



(19) Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: AT 394 681 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2416/90

(51) Int.Cl.⁵ : B32B 15/20
B32B 15/08, 15/18, F16C 33/20,
C08J 5/16

(22) Anmeldetag: 29.11.1990

(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1991

(45) Ausgabetag: 25. 5.1992

(30) Priorität:

1.12.1989 DE 3939704 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

DE-B2-1964943 DE-A- 2206400 DE-A1-2707041

(73) Patentinhaber:

GLYCO AKTIENGESELLSCHAFT
D-6200 WIESBADEN 13 (DE).

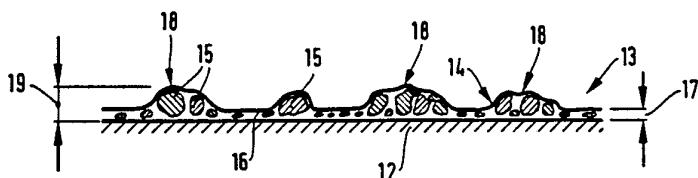
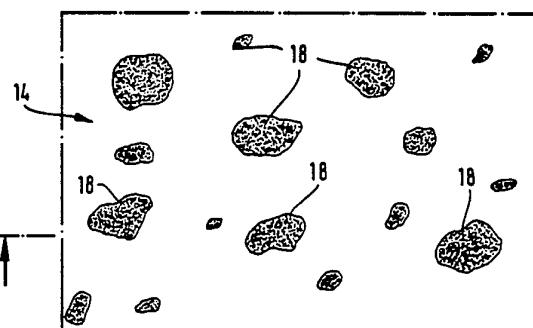
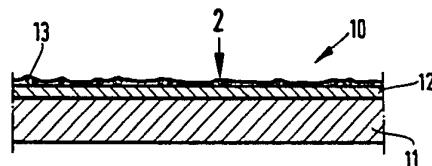
(72) Erfinder:

WEGNER KARL HEINZ DIPLO.ING.
BAD SCHWALBACH (DE).

(54) SCHICHTWERKSTOFF FÜR GLEITELEMENTE UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG

(57) Ein Schichtwerkstoff für Gleitelemente in Form von Zwei- oder Dreischicht-Verbundwerkstoff mit metallener Gleitschicht wird hinsichtlich seiner Gleiteigenschaften, seiner Belastbarkeit und seines Verschleißes wesentlich verbessert durch das Aufbringen einer Anpassungsschicht 13 auf die Gleitschicht 12 in Form einer Gleitlackbeschichtung 14, die aus einer Lackmatrix 16 und eingelagerten Füllstoffteilchen zur Verbesserung der Gleiteigenschaften gebildet ist. Dabei weist die Gleitlackbeschichtung 14 in unregelmäßiger, fleckenartiger örtlicher Verteilung Bereiche 18 erhöhter Dicke 19 auf. Die Füllstoffteilchen 15 sind dabei bevorzugt in diesen Bereichen 18 erhöhter Dicke eingelagert.

Die Herstellung eines solchen Schichtwerkstoffes kann durch Aufspritzen einer Dispersion von Polymerlösung mit Füllstoffteilchen, anschließendes Vorvernetzen und Einbrennen oder Aushärten dieser Beschichtung unter Dickenreduzierung der Lackmatrix erfolgen.



Die Erfindung betrifft einen Schichtwerkstoff für Gleitelemente in Form von Zwei- oder Dreischicht-Verbundwerkstoff mit metallener Gleitschicht, vorzugsweise aus Aluminiumlegierung, und auf der freien Oberfläche der Gleitschicht angebrachter Anpassungsschicht. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung von solchem Schichtwerkstoff.

5 Aus der DE-OS 22 06 400 und DE-OS 27 07 041 sind Verbundgleitlager bzw. Schichtwerkstoffe für Gleitelemente bekannt, bei welchen Polymercompounds mit reibungsmindernden bzw. die Laufeigenschaften verbessern den Zusätzen auf die Gleitschicht oder als Gleitschicht aufgebracht sind. Es ist auch das Aufbringen von Fest-
10 schmierstoffen zur direkten Schmierfilmbildung mittels geeigneter Pulver oder Pasten bekannt. Mit der Anwendung dieser bekannten Maßnahmen konnten jedoch optimale Gebrauchswerte an Gleit- und Reibelementen nur dann erzielt werden, wenn entsprechende Oberflächen-Vorbehandlungsverfahren an der mit der Anpassungsschicht zu versetzen Werkstoffoberfläche durchgeführt wurden oder mechanische Hilfen, z. B. Bürsten, Strahlen oder Aufrauhen, eingesetzt werden, wie beispielsweise die Bildung eines Sintergerüstes oder das Anbringen von Rillen, Vertiefungen oder Lochungen.

15 Es ist Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Schichtwerkstoff der eingangs genannten Art zu schaffen, so daß die aus solchem Schichtwerkstoff gebildeten Gleitelemente eine gleichmäßige Belastung an der unter der Anpassungsschicht angeordneten Gleitschicht erfahren, wobei die Herstellung dieses verbesserten Schichtwerkstoffes mit einem möglichst geringen Aufwand erreichbar sein soll.

20 Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß dadurch gelöst, daß die auf der Gleitschicht angebrachte Anpassungsschicht eine filmartige dünne Beschichtung aus die Gleiteigenschaften verbessernde Füllstoffe enthaltendem Gleitlack ist, die im wesentlichen Teil ihrer Fläche eine Grunddicke von $\geq 10 \mu\text{m}$ und unregelmäßig fleckenartig örtlich verteile Bereiche größerer Dicke aufweist.

25 Mit diesen Bereichen größerer Dicke, die als dunkle Flecken in Art eines Leopardenfells auf die Gleitfläche des Gleitelementes verteilt sind, ergibt zunächst eine künstliche Oberflächenrauhigkeit, die beim Einlaufen des das jeweilige Gleitelement enthaltenden tribologischen Systems zum verbesserten Zurückhalten von Schmierrmittel, insbesondere flüssigem Schmierrmittel, geeignet ist. Mit der Reduzierung der verdickten Bereiche der die Anpassungsschicht bildenden Beschichtung werden die dort angehäuften, die Gleiteigenschaften verbessernden Füllstoffe freigelegt. Auf diese Weise wird durch die Reduzierung der Verdickungen eine zunehmende Verbesserung der Gleiteigenschaften der Anpassungsschicht erreicht. Neben ihren funktionellen Vorteilen ist die Anbringung der erfahrungsgemäßen Anpassungsschicht auch kostengünstig, da einerseits die in ihr verwendeten Werkstoffe und andererseits auch die Anbringungsweise keinen besonderen Kostenaufwand hervorrufen.

30 In bevorzugter Ausführungsform der Erfindung weist die filmartig dünne Gleitlackbeschichtung eine Grunddicke zwischen $2,5 \mu\text{m}$ und $6 \mu\text{m}$, vorzugsweise zwischen $3 \mu\text{m}$ und $5 \mu\text{m}$ auf, während die verdickten Bereiche eine Dicke bei $10 \mu\text{m}$ haben. Ferner ist es im Rahmen der Erfindung bevorzugt, daß die die Gleiteigenschaften verbessernden Füllstoffe als feine Teilchen mit Dicke von $\geq 10 \mu\text{m}$ vorliegen und bevorzugt in die verdickten Bereiche der Gleitlackbeschichtung eingelagert sind.

35 Der Gleitlack kann aus lösbarem Polymer, z. B. Epoxidharz, mit Füllung aus pulverförmigem Festschmierstoff, insbesondere PTFE und/oder fluoriertem Graphit und/oder Molybdändisulfid, bestehen. Die Gleitlackbeschichtung kann dabei bevorzugt in die freie Oberfläche der Gleitschicht eingebrannt sein.

40 Eine besonders vorteilhafte Verfahrensweise zur Herstellung des erfahrungsgemäßen Schichtwerkstoffes sieht vor, daß ein für Gleit- oder Reibelemente vorgesehener Schichtverbundwerkstoff mit metallener Gleitschicht an der freien Oberfläche der Gleitschicht entfettet wird, aber im übrigen unbehandelt bleibt, und in diesem Zustand mit einer filmartig dünnen Beschichtung aus einer Dispersion von die Gleiteigenschaften verbessernden Füllstoffen in Polymerlösung versehen wird, wobei fleckenartige Verdickungen beim Trocknen bzw. Vorvernetzen des Polymers in der Beschichtung vorgebildet werden, und der so gebildete inhomogene Film bei Temperaturen zwischen 100°C und 250°C unter endgültiger Ausbildung von unregelmäßig über die Gesamtfläche verteilten fleckenartigen Verdickungen in die Oberfläche der metallenen Gleitschicht eingebrannt wird. Durch das Aufbringen einer Dispersion aus Polymerlösung und Füllstoffteilchen kann zunächst eine gleichmäßige Schichtdicke ausgebildet werden. Durch die mit zunehmender Vorvernetzung oder Lösungsmittelabgabe bzw. -verflüchtigung eintretende Dickenreduzierung und die dabei in zunehmendem Maße auftretende Oberflächenspannung der Polymermatrix, werden die in die Dispersion eingemischten Feststoffteilchen bevorzugt in fleckenartige Bereiche zusammengezogen, so daß dort die gewünschten Verdickungen entstehen. Dieser Effekt läßt sich am sichersten und stärksten erzielen, wenn die Beschichtungsdicke mit der Gleitlackdispersion etwa gleich, vorzugsweise geringfügig größer als die Maximaldicke der dispergierten Teilchen eingestellt wird, und wenn sofort nach dem Beschichten eine Dickenreduzierung der Lackmatrix unter teilweiser Verfestigung vorgenommen wird. Durch diese Einstellung der Beschichtungsdicke wird erreicht, daß die in der Dispersion enthaltenen Füllstoffteilchen mit der Dickenreduzierung der Lackmatrix örtlich fleckenartig zusammengezogen werden, wobei das sofortige Einsetzen der Dickenreduzierung nach dem Beschichten sicherstellt, daß die dispergierten Füllstoffteilchen in die fleckenartigen Verdickungen zusammengezogen werden, bevor sie sich an derjenigen Stelle verankern können, an die sie beim Beschichten zunächst gelangen.

60 Die Dickenreduzierung der Lackmatrix kann bevorzugt dadurch erfolgen, daß sofort nach dem Beschichten eine Vorvernetzung der Lackmatrix durch Einwirkung einer Temperatur von etwa 100°C vorgenommen wird.

Das Aufbringen der Gleitlackbeschichtung kann in einfachen Verfahrensweisen vorgenommen werden, bei-

spielsweise kann der Gleitlack unter Bildung des inhomogenen Films auf die Oberfläche der metallenen Laufschicht gesprüh oder gespritzt werden.

Es ist auch denkbar, die Gleitlackbeschichtung auf die Oberfläche der metallenen Gleitschicht aufzustreichen. Die als Gleitlack einzusetzende Dispersion kann durch Beimischen von Feinteilchen aus PTFE und/oder fluoriertem Graphit und/oder MoS₂ zu einer Lackbasis aus lösbarem Polymer, beispielsweise Epoxidharz, gebildet werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 einen Abschnitt eines erfundungsgemäßen Schichtwerkstoffes, vergrößert im Schnitt; Fig. 2 den Schichtwerkstoff nach Fig. 1 in Draufsicht gemäß Pfeil (2) in nochmaliger, starker Vergrößerung; Fig. 3 einen Schnitt durch den erfundungsgemäßen Schichtwerkstoff längs der Linie (3-3) in Fig. 2 und Fig. 4a ein Schema für den Herstellungsgang des bis 4d erfundungsgemäßen Schichtwerkstoffes.

Fig. 1 zeigt einen Schichtwerkstoff (10) in Form von Zweischicht-Verbundwerkstoff für die Herstellung von Pleuellager eines Dieselmotors. Der Schichtwerkstoff (10) enthält eine Trägerschicht (11) aus Stahl, auf der eine Gleitschicht (12) aus Aluminiumlegierung des Typs AlZn₅Si₂CuPb aufgebracht ist. Diese Gleitschicht

(12) trägt auf ihrer Oberfläche eine Anpassungsschicht (13), wie sie im folgenden näher erläutert wird. Wie die Fig. 2 und 3 zeigen, ist die Anpassungsschicht (13) aus einer filmartig dünnen Beschichtung (14) aus Gleitlack gebildet, der die Gleiteigenschaften verbessende Füllstoffteilchen (15) in einer Lackmatrix (16) enthält. Die Gleitlackbeschichtung (14) weist im wesentlichen Teil ihrer Fläche eine Grunddicke (17) auf, die im dargestellten Beispiel zwischen 3 µm und 5 µm schwankt. Aus dieser Fläche mit der Grunddicke (17) ragen unregelmäßig fleckartig verteilt örtliche Bereiche (18) heraus, die eine größere Dicke (19) bis zu etwa 10 µm aufweisen. Wie aus Fig. 3 erkennbar, können die feinen Füllstoffteilchen (15) eine Dicke bis an 10 µm heran aufweisen, wobei Füllstoffteilchen auch wesentlich geringerer Dicke vorhanden sind. Die Füllstoffteilchen (15) sind - wie Fig. 3 zeigt - bevorzugt in den verdickten Bereichen (18) der Gleitlackbeschichtung (14) eingelagert. Die Gleitlackbeschichtung (14) ist im dargestellten Beispiel in die freie Oberfläche der Gleitschicht (12) eingebrannt. Sie besteht im dargestellten Beispiel aus einem lösabaren Polymer, beispielsweise Epoxidharz und enthält Füllstoffteilchen (15) aus PTFE und/oder fluoriertem Graphit und/oder Molybdändisulfid.

Eine mögliche Herstellungsweise der Gleitlackbeschichtung (14) auf der Gleitschicht (12) eines Schichtwerkstoffes für Gleitelemente ist in Fig. 4a bis 4d schematisch wiedergegeben. Wie Fig. 4a zeigt, wird mittels einer Sprühvorrichtung (20) eine vorher hergestellte Dispersion aus gelöstem Polymer und Füllstoffteilchen auf die freie Oberfläche der Gleitschicht (12) eines Schichtwerkstoffes gesprüh. Die Dicke der aufgesprühten Dispersionsschicht (21) kann auf 10 bis 15 µm eingestellt werden, so daß auch die dicksten Füllstoffteilchen (15) noch voll in der Polymerlösung eingelagert sind. Es entsteht dadurch aufgrund der Oberflächenspannung der Polymerlösung, beispielsweise Epoxidharzlösung, eine im wesentlichen glatte freie Oberfläche der Dispersionsschicht (21). Unmittelbar nach dem Aufsprühen oder Aufspritzen auf die Gleitschicht (12) wird die Dispersionsschicht auf etwa 100 °C erwärmt, wie dies in Fig. 4b durch den Wärmestrahler (22) angedeutet ist. Dadurch tritt eine Vorvernetzung in der Lackmatrix ein, die sich durch ein Schrumpfen der Lackmatrix äußert. Die dickeren Füllstoffteilchen (15) treten dadurch an der freien Oberseite der Dispersionsschicht (21) in Erscheinung. Durch die in der Oberfläche der Lackmatrix herrschende Oberflächenspannung werden die Füllstoffteilchen (15) zusammengezogen, so daß sie sich bevorzugt in fleckenartigen Bereichen sammeln. Dort wird die Dicke der Beschichtung durch die Füllstoffteilchen (15) bestimmt, so daß sich fleckenartige Verdickungsbereiche (18) bilden. Nach der Vorvernetzung der Lackmatrix könnte der Schichtwerkstoff zwischengelagert werden. Es ist auch denkbar, den Schichtwerkstoff in diesem Stadium zu Gleitelementen, beispielsweise Gleitlagerschalen oder Gleitlagerbuchsen zu verarbeiten. Wie in den Fig. 4c und 4d dargestellt, erfolgt schließlich das Einbrennen der Gleitlackbeschichtung (14) in die Lauffläche der Gleitschicht (12). Dies erfolgt bei Temperaturen zwischen 100 °C und 250 °C in einem Tunnelofen (23). Bei Einbrennen oder Aushärten der Gleitlackbeschichtung (14) tritt eine weitere Schrumpfung der Lackmatrix ein, so daß die Verdickungsbereiche (18) hinsichtlich ihrer Struktur deutlicher und endgültig ausgebildet werden, bis schließlich die in den Fig. 2 und 3 angedeutete endgültige Erscheinungsform der die Anpassungsschicht (13) bildenden Gleitlackbeschichtung (14) erreicht ist.

Versuche mit Schichtwerkstoff-Proben wurden auf einem Radiallager-Prüfstand durchgeführt, der Prüfbedingungen erlaubt, welche den Arbeitsbedingungen der Pleuellager an einem Dieselmotor ähnlich sind. Die untersuchten Schichtwerkstoff-Proben hatten eine Gleitschicht (12) aus einer Aluminiumlegierung des Typs AlZn₅Si₂CuPb, auf die eine Beschichtung (14) aus organischem Gleitlack mit Epoxidharzbasis und Füllstoffteilchen (15) aus PTFE durch Sprühen, anschließendes Vorvernetzen und Einbrennen bzw. Aushärten, aufgebracht war. Die mit einer solchen Gleitlackbeschichtung (14) als Anpassungsschicht (13) versehene Gleitschicht (12) war auch nach 250 Stunden Laufzeit bei vorwiegend Vollast (d. h. 70 N/mm² Lagerbelastung bei 4000 U/min) glatt und völlig frei von Schädigungen an den Gleitflächen. Eine Schichtwerkstoffprobe gleichen Typs ohne Gleitlackbeschichtung auf den Gleitflächen zeigte bei einer Belastung von 60 N/mm² über die gleiche Laufzeit Risse und Werkstoffausbrüche. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen, daß die mit Gleitlackbeschichtung (14) versehenen Verbundgleitlager verbesserte Gleiteigenschaften, höhere Belastbarkeit und niedrige Verschleiß aufweisen.

PATENTANSPRÜCHE

5

- 10 1. Schichtwerkstoff für Gleitelemente in Form von Zwei- oder Dreischicht-Verbundwerkstoff mit metallener Gleitschicht, vorzugsweise aus Aluminiumlegierung, und auf der freien Oberfläche der Gleitschicht angebrachter Anpassungsschicht, **dadurch gekennzeichnet**, daß die auf der Gleitschicht (12) angebrachte Anpassungsschicht (13) eine filmartig dünne Beschichtung (14) aus die Gleit- oder Reibeeigenschaften verbessern Füllstoffe enthaltendem Gleitlack ist, die im wesentlichen Teil ihrer Fläche eine Grunddicke (17) von $\leq 10 \mu\text{m}$, und unregelmäßig fleckenartig örtlich verteilte Bereiche (18) größerer Dicke (19) aufweist.
- 15 2. Schichtwerkstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Grunddicke (17) der filmartig dünnen Gleitlackbeschichtung (14) zwischen $2,5 \mu\text{m}$ und $6 \mu\text{m}$, vorzugsweise zwischen $3 \mu\text{m}$ und $5 \mu\text{m}$, beträgt, während die verdickten Bereiche (18) eine Dicke (19) bei $10 \mu\text{m}$ haben.
- 20 3. Schichtwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die die Gleiteigenschaften verbesserten Füllstoffe als feine Teilchen (15) mit Dicke von $\leq 10 \mu\text{m}$ vorliegen und bevorzugt in die verdickten Bereiche (18) der Gleitlackbeschichtung (14) eingelagert sind.
- 25 4. Schichtwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gleitlack aus lösbarem Polymer, z. B. Epoxidharz, mit Füllung aus pulverförmigem Festschmierstoff, insbesondere PTFE und/oder fluoriertem Graphit und/oder Molybdändisulfid, besteht.
- 30 5. Schichtwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gleitlackbeschichtung (14) in die freie Oberfläche der Gleitschicht (12) eingebrannt ist.
- 35 6. Verfahren zur Herstellung von Schichtwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein für Gleitelemente vorgesehener Schichtverbundwerkstoff mit metallener Gleitschicht an der freien Oberfläche der Gleitschicht entfettet wird, aber im übrigen unbehandelt bleibt und in diesem Zustand mit einer filmartig dünnen Beschichtung aus einer Dispersion von die Gleiteigenschaften verbesserten Füllstoffen in Polymerlösung versehen wird, wobei fleckenartige Verdickungen beim Trocknen bzw. Vorvernetzen des Polymers in der Beschichtung vorgebildet werden, und der so gebildete inhomogene Film bei Temperaturen zwischen 100°C und 250°C unter endgültiger Ausbildung von unregelmäßig über die Gesamtfläche verteilten fleckenartigen Verdickungen in die Oberfläche der metallenen Gleitschicht eingebrannt oder ausgehärtet wird.
- 40 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Beschichtungsdicke mit der Gleitlackdispersion bis etwa 50 % größer als die Dicke der dispergierten Teilchen eingestellt und sofort nach dem Beschichten eine Dickenreduzierung der Lackmatrix unter teilweiser Verfestigung vorgenommen wird.
- 45 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß sofort nach dem Beschichten eine Vorvernetzung der Lackmatrix durch Einwirkung einer Temperatur von etwa 100°C vorgenommen wird.
- 50 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gleitlack unter Bildung des inhomogenen Films auf die Oberfläche der metallenen Gleitschicht gesprührt wird.
- 55 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gleitlack durch Beimischen von Feinteilchen aus PTFE und/oder fluoriertem Graphit und/oder MoS_2 zu einer Lackbasis aus lösbarem Polymer, beispielsweise Epoxidharz, gebildet wird.

55

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

Ausgegeben

25. 5.1992

Blatt 1

Int. Cl.⁵: B32B 15/20, 15/08,

15/18

F16C 33/20

C08J 5/16

Fig. 1

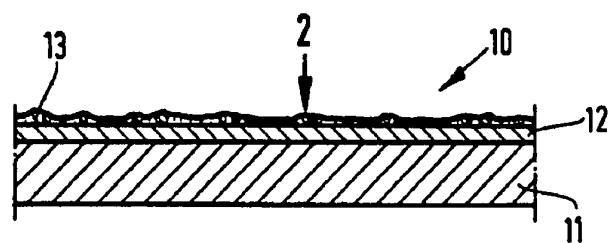


Fig. 2

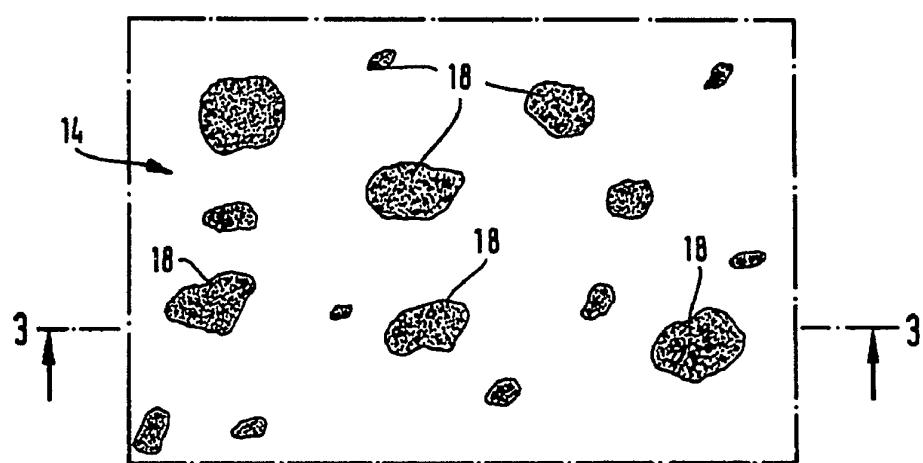
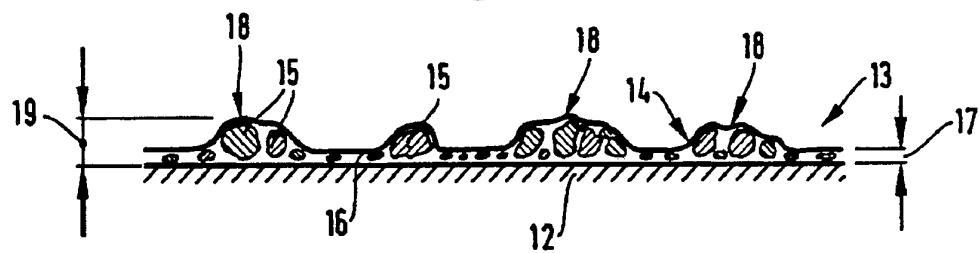


Fig. 3



Ausgegeben

25. 5.1992

Blatt 2

Int. Cl.⁵: B32B 15/20, 15/08,
15/18
F16C 33/20
C08J 5/16