

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

① Anmeldenummer: 85101037.1

⑤① Int. Cl.⁴: **H 01 J 9/12, H 01 J 43/24**

② Anmeldetag: 01.02.85

③ Priorität: 10.03.84 DE 3408849

⑦① Anmelder: **Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Weberstrasse 5, D-7500 Karlsruhe 1 (DE)**

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 18.09.85
Patentblatt 85/38

⑦② Erfinder: **Becker, Erwin, Prof. Dr., Strahlerweg 18, D-7500 Karlsruhe 41 (DE)**
Erfinder: **Ehrfeld, Wolfgang, Dr., Reustrasse 27, D-7500 Karlsruhe 41 (DE)**
Erfinder: **Becker, Frank, Dr., Neufriedenheimerstrasse 67a, D-8000 München 70 (DE)**

⑥④ Benannte Vertragsstaaten: **AT CH FR GB IT LI NL SE**

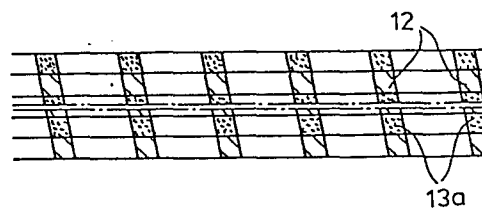
⑥④ **Verfahren zur Herstellung geschichteter Vielkanalplatten aus Metall für Bildverstärker und Verwendung der so hergestellten Vielkanalplatten.**

⑥⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung geschichteter Vielkanalplatten mit Dynoden aus Metall für die Verstärkung optischer Bilder oder anderer flächenhafter Signalverteilungen mittels Sekundärelektronenvervielfachung sowie deren Verwendung so hergestellter Vielkanalplatten. Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß

a) zunächst eine Negativform der herzustellenden geschichteten Vielkanalplatten erzeugt wird, in dem in eine Platte durch partielles Bestrahlen und partielles Entfernen dieses Materials unter Ausnutzung der durch die Bestrahlung erzeugten unterschiedlichen Materialeigenschaften senkrecht oder schräg zur Plattenoberfläche die gitterförmigen Freiräume eingearbeitet werden, daß

b) in die gitterförmigen Freiräume der Negativform unter Verwendung der mit ihr verbundenen Metallelektrode die Dynodenschichten galvanisch abwechselnd mit elektrisch leitenden oder isolierenden Zwischenschichten erzeugt werden, worauf

c) die Negativform entfernt wird, und im Falle der Erzeugung elektrisch leitender Zwischenschichten diese entfernt oder in einen elektrischen Isolator umgewandelt werden.



Verfahren zur Herstellung geschichteter Vielkanalplatten aus Metall für Bildverstärker und Verwendung der so hergestellten Vielkanalplatten.

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung geschichteter Vielkanalplatten mit Dynoden aus Metall für die Verstärkung optischer Bilder oder anderer flächenhafter Signalverteilungen mittels Sekundärelektronenvervielfachung sowie die Verwendung so hergestellter Vielkanalplatten.

10

Es ist bekannt, optische Bilder oder andere flächenhafte Signalverteilungen mit geschichteten Vielkanalplatten aus Metall zu verstärken (s. DE-OS 31. 50 257 und DE-PS 24 14 658). Sie bestehen aus zahlreichen elektrisch gegen-

15 einander isolierten, mit eng benachbarten Löchern versehenen Metallschichten, die so gestapelt sind, daß die Löcher eng benachbarte, senkrecht zur Plattenoberfläche verlaufende Kanäle bilden. Die Schichten sind einzeln so an eine Spannungsquelle angeschlossen, daß sich zwischen ihnen ein

20 stufenweiser Potentialanstieg ergibt. Die Kanäle erhalten dadurch die Funktion von Sekundärelektronenvervielfachern, wobei die mit Löchern versehenen Metallschichten die Dynoden bilden. Die Löcher der einzelnen Dynoden können durch chemisches Ätzen durch belichtete und entwickelte Photolackmasken hindurch eingearbeitet werden. In der Praxis

25 werden gute Ergebnisse erreicht, wenn die Lochdurchmesser und die Dicke der Dynode ungefähr gleich sind. Aus "Spektrum der Wissenschaft", Januar 1982, Seiten 44 bis 55, ist es ferner bekannt, bei Vielkanal-Bilderverstärkerplatten

30 aus Glas die Kanäle gekrümmt oder im Zickzack auszuführen. Im letzteren Fall werden hierzu mehrere Platten mit schräg verlaufenden Kanälen gestapelt.

Wenn bei geschichteten Vielkanal-Bildverstärkerplatten ein

35 ähnlich hohes räumliches Auflösungsvermögen wie bei Bildverstärkerplatten aus Glas erreicht werden soll, müssen die

Durchmesser der Löcher und damit die Stärken der Dynoden in der Größenordnung von 30 μ m und darunter liegen. Es ergeben sich dann erhebliche Probleme beim gegenseitigen Ausrichten und elektrischen Isolieren der getrennt her-

5 gestellten folienartigen Dynoden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung geschichteter Vielkanal-Bildverstärkerplatten der gattungsgemäßen Art vorzuschlagen, bei dem die

10 getrennte Herstellung der Dynoden und deren nachfolgendes Stapeln und gegenseitiges Ausrichten vermieden werden.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

15

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich geschichtete Vielkanalplatten mit Dynoden aus Metall herstellen, mit denen ein ähnlich hohes räumliches Auflösungsvermögen und eine ähnlich hohe Transparenz wie bei den bekannten Bild-

20 verstärkerplatten aus Glas erreicht werden kann, ohne daß die für Bilderverstärkerplatten aus Glas typischen Begrenzungen im Verstärkungsfaktor und in der Signalfrequenz in Kauf genommen werden müssen.

25 Zur Verbilligung der Massenfertigung von Vielkanalplatten der in Anspruch 1 beschriebenen Art kann das Verfahren der Erfindung entsprechend Anspruch 2 abgewandelt werden. Dabei wird mit einer primären Negativ-Form der geschichteten Vielkanalplatte unter Verwendung einer mit ihr verbundenen

30 Metallelektrode durch galvanische Abformung und anschließende Entfernung der primären Negativ-Form eine metallische Positiv-Form hergestellt, wonach durch wiederholtes Abformen der metallischen Positiv-Form mit einer Abformmasse mehrere sekundäre Negativ-Formen der geschichteten Vielkanalplatte

hergestellt werden, die bei der weiteren Durchführung des Verfahrens die Rolle der primären Negativ-Form übernehmen. Als Abformmasse sind besonders nichthaftende Reaktionsharze geeignet. Weitere Einzelheiten in bezug
5 auf die Abformung können beispielsweise der DE-PS 32 06 820 entnommen werden.

Bei einer speziellen Ausführungsform entsprechend Anspruch 3 werden die Dynoden durch Herauslösen der Zwischen-
10 schichten gegenseitig elektrisch isoliert. Wenn auf diese Weise geschichtete Vielkanalplatten mit größerem Durchmesser hergestellt werden sollen, kann es vorteilhaft sein, elektrisch isolierende Stützen nicht nur am kanal-
freien Rand, sondern auch innerhalb des von Kanälen durch-
15 setzten Bildfeldes der Vielkanalplatte anzubringen.

Obwohl die Stützen in dem von Kanälen durchsetzten Bereich der entsprechend Anspruch 3 hergestellten geschichteten Vielkanalplatten in der Praxis nur etwa 1 Promille des
20 Bildfeldes verdecken, können sie bei besonders hohen Ansprüchen an die Übertragungsqualität als Nachteil empfunden werden. Für diesen Fall ist eine Abwandlung des Verfahrens der Erfindung entsprechend Anspruch 4 vorgesehen. Für die dort beschriebene nachträgliche Umwandlung der Zwischen-
25 schicht in einen elektrischen Isolator eignet sich vor allem Aluminium. Es läßt sich bei den für Vielkanalplatten hoher Transparenz typischen geringen Wandstärken in bekannter Weise mit in der flüssigen und/oder gasförmigen Phase arbeitenden Oxidationsmitteln in das elektrisch aus-
30 gezeichnet isolierende Al_2O_3 überführen. Wenn bei den entsprechend Anspruch 4 hergestellten geschichteten Vielkanalplatten der von Kanälen durchsetzte Bereich zur Erleichterung der Montage oder der elektrischen Anschlüsse von einem kanalfreien Bereich umgeben sein soll, muß dieser zur
35 Sicherstellung der Umwandlung des leichter oxidierbaren Materials in einen Isolator aus zahlreichen dünnen Wänden bestehen.

- Die Beschränkung auf dünne Wände entfällt, wenn die Zwischenschichten, entsprechend Anspruch 5, durch vollständige oder partielle Oxidation von galvanisch abgetrennten Aluminiumschichten hergestellt werden.
- 5 Die Oxidation der Aluminiumschichten ist sowohl chemisch als auch elektrochemisch durchführbar. Zur Erleichterung der galvanischen Abscheidung der Aluminiumschichten auf den darunterliegenden Oxidschichten, kann es zweckmäßig sein, dünne Metallschichten
- 10 auf den Oxidschichten abzuscheiden, die bei der nachfolgenden Galvanik eine Stromzuführung parallel zur Plattenoberfläche ermöglichen.

In Fällen, wo Aluminium als Dynodenmaterial akzeptiert werden kann, läßt sich das im Zusammenhang mit Anspruch 5 beschriebene Verfahren entsprechend Anspruch 6 vereinfachen.

Eine Schrägstellung der Kanäle gegenüber der Plattenoberfläche begünstigt die Kollision der Primärteilchen mit den Kanalwänden und damit die gewünschte Elektronenauslösung. Bei den vorbekannten Verfahren zur Herstellung geschichteter Vielkanalplatten wird die Schrägstellung der Kanäle durch gegenseitiges Verschieben der Dynoden beim Stapeln erreicht. Dabei treten jedoch Versetzungen zwischen den einander zugeordneten Kanälen der benachbarten Dynoden auf, die zur Verminderung der Transparenz und/oder des räumlichen Auflösungsvermögens führen. Bei den nach dem Verfahren

20 Oder Erfindung hergestellten geschichteten Vielkanalplatten kann die Schrägstellung der Kanäle durch entsprechende Orientierung der Plattenoberfläche gegenüber der Ausbreitungsrichtung der energiereichen Strahlung ohne Verluste an Transparenz und/oder räumlichem Auflösungsvermögen bewirkt werden.

35

Eine zur Unterdrückung der Beschleunigung parasitärer Ionen angestrebte Kanalkrümmung läßt sich bei den vorbekannten Verfahren zur Herstellung geschichteter Vielkanalplatten ebenfalls nur durch gegenseitiges Verschieben der Dynoden mit den oben erwähnten Nachteilen erzielen. Bei dem Verfahren der Erfindung können diese Nachteile dadurch vermieden werden, daß entsprechend Anspruch 7, vor der Erzeugung der Dynoden und Zwischenschichten, die Negativ-Formen der Kanäle durch eine gleichmäßig angreifende Kraft, beispielsweise eine Zentrifugalkraft, bei erhöhter Temperatur gekrümmt werden.

Eine Unterdrückung der Beschleunigung parasitärer Ionen ist aber auch dadurch möglich, daß man mindestens zwei erfindungsgemäß hergestellte geschichtete Vielkanalplatten mit zur Plattenoberfläche schrägen Kanälen in bekannter Weise zu einem Stapel so zusammensetzt, daß die Kanäle gemeinsam zick-zack-förmige Strukturen bilden. Da bei den erfindungsgemäß hergestellten geschichteten Vielkanalplatten die Querschnitte und Positionen der Kanäle genau vorgebar sind, lassen sich die geschichteten Vielkanalplatten entsprechend Anspruch 8 so zusammensetzen, daß die Kanalöffnungen aufeinanderliegender geschichteter Vielkanalplatten gegenseitig ausgerichtet sind. Dadurch werden Verluste an Transparenz und/oder räumlichen Auflösungsvermögen vermieden.

Als energiereiche Strahlung kommen sowohl Korpuskularstrahlen als auch elektromagnetische Wellen in Frage. Während man bei der Verwendung elektromagnetischer Wellen zur Erzeugung der gewünschten Strukturen in bekannter Weise mit Masken arbeitet, kann man bei Verwendung von Korpuskularstrahlen die Strukturen auch durch elektromagnetische Steuerung erzeugen. Besonders bewährt hat

sich die von den Elektronensynchrotrons erzeugte Röntgenstrahlung ("Synchrotronstrahlung"), die sich durch hohe Intensität bei kleinem Öffnungswinkel auszeichnet. Die Wahl der energiereichen Strahlung
5 veränderbaren Materials richtet sich nach der Art der energiereichen Strahlung, wobei entsprechende Vorschriften beispielsweise der DE-PS 29 22 642 und DE-OS 32 21 981 entnommen werden können. Bei Verwendung von Synchrotronstrahlung hat sich besonders Polymethylmethacrylat
10 (PMMA) bewährt, wobei zur Entfernung der bestrahlten Bereiche ein Entwickler gemäß DE-OS 30 39 110 verwendet werden kann.

Durch geeignete Oberflächenbehandlung, beispielsweise
15 eine schwache Oxidation mit Sauerstoff oder Chlor bei höherer Temperatur, eine elektrochemische Behandlung oder durch Abscheidung einer dünnen Materialschicht nach dem CVD-Verfahren bzw. durch Kombinationen solcher Verfahren, kann in an sich bekannter Weise der Sekun-
20 därelektronen-Ausbeutefaktor der mit Kanälen versehenen Metallschichten u.U. beträchtlich erhöht werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden anhand der Zeichnungen beispielhaft erläutert:

25

Die Figuren 1 bis 3 zeigen schematisch die einzelnen Schritte der Erzeugung der Negativ-Form für die Herstellung einer geschichteten Vielkanalplatte, die Figuren 4 und 5 zeigen schematisch die Herstellung
30 von Dynodenschichten, die fest mit elektrisch isolierenden Stützen verbunden sind,

- 7 -

- die Figuren 6 und 7 zeigen schematisch die Herstellung einer geschichteten Vielkanalplatte, bei der die Zwischenschichten zwischen den Dynoden nachträglich in isolierende Metalloxidschichten umgewandelt werden,
- 5 die Figuren 8 und 9 zeigen schematisch die Herstellung einer geschichteten Vielkanalplatte, bei der sukzessiv Dynoden und isolierende Zwischenschichten aufeinander aufgebaut werden.
- 10 Als Ausgangsmaterial für die Herstellung der Negativ-Form einer geschichteten Vielkanalplatte dient gemäß Fig. 1 eine 0,5 mm starke Platte 1 aus Polymethylmethacrylat (PMMA), die fest mit einer Metallelektrode 2 verbunden ist. Die PMMA-Platte 1 wird gemäß Fig. 2 über
- 15 eine Röntgenmaske mit Synchrotronstrahlung 3 bestrahlt, die schräg zu den Oberflächen der PMMA-Platte 1 und der Röntgenmaske gerichtet ist. Die Röntgenmaske besteht aus einem die Röntgenstrahlung nur schwach absorbierenden Träger 4 und einem die Röntgenstrahlung stark
- 20 absorbierenden Absorber 5, durch den die Querschnittsformen und die Positionen der Negativ-Formen der Kanäle festgelegt werden. Die einzelnen Strukturen des Absorbers 5 entsprechen den Querschnittsformen der Negativ-Formen der Kanäle. Durch die hochintensive parallele
- 25 Synchrotronstrahlung wird das PMMA in den nicht vom Absorber abgedeckten Bereichen 6 strahlenchemisch verändert. Diese so bestrahlten Bereiche 6 werden durch Einbringen der PMMA-Platte in eine Entwicklerlösung entfernt, so daß eine Vielkanalnegativ-Form mit säulen-
- 30 förmigen PMMA-Strukturen 7 und gitterförmigen Freiräumen 8 gemäß Fig. 3 entsteht. Die säulenförmigen

- 8 -

PMMA-Strukturen 7 haben eine sechseckige Querschnittsform mit einer Weite von ca. 30 μm , die Breite der Freiräume 8 zwischen den PMMA-Strukturen 7 beträgt ca. 4 μm .

5

Bei der Herstellung einer Vielkanalplatte mit einzelnen Dynoden, die fest mit elektrisch isolierenden Stützen verbunden sind, wird von der in Fig. 4 gezeigten Negativ-Form ausgegangen, die neben der Metallelektrode 2a, den säulenförmigen PMMA-Strukturen 7a mit gitterförmigen Freiräumen 8a, wie sie bereits in Figur 3 gezeigt wurden, zusätzlich noch Stützen 9 aus elektrisch isolierendem Material enthält. In die freien Zwischenräume 8a werden galvanisch abwechselnd Schichten aus Nickel 10 und Kupfer 11 abgeschieden, so daß ein Aufbau gemäß Fig. 5 entsteht. Anschließend werden zunächst die PMMA-Strukturen 7a mit einem organischen Lösungsmittel und die Kupferschichten 11 sowie die Elektrode 2a mit einer Ätze, welche die Nickelschichten 10 nicht angreift, entfernt, so daß eine Folge von gegeneinander isolierten Dynodenschichten, die fest mit den elektrisch isolierenden Stützen 9 verbunden sind, verbleibt.

20

Bei der Herstellung von geschichteten Vielkanalplatten aus Dynoden und nachträglich erzeugten Zwischenschichten wird von der in Fig. 3 gezeigten Negativ-Form 7 ausgegangen. Gemäß Fig. 6 werden in die Freiräume 8 der Negativ-Form 7 abwechselnd Schichten aus Nickel 12 und Aluminium 13 abgeschieden. Nach dem Entfernen der Negativ-Form 7 mit einem organischen Lösungsmittel und der Elektrode 2 mit einer Ätze, welche weder die Nickelschichten 12 noch die Aluminiumschichten 13 angreift, werden die Aluminiumschichten in bekannter

30

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung geschichteter Vielkanalplatten mit Dynoden aus Metall für die Verstärkung optischer Bilder oder anderer flächenhafter Signalverteilungen mittels Sekundärelektronenvervielfachung, dadurch gekennzeichnet,

5 daß

a) zunächst eine Negativform der herzustellenden geschichteten Vielkanalplatte, bestehend aus säulenförmigen Strukturen (7) auf einer Metallelektrode (2) mit dazwischen liegenden gitterförmigen Freiräumen (8), erzeugt wird, in dem in eine Platte (1), die mindestens die Dicke der Vielkanalplatte aufweist und aus elektrisch isolierendem, durch energiereiche Strahlung in seinen Eigenschaften veränderbarem Material besteht, durch
10 partielles Bestrahlen und partielles Entfernen dieses Materials unter Ausnutzung der durch die Bestrahlung erzeugten unterschiedlichen Materialeigenschaften senkrecht oder schräg zur Plattenoberfläche die gitterförmigen Freiräume (8) eingearbeitet werden, daß

20

b) in die gitterförmigen Freiräume (8) der Negativform unter Verwendung der mit ihr verbundenen Metallelektrode (2) die Dynodenschichten (10, 12) galvanisch abwechselnd mit elektrisch leitenden oder isolierenden Zwischen-
25 schichten (11, 13) erzeugt werden, worauf

c) die Negativform entfernt wird, und im Falle der Erzeugung elektrisch leitender Zwischenschichten diese entfernt oder in einen elektrischen Isolator umgewandelt
30 werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
nach Schritt a) durch galvanische Abformung und an-
schließende Entfernung der primären Negativ-Form eine
metallische Positiv-Form hergestellt wird, wonach durch
5 wiederholtes Abformen der metallischen Positiv-Form
mit einer Abformmasse mehrere sekundäre Negativ-Formen
der geschichteten Vielkanalplatte hergestellt werden, in
denen gemäß Schritt b) die Dynodenschichten gal-
vanisch abwechselnd mit elektrisch leitenden oder iso-
10 lierenden Zwischenschichten erzeugt werden, worauf gemäß
Schritt c) die sekundären Negativ-Formen entfernt werden
und im Falle der Erzeugung elektrisch leitender Zwischen-
schichten diese entfernt oder in einen elektrischen
Isolator umgewandelt werden.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die Dynodenschichten (10) bei der galvanischen Er-
zeugung fest mit elektrisch isolierenden Stützen (9)
verbunden werden, und die Zwischenschichten (11) aus
20 einem im Vergleich zu den Dynodenschichten leichter
löslichen Material bestehen, das nach der Entfernung der
Negativ-Formen herausgelöst wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
25 daß die Zwischenschichten (13) aus einem im Vergleich zu
den Dynodenschichten (12) leichter oxidierbaren Material
bestehen, das nach der Entfernung der Negativ-Form durch
Oxidation in einen elektrischen Isolator umgewandelt
wird.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die Zwischenschichten (13) durch vollständige oder
partielle Oxidation von galvanisch abgeschiedenen
Aluminiumschichten hergestellt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
daß als Material für die Dynodenschichten (14a) Aluminium verwendet wird, und die Zwischenschichten (15) durch partielle Oxidation der Dynodenschichten erzeugt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Erzeugung der Dynodenschichten und Zwischenschichten die Negativ-Formen der Kanäle durch eine gleichmäßig angreifende Kraft, beispielsweise eine Zentrifugalkraft, bei erhöhter Temperatur gekrümmt werden.
8. Verwendung der nach einem der Ansprüche 1 bis 6 hergestellten geschichteten Vielkanalplatten zur Bildung eines Stapels aus mindestens zwei Vielkanalplatten mit zur Plattenoberfläche schrägen Kanälen, bei denen die miteinander ausgerichteten Kanäle gemeinsam zick-zack-förmige Strukturen bilden.

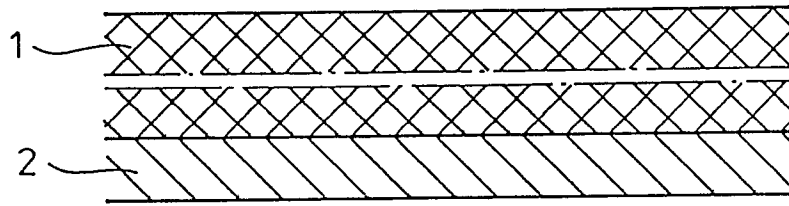


Fig. 1

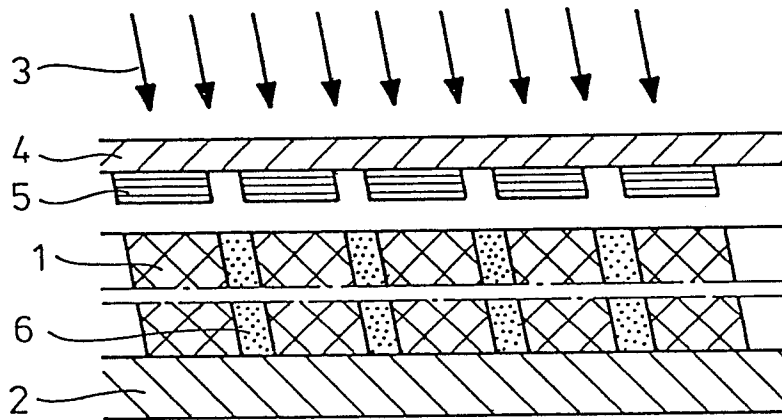


Fig. 2

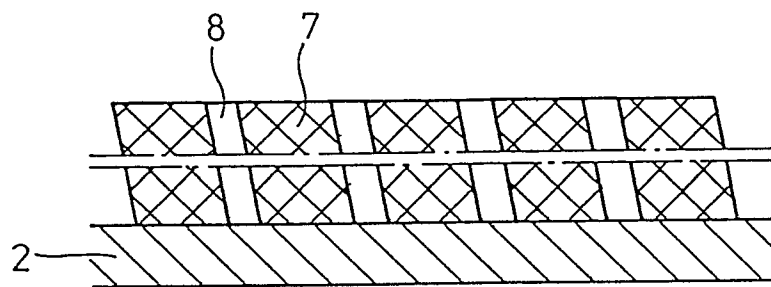


Fig. 3

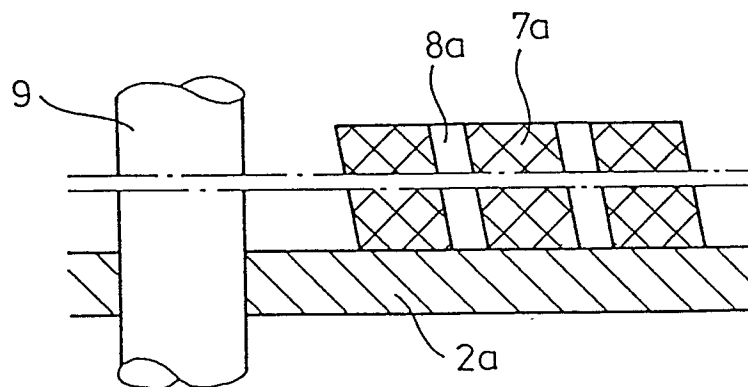


Fig. 4

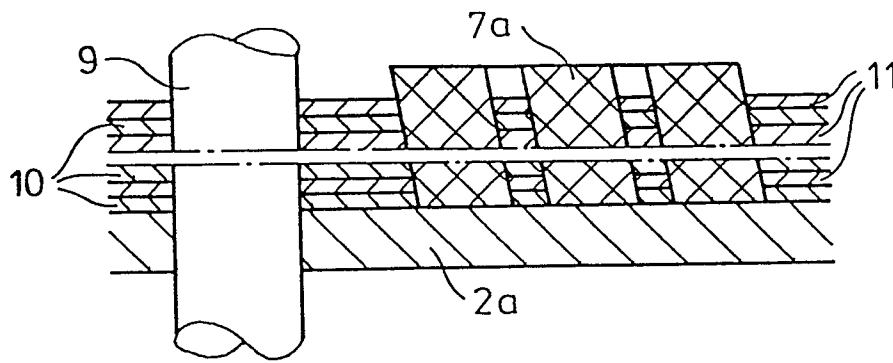


Fig. 5

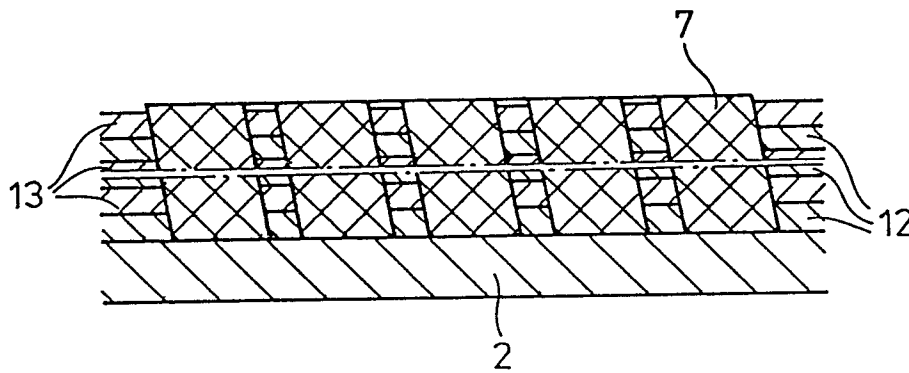


Fig. 6

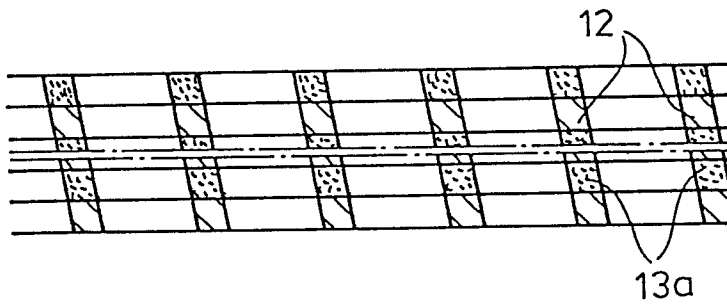


Fig. 7

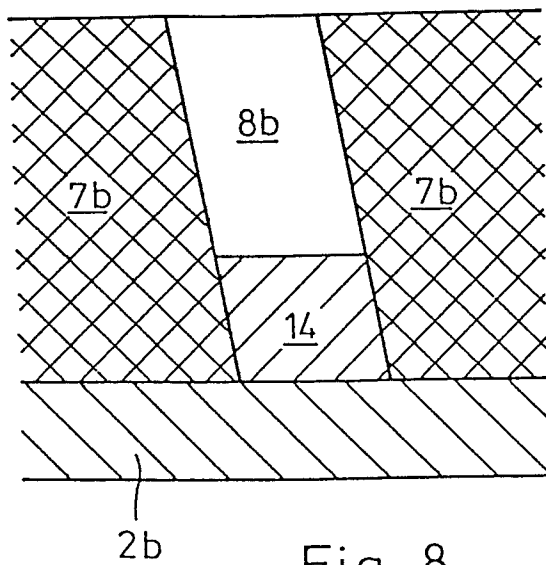


Fig. 8

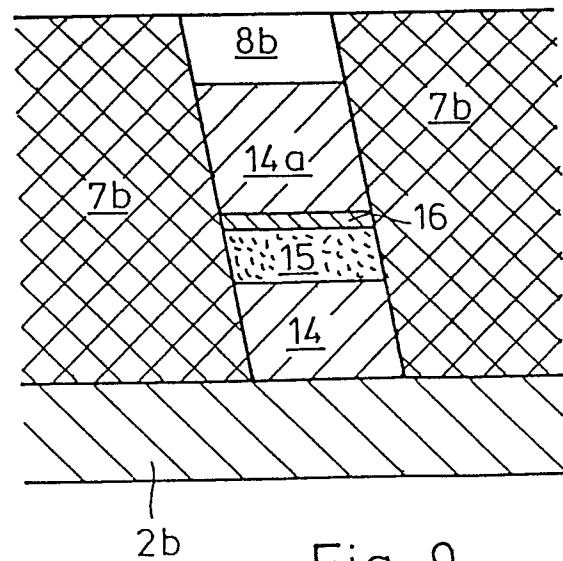


Fig. 9