



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 410 149 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1863/98
(22) Anmeldetag: 10.11.1998
(42) Beginn der Patentedauer: 15.06.2002
(45) Ausgabetag: 25.02.2003

(51) Int. Cl.⁷: **H01L 21/31**
H01L 21/302, 21/312

(73) Patentinhaber:
THALLNER ERICH DIPL.ING.
A-4780 SCHÄRDING, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUM AUFBRINGEN EINES BELAGES AUF SUBSTRATEN, INSBESONDERE AUF SILIZIUM-(SI)-WAFERN

AT 410 149 B

(57) Bei einem Verfahren zum Aufbringen eines Belages, vorzugsweise einer Belackung auf Substraten, insbesondere auf Silizium-(Si)-Wafern, wird das den Belag (9, 16, 20) bildende Material (8, 19) in formbarem Zustand auf das Substrat (2, 10, 17) aufgetragen und die Oberflächenform bzw. -struktur des Belages (9, 16, 20) durch einen bis auf einen der Dicke des Belages entsprechenden Abstand auf die Substratoberfläche aufgedrückten Formstempel (5, 14, 18) bestimmt, der von der verformten Oberfläche des Belages (9, 16, 20) bei formstabilem Material anschließend und bei noch fließfähigem oder nicht formstabilem Material nach einer Verfestigung des Materials bzw. einer materialabhängigen Stabilisierungszeit abgehoben wird.

FIG.1

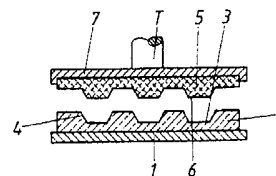
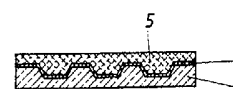


FIG.2



FIG.3



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbringen eines Belages vorzugsweise einer Belackung auf Substraten, insbesondere auf Silizium-(Si)-Wafeln.

Ein Hauptanwendungsgebiet eines solchen Verfahrens ist bei Belackungsanlagen gegeben, die für die Halbleitertechnik eingesetzt werden, wobei u. a. auf Si-Scheiben, sogenannten Wafeln, ein dünner flüssiger Film aus fotoempfindlichem Material (Fotolack) angebracht wird. Nach anschließender Trocknung erfolgt meist durch UV-Strahlung und entsprechende Belichtungsmasken eine Belichtung mit nachfolgender Entwicklung, wodurch elektronische Schaltungen aber auch Strukturen übertragen bzw. erzeugt werden können, die bei der Herstellung von Halbleiterbausteinen benötigt werden.

Für das Aufbringen des fotoempfindlichen Materials sind verschiedene Verfahren und Vorrichtungen bekannt. Nach einem bekannten Verfahren wird eine genau dosierte Menge an Fotolack am Zentrum des Wafers angebracht und der Wafer nachfolgend in schnelle Drehung versetzt, wodurch sich der Lack gleichmäßig über die Oberfläche verteilt und überschüssiges Material abgeschleudert wird. Das Verfahren ist an sich weitgehend verbreitet, in der Praxis aber nur für ebene, glatte Wafer geeignet. Nach anderen Verfahren wird eine fotoempfindliche Schicht in Form einer Folie auf die Substrate aufgebracht oder mit Hilfe von Zerstäuberdüsen aufgesprüht, wobei die letztgenannte Variante derzeit vorwiegend nur in der Leiterplattentechnik eingesetzt wird.

Um die Qualität zu verbessern und insbesondere eine gleichmäßige Schichtdicke zu erzielen, ist es bekannt, das Auftragen des Lackes in geschlossenen Kammern durchzuführen und bzw. oder mitrotierende, aber den Lack nicht berührende Abdeckungen einzusetzen.

Halbleitersubstrate, die in der Mikrosystemtechnik, z.B. bei Sensoren, Mikropumpen u. dgl., eingesetzt werden, sind meist sehr stark strukturiert, wobei diese Strukturen aus Vertiefungen und Erhebungen der Oberfläche und auch aus Gräben oder Wannen bzw. Kanälen bestehen können. Solche mikromechanischen Gebilde werden auch bei barometrischen Dosen oder dann benötigt, wenn Kanäle für das Einbringen von Glasfasern oder Flüssigkeiten gefordert werden. Es ist meist notwendig, auch derartige stärker strukturierte Wafer mit einem Belag oder einer Beschichtung, vorzugsweise aus Fotolack, zu versehen, wobei in vielen Fällen auch die Forderung besteht, alle oder den Großteil der von der Oberseite einspringenden oder über diese Oberseite vorragenden Flächen mit einem entsprechenden Belag auszustatten. Dieser Belag soll eine ganz genau definierte Stärke aufweisen, wobei meist eine gleichmäßige Belagstärke über die gesamte Oberfläche gefordert wird. Mit dem herkömmlichen Schleuderverfahren ist eine entsprechende Herstellung nicht möglich. Es wird deshalb versucht, mit Sprühtechniken eine Vergleichmäßigung zu erzielen, doch sind bisher noch keine tatsächlich geeigneten Verfahren veröffentlicht worden. Besonders kritisch sind etwa senkrecht zur Hauptoberfläche des Wafers verlaufende Flächen, z.B. entsprechende Seitenwände von Kanälen und die zwischen diesen Flächen und der Hauptoberfläche gebildeten Kanten, wo in der Praxis immer Abrundungen oder im ungünstigeren Fall sogar unbeleckte Kanten auftreten.

Auch bei Substraten, auf denen ein relativ dicker Belag anzubringen ist, ergeben sich selbst bei glatter, ebener Oberfläche des Substrates und gewünschter glatter Oberfläche des Belages bisher Schwierigkeiten. Wird nach herkömmlichen Verfahren gearbeitet, so muß das Material des Belages einen relativ großen Lösungsmittelanteil enthalten, der nur unter einer langwierigen Nachbehandlung bei der Aushärtung entfernt werden kann, aber trotzdem häufig dazu führt, daß die Belagschicht schrumpft und eine von der gewünschten, glatten und ebenen Oberflächenform abweichende, z.B. leicht gewellte Oberfläche erhält. Eine nachträgliche Behandlung dieser Oberfläche ist oft nicht möglich oder wäre mit einem sehr großem Anlagenaufwand verbunden.

Aufgabe der Erfindung ist demnach die Schaffung eines Verfahrens der eingangs genannten Art, mit dessen Hilfe exakt die gewünschten Formen bzw. Strukturen der Oberfläche des Belages bzw. der Beschichtung erzeugt werden können und auch stärker strukturierte Substrate mit einer den gewünschten Anforderungen voll entsprechenden Beschichtung versehen werden können.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das den Belag bildende Material in formbarem Zustand auf das Substrat aufgetragen und die Oberflächenform bzw. -struktur des Belages durch einen bis auf einen der Dicke des Belages entsprechenden Abstand auf die Substratoberfläche aufgedrückten Formstempel bestimmt wird, der von der verformten Oberfläche des Belages bei formstabilem Material anschließend und bei noch fließfähigem oder nicht formstabilem Material nach einer Verfestigung des Materials bzw. einer materialabhängigen Stabilisierungszeit abgeho-

ben wird.

Es wird möglich, vergleichbar mit der Waffelherstellung im Lebensmittelbereich, einen exakten Abdruck der formgebenden Oberfläche dieses Formstempels auf der Oberfläche des Belages, der auch eine Beschichtung sein kann, zu erzeugen und damit jede gewünschte Oberflächenstruktur zu erhalten bzw. die Oberflächenstruktur und -form wahlweise exakt an eine Oberflächenstruktur des Substrates anzupassen oder im Bedarfsfall sogar auf glatten oder strukturierten Substraten am Belag abweichende Außenoberflächenstrukturen zu erzeugen. Ein Sonderfall ergibt sich hier dadurch, daß man auch gezielt unterschiedlich dicke Lackschichten erzeugen kann, was dann vorteilhaft ist, wenn man die Lackschicht in Bereichen, in denen man bei der Weiterbearbeitung (Entwicklung) den Lack ohnehin entfernen muß, so dünn ausbildet, daß die Zeit für ihre Entfernung sehr gering wird. Die Verweilzeit des Formstempels am Substrat hängt, wie oben angegeben, jeweils davon ab, in welchem Zustand das Material aufgetragen wird bzw. nach welcher Verweilzeit des Formstempels die Formhaltigkeit der Oberflächenstruktur eintritt.

Nach einer bevorzugten Ausführung wird das den Belag bildende Material für sich auf das Substrat aufgetragen und dann erst der Formstempel aufgedrückt. Dabei kann das Material entweder in herkömmlicher Weise, z.B. durch Auftragen einer dosierten Menge an Fotolack und Abschleudern und Verteilen dieses Materials durch Rotation des Substrates angebracht werden. Es ist aber auch möglich, das Material aufzusprühen oder mit einem rakelähnlichen Werkzeug aufzustreichen. Schließlich kann man auch einen größeren Materialtropfen aufbringen und ihn durch Niederdrücken des Stempels in einem Siegelvorgang verteilen.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß wenigstens ein Teil des den Belag bildenden Materials auf den Formstempel selbst aufgetragen und durch Andrücken des Formstempels an das Substrat auf dessen Oberfläche übertragen wird. Hier kann man sogar mit verschiedenen Materialien arbeiten, die auf das Substrat bzw. den Formstempel aufgetragen und dann zusammengefügt werden, wobei nach einer Variante zunächst mit dem einen Belagsmaterial und einem zugeordneten Formstempel eine bestimmte Oberflächenstruktur an diesem Material erzeugt und dann das nächste Material aufgetragen und mit einem weiteren Formstempel strukturiert wird.

Wenn eine ordnungsgemäße Belagsaufbringung auch bei strukturierten Substraten gewünscht wird und insbesondere auch normal zur Hauptoberfläche des Substrates verlaufende Flächen und die von diesen Flächen mit der Oberfläche oder untereinander eingeschlossenen Kanten mit einem scharfkantig strukturierten Belag versehen werden sollen, wird erfindungsgemäß für Substrate mit z.B. durch Nuten, Kanäle, Gräben od. dgl. strukturierter Oberfläche ein Formstempel mit an diese Struktur angepaßter, formgebender Andrückfläche verwendet, bei dem zumindest die zwischen den Seitenflanken vorhandene Breite der in die Nuten, Gräben, Kanäle od. dgl. einführbaren Strukturelemente gegenüber den Kanälen oder Gräben des Substrates um die dort gewünschte Belagstärke verringert ist.

In der Praxis wird meist in der Weise vorgegangen, daß der Belag bei anliegendem Formstempel in einer Behandlungskammer unter Vakuum- und Temperatureinwirkung wenigstens teilweise verfestigt bzw. ausgehärtet und dann erst der formgebende Formstempel entfernt wird.

Um zu verhindern, daß die Oberfläche des Belages beim Abheben des Formstempels in unerwünschter Weise verändert wird, sind verschiedene zusätzliche Maßnahmen möglich. Nach einer dieser Maßnahmen werden Substrat und Formstempel auf unterschiedliche Temperaturen gebracht, wobei vorzugsweise das Substrat erwärmt und der Formstempel zur Erleichterung seiner späteren Ablösung vom Belag gekühlt wird. Ergänzend dazu oder für sich kann auch wenigstens die formgebende Oberfläche des Formstempels mit einer gegenüber dem Material des Belages wirksamen Antihafbeschichtung versehen werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann über die oben beschriebene Grundkonzeption hinaus noch auf verschiedene Art und Weise verfeinert und den jeweiligen Bedürfnissen angepaßt werden. Das Verfahren ist, wie schon in der Aufgabenstellung erwähnt wurde, nicht nur für strukturierte Oberflächen, sondern auch dann geeignet, wenn ein Substrat mit einem relativ dicken Belag zu versehen ist. Dieser Belag kann aus einem wesentlich weniger Lösungsmittel als bei dem bekannten Verfahren enthaltendem Material hergestellt werden, da der Belag durch die Druckeinwirkung des Formstempels die gewünschte Endform erhält und daher wesentlich weniger als bei dem bekannten Verfahren der Schrumpfung und Oberflächenveränderungen bei der endgültigen Aushärtung ausgesetzt ist.

Bei allen bisher beschriebenen Einsatzmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorteilhaft, wenn ein Formstempel aus bis zur formgebenden Oberfläche beschränkt gas- oder dampfdurchlässigem Material verwendet wird. Ob hier ein Material mit etwa durch Mikroporen erzielbarer gleichmäßiger Durchlässigkeit verwendet oder die Durchlässigkeit in verschiedenen Bereichen, z.B. durch Verwendung verschiedener Materialien für den Formstempel oder von der Rückseite her in den Formstempel eingebracht und die Durchlässigkeit in ihrem Bereich erhöhender Vertiefungen oder Sackbohrungen vergrößert wird, richtet sich nach dem jeweiligen Anwendungsfall. Für eine Entgasung wird man im letzteren Fall für die am höchsten liegenden Stellen der strukturgebenden Oberfläche des Formstempels eine erhöhte Durchlässigkeit vorsehen.

Wie schon angedeutet, können bei entsprechender Stempelausbildung durch den Formstempel hindurch Lösungsmitteldämpfe und bzw. oder Gaseinschlüsse, z.B. Luftblasen, aus dem den Belag bildenden Material abgesaugt werden. Es ist aber auch möglich, durch den durchlässigen Formstempel hindurch Reaktionsgase oder -dämpfe wenigstens zur stempelseitigen Oberfläche des Belagsmaterials zuzuführen, wobei nach einer Möglichkeit vorwiegend diese Oberfläche unter chemischer Reaktion umgeformt werden kann. Es kann aber auch das gesamte Belagsmaterial durch Reaktionsmittel gegenüber dem Ausgangsmaterial umstrukturiert oder umgeformt werden, wobei man für das Auftragen eine leichter verformbare Materialstruktur wählen und diese durch die Reaktionsmittel umformen wird.

Schließlich läßt sich auch die Ablösung des Formstempels begünstigen, wenn durch Anlegen von Druckgas an den gasdurchlässigen Formstempel dessen Ablösung vom Belag unterstützt wird. Wie schon oben beschrieben wurde, kann man in besonders kritischen Bereichen, z.B. in den Oberflächen stark vertieften Stellen, eine erhöhte Gasdurchlässigkeit des Formstempels vorsehen.

Während der Einwirkungsdauer des Formstempels sowie bei der Ablösung des Formstempels ist es in manchen Fällen vorteilhaft, den Formstempel für sich oder auch Formstempel, Substrat und Beschichtung durch angelegte Vibrationserzeuger in Schwingungen zu versetzen, wodurch während der Formgebung das Austreiben von Luft- und Gasblasen bzw. Lösungsmitteldämpfen beschleunigt und vor allem bei tieferen Strukturen das Abheben des Formstempels vom Belag zusätzlich begünstigt wird.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes entnimmt man der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise veranschaulicht. Es zeigen, jeweils in stark schematisierter Darstellungsweise

Fig. 1 die wesentlichen Teile einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 in Zuordnung zu Fig. 1 das Substrat nach dem provisorischen Auftragen des Belagsmaterials,

Fig. 3 ebenfalls in Zuordnung zu Fig. 1 das Zusammenwirken von Formstempel und Substrat zur Erzeugung einer gleichmäßig strukturierten Oberflächenschicht,

Fig. 4 und 5 Substrat und Formstempel bei einer weiteren Vorrichtung in geöffnetem und formgebendem Zustand für den Belag bei stark strukturiertem Substrat und die

Fig. 6 und 7 eine Vorrichtung zum Aufbringen eines relativ dicken Belages nach dem Auftragen einer Materialmenge und im geschlossenen formgebenden Zustand.

Nach Fig. 1 besitzt die Vorrichtung einen Substratträger 1, auf dem ein zu belackendes Substrat 2 festgehalten wird, wobei die Oberfläche des Substrates überhöht gezeichnete, einfache Strukturen 3 mit Schrägflanken 4 aufweist. Dem Substratträger zugeordnet ist ein formgebender Formstempel 5 vorgesehen, dessen zum Substrat weisende Oberfläche 6 - dann wenn, wie erwähnt, nur einfache nicht steile Strukturen nachzubilden sind - aus an die jeweilige Verwendung angepaßtem Material direkt an die Strukturen 3, 4 der Substratoberfläche angepaßt ist, wobei eine einfache Möglichkeit darin besteht, den Formstempel 5 z.B. aus Silikongummimaterial direkt vom Substrat 2 abzuformen. Der Formstempel 5 ist in einem Formstempelhalter 7 befestigt, der über einen Träger T gegenüber dem Substratträger 1 verstellt werden kann. Der Träger T kann Leitungen zum Anlegen eines Vakuums oder auch zur Zuführung von Reaktionsgasen oder -dämpfen enthalten, wobei der Formstempel 5 aus einem gas- und dampfdurchlässigen Material hergestellt wird.

Nach Fig. 2 wird auf das Substrat in grober Verteilung Material 8, das später einen Belag, insbesondere eine Fotolackschicht auf einem Si-Wafer 2, bilden soll, aufgetragen. Anschließend an

dieses Auftragen wird der Formstempel 5 niedergedrückt, wodurch das Material zu einer gleichmäßig dicken Fotolackschicht 9 am Substrat 2 verteilt wird. Substratträger 1 und Formstempel 5 sind mit dem Substrat 2 in einer Behandlungskammer angeordnet, an die Vakuum angelegt werden kann und die Kühl- und bzw. oder Heizeinrichtungen enthält, wobei nach dem Verteilen des Materials gemäß Fig. 3 vorzugsweise der Formstempel 5 gekühlt und der Substratträger 2 erwärmt und schließlich nach ausreichender Aushärtung des Materials der Formstempel 5 abgehoben wird, so daß die Oberseite der Fotolackschicht 9 genau die vom Formstempel 5 vorgegebene Struktur aufweist.

Nach den Fig. 4 und 5 wird ein Substrat 10 eingesetzt, das eine stark strukturierte Oberfläche 11 mit scharfkantig abgesetzten Kanälen, Gräben, Nuten od. dgl. 12 aufweist, deren Flanken 13 etwa normal zur Hauptfläche des Substrates 10 verlaufen. Um hier eine Oberflächenbeschichtung zu erzeugen, die gleichmäßig dick ist und auch den scharfen Kanten des Substrates 10 folgt, wird ein Formstempel 14 eingesetzt, bei dem die zwischen den Seitenflanken 15 der in die Kanäle, Gräben, Nuten od. dgl. 12 eingreifenden Teile vorhandene Breite der vorstehenden strukturgebenden Teile 15a um die gewünschte Dicke der Oberflächenbeschichtung links und rechts kleiner ist als die Nutbreite, so daß schließlich beim Aufdrücken des Formstempels 14 gemäß Fig. 5 eine Oberflächenbeschichtung 16 erhalten wird, die in gleichmäßiger Dicke der Struktur 11 des Substrates 10 folgt.

Die Vorrichtung nach den Fig. 6 und 7 dient zum Auftragen einer dicken Oberflächenschicht auf ein, wie dargestellt ebenes, oder auch auf ein strukturiertes Substrat 17, wobei im letzteren Fall der noch zu erwähnende Formstempel 18 entsprechend strukturiert sein muß. Es wird zunächst eine ausreichende Materialmenge 19 auf das Substrat 17 aufgelegt, wonach der Formstempel 18 niedergedrückt, so daß sich das Material zu einer gleichmäßig dicken Schicht 20 auf der Oberfläche des Substrates 17 verteilt. Beim Ausführungsbeispiel besitzt der Formstempel 18 eine Randeinfassung 21, so daß die Beschichtung 20 nicht bis zum Außenrand des Substrates 17 erfolgt. Ist eine entsprechende Beschichtungsart erwünscht, dann wird ein Formstempel 18 mit das Substrat 17 am Rand übergreifendem Außenrand eingesetzt.

Die Ausführungsbeispiele sind nur zur näheren Erläuterung angeführt. Im Rahmen der Offenbarungen der allgemeinen Beschreibung sind verschiedenste Varianten und Abänderungen möglich.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Aufbringen eines Belages, vorzugsweise einer Belackung auf Substraten, insbesondere auf Silizium-(Si)-Wafern, dadurch gekennzeichnet, daß das den Belag (9, 16, 20) bildende Material (8, 19) in formbarem Zustand auf das Substrat (2, 10, 17) aufgetragen und die Oberflächenform bzw. -struktur des Belages durch einen bis auf einen der Dicke des Belages (9, 16, 20) entsprechenden Abstand auf die Substratoberfläche aufgedrückten Formstempel (5, 14, 18) bestimmt wird, der von der verformten Oberfläche des Belages (9, 16, 20) bei formstabilem Material anschließend und bei noch fließfähigem oder nicht formstabilem Material nach einer Verfestigung des Materials bzw. einer materialabhängigen Stabilisierungszeit abgehoben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das den Belag (9, 16, 20) bildende Material (8, 19) für sich auf das Substrat (2, 10, 17) aufgetragen und dann erst der Formstempel (5, 14, 18) aufgedrückt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil des den Belag (9, 16, 20) bildenden Materials auf den Formstempel (5, 14, 18) selbst aufgetragen und durch Andrücken des Formstempels (5, 14, 18) an das Substrat auf dessen Oberfläche übertragen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß für Substrate (10) mit z.B. durch Nuten (12) od. dgl. strukturierter Oberfläche (11) ein Formstempel (14) mit an diese Struktur angepaßter, formgebender Andrückfläche verwendet wird, bei dem zumindest die zwischen den Seitenflanken (15) vorhandene Breite der in die Nuten od. dgl. einführbaren Strukturelemente (15a) gegenüber den Nuten (12) des Substrates um die

dort gewünschte Belagstärke verringert ist (Fig. 4).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Belag (9, 16, 20) bei anliegendem Formstempel (5, 14, 18) in einer Behandlungskammer unter Vakuum- und Temperatureinwirkung wenigstens teilweise verfestigt bzw. ausgehärtet und dann erst der formgebende Formstempel (5, 14, 18) entfernt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Substrat (2, 10, 17) und Formstempel (5, 14, 18) auf unterschiedliche Temperaturen gebracht, vorzugsweise das Substrat (2, 10, 17) erwärmt und der Formstempel (5, 14, 18) zur Erleichterung seiner späteren Ablösung vom Belag (9, 16, 20) gekühlt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die formgebende Oberfläche des Formstempels (5, 14, 18) mit einer gegenüber dem Material des Belages (9, 16, 20) wirksamen Antihafbeschichtung versehen wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Formstempel (5, 14, 18) aus bis zur formgebenden Oberfläche beschränkt gas- oder dampfdurchlässigem Material verwendet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Formstempel (5, 14, 18) hindurch Lösungsmitteldämpfe und bzw. oder Gaseinschlüsse, z.B. Luftblasen, aus dem den Belag (9, 16, 20) bildenden Material abgesaugt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß durch den durchlässigen Formstempel (5, 14, 18) hindurch Reaktionsgase oder -dämpfe wenigstens zur stempelseitigen Oberfläche des Belagsmaterials zugeführt werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 - 10, dadurch gekennzeichnet, daß durch Anlegen von Druckgas an den gasdurchlässigen Formstempel (5, 14, 18) dessen Ablösung vom Belag (9, 16, 20) unterstützt wird.

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

FIG.1

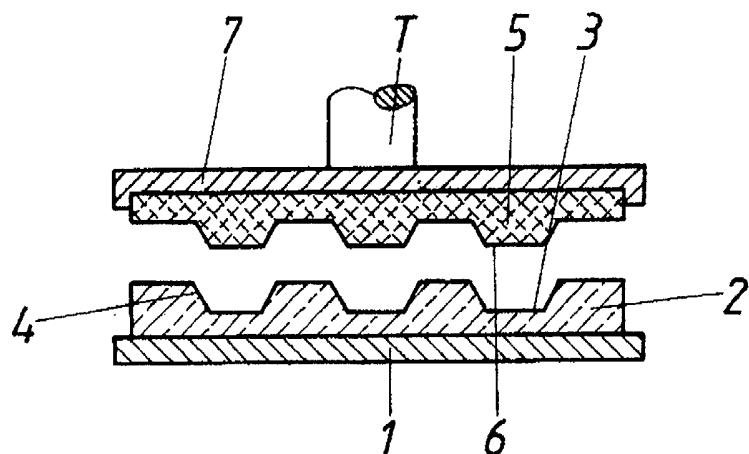


FIG.2

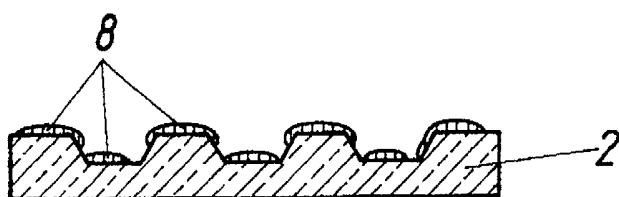


FIG.3

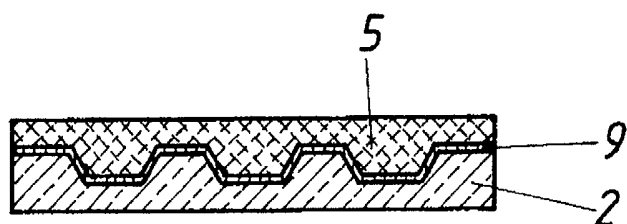


FIG.4

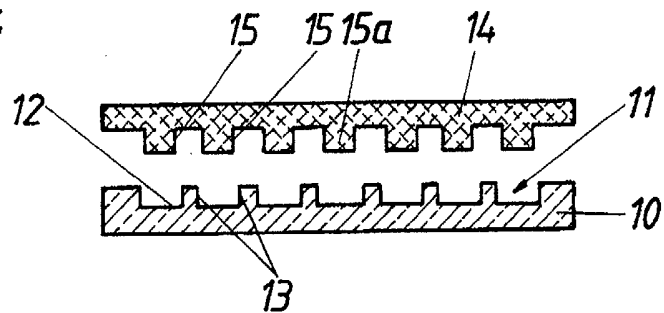


FIG.5

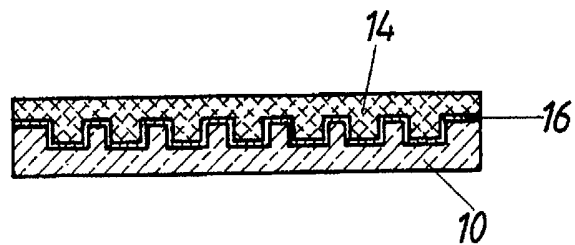


FIG.6

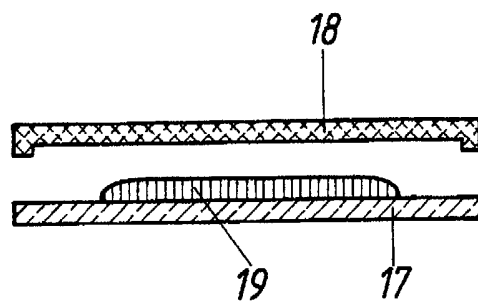


FIG.7

