(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 14 787 T2** 2006.03.09

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 068 926 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 14 787.8**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 401 983.2**
(96) Europäischer Anmeldetag: **10.07.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.01.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **13.10.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.03.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***B23P 11/02*** (2006.01)
F16C 19/52 (2006.01)
F16C 35/077 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
9909090 **13.07.1999** **FR**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB, IT

(73) Patentinhaber:
EADS CCR, Paris, FR

(72) Erfinder:
Lang, Didier, 92500 Rueil Malmaison, FR

(74) Vertreter:
Henkel, Feiler & Hänzel, 81675 München

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Einbringen eines metallischen Rings in Verbundmaterial mit organischer Matrix und dadurch erhaltenes Bauteil**

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

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren, das das Einführen eines metallischen Rings in ein Verbundmaterialteil mit organischer Matrix entweder nach der Herstellung dieses Teils oder während dieser Herstellung ermöglicht.

[0002] Der Ausdruck "metallischer Ring" bezeichnet hier jedes Metallelement oder Metalllegierungselement von im wesentlichen ringartiger Form, wie z.B. ein Kugellager- oder Rollenlagerring, eine Lagerbuchse, etc. ... Ein solcher metallischer Ring kann insbesondere zum Lagern einer sich drehenden Welle oder einer Stange verwendet werden, die in einem Verbundmaterialteil gleitet, das beispielsweise ein Motorgehäuse oder das Gehäuse eines Mechanismus bildet.

[0003] Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verbundmaterialteil mit organischer Matrix, in das eine oder mehrere metallische Ringe integriert sind, die in das Teil durch das Einführverfahren eingesetzt sind.

Stand der Technik

[0004] Die Verbundmaterialteile mit organischer Matrix haben insbesondere die Eigenschaft, besonders geringe Dehnungskoeffizienten aufzuweisen.

[0005] Wenn metallische Elemente wie z.B. Ringe in ein solches Teil eingesetzt werden müssen, stellt der Unterschied zwischen den Dehnungskoeffizienten des Metalls und des Verbundmaterials Probleme, die bisher nicht auf zufriedenstellende Weise gelöst worden sind.

[0006] So endet die Herstellung eines Verbundmaterialteils mit organischer Matrix immer in einem Polymerisierungszyklus. Meistens erfolgt bei diesem Polymerisierungszyklus eine Temperatursteigerung des Teils über 100°C, gefolgt von einer progressiven Abkühlung. Der Polymerisierungsschritt existiert sowohl wenn das Teil auf herkömmliche Weise hergestellt wird, und zwar durch Drapieren von vorgetränkten Harzfasermatten, als auch wenn das Teil gemäß der Formgebungstechnik durch Harzübertragung oder "RTM" (Resin Transfer Molding) hergestellt wird, gemäß der eine Vorform aus trockenen Fasern in eine Form eingegeben wird, die evakuiert wird, bevor unter geringem Druck ein Harz geringer Viskosität eingespritzt wird. Wenn das Verbundmaterialteil mit organischer Matrix, das hergestellt werden soll, einen oder mehrere metallische Ringe aufweisen soll, verbietet die Notwendigkeit, das Harz am Ende der Herstellung des Teils zu polymerisieren, praktisch die Einführung bzw. das Einsetzen solcher metallischer Elemente, bevor das Teil fertiggestellt ist. Im gegenteiligen Fall nämlich hätte(n) das/die in das in der Herstellung befindliche Teil eingesetzte(n) metallische(n) Element(e) die Auswirkung, dieses zu verformen oder ein Spiel um das metallische Element unter der Einwirkung der unterschiedlichen Dehnung bei der Polymerisierung zu erzeugen.

[0007] Wenn ein oder mehrere metallische Ring (e) in ein Verbundmaterialteil mit organischer Matrix eingesetzt werden sollen, erfolgt aus diesem Grund das Einführen bzw. Einsetzen allgemein in das fertiggestellte Teil. Zu diesem Zweck wird in das Teil ein Sitz eingebracht, der den Ring, der eingesetzt werden soll, aufnehmen kann, oder es wird eine Wand einer zu diesem Zweck vorgesehenen Ausnehmung bei der Herstellung des Teils eingearbeitet.

[0008] In allen Fällen ist eine mechanische Bearbeitung des Teils notwendig. Diese mechanische Bearbeitung führt allgemein zur Durchtrennung bestimmter Fasern, die das Teil bilden. Dies ist nicht ohne Konsequenz für das mechanische Verhalten derselben in der betreffenden Zone.

[0009] Wenn die metallischen Elemente in fertiggestellte Teile aus Verbundmaterial mit organischer Matrix eingeführt werden, kann übrigens der Unterschied zwischen den Dehnungskoeffizienten des Metalls und des Verbundmaterials noch bestimmte Probleme stellen. Dies ist besonders dann der Fall, wenn das Teil in einer Umgebung eingesetzt werden soll, bei der es zumindest einmal ein Temperaturschwankung von etwa 100° oder darüber erfährt. Tatsächlich sind die Risiken, dass sich das Teil verformt oder unter der Wirkung der stärkeren Dehnung der metallischen Ringe ein Spiel aufweist, hierbei größer.

Abriss der Erfindung

[0010] Aufgabe der Erfindung ist ein Verfahren, das das Einführen eines metallischen Rings in ein Verbundmaterialteil mit organischer Matrix entweder während der Herstellung des Teils oder nach dieser ermöglicht, ohne dass der Unterschied zwischen den Dehnungskoeffizienten des Metalls und des Verbundmaterials Ver-

formungen oder das Entstehen eines Spiels des Teils nach sich zieht.

[0011] Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe mittels eines Verfahrens zum Einführen eines metallischen Rings in ein Verbundmaterial mit organischer Matrix erfüllt, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass es die folgenden Schritte umfasst:

– getrennte Herstellung eines Bundrings bzw. einer Umwickelung mit mindestens einer gewickelten Faser, die einen Innendurchmesser aufweist, der gleich dem oder kleiner als der Außendurchmesser des metallischen Rings ist,

– Montage des metallischen Rings in den Bundring durch Abkühlen des Rings derart, dass ein Verbundring gebildet wird, der einen Dehnungskoeffizienten aufweist, welcher im wesentlichen gleich demjenigen des Verbundmaterialteils ist.

[0012] Da der metallische Ring von einem Bundring bzw. einer Umwickelung umgeben ist, bildet er einen Verbundring, dessen Dehnungskoeffizient praktisch der gleiche wie der des Verbundmaterialteils ist. Infolgedessen kann dieser Verbundring in das Teil bei dessen Herstellung eingesetzt werden, ohne dass Temperaturschwankungen, die von der Polymerisierung des Harzes herrühren, Konsequenzen für die Integrität des Teils hätten. Außerdem wird ungeachtet dessen, in welchem Augenblick der Verbundring in das Teil (während oder nach seiner Herstellung) eingesetzt wird, jedes Risiko einer Verformung oder des Entstehens eines Spiels des Teils praktisch ausgeschaltet, selbst wenn dessen Anwendung eine oder mehrere starke Temperaturschwankungen impliziert.

[0013] Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung geht die Montage des metallischen Rings in den Bundring einem Einführschritt des Verbundrings in das fertiggestellte Teil oder bei der Herstellung voraus.

[0014] Demgegenüber wird gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung der Bundring in das Teil während der Herstellung eingeführt, und die Montage des metallischen Rings in dem Bundring wird später nach einer Polymerisierungsphase der organischen Masse in dem Teil durchgeführt.

[0015] Auf allgemeine Weise kann der Bundring hergestellt werden, indem entweder eine trockene Faser oder eine mit Harz vorgetränkte Faser auf einen Dorn gewickelt wird. Im ersten Fall wird die Faser mit Harz getränkt und dann polymerisiert, bevor der Dorn von dem auf diese Weise geformten Bundring getrennt wird. Im zweiten Fall wird das Harz, mit dem die Faser getränkt ist, direkt polymerisiert, bevor der Dorn vom Bundring getrennt wird.

[0016] Vorteilhafterweise wird ein rohrförmiger Bundring hergestellt, welcher auf die Länge des metallischen Rings abgelängt wird, bevor er auf diesem angebracht wird.

[0017] In allen Fällen werden vorzugsweise Kohlenstofffasern zur Herstellung des Bundrings verwendet.

[0018] Bei der ersten Ausführungsform der Erfindung kann man den Verbundring in einen zu diesem Zweck in dem fertiggestellten Teil vorgesehenen Sitz einsetzen.

[0019] Bei beiden Ausführungsformen der Erfindung ist es auch möglich, den Bundring oder Verbundring gleichzeitig mit einer Vorform trockener Fasern in eine Gießform einzusetzen, welche die Form des herzustellenden Teils hat. In letzterem Fall wird anschließend Harz in die Gießform eingespritzt, dieses Harz polymerisiert, die Gießform abgekühlt, geöffnet, und das gemäß der RTM-Technik fertiggestellte Teil daraus entnommen.

[0020] Aufgabe der Erfindung ist auch, ein Verbundmaterialteil mit organischer Matrix bereitzustellen, das mindestens einen in das Material eingesetzten metallischen Ring aufweist, wobei das Teil dadurch gekennzeichnet ist, dass der metallische Ring von einer Umwicklung bzw. einem Bundring umgeben ist, der mindestens eine um den metallischen Ring gewickelte Faser aufweist, die in einer polymerisierten Harzmatrix getränkt ist, wobei der metallische Ring und der Bundring bzw. die Umwicklung, die ihn umgibt, einen Verbundring bilden, der einen Dehnungskoeffizienten aufweist, welcher im wesentlichen gleich demjenigen des Teils ist.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0021] Im folgenden werden anhand eines nicht einschränkenden Beispiels bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen zeigen:

[0022] Fig. 1 eine perspektivische Schnittansicht zur Darstellung eines Verbundrings, der in ein Verbundmaterialteil mit organischer Matrix eingesetzt werden kann, gemäß der Erfindung;

[0023] Fig. 2 eine Darstellung eines möglichen Herstellungsbeispiels des Verbundrings der Fig. 1, und

[0024] Fig. 3 eine schematische Schnittansicht, die einen Abschnitt eines Teil gemäß der Erfindung darstellt.

Detaillierte Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung

[0025] Gemäß der Erfindung, und wie es insbesondere in Fig. 1 dargestellt ist, wird, wenn ein metallischer Ring **10** in ein Verbundmaterialteil mit organischer Matrix eingesetzt werden soll, ein Bundring bzw. eine Umwicklung **12** um diesen metallischen Ring **10** herum angeordnet.

[0026] Genauer gesagt umfasst der Bundring bzw. die Umwicklung **12** mindestens eine Faser **14**, die um den metallischen Ring **10** herum gewickelt ist, und die in einer polymerisierten Harzmatrix **16** getränkt ist. Vorteilhafterweise ist/sind die Faser(n) **14**, die um den metallischen Ring **10** gewickelt wird/werden, Kohlenstofffasern.

[0027] Die von dem metallischen Ring **10** und von dem sie umgebenden Bundring **12** geformte Einheit bildet einen Verbundring **18** im Innern des Verbundmaterialteils mit organischer Matrix.

[0028] Gemäß der Erfindung werden die Eigenschaften des Bundrings bzw. der Umwicklung **12** und insbesondere seine/ihre Dicke als Funktion des Dehnungskoeffizienten des den Ring **10** bildenden Metalls und dessen Dicke bestimmt, damit der so erhaltene Verbundring **18** einen Dehnungskoeffizienten aufweist, der im wesentlichen gleich demjenigen des Teils ist, in den der Verbundring eingesetzt werden soll.

[0029] Auf allgemeine Weise wird gezeigt, dass der Dehnungskoeffizient $\alpha_{äqui}$ des Verbundrings **18** durch die folgende Beziehung gegeben ist:

$$\alpha_{äqui} = \alpha_c \cdot \frac{e_c \cdot E_c}{e_c \cdot E_c + e_m \cdot E_m} + \alpha_m \cdot \frac{e_m \cdot E_m}{e_c \cdot E_c + e_m \cdot E_m}$$

wobei
α_c = Dehnungskoeffizient des Bundrings **12**,
e_c = Dicke des Bundrings **12**,
E_c = Elastizitätsmodul des Bundrings **12**
α_m = Dehnungskoeffizient des metallischen Rings **10**,
e_m = Dicke des metallischen Rings **10**,
E_m = Elastizitätsmodul des metallischen Rings **10**.

[0030] Wenn ein Bundring **12** mit einer Kohlenstofffaser verwendet wird, die in einer Richtung um den metallischen Ring **10** herum gewickelt ist, ist der Dehnungskoeffizient α_c des Bundrings **12** praktisch Null, und sein Elastizitätsmodul E_c ist mindestens gleich demjenigen E_m des Rings **10**. Der Dehnungskoeffizient $\alpha_{äqui}$ des Verbundrings **18** genügt dabei der Gleichung:

$$\alpha_{äqui} \leq \left(\frac{e_m}{e_m \cdot e_c} \right) \cdot \alpha_m$$

[0031] Die Dicke e_c des Bundrings kann also so gewählt werden, dass der Dehnungskoeffizient $\alpha_{äqui}$ des Verbundrings nicht über dem des Verbundmaterialteils mit organischer Matrix liegt, das hergestellt werden soll.

[0032] Übrigens ist der Innendurchmesser des Bundrings **12** kleiner oder gleich dem Außendurchmesser des metallischen Rings **10**, der in das Teil eingesetzt werden soll.

[0033] Um ein Teil herzustellen, in das der Verbundring **18** der Figur eingegliedert ist, sind zwei Ausführungsformen möglich. Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung wird der Verbundring **18** zuerst hergestellt und dann in das Teil eingesetzt. Mit anderen Worten wird der metallische Ring **10** in dem Bundring **12** vor dem Einsetzen in das Teil angebracht. In diesem Fall kann der Verbundring **18** entweder in das fertiggestellte Teil oder in das Teil im Verlauf der Herstellung eingesetzt werden.

[0034] Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung wird der Bundring bzw. die Umwickelung **12** zunächst in das Teil bei dessen Herstellung eingesetzt. Erst wenn die organische Matrix des Teils polymerisiert ist bzw. wird, wird der metallische Ring **10** in dem Bundring **12** angebracht.

[0035] In allen Fällen wird der Bundring **12** getrennt von dem metallischen Ring **10** hergestellt. Das Anbringen des metallischen Rings **10** im Bundring **12** erfolgt, nachdem der metallische Ring genügend abgekühlt ist, um provisorisch dessen Außendurchmesser zu verkleinern.

[0036] Um den Bundring bzw. die Umwickelung **12** herzustellen, wird/werden die Faser(n) **14** auf einen Dorn gewickelt, welcher den gleichen Außendurchmesser aufweist wie der metallische Ring **10**. Je nach Fall kann/können die auf den Dorn aufgewickelte(n) Faser(n) **14** mit Harz vorgetränkt sein oder trocken sein.

[0037] Wenn die Faser(n) **14** mit Harz getränkt ist/sind, wird der am Dorn angebrachte Bundringrohling polymerisiert. Anschließend wird der Dorn unter Anwendung herkömmlicher Verfahren von dem so erhaltenen Bundring **12** getrennt. Unter diesen Verfahren ist die Abkühlung des Aufbaus zu nennen, die zu einer Kontraktion des Dorns führt, welche genügt, um den Bundring abzunehmen, oder die Zerstörung des Dorns oder die Verwendung eines demontierbaren Dorns.

[0038] Wenn die Faser(n) **14**, die auf den Dorn aufgewickelt wird/werden, (eine) trockene Faser(n) ist/sind, werden anschließend diese Faser(n) mit Harz getränkt, beispielsweise mittels des RTM-Verfahrens. Das nachfolgende Verfahren ist identisch mit dem vorhergehenden Fall, das heißt, dass der an dem Dorn angebrachte Bundringrohling polymerisiert wird, wonach der erhaltene Bundring vom Dorn getrennt wird.

[0039] Es ist so möglich, entweder direkt einen Bundring **12** herzustellen, der die Länge des Bundrings aufweist, der hergestellt werden soll, oder auf dem Dorn **20** (Fig. 2) einen rohrförmigen Bundring **12'** größerer Länge herzustellen, der anschließend auf die Länge des metallischen Rings, der in dem Bundring anzubringen ist, abgelängt wird (Pfeil **21**).

[0040] Bei der ersten Ausführungsform der Erfindung wird der erhaltene Bundring **12** anschließend auf dem metallischen Ring **10**, der in das Verbundmaterialteil mit organischer Matrix eingesetzt werden soll, aufgebracht. Zu diesem Zweck wird eine Abkühlung des metallischen Rings **10** vorgenommen, die ausreicht, damit der Außendurchmesser dieses Rings kleiner wird als der Innendurchmesser des Bundrings **12**. Diese Abkühlung kann insbesondere durch Eintauchen des metallischen Rings **10** in flüssigen Stickstoff erzielt werden. Das Aufsetzen des Bundrings **12** auf den metallischen Ring **10** kann hierbei einfach vorgenommen werden. Wenn die Einheit wieder die Umgebungstemperatur annimmt, ist der metallische Ring **10** dauerhaft im Innern des Bundrings **12** verblockt.

[0041] Der durch das soeben beschriebene Herstellungsverfahren angefertigte Verbundring **18** wird anschließend in das Verbundmaterialteil mit organischer Matrix entweder vorzugsweise bei der Herstellung dieses Teils oder am Ende dieser Herstellung eingesetzt.

[0042] Wenn das Verbundmaterialteil mit organischer Matrix gemäß der herkömmlichen Technik des Drapierens hergestellt wird, können die mit Harz vorgetränkten Fasermatten, welche das Teil bilden, direkt um den oder die Verbundring (e) **18** herum drapiert werden, welche in dieses Teil eingesetzt werden sollen. Auf diese Weise wird die Kontinuität der Fasern, die in die Zusammensetzung des Verbundmaterialteils eintreten, gewährleistet. Außerdem ist die spätere Polymerisierung des Harzes ohne Konsequenz für das mechanische Verhalten des Teils. In der Tat gleicht die Präsenz des Bundrings **12** um jeden der metallischen Ringe **10** die Dehnung derselben aus, die sich bei dem Polymerisierungszyklus ergibt. Mit anderen Worten dehnt sich wegen der Präsenz des Bundrings **12** der metallische Ring **10** nicht, sondern wird elastisch komprimiert. Infolgedessen dehnt sich der aus dem Zusammenbau des metallischen Rings **10** und des Bundrings **12** gebildete Verbundring **18** praktisch nicht mehr als das Verbundmaterial, das ihn umgibt, wenn das in diesem Material enthaltene Harz polymerisiert.

[0043] Wenn das Verbundmaterialteil mit organischer Matrix gemäß der RTM-Technik hergestellt wird, wird/werden der/die Verbundring (e) **18** mit einer Vorform trockener Fasern in den Hohlraum einer Gießform eingebracht, die der Form des herzustellenden Teils angepasst ist. Die Gießform wird anschließend evakuiert und ein Harz geringer Viskosität wird unter niedrigem Druck in die Gießform eingespritzt. Anschließend wird das Harz im Innern der Gießform einem Polymerisierungszyklus unterzogen. Letztere wird anschließend abgekühlt und dann geöffnet, um aus ihr das erhaltene Teil zu entnehmen. Die vorher im Fall eines durch das herkömmliche Verfahren des Drapierens erhaltenen Teils erzielten Vorteile finden sich auch in diesem Fall wie-

der. Außerdem ist der Vorteil, der sich aus der Nicht-Dehnung des metallischen Rings **10** während des Polymerisierungszyklus ergibt, noch besser ausgeprägt wegen der Tatsache, dass die Polymerisierungstemperatur der in dem RTM-Verfahren verwendeten Harze höher ist als bei Anwendung der herkömmlichen Drapiertechniken. Außerdem ist anzumerken, dass die Teile, die durch die RTM-Technik erhalten werden können, häufig Teile einer komplexen Geometrie sind, wie z.B. Motorgehäuse und Gehäuse, in die häufig metallische Elemente, wie Ringe, eingesetzt werden.

[0044] In Fig. 3 ist ein Beispiel eines Teils dargestellt, das gemäß der RTM-Technik erhalten wurde und das einen metallischen Ring **10** darstellt, der im Verlauf der Herstellung auf die soeben beschriebene Weise eingesetzt wurde. In diesem Beispiel umfasst der Verbundring **18** einen Bundring **12**, der einen metallischen Ring **10** umgibt, welcher von dem Außenring eines Kugellagers **22** gebildet wird. Der Bundring **12** des Verbundrings **18** ist in eine Nabe **24** eines Verbundmaterialteils mit organischer Matrix beim Gießverfahren dieses Teils im Rahmen der RTM-Technik integriert worden.

[0045] Es ist anzumerken, dass ein so erhaltenes Teil auch starke Temperaturschwankungen bei seiner Verwendung ohne Schäden ertragen kann. Der Bundring **12** verhindert nämlich die Dehnung des metallischen Rings **10**, die normalerweise bei diesen Temperaturschwankungen erfolgen würde. Demzufolge sind die Dehnungen des Verbundmaterialteils und des Verbundrings **18** im wesentlichen die gleichen. Es besteht also praktisch kein Risiko der Verformung des Verbundmaterialteils mit organischer Matrix durch den metallischen Ring.

[0046] Wie vorstehend beschrieben wurde, wird der Verbundring **18** vorzugsweise während der Herstellung des Teils in dieses integriert. Als Variante ist es jedoch auch möglich, diese Integrierung nach der Herstellung des Teils bei der ersten Ausführungsform der Erfindung vorzunehmen.

[0047] In diesem Fall weist das hergestellte Teil vorteilhafterweise eine Ausnehmung im wesentlichen von der Größe des Verbundrings auf. Eine oberflächliche mechanische Bearbeitung der Wand dieser Ausnehmung gestattet es, den Verbundring ohne größeren Schaden für die in die Zusammensetzung des Verbundmaterialteils mit organischer Matrix eintretenden Faser einzuführen.

[0048] Diese Lösung kann bei all denjenigen Fällen eingesetzt werden, bei denen das Teil starken Temperaturschwankungen (mindestens 100°C) bei seiner Verwendung ausgesetzt ist. Die vorher beschriebene Lösung, gemäß der der Verbundring in das Teil während seiner Herstellung eingesetzt wird, wird jedoch bevorzugt.

[0049] Bei der zweiten Ausführungsform der Erfindung wird der Bundring **12** in das Teil während dessen Herstellung eingesetzt. Dies kann unter Anwendung der herkömmlichen Drapiertechnik vorgenommen werden oder unter Anwendung der RTM-Technik. Im letzteren Fall wird der Bundring bzw. die Umwicklung **12** in die Gießform mit der Vorform aus trockener Faser gegeben. Unabhängig von der verwendeten Technik wird der metallische Ring **10** erst dann in dem Bundring **12** zur Bildung des Verbundrings **18** angebracht, wenn das die Verbundmatrix des Teils bildende Harz polymerisiert ist.

[0050] Das durch diese zweite Ausführungsform der Erfindung erhaltene Teil weist die gleichen Eigenschaften und Vorteile auf wie bei Anwendung der ersten Ausführungsform.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einführen eines metallischen Rings (**10**) in ein Teil aus Verbundmaterial mit organischer Matrix, wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet** ist, dass es die folgenden Schritte umfasst:
– getrennte Herstellung eines Bundrings bzw. einer Umwickelung (**12**) mit mindestens einer gewickelten Faser (**14**), die einen Innendurchmesser aufweist, der gleich oder kleiner dem Außendurchmesser des metallischen Rings (**10**) ist,
– Montage des metallischen Rings (**10**) in dem Bundring (**12**) durch Abkühlen des Rings derart, dass ein Verbundring (**18**) gebildet wird, der einen Dehnungskoeffizienten aufweist, der im wesentlichen gleich demjenigen des (Verbundmaterial-)Teils ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Montage des metallischen Rings (**10**) in dem Bundring (**12**) einem Schritt des Einsetzens des Verbundrings (**18**) in das fertiggestellte oder in der Herstellung befindliche Teil vorausgeht.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Bundring (**12**) im Verlauf der Herstellung in das Teil eingesetzt

wird und anschließend die Montage des metallischen Rings (**10**) in dem Bundring (**12**) nach einem Polymerisierungsschritt der organischen Matrix des Teils ausgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Bundring (**12**) hergestellt wird, indem mindestens eine mit Harz vorgetränkte Faser (**14**) auf einen Dorn aufgewickelt, das Harz polymerisiert und dann der Dorn von dem so gebildeten Bundring getrennt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Bundring (**12**) hergestellt wird, indem mindestens eine trockene Faser (**14**) auf einen Dorn aufgewickelt, die Faser mit Harz getränkt, das Harz polymerisiert und dann der Dorn von dem so gebildeten Bundring getrennt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein rohrförmiger Bundring (**12'**) hergestellt wird, der auf die Länge des metallischen Rings (**10**) abgelängt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei Kohlenstofffasern zur Herstellung des Bundrings (**12**) verwendet werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Verbundring (**18**) in einen zu diesem Zweck in dem fertiggestellten Teil vorgesehenen Sitz eingesetzt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Bundring (**12**) oder der Verbundring (**18**) sowie eine Vorform getrockneter Fasern in eine Form eingebracht werden, welche die Form des herzustellenden Teils aufweist, das Harz in die Form gegossen, dieses Harz polymerisiert, die Form abgekühlt, diese geöffnet und das fertiggestellte Teil aus ihr entnommen wird.

10. Teil aus Verbundmaterial mit organischer Matrix, mit mindestens einem in das Material eingesetzten metallischen Ring (**10**), wobei das Teil dadurch gekennzeichnet ist, dass der metallische Ring (**10**) von einem Bundring (**12**) umgeben ist, der mindestens eine um den metallischen Ring gewickelte und in einer polymerisierten Harzmatrix (**16**) getränkte Faser(**14**) aufweist, wobei der metallische Ring (**10**) und der Bundring (**14**), der diesen umgibt, einen Verbundring (**18**) mit einem Dehnungskoeffizienten bilden, der im wesentlichen gleich demjenigen des Teils ist.

11. Teil nach Anspruch 10, wobei die Faser (**14**) eine Kohlenstofffaser ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

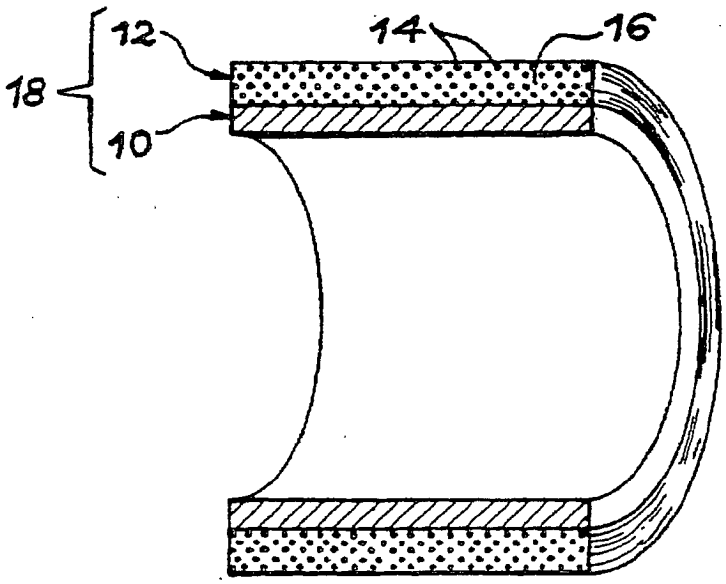

FIG. 1

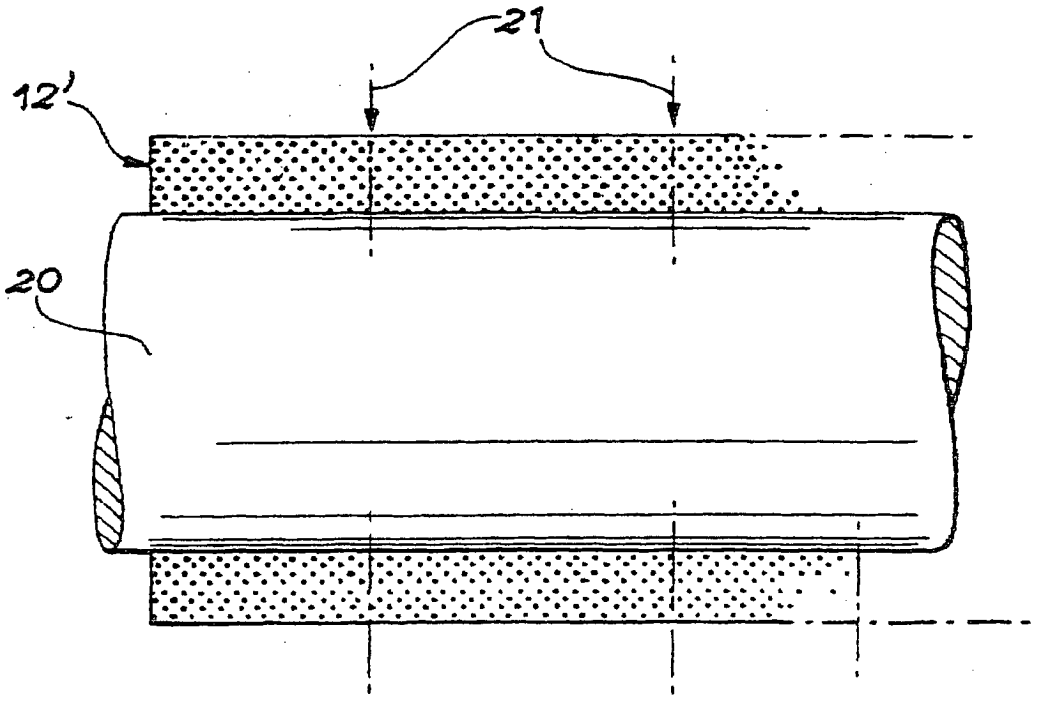

FIG. 2
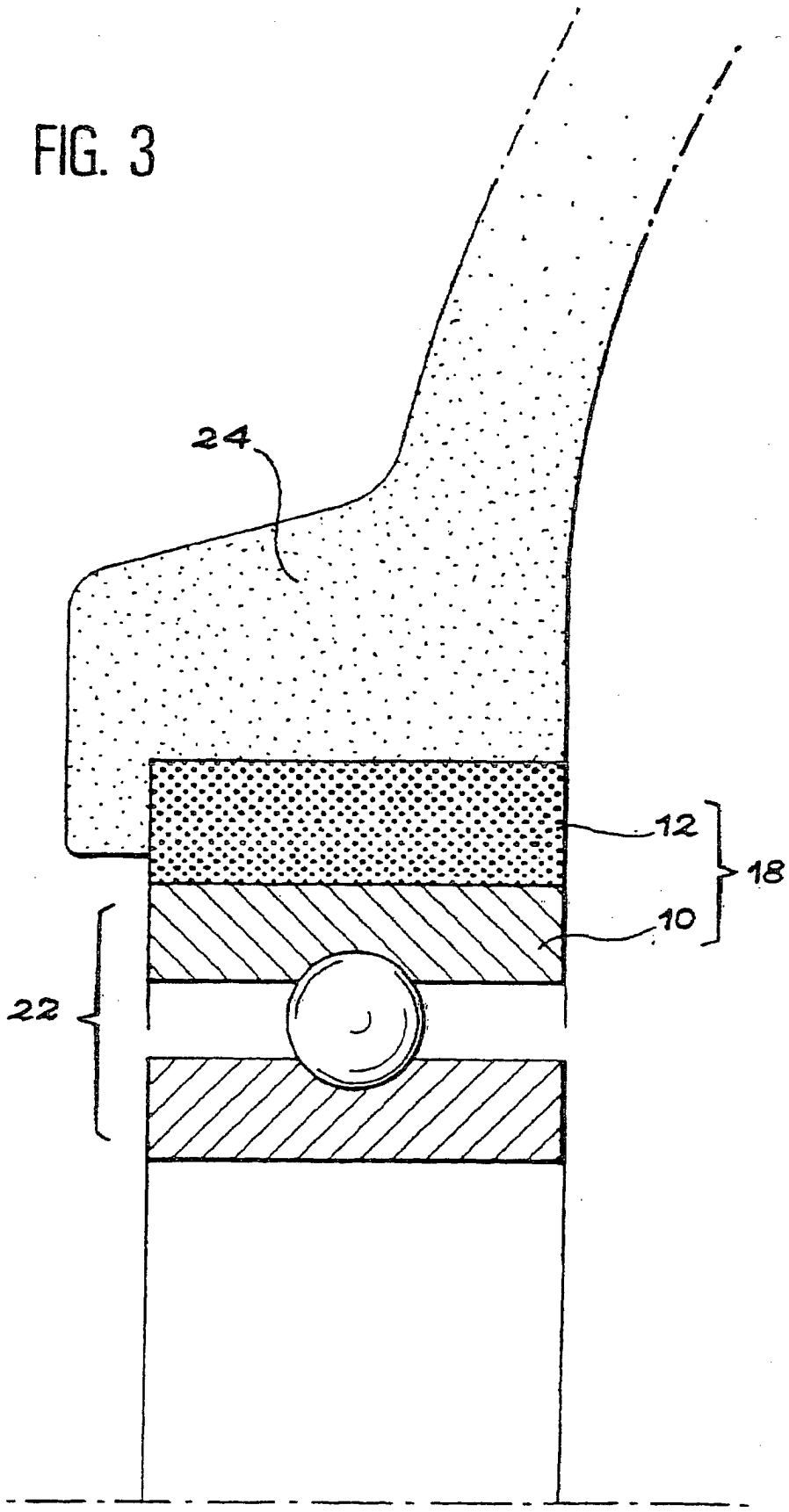
FIG. 3