

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **89120246.7**

Int. Cl.⁵: **C25D 1/10**

Anmeldetag: **02.11.89**

Priorität: **17.12.88 DE 3842610**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.06.90 Patentblatt 90/26

Benannte Vertragsstaaten:
CH ES FR GB IT LI NL

Anmelder: **KERNFORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE GMBH**
Weberstrasse 5 Postfach 3640
D-7500 Karlsruhe 1(DE)

Erfinder: **Bier, Wilhelm, Dr.**
Grabener Weg 10
D-7514 Egg.-Leopoldshafen(DE)
 Erfinder: **Maner, Asim, Dr.**
Zwölfmorgen 8
D-7515 Linkenheim(DE)
 Erfinder: **Schubert, Klaus, Dr.**
Geigersbergstrasse 54
D-7500 Karlsruhe(DE)

Verfahren zum Herstellen eines zweidimensional ausgedehnten Mikrostrukturkörpers aus Metall mit einer Vielzahl feiner Öffnungen und eines hierfür geeigneten Werkzeugs.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines zweidimensional ausgedehnten Mikrostrukturkörpers aus Metall mit einer Vielzahl feiner Öffnungen vorgegebbarer Abmessungen und Verteilung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die vorgenannten Nachteile zu vermeiden. Es sollen sich zweidimensional ausgedehnte Mikrostrukturkörper wie z. B. Folien oder Platten serienmäßig herstellen lassen, die eine Vielzahl feiner Öffnungen oder Schlitze aufweisen, deren Abmessungen und Verteilung frei bestimmbar sind. Weiterhin soll ein Verfahren zur Herstellung eines Werkzeuges angegeben werden, mit dessen Hilfe diese Mikrostrukturkörper hergestellt werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in der Abformmasse eng benachbarte, sich zur elektrisch leitenden Schicht hin verjüngende Mikrostrukturen abgeformt werden, und daß die so entstandene Form galvanisch so weit aufgefüllt wird, bis der Abstand zwischen je zwei benachbarten galvanischen Füllungen an deren Oberfläche der vorgegebenen Abmessung der betreffenden Öffnung des herzustellenden Mikrostrukturkörpers entspricht.

EP 0 374 441 A1

Verfahren zum Herstellen eines zweidimensional ausgedehnten Mikrostrukturkörpers aus Metall mit einer Vielzahl feiner Öffnungen und eines hierfür geeigneten Werkzeugs.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines zweidimensional ausgedehnten Mikrostrukturkörpers aus Metall mit einer Vielzahl feiner Öffnungen vorgegebener Abmessungen und Verteilung, bei dem

a) ein an der Oberfläche mit Mikrostrukturen versehenes Werkzeug hergestellt wird,

b) die Mikrostrukturen des Werkzeuges wiederholt mit einer Abformmasse abgeformt werden, wobei die Abformmasse aus einer elektrisch isolierenden und einer elektrisch leitenden Schicht besteht und die Mikrostrukturen des Werkzeuges durch die elektrisch isolierende Schicht hindurch bis in die elektrisch leitende Schicht eingeführt werden,

c) worauf die so entstandene Form galvanisch unter Verwendung der elektrisch leitenden Schicht als Kathode mit einem Metall aufgefüllt und danach die Form entfernt wird und ein Verfahren zur Herstellung eines mit Mikrostrukturen versehenen Werkzeuges.

Die zweidimensional ausgedehnten Mikrostrukturkörper können beispielsweise Folien oder Platten darstellen, die zur Filtration von Flüssigkeiten oder als optische Gitter verwendet werden.

Mikrostrukturkörper gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 können durch zwei verschiedene Methoden hergestellt werden: durch Photolithographie in Kombination mit Galvanik oder durch das Verfahren nach DE-PS 35 37 483. Dieses Verfahren wird als LIGA-(Röntgentiefenlithographie-Mikrogalvanoformungs)-Verfahren bezeichnet.

Aus der DE-OS 36 11 732 geht ferner hervor, daß zur Herstellung von Katalysatorträger-Körpern einzelne nach dem LIGA-Verfahren hergestellte plattenförmige Mikrostrukturkörper aufeinander geschichtet, ausgerichtet und zu einem stabilen Körper zusammengefügt werden.

Durch Photolithographie in Kombination mit Galvanik lassen sich in Abhängigkeit von der Galvanischschichtdicke vorgegebene Öffnungsgrößen einstellen. Dabei nimmt aber die Transparenz insbesondere bei abnehmender Größe der Öffnungen stark ab. Deshalb sind hohe Transparenz, kleine Öffnungsgröße und große Plattendicke nicht gleichzeitig realisierbar.

Außerdem ist die Strukturierung von dicken Photoresists mit Schwierigkeiten verbunden. Deshalb werden meist dünne Resistschichten verwendet, wobei die Größe der Öffnungen dadurch eingestellt wird, daß eine Galvanischschicht oberhalb der Resiststruktur frei zusammenwächst. Dabei hängen die erreichbaren Toleranzen für diese Öffnungen jedoch stark von den Parametern des Galvanikba-

des ab.

Mit dem LIGA-Verfahren nach der DE-PS 35 37 483 können keine Mikrostrukturen hergestellt werden, bei denen sich die Querschnittsform über die Höhe der Mikrostruktur verändert, so daß die Öffnungsabmessungen nicht über die Höhe der Galvanischschicht einstellbar sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die vorgenannten Nachteile zu vermeiden. Es sollen sich zweidimensional ausgedehnte Mikrostrukturkörper wie z. B. Folien oder Platten serienmäßig herstellen lassen, die eine Vielzahl feiner Öffnungen oder Schlitz aufweisen, deren Abmessungen und Verteilung frei bestimmbar sind. Weiterhin soll ein Verfahren zur Herstellung eines Werkzeuges angegeben werden, mit dessen Hilfe diese Mikrostrukturkörper hergestellt werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Werkzeug solche Mikrostrukturen aufweist, daß in der Abformmasse eng benachbarte, sich zur elektrisch leitenden Schicht hin verzweigende Mikrostrukturen abgeformt werden, und daß die so entstandene Form galvanisch so weit aufgefüllt wird, bis der Abstand zwischen je zwei benachbarten galvanischen Füllungen an deren Oberfläche der vorgegebenen Abmessung der betreffenden Öffnung des herzustellenden Mikrostrukturkörpers entspricht.

Das Werkzeug zur Herstellung der plattenförmigen Mikrostrukturkörper wird erfindungsgemäß dadurch hergestellt, daß in die Oberfläche eines zerspanbaren Substrats mittels eines oder mehrerer Formdiamanten eng benachbarte Nuten eingebracht werden, die sich zum Nutgrund hin verzweigen, worauf die so strukturierte Oberfläche des Substrats mit Metall oder Keramik abgeformt und die abgeformte Oberfläche als Werkzeug verwendet wird.

Als zerspanbares Substrat kann eine Metallplatte beispielsweise bestehend aus Kupfer oder einer Aluminium-Magnesium-Legierung (AlMg3) verwendet werden, das zur Abformung seiner strukturierten Oberfläche galvanisch mit einem weiteren Metall, z. B. Nickel, bedeckt wird.

Als zerspanbares Substrat kann auch eine Verbundplatte, bestehend aus einer elektrisch leitenden und einer elektrisch isolierenden Schicht, verwendet werden, in die die Nuten so tief eingebracht werden, bis sie in die elektrisch leitende Schicht reichen, wonach die Abformung mit Metall auf galvanischem Wege unter Verwendung der elektrisch leitenden Schicht als Kathode mit anschließender Entfernung des Substrats durchgeführt wird.

Es erweist sich als vorteilhaft, wenn beim Ab-

formen der Mikrostrukturen das Werkzeug mit Ultraschallunterstützung in die Abformmasse eingeführt und wieder herausgeführt wird. Ein Aufheizen der Verbundschicht während der Abformung ist nicht notwendig. Zudem wird die Abformung durch die sich verjüngende Form der Mikrostrukturen gegenüber der Abformung von Mikrostrukturen mit senkrechten Wänden begünstigt.

Gegenüber der Photolithographie in Kombination mit Galvanik ist erfindungsgemäß eine wesentlich höhere Transparenz bei vergleichbarer Öffnungsgröße und Plattendicke erreichbar, wobei sich gleichzeitig engere Toleranzen erzielen lassen.

Im Gegensatz zum LIGA-Verfahren läßt sich erfindungsgemäß eine über die Plattenhöhe variable Öffnungsgröße sowie eine für die Filtration vorteilhafte, sich erweiternde Öffnungsform herstellen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Durchführungsbeispielen näher erläutert.

In den Figuren 1 bis 9 ist die Herstellung des Werkzeugs, die Abformung und die galvanische Auffüllung der abgeformten Strukturen dargestellt.

Beispiel 1

Schritt a)

Herstellung des Werkzeugs

Als Ausgangsmaterial zur Herstellung des Werkzeugs wird als zerspanbares Substrat eine Platte aus AlMg3 mit den Abmessungen 20 x 30 mm² verwendet.

Die Oberfläche der Platte wird mit einem keilförmigen Mikro-Formdiamanten ohne Fase an der Spitze durch kreuzweises Bearbeiten strukturiert. Die hierbei erzeugten Nuten haben eine Tiefe von 100 Mikrometern und einen Öffnungswinkel von 53°. Die Dichte der Nuten beträgt 9,1 Nuten pro mm.

Fig. 1 zeigt die durch Nuten 1 strukturierte Metallplatte 2.

Auf der Metallplatte 2 wird galvanisch eine Nickelschicht 3 abgeschieden.

Die Nickelschicht wird auf ihrer freien Oberfläche plan bearbeitet.

Fig. 2 zeigt die plan bearbeitete Nickelschicht 3 auf der Metallplatte 2. Anschließend wird die Metallplatte 2 in einer geeigneten Ätzlösung, z. B. in Natronlauge aufgelöst.

Fig. 3 zeigt das so erhaltene Werkzeug 5 mit den sich verjüngenden Mikrostrukturen 4.

Schritt b)

Abformen der Mikrostrukturen 4 des Werkzeugs 5

Aus einer elektrisch isolierenden Schicht 6, die aus dem Thermoplasten Polymethylmethacrylat (PMMA) besteht und einer elektrisch leitfähigen Schicht 7, die aus dem Thermoplasten PMMA mit eingelagerten Graphitpartikeln gebildet wird, wird eine Verbundschicht hergestellt.

Als Thermoplasten können auch die Materialien Polypropylen, Polyethylen, Polycarbonat, Polystyrol, ABS, PVC, Polyacetal und Polyamid verwendet werden.

Die elektrisch leitende Schicht kann auch aus einem niedrig schmelzenden Metall oder einer niedrig schmelzenden Metallegierung bestehen.

Zweckmäßigerweise wird die Verbundschicht in der Weise hergestellt, daß auf eine Metallplatte oder Metallfolie die elektrisch leitende Schicht 7 aufgegossen wird. Die erstarrte elektrisch leitende Schicht wird durch Aufgießen der elektrisch isolierenden Schicht 6 überdeckt. Die Verbundschicht wird in erstarrter Form weiterverarbeitet.

Das nach Schritt a) hergestellte Werkzeug 5 wird soweit in die Verbundschicht eingedrückt, bis die Mikrostrukturen 4 des Werkzeugs 5 die elektrisch isolierende Schicht 6 durchstoßen und in die elektrisch leitende Schicht 7 hineinragen.

In Fig. 4 ist dieser Vorgang dargestellt.

Nachdem das Werkzeug entfernt wurde, bleibt in der Verbundschicht der Abdruck der Mikrostrukturen 4 als Negativform zurück.

Schritt c)

Galvanisches Auffüllen der Negativform.

Die in Schritt b) erzeugte Negativform wird galvanisch mit einem Metall aufgefüllt, indem die elektrisch leitende Schicht 7 als Kathode geschaltet wird.

In Fig. 5 ist dieser Vorgang dargestellt.

Die Höhe h der galvanisch erzeugten Füllung 8 bestimmt die Transparenz und die Öffnungsgröße d des plattenförmigen Mikrostrukturkörpers. Als Füllungsmaterial sind die Metalle Nickel, Gold und Kupfer in besonderer Weise geeignet.

Schließlich wird die Verbundschicht entfernt. Dies kann z.B. durch Auflösen mit Dichlormethan erfolgen, wonach die galvanisch erzeugte Metallfüllung der Negativform zurückbleibt. Es entsteht ein gitterförmiges Metallnetz mit Strukturen von dreieckigem Querschnitt und sich erweiternden Öffnungen, deren Abmessungen d über die Höhe der

galvanischen füllung bzw. der Dicke des Metallnetzes eingestellt werden können. Bei einer Höhe h der galvanisch erzeugten Metallfüllung von $70\text{ }\mu\text{m}$ werden quadratische Öffnungen mit den Abmessungen $d = 40\text{ }\mu\text{m}$ erhalten. Die Transparenz des Metallnetzes oder das Öffnungsverhältnis, das sich als das Verhältnis der Summe der freien Öffnungen zu der Gesamtfläche des Metallnetzes berechnet wird, beträgt in diesem Fall etwa 13 %. Wird dagegen die Höhe h der galvanisch erzeugten Metallfüllung auf $50\text{ }\mu\text{m}$ gewählt, so entstehen Öffnungen im Metallnetz mit den Abmessungen von $d = 60\text{ }\mu\text{m}$ und die Transparenz beträgt etwa 30 %. Durch die entsprechende Wahl des Keilwinkels des Formdiamanten können selbstverständlich auch andere Abmessungen und Transparenzen im Metallnetz in Abhängigkeit von der Höhe der galvanischen Füllung realisiert werden.

Beispiel 2

Schritt a)

Herstellung eines walzenförmigen Werkzeugs

Ein Hohlzylinder 9 aus Kupfer, der einen Außendurchmesser von 170 mm und einen Innendurchmesser von 120 mm besitzt, wird auf seiner innenliegenden Oberfläche längs der Zylinderachse gemäß Fig. 6 mit sich verjüngenden Nuten 11 versehen. In größeren Abständen werden senkrecht zur Zylinderachse Quernuten 10 angebracht, die breiter sind als die Längsnuten. Die Nuten 11 haben eine Tiefe von $240\text{ }\mu\text{m}$ und eine maximale Breite von $200\text{ }\mu\text{m}$, während die Quernuten bei der gleichen Tiefe eine Breite von $400\text{ }\mu\text{m}$ besitzen. Die Dichte der Nuten 11 beträgt 3,5 Nuten pro mm.

Der mit Längsnuten 11 und Quernuten 10 versehen Hohlzylinder 9 wird galvanisch abgeformt. Dazu wird entlang der Zylinderachse ein dünner Stab eingeschoben, zentriert und als Anode geschaltet.

Der Hohlzylinder selbst dient als Kathode. Mit Hilfe dieser Anordnung wird auf der Innenseite des Hohlzylinders 9 so lange Nickel abgeschieden, bis sich der freie innere Durchmesser auf einen gewünschten Wert, beispielsweise auf den Durchmesser einer Welle, vermindert hat. Dabei wird die innere, strukturierte Oberfläche des Hohlzylinders auf das galvanisch abgeschiedene Metall als Negativform übertragen.

Nach Beendigung der Abscheidung wird die Anode aus dem z. T. galvanisch aufgefüllten Hohlzylinder herausgezogen und die verbliebene freie innere Oberfläche des Hohlzylinders rotationssym-

metrisch geschliffen und poliert.

Danach wird der ursprünglich eingesetzte Kupfer-Hohlzylinder 9 mit Hilfe einer CuCl_2 -Lösung selektiv weggeätzt, wobei das im Innern des Kupfer-Hohlzylinders galvanisch abgeschiedene Nickel zurückbleibt.

Fig. 7 zeigt das hierdurch hergestellte Werkzeug 12 mit seiner abgeformten Mikrostruktur auf seiner äußeren Oberfläche. Das Werkzeug besitzt einen Außendurchmesser von 120 mm und einen Innendurchmesser von 60 mm und ist 260 mm lang.

Im Falle, daß die Längs- oder Quernuten 11, 10 sehr eng und tief gewählt werden müssen, kann es vorkommen, daß sich der mit dieser inneren Mikrostruktur erzeugte Hohlzylinder aus Kupfer nicht vollständig mit galvanisch abgeschiedenem Metall abformen läßt. In den engen Nuten können Hohlräume entstehen. In diesem Fall empfiehlt es sich, anstelle eines Hohlzylinders 9 aus reinem Kupfer oder einem anderen Metall einen Hohlzylinder zu verwenden, der z. B. aus Kupfer besteht und auf seiner Innenseite mit einer dünnen Schicht aus elektrisch isolierendem Material, z. B. aus PMMA oder einem anderen elektrisch isolierenden Kunststoff, überzogen ist. Die Schichtdicke soll kleiner sein als die Höhe der zu erzeugenden Nuten 10, 11, so daß die Nuten die Schicht aus elektrisch isolierendem Kunststoff durchstoßen und sich bis in das Metall fortsetzen. Hierdurch wird die formtreue Galvanisierung wesentlich erleichtert.

Die Schicht aus elektrisch isolierendem Kunststoff wird nach der Entfernung des Metalls durch ein geeignetes Lösungsmittel z. B. durch Dichlormethan im Falle von PMMA, entfernt.

Schritt b)

Abformen des Werkzeugs in einer Verbundschicht

Analog zu Schritt b) von Beispiel 1 wird eine flexible Verbundschicht hergestellt, wobei in diesem Fall zweckmäßigerweise die elektrisch isolierende Schicht 6 und die elektrisch leitende Schicht 7 durch Walzen als Folien vorgefertigt und anschließend aufeinander laminiert werden. Als Material für die elektrisch isolierende Schicht 6 wird Polypropylen und für die elektrisch leitende Schicht 7 eine niedrig schmelzende Metallegierung, bevorzugt eine Blei-Zinn-Legierung, verwendet.

In Fig. 8 ist die Abformung des Werkzeugs 12 auf dieser Verbundschicht dargestellt. Die Verbundschicht 15 wird zwischen zwei benachbarten Walzen 12, 14 durchgeführt. Zur Erleichterung der Abformung und zur Begrenzung der von den Walzen 12, 14 auf die Verbundschicht ausgeübten

Druckes kann die Verbundschicht unmittelbar vor der Einführung in das Walzenpaar 12, 14 durch einen Infrarotstrahler aufgewärmt werden.

Die obere Walze ist mit dem in Schritt a) hergestellten Werkzeug 12 identisch.

Die Verbundschicht wird in der Weise zwischen den beiden Walzen 12, 14 hindurchgeführt, daß die Mikrostrukturen der Walze 12 die elektrisch isolierende Schicht 16 der Verbundschicht durchdringen und bis in die elektrisch leitende Schicht 17 der Verbundschicht hineinragen.

Schritt c)

Galvanisches Auffüllen der Negativform

Die in dieser Weise erzeugte Negativform 18 auf der Verbundschicht wird, wie in Beispiel 1, Schritt c) beschrieben, galvanisch mit Nickel aufgefüllt. Zu diesem Zweck wird die Verbundschicht als endloses Bahnmateriale in einer Durchlaufanlage galvanisiert, wonach die galvanisch erzeugte Füllung als eine endlose Schlitzfolie aus Metall durch Abziehen von der Verbundschicht und auf eine Spule aufgerollt wird.

Das Ergebnis dieses Arbeitsvorgangs ist in Fig. 9 dargestellt. Es ergibt sich eine endlose Schlitzfolie aus Nickel mit Verstärkungsrippen 20. Die Schlitzbreite 19 ist wie nach Beispiel 1, Schritt c) über die Höhe der Galvanikschicht aus Nickel einstellbar. Im vorliegenden Beispiel wird bei einer der Galvanikschichtdicke entsprechenden Dicke der Schlitzfolie von 120 µm eine Schlitzbreite von 125 µm und ohne Berücksichtigung der Verstärkungsrippen eine Transparenz von ca. 44 % erhalten.

Die so erzeugte Schlitzfolie ist als optisches Gitter oder als Bedampfungsmaske verwendbar.

Beispiel 3

Abformung des Werkzeugs mit Hilfe von Ultraschall.

Für den Fall, daß analog zu Beispiel 1 ein gitterförmiges Metallnetz hergestellt werden soll, ist die Abformung des Werkzeugs gemäß Schritt b) mit Hilfe von Ultraschall vorteilhaft.

In einem ersten Schritt wird eine Verbundschicht erzeugt. Diese Verbundschicht kann auf drei verschiedenen Arten hergestellt werden.

a) Eine mit elektrisch leitenden Partikeln wie z. B. Graphitpulver versetzte Thermoplastschicht wird auf einer ebenen Unterlage ausgegossen. Diese Schicht bildet die elektrisch leitende Schicht der

zu erzeugenden Verbundschicht.

Nach deren Erstarren wird darüber eine weitere, reine Thermoplastschicht ausgegossen. Als Thermoplast sind die Materialien Polypropylen, Polyethylen, PMMA, Polycarbonat, PVC, Polystyrol, ABS, Polycetal oder Polyamid verwendbar. Die letztgenannte Thermoplastschicht bildet die elektrisch isolierende Schicht der Verbundschicht.

b) Die elektrisch leitende Schicht wird durch ein niedrig schmelzendes Metall oder eine niedrig schmelzende Metallegierung gebildet. Geeignet ist z. B. eine Metallegierung aus Blei, Zinn, und ggf. Wismut.

Die Herstellung der Verbundschicht erfolgt ansonsten analog zu a) oder durch Auflaminieren der beiden durch Walzen als Folien vorgefertigten Schichten.

c) Die elektrisch leitende Schicht nach a), b) oder c) wird auf eine Metallplatte z. B. aus Aluminium aufgegossen.

Die weitere Herstellung der Verbundschicht erfolgt analog zu a).

Das plattenförmige Werkzeug wird auf der Sonotrode einer Ultraschall-Schweißmaschine befestigt. Die Befestigung kann durch Kleben oder Löten erfolgen. Die Verbundschicht wird mit ihrer elektrisch leitenden Schicht auf den Amboß der Ultraschall-Schweißmaschine aufgelegt. Der Amboß ist mit Ansaugöffnungen versehen, die mit einer Vakuum-Pumpe, einem evakuierten Behälter oder einer sonstigen geeigneten Vorrichtung in Verbindung stehen. Durch den Unterdruck haftet die Verbundschicht auf dem Amboß.

Die Abformung des Werkzeugs erfolgt analog zu Beispiel 1, Schritt b), wobei jedoch das Werkzeug mit Ultraschallunterstützung in die Verbundschicht eingepreßt und wieder entfernt wird.

Die weiteren Verarbeitungsschritte entsprechen dem Beispiel 1.

Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines zweidimensional ausgedehnten Mikrostrukturkörpers aus Metall mit einer Vielzahl feiner Öffnungen vorgebarter Abmessungen und Verteilung, bei dem

a) ein an der Oberfläche mit Mikrostrukturen versehenes Werkzeug hergestellt wird,

b) die Mikrostrukturen des Werkzeuges wiederholt mit einer Abformmasse abgeformt werden, wobei die Abformmasse aus einer elektrisch isolierenden und einer elektrisch leitenden Schicht besteht und die Mikrostrukturen des Werkzeuges durch die elektrisch isolierende Schicht hindurch bis in die elektrisch leitende Schicht eingeführt werden,

c) worauf die so entstandene Form galvanisch unter Verwendung der elektrisch leitenden Schicht als

Kathode mit einem Metall aufgefüllt und danach die Form entfernt wird,

dadurch gekennzeichnet, daß

d) das Werkzeug solche Mikrostrukturen aufweist, daß in der Abformmasse eng benachbarte, sich zur elektrisch leitenden Schicht hin verjüngende Mikrostrukturen abgeformt werden, und daß

e) die so entstandene Form galvanisch so weit aufgefüllt wird, bis der Abstand zwischen je zwei benachbarten galvanischen Füllungen an deren Oberfläche der vorgegebenen Abmessung der betreffenden Öffnung des herzustellenden Mikrostrukturkörpers entspricht.

2. Verfahren zur Herstellung eines mit den Mikrostrukturen nach Anspruch 1 versehenen Werkzeuges, dadurch gekennzeichnet, daß

f) in die Oberfläche eines zerspanbaren Substrats mittels eines oder mehrerer Formdiamanten eng benachbarte Nuten eingebracht werden, die sich zum Nutgrund hin verjüngen,

g) worauf die so strukturierte Oberfläche des Substrates mit Metall oder Keramik abgeformt und die abgeformten Oberfläche als Werkzeug verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Substrat eine Metallplatte verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Substrat eine Verbundplatte, bestehend aus einer elektrisch leitenden und einer elektrisch isolierenden Schicht, verwendet wird, daß die Nuten so tief eingebracht werden, bis sie in die elektrisch leitende Schicht reichen, und daß die Abformung mit Metall auf galvanischem Wege unter Verwendung der elektrisch leitenden Schicht als Kathode mit anschließender Entfernung des Substrats durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beim Abformen der Mikrostrukturen das Werkzeug mit Ultraschallunterstützung in die Abformmasse eingeführt und wieder herausgeführt wird.

45

50

55

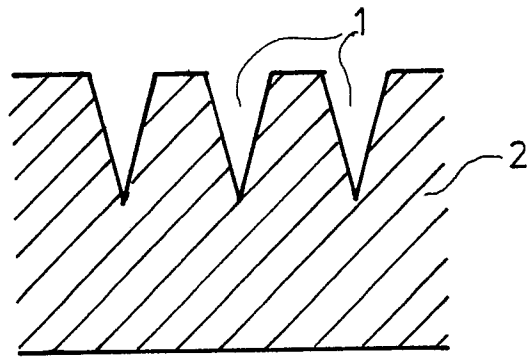


FIG.1

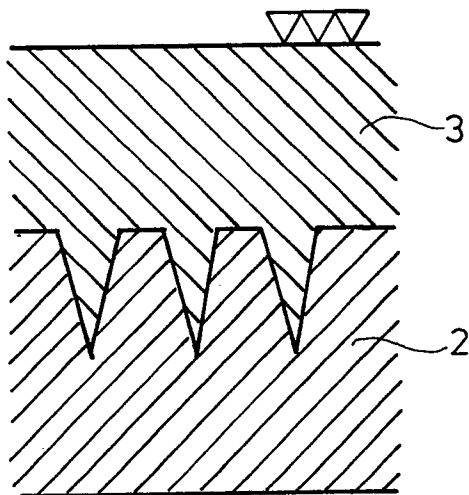
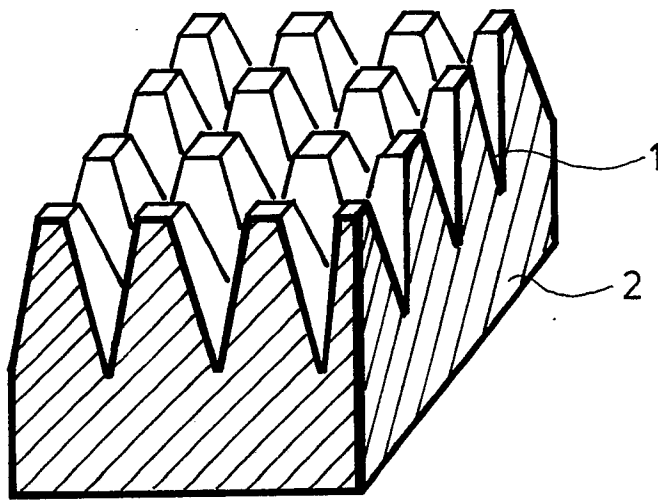


FIG.2

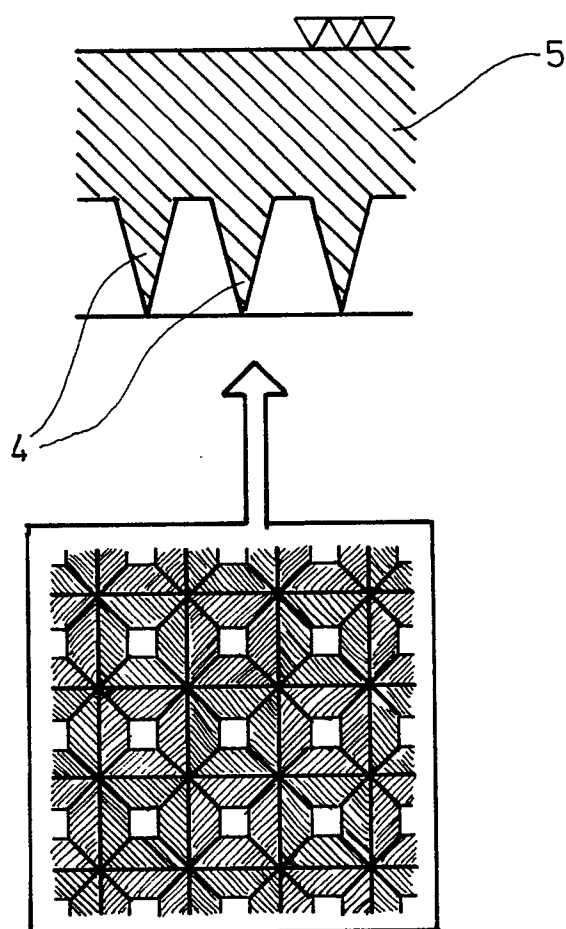


FIG. 3

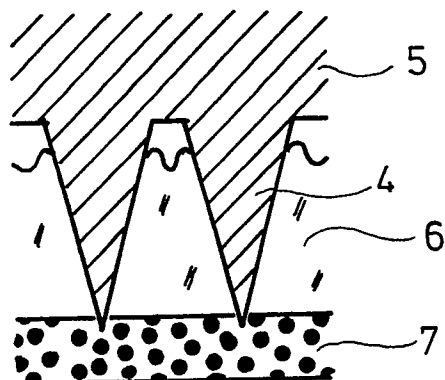


FIG. 4

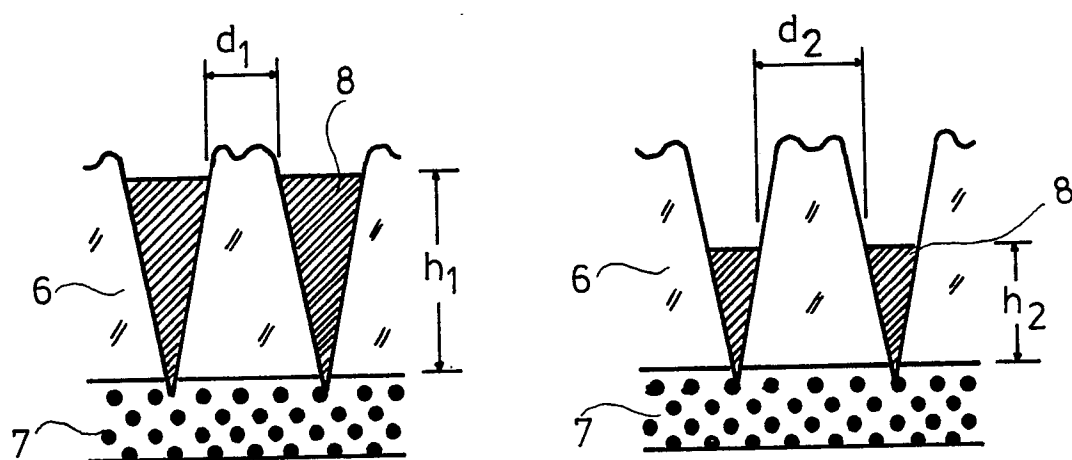


FIG. 5

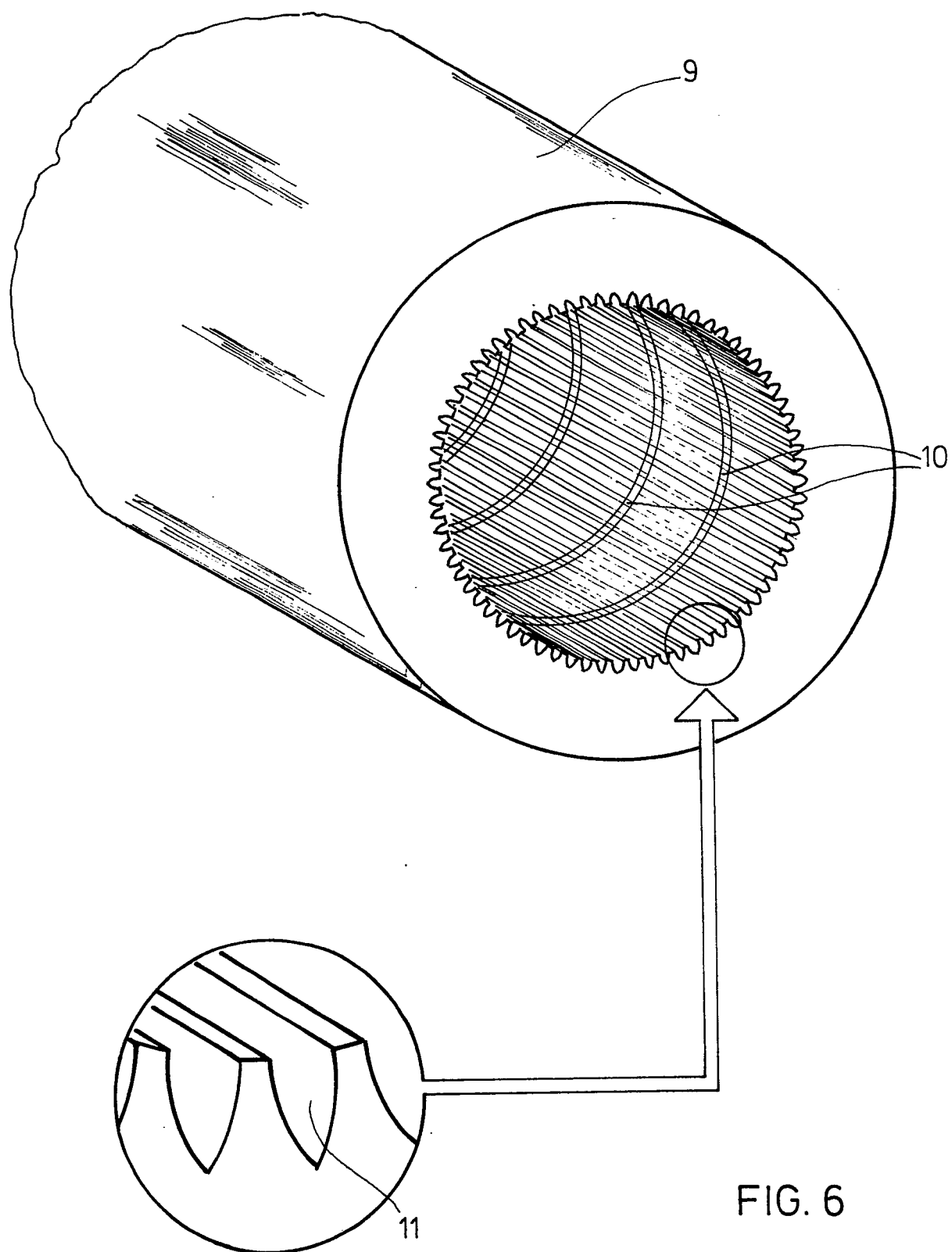


FIG. 6

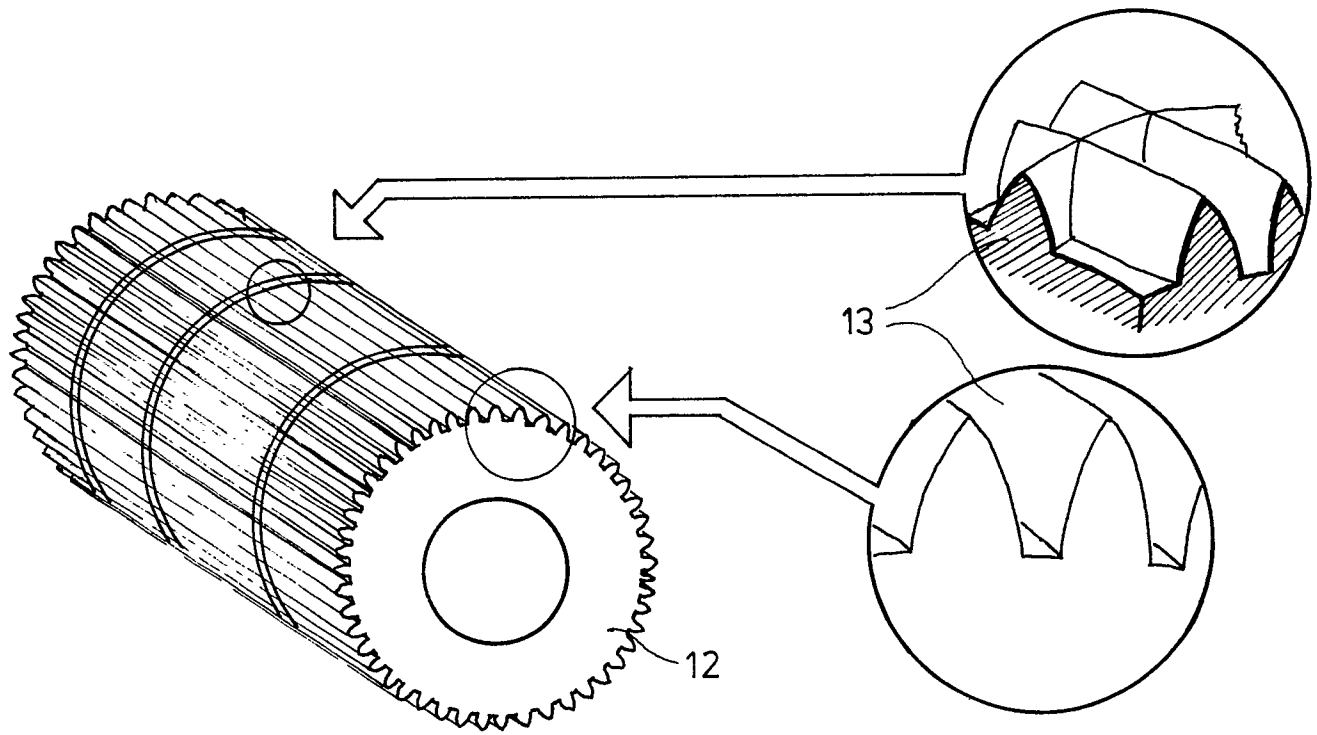


FIG. 7

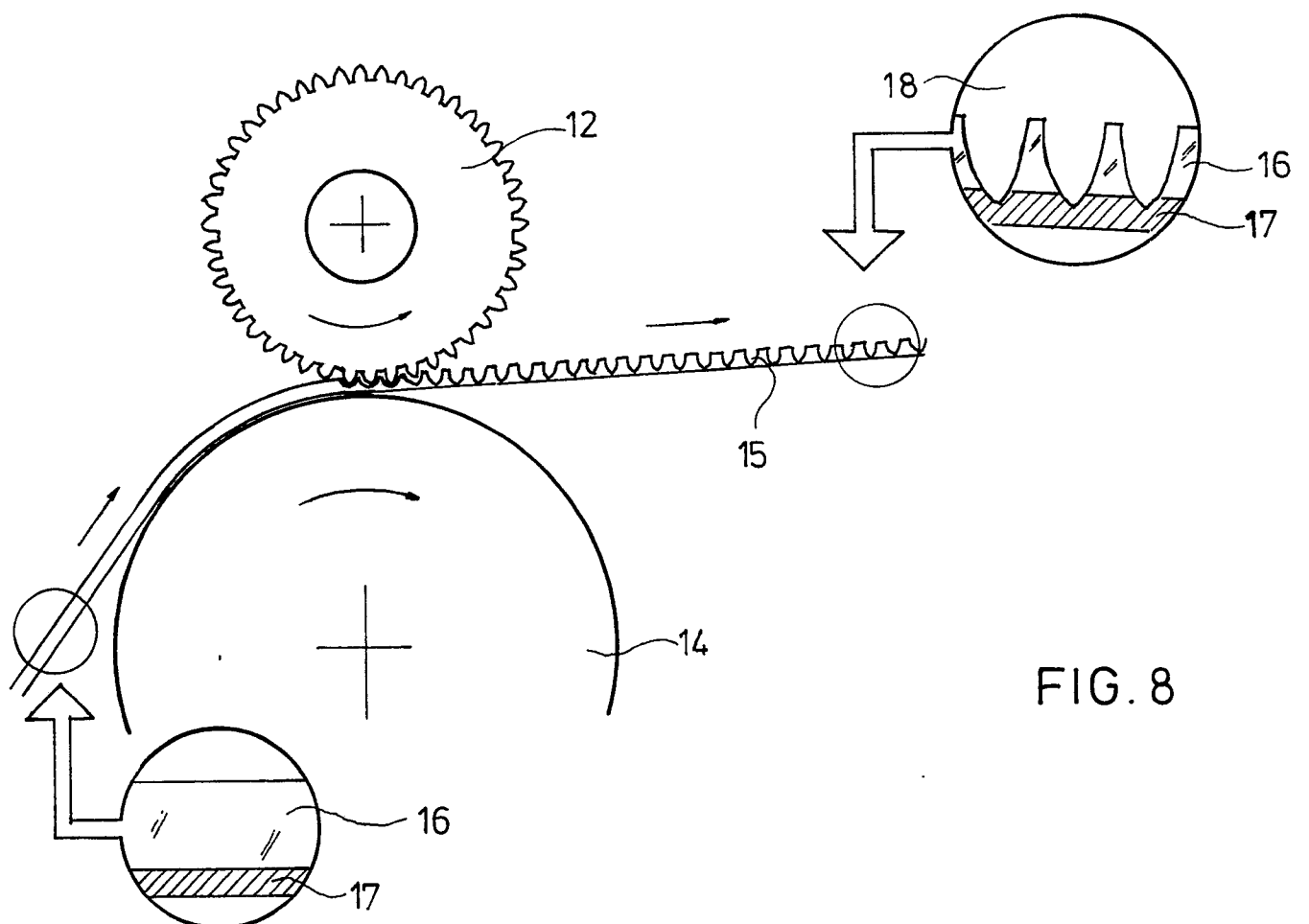
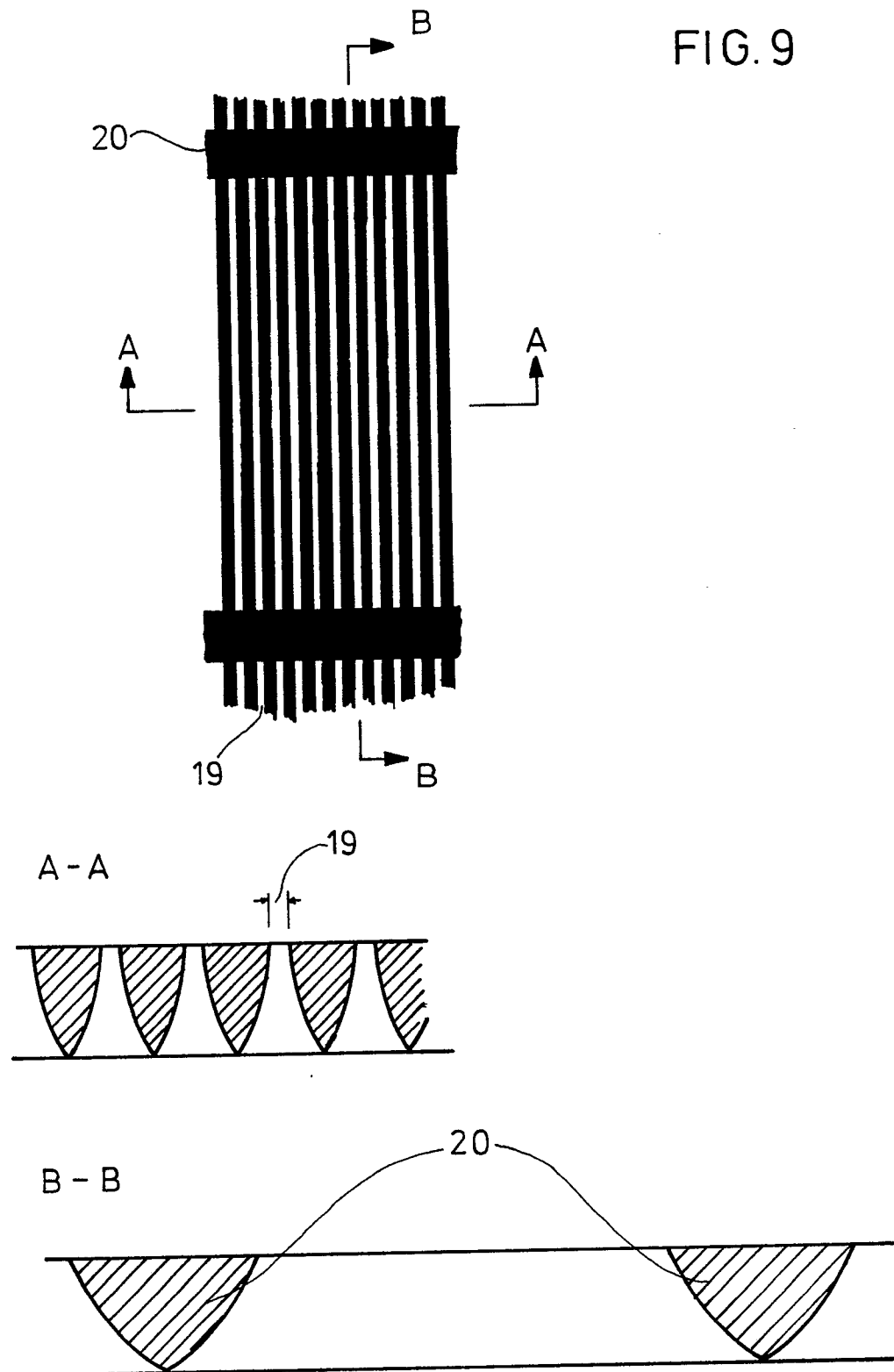


FIG. 8

FIG. 9





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 89120246.7														
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)														
A	<u>CH - A5 - 591 570</u> (BUSER) * Patentanspruch *	1	C 25 D 1/10														
A, D	<u>DE - C1 - 3 537 483</u> (KERNFORSCHUNGSZENTRUM) * Zusammenfassung *	1															
A, D	<u>DE - A1 - 3 611 732</u> (KERNFORSCHUNGSZENTRUM) * Spalte 3, Zeilen 23-44 *	1															
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)														
			C 25 D														
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 05-03-1990	Prüfer LUX														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : mündliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : mündliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : mündliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	