

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Mai 2008 (08.05.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/052878 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60B 5/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/060972

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Oktober 2007 (15.10.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102006051867.5 31. Oktober 2006 (31.10.2006) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: THEUER, Arwed [DE/DE]; Mühlweg 18,
06780 Zörbig (DE).

(74) Anwalt: JOOSS, Martin; ROTER-
MUND+PFUSCH+BERNHARD Waiblinger Strasse 11,
70372 Stuttgart (DE).

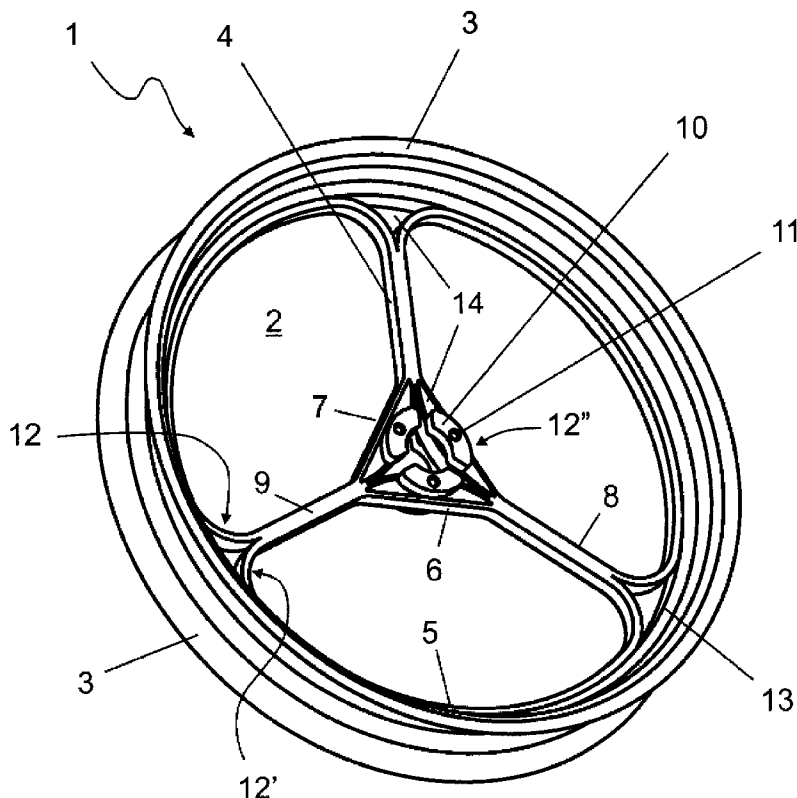
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE,
EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN,
MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV,
SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WHEEL WOUND FROM FIBER-REINFORCED PLASTIC AND METHOD FOR ITS PRODUCTION

(54) Bezeichnung: AUS FASERVERSTÄRKTEM KUNSTSTOFF GEWICKELTES RAD UND VERFAHREN ZU SEINER
HERSTELLUNG



(57) Abstract: The present invention relates to a wheel (1) wound from fiber-reinforced plastic having a wheel spider (2) and a rim well (3). Here, it is essential to the invention that a plurality of rings (4) which bear against one another and are connected to one another in a common surface form the wheel spider (2), wherein the wheel spider (2) and the rim well (3) have synthetic-resin-impregnated, wound carbon fibers and are cohesively connected to one another.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein aus faserverstärktem Kunststoff gewickeltes Rad (1) mit einem Radstern (2) und einem Felgenbett (3). Erfindungswesentlich ist dabei, dass mehrere, in einer gemeinsamen Fläche aneinander liegende, miteinander verbundene Ringe (4) den Radstern (2) bilden, wobei der Radstern (2) und das Felgenbett (3) kunstharzgetränkte, gewickelte Kohlefasern aufweisen und stoffschlüssig miteinander verbunden sind.

WO 2008/052878 A2



MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Aus faserverstärktem Kunststoff gewickeltes Rad und Verfahren zu seiner Herstellung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein aus faserverstärktem Kunststoff gewickeltes Rad gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Herstellung eines Rades gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11 oder 12.

Der Einsatz von kohlefaserverstärkten Kunststoffen gewinnt immer mehr an Bedeutung. Beispiele können hierfür die aus diesen Werkstoffen hergestellten Helme für Rad- und Motorradfahrer und für Reiter sein. Aber auch Automobilteile für Karosserie und Fahrwerk sowie auch Bauteile, die in der Raumfahrttechnik und bei der Flugzeugfertigung im Einsatz hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt sind, werden aus kohlefaserverstärkten Kunststoffen hergestellt.

Aus der DE 101 45 630 A1 ist ein gebautes Rad aus Faserverbundwerkstoff bekannt, bei dem die Einzelteile des Radsterns und die Felge aus unidirektionalen Endlosfasersträngen in Kombination mit einem Gießharzverfahren gefertigt sind, wobei eine Wicklung um einen Kern stattfindet und zusätzlich

bei den Radsternelementen (Scheibenform) radiale Faserwicklungen aufgebracht sind. An der nach außen weisenden Seite der Radsternelemente ist zusätzlich ein Gewebe - bestehend aus ungerichteten Endlosfasersträngen - stoffschlüssig aufgebracht. Die derart vorbereiteten Radsternelemente werden dann an Stegen der Radfelge befestigt, wobei vorher noch eine Nabe aus Metall oder Kunststoff mittig eingesetzt wird. Es darf bezweifelt werden, dass die vorliegende Konstruktion der scheibenförmigen Radsternelemente mit der Verbindung am Felgenring den sich überlagernden Zug-, Druck- und Torsionsbeanspruchungen während des Betriebs an einem Fahrzeug standhält. Wirkende Seitenführungskräfte würden dazu führen, dass sich die schmalen Anlageflächen zwischen den Radsternelementen einerseits und dem Felgenring und der Nabe andererseits lösen.

Aus der DE 35 41 074 A1 ist eine Radfelge aus faserverstärktem Kunststoff bekannt, die über ein spezielles Verfahren hergestellt wird. Die Radfelge und der sie seitlich in definiertem Winkel stützende Steg bestehen aus mehreren Lagen gewickelter Fasersegmente, die abwechselnd axiale und radiale Faserverläufe besitzen. Der Felgenring und der Felgensteg erhalten ihre Form durch Profilieren im Wege eines Pressens/Prägens aus einem flächig hergestellten Ausgangsmaterial und sie werden dann vor dem Aushärten zusammengefügt. Das derart herzustellende Rad zur Benutzung an Kraftfahrzeugen erfordert einen hohen fertigungstechnischen Aufwand, der sich nicht zuletzt in der Bereitstellung komplizierter Wickelmaschinen und Press-/Prägewerkzeugen ausdrückt. Die Her-

stellung der beiden durch Wickeln und Pressen/Prägen herzustellenden Segmente und ihr Zusammenfügen gestaltet sich als technologisch umständlich und daher teuer.

Aus der DE 38 14 343 ist ein Schienenrad bekannt, das aus Segmenten in der Art von Hohlkassetten zusammengefügt sind. Nachteiligerweise wird als Wickelkern eine Schaumstofffüllung verwendet, die nach der Fertigung im Rad verbleibt. Der Aufbau ist nicht für den Anschluss eines Felgenbetts und damit nur für Schienenräder geeignet.

Die EP 0 539 214 B1 beschreibt einen Kraftfahrzeug-Radrahmen, dessen Form sowohl im Bereich der Speichen als auch im Bereich des Felgenbetts jeweils von zwei Halbschalen gebildet wird. Nachteiligerweise entstehen dabei Hohlquerschnitte, die bei möglichen interlaminaren Beschädigungen innen nicht inspiziert werden können.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für ein Rad der gattungsgemäßen Art eine verbesserte oder zumindest eine andere Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch eine hohe mechanische Belastbarkeit auszeichnet.

Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, ein aus faserverstärktem Kunststoff gewickeltes Rad segmentiert auszubilden und zwar derart, dass mehrere miteinander verbundene Ringe einen Radstern bilden und mit einem, den Radstern radial umfassenden Felgenbett fest verbunden sind. Die miteinander verbundenen Ringe liegen dabei in einer gemeinsamen Ebene aneinander und bilden gemeinsam den Radstern. Dabei weisen sowohl der Radstern als auch das Felgenbett kunstharzgetränkte, gewickelte Kohlefasern auf und sind darüber hinaus stoffschlüssig miteinander verbunden. Durch diesen konzeptionellen neuen Aufbau kann ein Rad geschaffen werden, welches einerseits aufgrund des verwendeten Materials leicht ist und andererseits aufgrund der verwendeten Werkstoffe, wie zum Beispiel den Kohlefasern und dem Kunstharz, hohen mechanischen Belastungen auch über längere Zeit standhält. Der Einsatz eines derartigen Rades ist deshalb insbesondere im Motorsport interessant, da hier einerseits ein geringes Gewicht und andererseits eine hohe mechanische Belastbarkeit erreicht werden sollen.

Zweckmäßig bilden radial nach außen gewandte Teile der Ringe einen Teil des Felgenbettes, während radial nach innen gewandte Teile der Ringe einen Teil einer Radnabe bilden. Darüber hinaus bilden einander zugewandte Teile der Ringe Speichen des Radsternes. Die Ringe sind somit vorzugsweise als Kreisflächensegmente ausgebildet, welche je nach Anzahl der gewünschten Speichen einen mehr oder weniger großen Winkelbereich überdecken. Bei Ringen, welche eine kleinere Kreisfläche überdecken, ergeben sich somit zwangsläufig mehr

Speichen, als bei Ringen, welche eine größere Kreisfläche überdecken. Da die, den Radstern bildenden Ringe üblicherweise gleich ausgebildet sind, ergibt sich normalerweise stets ein Radstern ohne Unwucht. Durch die Möglichkeit, die Ringe individuell gestalten zu können, kann somit in nahezu beliebiger Form Einfluss auf ein mögliches Design des Rades genommen werden, wodurch sich ein hoher designerischer Freiraum ergibt.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung weisen die Ringe und das Felgenbett jeweils ein Vollprofilquerschnitt auf. Vollprofilquerschnitte haben im Vergleich zu Hohlquerschnitten den großen Vorteil, dass keine schwer oder nicht kontrollierbaren Hohlräume vorhanden sind, welche Wartungs- und/oder Sicherheitsinspektionen erschweren. Gleichzeitig ist die Herstellung der Ringe beziehungsweise des Felgenbettes mit Vollprofilquerschnitten deutlich einfacher als eine Herstellung mit Hohlquerschnitten, bei welchen zusätzlich ein, eventuell später zu entfernender, Wickelkern benötigt wird.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung bilden die Ringe des Radsternes zusammen mit dem Felgenbett ein Rahmentragwerk. Rahmentragwerke bieten bei einem geringen Gewicht eine hohe Steifigkeit, was insbesondere auch aus anderen konstruktiven Bereichen, wie beispielsweise dem Brücken- oder Flugzeugbau, bekannt ist.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

Dabei zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes, gewickeltes Rad für ein Motorrad mit drei in einer gemeinsamen Ebene aneinander liegenden und miteinander verbundenen Ringen,

Fig. 2 eine Darstellung wie in Fig. 1, jedoch für ein erfindungsgemäßes Rad für einen Pkw, welches fünf Ringe und ein Felgenbett aufweist,

Fig. 3 eine mit Wickelkernen bestückte Welle einer Wickelmaschine zur Herstellung der Ringe eines Radsternes,

Fig. 4 eine Zentriervorrichtung für die Aushärtung der in einer gemeinsamen Fläche aneinander anliegenden und miteinander verbundenen Ringe des Radsternes,

Fig. 5 eine Darstellung wie in Fig. 2, jedoch bei einer anderen Ausführungsform.

Entsprechend Fig. 1 weist ein erfindungsgemäßes, aus faserverstärktem Kunststoff gewickeltes Rad 1 einen Radstern 2 sowie ein Felgenbett 3 auf. Dabei bilden mehrere, hier insgesamt drei, in einer gemeinsamen Fläche aneinander anliegende, miteinander verbundene Ringe 4 den Radstern 2. Die Ringe 4 und das Felgenbett 3 weisen darüber hinaus vorzugsweise kunstharzgetränkte gewickelte Kohlefasern auf, wobei die Ringe 4 untereinander zum Radstern 2 und zusammen mit dem Felgenbett 3 stoffschlüssig verbunden sind.

Je nach Ausführungsform des erfindungsgemäßen Rades 1, beispielsweise als Rad 1 für ein Motorrad, wie in Fig. 1 gezeigt, oder als Rad 1 für einen Pkw, wie in Fig. 2 gezeigt, können unterschiedlich viele Ringe 4 den Radstern 2 bilden. Allen Ausführungsformen ist dabei jedoch gemein, dass radial nach außen gewandte Teile 5 der Ringe 4 einen Teil des Felgenbettes 3 bilden, während radial nach innen gewandte Teile 6 der Ringe 4 einen Teil einer Radnabe bilden können. Einander zugewandte Teile 8 der Ringe 4 wiederum, bilden Speichen 9 des Radsternes 2. Dabei ist eine Anzahl der Speichen 9 abhängig von einer Winkelausdehnung der einzelnen Ringe 4, so dass sich bei einer Winkelausdehnung der Ringe 4 von 120°,

wie in Fig. 1 gezeigt, insgesamt drei Speichen 9 ergeben, während sich bei einer Winkelausdehnung der Ringe 4 von 72° , wie in Fig. 2, insgesamt fünf Speichen 9 ergeben. Die nahezu frei wählbare Winkelausdehnung der Ringe 4 erlaubt dabei eine hohe gestalterische, das heißt designerische Freiheit. Wird eine Winkelausdehnung von 60° der einzelnen Ringe 4 gewählt, so können diese im wesentlichen als gleichseitige Dreiecke ausgebildet sein, wobei jeder Ring 4 üblicherweise einen durchgängigen, rechteckigen, quadratischen, trapezförmigen oder anderen Querschnitt ohne Unterbrechung eines Faserverlaufes in den unidirektional gewickelten Faserrovings aufzeigt (vgl. Fig. 5). Demgegenüber können die im Felgenbett 3 eingesetzten Faserrovings einen mehrdirektionalen Faserverlauf aufweisen. Hierdurch können insbesondere tangential, radial und als Torsionskräfte wirkende Belastungen sehr gut aufgenommen und übertragen werden. Bei den vorzugsweise eingesetzten Ausführungsformen sind die einzelnen Ringe 4 unlösbar miteinander und vorzugsweise ebenso unlösbar mit dem Felgenbett 3 verbunden.

Die radial nach innen gewandten Teile 6 der Ringe 4 weisen dabei jeweils zumindest eine eingewickelte Metalleinlage 10 auf, welche beispielsweise jeweils mit zumindest einer Durchgriffsöffnung 11 für eine Radschraube versehen sein können. Über diese Durchgriffsöffnungen 11 kann das erfindungsgemäße Rad 1 an einem Motorrad oder einem Pkw befestigt werden. Die Metalleinlage 10 kann dabei beispielsweise eine sichelförmige Gestalt aufweisen, wie in Fig. 2 dargestellt, und beispielsweise aus Leichtmetall oder aus Stahl ausgebil-

det sein, wobei die Metalleinlage 10 durch einzelne Faserrovings fest in den Ring 4 eingebunden ist. Generell ist der Radstern 2 mit dem Felgenbett 3 kombinierbar, indem an den noch nicht ausgehärtetem Radstern 2 ein ebenfalls aus Karbon-Longfasern gewickeltes beziehungsweise wickelbares Felgenbett 3 angebracht wird und beide Komponenten gemeinsam aushärten. Bei einer speziellen Ausführungsform kann auch angedacht sein, ein zumindest teilweise metallisches Felgenbett 3 mit dem aus gewickelten Karbonfasern bestehenden Radstern 2 zu kombinieren, wobei hierzu Anlagenflächen 15 an einem Innendurchmesser des zumindest teilweise metallischen Felgenbettes 3 mit entsprechenden Verschraubungsbohrungen beziehungsweise Durchgriffsöffnungen 11' vorgesehen sind. In diesem Falle kann sich der Radstern 2 an die Anlageflächen 15 seitlich anlegen und mit diesen verschraubt werden.

Aufgrund der bei allen Rädern 1 gleichen, in einer gemeinsamen Fläche aneinander anliegenden und miteinander verbundenen Ringe 4, weisen letztere im wesentlichen eine dreiecksförmige Gestalt auf, wobei die Ringe 4 in deren Eckbereichen 12 vorzugsweise abgerundet ausgebildet. Zur zusätzlichen Versteifung des erfindungsgemäßen Rades 1 können dabei in den radial außenliegenden Eckbereichen 12' zwischen zwei benachbarten Ringen 4 in Umfangsrichtung des Rades 1 verlaufende Stege 13 vorgesehen sein, welche beispielsweise in ein, das Felgenbett 3 verstärkendes Fasergewebe eingebunden und vorzugsweise aus Metall oder Kunststoff ausgebildet sind. Demgegenüber sind in den radial innenliegenden Eckbereichen 12'' der Ringe 4 vorher genannte Metalleinlagen 10

eingebettet, welche zur Befestigung des Rades 1 am Fahrzeug, und insbesondere als Aufnahme 7 für eine nicht gezeigte Radnabe dienen. Verbleibende Zwischenräume 14 zwischen den Eckbereichen 12 können dabei mit Kunstharz ausgegossen werden, wobei insbesondere bei den radial innenliegenden Eckbereichen 12'' der Ringe 4 die Zwischenräume 14 mit Kunstharz vergossen werden können. Des weiteren kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Teil der Metalleinlagen 10 an einer, bei am Fahrzeug montiertem Rad 1 sichtbaren Außenseite nach außen hervorsteht und eine zur Außenseite weisende Kontur zur Befestigung einer nicht gezeigten Rad- und/oder Zierkappe aufweist.

Im folgenden soll kurz ein mögliches Verfahren zur Herstellung eines Rades 1 aus faserverstärktem Kunststoff erläutert werden:

Gemäß Fig. 3 sind auf einer Welle 16 einer im übrigen nicht dargestellten Wickelmaschine mehrere durch Trennwände 17 in Axialrichtung der Welle 16 abgeteilte Wickelkerne 18 aufgesteckt, über die vorzugsweise unidirektional mehrere Lagen kunstharzgetränkter Karbon-Langfasern gewickelt werden. Dabei ist vorgesehen, dass an den radial innenliegenden Eckbereichen 12'' der Ringe 4, insbesondere sichelförmige, Metalleinlagen 10 während des Wickelns eingebunden werden. Hat die Wicklung eine, für die spätere auftretende Belastung ausreichende Stegbreite beziehungsweise Querschnittsdicke der Ringe erreicht, werden diese in noch nicht ausgehärtetem Zustand in eine Zentriervorrichtung (vgl. Fig. 4) eingelegt

und verspannt, so dass jeweils die aneinander anliegenden Teile 8 der benachbarten Ringe 4 solange aneinander ange-drückt werden, bis eine Lufttrocknung oder eine für den je-weiligen Kunststoff geeignete künstliche Wärmezufuhr einen vollständigen Prozess der Aushärtung vollzogen hat. Die Formstabilität der in die Zentriervorrichtung eingelegten Ringe wird dabei durch obengenannte Wickelkerne 18 gesi-chert. Der so hergestellte Radstern 2 wird sodann der Zent-riervorrichtung entnommen und zum Beispiel mit einem metal-lischen oder einem ebenfalls aus kunstharzgetränkten Karbon-Langfasern hergestellten Felgenbett 3 formschlüssig verbun-den. Für letzteres Felgenbett 3 wird die Zentriervorrichtung in eine nicht gezeigte Gesamtwickelmaschine eingespannt und nach Ansetzen entsprechend einem Felgenbett 3 nachgeformter Seitenbleche am Umfang des in der Zentriervorrichtung einge-spannten Radsternes 2, das Felgenbett 3 an die außenliegen-den Teile 5 der Ringe 4 aufgewickelt. Zur Erhöhung der Fes-tigkeit beziehungsweise der Stabilität der Verbindung zwis-chen dem aufzuwickelnden Felgenbett 3 und dem Radstern 2 werden in die Zwischenräume 14 der radial nach außen weisen-den Teile 5 Stege 13 in Umfangsrichtung eingelegt, welche vorzugsweise vollständig und fest in die aufgewickelten Fa-serrovings eingebunden werden. Nach abgeschlossener Formge-bung des Felgenbettes 3 erfolgt ein gemeinsames Aushärten des Felgenbettes 3 und des Radsternes 2 in der Zentriervor-richtung.

Denkbar ist hierbei auch, dass das Rad 1 komplett nach dem sogenannten RTM-Verfahren trockengewickelt wird und im wei-

teren in einer geschlossenen Form Kunstharz in die gewickelten Faserlagen gepresst wird. Das anschließende Aushärten erfolgt entsprechend wie vorgenannt an der Atmosphäre oder unter Einfluss von Wärme.

Bei der Verwendung eines zumindest teilweise metallischen Felgenbettes 3 wird dieses mit dem Radstern 2 derart verbunden, dass sich der Radstern 2 an entsprechend am Felgenbett 3 angeformte Anlageflächen 15 anlegt und über zueinander fluchtende Durchgriffsöffnungen 11' in den Anlageflächen 15 und im Radstern 2 fest miteinander verschraubt werden. Beim Herstellen des Radsternes 2 kann auch vorgesehen sein, dass ein Kohlefasergewebekband oder ein in geschlossener Form gewobener oder geflochtener Faserformling in eine positive Form eingelegt und mit Kunststoffharz ausgegossen wird. Dabei wird das Kohlefasergewebekband bezüglich seiner Faserorientierung derart in die Form eingelegt, dass vorzugsweise durch einen Schereneffekt unterschiedliche Durchmesser im Felgenbett 3 ausgeglichen werden können.

Generell kann auch vorgesehen sein, dass das gewickelte Rad 1 mit einem optisch wirkenden Lacküberzug ein ansprechendes Aussehen erhält, wobei der Lack gleichzeitig einen Schutz vor mechanischen Beschädigungen bietet. Bei der Verwendung sehr kleiner Wickelkerne 18, kann der Radstern 2 bezüglich seiner zusammengefügteten Ringe 4 als Walze konzipiert werden. Darüber hinaus ist noch denkbar, dass anstelle des Felgenbettes 3 ein nicht dargestellter Spurkranz aufgewickelt wird

und ein derartiges Rad 1 somit an Schienenfahrzeugen Verwendung findet.

Insbesondere bei nicht motorisierten Fahrzeugen, wie beispielsweise einem Golf-Caddy, können auch Räder (1) denkbar sein, die neben Kohlefasern weitere Faserwerkstoffe, wie beispielsweise Holz und/oder Glasfasern aufweisen. Hierbei gilt prinzipiell dieselbe Überlegung wie bei den Carbonrädern, wonach die Faserrichtung im wesentlichen parallel zur Hauptbelastungsrichtung im Rad, also vorzugsweise in Radialrichtung, verlaufen soll. Durch die Einbeziehung weiterer Werkstoffe werden sogenannte Hybridwerkstoffe erzeugt, die neben verbesserten Festigkeitseigenschaften auch ein individuell gestaltbares Design ermöglichen. Die Herstellung derartiger aus Hybridwerkstoff gefertigter Räder erfolgt dabei ähnlich der Herstellung der kohlefaserverstärkten Räder, wobei einzelne Faserschichten während bzw. nach dem Legen/Wickeln miteinander verbunden, insbesondere miteinander laminiert bzw. verleimt oder verklebt werden.

Ansprüche

1. Aus faserverstärktem Kunststoff gewickeltes Rad (1) mit einem Radstern (2) und einem Felgenbett (3),
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere, in einer gemeinsamen Fläche aneinander liegende, miteinander verbundene Ringe (4) den Radstern (2) bilden, wobei der Radstern (2) und das Felgenbett (3) kunstharzgetränkte, gewickelte Kohlefasern aufweisen und stoffschlüssig miteinander verbunden sind.

2. Rad nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

- dass radial nach außen gewandte Teile (5) der Ringe (4) einen Teil des Felgenbetts (3) bilden,
- dass radial nach innen gewandte Teile (6) der Ringe (4) einen Teil einer Radnabe bilden,
- dass einander zugewandte Teile (8) der Ringe (4) Speichen (9) des Radsterns (2) bilden.

3. Rad nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

dass die radial nach innen gewandten Teile (5) der Ringe (4) jeweils zumindest eine eingewickelte Metalleinlage (10) aufweisen.

4. Rad nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung der Ringe (4) Wickelkerne (18) aus Metall oder Kunststoff vorgesehen sind, welche nach dem Aushärten des Kunstharzes entfernt werden.

5. Rad nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Ringe (4) zusammen mit dem Felgenbett (3) ein Rahmentragwerk bilden,
- dass das Rahmentragwerk zur Aufnahme von Belastungen in einer Rahmentragwerksebene und orthogonal/schräg dazu ausgebildet ist.

6. Rad nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,

dass die Ringe (4) und das Felgenbett (3) jeweils einen Vollprofilquerschnitt aufweisen.

7. Rad nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest die Ringe (4) unidirektional gewickelte Faserverwings aufweisen.

8. Rad nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Ringe (4) eine dreiecksförmige Gestalt mit abgerundeten Eckbereichen (12) aufweisen,

- dass in den radial außenliegenden Eckbereichen (12') zwischen zwei benachbarten Ringen (4) in Umfangsrichtung des Rades (1) verlaufende Stege (13) vorgesehen sind,
- dass die Stege (13) in ein, das Felgenbett (3) verstärkendes Fasergewebe eingebunden sind.

9. Rad nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,

dass in den radial innen liegenden Eckbereichen (12'') der Ringe (4) Metalleinlagen (10) eingebettet sind, die zumindest eine Durchgriffsöffnung (11) für eine Radschraube aufweisen.

10. Rad nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest ein Teil der Metalleinlagen (10) an einer, bei montiertem Rad (1) sichtbaren Außenseite desselben in Nabennähe am Radstern (2) hervorsteht und eine zur Außenseite weisende Kontur zur Befestigung einer Zierkappe oder einer Achsstumpfabdeckung aufweist.

11. Verfahren zur Herstellung eines gewickelten Rades (1) aus faserverstärktem Kunststoff, bestehend aus einem Radstern (2) und einem Felgenbett (3), mit zumindest folgenden Verfahrensschritten,

11.1 Herstellen von mehreren Ringen (4) durch Wickeln von kunstharzgetränkten Kohlefasern um Wickelkerne (18),

11.2 Einlegen der noch nicht ausgehärteten Ringe (4) in einer Zentriervorrichtung,

- 11.3 Aufbringen einer radialen Druckkraft,
- 11.4 Zusammenfügen der Ringe (4) an ihren jeweils sich berührenden Seitenflächen (8),
- 11.5 Einlegen von Stegen (13) in Umfangrichtung in Zwischenräume (14) an nach außen weisenden, abgerundeten Eckbereichen der Ringe (12),
- 11.6 Anbringen von Formblechen zur Nachformung einer Außenkontur,
- 11.7 Aufwickeln eines Felgenbettes (3) vor dem Aushärten des Radsterns (2) auf denselben und damit stoffschlüssiges Verbinden des Felgenbettes (3) mit dem Radstern (2).

12. Verfahren zur Herstellung eines gewickelten Rades (1), bestehend aus einem Radstern (2), der mehrere, in einer gemeinsamen Fläche aneinander liegende, miteinander verbundene Ringe (4) aus kunstharzgetränkten, gewickelten Kohlefasern aufweist, und einem metallischen Felgenbett (3), wobei der Radstern (2) in ausgehärtetem Zustand über Anlageflächen (15) und darin eingebrachten Durchgriffsöffnungen (11') mit dem metallischen Felgenbett (3) kraft- und formschlüssig verbunden wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringe (4) durch Trennwände (17) voneinander geteilt auf einer Welle (16) einer Wickelmaschine hergestellt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringe (4) eine dreiecksförmige Gestalt mit abgerundeten Eckbereichen (12) aufweisen, wobei in die radial innen liegenden Eckbereiche (12'') zwischen zwei Ringen (4) Metalleinlagen (10) eingewickelt und die Zwischenräume (14) zur Ausbildung einer Nabe mit Kunstharz ausgegossen werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung zumindest des Radsterns (2) trocken gewickelte Karbon-Langfasern verwendet werden, wobei nach Abschluss des Wickelns zumindest der Radstern (2) in einer geschlossenen Form unter Druck mit Kunstharzharz getränkt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kohlefasergewebeband oder ein in geschlossener Form gewobener oder geflochtener Faserformling in eine Positivform eingelegt wird und mit Kunstharz ausgegossen wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Kohlefasergewebeband bezüglich der Faserorientierung derart in die Form eingelegt ist, dass durch einen Schereneffekt unterschiedliche Durchmesser im Felgenbett (3) ausgeglichen werden.

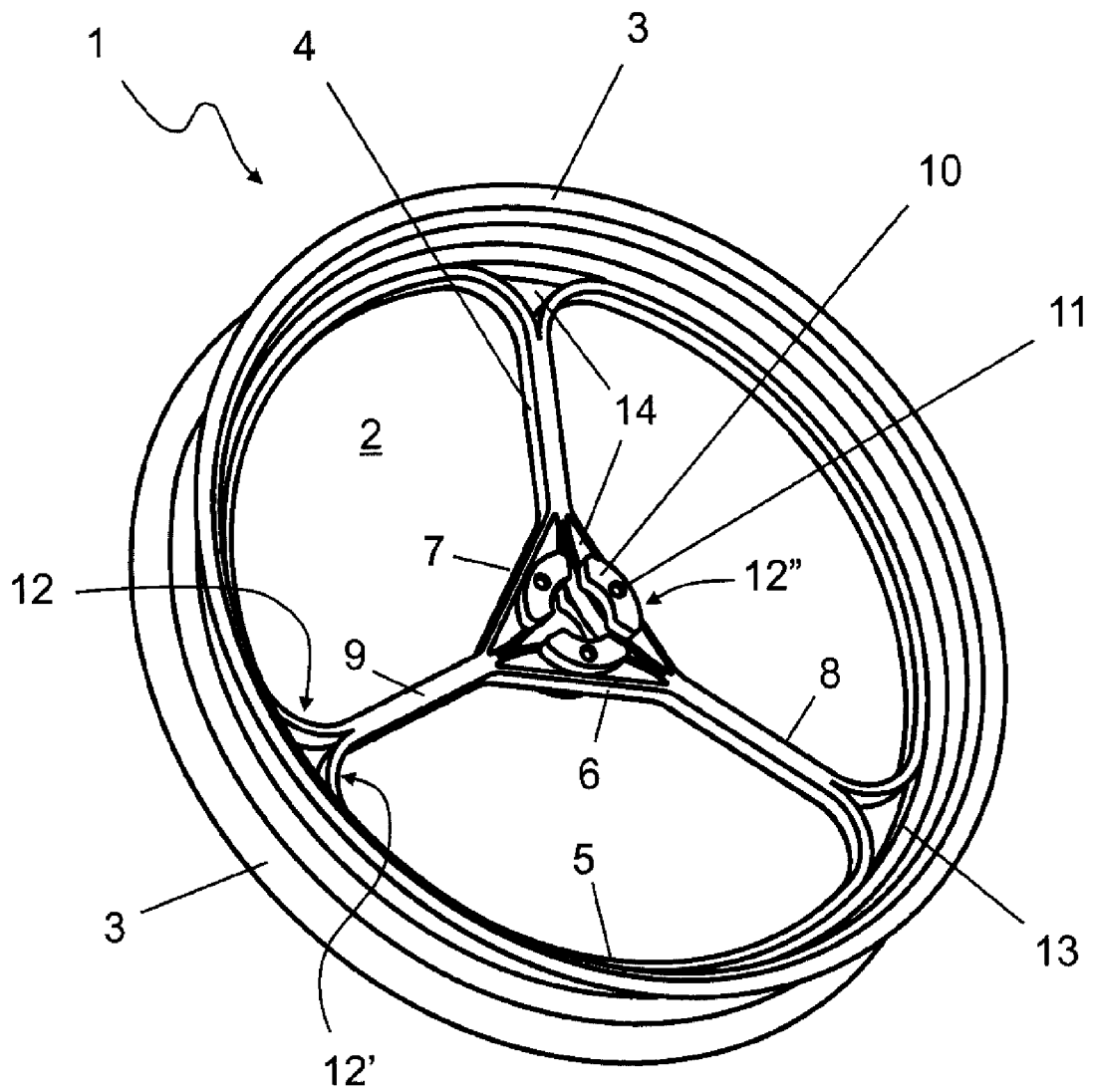


Fig. 1

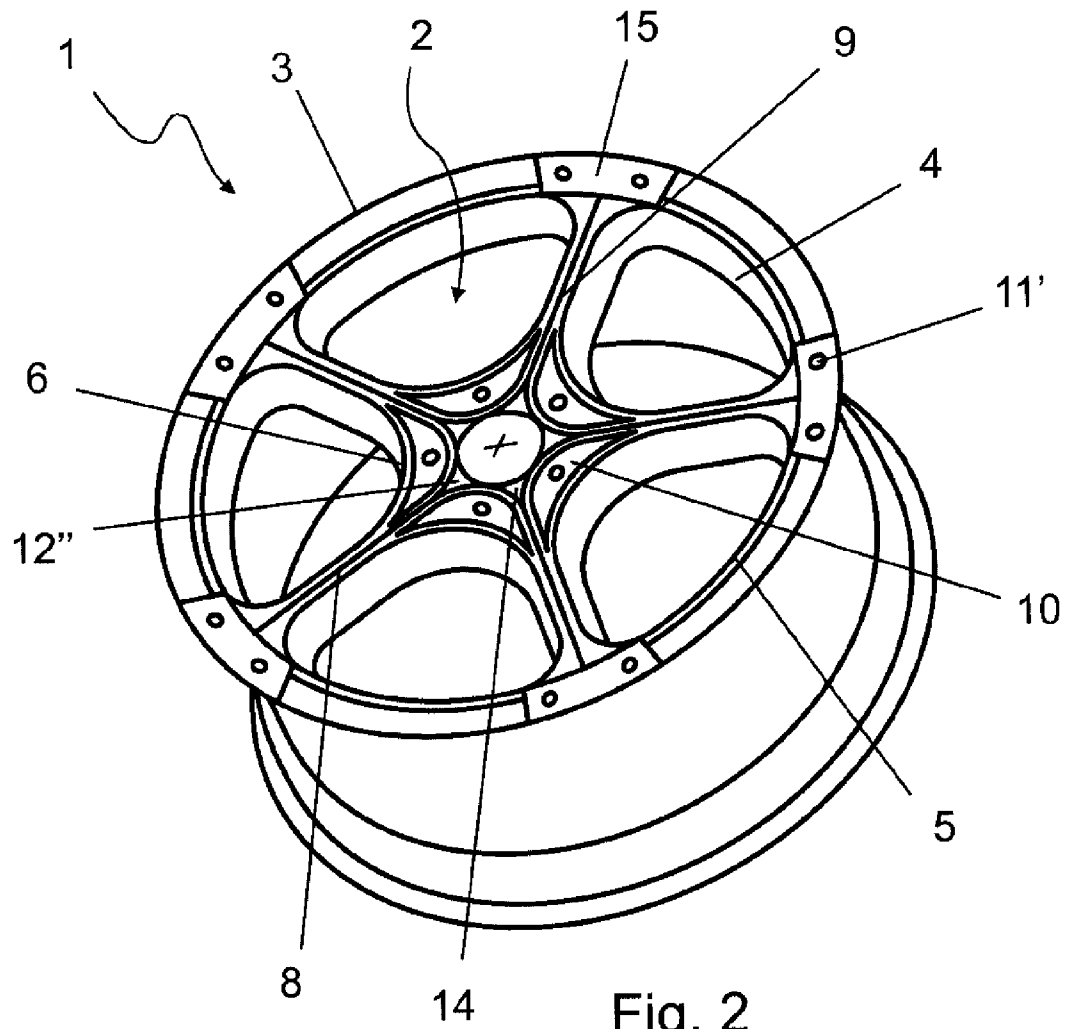


Fig. 2

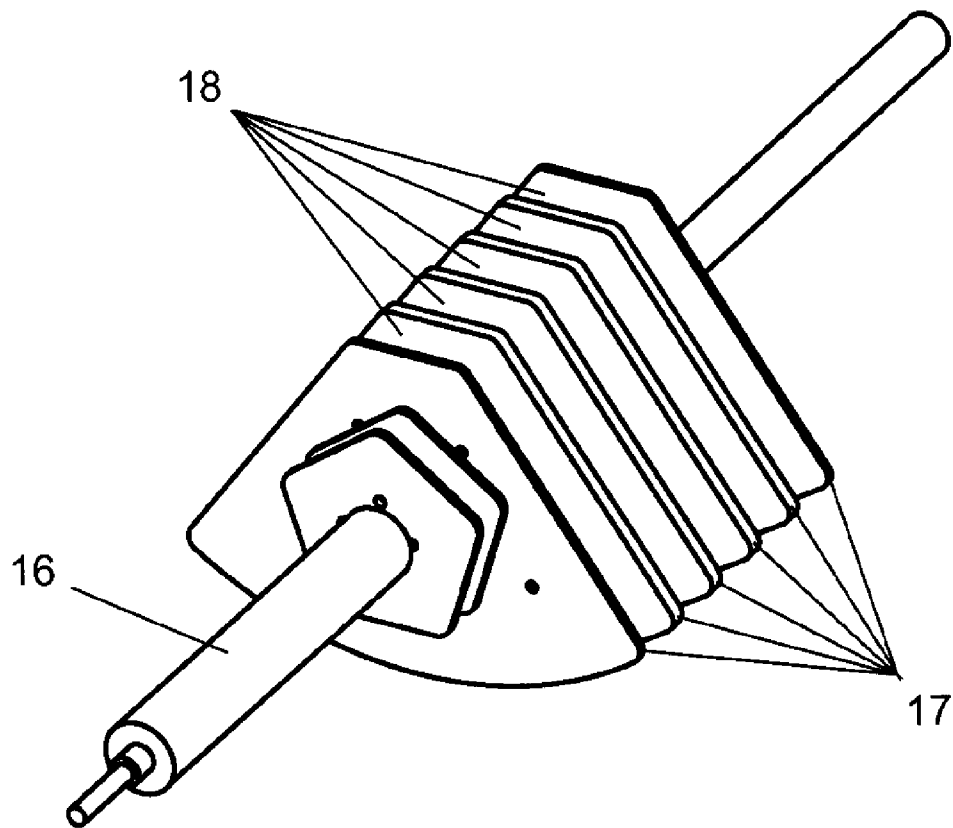


Fig. 3

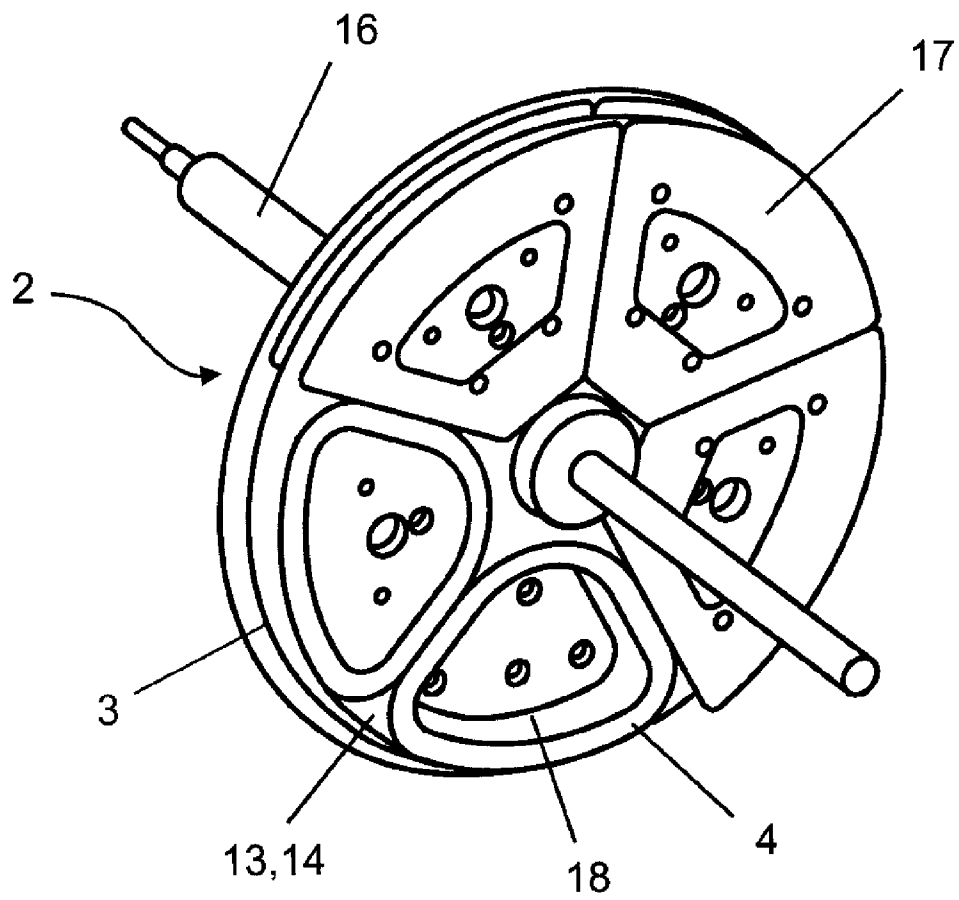


Fig. 4

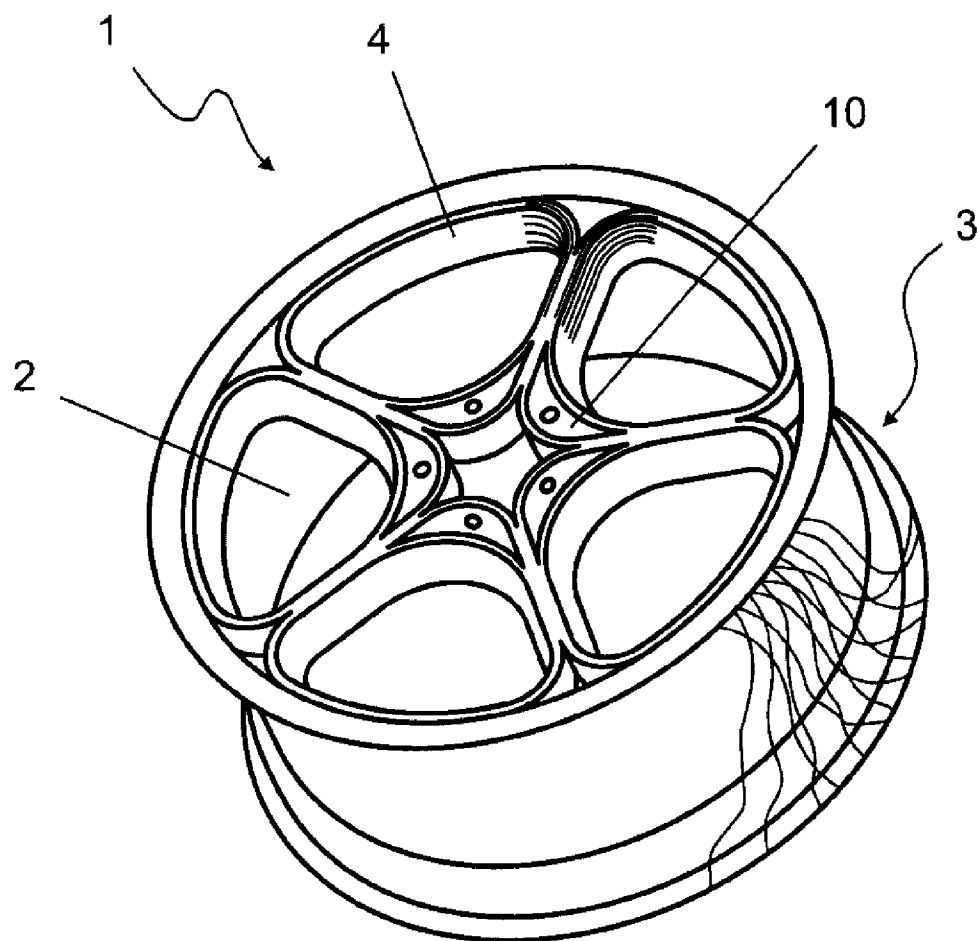


Fig. 5