

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 366 056 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: **89119695.8**

(51)

Int. Cl.⁵: **B24D 5/12 , B28D 1/12**

(22)

Anmeldetag: **24.10.89**

(30)

Priorität: **27.10.88 DE 3836587**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.05.90 Patentblatt 90/18

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT

(71)

Anmelder: **ERNST WINTER & SOHN (GMBH & CO.)**
Osterstrasse 58
D-2000 Hamburg 20(DE)

(72)

Erfinder: **von Benningsen-Mackiewicz,**
Theodor, Dr.-Dipl.-Chem
Lindenstrasse 69
D-2359 Henstedt-Ulzburg(DE)
Erfinder: **Zuber, Jens**
Von-Sauer-Strasse 42
D-2000 Hamburg 50(DE)

(74)

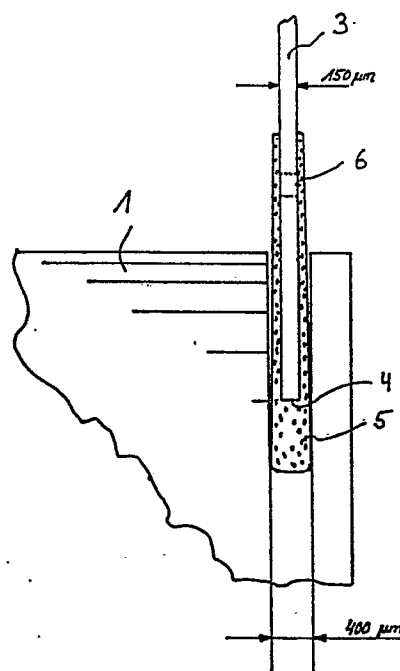
Vertreter: **Minetti, Ralf, Dipl.-Ing.**
Ballindamm 15
D-2000 Hamburg 1(DE)

(54)

Innenlochsäge.

(57)

Die zum Abtrennen dünner Scheiben bestimmte Innenlochsäge besteht aus einem in seiner Mitte mit einem Innenloch (4) versehenen Kernblatt (3). Zu beiden Seiten des Kernblattes (3) ist über den Rand des Innenloches (4) ein Belag (5) aus Diamantkörnern vorgesehen, die in einer Kunststoffbindung gehalten sind. Dabei handelt es sich um eine hochtemperaturfeste Kunstharzbindung, die durch ein Gießen oder Pressen auf das Kernblatt (3) aufgebracht ist, wobei die Haftung durch eine mechanische Verankerung unterstützt ist. Das Kunstharz besitzt eine Zugfestigkeit von mehr als 20 N/mm² und weist eine Glasübergangstemperatur von 200 bis 400 °C auf.



Figur 1

EP 0 366 056 A2

Innenlochsäge

Die Erfindung betrifft eine Innenlochsäge zum Abtrennen dünner Scheibenvoneinem Stab beispielsweise aus monokristallinem Silizium, die aus einem dünnen, in seiner Mitte mit einem Innenloch versehenen kreisförmigen Kernblatt besteht, das in dem Randbereich des Innenloches einen Belag aus Diamant-, Bornitrid - oder anderen Hartstoffkörnern mit einer Bindung trägt.

Derartige Innenlochsägen finden insbesondere Anwendung in der Elektronikindustrie zum Abtrennen von sogenannten "Wafers", das heißt extrem dünnen Scheiben von einem monokristallinem Siliziumstab, wie sie insbesondere Verwendung finden für die Herstellung sogenannter Chips. Die Innenlochsägen besitzen dafür ein Kernblech, das eine Dicke aufweist von beispielsweise lediglich 0,15 mm bzw. 150 µm, das im Zentrum ein Loch aufweist, dessen Kante rundherum mit einem Belag versehen ist, in dem in dichter Anordnung Diamantkörner eingebettet sind. Bei bekannten Innenlochsägen besteht die Bindung der Diamantkörner aus einem galvanisch aufgetragenen Metallbelag, wobei es sich vorzugsweise um eine Nickelmatrix handelt. Die Anordnung des Hartstoffbelages ist dabei nicht beschränkt auf die zylinderförmige Lochinnenkante. Vielmehr erstreckt sich der Diamantbelag auf beiden Seiten des Kernblattes an den an das Loch anschließenden Randzonen in einer Breite von etwa 2 mm.

Für eine Benutzung einer derartigen Innenlochsäge wird das dünne Kernblatt in einem Spannring eingespannt, um eine hohe Steifigkeit hervorzurufen. Ein solcher Spannring ist in einer Maschine angeordnet, von der er beim Betrieb der Innenlochsäge in eine schnelle Rotation versetzt wird. Der Abstand vom Rand des Innenloches bis zum Spannring muß dabei mindestens so groß gewählt sein, daß sich Stäbe mit entsprechender Durchmessergröße schneiden lassen. Als Vorteil solcher Sägen ergibt sich, daß mit ihnen geringe Schnittbreiten zu erzeugen sind und damit nur ein geringer Materialverlust des zu sägenden Materials. Das ist von besonderem Vorteil bei der Bearbeitung kostspieliger Werkstoffe wie monokristalliner Halbleitermaterialien.

Neben monokristallinem Silizium lassen sich jedoch naturgemäß auch andere Materialien verarbeiten und zwar insbesondere sprödharte Werkstoffe wie z. B. Keramik, Quarzglas, Glas, Mineralien aber auch Metalle.

Einer Anpassung bekannter Innenlochsägen an den jeweils zu bearbeitenden Werkstoff sind jedoch enge Grenzen gesetzt, wenn die Hartstoffkörner, bei denen es sich überwiegend um Diamantkörner handelt, in bekannter Weise galvanisch gebunden

sind.

So ist einerseits die reproduzierbare Einstellung unterschiedlicher Diamantkonzentrationen erschwert, das heißt mit anderen Worten daß es schwierig ist, bei einer galvanischen Bindung der Diamantkörner unterschiedliche Diamantkonzentrationen in der Nickelmatrix auszunutzen, um dadurch die Säge dem zu bearbeitenden Material anzupassen bzw. hohe Diamantkonzentrationen oder sehr niedrige Konzentrationen auszunutzen.

Darüber hinaus sind die mechanischen sowie thermischen Eigenschaften einer galvanischen Bindungsmatrix nur in engen Grenzen zu variieren. Das wirkt sich unter anderem stark aus auf den Schärfezustand von Innenlochsägen. Die Diamantkörner werden zwar in einer galvanischen Bindung gut gehalten bei einem relativ geringen Bindungsverschleiß. Nach einer gewissen Einsatzzeit stumpft jedoch ein Teil der Diamantkörner durch Verschleiß ab, so daß die Säge geschärft werden muß in dem Sinne, daß Diamantkörner freigelegt werden. Bei diesem Vorgang werden stumpfe Diamantkörner herausgerissen und die galvanische Bindung soweit zurückgesetzt, daß scharfkantige Diamantkörner freigelegt werden. Der Nachteil liegt dabei jedoch darin, daß bei diesen Sägen der Schärfezustand nicht über eine längere Zeit konstant ist und damit nicht eine kontinuierliche Wirkung gewährleistet ist. Hinzu kommen als Nachteile der erhöhte Zeitaufwand durch Schärfen und die Verminderung der Standzeit infolge der Entfernung von ansich noch brauchbaren Diamantkörnern.

Bei Innenlochsägen treten somit besondere Probleme auf, weil sie gedehnt werden müssen für ihren Einsatz, im Gegensatz zu normalen Schleifscheiben, bzw. Außensägen, bei denen nicht derartige Eigenspannungen oder Dehnungen infolge einer Einspannung auftreten.

Bisher erschien es deshalb nicht möglich, im Bereich des Innenloches einer Innenlochsäge eine Kunststoffbindung vorzusehen, die ausreichende Eigenschaften aufweist, denn ein solcher Kunststoff muß einerseits geeignet sein für eine ausreichende Halterung der Diamantkörner und außerdem für einen sogenannten Selbstschärfeprozeß, das heißt für eine Zurücksetzung der Bindung gegenüber den Diamantkörnern beim Einsatz. Unabhängig davon muß jedoch der Kunststoff eine ausreichende Dehnfähigkeit aufweisen und eine besonders hohe Temperaturwiderstandsfähigkeit, das heißt er darf einerseits nicht weich werden beim Einsatz, während er sich andererseits zurücksetzt zum Zwecke der Schärfung bzw. der fortlaufenden Selbstschärfung. Eine solche Zurücksetzung darf jedoch nicht infolge einer Erweichung stattfinden, sondern

durch die mechanische Beanspruchung der Oberfläche des Kunststoffes.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Innenlochsäge zu schaffen, die sich in ihren mechanischen und thermischen Eigenschaften gezielt den zu bearbeitenden Werkstoffen und unterschiedlichen Einsatzbedingungen anpassen läßt und die nicht die mit einem häufigen Nachschärfen verbundenen Nachteile mit sich bringt. Gemäß der Erfindung ist dafür vorgesehen, daß die Hartstoffkörper in einer hochtemperaturfesten Kunstharzbindung eingebettet sind, die durch ein Gießen oder Pressen auf das Kernblatt aufgebracht ist, wobei die Belaghaftung auf dem Kernblatt durch eine mechanische Verankerung unterstützt ist, und das Kunstharz eine Bruchdehnung von mehr als 2 %, eine Zugfestigkeit von als 20 N/mm² und eine Glasübergangstemperatur von 200 bis 400 °C aufweist.

Der Einsatz eines derartigen hochtemperaturfesten Kunstharzes als Bindung für die Diamantkörner hat nicht nur den Vorteil, die beim Spannen der Säge auftretende Dehnung des Kernblattes rißfrei und ohne ein Ablösen vom Kernblatt zu ertragen infolge einer hohen Dehnbarkeit und einer großen Zugfestigkeit. Ein weiterer wesentlicher Vorteil liegt vielmehr in dem Umstand, daß sich eine solche Säge beim Gebrauch selbst schärft durch eine Zurücksetzung des Bindungsmaterials bei seiner Beanspruchung, so daß die mit einem Nachschärfen verbundenen Nachteile entfallen.

Dabei handelt es sich vorzugsweise um Epoxiharze, Polyimide, flexibilisierte Phenolharze.

Die Eigenschaften der erfindungsgemäßen Innenlochsäge lassen sich den zu bearbeitenden Werkstoffen im übrigen anpassen durch die Verwendung von Füllstoffen aus metallischen oder nichtmetallischen Materialien, wobei ein ausreichender Halt der Diamant- oder anderer Hartstoffkörner beeinflußt werden kann, in dem die Körner mit einem Überzug aus einem metallischen oder nichtmetallischen Material versehen sind. Die Zusatzstoffe können sich im übrigen als zweckmäßig zeigen für eine ausreichende Beständigkeit des Kunstharzes gegenüber den üblicherweise verwendeten Kühlmitteln beim Einsatz der Innenlochsägen, bei denen es sich in der Regel um Wasser handelt mit einem alkalischen oder sauren Zusatz.

Beim Auftragen des Hartstoffkornbelages im Preßverfahren wird der Belag in pulverförmiger Form auf dem Kernblatt aufgetragen. Danach werden beide gemeinsam erhitzt, wobei das Pulver gleichzeitig verpreßt wird bei einer Temperatur im Bereich der Glasübergangstemperatur des gewählten Harzes. Demgegenüber wird beim Gießverfahren der Belag in flüssigem Zustand innerhalb einer Form auf dem Kernblatt vergossen, wie es insbesondere möglich ist bei Verwendung von Epoxiharzen.

Darüber hinaus kann aber auch als Alternative eine nachträgliche Befestigung eines vorgefertigten Belages auf dem Kernblatt vorgesehen sein. Ein solche Befestigung kann unter Ausnutzung eines Klebers erfolgen, der aus zwei Komponenten besteht.

Durch die Verwendung von Füllstoffen lassen sich beispielsweise die Zugfestigkeit oder die Bruchdehnung beeinflussen. Dafür kommen faserartige bzw. nadelförmige Materialien wie beispielsweise Glas-, Kohle- oder Metallfasern in Betracht.

Durch metallische Füllstoffe läßt sich die Wärmeleitfähigkeit beeinflussen und durch die Verwendung von Trockenschmierstoffen wie beispielsweise Graphit oder Polytetrafluoräthylen (PTFE) der Reibungskoeffizient reduzieren. Um neben der vorteilhaften Dehnbarkeit des Belages auch seine ausreichende Haftung auf dem Kernblatt sicher zu stellen, kann eine mechanische Verklammerung bzw. Verankerung ausgenutzt werden durch die Anordnung von Löchern im Kernblatt, welche zu einer Brückenbildung zwischen den beiden Belagseiten führt oder durch die Anordnung von Nuten im Kernblatt. Daneben ist ein Verkleben möglich wie auch eine Haftung durch eine chemische Reaktion mit dem Kernblattmaterial und zwar insbesondere unter der Voraussetzung, daß das Kernblatt ebenfalls aus einem faserverstärktem Kunststoff besteht.

Die Haftung des Belages wird im übrigen verbessert durch ein vorausgehendes Aufrauen des Kernblattes. Dies kann erfolgen mechanisch beispielsweise durch Sandstrahlen oder Schleifen. Stattdessen kann ein chemisches Aufrauen erfolgen durch den Einsatz von Säuren oder durch ein elektrolytisches Ätzen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend unter Bezugnahme auf eine Zeichnung erläutert.

In der Zeichnung zeigen:

Figur 1: eine Innenlochsäge im Teilausschnitt mit einem Siliziumstab;

Figur 2: eine Innenlochsäge im Teilausschnitt mit einer mechanischen Verklammerung des Belages;

Figur 3: eine Innenlochsäge in der Seitenansicht mit Bohrungen im Innenlochbereich und

Figur 4 und 5: eine Innenlochsäge mit Nuten für die Halterung des Belages.

Die in den Figuren 1 bis 3 wiedergegebene Ausführungsform einer Innenlochsäge für das Abtrennen dünner Scheiben von einem Stab 1 aus monokristallinem Silizium weist ein aus Metallblech bestehendes Kernblatt 3 auf, das eine Stärke hat von beispielsweise 0,15 mm. Das Kernblatt 3 ist mit einem Innenloch 4 versehen, dessen zylindrischer Wandbereich mit einem Belag 5 versehen ist, welcher aus Diamantkörnern besteht, die in

einer Kunststoffbindung gehalten sind. Der Belag 5 erstreckt sich auf beiden Seiten des Kernblattes 3 über eine Randbreite von beispielsweise 2 mm über den Rand des Innenloches 4 hinaus.

Für eine verbesserte Haftung ist das Kernblatt 3 mit konzentrisch unmittelbar neben dem Rand des Innenloches angeordneten Löchern 6 versehen, die entsprechend Figur 2 von dem Diamantbelag 5 durchdrungen sind, so daß sich zwischen den beiden seitlichen Belagabschnitten Brücken bilden, die zu der Haftung des Belages 5 auf dem Kernblatt 3 beitragen.

Bei der Ausführung nach den Figuren 4 und 5 sind anstelle von Löchern 6 zwei ringförmige Nuten 7 vorgesehen, in welche der Belag 5 eingreift.

gen eines galvanischen Belages vorbehandelt ist.

7. Innenlochsäge nach einem oder mehreren der vorher gehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kernblatt (3) durch mechanisches oder chemisches Aufrauen vorbehandelt ist.

Ansprüche

1. Innenlochsäge zum Abtrennen dünner Scheiben von einem Stab beispielsweise aus monokristallinem Silizium, bestehend aus einem dünnen, in seiner Mitte mit einem Innenloch versehenen kreisförmigen Kernblatt, das im Randbereich des Innenloches einen Belag mit Diamant-, Bornitrid- oder anderen Hartstoffkörnern trägt, dadurch gekennzeichnet, daß die Hartstoffkörner in einer hochtemperaturfesten Kunstharzbindung eingebettet sind, die durch Gießen oder Pressen auf das Kernblatt (3) aufgebracht ist, wobei die Belaghaftung auf dem Kernblatt (3) durch mechanische Verankerung unterstützt ist, und das Kunstharz eine Bruchdehnung von mehr als 2 %, eine Zugfestigkeit von mehr als 20 N/mm² und eine Glasübergangstemperatur von 200 bis 400 °C aufweist.

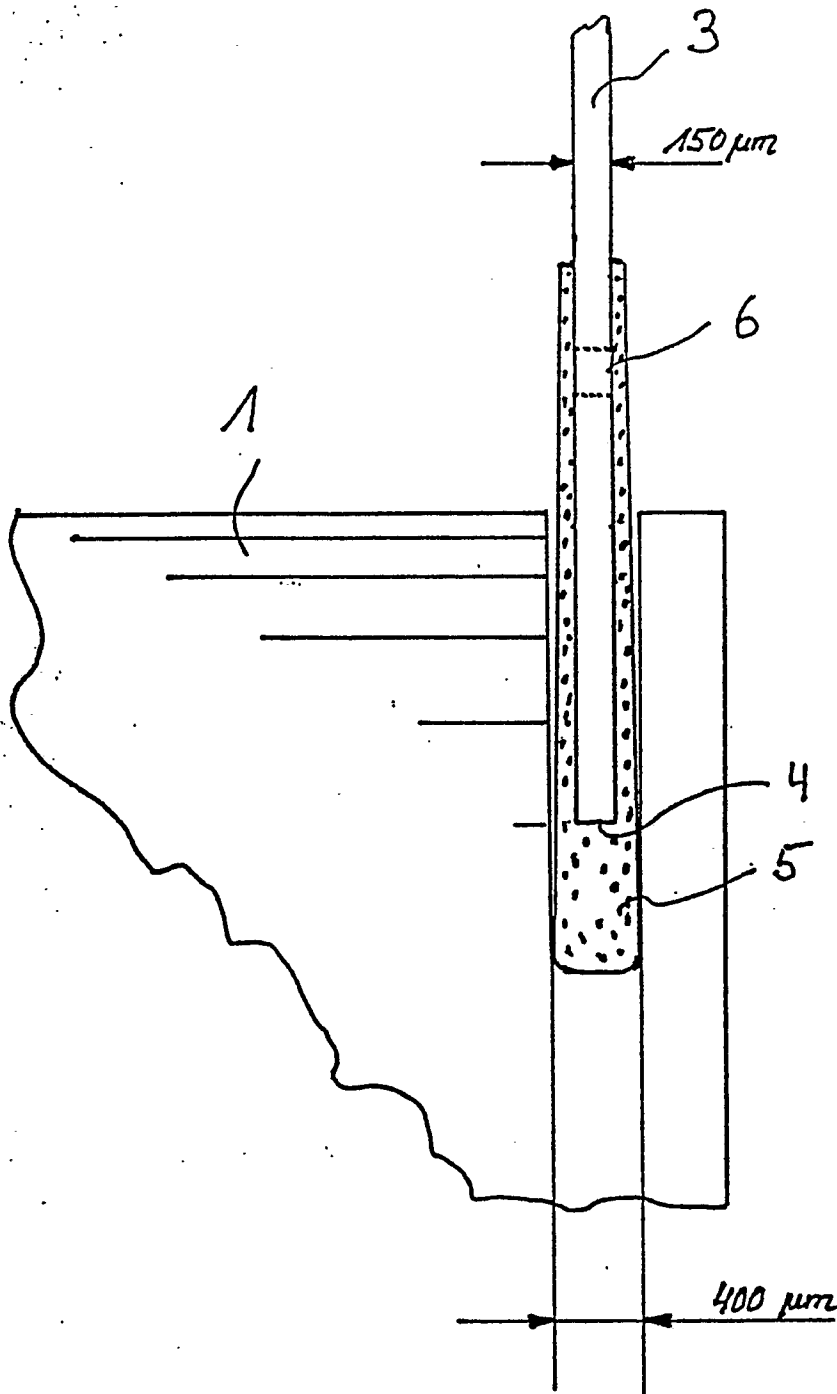
2. Innenlochsäge nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Kunstharzes aus der Gruppe der Epoxyharze, der Polyimide, der flexibilisierten Phenolharze.

3. Innenlochsäge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hartstoffkörner mit einem Überzug versehen sind.

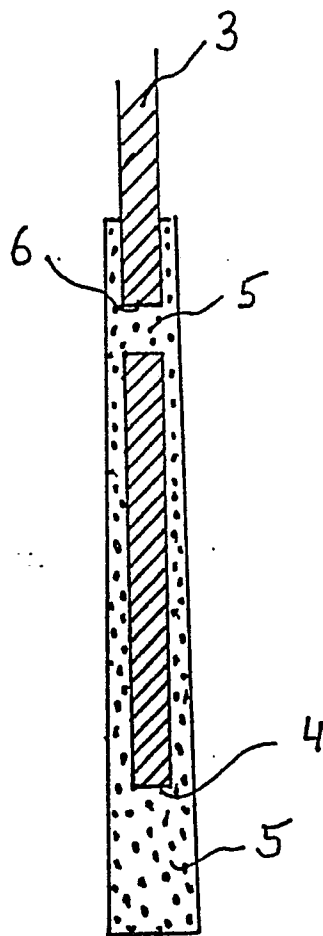
4. Innenlochsäge nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für eine mechanische Verankerung des Belages (5) im Kernblatt (3) Löcher (6) im Abstand vom Innenlochrand (4) konzentrisch angeordnet sind, die Bindungsbrücken zwischen den seitlichen Belagabschnitten bilden.

5. Innenlochsäge nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für eine mechanische Verankerung des Belages (5) eine umlaufende Nut (7) auf beiden Seiten des Kernblattes (3) angeordnet ist.

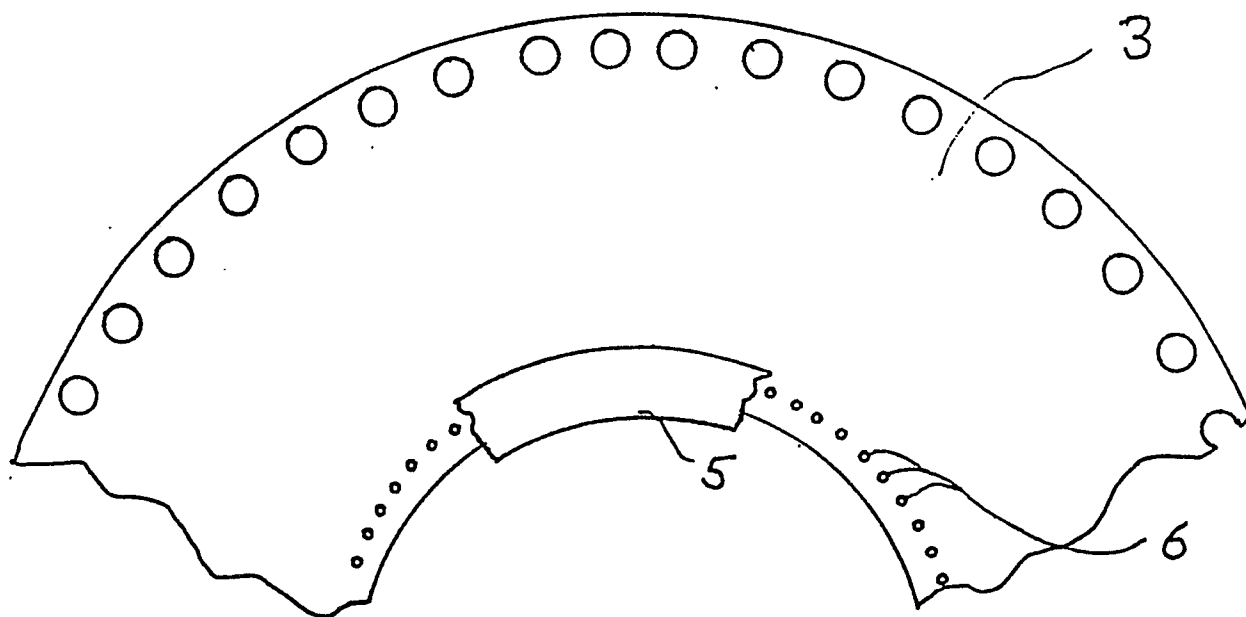
6. Innenlochsäge nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kernblatt (3) für eine mechanische, Haftung der Kunstharzbindung durch Aufbrin-



Figur 1



Figur 2



Figur 3

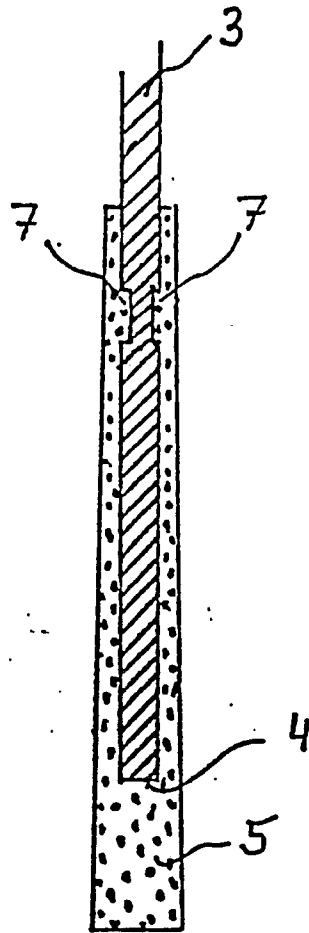


Figure 4

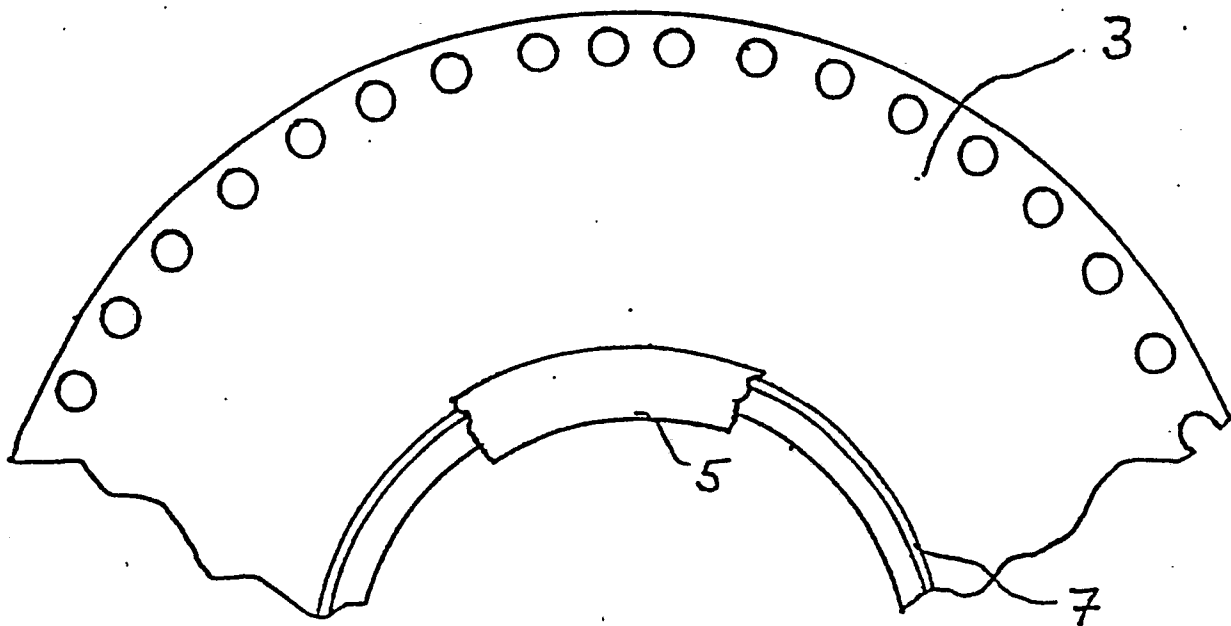


Figure 5