

12

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 82105905.2

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 28 F 21/04**

22 Anmeldetag: 02.07.82

30 Priorität: 12.09.81 DE 3136253

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
23.03.83 Patentblatt 83/12

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

71 Anmelder: Rosenthal Technik AG  
Postfach 1508 Wittelsbacherstrasse 49  
D-8672 Selb/Bayern(DE)

72 Erfinder: Heinrich, Jürgen, Dr. Dipl.-Ing.  
Göringsreutherstrasse 1  
D-8671 Selb/Bayern(DE)

72 Erfinder: Schelter, Heinrich, Ing.grad.  
Unterweissenbach 75  
D-8672 Selb/Bayern(DE)

72 Erfinder: Schindler, Stefan, Dr. Dipl.-Chem.  
Häuselohweg 42  
D-8672 Selb/Bayern(DE)

72 Erfinder: Krauth, Axel, Dr. Dipl.-Ing.  
Oberweissenbach 58  
D-8672 Selb/Bayern(DE)

54 Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Wärmetauschern aus keramischen Folien.

57 Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Wärmetauschern aus keramischen Folien, wobei die unterschiedlichen Strömungskanäle in die Folie gestanzt oder geprägt werden und anschließend mit einem Laminierhilfsmittel miteinander verbunden werden. Das Aufeinanderstapeln der einzelnen Folien erfolgt mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, in dem der Transport der Folien zu den Formgebungs-, Auftrags- und Laminiervorrichtung mit schwenk- und drehbaren Saugplatten erfolgt. Beim erhaltenen Wärmetauscherblock wird dann in zwei Erhitzungsstufen der organische Bestandteil der keramischen Folie ausgetrieben und anschließend zwischen 1200° bis 1700°C gebrannt, wobei die Brenntemperatur vom verwendeten Werkstoff wie Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiC, Cordierit und halbleitende Bariumtitanatverbindungen abhängt.

EP 0 074 471 A2

./...

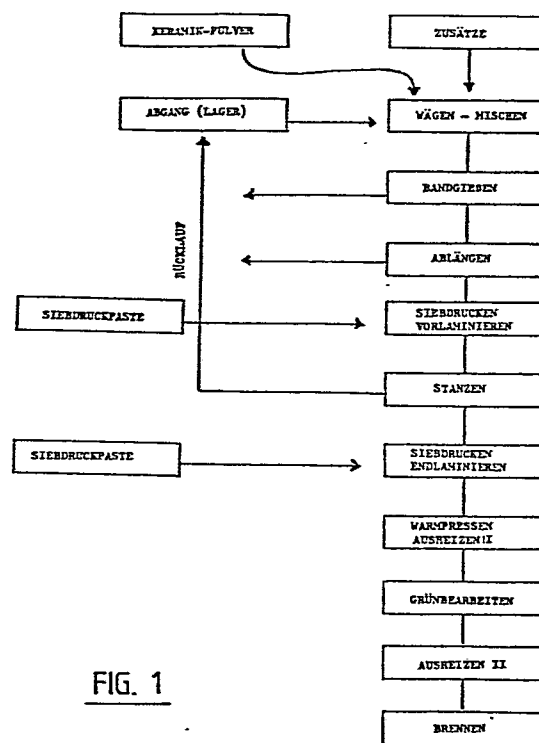


FIG. 1

---

Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Wärmetauschern  
aus keramischen Folien

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von  
Wärmetauschern mittels Folientechnik, indem Folien geformt,  
gestapelt, laminiert und gebrannt werden sowie eine Vor-  
richtung zum Aufbau eines solchen Wärmetauschers aus  
5 einzelnen Folien.

Es ist bereits ein Verfahren zur Herstellung von Wärme-  
tauschern aus keramischen Folien aus der DE-OS 28 41 571  
bekannt, indem zwischen zwei Grundplatten ausgestanzte  
10 Folien mit Abstandshaltern aufeinandergestapelt und  
zusätzlich sogenannte Fenster in die Deckwandung einge-  
fräst werden. Anschließend wird ein solcher blockförmiger  
Wärmetauscher einem Kalt- oder Heißlaminierungsprozeß  
unterworfen. Ein solches Verfahren zieht zwar höhere  
15 Herstellungskosten gegenüber dem üblichen Strangziehen  
von keramischen Wärmetauschern nach sich, aber man erhält  
sehr dünne Wandungen. Andererseits ist mit der Strangzieh-  
technik kein Einbau von sogenannten Schikanen quer zur Zieh-  
richtung der Strömungskanäle möglich. Auch die Handhabung beim

Zusammenbau solcher Wärmetauscher aus Stäben und dünnwandigen Folien ist sehr schwierig und außerdem ist die Herstellungsmethode sehr arbeitsaufwendig. Ferner hat sich beim Laminieren herausgestellt, daß nicht immer alle Folien gleichmäßig aufeinander haften und insbesondere verschmieren bei der Rohbearbeitung des ungesinterten Wärmetauscherblockes die Werkzeuge leicht durch den organischen Bindemittelgehalt der Folien. Entfernt man nun das gesamte Bindemittel aus der Keramik, so wird der Körper sehr spröde, so daß wiederum dieser sich schlecht bearbeiten läßt.

Des weiteren ist aus der UK-PS 1,418,459 ein Verfahren bekannt, das die Herstellung von Wärmetauschern aus Folien vorsieht. Die Folien von etwa 0,15 mm Dicke werden auf einem verbrennbaren Trägermaterial mittels des Doctor-Blade-Verfahrens hergestellt, wobei sich als besonders nachteilig erwiesen hat, daß die Abstandshalter zwischen den Medientrennwänden in sehr aufwendigen und für eine Serienfertigung wenig geeigneten Technik erstellt werden. Der Aufbau des Wärmetauschers erfolgt durch abwechselndes Aufeinanderlegen von Silicium-Kunststoff-Folien und Abstandshaltern, die auf Gießfolien aufgebracht sind. Unter Verwendung von Druck und Temperatur als auch eines Lösungsmittels oder Klebers werden die einzelnen Teile des Wärmetauschers zusammengefügt. Beim Brennen muß zuerst das Papier entfernt werden, dann der Binder und schließlich der Nitridierungsprozeß durchgeführt werden. Beim Verbrennen des Papiers muß außerdem sichergestellt werden, daß die feine Siliciumstruktur nicht beschädigt wird und die dabei gebildete Asche wird durch Ultraschallwaschen entfernt. Ferner ist vor dem Verbrennen

des Papiers eine Teilnitridierung des Wärmetauscherblockes durchzuführen.

Die aufgetretenen Mängel bei dem beschriebenen Verfahren  
5 erlauben keine rationelle Massenfertigung. Auch weisen  
die Wärmetauscher nach ihrer Fertigstellung oft ein in-  
homogenes Gefüge auf. Insbesondere zeigt sich bei Wärme-  
tauschern aus Siliciumnitrid, daß das Strömungsverhalten  
nicht optimal ist, da durch die poröse Oberfläche des  
10 Siliciumnitrids man keine glatten Strömungskanäle erhält.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein  
Verfahren anzugeben, das die genannten Mängel beseitigt  
als auch den Fertigungsaufwand erheblich verringert und  
15 eben dadurch eine Automatisierung des Herstellungsprozesses  
möglich macht. Dabei wird Wert darauf gelegt, einen  
leicht bearbeitbaren, fehlerfreien, maßgenauen und homogenen  
Wärmetauscher aus Keramik zu erhalten. Ferner soll zur Durch-  
führung des Verfahrens eine geeignete Vorrichtung zum Auf-  
20 bau eines Wärmetauschers aus einzelnen Folien geschaffen  
werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Haupt-  
anspruch angegebenen Verfahrensschritte gelöst. Für die Her-  
25 stellung der Folien werden übliche keramische Schlicker ver-  
wendet. Der Schlicker besteht aus einem keramischen Pulver,  
organischem Bindemittel, Dispergier- oder Verdünnungsmittel und  
ggf. Weichmachern sowie sonstigen Hilfsmitteln in Form von  
Ölen. Ausgegangen wird hauptsächlich von Siliciumschlickern,

denen bevorzugt 3 bis 10 Gew.-% Cordierit zugegeben wird. Andere keramische Pulver bestehen aus Cordierit mit der Zusammensetzung von 9 bis 20 Gew.-% MgO, 30 bis 50 Gew.-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und 41 bis 57 Gew.-%  $\text{SiO}_2$ . Ferner eignet sich auch  
 5 gut Siliciumcarbid, wobei die Mischung aus 70 bis 92 Gew.-% SiC und 8 bis 30 Gew.-% C besteht. Ferner können halb-  
 leitende Bariumtitanate verwendet werden, wenn der Wärme-  
 tauscherblock gleichzeitig als Heizelement einzusetzen ist,  
 indem er mit elektrischem Strom beaufschlagt wird. Das organische  
 10 Bindemittel unterliegt an sich keiner besonderen Beschränkung,  
 sofern eine gute Bindung zum keramischen Pulver gewährleistet  
 ist und bei der Folie ggf. in Kombination mit dem Weichmacher  
 die erforderliche Zähigkeit und Maßhaltigkeit vorliegt. Ins-  
 besondere gut bewährt haben sich Polyvinylacetate und Poly-  
 15 vinylbutyral. Als Dispergierungs- und Verdünnungsmittel dienen  
 Wasser oder organische Lösungsmittel wie zum Beispiel Äthanol,  
 Toluol und Trichloräthylen. Erfindungsgemäß besonders geeigneter  
 Rahmenrezepturen für die Herstellung der Keramikfolien sind  
 nachfolgend angegeben, wobei die Schlickerrezepturen nach  
 20 Keramikrohstoff- und Binde- bzw. Lösungsmitteln aufge-  
 schlüsselt sind:

25	R o h s t o f f e	Bevorzugter Bereich (Gew.-%)	Spezielles Beispiel (Gew.-%)
	Keramische Pulver	60 - 70	65
	Bindemittel	7 - 10	8
30	Lösungsmittel	23 - 30	27

Die Viskosität des Schlickers ist insbesondere durch den Lösungsmittelgehalt beeinflussbar. Auch hat sich herausgestellt, daß die Anwendung von Ultraschall bei der Aufbereitung des Gießschlickers besonders vorteilhaft ist. Durch diese Behandlung erhält man einen Gießschlicker mit größerer Homogenität, besseren Gießeigenschaften und einem maximalen Gehalt an Feststoffanteilen, was sich besonders auf die Rohdichte der Folie auswirkt. Auf diese Weise kann man Folien mit größerer Packungsdichte und verbesserten mechanischen Eigenschaften bekommen. Weiterhin ist es sinnvoll, am Gießband eine Vibrationsvorrichtung vorzusehen, die den Gießschlicker nochmals verdichtet bzw. eine gleichmäßige Folienstärke über die ganze Bandbreite ermöglicht.

Nach diesem Verfahren werden die Keramikfolien nach dem Laminieren auf Endmaß gebracht. Werden dicke Folien bzw. sehr hohe Strömungskanäle verlangt, die über die Folienstärke von 0,1 bis 1,5 mm hinausgehen, so werden in einem Vorlaminierungsprozeß die Folien zu einzelnen Karten mit einem Laminierhilfsmittel verbunden. Aus diesen Folien bzw. Karten werden dann verschiedene Strömungskanäle ausgestanzt bzw. wird die Folie einem Prägeverfahren unterworfen. Im letzteren Fall werden die keramischen Folien in Matrizen bei 20 bis 120 °C und Drücken von 5 bis 100 bar ausgesetzt, wodurch kammartige Vorsprünge entstehen.

Die ausgestanzten bzw. geprägten Karten werden dann mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu einem Wärmetauscherblock aufgebaut, mit der gleichzeitig das Zusammenlaminieren der Einzelschichten mit Hilfe einer Laminierpresse erfolgt.

Bei dem Laminierungsvorgang verwendet man eine Press-  
vorrichtung bei Drücken von 0,1 bis 15 bar, vorzugsweise  
1 bar und Zeitintervalle von 1 bis 10 sec. Normalerweise  
wird bei Raumtemperatur gearbeitet, aber auch Temperaturen  
5 bis zu 100 °C sind anwendbar. Im einzelnen Fall richtet sich  
der angewendete Druck nach dem Organikgehalt und der Art  
des Laminierhilfsmittels. Für den Laminierungsvorgang  
benutzt man entweder eine Paste, die vorzugsweise einen  
keramischen Füllstoff enthält oder ein rein organisches  
10 Klebemittel, welche durch Siebdrucken, Sprayen oder Rollen  
aufgetragen werden. Die Anwendung von Laminierhilfsmittel  
bringt mehrere Vorteile mit sich. Zum einen werden niedrige  
Drücke beim Laminierungsvorgang ermöglicht, wodurch eine Ver-  
formung der Strömungskanäle vermieden wird. Weiterhin wird  
15 die Welligkeit der Folien ausgeglichen und schließlich  
verringert das Laminierhilfsmittel wirkungsvoll die Laminier-  
fehler. Anschließend erfolgt das Ausheizen der organischen  
Bestandteile bis auf 40 bis 60 % des Kunststoffanteils, was  
eine zusätzliche Rohfestigkeit bewirkt. Damit wird auch er-  
20 reicht, daß der Wärmetauscherblock gut bearbeitbar ist, ohne  
daß die Werkzeuge durch die organischen Bestandteile der  
keramischen Folie verschmieren. Danach erfolgt das Aus-  
heizen der restlichen organischen Bestandteile und das  
Sintern des Wärmetauscherblockes zwischen 1200 bis 1700 °C.  
25 Eventuell ist noch ein Nachbearbeiten der Eingangs- und  
Austrittsöffnungen der Strömungskanäle notwendig, um einen  
guten Anschluß zu den verschiedenen zu- und abführenden  
Medien zu erhalten.

30 Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Durch-  
führung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Im einzelnen  
handelt es sich um eine kombinierte Form-, Laminierhilfs-  
mittelauftrags- und Laminierungsvorrichtung. Dabei werden



Folien bzw. vorlaminierter Karten einer Formgebung zur Ausbildung der Strömungskanäle unterworfen. Mittels Saugplatten, die horizontal und vertikal bewegbar sowie um 180 ° schwenkbar sind, werden die Karten zur Auftrags-  
5 vorrichtung für das Laminierhilfsmittel gebracht. Von dieser Vorrichtung schwenkt dann die Saugplatte zu der Laminierpresse und legt dort die unterschiedlich geformten Karten wechselweise ab, wodurch sich der Wärmetauscherblock aufbaut. Der so erhaltene Kartenstapel wird einem Preßdruck  
10 unterworfen.

Das Verfahren ermöglicht insbesondere durch die erfindungsgemäße Vorrichtung eine weitgehende Automatisierung, da bei der bisherigen Herstellung durch die einzelne Handhabung  
15 beim Stanzen, Positionieren und Laminieren kein kontinuierlicher Arbeitsvorgang durchführbar war. Nach dem Verfahren der Erfindung erhält man auch Wärmetauscher, die sehr homogen sind und eine sehr gute Kontaktauflage zwischen den einzelnen Schichten nach dem Sintern zeigen.  
20 Mit dem verbesserten Verfahren ergeben sich auch qualitativ bessere Wärmetauscher und ohne größeren Aufwand können sogenannte Schikanen quer zur Strömungseinrichtung der Kanäle eingebaut werden. Die Schikanen sind frei wählbar und nicht mehr abhängig vom Herstellungsprozeß. Eine  
25 weitere Möglichkeit sieht vor, daß man gekrümmte Strömungskanäle herstellen kann. Somit sind auch unsymmetrische und zylinderförmige Wärmetauscher zu fertigen. Weiterhin kann man Wärmetauscher erhalten, die wahlweise aus Schichten von Siliciumnitrid, Siliciumcarbid und Cordierit in Form

von Platten oder Folien bestehen gemäß der DE-OS 26 31 092. Durch diese Verwendung von Cordierit, insbesondere bei Siliciumnitrid erhält man glatte und damit widerstandsarme Strömungskanäle.

5

Weitere Besonderheiten des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Aufbau des Wärmetauschers aus einzelnen Folien ergeben sich aus dem Beschreibungsbeispiel zur Herstellung eines solchen Wärme-

10 tauschers anhand der Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1: Verfahrensstammbaum des erfindungsgemäßen Verfahrens;

15 Fig. 2: Draufsicht auf Karten mit und ohne verschiedenen ausgestanzten Strömungskanälen;

Fig. 3: Erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bau eines Wärmetauschers aus einzelnen Folien.

20

Fig. 4: Die perspektivische Ansicht einer Ausführungsform, gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Die Fig. 1 zeigt das Herstellungsverfahren eines erfindungsgemäßen Gas/Flüssigkeits-Wärmetauschers aus Siliciumnitrid. Zur

25 Herstellung des keramischen Gießschlickers werden 100 Gew.-% Siliciumpulver mit 24 Gew.-% Äthanol, 10 Gew.-% Toluol, 1,5 Gew.-% Menhaden-Oil, 8 Gew.-% Polyvinylbutyral und als Weichmacher 5 Gew.-% Palatinol und/oder Ucon-Oil zugegeben. Diese

30 Mischung wird 20 Stunden in einer Trommelmühle mit  $Al_2O_3$ -Kugeln gemahlen und der Schlicker wird anschließend evakuiert. Das übliche Verziehen des Schlickers zur Folienherstellung erfolgt auf einem Stahlband. Die Schlickerzugabe geschieht

über einem Gießschuh, wobei die Folienstärke durch eine einstellbare Spalthöhe von 0,2 bis 1,5 mm am Gießschuh bestimmt wird. Die Folie wird dann vom Stahlband abgezogen und vereinzelt. Dabei hat sich als zweckmäßig herausgestellt, sogenannte Vorlamine aus zwei bis drei Folien aufzubauen. Die Verbindung der einzelnen Folien untereinander wird durch Aufspritzen bzw. durch Auftragen eines Laminierhilfsmittels erreicht. Im letzteren Fall verwendet man eine Paste, die beispielsweise aus 65 Gew.-% Silicium und/oder Cordierit bzw. aus Mischungen derselben besteht. In der Paste sind ferner 20 bis 40 Gew.-% ungesättigte Alkohole und 3 bis 10 Gew.-% Bindemittel, die Weichmacher und Polyvinylbutyral enthalten. Der Aufdruck der Paste erfolgt in diesem Fall im Siebdruckverfahren. Gleichzeitig wird durch den Feststoffgehalt der Paste die Oberflächenunebenheit ausgeglichen. Ebenfalls erfolgt ein oberflächiges Anlösen der Folien durch die Paste, was später zu homogenen Verbindungen der einzelnen Schichten führt. Bei der Verwendung von Siliciumfolien ist es sinnvoll, die Vorlamine vollständig zu bedrucken, zumal wenn die Paste einen Cordieritbestandteil enthält, der mit dem späteren Siliciumnitrid im Sinterprozeß zur Ausschwitzung von einer Glasphase führt, was glatte und dichte Oberflächen der Strömungskanäle bewirkt. Ansonsten werden nur diejenigen Stellen bedruckt, die zur Verbindung der Folien notwendig sind. Damit wird erreicht, daß die ausgestanzten Teile wieder zurückgeführt und dem Gießschlicker beigegeben werden können.

In Fig. 2 sind die rechteckigen Folien bzw. Karten mit einer Dicke von 0,9 mm für den Aufbau eines Gasheizwärmetauschers zu sehen. Diese Karten 1 haben dabei Abmessungen von 120 mm x 400 mm und sind mit einem zusätzlichen Rand 2 versehen, der

bei der späteren Nachbearbeitung entfernt wird. Bei den ausgestanzten Karten mit einer Stärke von 1,8 mm weisen die Rauchgaskanäle 3 eine Breite von 50 mm auf und die Wandungen 4 haben eine Breite von 3 bis 7 mm. Während für die ausgestanzten Wassertaschen 5 eine Breite von 100 mm gewählt worden ist und mit Schikanen 6 senkrecht zur Strömungsrichtung versehen sind, beträgt hier die Kartendicke 2,7 mm. Die Schikanen sollen insbesondere bewirken, daß die Temperaturverteilung gleichmäßig in den Strömungskanälen ist.

10

Der Zusammenbau des Wärmetauscherblocks erfolgt mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung wie es sich aus Fig. 3 ergibt. Die Saugplatte 7 holt sich Karten 1, die gleichzeitig als Abdeckungen zwischen den später ausgestanzten Karten 3 und 5 dienen von einem Stapel aus einem Magazin 8. Die Saugplatte 7 schwenkt dann um  $180^{\circ}$  und bringt die Karte 1 unter die Siebdruckvorrichtung 9. Hier wird das Laminierhilfsmittel aufgebracht. Die Saugplatte 7 legt die Karte auf das Unterteil 10 der Laminierpresse 11 ab und kehrt zurück zum Magazin 8. Eine neue Karte 1 wird dann der Stanze 13 zugeführt. Zweckmäßigerweise hat man hier eine Stanze I für die Rauchgaskanäle 3 und die Stanze II für die Wassertaschen 5 gemäß der Fig. 4, die einen zusammengebauten Wärmetauscher zeigt, bei dem die Ränder 2 entfernt worden sind. Die Saugplatte 7 nimmt nun die ausgestanzte Karte 3 bzw. 5 und bringt sie für den Laminiermittelauftrag unter die Siebdruckvorrichtung 9. Nach erfolgtem Siebdruckvorgang wird die Saugplatte 7 um  $180^{\circ}$  geschwenkt und mit leichtem Druck auf die Karte 1 aufgebracht. Durch das wechselweise Ablegen der Karten 1 auf die ausgestanzten Karten 3 und 5 wird der Wärmetauscherblock gestapelt. Der so fertig gestellte Wärmetauscherblock wird dann in der

Laminierpresse 11 zwischen dem Ober- 12 und Unterteil 10 zusammengepreßt, wodurch gleichzeitig der Laminierprozeß einsetzt.

Der gestapelte Wärmetauscherblock wird, nachdem er der  
5 Laminierpresse entnommen worden ist, bei Temperaturen  
zwischen 100 bis 200 °C einer Temperaturbehandlung unter-  
worfen. Dabei verflüchtigen sich die organischen Bestand-  
teile besonders der Weichmacher und das Laminierhilfsmittel.  
Der Ausheizvorgang dauert ein bis zwei Tage, wobei 40 bis  
10 60 % der organischen Bestandteile aus dem Wärmetauscherblock  
ausgetrieben werden. Danach kann der Wärmetauscherblock  
gleichsam durch Fräsen oder Sägen bearbeitet werden, so daß er  
seine endgültigen Maße erhält. In einem Zeitraum von ca. 2  
bis 3 Tagen wird dann der restliche Gehalt an organischen  
15 Bestandteilen bei Temperaturen zwischen 200 und 300 °C  
ausgeheizt. Durch diese Maßnahme entfällt insbesondere bei  
Siliciumfolien dann das übliche Vorsintern bzw. Vornitri-  
dierung bei 1100 bis 1300 °C. Die Nitridierung erfolgt dann  
in bekannter Weise zwischen 1300 bis 1400 °C. Wie schon er-  
20 wähnt, kann man die Dichtigkeit der fertigen Silicium-  
Wärmetauscher noch erhöhen, indem man zweckmäßigerweise 3  
bis 10 Gew.-% Silicium durch Cordierit beim Laminierhilfs-  
mittel ersetzt. Diese Maßnahme kann auch beim Gießschlicker  
erfolgen. Dann ist jedoch ein Nachsintern bei Temperaturen  
25 zwischen 1300 bis 1400 °C notwendig, und zwar unter An-  
wesenheit von Sauerstoff, wie sich aus der DE-PS 25 44 437  
ergibt. Das Ergebnis dieses Verfahrens ist ein homogener ein-  
stückiger Wärmetauscher, der sich durch eine gleichmäßige  
Festigkeit auszeichnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Wärmetauschern mittels Folientechnik, indem Folien geformt, gestapelt, laminiert und gebrannt werden, dadurch gekennzeichnet, daß

5 - die Folien aus keramischen Schlickern hergestellt werden;

- in die Folien bzw. Karten verschiedene Strömungskanäle gestanzt oder geprägt werden, wobei durch Vorlaminierung einzelner Folien eine bestimmte Kartendicke erhalten  
10 wird;

- auf die einzelnen Folien bzw. Karten ein Laminierhilfsmittel aufgetragen wird;

15 - die einzelnen Karten zu einem Wärmetauscherblock gestapelt werden und gleichzeitig das Laminieren der einzelnen Schichten erfolgt;

20 - die organischen Bestandteile auf 40 bis 60 % des Kunststoffanteils ausgeheizt werden;

- der Wärmetauscherblock nachbehandelt wird und anschließend die restlichen organischen Bestandteile zwischen 200 bis 300 °C entfernt werden;

25

- der laminierte Wärmetauscherblock zwischen 1200 bis 1700 °C gebrannt wird

5 - und ein eventuelles Nachbearbeiten der Ein- und Austrittsöffnungen der Strömungskanäle erfolgt.

10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Siliciumschlicker vorzugsweise 3 bis 10 Gew.-% Cordierit enthält.

15 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich der keramische Anteil beim Cordieritschlicker aus 9 bis 10 Gew.-% MgO, 30 bis 50 Gew.-%  $Al_2O_3$  und 41 bis 57 Gew.-%  $SiO_2$  zusammensetzt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der keramische Anteil beim Siliciumcarbid-schlicker aus 70 bis 92 Gew.-% SiC und 8 bis 30 Gew.-% C besteht.

20 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gießschlicker halbleitende Bariumtitanatverbindungen enthält.

25 6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ultraschall- und/oder Vibrationsvorrichtung am Gießband vorhanden ist.

30 7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nicht nur die Strömungskanäle, sondern auch beliebige Schikanen ausgestanzt werden.

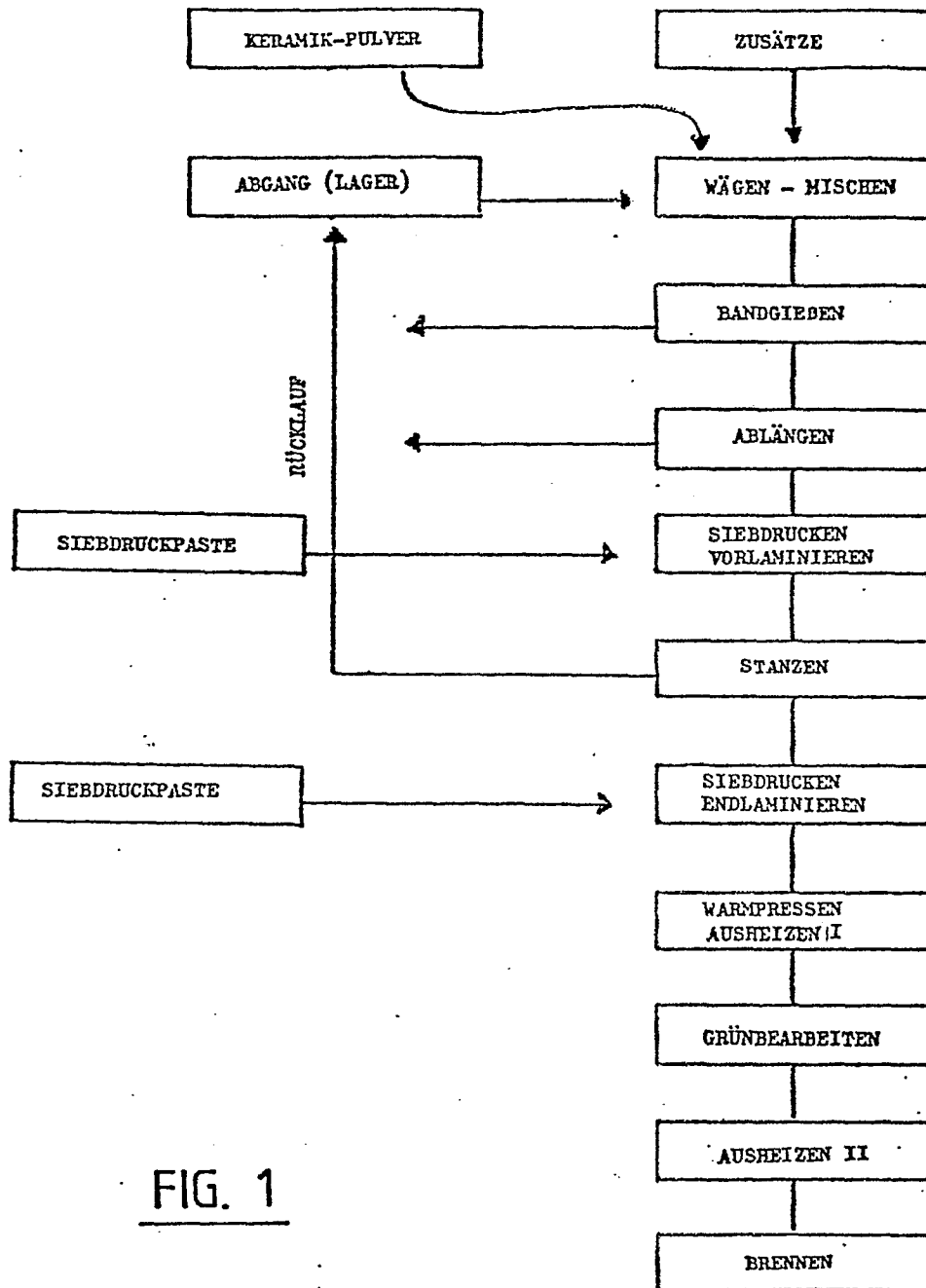
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungskanäle durch Prägen erzeugt werden, indem die keramischen Folien bzw. Karten in Matrizen bei 20 bis 120 °C und Drücken von 5 bis 100 bar ausgesetzt werden.

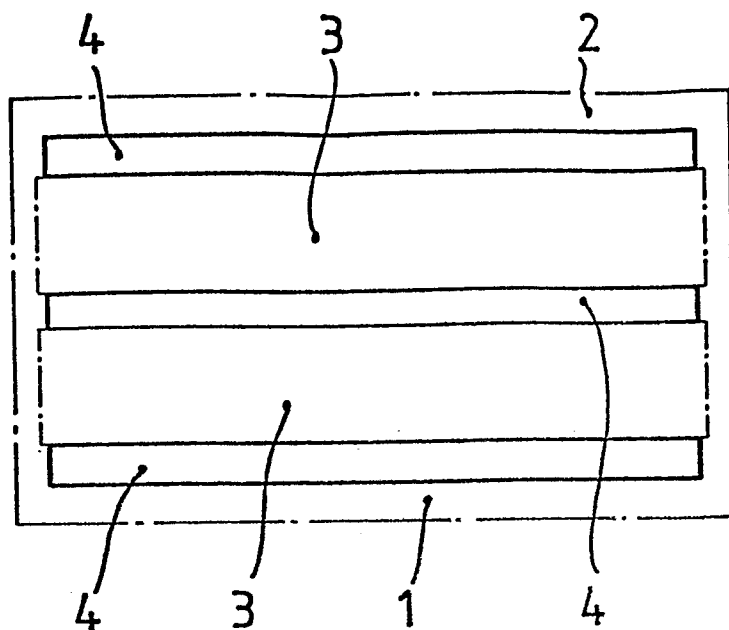
5

9. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vom Magazin mit gestapelten Folien bzw. Karten gearbeitet wird, wobei der Transport zu den Formgebungsvorrichtungen, Auftragsvorrichtungen für das Laminierhilfsmittel und die Laminier-  
10 vorrichtungen mit schwenk- und drehbaren Saugplatten erfolgt.

15



FIG. 1



002/4471

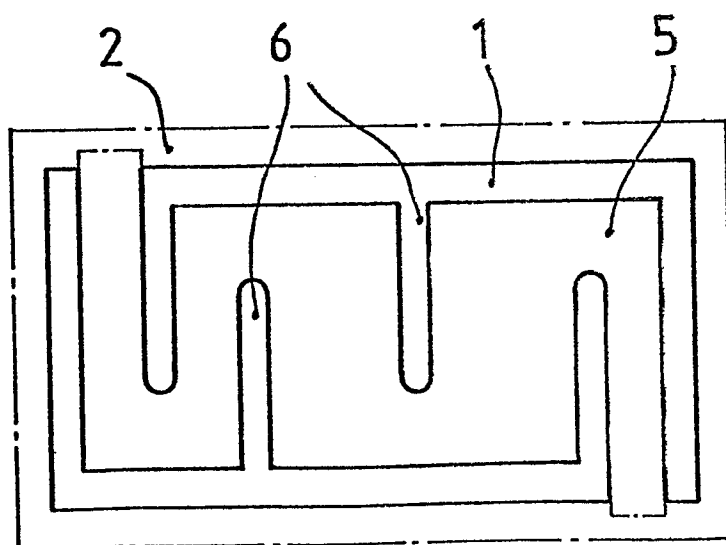
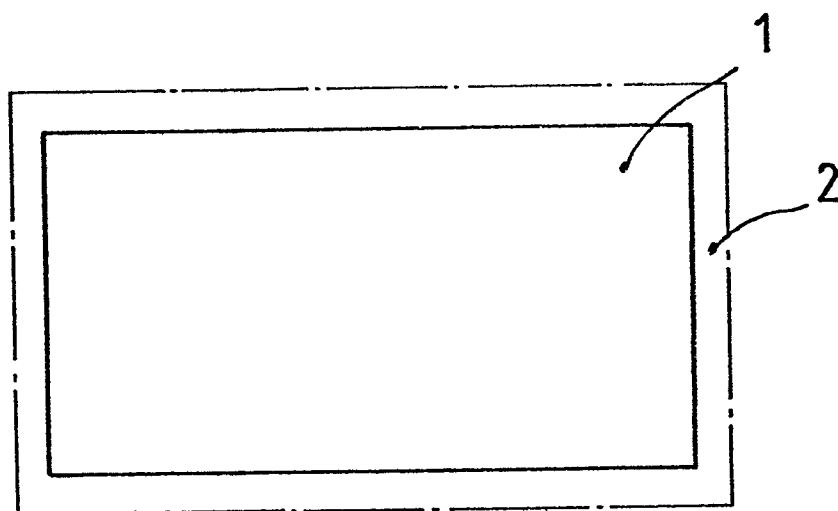
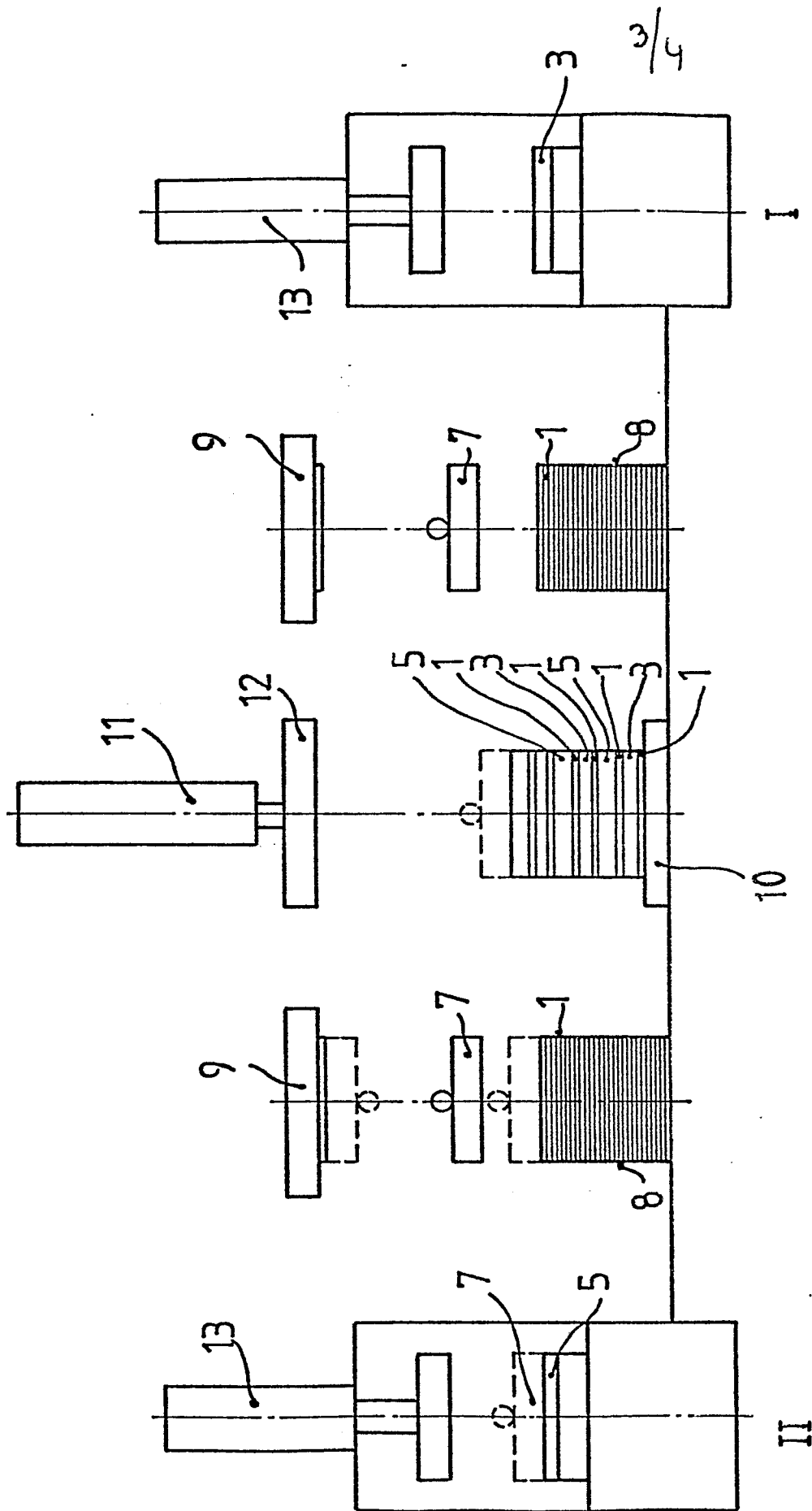


FIG. 2

9/81  
RT.P 1360



9/81

R.T.P. 1360

FIG. 3

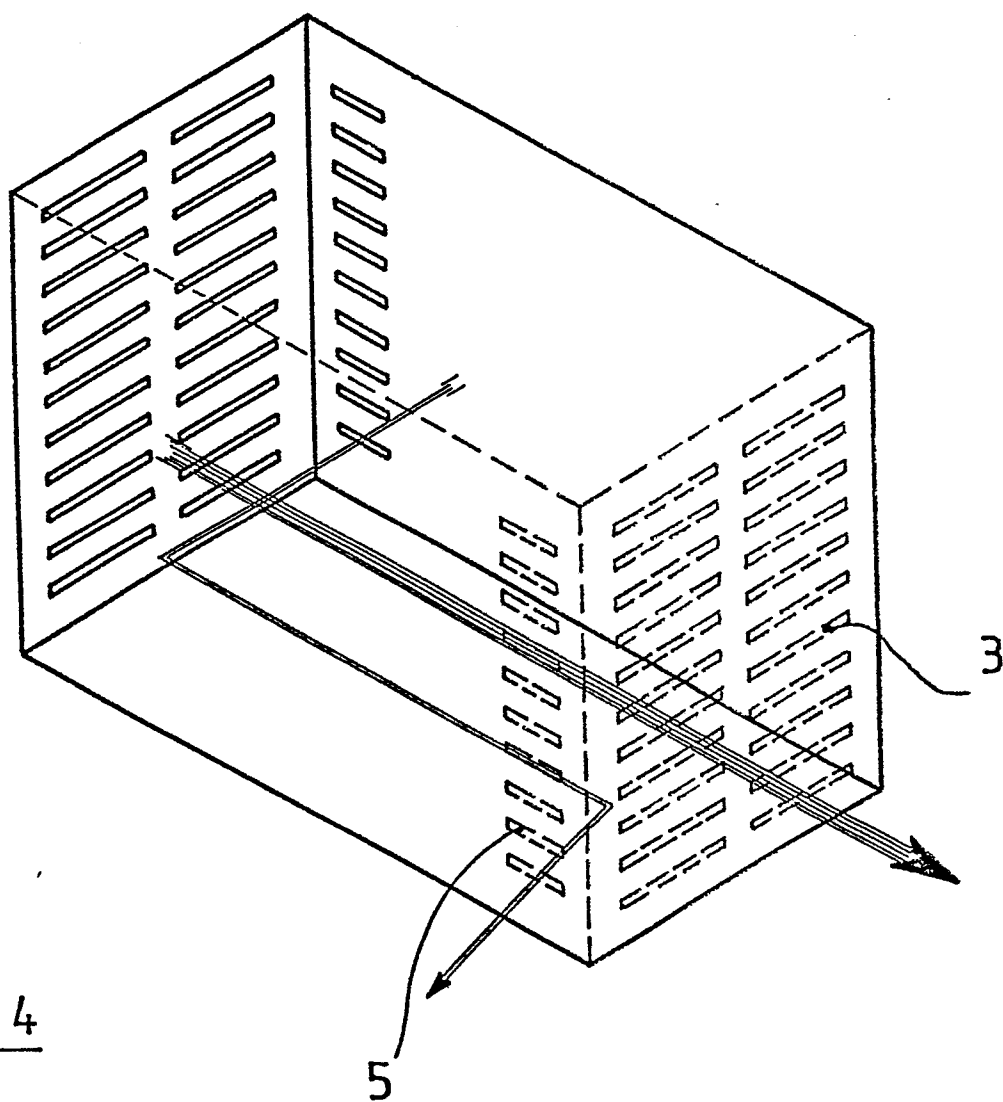


FIG. 4

RT.P. 1360

9/ 81