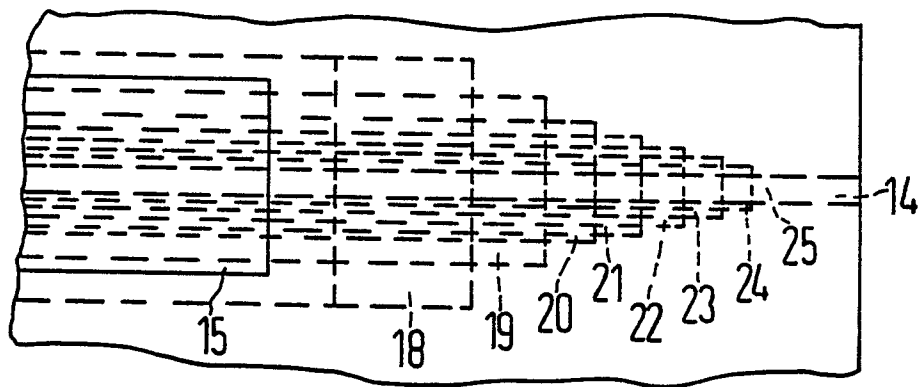


FIG 4

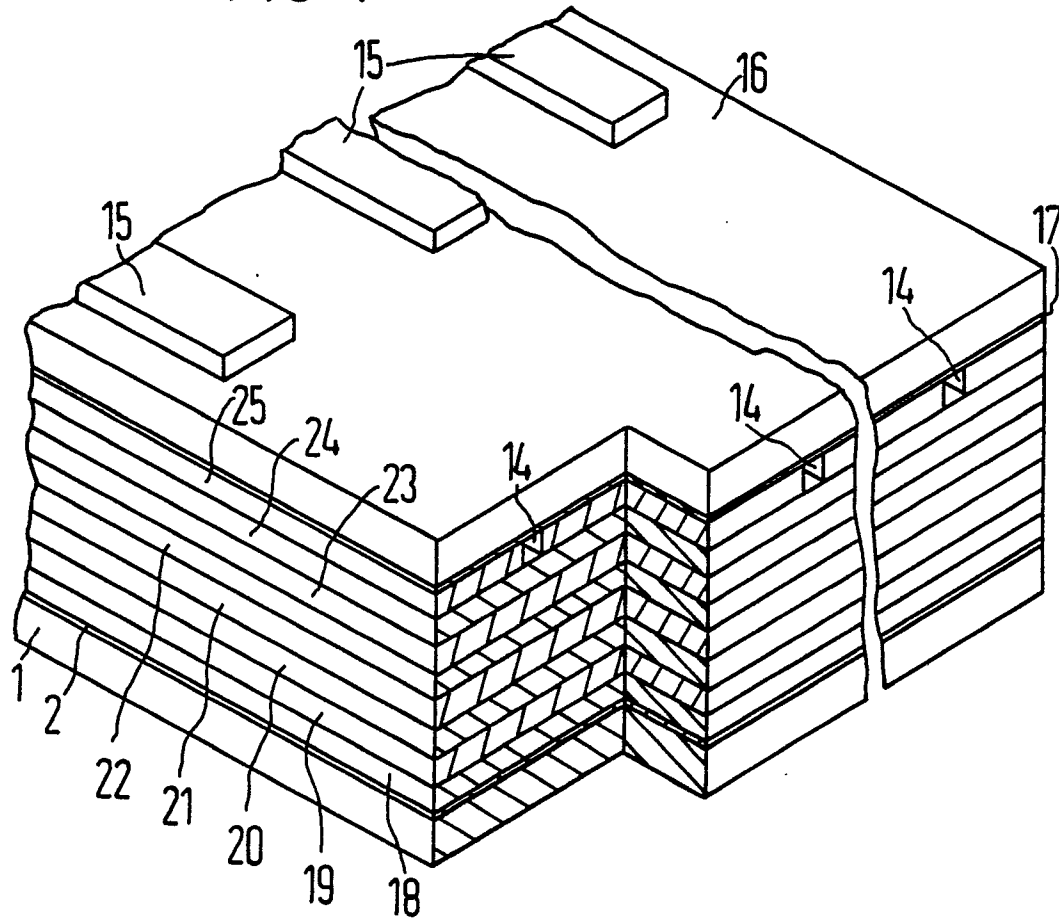


FIG 5

