



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 10 069 T2** 2006.11.02

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 383 638 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 10 069.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FR02/01426**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 732 839.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/087855**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.04.2002**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **07.11.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.01.2004**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **22.03.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.11.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B29C 65/52** (2006.01)  
**B32B 3/12** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**0105868**      **02.05.2001**      **FR**

(73) Patentinhaber:

**Airbus France, Toulouse, FR**

(74) Vertreter:

**Henkel, Feiler & Hänzler, 80333 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**COLIN, Bernard, F-44100 NANTES, FR; DE  
MATTIA, Denis, F-44115 BASSE-GOULAIN, FR**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM AUFTRAGEN VON KLEBSTOFF AUF EINE ZELLFÖRMI-  
GE OBERFLÄCHE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## Gebiet der Technik

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren, das die Verteilung von vorher auf eine zellige Oberfläche eines Zellmaterials mit rohrförmigen Zellen aufgetragenen Klebstoffs ermöglicht, ohne die auf diese Oberfläche mündenden Zellen zu verstopfen.

**[0002]** Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Vorrichtung, welche dieses Verfahren umsetzt.

**[0003]** Das Verfahren und die Vorrichtung gemäß der Erfindung werden vorteilhafterweise auf die Herstellung von Sandwich-Platten angewandt, die eine zellige Seele bzw. einen zelligen Kern wie z.B. eine Bienenwabenstruktur umfassen, welche zwei gegenüberliegende Seiten aufweist, auf die die Außenverkleidung der Platte bildende Wände geklebt sind. Solche Platten werden auf zahlreichen Gebieten eingesetzt, unter denen insbesondere die Luft- und Raumfahrtindustrie anzuführen ist.

## Stand der Technik

**[0004]** Die Sandwich-Platten werden allgemein durch Verkleben zusammengesetzt. In diesem Fall besteht ein bekanntes Verfahren darin, eine Klebeschicht auf der gesamten Oberfläche der beiden Seiten des zelligen Kerns aufzubringen. Die Wände werden anschließend durch Kontakt mit dieser Klebeschicht auf die Seiten geklebt. Falls nötig, wird anschließend ein Polymerisierungsvorgang des Klebstoffs durchgeführt.

**[0005]** Dieses bekannte Verfahren weist jedoch Nachteile auf. Der Klebstoff bedeckt hierbei nämlich die Gesamtheit der beiden Oberflächen des zelligen Kerns einschließlich der Hohlteile der Zellen. Dies verbietet es, dieses Verfahren einzusetzen, wenn mindestens eine der Wände der Platte nach der Klebphase porös bzw. durchlässig bleiben soll.

**[0006]** Um dieses Problem zu beseitigen, sind verschiedene Lösungen erstellt worden. Alle diese Lösungen zielen darauf ab, den Klebstoff nur an den Enden der Wände der Zellen verbleiben zu lassen.

**[0007]** Eine erste bekannte Technik wird durch die Firma MacKAY Industries, Inc., USA, vorgeschlagen. Sie besteht darin, mittels eines Warmluftstroms eine vorher auf eine der Flächen bzw. Seiten des zelligen Kerns aufgetragene Klebstoffschicht zu erwärmen. Wenn eine bestimmte Temperatur erreicht ist, verflüssigt sich der Klebstoff und wandert an den Enden der Trennwände der Zellen entlang, um dort einen Klebstoffwulst zu bilden.

**[0008]** Diese bekannte Technik weist mehrere

Nachteile auf. So kann sie auf zufriedenstellende Weise nur an einer Seite bzw. Fläche des zelligen Kerns eingesetzt werden, da sie erfordert, dass die Zellen an ihrem entgegengesetzten Ende offen sind. Wenn die Zellen geschlossen sind, erwärmt nämlich der Warmluftstrom, der die Klebstoffschicht erwärmt, auch die in den Zellen enthaltene Luft, so dass diese sich dehnt und einen Gegendruck hervorruft, der sich der mechanischen Wirkung des Warmluftstroms entgegenstellt. Infolgedessen ist der Klebstoffwulst nicht homogen und es kann Klebstoff ins Innere der Zellen gelangen. Dies ergibt manchmal einen unvollständigen Klebstoffwulst und ein Risiko der Verstopfung einer porösen Wand, die anschließend auf den Zellkern aufgebracht wird, und zwar wegen des späteren Verfließens des Klebstoffs entlang der Trennwände der Zellen bei der End-Polymerisierung.

**[0009]** Die [Fig. 8a](#), [Fig. 8b](#), [Fig. 8c](#), [Fig. 8d](#) und [Fig. 8e](#) der beigefügten Zeichnungen veranschaulichen schematisch die Fälle eines unvollständigen Klebstoffwulstes ([Fig. 8a](#)) und von unkorrekten Wülsten ([Fig. 8b](#) bis [Fig. 8e](#)), die durch dieses bekannte Verfahren entstehen können. Als Vergleich ist in den [Fig. 9a](#) und [Fig. 9b](#) jeweils in perspektivischer Darstellung und im Schnitt ein regelmäßiger und gleichmäßiger Klebstoffwulst dargestellt, der die korrekte Montage einer Sandwichplatte garantiert.

**[0010]** Eine weitere bekannte Technik ist im Dokument US-A-5 944 935 beschrieben. In diesem Fall werden die vorher auf jede der Seiten bzw. Flächen des zelligen Kerns aufgetragenen Stoffschichten mit einem porösen Schirm bedeckt. Die Einheit wird anschließend gepresst und erhitzt. Unter den kombinierten Wirkungen der Temperatur und des Drucks verflüssigen sich die Klebstoffschichten und wandern in der porösen Struktur der Abschirmungen entlang den Zellen, wobei sie eine Ablagerung von Klebstoff an den Enden der Trennwände der Zellen belassen. Der Klebstoff wird anschließend mittels eines Kühlzylinders abgekühlt und die Abschirmung wird progressiv abgenommen, wobei die Klebstoffwülste an den Enden der Trennwände der Zellen belassen werden.

**[0011]** Auch diese bekannte weitere Technik weist mehrere Nachteile auf. Zunächst ist sie langwierig und komplex umzusetzen, da sie zahlreiche zusätzliche Arbeitsgänge im Vergleich zu anderen bekannten Klebverfahren umfasst (Anordnung der porösen Abschirmungen, Druckbeaufschlagung, Abkühlung, Entfernen der Abschirmungen etc.). Außerdem ist diese Technik kostspieliger als die anderen bekannten Verfahren, da sie mehr Klebstoff benötigt. Es ist nämlich eine dickere Klebstoffschicht nötig, weil ein Großteil des Klebstoffs mit den porösen Abschirmungen entfernt wird. Außerdem führt dies zu einer großen Menge an Abfällen (Klebstoff und Abschirmungen), was Probleme hinsichtlich der Umwelt stellt. Darüberhinaus kann, wie bei der vorangehenden

Technik, das Erwärmen des zelligen Kerns zu Verformungen desselben führen, insbesondere im Fall komplexer Formen. Schließlich scheint diese Technik schwer auf nicht-plane Oberflächen anwendbar, beispielsweise von konkaver und konvexer sphärischer Form.

**[0012]** Das Dokument EP 0 439 352 beschreibt ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, und das Dokument US 4 249 974 beschreibt ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 7.

**[0013]** Übrigens schlägt das Dokument US 3 656 992 ein Verfahren zum Verkleiden der Seiten eines Bienenwabenkerns mit einer perforierten Klebstoffschicht vor, um Menisken von Klebstoff an den Rändern von dessen Trennwänden beim Erwärmen des Klebstoffs zu bilden.

#### Abriss der Erfindung

**[0014]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung eines regelmäßigen und homogenen Klebstoffwulstes bereitzustellen, das an die gewünschten Leistungsanforderungen angepasst ist, und zwar an den Enden von Trennwänden von offenen oder geschlossenen Zellen einer zelligen Oberfläche, unabhängig von der Form der Oberfläche, d.h. ebenso auf einer zelligen Oberfläche einer einfachen Form als auch auf einer Oberfläche einer komplexen Form, wie z.B. einer nicht regelmäßig ausgebildeten und/oder nicht abwickelbaren Oberfläche.

**[0015]** Zu diesem Zweck wird ein Verfahren gemäß Anspruch 1 vorgeschlagen.

**[0016]** Der Ausdruck "ohne dessen Polymerisierung im wesentlichen auszulösen" deckt den Fall ab, bei dem die Polymerisierung leicht begonnen hat, um ein Verfließen des Klebstoffs während des späteren Verklebens zu vermeiden und mechanische Leistungsmerkmale der geklebten Montageeinheit zu garantieren. Diese Vorpolymerisierung kann insbesondere dann in Betracht gezogen werden, wenn der verwendete Klebstoff eine geringe Viskosität aufweist.

**[0017]** Dieses Verfahren ermöglicht die selektive und ausschließliche Erwärmung des Klebstoffs bis auf eine Temperatur, die ausreicht, um ihn fließfähig zu machen und ihn wandern zu lassen, indem an einem der Enden der Trennwände der Zellen ein Wulst gebildet wird, und wenn nötig (in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Viskosität, der Benetzbarkeit etc.) vorpolymerisiert wird. Es kann unterschiedslos auf zellige Oberflächen einer beliebigen Form angewendet werden, selbst wenn diese komplex ist.

**[0018]** Vorteilhafterweise wird die Klebstoffschicht an der Quelle freigelegt, während die Oberfläche der zelligen Struktur nach oben gewandt ist, vorzugswei-

se indem die Trennwände der Zellen im wesentlichen vertikal gehalten werden. Diese Anordnung gewährleistet, dass der Klebstoffwulst sich so gleichmäßig wie möglich auf beiden Seiten der Enden der Zellentrennwände ausbildet.

**[0019]** Aufgabe der Erfindung ist auch eine Vorrichtung nach Anspruch 7.

**[0020]** Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist die Quelle feststehend und die Halterung der zelligen Struktur bewegungsfähig, um die Oberfläche der zelligen Struktur vor der Quelle mit einem im wesentlichen konstanten Abstand vorbeilaufen zu lassen.

**[0021]** Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist die Halterung feststehend und die elektromagnetische Quelle kann sich parallel zu der Oberfläche der zelligen Struktur bewegen.

**[0022]** Gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung, die auf den Fall angewandt ist, bei dem die Oberfläche der zelligen Struktur nicht plan ist, ist die Halterung ausrichtbar und die Quelle kann sich gegenüber der Oberfläche in einer Bahn bewegen, die einen im wesentlichen konstanten Abstand in bezug auf diese aufweist.

**[0023]** In den verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung ist die Quelle vorteilhafterweise in einer Richtung bewegbar, die im wesentlichen senkrecht zu der Oberfläche der zelligen Struktur ist. Dies gestattet es, die Homogenität beim Aussetzen gegenüber Strahlungen zu garantieren, die von der Quelle auf die gesamte Oberfläche der zelligen Struktur emittiert werden.

**[0024]** Mit einer vergleichbaren Zielsetzung können stromaufwärtige und stromabwärtige Abschirmungen mit der Quelle verbunden sein, so dass die Streuung des von dieser emittierten Flusses begrenzt ist. Diese Abschirmungen können reflektierend oder nicht reflektierend sein.

**[0025]** Um die von der Klebstoffschicht auf der Zellstruktur erreichte Temperatur mit Präzision zu messen, umfasst die Halterung vorteilhafterweise mindestens einen lateralen glatten Teil, d.h. ohne Zellstruktur, der eine Bezugs-Klebstoffschicht direkt aufnehmen kann, die identisch zu der auf der Struktur angeordneten Klebstoffschicht ist. Temperaturmessmittel sind hierbei gegenüber dem lateralen glatten Teil angebracht.

**[0026]** In diesem Fall ist vorteilhafterweise ein temperaturbeständiges Klebeband an dem glatten lateralen Teil angeordnet, um die Bezugs-Klebstoffschicht aufzunehmen. Das Entfernen des Klebebandes am Ende des Arbeitsgangs ermöglicht es, eine

Spur der Arbeitsbedingungen zu bewahren.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0027] Im folgenden werden anhand von nicht einschränkenden Beispielen verschiedene Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen zeigen:

[0028] [Fig. 1](#) eine teilweise weggebrochene, perspektivische Ansicht, die eine Sandwich-Platte darstellt, welche durch Umsetzung des Verfahrens gemäß der Erfindung erhalten wird,

[0029] [Fig. 2](#) eine Seitenansicht, die schematisch eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung gemäß der Erfindung darstellt,

[0030] [Fig. 3](#) eine der [Fig. 2](#) vergleichbare Ansicht, die schematisch eine zweite Ausführungsform der Erfindung darstellt,

[0031] [Fig. 4](#) eine den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) vergleichbare Ansicht, die schematisch eine dritte Ausführungsform der Erfindung darstellt,

[0032] [Fig. 5](#) eine den [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) vergleichbare Ansicht, die schematisch eine Ausführungsvariante der [Fig. 2](#) darstellt,

[0033] [Fig. 6](#) eine perspektivische Ansicht, die schematisch die Anbringung eines Temperaturmeßsystems an der Vorrichtung der [Fig. 2](#) darstellt,

[0034] [Fig. 7](#) eine perspektivische Ansicht, die in näheren Einzelheiten eine Vorrichtung darstellt, welche der in [Fig. 1](#) gezeigten vergleichbar ist, angewendet auf die Behandlung einer Struktur mit komplexer Form,

[0035] [Fig. 8a](#), [Fig. 8b](#), [Fig. 8c](#), [Fig. 8d](#) und [Fig. 8e](#), die bereits beschrieben wurden, perspektivische Ansichten ([Fig. 8a](#)) und Schnittansichten ([Fig. 8b](#), [Fig. 8c](#), [Fig. 8d](#) und [Fig. 8e](#)), welche fehlerhafte Klebstoffwulste darstellen, die durch Verfahren nach dem Stand der Technik erhalten wurden,

[0036] [Fig. 9a](#), [Fig. 9b](#) jeweils perspektivische und Schnittansichten, welche regelmäßige und homogene, gemäß der Erfindung erhaltene Klebstoffwulste darstellen, und

[0037] [Fig. 10](#) eine Draufsicht, die schematisch eine Perfektionierung der Erfindung darstellt, gemäß der eine durchlöcherter Klebstoffschicht im Zusammenhang mit einer Zellstruktur verwendet wird, deren Zellen in diesem speziellen Fall ein regelmäßiges Sechsecknetz bilden.

Detaillierte Beschreibung mehrerer bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung

[0038] Wie schematisch in [Fig. 1](#) dargestellt ist, umfasst eine Sandwichplatte, die durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellt werden kann, allgemein eine Zellstruktur **10**, welche die Seele bzw. den Kern der Platte bildet, sowie zwei Wände **12**, die durch Verkleben an jeder der Seiten bzw. Flächen der Struktur **10** angebracht sind.

[0039] Die Zellstruktur **10** weist die Form einer Platte auf, die plan oder nicht-plan sein kann und parallele oder nicht parallele Flächen aufweisen kann, ohne den Rahmen der Erfindung zu überschreiten. Diese Struktur umfasst eine große Anzahl von Zellen **14**, die voneinander durch Trennwände **16** getrennt sind. Meistens sind die Trennwände senkrecht zu zwei Flächen bzw. Seiten der Struktur **10** ausgerichtet, und die Zellen **14** durchsetzen diese von einer Seite zur anderen, so dass sie auf jeder der Seiten münden. Diese Anordnung darf jedoch nicht als einschränkend für den Schutzbereich der Erfindung aufgefasst werden. Sie ist nämlich auch auf den Fall einer Zellstruktur anwendbar, deren Trennwände **16** nicht senkrecht zu den Seiten der Struktur sind, und bei der die Zellen **14** nicht an/auf einer der Seiten münden.

[0040] Wie schematisch in [Fig. 1](#) dargestellt ist, weist die Zellstruktur **10** allgemein die Form einer sogenannten "Bienenwaben"-Struktur auf, deren Zellen einen sechseckigen Querschnitt aufweisen. Die Zellen der Struktur **10** könnten aber auch einen anderen Querschnitt haben, beispielsweise einen quadratischen oder dreieckigen, ohne den Rahmen der Erfindung zu überschreiten.

[0041] Die Wand bzw. Wände **12**, welche mindestens eine der Seiten der Zellstruktur **10** verkleiden, können von beliebiger Natur sein und eine poröse oder nicht poröse Struktur aufweisen, je nach der beabsichtigten Anwendung. Jede Wand **12** kann insbesondere aus einem dünnen Metallblech oder durch Überlagerung mehrerer gewebter oder nicht gewebter, mit Harz durchtränkter Faserlagen in einer dem Fachmann bekannten Anordnung gebildet sein.

[0042] Gemäß der Erfindung ist jede Wand **12** an der entsprechenden Seite der Zellstruktur **10** durch Verkleben aufgebracht. Genauer gesagt wird zunächst auf die Fläche eine Klebstoffschicht **11** aufgebracht, die hierbei die Form einer elastischen Lage aufweist, welche bei Umgebungstemperatur eine Nullhaftung oder relativ geringe Haftung hat. Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens wird diese Klebstoffschicht **11** so erwärmt, dass der Klebstoff verfließt und, ohne merklich zu polymerisieren, an die Enden der Trennwände **16** wandert, welche die Oberfläche der Zellstruktur **10** darstellen. Der Kleb-

stoff bildet so einen Wulst **18** an den Enden der Trennwände **16**. Die Wand **12** wird anschließend auf die Oberfläche der in Betracht kommenden Seite der Struktur **10** aufgebracht, um dort in einem späteren Polymerisierungsschritt verklebt zu werden. Dieser Polymerisierungsschritt ist dem Fachmann bekannt, so dass hier eine Beschreibung entfällt.

**[0043]** Das Verfahren gemäß der Erfindung betrifft im einzelnen den Aufwärmsschritt der Klebstoffschicht **11**, was den Erhalt der Klebstoffschicht **18** an den die entsprechende Seite der Struktur **10** darstellenden Enden der Trennwände **16** ermöglicht.

**[0044]** Gemäß diesem Verfahren wird die Klebstoffschicht **11** durch Bestrahlung mittels einer Quelle mit angemessener Leistung erwärmt, so dass selektiv nur der Klebstoff erwärmt wird. Dieser wird vorher so ausgewählt, dass er den mechanischen, physikalischen, chemischen etc. Eigenschaften entspricht, die für die in Frage kommende Anwendung erforderlich sind. Zumindest der Hauptteil der von der Quelle abgestrahlten Energie wird von dem Klebstoff aufgenommen, ohne auf nennenswerte Weise von der Zellstruktur absorbiert zu werden.

**[0045]** Da die Eigenschaften der Quelle in Abhängigkeit von denjenigen des Klebstoffs gewählt werden, um den Bedingungen zu genügen, die soeben dargestellt wurden, erwärmt die Quelle praktisch nur den Klebstoff. Auf diese Weise wird insbesondere die Erwärmung der Trennwände **16** der Zellen **14** und der Luft, die diese enthalten, vermieden. Außerdem ist die thermische Trägheit sehr schwach. Es besteht somit praktisch kein Risiko, dass der Klebstoff ins Innere der Zellen gelangt oder dass der Wulst **18** unvollständig ist.

**[0046]** Als keineswegs einschränkendes Beispiel für den Schutzzumfang der Erfindung kann für einen Klebstoff vom bei Wärme aushärtbaren Epoxy(harz)typ insbesondere eine im Infrarotbereich emittierende Quelle eingesetzt werden.

**[0047]** Bei der Umsetzung des Verfahrens gemäß der Erfindung wird die Energie bzw. Leistung der Quelle, der Abstand, der sie von der Oberfläche der Zellstruktur trennt, und die Bestrahlungsdauer in Abhängigkeit von der Reaktivität des Klebstoffs bestimmt, damit die von diesem erreichte Temperatur sein Verfließen gewährleistet und gleichzeitig die Polymerisierung nicht auf merkliche Weise auslöst. So kann der Klebstoff unter der Wirkung von Kapillarkräften verfließen und wandern, um den Wulst **18** ohne merkliche Erwärmung der Zellstruktur **10** zu bilden, da es hauptsächlich der Klebstoff ist, der von der Strahlung der Quelle erwärmt wird. Das Paar Bestrahlungsdauer/Temperatur ist also in Abhängigkeit von rheologischen Eigenschaften und kinetischen Polymerisierungseigenschaften des Klebstoffs defi-

niert.

**[0048]** Außer dem Risiko einer anfänglichen Polymerisierung des Klebstoffs, die durch Anwenden einer zu hohen Fließtemperatur entsteht, kann eine solche übermäßige Temperatur auch ein Verfließen von Klebstoff längs der Trennwände der Zellen hervorrufen, und infolgedessen einen Klebstoffmangel dort, wo eine Ablagerung erwünscht ist. Vorversuche gestatten in jedem speziellen Fall eine Optimierung der Bestrahlungsparameter des Klebstoffs.

**[0049]** Um in Echtzeit die Formationsbedingungen von Klebstoffwulsten an den Enden der Zellen zu steuern, werden verschiedene Parameter eingeführt, wie z.B. die Relativbewegungs-Geschwindigkeit zwischen der Quelle und der Zellstruktur (d.h. die Bestrahlungsdauer der Klebstoffschicht), der Abstand zwischen der Quelle und der Struktur sowie die Leistung der Quelle.

**[0050]** Die Temperatur des Klebstoffs, beispielsweise mittels optischer Pyrometer gemessen, wird so automatisch auf einem ausreichenden Wert gehalten, damit der Klebstoff verfließt und wandert, der aber nicht ausreicht, um eine vorzeitige Polymerisierung des Klebstoffs hervorzurufen. Die Temperatur kann gesteuert werden, indem auf die Leistung der Quelle und/oder auf deren mittleren Abstand in Bezug auf die Klebstoffschicht eingewirkt wird. Die Bewegungsgeschwindigkeit wird ihrerseits gesteuert, damit die Bestrahlungsdauer ausreichend ist, um ein Verfließen und Wandern des Klebstoffs in Wulstform zu ermöglichen, die aber genügend kurz ist, damit der Polymerisierungsprozess nicht merklich ausgelöst wird.

**[0051]** Damit das Verfließen unter Optimalbedingungen stattfindet, die geeignet sind, eine homogene Bildung eines Wulstes **18** zu gewährleisten, d.h. symmetrisch oder im wesentlichen symmetrisch oder im wesentlichen symmetrisch in bezug auf Ebenen der Trennwände **16** (**Fig. 9b**), wird die Klebstoffschicht **11** der Quelle ausgesetzt, während die entsprechende Seite der Zellstruktur **10** nach oben gewandt ist. Außerdem wird die Struktur so ausgerichtet, dass die Trennwände **16** der Zellen **14** im wesentlichen vertikal sind, und zwar zumindest in dem Teil der Zellstruktur **10**, welche der Quelle gegenüberliegt, wenn die Struktur nicht plan ist. Dank dieser Anordnung, die dazu führt, die Bestrahlungsrichtung der Quelle senkrecht auf die Oberfläche des Teils auszurichten, wird eine optimale Absorptionswirkung der von der Quelle emittierten Strahlung erzielt.

**[0052]** Das Verfahren gemäß der Erfindung weist zahlreiche Vorteile auf. So besteht wegen der Tatsache, dass die Zellstruktur nicht erwärmt wird, kein Risiko, dass sie sich verformt. Der Klebstoff kann also auf Strukturen aufgebracht werden, die eine komple-

xe Form aufweisen können. Da außerdem die in den Zellen enthaltene Luft nicht erwärmt wird, dehnt sie sich nicht aus. Es besteht also keinerlei Risiko, dass die Klebstoffschicht **11** reißt und Klebstoff weggeschleudert wird, selbst wenn die Zellen auf der anderen Seite der Struktur geschlossen sind. Außerdem gestattet die nicht vorhandene direkte mechanische Einwirkung der Vorrichtung auf das Teil während der Herstellung, die Entstehung von parasitären Wirkungen zu vermeiden, wie z.B. Verformungen des Teils, eine Verschmutzung oder Änderungen seiner Oberfläche etc. Außerdem ist das Verfahren leicht umzusetzen und ermöglicht bedeutende Zeitgewinne im Vergleich zu Verfahren nach dem Stand der Technik. Es erzeugt keine Abfälle und verwendet nur die Klebstoffmenge, die strikt notwendig ist. Schließlich kann das Verfahren gemäß der Erfindung sukzessive an zwei Seiten einer Zellstruktur angewandt werden.

**[0053]** Verschiedene Ausführungsformen von bekannten Vorrichtungen zur Umsetzung des Verfahrens, das soeben beschrieben wurde, werden nachstehend kurz unter Bezugnahme auf die [Fig. 2](#) bis [Fig. 7](#) der Reihe nach dargestellt.

**[0054]** In [Fig. 2](#) ist schematisch eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Diese Vorrichtung umfasst eine Halterung **20** mit einer der Zellstruktur **10** angepaßten Form und Dimension, bei der die Enden der Trennwände der Zellen mit Klebstoffwülsten versehen werden sollen. Zur Vereinfachung ist der Fall einer planen Struktur dargestellt. Wie im folgenden zu ersehen ist, ist diese Ausführungsform nicht auf diesen Zellstrukturtyp beschränkt, sondern kann auch im Fall von nicht-planen Strukturen eingesetzt werden.

**[0055]** Die Halterung **20** ist mit Antriebs- und Führungsmitteln versehen, welche schematisch bei **22** in [Fig. 2](#) dargestellt sind. Diese Antriebs- und Führungsmittel **22** ermöglichen die Bewegung der Halterung **20** und der Struktur **10**, die sie haltet, in einer Bahn, die in diesem Fall im wesentlichen geradlinig und horizontal ist (Pfeil F1). Im Fall eines nicht-planen Teils kann diese Bahn wesentlich anders sein, wie aus dem folgenden näher hervorgeht.

**[0056]** Die schematisch in [Fig. 2](#) dargestellte Vorrichtung umfasst außerdem eine Quelle **24**. Wie in näheren Einzelheiten aus dem folgenden hervorgeht, umfasst die Quelle **24** die eigentliche Quelle, die beispielsweise die Form einer oder mehrerer aneinanderliegender Emissionsröhren aufweist, sowie einen oder mehrere Reflektoren, welche die Strahlung in die gewünschte Richtung lenken.

**[0057]** In einer Ausführungsvariante können der Abstand und die Ausrichtung jeder dieser Röhren in bezug auf die Zellstruktur unabhängig von denjenigen anderer Röhren geregelt sein, so dass die in ihrer

Gesamtheit betrachtete Röhre hierbei eine nicht-lineare Form aufweist. Diese Anordnung ist beispielsweise von besonderem Vorteil im Fall von Zellstrukturen sphärischer Form. Die eigentliche Quelle kann ebenfalls verformbar sein oder eine der Form des Teils angepasste Form aufweisen.

**[0058]** Die Quelle **24** ist auf feststehende Weise oberhalb der Halterung **20** angebracht und vertikal nach unten ausgerichtet, so dass sie in Richtung auf die an der Halterung **20** angebrachte Zellstruktur **10** eine Strahlung S emittieren kann, welche die vorher definierten Eigenschaften aufweist.

**[0059]** Wenn die schematisch in [Fig. 2](#) dargestellte Vorrichtung eingesetzt wird, ist die Struktur **10** mit einer Klebstoffschicht **11** überzogen und läuft dank der Betätigung von Antriebs- und Führungsmitteln **22** unter der Quelle **24** durch. Die Anordnung ist dabei so, dass der Abstand zwischen der Quelle **24** und dem Teil gegenüber der Struktur **10** im wesentlichen konstant bleibt und dass die von der Quelle emittierte Strahlung S immer im wesentlichen senkrecht zu dem Teil ist. Eine Servosteuerung der Durchlaufgeschwindigkeit der Struktur **10** vor der Quelle **24**, der Leistung der Quelle und des Abstands Quelle **24** – Struktur **10** gestattet eine Optimierung der Funktionsweise, um die gewünschte Temperatur zum Verfließen des Klebstoffs zu erhalten. Wie bereits angedeutet wurde, muß das Ausgesetztsein des Klebstoffs gegenüber der Bestrahlung der Quelle an die reaktiven Eigenschaften des Klebstoffs angepasst sein. Sie kann insbesondere durch ein Servosteuersystem oder in Zusammenhang mit einem vorherigen Lernvorgang geregelt werden.

**[0060]** Da lediglich der Klebstoff durch Absorption der emittierten Energie erwärmt wird, ist die thermische Trägheit sehr schwach und die mit dem Klebstoffwulst versehene Struktur kehrt sehr rasch zur Umgebungstemperatur zurück. Gegebenenfalls kann trotzdem ein Kühlungssystem (nicht dargestellt) stromab desjenigen Teils der Zellstruktur **10** vorgesehen werden, der sich gegenüber der Quelle **24** befindet. Dieses Kühlungssystem ist hierbei von der Art einer Belüftung oder Luftansaugung und kann eventuell mit Abschirmungen ausgestattet werden, die zur Kanalisierung der Belüftungswirkung auf die Struktur hin dienen.

**[0061]** In einer Variante (nicht dargestellt) dieser ersten Ausführungsform, die zur Herstellung kleiner Teile vorgesehen ist, wird die gesamte Oberfläche der Klebstoffschicht, die auf die Zellstruktur **10** angebracht ist, von der Quelle **24** erwärmt, ohne dass es notwendig wäre, diese Struktur zu bewegen. Die Vorrichtung kann hierbei eine ebenfalls feststehende Halterung **20** umfassen.

**[0062]** In einer zweiten Ausführungsform der Vor-

richtung gemäß der Erfindung, die schematisch in [Fig. 3](#) dargestellt ist, ist die die Zellstruktur **10** tragende Halterung **20** feststehend. Diese Ausführungsform betrifft im wesentlichen den Fall, bei dem die der Quelle **24** zugewandte Oberfläche der Zellstruktur **10** plan oder im wesentlichen plan ist. Hierbei bewegt sich die Quelle **24** oberhalb der Struktur **10** in einer Bahn derart, dass der Abstand zwischen der Quelle und der Struktur im wesentlichen konstant bleibt. Da die Oberseite der Struktur **10** in diesem Fall im wesentlichen plan und horizontal ist, bedeutet dies, dass die von der Quelle **24** verfolgte Bahn geradlinig und horizontal ist (Pfeil F2).

**[0063]** In [Fig. 4](#) ist schematisch eine dritte Ausführungsform der Vorrichtung gemäß der Erfindung dargestellt. Diese Ausführungsform ist eine Erweiterung der vorangehenden für den Fall, bei dem die Oberseite der Zellstruktur **10** nicht plan ist.

**[0064]** Wie bei der soeben mit Bezug auf [Fig. 3](#) beschriebenen Ausführungsform bewegt sich die Quelle **24** in einer geradlinigen und horizontalen Bahn (Pfeil F2) oberhalb der Oberseite der Struktur **10**. Statt feststehend zu sein, umfasst die Halterung **20**, auf der diese angebracht ist, Ausrichtungsmittel, wie schematisch in Form von Zylindern **26** in [Fig. 4](#) dargestellt sind. Diese Ausrichtungsmittel ermöglichen es, den Teil der Oberseite der Struktur **10**, der sich gegenüber der Quelle **24** befindet, in einer im wesentlichen horizontalen Ausrichtung und in einem im wesentlichen konstanten Abstand zu der Quelle **24** zu halten. Die Ausrichtungsmittel **26** können eine beliebige Form annehmen, die es ermöglicht, das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Ihr Einsatz wird vorteilhafterweise von einem Servosteuerungssystem (nicht dargestellt) gesteuert, das gegenüber Signalen empfindlich ist, die von den Messungen, wie z.B. Temperaturmessungen an der Zellstruktur, ausführenden Messfühlern geliefert werden.

**[0065]** In [Fig. 5](#) ist schematisch eine Variante einer vorstehend mit Bezug auf [Fig. 2](#) beschriebenen ersten Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Es ist jedoch anzumerken, dass diese Variante auch auf zwei weitere Ausführungsformen anwendbar ist, die mit Bezug auf [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) beschrieben werden.

**[0066]** Die Ausführungsvariante der [Fig. 5](#) ermöglicht es, die Nachteile zu beseitigen, die aus der Tatsache herrühren, dass in der Praxis die Quelle **24** nie perfekt punktuell ist und auch nicht im Brennpunkt eines perfekten Parabol-Reflektors angeordnet ist. Infolgedessen ist der von der Quelle emittierte Lichtstrahl nicht perfekt parallel und homogen. Es bestehen somit stromauf und stromab der gewünschten Bestrahlungszone **30** zwei Zonen **32** und **34** mit diffuser und gedämpfter Strahlung, in denen der Klebstoff in geringerem Maße als in der Zone **30** (der Bestrahlung) ausgesetzt ist. Wenn der Abstand zwischen der

Quelle und der Oberseite der Zellstruktur auf der Oberfläche derselben im wesentlichen nicht konstant ist, ist die absorbierte Energiemenge und infolgedessen die Temperatur auf dieser gesamten Oberfläche nicht konstant.

**[0067]** Bei bestimmten Anwendungen ist diese Erscheinung für die ordnungsgemäße Abwicklung des Verfahrens nicht von Nachteil. Die vorstehend mit Bezug auf [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) beschriebenen Vorrichtungen können hierbei ohne Modifikation eingesetzt werden.

**[0068]** Hingegen stört bei bestimmten Anwendungen die Streuung der Strahlung die ordnungsgemäße Abwicklung des Verfahrens. Wie in [Fig. 5](#) in Form von Zylindern **28** dargestellt ist, können dabei Mittel zwischen die Quelle **24** und das feststehende Gehäuse der Vorrichtung eingefügt sein, um eine beliebige Veränderung des Abstands zu ermöglichen, der die Quelle **24** von der Oberfläche der Zellstruktur **10** trennt. Eine Servosteuerung gestattet hierbei die Vertikalbewegung der Quelle **24** derart, dass der vorgenannte Abstand im wesentlichen konstant gehalten wird. Diese Servosteuerung kann insbesondere in Reaktion auf Signale gesteuert werden, die von den Abstandsmessfühlern (nicht dargestellt) geliefert werden, welche die Quelle trägt, und/oder von Temperaturmessfühlern, die in Nähe der Quelle angeordnet sind. Auf diese Weise wird die Homogenität der Bestrahlung auf der gesamten Oberfläche des zu behandelnden Teils gewährleistet.

**[0069]** In einer in strichpunktierten Linien in [Fig. 5](#) dargestellten Ausführungsvariante werden die "parasitären" Bestrahlungszonen **32** und **34** verringert, indem der Quelle **24** stromaufwärtige **36** und stromabwärtige Abschirmungen **38** hinzugefügt werden. Diese Abschirmungen, die reflektierend oder nicht reflektierend sein können, und parallel oder nicht parallel zu dem von der Quelle emittierten Lichtstrahl sein können, oder schräg in bezug auf diesen Lichtstrahl ausgerichtet sein können, begrenzen die Streuung des Strahls. Sie sind in einem angemessenen Abstand von der Struktur **10** angeordnet.

**[0070]** In [Fig. 6](#) ist schematisch eine vorteilhafte, wenn auch fakultative Perfektionierung der Vorrichtung gemäß der Erfindung dargestellt. Im Fall der [Fig. 6](#) ist diese Perfektionierung auf die erste, bereits mit Bezug auf [Fig. 2](#) beschriebene Ausführungsform angewandt. Diese Perfektionierung kann aber beliebig auch auf alle anderen Ausführungsformen und Varianten der Erfindung angewandt werden.

**[0071]** Wie in [Fig. 6](#) dargestellt ist, umfasst die Halterung **20**, an/auf der die Zellstruktur **10** angebracht ist, hierbei außerdem mindestens einen lateralen, glatten Teil **40**, auf dem eine Bezugs-Klebstoffschicht **42** angebracht ist, die identisch mit der Klebstoff-

schicht **11** ist, welche auf die Oberseite der Struktur **10** aufgebracht ist. Ein lateraler Teil wird hierbei mindestens entlang einem lateralen Rand der Zellstruktur so angeordnet, dass sie sich auf deren gesamter Länge parallel zu der Relativbewegungsrichtung zwischen der Halterung **20** und der Quelle **24** erstreckt (in [Fig. 6](#) entspricht diese Richtung der Bewegung der Halterung **20** und ist durch den Pfeil F1 dargestellt).

**[0072]** Die Seite jedes lateralen Teils **40**, auf der die Bezugs-Klebstoffschicht aufgebracht ist, ist zur Quelle **24** hin gewandt. Außerdem ist diese Seite glatt und befindet sich im wesentlichen auf der gleichen Höhe wie die Oberseite der Zellstruktur **10**. Jede Bezugs-Klebstoffschicht **24** wird so von der von der Quelle **24** emittierten Strahlung zu den gleichen Bedingungen abgetastet wie die auf die Struktur **10** aufgebrachte Klebstoffschicht **11**. Die Temperatur der Bezugs-Klebstoffschicht **42** ist somit repräsentativ für die an der die Zellstruktur bedeckenden Klebstoffschicht **11** erhaltene Temperatur.

**[0073]** Wie in [Fig. 6](#) ebenfalls dargestellt ist, sind Temperaturmessmittel, wie z.B. mittels eines optischen Pyrometers **44**, in Nähe der Quelle **24** angebracht. Das optische Pyrometer **44** mißt kontaktlos die an der Bezugs-Klebstoffschicht **42** erreichte Temperatur. Da der laterale Teil **40** voll bzw. massiv ist, kann die Temperatur der Bezugs-Klebstoffschicht **42** mit Präzision und unter guten Bedingungen gemessen werden, was nicht der Fall wäre, wenn die Messung direkt an der auf die Struktur **10** aufgebrachten Klebstoffschicht **11** vorgenommen würde, und zwar wegen der Löcher, die infolge des Verfließens auf dieser Schicht entstehen.

**[0074]** Die so erhaltene Temperaturinformation kann für verschiedene Anwendungen eingesetzt werden. Eine erste mögliche Anwendung betrifft die Nachführung, die Aufzeichnung und die Ausgabe des von dem Teil durchlaufenen Temperaturzyklus (Nachführbarkeit). Eine weitere eventuelle Anwendung besteht in der Temperaturregelung der Klebstoffschicht, indem die Stärke des von der Quelle emittierten Strahlflusses variiert wird. Schließlich ist es auch möglich, die Temperaturinformation dazu zu verwenden, diese zu regeln, indem mindestens eine der Größen variiert wird, die aus der Relativbewegungsgeschwindigkeit zwischen der Halterung **20** und der Quelle **24** sowie aus dem Abstand zwischen der Quelle und dem Teil bestehen.

**[0075]** Vorteilhafterweise wird ein Klebeband, das der Temperatur widersteht, der der Klebstoff ausgesetzt ist, zwischen den lateralen Teil **40** und die Bezugs-Klebstoffschicht **42** eingefügt. Dieses Klebeband gestattet es hierbei, die Bezugs-Klebstoffschicht leichter von dem lateralen Teil **40** nach dessen Bestrahlung abzulösen. Es ist auch möglich, min-

destens ein Stück mit Klebstoff bedeckten Klebebandes aufzubewahren, um eine Spur der Herstellungsbedingungen des Teils zu erhalten.

**[0076]** In [Fig. 7](#) ist in näheren Einzelheiten ein industrielles Ausführungsbeispiel der Vorrichtung gemäß der Erfindung dargestellt. Genauer gesagt kombiniert dieses Beispiel die Ausführungsformen und Varianten, die vorher mit Bezug auf die [Fig. 2](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) beschrieben wurden, für den Fall, beidem das hergestellte Teil eine nicht abwickelbare und nicht regelmäßige zellige Oberfläche aufweist.

**[0077]** In [Fig. 7](#) ist die Halterung **20** dargestellt, an der die Zellstruktur **10** mittels Keilen **46** und herkömmlichen Bügelmitteln (nicht dargestellt) befestigt ist. Die Keile **46** (fakultativ) gestatten in diesem Fall, an ein und derselben Halterung **20** Strukturen **10** von unterschiedlichen Formen anzubringen.

**[0078]** Die Halterung **20** wird selbst von einem beweglichen Chassis mittels Ausrichtungsmitteln getragen, die schematisch in Form von Zylindern **26** dargestellt sind. Der Einsatz dieser Ausrichtungsmittel ermöglicht das permanente Aussetzen des Teils der Oberseite der Struktur **10** gegenüber den Bestrahlungen von der Quelle **24** in einer im wesentlichen horizontalen Ausrichtung und mit einem im wesentlichen konstanten Abstand von der Quelle **24**.

**[0079]** In [Fig. 7](#) sind auch die Antriebs- und Führungsmittel **22** zu erkennen. In diesem Fall umfassen diese Mittel zwei Schienen **48**, die an der Innenfläche des beweglichen Chassis **21** befestigt sind, von dem feststehenden Chassis (nicht dargestellt) der Vorrichtung getragene Laufrollen **50**, die mit den Schienen **48** zusammenwirken, ein Antriebsritzel **52**, das mit einem auf einer der Schienen **48** ausgebildeten Stirnzahnrad **54** in Eingriff steht, sowie einen (nicht dargestellten) Antriebsmotor des Ritzels **52**.

**[0080]** Ebenfalls in [Fig. 7](#) ist die Quelle **24** dargestellt. Diese umfasst eine oder mehrere Röhre(n) **56**, die die eigentliche Quelle bilden, einen Parabolreflektor **58**, der die von der Röhre **56** emittierte Strahlung auf die Oberseite der Struktur **10** richtet, sowie stromaufwärtige **36** und stromabwärtige Abschirmungen **38**, wie sie vorher mit Bezug auf [Fig. 5](#) beschrieben wurden.

**[0081]** Die Quelle **24** ist mit einer beweglichen Platine **25** durch zwei Zylinder **28** verbunden. Die bewegliche Platine **25** ist ihrerseits auf einem beweglichen Schlitten **27** über einen Mechanismus **29** angebracht, der eine Vertikalbewegung (Pfeil F3) und eine Drehung (Pfeil F4) der Platine um eine Vertikalachse herum gestattet. Schließlich ist der bewegliche Schlitten **27** auf/an dem feststehenden Chassis der Vorrichtung derart angebracht, dass er sich in einer Translationsbewegungsrichtung bewegen kann, die durch

den Pfeil F5 in [Fig. 7](#) dargestellt ist.

**[0082]** Die Vertikalbewegung (Pfeil F3) der Platine **25** ermöglicht die Regelung des Abstands, welche die Quelle **24** von der Oberfläche der Struktur **10** trennt. Der Einsatz der Zylinder **28** gestattet es, eine im wesentlichen konstante mittlere Distanz zwischen der Quelle **24** und der Oberseite der Zellstruktur **10** zu bewahren, wenn diese Seite nicht plan ist. Die Drehung (Pfeil F4) der Platine **25** ermöglicht eine Ausrichtung der Quelle **24** entlang Generatrizen der Zellstruktur, wenn diese eine komplexe Form aufweist. Schließlich ermöglicht die Translationsbewegung des Schlittens **27** entlang dem Pfeil F5 eine Bewegung der Quelle **24** auf der gesamten Oberfläche des Teils.

**[0083]** Bei der soeben beschriebenen Anordnung ermöglichen die Antriebs- und Führungsmittel **22** eine Bewegung der Zellstruktur **10**, die mit einer Klebstoffschicht bedeckt ist, unter der Quelle **24** (Pfeil F6) derart, dass die so gebildete Einheit nach und nach erwärmt wird. Das Vorhandensein der Zylinder **26** ermöglicht es, denjenigen Teil der Einheit, der sich unter der aktiven Zone der Quelle **24** befindet, in einer im wesentlichen horizontalen Position zu präsentieren. Auf diese Weise befinden sich die Trennwände der Zellen in einer im wesentlichen vertikalen Position, wenn die Klebstoffschicht, die sie bedeckt, durch Absorption der von der Quelle emittierten Strahlung erwärmt wird.

**[0084]** Die in [Fig. 7](#) dargestellte Vorrichtung umfasst außerdem gemäß der vorher mit Bezug auf [Fig. 6](#) beschriebenen Perfektionierung zwei laterale Teile **40** der Halterung **20**, auf die eine Bezugsklebstoffschicht **42** aufgebracht wird, sowie zwei Temperaturmessmittel, wie z.B. optische Pyrometer **44**, die mit der Quelle **24** einstückig sind und jeweils zu jedem der lateralen Teile **40** hin ausgerichtet sind.

**[0085]** In den verschiedenen beschriebenen Ausführungsformen wird eine nicht-perforierte Klebstoffschicht **11** benutzt.

**[0086]** Gemäß einer vorteilhaften Perfektionierung der Erfindung wird hingegen eine perforierte Klebstoffschicht **11** eingesetzt. Diese Ausführungsform ist schematisch in [Fig. 10](#) für den speziellen Fall einer Zellstruktur **10** dargestellt, deren Zellen **14** untereinander ein regelmäßiges sechseckiges Netz bilden.

**[0087]** Genauer gesagt ist die Klebstoffschicht **11** in diesem Fall von mindestens einem Loch **11a** gegenüber jeder der Zellen **14** der Zellstruktur **10** durchsetzt. Die Löcher **11a** sind dazu vorgesehen, die Migration des Klebstoffs zu den Enden der Trennwände **16** und der Zellen **14** zu erleichtern.

**[0088]** Die Anzahl, die Anordnung und die Dimensi-

onen der Löcher **11a** sind jedoch auch dazu bestimmt, das beginnende Verfließen des Klebstoffs zu erleichtern und dabei in jeder der Zellen **14** eine ausreichende Menge an Klebstoff zur Bildung der Wülste **18** zu bewahren ([Fig. 1](#)). Je größere Dimensionen nämlich die Löcher **11a** aufweisen, um so mehr wird die in der Klebstoffschicht enthaltene Klebstoffmenge verringert. In der Praxis werden gute Ergebnisse mit Löchern **11a** eines mittleren Durchmessers erreicht, der im wesentlichen gleich 1 mm ist, andere Dimensionen sind jedoch auch möglich.

**[0089]** In der Praxis haben die Löcher **11a** eine zu einem Zylinder mit kreisförmigem Querschnitt unterschiedliche Form, um die Migration des Klebstoffs von verschiedenen Löchern aus zu den Enden der Trennwände der Zellen zu erleichtern, wenn die Schicht erwärmt wird. Im einzelnen sind sie allgemein kreisförmig, weisen aber einen nicht-gleichmäßigen Durchmesser auf der Dicke der Klebstoffschicht auf. Als nicht-einschränkendes Beispiel können die Löcher **11a** auch Kegelstumpfform aufweisen. Der Ausdruck "mittlerer Durchmesser", der oben verwendet wurde, berücksichtigt die Tatsache, dass die Löcher **11a** vorzugsweise eine sich von einem Zylinder kreisförmigen Querschnitts unterscheidende Form aufweisen.

**[0090]** Wenn die Zellstruktur **10** eine im wesentlichen plane zu beklebende Oberfläche aufweist und die Zellen **14** in einem regelmäßigen Netz ausgerichtet angeordnet sind, kann die Präsenz mindestens eines Lochs **11a** gegenüber jeder der Zellen **14** sichergestellt werden, indem eine Klebstoffschicht **11** verwendet wird, die mit Löchern **11a** durchsetzt ist, welche in einem regelmäßigen Netz angeordnet sind und deren Teilung bzw. Beabstandung der Teilung der Zellen **14** entlang zweier Richtungen der zu beklebenden planen Oberfläche entspricht.

**[0091]** Die [Fig. 10](#) stellt diese Anordnung in dem speziellen Fall einer Zellstruktur **10** dar, deren Zellen **14** in einem regelmäßigen Sechsecknetz angeordnet sind. In diesem Fall sind die Löcher **11a** gemäß einem regelmäßigen Netz in Dreieckform angeordnet, deren Teilung bzw. Beabstandung gleich derjenigen des von den Zellen **14** gebildeten Netzes ist.

**[0092]** In zahlreichen Fällen ist die Zellstruktur nachgiebig bzw. elastisch und verformbar. Außerdem sind bestimmte herzustellende Teile nicht plan. Alle diese Anordnungen haben zur Folge, dass die Zellen **14** nicht perfekt ausgerichtet sind. Die Verwendung einer Klebstoffschicht, wie sie in dem vorangehenden Absatz beschrieben wurde, gestattet es hierbei nicht, das Vorhandensein eines Lochs **11a** gegenüber jeder der Zellen **14** der Struktur zu garantieren.

**[0093]** Um den vorstehend erwähnten gegensätzlichen Anforderungen zu genügen, wird eine Klebstoff-

schicht **11** eingesetzt, deren Löcher so angeordnet sind, dass für einen Großteil der Zellen die Anzahl der ihnen gegenüberliegenden Löcher kleiner gleich drei oder mindestens gleich eins ist. Eine zu große Anzahl von Löchern, die ein und derselben Zelle entsprechen, würde zu dem Risiko führen, dass der Klebstoff auf unregelmäßige Weise an dem Umfang des Endes dieser Zelle migriert, insbesondere wenn die Löcher nahe den Enden der Trennwände dieser Zelle gelegen wären.

**[0094]** Die Migration des Klebstoffs erfolgt auf um so homogenere Weise, je mehr sich die Löcher in Nähe des Zentrums des Endes der in Betracht kommenden Zelle befinden. Indem die Anzahl der gegenüber jeder Zelle gelegenen Löcher im wesentlichen auf drei beschränkt wird, wird eine gute Verteilung des Klebstoffs und infolgedessen ein gutes späteres Verkleben der Wand an der Zellstruktur gewährleistet.

**[0095]** Wenn mehrere Löcher (beispielsweise zwei oder drei) einem Ende der Zelle entsprechen, können Klebstoffäden an dem Ende nach dem Verfließen und der Migration des Klebstoffs verbleiben. Dies ist jedoch nicht hinderlich, da sich in der Mehrzahl der Fälle diese Fäden verflüssigen und abbrechen, und dann der Klebstoff bei dem Polymerisierungsschritt, welcher dem Verkleben der Trennwand an der Zellstruktur entspricht, zu den Rändern der Zellen migriert.

**[0096]** Zahlreiche Versuche, die im Rahmen dieser Perfektionierung realisiert wurden, haben ermöglicht, eine optimale Anordnung der Löcher **11a** auch im Fall einer verformten oder krummen Struktur festzulegen. Diese Versuche sind an Bienenwabenstrukturen der Marke "Eurocomposite" oder "Hexcel" vorgenommen worden, welche im wesentlichen sechseckige Zellen von derartigen Dimensionen aufweisen, dass der in jede der Zellen eingeschriebene Kreisdurchmesser im wesentlichen gleich 9,5 mm (3/8 Zoll) ist. Die verwendete Klebstoffschicht war vom bei Wärme aushärtenden Typ von der Marke "3M" mit der Referenz AF191.U.

**[0097]** Die optimale Anordnung der Löcher **11a**, die Dank dieser Versuche erstellt wurde, entspricht derjenigen, die in [Fig. 10](#) dargestellt ist. So sind die Löcher **11a** in zwei Richtungen angeordnet, die untereinander einen Winkel von 60° bilden, d.h. in einem regelmäßigen Netz mit einer Teilung in Dreieckform.

**[0098]** In dem bei den Versuchen berücksichtigten nummerierten Beispiel sind die Löcher **11a** untereinander mit einer Teilung  $P_x$  im wesentlichen gleich 7 mm in einer ersten Richtung beabstandet. In der zweiten Richtung sind die Löcher **11a** untereinander so beabstandet, dass die Projektion  $P_y$  der Teilung, die sie trennt, auf einer zu der ersten Richtung senk-

rechten Geraden im wesentlichen gleich 4,5 mm ist. Das dank dieser Anordnung erhaltene Ergebnis ist zufriedenstellend, da nur weniger als drei Zellen von der Klebstoffschicht auf einer Platte von mehr als einem Quadratmeter verstopft bleiben.

**[0099]** Für eine Zellstruktur, deren Zellen unterschiedliche Dimensionen aufweisen, wird eine Klebstoffschicht benutzt, die mit auf ähnliche Weise angeordneten Löchern durchsetzt ist, indem ein Proportionalitätsfaktor zu den Werten der Teilung  $P_x$  und des Abstands  $P_y$ , wie sie im vorangehenden Absatz angegeben wurden, angewendet wird.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Klebstoffwulstes (**18**) an den Enden von Trennwänden (**16**) von Zellen (**14**), die in eine Oberfläche einer Zellstruktur (**10**) münden, wobei eine Klebstoffschicht (**11**) auf die Oberfläche aufgebracht wird und anschließend die Klebstoffschicht (**11**) einer einer der Reaktivität des Klebstoffs angepasste Strahlung emittierenden Quelle (**24**) ausgesetzt wird, um nur diesen selektiv derart zu erwärmen, dass sein Verfließen gewährleistet ist, ohne im wesentlichen seine Polymerisierung auszulösen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Klebstoffschicht (**11**) der Quelle (**24**) während einer Dauer und mit einer Stärke ausgesetzt wird, die den reaktiven Eigenschaften des Klebstoffs angepasst sind, und die Strahlungsstärke der Quelle (**24**), der Abstand zwischen der Quelle (**24**) und der Zellstruktur (**10**) und die relative Bewegungsgeschwindigkeit zwischen der Quelle (**24**) und der Zellstruktur (**10**) mittels einer Servosteuerung gesteuert wird, die mindestens auf eine an der Struktur durchgeführte Temperaturmessung anspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Klebstoffschicht (**11**) der Quelle (**24**) ausgesetzt wird, während die Oberfläche der Zellstruktur (**10**) nach oben gewandt ist.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Klebstoffschicht (**11**) der Quelle (**24**) ausgesetzt wird und dabei die Trennwände (**16**) der Zellen (**14**) im wesentlichen vertikal gehalten werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine Klebstoffschicht (**11**) verwendet wird, die von mindestens einem Loch (**11a**) gegenüber jeder der Zellen (**14**) der Zellstruktur (**10**) durchsetzt ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei eine Klebstoffschicht (**11**) verwendet wird, die von im wesentlichen kreisförmigen Löchern (**11a**) mit einem nicht-gleichmäßigen Durchmesser über der Dicke der Schicht durchsetzt ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5,

wobei die Zellen (14) ein regelmäßiges sechseckiges Netz bilden und eine Klebstoffschicht (11) verwendet wird, die von Löchern (11a) durchsetzt ist, welche gemäß einem regelmäßigen Netz mit einer Teilung in Form eines gleichseitigen Dreiecks verteilt sind.

7. Vorrichtung zur Ausbildung von Klebstoffwülsten (18) an den Enden von Trennwänden (16) von in eine Oberfläche einer Zellstruktur (10) mündenden Zellen (14), wobei diese Vorrichtung eine Quelle (24) umfasst, die gegenüber der Oberfläche angeordnet werden kann, auf der vorab eine Klebstoffschicht (11) aufgebracht wurde, dadurch gekennzeichnet, dass die Quelle (24) eine Strahlung emittieren kann, die so gewählt ist, dass nur der Klebstoff selektiv erwärmt wird, so dass ein Verfließen desselben gewährleistet ist, ohne im wesentlichen seine Polymerisierung auszulösen, und eine Servosteuerung, die mindestens auf eine an der Struktur vorgenommene Temperaturmessung anspricht, um die Strahlungsstärke der Quelle (24), den Abstand zwischen der Quelle (24) und der Zellstruktur (10) sowie die relative Bewegungsgeschwindigkeit zwischen der Quelle (14) und der Zellstruktur (10) derart zu steuern, dass die Klebstoffschicht (11) der Quelle (24) während einer Zeitdauer und mit einer Stärke ausgesetzt ist, die an die reaktiven Eigenschaften des Klebstoffs angepasst sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, außerdem mit einem Träger (20), der die Zellstruktur (10) aufnehmen kann, wobei der Träger derart angeordnet ist, dass die Oberfläche nach oben ausgerichtet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei der Träger (20) derart angeordnet ist, dass die Trennwände (16) der Zellen (14) im wesentlichen vertikal sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die Quelle (24) feststehend ist und der Träger (20) der Zellstruktur (10) sich bewegen kann, um die genannte Oberfläche vor der Quelle mit einem im wesentlichen konstanten Abstand passieren zu lassen.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei der Träger (10) feststehend ist und die Quelle (24) sich parallel zu der Oberfläche der Zellstruktur (10) bewegen kann.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, angewandt auf einen Fall, bei dem die Oberfläche nicht-plan ist, wobei der Träger (20) orientierbar ist und die Quelle (24) sich gegenüber der Oberfläche in einer Bewegungsbahn bewegen kann, die einen im wesentlichen konstanten Abstand in bezug auf diese aufweist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis

12, wobei die Quelle (24) sich in einer zu der Oberfläche im wesentlichen senkrechten Richtung bewegen kann.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei stromaufwärtige und stromabwärtige Abschirmungen bzw. Schutzabdeckungen (36, 38) der Quelle (24) zugeordnet sind, so dass sie die Streuung des von dieser emittierten Energieflusses begrenzen.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, wobei der Träger (20) mindestens einen lateralen glatten Abschnitt (40) umfasst, der keine Zellstruktur aufweist und direkt eine Bezugs-Klebstoffschicht (film de colle témoin) (42) aufnehmen kann, die identisch mit der auf die Struktur (10) aufgetragenen Klebstoffschicht (11) ist, wobei Temperaturmessmittel (44) gegenüber dem glatten lateralen Abschnitt (40) angeordnet sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei ein temperaturbeständiges Klebeband auf dem glatten lateralen Abschnitt (40) angebracht wird, um die Bezugs-Klebstoffschicht (42) aufzunehmen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

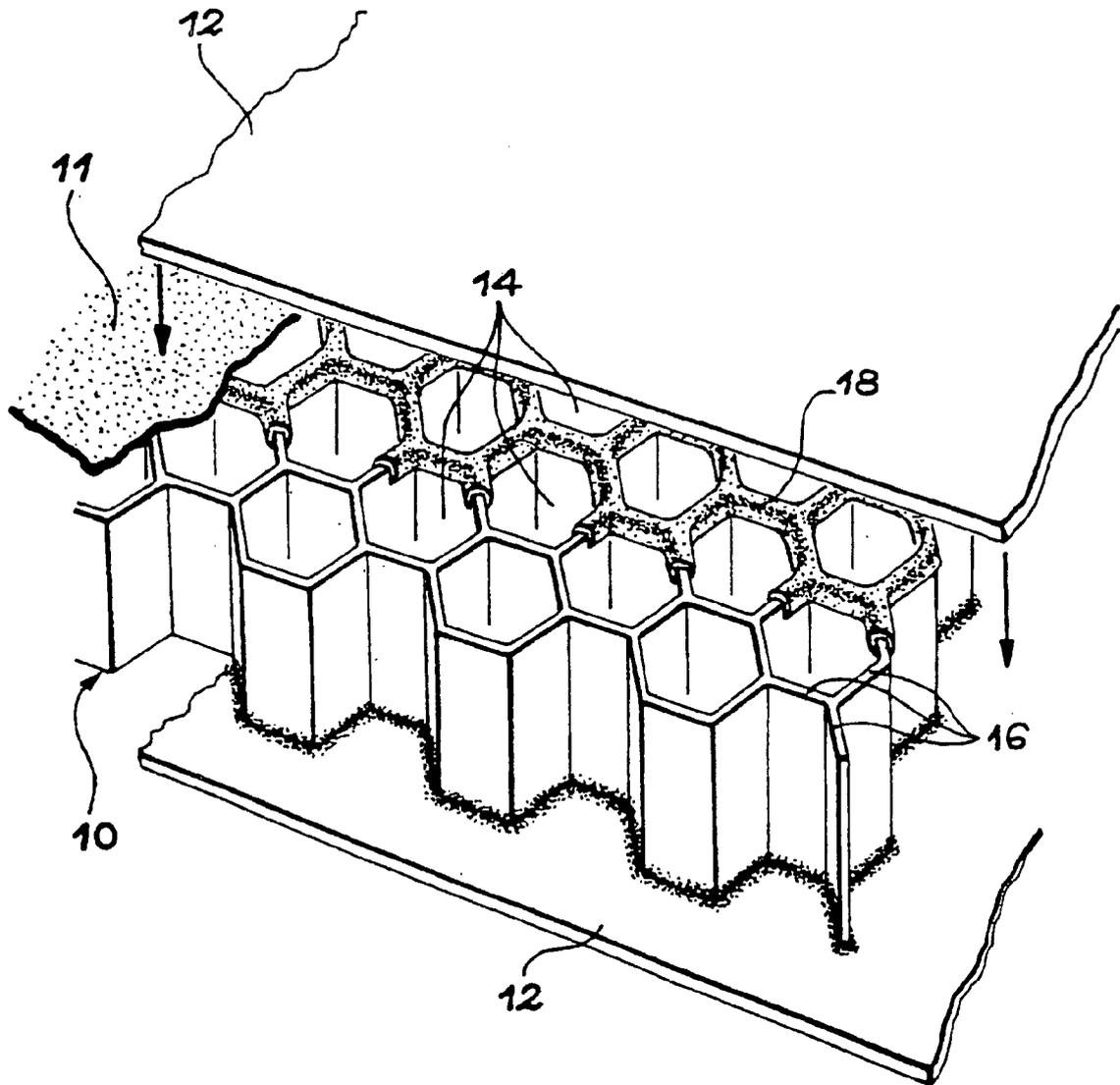


FIG. 1

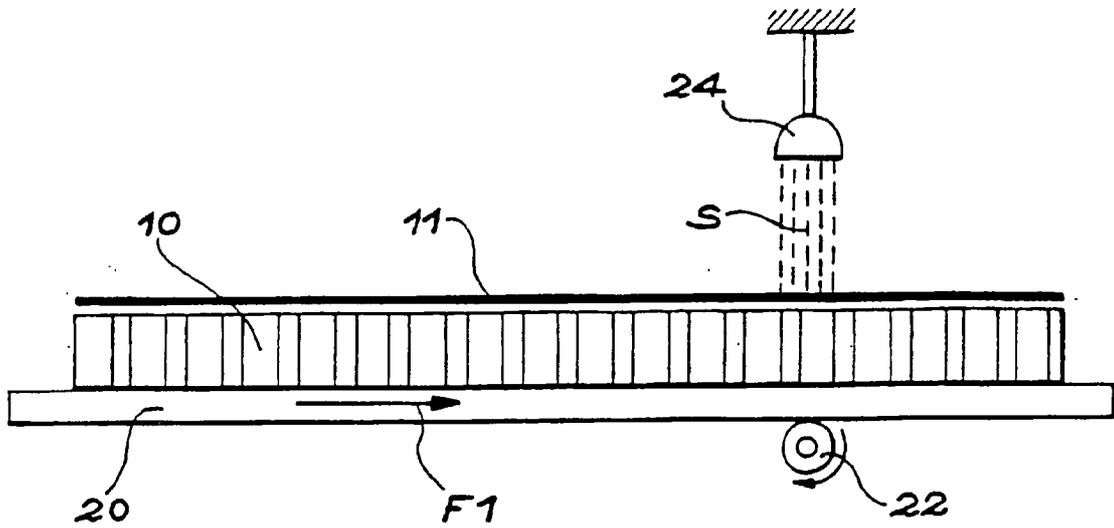


FIG. 2

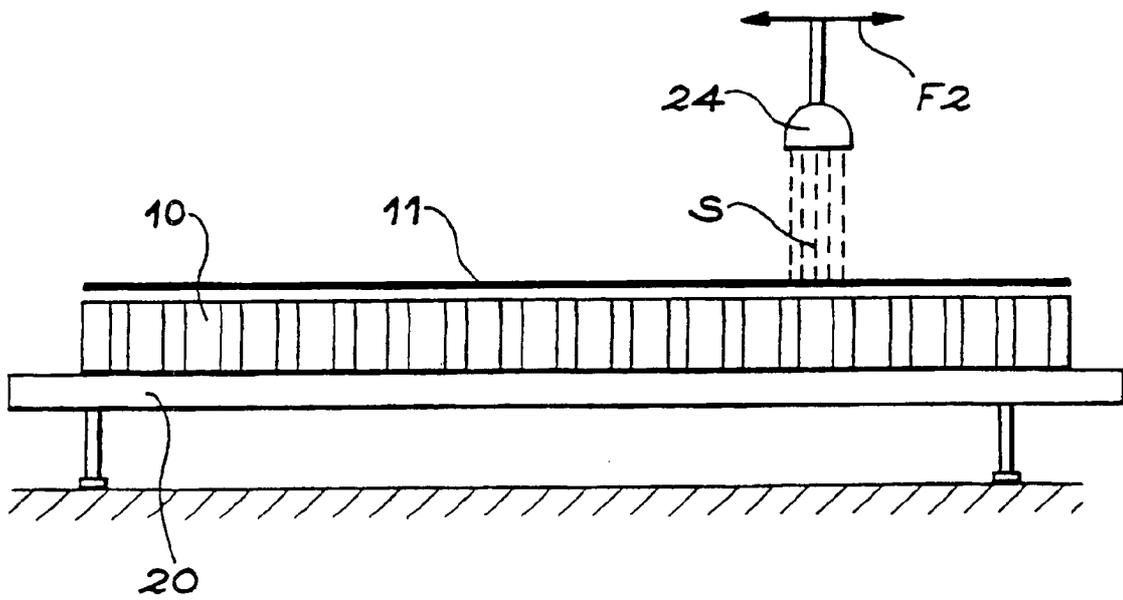


FIG. 3

FIG. 4

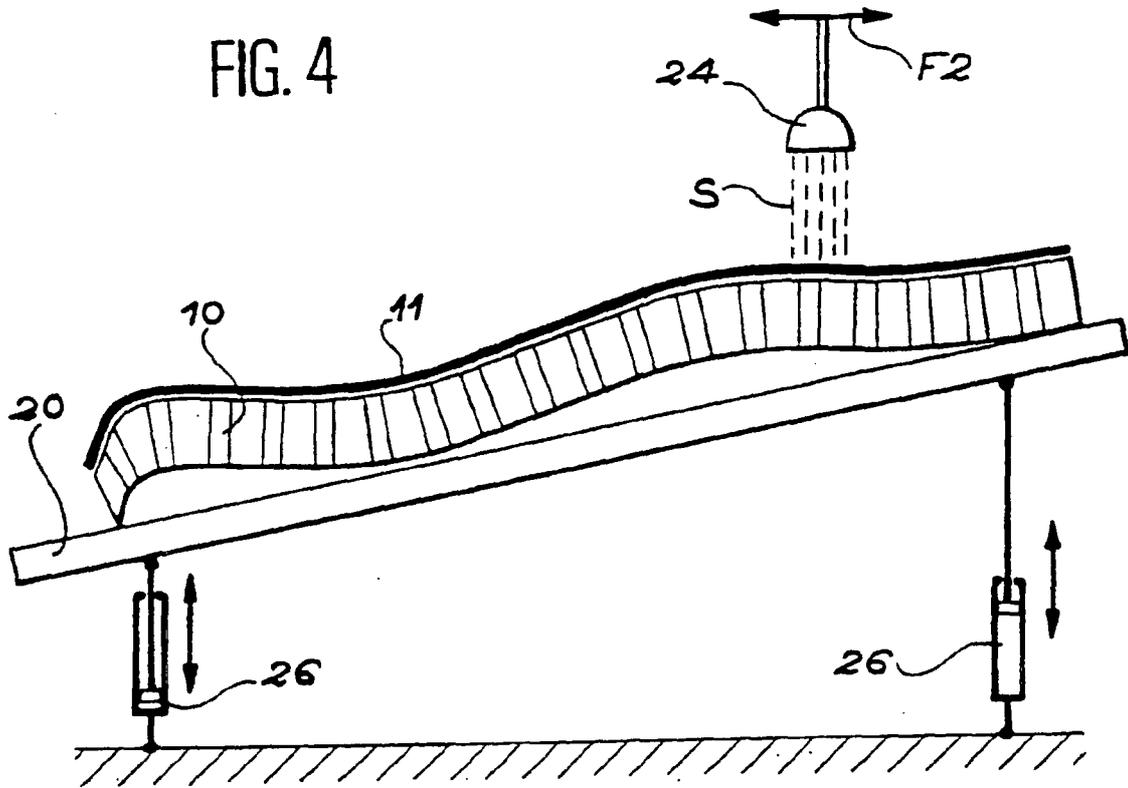
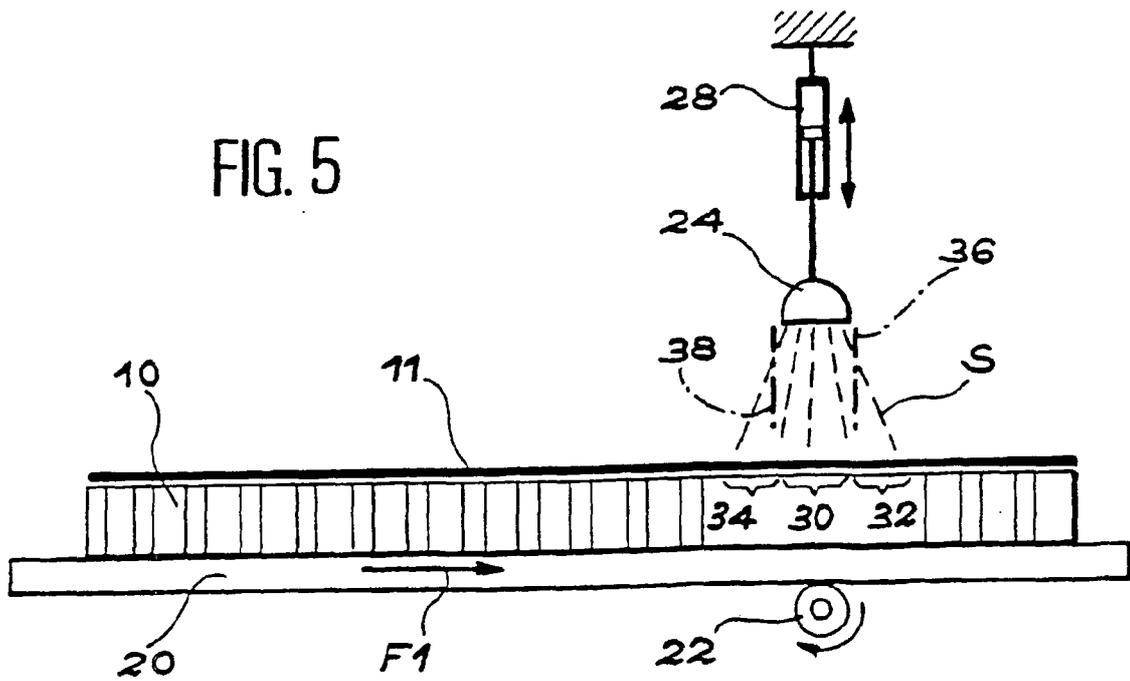


FIG. 5



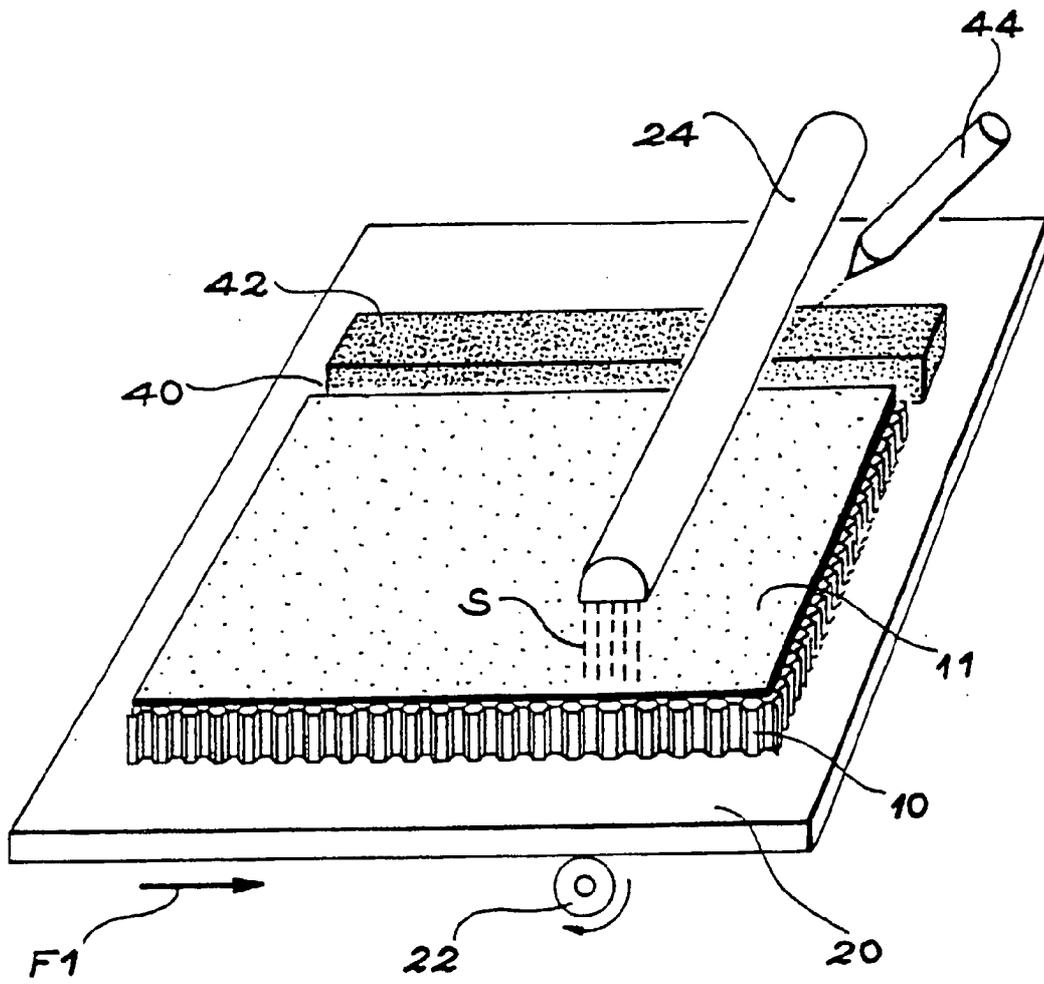


FIG. 6



FIG. 8a

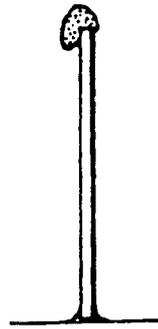
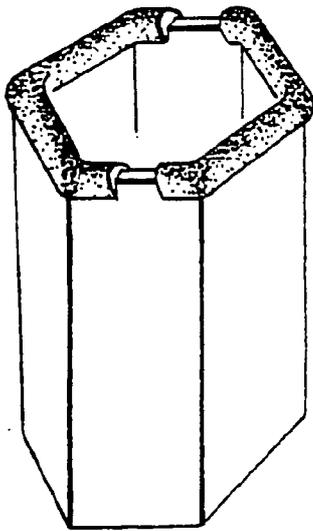


FIG. 8b

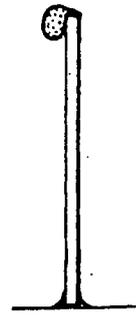


FIG. 8c

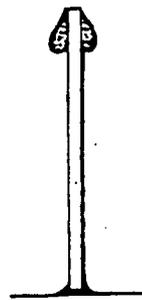


FIG. 8d

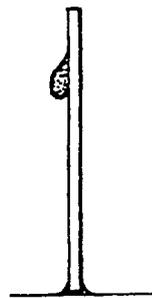


FIG. 8e

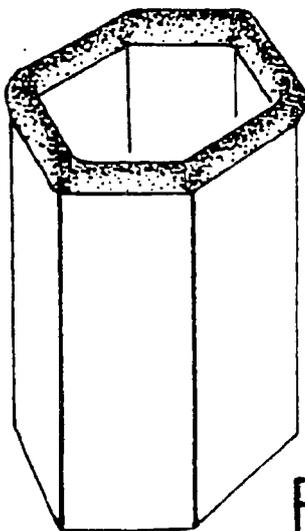


FIG. 9a

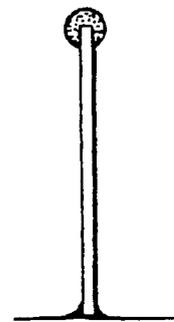


FIG. 9b

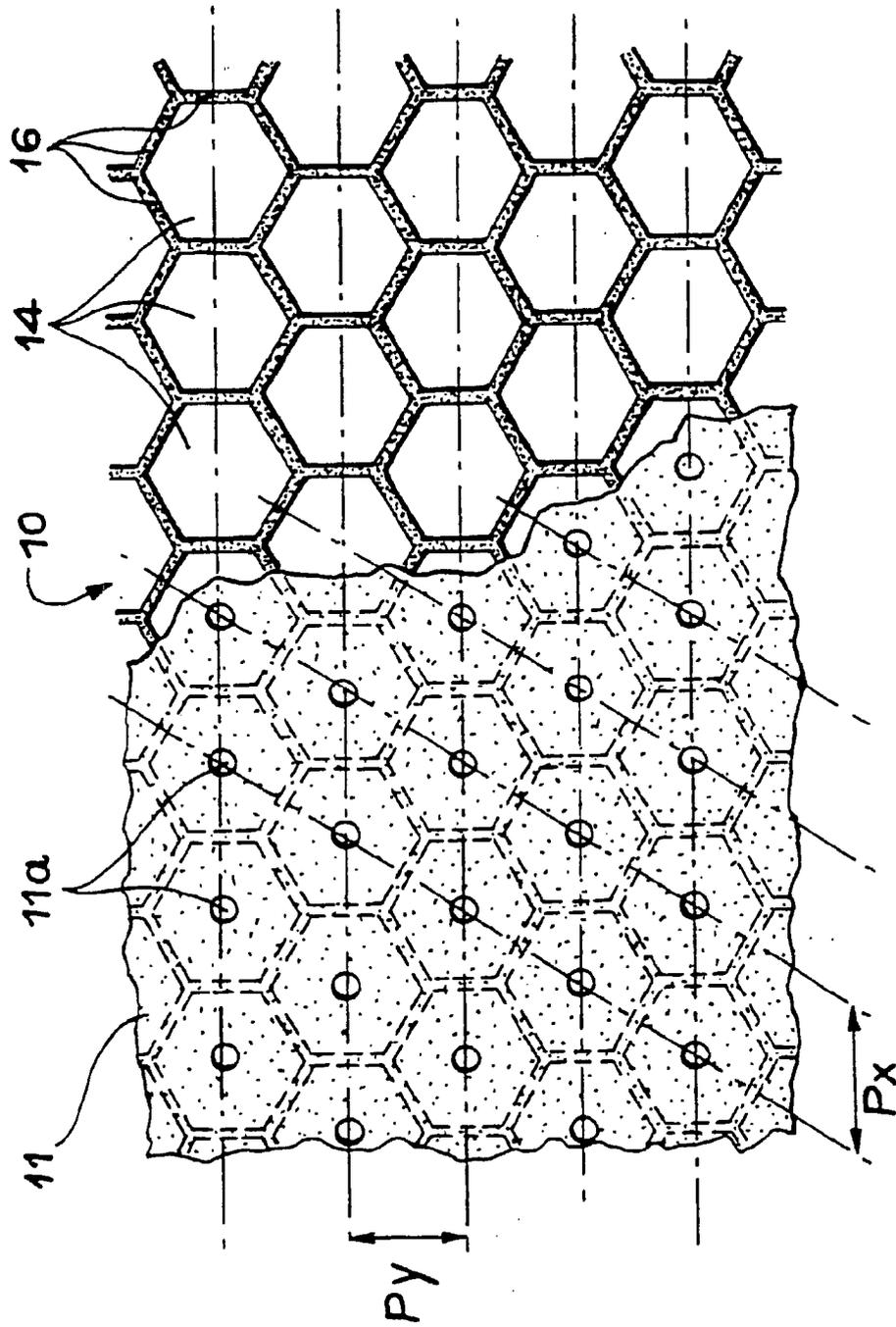


FIG. 10