

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 80710024.3

51 Int. Cl.³: **C 22 C 1/09**
B 32 B 15/20

22 Anmeldetag: 10.10.80

30 Priorität: 04.01.80 DE 3000171
08.09.80 DE 3033725

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.07.81 Patentblatt 81/29

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

71 Anmelder: **VEREINIGTE ALUMINIUM-WERKE**
AKTIENGESELLSCHAFT
Postfach 2468 Georg-von-Boeselager-Strasse 25
D-5300 Bonn 1(DE)

72 Erfinder: Ibe, Gerhard, Dr.
Auweg 12
D-5330 Königswinter(DE)

72 Erfinder: Gruhl, Wolfgang, Prof. Dr.
Kaninsberg 7
D-5300 Bonn-Holzlar(DE)

74 Vertreter: Müller-Wolff, Thomas, Dipl.-Ing.
Vereinigte Aluminium-Werke AG
Georg-von-Boeselager-Strasse 25
D-5300 Bonn 1(DE)

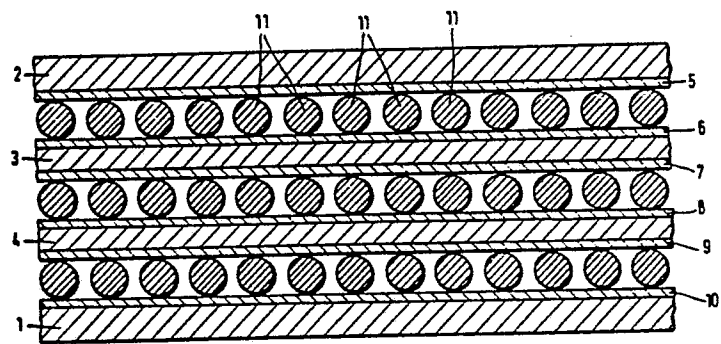
54 Faserverstärkter Verbundwerkstoff und Verfahren zu seiner Herstellung.

57 Es wird ein faserverstärkter Verbundwerkstoff, bestehend aus einer Schichtung von wenigstens zwei Metallagen und zwischengelagerten Fasern angegeben, wobei die Metallagen aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen ein-oder beidseitig mit einem Aluminiumlot plattiert sind. Ein Verfahren zur Herstellung des faserverstärkten Verbundwerkstoffes ist dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtung aus Metallagen, Aluminiumlot und zwischengelagerten Fasern bei einer Temperatur, die oberhalb der Schmelztemperatur des Lotes und unterhalb der Erweichungstemperatur der Metallagen liegt, unter Druck gebracht wird und anschließend abgekühlt wird.

EP 0 032 355 A1

/...

Fig.1



Faserverstärkter Verbundwerkstoff und Verfahren zu seiner Herstellung

Die Erfindung betrifft einen faserverstärkten Verbundwerkstoff, bestehend aus mindestens zwei Metallagen aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung und zwischengelagerten Fasern, sowie ein Verfahren zur Herstellung dieses Verbundwerkstoffes.

5

Faserverstärkte dünne Bänder bzw. Bleche aus Aluminiumlegierungen mit bis zu 50 Vol-% Borfasern, die teils mit SiC beschichtet sind, werden bereits nach der Methode des Plasmaspritzens hergestellt. Hierbei wird die auf eine Trommel gewickelte Faserschicht durch eine mittels Plasmaspritzen aufgetragene Aluminiumschicht auf der unter den Fasern liegenden Aluminiumfolie fixiert. Diese Spritzschichten sind sehr porös und müssen daher z.B. durch Warmwalzen oder Heißpressen nachverdichtet werden. Außerdem werden die Fasern durch die bis 2000°C heißen Aluminiumtröpfchen im Plasmastrahl thermisch und mechanisch sehr stark beansprucht. Dies kann zur Schädigung der Fasern und des Verbundes bereits im Herstellungsstadium führen. Die hergestellten Bänder haben zudem eine begrenzte endliche Länge, die durch den Trommelumfang vorgegeben ist. Außerdem arbeitet diese Methode diskontinuierlich und

10

15

20

Der vorliegenden Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, einen faserverstärkten Verbundwerkstoff und ein Verfahren zu seiner Herstellung zu entwickeln, das die erwähnten Nachteile nicht aufweist. Das zu entwickelnde Verfahren soll keine thermische und mechanische Schädigung der Fasern verursachen, sich
5 grundsätzlich in den Arbeitsablauf eines Halbwerkzeuges einfügen und zu einem kontinuierlichen Verfahren ausbauen lassen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die
10 Schichtung aus Metallagen und zwischengelagerten Fasern zusätzlich ein Aluminiumlot aufweist. Vorzugsweise ist das Aluminiumlot ein- oder beidseitig auf den Metallagen aufplattiert. Es besteht üblicherweise aus einer Aluminiumsiliziumlegierung mit 5 bis 12% Silizium, wobei grenzflächenaktive Metalle als
15 benetzungsfördernde Zusätze enthalten sein können.

Nach einem besonderen Ausführungsbeispiel der Erfindung liegt die Plattierschichtdicke zwischen 3 und 10% der Metallage. Die Metallage kann aus dem genormten Werkstoff AlMn 1 bestehen,
20 wobei die Dicke jeder Metallage 1 bis 2 mm beträgt, die mit 10% Aluminiumsiliziumlot plattiert ist. Die Metallagen können Eisen und/oder Nickel bis zu 3% und Chrom, Titan, Zirkon, Kobalt, Vanadin, Molybdän jeweils einzeln bis zu 1% oder in Zusammensetzung enthalten.

25 Als Faserstoff wird bevorzugt eine Siliziumkohlenstofffaser verwendet. Es können aber auch Borfasern mit oder ohne Siliziumkohlenstoffbeschichtung Verwendung finden. Die Fasern werden vorzugsweise in Form von Fasergewebe oder als Fasermatte eingesetzt,
30 die im wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind. Aus

mehreren Versuchen hat sich ergeben, daß die Festigkeitswerte eines Schichtwerkstoffes besonders günstig sind, wenn in der Mitte ein unverstärkter Kern aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung vorhanden ist.

5

Die Herstellung des erfindungsgemäßen Verbundwerkstoffes erfolgt unter leichtem Druck und einer Temperatur, die oberhalb der Schmelztemperatur des Lotes und unterhalb der Erweichungstemperatur der Metallagen liegt. Diese Verfahrensbedingungen können durch Heißpressen oder Heißwalzen des vorgeschichteten Verbundwerkstoffes eingehalten werden, wobei der Temperaturbereich zwischen 450 und 650°C liegen sollte.

10

Es ist aber auch möglich, die Schichtung aus Metallagen, zwischengelagerten Fasern und Aluminiumlot vor dem Walzen auf Temperaturen oberhalb des Lotschmelzpunktes zu bringen und anschließend kalt zu walzen. Durch zahlreiche Versuche hat man festgestellt, daß es vorteilhaft ist, die Walzung, d.h. den eigentlichen Verbindungsvorgang mit kalten Walzen vorzunehmen. Bei dieser Verfahrensweise wird während der Herstellung des Verbundwerkstoffes bereits eine Abkühlung mit einer hohen Abkühlungsrate ermöglicht. Das vorgeheizte Ausgangsmaterial wird im ersten Teil des Walzvorganges gegeneinander gepreßt und verbunden, während gleichzeitig von den kalten Walzen aus eine Abkühlung über die Metallagen in die Verbindungszone erfolgt. Dieses bewirkt, daß das Fertigprodukt als Verbundwerkstoff unmittelbar nach dem Austritt aus dem Walzspalt weiter verarbeitet werden kann.

15

20

25

30

Es ist wichtig, daß die Schichtung des Verbundwerkstoffes vor dem Eintritt in den Walzspalt die vorschriftsmäßige Temperatur besitzt. Hierbei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, das Vormaterial

zur Herstellung des vorgeschichteten Verbundes durch Zusammenführung der Metallagen der Aluminiumlotlegierung und des Fasergewebes mittels Rollen vorzunehmen und das Vormaterial zunächst separat vorzuheizen. Unmittelbar vor der Walzung
5 muß es dann vorzugsweise in einem Durchlaufofen in Kontakt gebracht werden und auf die erforderliche Endtemperatur erhitzt werden.

Nach dem eigentlichen Verbindungsprozeß kann der Verbundwerkstoff bei Temperaturen unterhalb des Lotschmelzpunktes durch
10 Nachwalzen nachverdichtet werden. Diese Nachverdichtung führt zu besonders festen und dichten Endprodukten.

Ferner ist es vorteilhaft, den Verbundwerkstoff vor einer Warmbehandlung oberhalb des Lotschmelzpunktes einer Glühbehandlung zu
15 unterziehen. Es hat sich herausgestellt, daß die Glühbehandlung bei Temperaturen von 10 bis 50 °C unterhalb des Lotschmelzpunktes bei einer Glühzeit von 2 bis 12 Stunden besonders günstig ist.

Die Herstellung des vorgeschichteten Verbundes kann durch Zusammenführung der Metallagen, der Aluminiumlotlegierung und des Fasergewebes mittels Rollen und Haspeln erfolgen. Es ist auch möglich, das Vormaterial separat vorzuheizen und die Aufheizung auf
20 Endtemperatur oberhalb der Lotschmelztemperatur unmittelbar vor dem Walzen am vorgeschichteten Verbund vorzunehmen.
25

Die Aufgabe der Aluminiumlotlegierung kann darin bestehen, als Oxidationsschutz und als Haftvermittler bei der Herstellung des Verbundwerkstoffes zu dienen. Es ist möglich, daß der Verbundwerkstoff ohne merkliche Verformung der Kernbleche hergestellt
30 wird und der Verbund zwischen Metallagen und Fasern durch eine

mit der Lotschicht getränkte Fasermatte gebildet wird. Bei dieser Herstellung wird mit einem Abwalzgrad zwischen 0,5 und 1,5% gearbeitet.

5 Zur Erzielung eines hochtemperaturbeständigen Verbundwerkstoffes aus Aluminium ist es jedoch vorteilhaft, den Faserwerkstoff durch plastische Verformung der Metallagen in diese einzubetten. Dabei muß ein Abwalzgrad zwischen 1,5 und 10% angewendet werden.

10

Es ist besonders vorteilhaft, als Plattierschicht eine AlSi-Legierung mit 5 bis 12% Silizium zu verwenden. Dabei gelingt eine nahezu vollständige Verschweißung der Metallagen, wobei besonders die nahe-eutektischen AlSi-Legierungen mit 10-12% Si von Vorteil sind. Die Grenzsicht zwischen der Metallage und der Lotplattierung ist praktisch oxidfrei.

15

Die Plattierschichtdicke beträgt vorzugsweise 3 bis 10% der Metallage. Dabei umhüllt das flüssige Lot beim Heißpressen die Fasern und verhindert so einen weiteren Luftzutritt und damit erneut die Oxidation der Metalloberflächen.

20

Grundsätzlich können alle keramischen, anorganischen oder metallischen Fasern oder Kohlefasern mit deutlicher Verstärkungswirkung und hinreichender thermischer und chemischer Beständigkeit für den erfindungsgemäßen faserverstärkten Verbundwerkstoff eingesetzt werden. Es ist jedoch besonders vorteilhaft, als Fasern SiC-Fasern, Bor-Fasern mit oder ohne SiC-Beschichtung zu verwenden. Bei Verwendung dieser Fasern liegt nach der Abkühlung eine vollständige metallurgische Verbindung der Metallagen und eine vollständige Einbettung und Haftung der Fasern innerhalb des Verbundwerkstoffes vor. In den Randzonen zwischen Metallage und Fasern

25

30

läßt sich auch nach dem Einschmelzen am Schliffbild oder durch analytische Untersuchung das ursprüngliche Vorhandensein einer Plattierschicht durch unterschiedliche Konzentrationsverteilung feststellen.

5

Es ist besonders vorteilhaft, den Verbundwerkstoff mit mehreren Faserlagen zu verstärken, die abwechselnd mit ein- oder beidseitig lotplattierten Metallagen aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen bedeckt sind. Die Faserlagen bzw. Fasergewebe oder Fasermatten können aus Lang- oder Kurzfasern bestehen und mit paralleler Faseranordnung oder unter anderen Winkeln angeordnet sein. Die parallele Anordnung hat aber hinsichtlich der Festigkeit und Biegebeanspruchung Vorteile.

10

15

Zur Erhöhung der Biegesteifigkeit ist es vorteilhaft, daß der aus mehreren Schichten bestehende Verbundwerkstoff in der Mitte aus einem unverstärkten Kern aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht. Der unverstärkte Kern besitzt bevorzugt eine Dicke von etwa 30% der Gesamtdicke des Verbundwerkstoffes.

20

Bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Verbundwerkstoffes erweist es sich als besonders vorteilhaft, das Heißpressen paralleler Faserlagen, Fasergewebe oder Fasermatten zwischen den Metallagen bei Temperaturen von maximal 650°C durchzuführen. Darüber hinausgehende Temperaturen bringen die Gefahr des Anschmelzens der Metallagen mit sich. Als Mindesttemperatur hat sich bei zahlreichen Untersuchungen eine Verarbeitungstemperatur von 450°C ergeben. Unterhalb dieser Temperatur ist die Plastizität des Werkstoffes zu gering, um eine ausreichende Haftung und Umformung der einzelnen Lagen miteinander zu erreichen. Bei den bevorzugt zum Einsatz gelangenden AlSi-Loten ist es besonders vorteilhaft, einen Temperaturbereich von 590 bis 620°C anzuwenden, da hier die Bleche einerseits ausreichend plastisch, andererseits die thermische und mechanische

25

30

Beanspruchung der Fasern während der Verarbeitung begrenzt sind.

5 Das Heißpressen geschieht bevorzugterweise bei Preßdrucken unter 50 bar. In zahlreichen Versuchen hat sich herausgestellt, daß bei großflächigen Teilen eine bessere Haftung dadurch erzielt wird, daß mit diesen relativ geringen Preßdrucken von unter 50 bar gearbeitet wird und anschließend eine Nachverdichtung durch Warm- oder Kaltwalzen erfolgt.

10 Gemäß einem bevorzugten Anwendungsfall der Erfindung wird der Verbundwerkstoff vor der Warmbehandlung oberhalb des Lotschmelzpunktes einer Glühbehandlung unterzogen. Dabei soll das Hauptzusatzlegierungselement des Lotes, beispielsweise Silizium, 15 durch Diffusion besser verteilt werden, so daß ein homogener Verbundwerkstoff mit besseren Verarbeitungseigenschaften entsteht. Die Glühtemperaturen liegen vorzugsweise 10 bis 50° unterhalb des Lotschmelzpunktes, damit eine ausreichende Sicherheit gegen das unbeabsichtigte Aufschmelzen des Lotes gegeben ist.

20 Das Heißpressen kann im Vakuum, unter Schutzgas oder auch an Luft erfolgen. Beim Heißpressen unter Luft müssen die Bleche vorher durch chemisches Abbeizen von zu starker Oxidbedeckung befreit werden. Durch die plastische Verformung beim Einpressen 25 des Aluminiums zwischen die Fasern findet eine etwa 50 %ige Vergrößerung der Metalloberfläche statt, so daß die neuen oxidfreien Oberflächenbereiche miteinander verschweißen und fest an den Fasern haften. Für die restlichen 50 % der Oberfläche der Aluminiumbleche tritt die Wirkung der Lotplattierschicht ein, so daß 30 sich insgesamt eine 100 %ige Haftung zwischen den Blechen und den eingelagerten Fasern ergibt.

Eine Verbesserung der Warmverarbeitbarkeit des erfindungsgemäß hergestellten Verbundwerkstoffes läßt sich durch eine Glühbehandlung erreichen. Dabei wird der nach dem Heißpressen nicht ausgepreßte Rest der Lotbeschichtung durch Diffusion eliminiert.

5 Die Homogenisierung soll unterhalb des Lotschmelzpunktes so lange durchgeführt werden, bis die überschüssigen Legierungsbestandteile der Lotschicht in die Metallagen abgewandert sind. Bei einem AlSi-Lot würde dies bedeuten, daß überschüssige Siliziumbestandteile wegdiffundieren, so daß an keiner Stelle des Verbundes
10 eine zu starke Schmelzpunkterniedrigung des Aluminiums durch das Silizium feststellbar ist.

Ein so behandelter Verbundwerkstoff kann bei seiner späteren Anwendung erneut wärmebehandelt werden, zum Beispiel bei Warmverformung, beim Hartlöten oder Schweißen, ohne daß in dem
15 faserverstärkten Verbundwerkstoff selbst eine schmelzflüssige Phase auftritt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels
20 näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 einen erfindungsgemäß zusammengesetzten Werkstoff
vor der Verbindung durch Heißpressen oder Heißwalzen
25

Figur 2 einen erfindungsgemäßen Verbundwerkstoff nach dem
Heißpressen oder Heißwalzen

Figur 3 einen erfindungsgemäßen Verbundwerkstoff nach
30 einer anschließenden Glühung

Figur 4 ein Diagramm über zwei Temperaturdifferenzmessungen.

In Fig. 1 ist ein dreilagig faserverstärkter Verbundwerkstoff dargestellt. Er besteht aus Bodenblech 1 und Deckblech 2, die jeweils 0,3 mm dick sind und aus dem Werkstoff AlMn1 bestehen. Beide Bleche sind einseitig plattiert mit ca. 10 % eines AlSi12-Lotes. Zwei Zwischenbleche 3, 4 bestehen ebenfalls aus AlMn1 und sind beidseitig mit einem AlSi12-Lot plattiert. Die Dicken der aufplattierten Lote 5, 6, 7, 8, 9, 10 sind gleich und betragen etwa 10 % der Blechdicke.

10 Zwischen den Plattierschichten 5, 6, 7, 8, 9, 10 befinden sich drei Gewebeschichten aus SiC-Fasern 11 mit jeweils 100 μ m Dicke.

Aus den entfetteten und blankgebeizten Blechen und den entfetteten Fasergewebelagen wurde das Verbundblech wie in Fig. 1 geschichtet und in die bereits auf 600^oC vorgeheizte Preßform eingelegt. Die Form wurde mit einem Preßdruck von ca. 28 N/mm² auf die Probe geschlossen. Nach etwa 15 sec. wurde die Heizung und nach Absinken der Temperatur auf etwa 500^oC auch der Druck abgeschaltet.

20 Das Gefüge dieser Probe zeigt Fig. 2 in einem metallographischen Querschliff. Man erkennt die gute Verschweißung der Bleche 12 und die vollständige Umhüllung der Fasern 13. Zwischen den Fasern befinden sich noch kleine Bereiche erstarrten Al-Si-Eutektikums aus Resten der Lotschicht 14. Diese Reste von Eutektikum lassen sich z.B. durch eine Diffusionsglühung der Probe bei 500^oC und einer Glühzeit von 4 h eliminieren, da hierbei das überschüssige Si aus den Lotresten in das umgebende Blech hineindiffundiert. Fig. 3 zeigt den Querschliff nach der Glühung. Die Bereiche des Resteutektikums zwischen den Fasern 16 sind verschwunden. Stattdessen hat sich eine Zone homogenen Gefüges 15 gebildet, die nur noch schwache Anreicherungen restlichen Siliziums enthält.

Dieser Vorgang lässt sich mit Hilfe der Differential-Thermo-Analyse (DTA) auch quantitativ nachweisen. Bei linearem Aufheizen eines Verbundwerkstoffes, hergestellt wie bei Fig. 2 erläutert, zeigt sich in dem Temperaturdifferenz-Verlauf 18 gegen
5 eine mitaufgeheizte Vergleichsprobe aus Reinaluminium ein kleiner Ausschlag bei etwa 573°C , der dem Aufschmelzen der Reste der eutektischen Al-Si-Lotlegierung entspricht. Dieses ist in Fig. 4 dargestellt, wobei der Temperaturverlauf über die Aufheizzeit als gepunktete Linie 17 angegeben ist. Bei etwa 642°C
10 beginnt das Aufschmelzen der AlMn-Legierung der Bleche mit großem Ausschlag in der ΔT -Kurve.

Die Kurve 19 zeigt einen Verbundwerkstoff nach der Diffusionsglühung bei 4 h und 500°C (vgl. Fig. 3). Sie weist den Ausschlag
15 bei 573°C nicht mehr auf, d.h. es treten nach dieser Wärmebehandlung keine frühen Anschmelzungen vor dem Aufschmelzen der Bleche mehr auf. Das Material kann nach einer solchen Glühung wieder hartgelötet oder anderweitig warmbearbeitet werden.

20 Im folgenden soll ein Beispiel für das erfindungsgemäße Kaltwalzen des faserverstärkten Verbundwerkstoffs gegeben werden. Dabei werden die Metallagen mit jeweils einer Lotplattierung versehen.

Zwei frisch gebeizte Bleche aus AlMn1 mit einer Dicke von 1 mm
25 werden einseitig lotplattiert mit 10 % AlSi10. Die Abmessung der Bleche beträgt $70 \times 190 \text{ mm}^2$. Zwischen diese Bleche wird ein gleichgroßes Stück Fasergewebe aus SiC-Fasern mit $140 \mu\text{m}$ Dicke gelegt. Die SiC-Fasern werden durch Aluminiumkettfäden der Abmessung $50 \times 400 \mu\text{m}^2$ in etwa 2,8 mm Abstand zusammengehalten.
30

Die lotplattierten Bleche sind jeweils mit der Lotschicht zum Fasergewebe gerichtet. Vor dem Walzen werden die Stirnseiten

der Proben miteinander verschweißt und die Schweißnaht leicht angespitzt, um ein leichtes Einlaufen der Probe in den Walzspalt zu ermöglichen. Das andere Ende der Proben wurde durch einen dünnen Aluminiumdraht zusammengehalten.

5

Bei bestimmten Aluminiumlegierungen ist es schwierig, die geeignete Löttemperatur einzustellen, da die Schmelztemperaturen von Lötmaterial und Grundwerkstoff dicht beieinander liegen. In diesen Fällen soll das Vormaterial getrennt zugeführt werden, wobei die unplattierten Bleche nicht so hoch erhitzt werden wie die Aluminiumlotlegierung. Die Löttemperatur wird erst kurz vor oder beim Walzen erreicht. In ähnlicher Weise ist zu verfahren, wenn nur eine der Metallagen lotplattiert ist.

15

Bei der Verwendung lotplattierter Bleche aus AlMn1 wird die Probe in einem elektrisch vorgeheizten Luftumwälzofen auf 630°C aufgeheizt, dem Ofen entnommen und sofort in die bereits laufende Walze eingeführt. Beim Walzdurchgang wird die Faser-matte mit Lot getränkt und das überflüssige Lot aus der Probe herausgedrückt. In diesem Fall ist der Walzdruck so eingestellt, daß keine merkliche Abnahme bzw. Verlängerung der Kernbleche stattfindet.

20

Zur Konstanthaltung einer gleichmäßigen Walzentemperatur müssen diese gekühlt werden. Aufgrund der tiefen Walztemperatur ist das restliche Lot des Verbundwerkstoffes nach dem Verlassen der Walzen bereits wieder erstarrt.

25

Bei Erhöhung des Walzgrades werden die Kernbleche im ganzen Querschnitt verformt und verlängert. Das Material verschiebt sich dabei unter schärferer Verformung gegenüber den praktisch nicht verformbaren steifen hochfesten SiC-Fasern. Diese Scher-

30

verformung ist erwünscht, um Fasern und Blechwerkstoff inniger zu verbinden und damit die Haftung zu verbessern. Bei zu großer Scherverformung, d.h. zu hohem Walzgrad, treten große Schubspannungen auf, so daß die Fasern reißen können. Der günstigste
5 Walzgrad muß also zwischen 1,5 und 10 % liegen.

Nach dem bevorzugten Verfahren werden Proben mit 15,6 bis 17,8 % Verlängerung hergestellt. Sie zeigten bei Röntgendurchstrahlungen in Abständen von 3mm periodisch gerissene Fasern.
10 Proben mit 0,9 bzw. 3,2 % Verlängerung zeigten dagegen eine sehr gute Haftung und keine Risse der Fasern.

Zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des Kernwerkstoffes, insbesondere zur Verbesserung der Warmfestigkeit bzw.
15 des mechanischen Verhaltens in der Wärme, kann der Legierung der Metallagen Eisen und/oder Nickel bis zu 3 % und jeweils bis zu 1 % Chrom, Titan, Zirkon, Kobalt, Vanadin oder Molybdän auch in Kombination mit anderen die Warmfestigkeit steigernden Elementen zugemischt werden.
20

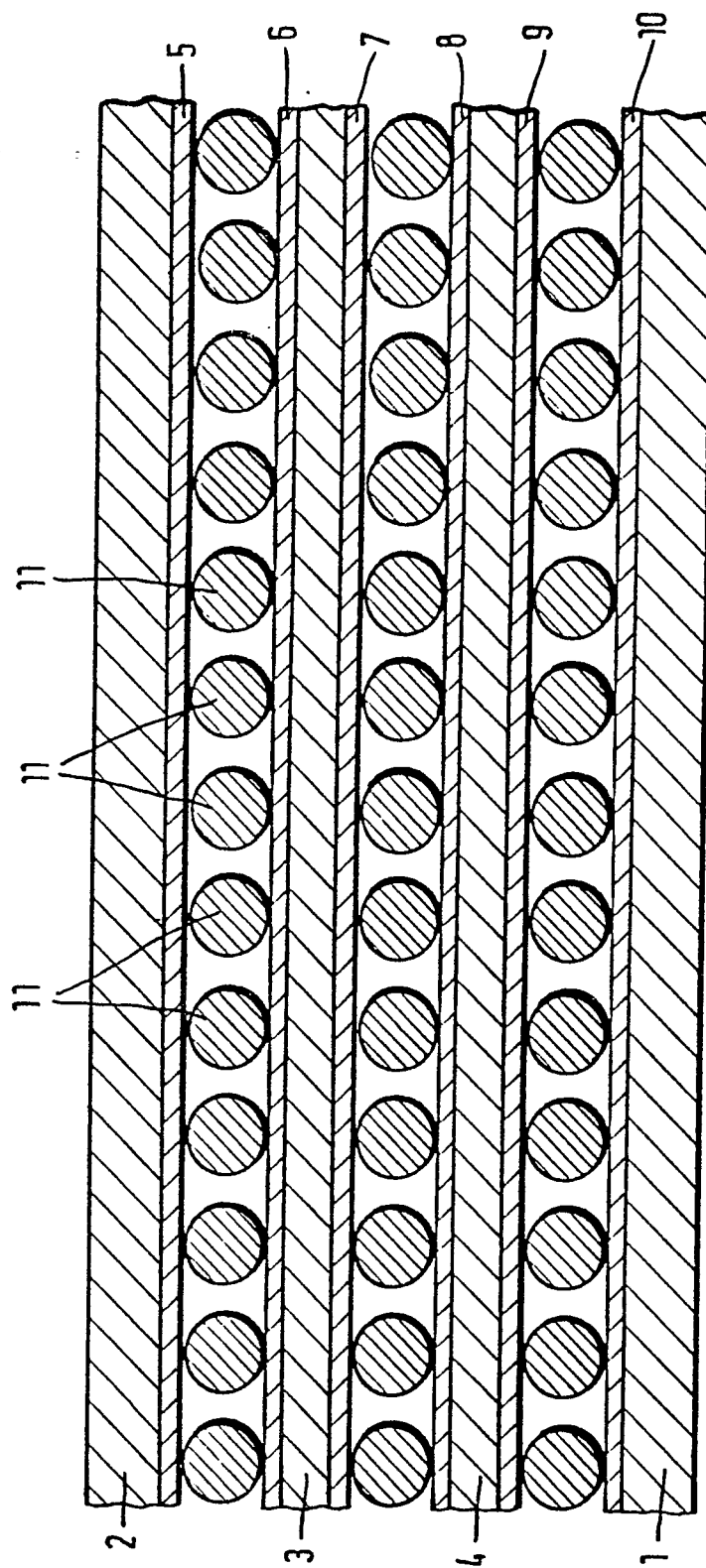
P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Faserverstärkter Verbundwerkstoff, bestehend aus einer Schichtung von wenigstens zwei Metallagen und zwischen-
gelagerten Fasern, dadurch gekennzeichnet, daß die Metall-
lagen aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen ein- oder
5 beidseitig mit einem Aluminiumlot plattiert sind.
2. Verbundwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß das Aluminiumlot aus einer Aluminiumsiliziumlegierung
mit 5 bis 12% Si besteht und bis zu 10% benetzungsfördernde
10 Zusätze grenzflächenaktiver Metalle.
3. Verbundwerkstoff nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Metallagen aus einer Alumi-
niumlegierung mit bis zu 0,5% Silizium und mit a) 1,0 bis
15 1,5% Magnesium oder Mangan oder b) mit 1,0 bis 2,5% Magnesium
und Mangan bestehen, wobei die Metallagen Eisen und/oder Nickel
bis zu 3%, Chrom, Titan, Zirkon, Kobalt, Vanadin, Molybdän
jeweils einzeln bis zu 1% oder in Zusammenmischung enthalten.
- 20 4. Verbundwerkstoff nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß als Fasern Siliziumkohlenstoff-
fasern, Borfasern, mit oder ohne Siliziumkohlenstoffbeschichtung
verwendet werden, wobei diese als Fasergewebe oder als Faser-
matte im wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind.

25

5. Verbundwerkstoff nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der aus mehreren Schichten bestehende Verbundwerkstoff in der Mitte aus einem unverstärkten Kern aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.
5
6. Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Verbundwerkstoffes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtung aus Metallagen, Aluminiumlot und zwischengelagerten Fasern bei einer Temperatur, die oberhalb der Schmelztemperatur des Lotes und unterhalb der Erweichungstemperatur der Metallagen liegt, unter Druck gebracht wird und anschließend abgekühlt wird.
10
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtung durch Heißpressen oder Heißwalzen bei Temperaturen zwischen 450 und 650°C miteinander verbunden wird.
15
8. Verfahren nach den Ansprüchen 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtung vor dem Walzen auf Temperaturen von 590 bis 620°C gebracht wird und anschließend kaltgewalzt wird.
20
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim Walzen nur die flüssige Lotschicht zwischen die Fasern gedrückt wird und keine merkliche Verformung der Metallagen erfolgt.
25
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallagen während der Walzung plastisch verformt werden und die Fasern durch den Walzdruck in die Metallagen eingebettet werden.
30

Fig.1



2/3

Fig.2

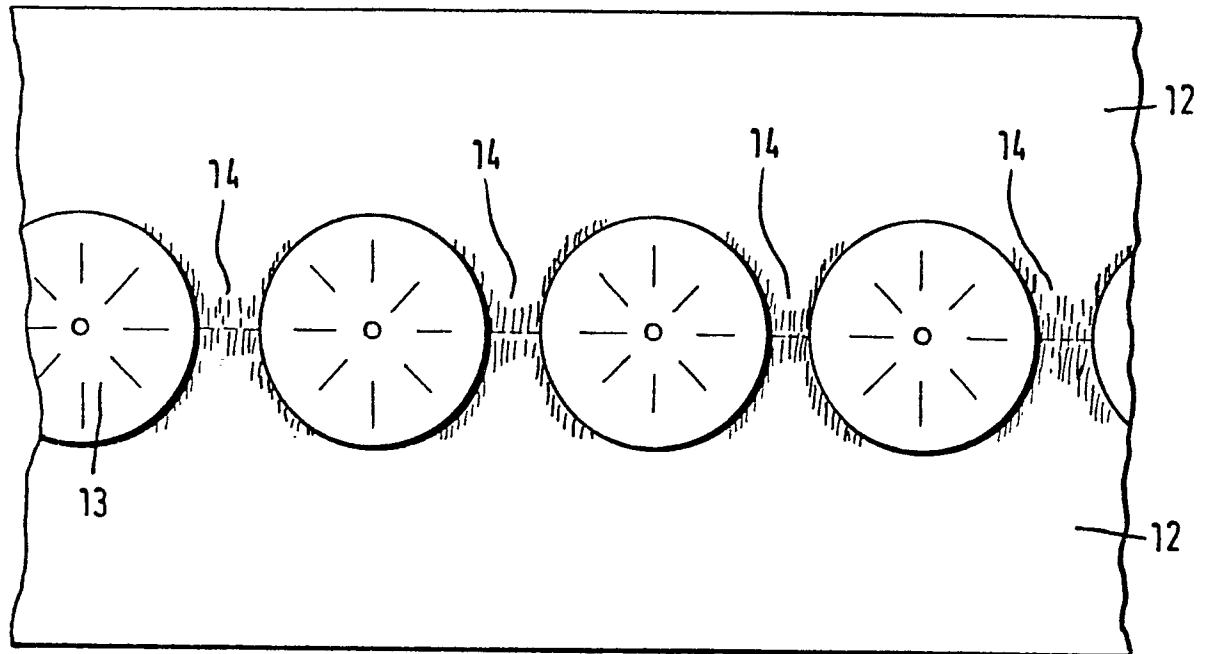


Fig.3

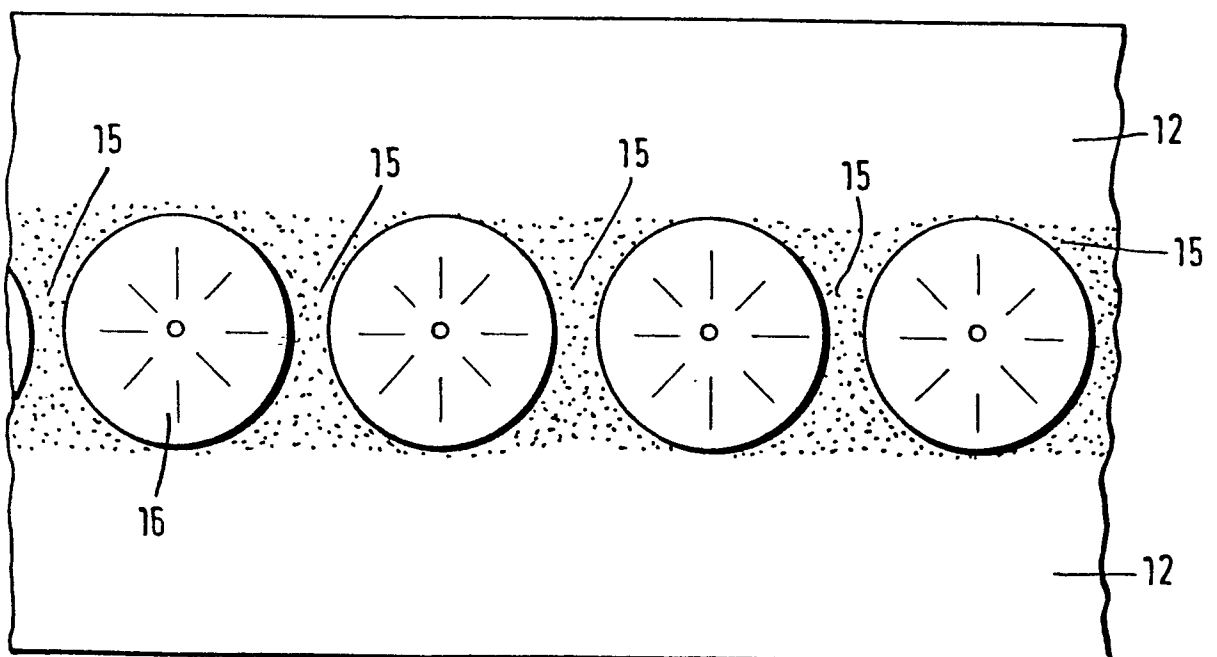
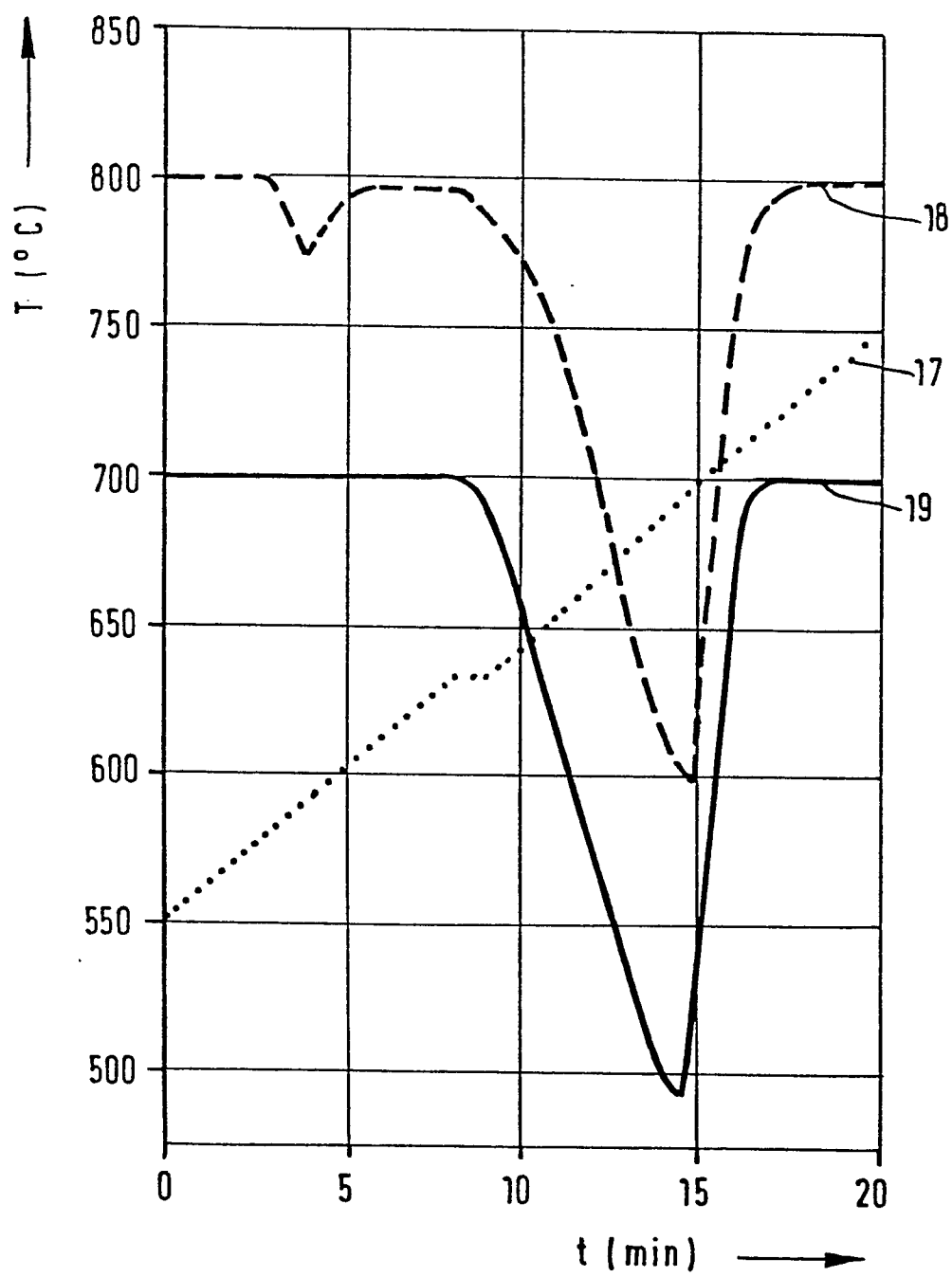


Fig.4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 80 71 0024

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>FR - A - 2 133 317</u> (THOMPSON-CSF) * Ansprüche 1,2; 3; 4; 7; 8; ---	1 8 2 4 1,10	C 22 C 1/09 B 32 B 15/20
	<u>DE - A - 2 657 685</u> (RESEARCH INSTITUTE FOR IRON, JPN) * Ansprüche 1-6 * ---	1-3	
	<u>US - A - 3 936 277</u> (JAKWAY) * Anspruch 1 * ---	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) C 22 C 1/09
A	<u>US - A - 3 795 042</u> (KREIDER)		
A	<u>DE - A - 2 330 336</u> (UNITED AIR-CRAFT)		
A	<u>DE - A - 2 756 014</u> (UNITED TECHNOLOGIES CORP.)		
A	JOURNAL OF METALS, Band 27, Heft 5, Mai 1975 W.C. HARRIGAN et al.: "Aluminium graphite composites; Effects of processing on mechanical properties", Seiten 20 und 21 * Seite 20, linke Spalte, Absatz 2 * -----		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 27.03.1981	Prüfer RIES