

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

709 492 A2

(51) Int. Cl.: B60B 5/02 (2006.01)
B60B 1/14 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00584/14

(22) Anmeldedatum: 15.04.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.10.2015

(71) Anmelder:
kringlan composites AG, Libernstrasse 24
8112 Otelfingen (CH)

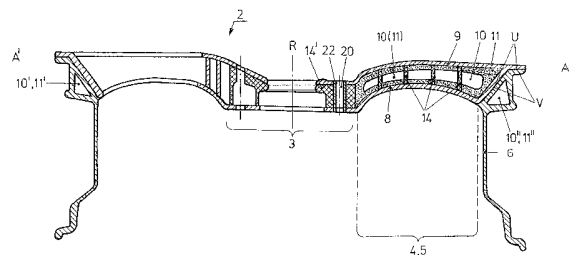
(72) Erfinder:
Niccolo Pini, 8046 Zürich (CH)
Sebastian Beck, 8050 Zürich (CH)
Johannes Reisser, 8004 Zürich (CH)

(74) Vertreter:
Troesch Scheidegger Werner AG, Schwänthenmos 14
8126 Zumikon (CH)

(54) Fahrzeugrad aus faserverstärktem Kunststoff.

(57) Fahrzeugrad aus faserverstärktem Kunststoff mit einem die Funktion von Speichen übernehmenden Radstern (2) und einem zur Raddrehachse R zentrischen Nabenbereich (3) mit Befestigungsmitteln zum Anbringen des Rads an eine Fahrzeugradnabe. In radialer Richtung, zum Nabenbereich (3) anschliessend, folgt ein Speichenbereich, sowie ein äusserer Umfangsbereich U zum Verbinden mit einem Verbindungsbereich V der Felge (6). Der Umfangsbereich U ist dabei zumindest an den Enden der Speichen des Radsterns (2) ausgebildet, kann aber auch bei einem Radstern (2), der beispielsweise eine ringartige mit den Enden der Speichen verbundene oder zusammenhängende äussere Struktur aufweist, als durchgehend umlaufender Umfangsbereich ausgebildet sein.

Der Radstern (2) umfasst dabei ein inneres und ein äusseres Radsternblatt (8, 9), das jeweils aus faserverstärktem Kunststoff, beispielsweise aus einem mehrlagigen Grundlaminat aus faserverstärktem Polymerhalbzeug, besteht. Erfindungsgemäss wird dabei durch kraftschlüssige Verbindung des inneren und äusseren Radsternblatts (8, 9) zumindest ein Hohlraum zur Hohlkörperversteifung des Radsterns (2) im Bereich der Radnabe und/oder zumindest in einem Teilbereich der Speichen gebildet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fahrzeugrad aus faserverstärktem Kunststoff gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Fahrzeugräder aus faserverstärktem Kunststoff sind grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt. So beschreibt die WO 2013/083 443 A1 ein entsprechendes Rad, bei dem ein Nabenbauteil und Radscheibe bzw. Felgenscheiben sowie die Felge selbst jeweils separat gefertigt werden. Anschliessend werden die Einzelteile in verschiedenen Fertigungsschritten zu einem Fahrzeugrad verbunden. Nachteilig ist dabei, dass zur Herstellung der einzelnen Bauteile und deren anschliessende Verbindung eine Vielzahl von Arbeitsschritten notwendig ist. Des Weiteren ist durch die Konstruktionsweise die Festigkeit der Radsternscheibe und somit des gesamten Rades begrenzt.

[0003] Eine andere Radkonstruktion offenbart die WO 2014/016 211 A1. Dabei wird ein vorgeformter Kern zwischen zwei ebenfalls vorgeformten Radsternscheiben sandwichartig verbunden, sodass eine tragende Konstruktion entsteht, die anschliessend zumindest über die Radsternscheiben mit der Felge verbunden wird. Dabei muss der durch Spritzgiessen oder Pressformen hergestellte Kunststoffkern gemeinsam mit den zwei Radsternscheiben und der Felge die geforderte Festigkeit bzw. Versteifung des Rades sicherstellen. Dementsprechend sind zum Erreichen der Betriebssicherheit des Rades besondere Vorkehrungen wie die Wahl eines entsprechend dichten Kernmaterials oder, bei Ausführung des Kerns als Hohlkörper, eine entsprechende massive Fachwerk- oder Wabenstruktur notwendig, wodurch das Gewicht des Rades erhöht wird.

[0004] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Fahrzeugrad vorzuschlagen, das die Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Fahrzeugrad aus faserverstärktem Kunststoffmaterial zu zeigen, welches einfacher, in wenigen Schritten herstellbar ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Rad mit einem gegenüber Rädern des Standes der Technik geringerem Gewicht bei gleicher oder sogar erhöhter Stabilität und/oder Steifigkeit des Rades vorzuschlagen.

[0005] Erfindungsgemäss wird dementsprechend ein Fahrzeugrad gemäss unabhängigem Anspruch 1 vorgeschlagen. Weitere Ausführungen und Modifikationen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 2 bis 27.

[0006] Ein erfindungsgemässes Fahrzeugrad aus faserverstärktem Kunststoff weist einen die Funktion von Speichen übernehmenden Radstern auf und hat einen zur Raddrehachse zentrischen Nabenbereich mit Befestigungsmitteln, wie beispielsweise Durchgangsbohrungen mit oder ohne Stützhülse, zum Anbringen des Rads an eine Fahrzeugradnabe. In radialer Richtung, zum Nabenbereich anschliessend, folgt ein Speichenbereich sowie ein äusserer Umfangsbereich U zum Verbinden mit einem Verbindungsbereich V der Felge. Der Umfangsbereich U ist dabei zumindest an den Enden der Speichen des Radsterns ausgebildet, kann aber auch bei einem Radstern der beispielsweise eine ringartige mit den Enden der Speichen verbundene oder zusammenhängende äussere Struktur aufweist, als durchgehend umlaufender Umfangsbereich ausgebildet sein.

[0007] Der Radstern umfasst ein inneres und ein äusseres, Radsternblatt, das jeweils aus faserverstärktem Kunststoff, beispielsweise aus einem mehrlagigen Grundlaminat aus faserverstärktem Polymerhalbzeug, besteht. Erfindungsgemäss wird dabei durch kraftschlüssige Verbindung des inneren und äusseren Radsternblatts zumindest ein Hohlraum zur Hohlkörperversteifung des Radsterns im Bereich der Radnabe und/oder zumindest in einem Teilbereich der Speichen gebildet. Die Verbindung des inneren und äusseren Radsternblatts ist dabei bevorzugt materialschlüssig. Materialschluss kann dabei durch Kleben, Schweiessen, durch Pressen, bevorzugt jedoch durch Heizelementschweiessen oder IR-Schweiessen, insbesondere bevorzugt durch Heisspressen, hergestellt werden, wodurch Verbindungen mit besonders hoher Festigkeit erreicht werden. Die Verbindung kann dabei linear entlang der Kanten der Radsternblätter oder aber bevorzugt flächig im Kantenbereich oder flächig in einem beliebigen anderen Bereich der Radsternblätter erfolgen. Beim Heizelement- bzw. synonym dazu Kontaktschweisverfahren werden die zu verbindenden Oberflächen durch direkten Kontakt mit einem Heizelement auf die benötigte Arbeitstemperatur gebracht und, nach Entfernen des Heizelements, miteinander verbunden bzw. verpresst. Analog dazu werden beim IR-Schweisverfahren die Oberflächen durch Heizstrahler auf die benötigte Arbeitstemperatur gebracht. Nähere Angaben zum bevorzugten Heisspressverfahren folgen weiter unten.

[0008] Zur Ausbildung der verstärkenden Hohlspeichenstruktur ist zumindest eines der Radsternblätter und bevorzugt auch die dafür verwendeten Prepregs, zumindest im Bereich der Radnabe und/oder in Teilbereichen der Speichen, dreidimensional geformt bzw. vorgeformt. Zur Aufnahme des Pressdrucks kann zumindest bei grösseren Durchmesser des Hohlraums, zumindest in einem Bereich eines Hohlraums ein Kern aus Faserverbundmaterial angeordnet sein. Da der Kern in diesem Fall lediglich beispielsweise während des Heisspressvorgangs ein Kollabieren des Hohlraums in der Pressform verhindern soll, jedoch während des Gebrauchs des Rads keine Kräfte aufnehmen muss, kann dieser in Leichtbauweise ausgeführt werden. So kann der Kern im Wesentlichen aus einem Faserverbundmaterial mit kurzer Faserlänge, bis maximal 12 mm, beispielsweise aus Gewichtsgründen besonders vorteilhaft zumindest teilweise aus Polymerschium oder faserverstärktem Polymerschium, der bevorzugt Fasern mit kurzer Faserlänge enthält, bestehen. Dies ist auch fertigungstechnisch von Vorteil, da das beispielsweise bei der Fertigung der Radsterne oder der Felge anfallende Abfallmaterial, nach Zerkleinern als Granulat geschüttet oder als Schaum gespritzt werden kann. Des Weiteren kann im Hohlraum ein Stützelement, entweder an Stelle des Kerns, mit dem Kern gemeinsam oder vom Kern umfasst vorgesehen sein.

[0009] Grundsätzlich kann der Kern aber aus ganz unterschiedlichen Materialien beispielsweise aus einem oder mehreren der folgenden Materialien bestehen: Polymermaterial, Glas, Keramik, Graphit, Metall wobei auf Grund der Gewichtsersparnis bevorzugt zumindest teilweise auch ein Schaum wie Polymerschaum, Glasschaum, keramischen Schaum, Graphitschaum oder Metallschaum verwendet wird. In einer weiteren Ausführungsform kann der Kern einen Hohlkörper enthalten oder selbst als Hohlkörper ausgeführt sein. So kann der Kern beispielsweise als Hohlkörper ein Rohr oder einen zumindest teilweise rohrförmigen Hohlkörper enthalten, welcher aus Faserverbundmaterial oder aus einem Leichtmetall wie beispielsweise Aluminium oder Titan besteht. Wird ein solcher rohrförmiger Metallkörper verwendet, kann dieser vorteilhaft zunächst mit Faserverbundmaterial, beispielsweise Glasfaser-Verbundmaterial, ummantelt oder in Faserverbundmaterial gebettet werden. Dies ermöglicht eine bessere Verbindung des Rohrs während der Heisspressung des Kerns oder des gesamten Radsterns. In einer weiteren Ausführungsform kann der Kern aus zwei verbundenen Halbschalen bestehen, dabei kann das Stützelement in den Halbschalen beispielsweise als Steg oder Gitterwerk, beispielsweise wabenartig vorliegen.

[0010] Befestigungsmittel zum Anbringen des Rads an der Fahrzeugradnabe, weitere Befestigungsmittel zum bei Bedarf zusätzlichen Verbinden des Radsterns mit der Felge, eines Radsternblatts mit dem Kern oder für andere Verbindungsarten können grundsätzlich direkt, beispielsweise in Form eines Gewindes oder als Durchgangsloch in das Kunststoffrad eingebracht werden. Vorteilhaft können dafür jedoch, insbesondere bei zu erwartendem Auftreten von hohen Kräften, metallische Einsätze, wie beispielsweise Stützzylinder zur Aufnahme des Drucks der Radmutter im Bereich der die Radschrauben aufnehmenden Durchgangsbohrungen, Gewindeeinsätze wie zum Beispiel Helicoils, in bekannter Weise verwendet werden, oder Gewindelöcher in einem oder mehreren der oben erwähnten Metalleinsätze bzw. Metallrohr vorgesehen sein.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erstreckt sich der Hohlraum zumindest im Speichenbereich im Wesentlichen von einem inneren zu einem äusseren Speichenbereich. Zum Aufbau eines besonders verwindungssteifen Fahrzeugrads kann der gesamte Radstern als Hohlkörper ausgebildet sein.

[0012] Während bei herkömmlichen Fahrzeugräder, wie beispielsweise in WO 2014/016 211 A1 beschrieben, der Radstern zumindest aus drei jeweils für sich vorgefertigten Teilen besteht, die nach Art einer Sandwichstruktur zusammengesetzt sind (2 Radsternblätter und Kern), kann der Radstern des vorliegenden Rads vorteilhaft, beispielsweise in einem einzigen Heisspressschritt hergestellt werden, womit auf zwei teure Heisspressformen verzichtet werden kann. Dazu wird in einem ersten Arbeitsschritt faserverstärktes Polymerhalbzeug, beispielsweise dreidimensional vorgeformte Zuschnitte faserverstärkter Kunststoffmatten (sogenannte Prepregs), in eine Formhälfte mehrlagig eingelegt, bei Bedarf beispielsweise durch Punktschweissen verbunden und somit eine erste Mehrfachlage gebildet. Anschliessend können bei Bedarf verschiedene Befestigungsmittel (Gewindeeinsätze, etc.), Stützhülsen für die Radnabenbefestigung oder ähnliches an dem dafür vorgesehenen Ort platziert oder befestigt werden.

[0013] In einem weiteren Arbeitsschritt können bei Bedarf an den dafür vorgesehenen Stellen, beispielsweise in Bereichen die einen besonders grossem Hohlraumdurchmesser aufweisen und daher beim Heisspressen kollabieren können, oder in Bereichen die im Einsatz hohen Druckbelastungen ausgesetzt sind, Stützmittel und/oder ein oder mehrere Kerne eingebracht werden. Der Kern kann dabei als Granulat geschüttet oder eingespritzt oder, falls vorgefertigt, eingelegt werden. Dabei können vorher platzierte Befestigungsmittel und/oder Stützmittel beispielsweise durch eingespritzten Polymerschaum ortsfest fixiert werden. Werden metallische Stützkörper verwendet, so können diese zur besseren Anbindung in den Kunststoffverbund vorher beispielsweise mit Bändern aus faserverstärktem Kunststoff umwickelt oder mit Faserschaum umspritzt werden.

[0014] In einem die Vorbereitung zum Heisspressen abschliessenden Arbeitsschritt wird anschliessend wiederum faserverstärktes Polymerhalbzeug in weiteren Lagen aufgelegt und bildet eine zweite Mehrfachlage, die, entweder flach mit oben liegenden Kanten oder Flächen des Polymerhalbzeugs der unteren Lagen abschliessend oder selbst dreidimensional vorgeformt, mit der ersten Lage gemeinsam die Vorform des Hohlkörpers bildet. Auch im Bereich der zweiten Mehrfachlage können entsprechende Befestigungs-, Stützmittel oder dergleichen vorgesehen sein.

[0015] Anschliessend wird der Radstern in einem Arbeitsgang, beispielsweise bei Verwendung von PEI, bei Temperaturen zwischen 300 °C bis 390 °C, insbesondere bei ca. 350 °C, heissgepresst. Eine vorgefertigte Felge kann dann mit dem Radstern, beispielsweise durch Kleben, durch Schweissen, insbesondere durch Kontakt- oder IR-Schweissen, oder durch eine Kombination der genannten Verbindungsverfahren mit zusätzlichen mechanischen Befestigungsmassnahmen, wie in anderem Zusammenhang beschrieben, verbunden werden. Somit ist die Herstellung des vorliegenden Rads mit einem wesentlich geringeren Werkzeugaufwand als im Stand der Technik, wie bspw. in WO 2014/016 211 beschrieben, möglich.

[0016] Noch kostengünstiger kann ein solches Rad nur mechanisch, beispielsweise durch einen Formdrehverschluss, wie einem Bajonettverschluss oder dergleichen, mit der Felge verbunden werden. Dieser kann beispielsweise durch Verkleben und/oder durch eine mechanische Sicherung gegen ein unbeabsichtigtes Lösen gesichert werden, womit beispielsweise ein weiterer Schweissvorgang eingespart werden kann.

[0017] Auf Grund der Anwendung des Hohlspeichprinzips und der Fertigung des Radsterns in einem Arbeitsschritt kann ein erfindungsgemässes Rad deutlich leichter gebaut werden, als Räder des Standes der Technik. So wiegt zum Beispiel ein faserverstärktes Kunststoffrad des Standes der Technik ohne Reifen ca. 8 kg, während ein erfindungsgemässes Rad derselben Dimension lediglich ca. 6.5 kg wiegt. Somit sind Gewichtsersparnisse zwischen 15 bis 30% erzielbar.

[0018] Selbstverständlich können bei Bedarf auch einzelne oder sogar alle Bestandteile des Radsterns vorgefertigt werden, was allerdings zusätzliche Form-, Verbindungs- und/oder Heisspressformoperation benötigt.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform des Fahrzeugrads wird der Hohlraum zur Hohlkörperversteifung zumindest in einem radialen Teilabschnitt der Speichen im Wesentlichen quer oder schräg zur Längsachse der Speiche ausgebildet. Da in diesem Fall nicht die ganze Speiche als Hohlspeiche ausgeführt ist, kann der Radstern, zumindest im Bereich des quer oder schräg zur Längsachse der Speiche ausgebildeten Hohlraums, durch ein weiteres, in einem radialen Teilbereich als Speiche ausgeführtes, Radsternblatt gestützt sein. Dabei kann zumindest der am Weitesten vom Radstern vorstehende Teil des Hohlraums in einer Vertiefung oder zwischen zumindest zwei Noppen oder Rippen des weiteren Radsternblatts gestützt sein. Vorteilhaft wird dabei der Radstern mit dem weiteren Radsternblatt auch materialschlüssig und/oder mit einer weiteren mechanischen Verbindung, beispielsweise einer Schraub-, Nietverbindung, oder Ähnlichem befestigt.

[0020] Unabhängig von den Ausführungsformen ist der Radstern im Umfangsbereich U mit einem Verbindungsbereich V einer vorteilhafterweise ebenfalls aus Faserverbundmaterial vorgefertigten Felge verbunden. Dabei kann auch die Felge zumindest in einem umlaufenden Teilbereich einen Hohlraum zur Hohlkörperversteifung aufweisen. Weiteres können im Bereich des Umfangsbereichs U und des Verbindungsbereichs V Radstern und Felgenhorn durch einen fassringartigen Reif zumindest teilweise umfasst werden. Dabei kann der Fassreif einstückig oder segmentiert ausgeführt sein. Das Faserverbundmaterial des Fahrzeugrads kann grundsätzlich aus jedem faserverstärktem Kunststoff bestehen. Bevorzugt wird allerdings glasfaserverstärkter insbesondere aber aus Gewichtsgründen kohlefaserverstärkter Kunststoff. Als Fasermaterial kann dabei lediglich beispielhaft für die grosse Anzahl von Möglichkeiten eine Faser des Typs 12k (beispielsweise T700 von Toray, C3050k von SGL, HTS von Toho-Tenax, AS4 von Hexcel) eingesetzt werden. Als Matrixpolymere werden hier, im Gegensatz zu herkömmlichen mittels Duromeren aushärtbaren Prepregs, bevorzugt Thermoplaste, insbesondere thermoplastische Hochleistungskunststoffe, verwendet, die, neben einer hohen Dauertemperaturbeständigkeit, guter Schlagzähigkeit und einem hervorragenden Kriechwiderstand im festen Zustand die Steifigkeit über einen grossen Temperaturbereich beibehalten und eine besonders hohe Beständigkeit gegen thermisch-oxidativen Abbau aufweisen. Einige lediglich beispielhaft angeführten, für die vorliegende Anwendung geeignete amorphe oder auch kristalline thermoplastischen Matrixpolymere sind: Polyetherimid (PEI), Polyethersulfon (PES, PESU), Polysulfon (PSU), Polyphenylsulfon (PPSU), Polyphenylsulfid (PPS) und andere.

[0021] Die Herstellung einer Felge aus faserverstärktem Kunststoff ist bereits aus WO 2013/037 428 bekannt. Eine solche Felge kann prinzipiell auch mit einem erfindungsgemässen Radstern mit Hohlspeichenstrukturen verbunden werden. Grundsätzlich können jedoch ganz unterschiedlich hergestellte Felgen verwendet werden, wobei aus Gewichtsgründen Felgen aus Verbundmaterial besonders geeignet sind. Bevorzugt wird insbesondere die Verwendung einer Felge wie sie in der gleichzeitig angemeldeten CH... (P213 269) offenbart wird. Der Inhalt dieser Anmeldung wird daher vollumfänglich zu einem integrierten Bestandteil der vorliegenden Anmeldung erklärt.

[0022] Eine entsprechende Felge besteht dabei aus mehrere Lagen von faserverstärktem Polymer, wobei mindestens in Teilbereichen der Felge zwischen einem mehrlagigen inneren Grundlaminat und einem mehrlagigen äusseren Grundlaminat mehrere sich in Umfangrichtung der Felge erstreckende Bandstapel angeordnet sind, welche beispielsweise durch Wickeln der Bänder in Umfangrichtung erzeugbar sind.

[0023] Dabei können, jeweils pro Abschnitt in der Kontur der Felgenauflfläche, sich in Umfangrichtung erstreckende Bandlagen angeordnet sein. Die einzelnen Bandlagen können dabei Bandbreiten aufweisen, welche in etwa der Dicke des jeweiligen Felgenabschnittes entsprechen oder aber zumindest einzelne oder nur solche Bänder haben, die eine grössere Breite aufweisen, so dass diese zumindest im Randbereich des jeweiligen Abschnitts, durch den Pressvorgang gebogen, gewellt oder verwirbelt sind.

[0024] Zusätzlich kann in der Felge, wie bereits erwähnt ein weiterer Hohlraum vorgesehen sein. Dazu kann zumindest in einem umlaufenden, d.h. sich in Umfangrichtung erstreckenden, Teilbereich der Felge durch kraftschlüssige Verbindung des inneren und äusseren mehrlagigen Grundlaminats, zumindest ein Hohlraum zur Hohlkörperversteifung der Felge gebildet sein. Dieser Hohlraum kann beispielsweise unmittelbar an den Verbindungsbereich V angrenzen, um dem Rad nach Zusammenfügen des Radsterns mit der Speiche im Verbindungs- und Umfangsbereich V, U eine besonders hohe Festigkeit, bzw. Steifigkeit zu verleihen. Zur Aufnahme der Presskräfte im Formwerkzeug kann beispielsweise ein wie oben beschriebener Kern vorgesehen sein.

[0025] Des Weiteren kann an der der Fahrzeugradnabe zugewandten Seite des Radsterns, insbesondere im Bereich der Radnabe, ein Kühlkörper oder ein Hitzereflexionsschild angebracht sein. Der im Wesentlichen als Metallscheibe ausgeführte Kühlkörper bzw. ein Hitzereflexionsschild kann mehrere Funktionen übernehmen. So kann zum einen die Anpresskraft der Fahrzeugradnabe gegenüber dem Nabenbereich des erfindungsgemässen Rades möglichst gleichmässig auf diesen verteilt werden und zum anderen der Radstern gekühlt, bzw. die Hitze der Bremsanlage reflektiert werden, womit ein unzulässig hoher Wärmeeintrag aus Bremsvorgängen in das Kunststoffmaterial des Rades vermieden werden kann. Zur Erhöhung der Kühlwirkung kann die Metallscheibe wie bekannt mit Kühlrippen oder Ähnlichem ausgeformt und dimensioniert sein. Im Übrigen kann die Metallscheibe durch ringförmige Ausbildung einen in Relation zu der Raddrehachse kreiszylindrischen Abschnitt aufweisen, dessen Innenmantelfläche zur Anlage an einem Zentrierbund der Fahrzeugradnabe vorgesehen ist. Vorzugsweise kann dabei der Kühlkörper, bzw. das Hitzereflexionsschild auf in den Durchgangslöchern

der Radschrauben eingesetzten metallischen Stützzyindern aufsitzen, wodurch diese thermisch und mechanisch mit der Kühl- bzw. Reflexionsscheibe verbunden sind.

[0026] Weitere bevorzugte Ausführungsvarianten des erfindungsgemässen Rades, des erfindungsgemässen Radsterns wie auch der erfindungsgemässen Felge sind in den folgenden Beispielen, wie auch in den Ansprüchen charakterisiert.

[0027] Details und Ausführungsbeispiele werden anhand der Figuren erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1 Ein erfindungsgemässes Rad in der Aufsicht;
- Fig. 2 Ein Schnittbild durch das Rad aus Fig. 1 entlang der Achse AA´
- Fig. 3 Den Querschnitt einer Speiche aus Fig. 1 entlang der Achse BB´ und andere Ausführungsformen;
- Fig. 4 Eine Ausführungsform eines Kerns als doppelte Halbschale;
- Fig. 5 Einen Radialschnitt durch einen Radstern Felgenverbund;
- Fig. 6 Einen Radialschnitt durch eine Verbindung eines Radsterns mit einem weiteren Radsternblatt

[0028] Das in Fig. 1 in Aufsicht beispielhaft dargestellte Fahrzeugrad 1 einer ersten Ausführungsform hat einen Radstern 2, dessen äusseres Radsternblatt, im Gegensatz zu der tatsächlichen materiellen Ausführungsform, durchsichtig dargestellt ist. Somit ist der innere Aufbau des Radsterns erkennbar. Der in diesem Fall den gesamten Nabenbereich 3 und Speichenbereich 5 ausfüllende Hohlraum 10 ist teilweise mit einem Kern 11 gefüllt. Der Kern 11 seinerseits beinhaltet ein in diesem Fall im Speichenbereich wabenförmiges, im Nabenbereich ringförmig ausgebildetes Stützelement 14. Im Nabenbereich 3 sind Durchgangsbohrungen 20 angebracht, die beispielsweise zylindrische, bevorzugt metallische Stützelemente 22 enthalten können, um ein Setzen des Kernmaterials zu verhindern.

[0029] Fig. 2 zeigt den Schnitt AA´ aus Fig. 1, im Bereich rechts der Radachse R, im Nabenbereich 3, die Durchgangsbohrung 20 mit metallischer Stützhülse 22 von einem ringförmigen Stützelement 14´ umgeben, das beispielsweise aus Faserverbundmaterial besteht. Im daran anschliessenden Speichenbereich 5 die Hohlspeiche 4 mit den im Hohlraum 10 bzw. Kern 11 angeordneten Stützelementen 14. Somit wird die versteifende Wirkung des Hohlspeichenaufbaus in diesem Fall auch für die Konstruktion und Verstärkung des Nabenbereichs 3 genutzt. Im Verbindungsbereich V der Felge 6 mit dem Umfangsbereich U des Radsterns 2 sind Felge 6 und Radstern 2 bevorzugt materialschlüssig miteinander verbunden. Im vorliegenden Beispiel ist auch im Verbindungsbereich der Felge 6 ein weiterer Hohlraum 10´, der bei Bedarf gleichfalls mit einem Kern 11´ gefüllt ist, zu erkennen. Weitere Details hierzu werden im Zusammenhang mit Fig. 5 ausgeführt.

[0030] Ein schematischer Querschnitt entlang der Schnitlinie B, B´ des in Fig. 1 dargestellten Fahrzeugrads 1 wird in Fig. 3–1 gezeigt. Das in diesem Bereich dreidimensional ausgeführte innere Radsternblatt 8 umfasst den in dieser Darstellung aus zwei Halbschalen 13, 13´ bestehenden Kern, indem das wabenförmige Stützelement 14 angeordnet ist. Die Verbindung zwischen innerem und äusserem Radsternblatt 9 erfolgt flächig in den flanschartigen Seitenbereichen. Durch diese konstruktive Ausführung können inneres Radsternblatt 8 mit Kern 11 und äusseres Radsternblatt 9 einfach, in einem einzigen Pressvorgang miteinander materialschlüssig verbunden werden. Zusätzlich können bei Bedarf, beispielsweise im flanschartigen Seitenbereich, Durchgangslöcher durch beide Radsterne für Befestigungsmittel 7 wie bspw. Schraube/Mutter, oder zumindest ein Durchgangsloch durch ein Radsternblatt und korrespondierendes Sackloch mit Gewinde oder Gewindeeinsatz im zweiten Radsternblatt zur weiteren Verbindung vorgesehen sein. Grundsätzlich ist anzumerken, dass ein Gewinde hier oder auch für die weiteren genannten Verbindungen auch direkt in den faserverstärkten Kunststoff, beispielsweise den Carbonkern oder das Radsternblatt oder die Felge eingebracht werden kann. Eine metallische Ausführung hat aber bei zu erwartender häufiger Montage oder extrem hohen Lasten Vorteile, wobei aus Rücksicht auf die korrosiven Eigenschaften bei Carbonbauteilen der Kontakt mit Aluminiumeinsätzen (Aluminiumgussbauteilen oder ähnliches) beispielsweise durch dünne faserverstärkte Kunststoffeinsätze oder dergleichen vermieden werden sollte. Alternativ bietet sich bei besonders hochwertigen Rädern auch der Einsatz von Edelstahl oder Titan als Werkstoff für die erwähnten Zwecke an.

[0031] Fig. 3–2 und 3–3 zeigen zwei weitere Ausführungsformen einer Hohlspeiche eines erfindungsgemässen Rads. In Fig. 3–2 ist ein Rohr 12 als Stützelement vorgesehen, das beispielsweise aus Leichtmetall wie Aluminium oder auch als vorgefertigtes faserverstärktes Kunststoffrohr ausgeführt sein kann. Eine solche Ausführung mit Metallrohr 12 kann beispielsweise einfach auch nach Fertigstellung des Rads 1, durch Anbringen einer Gewindebohrung von aussen im Metallrohr zur weiteren Befestigung eines oder beider Radsternblätter (8, 9) verwendet werden. Einen noch einfacheren Aufbau zeigt Fig. 3–3. Hier ist der Kern einstückig, den Hohlraum zwischen äusserem und innerem Radsternblatt füllend ausgeführt. Insbesondere bei kleinen konstruktiven Durchmessern des Hohlraums kann auch auf einen Kern ganz verzichtet werden, da dieser, wie oben erwähnt nicht zur höheren Funktionsfestigkeit des Radsterns beiträgt, sondern lediglich eine Stützfunktion während des Pressvorgangs hat. Die funktionelle Versteifung des Radsterns ist durch die konstruktive Ausführung als Hohlspeiche gewährleistet. Obwohl in Fig. 3–1 bis 3–3 alle Verbindungen zwischen äusserem und innerem Radsternblatt flächig ausgeführt sind, kann die Verbindung bei entsprechender konstruktiver Gestaltung auch linear, also beispielsweise im Bereich bzw. entlang des Stosses einer oder zweier Kanten, erfolgen. Die Radsternblätter

können sowohl bei flächiger als auch bei linearer Verbindung entweder beide dreidimensional geformt sein oder wie in den Schnittbildern der Speichen, 3–1 bis 3–3, dargestellt mit nur einem dreidimensional und einem im Schnitt planar geformten Radsternblatt. Insbesondere können Radsternblätter auch in Teilbereichen, beispielsweise im Speichenbereich 5, zumindest in einer Schnittebene planar geformt und in einer anderen Schnittebene oder in den Randbereichen hingegen dreidimensional geformt sein.

[0032] Fig. 4 zeigt ein Beispiel eines aus zwei Halbschalen 13, 13' bestehenden Kerns. Solche Kerne können einzeln für jede Speiche oder über einen entsprechend geformten Nabenbereich gemeinsam verbunden für den gesamten Radstern vorgefertigt werden. Dabei wird beispielsweise in die untere aus faserverstärktem Kunststoff vorgefertigte Halbschale 13' bei Bedarf ein oder mehrere Stützelemente 14 eingelegt und anschliessend die untere mit der oberen Schale 13, in diesem Fall formschlüssig über eine Nut-/Federpassung verbunden. Zusätzlich kann die Verbindung durch weitere Befestigungsmittel oder Kleben, Schweißen, bzw. Heisspressen oder einer Kombination dieser Verbindungsarten gesichert werden.

[0033] Fig. 5 zeigt ein Detail eines radialen Längsschnitts einer Hohlspeiche 4 und deren Verbindung mit einer Felge 6. Die vorgefertigten Bauteile werden hier grossflächig im Umfangsbereich U der Speiche 4 bzw. dem Verbindungsbereich V der Felge 6 verbunden. Zur zusätzlichen Stabilisierung ist die Felge wiederum mit einem Hohlraum 10'', der bei Bedarf mit einem Kern 11'' gefüllt ist, versehen. Wird zusätzlich zu der durch Materialschluss, beispielsweise durch Schweißen oder Verkleben ausgeführten Verbindungen eine mechanische Befestigung gewünscht, können auch hier in den Hohlräumen 10, 10'' bzw. in Kern 11, 11'' angeordnete hier nicht näher dargestellt Stützelemente bzw. Befestigungsmittel, wie z.B. mit einem Gewinde versehene Metalleinsätze, Helicoils oder dergleichen, vorgesehen werden. Des Weiteren ist in Fig. 5 ein das Felgenhorn und den äusseren Umfangsbereich des Radsterns zumindest teilweise umfassender Fassreif 19 dargestellt. Dieser Fassreif, der einerseits eine weitere Stabilisierung der Verbindung zwischen Radstern 4 und Felge 6 bewirkt, andererseits die Stabilität des Rads bei Radialschlag (bspw. beim Überfahren einer Gehsteigkante) erhöht, kann beispielsweise aus Metall, vorzugsweise einem Leichtmetall, entweder einstückig oder segmentiert ausgeführt sein. Bei einstückig ausgeführtem Fassring 19 kann dieser durch Thermofassung, beispielsweise durch vorhergehendes Erhitzen und anschliessendes Abkühlen auf dem Rad, d.h. durch Aufschumpfen, aufgebracht werden, während bei einem segmentierten Aufbau des Fassrings dieser auch gesteckt, geklebt, heissgeklebt, gepresst bzw. geschweisst und/oder zusätzlich mit mechanischen Befestigungsmitteln mit Radstern 2 und/oder Felge 6 verbunden werden kann.

[0034] Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt einer alternativen Konstruktion als Fachwerkrad 1'. Die im Längsschnitt dargestellte Speiche 4 weist hier einen ebenfalls durch kraftschlüssige Verbindung zwischen innerem und äusserem Radsternblatt 8, 9 gebildeten Hohlraum 10' auf, der jedoch quer zur Längsrichtung der Speiche ausgerichtet ist. In diesem Fall ist die Speiche 6' nur in einem radialen Teilbereich hohlkörperversteift. Eine zusätzliche Versteifung des Rads wird in diesem Fall durch ein weiteres Radsternblatt 15 erreicht, das mit dem Radstern 2, bzw. der Speiche 6 des Radsterns bevorzugt materialschlüssig verbunden ist. Alternativ oder zusätzlich kann die Verbindung auch durch mechanische Befestigungsmittel 7' wie hier als Schraube mit im Hohlraum fixiertem Gegengewinde, hergestellt werden. Alternativ oder zusätzlich können vorteilhaft zur Unterdrückung oder Begrenzung von Relativbewegungen, Noppen 16 auf dem weiteren Radsternblatt 15 angebracht sein, die auch in Form von Rippen oder einem den Umfang der durch den Hohlraum 10' gebildeten Ausnehmung folgenden Rings, ausgeführt sein können. Eine ähnliche Funktion kann durch eine Vertiefung oder Ausnehmung des weiteren Radsternblatts 15 erreicht werden. Das weitere Radsternblatt 15 kann dabei in der Geometrie in Aufsicht dem Umriss des Radsterns folgend oder, beispielsweise um Gewicht zu sparen, auch schmaler, oder für Designzwecke breiter ausgeführt werden. Obwohl die Speichen des weiteren Radsternblatts 15 auch einzeln auf dem Radstern 2 befestigt werden können, ist es aus Stabilitätsgründen vorteilhaft, das weitere Radsternblatt 15 einstückig auszuführen und zusätzlich mit dem Radstern 2 im Nabenbereich 3 und/oder im Umfangsbereich U, zu verbinden. Ein derartiger fachwerkartig ausgebildeter Radstern 2' mit zusätzlichem Radsternblatt 15 kann ebenso wie der im ersten Ausführungsbeispiel beschriebene Radstern 2 in einem Schweißvorgang mit der Felge 6 verbunden werden.

[0035] Wenn auch im Vorhergehenden, in einzelnen Beispielen bestimmte Ausführungsformen eines erfindungsgemässen Fahrzeugrades, bzw. dessen Bauteile wie Radstern mit Speiche (mit und ohne Kern) Radsternblatt und Felge beschrieben wurden, so sei darauf hingewiesen, dass sämtliche auch unterschiedliche Kombinationen verschiedener nicht in einem Beispiel genannter Bauteile, sofern technisch sinnvoll, kombinierbar und Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind. Dasselbe gilt für die beschriebenen Herstellungs-, bspw. Verbindungsverfahren. So können beispielsweise selbstverständlich auch bezüglich des bei Bedarf in der Felge gebildeten Hohlraums, die bei der Beschreibung des Hohlraums bzw. der Hohlräume in den Speichen angegebenen konstruktiven Merkmale, beispielsweise zur Aufnahme des Pressdrucks, beispielsweise unterschiedliche Kerne, oder zur zusätzlichen Befestigung oder Verstärkung ausgeführten Massnahmen, beispielsweise das (Vorsehen von unterschiedlichen Befestigungsmitteln, etc.) verwirklicht werden.

Bezugszeichenliste

[0036]

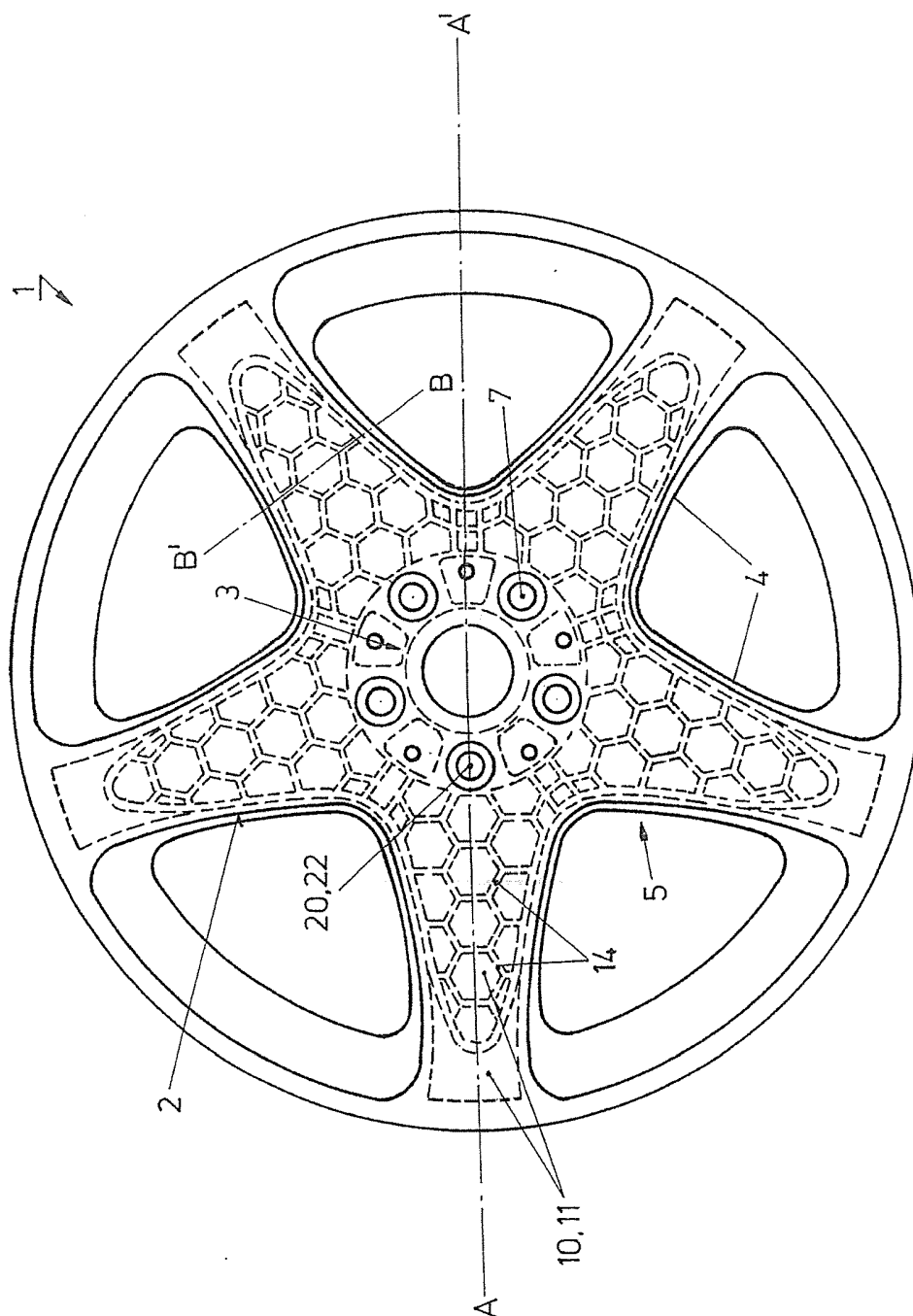
- | | |
|---|--------------|
| 1 | Fahrzeugrad |
| 2 | Radstern |
| 3 | Nabenbereich |

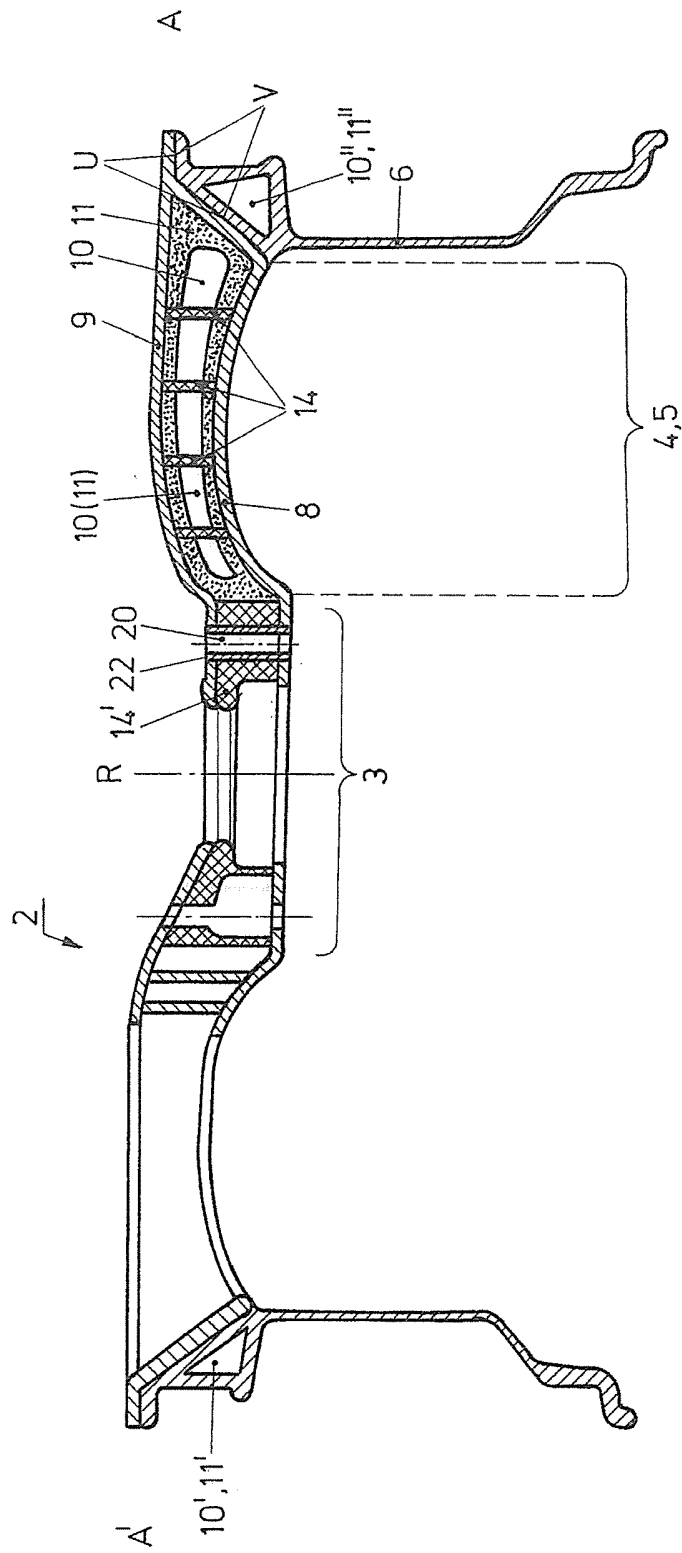
4	Speichen
5	Speichenbereich
6	Felge
7, 7'	Befestigungsmittel
8	inneres Radsternblatt
9	äusseres Radsternblatt
10, 10	Hohlraum
11, 11'	Kern
12	Hohlkörper, Rohr
13, 13'	Halbschale
14	Stützelement
15	weiteres Radsternblatt
16	Noppe (Rippe)
18	Passung (Nut/Feder)
19	Fassring
20	Durchgangsbohrung
22	Stützelement
23	Felgenhorn

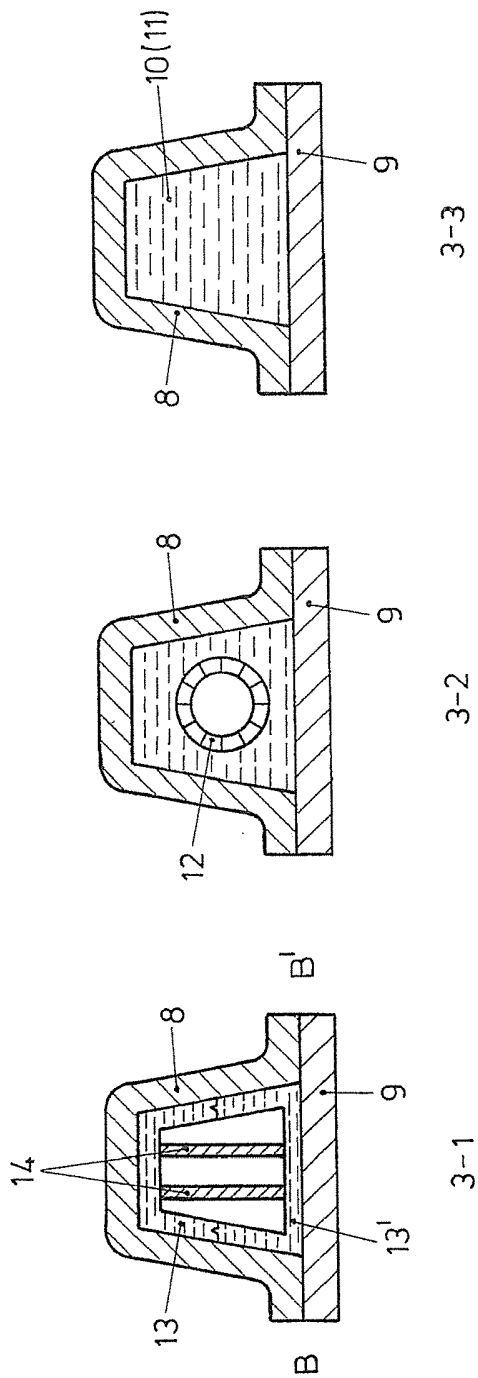
Patentansprüche

1. Fahrzeugrad (1) aus faserverstärktem Kunststoff mit einem die Funktion von Speichen (4) übernehmenden Radstern (2), der einen zur Rad-Drehachse R zentrischen Nabenbereich (3) mit Befestigungsmitteln (7) zum Anbringen des Rads an einer Fahrzeug-Radnabe, einen daran anschliessenden Speichenbereich (5) sowie einen Umfangsbereich U zum Verbinden mit einem Verbindungsbereich V der Felge (6) umfasst, wobei der Radstern (2) ein inneres und äusseres, jeweils aus Faserverbundmaterial geformtes Radsternblatt (8, 9) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass der Radstern (2) im Bereich der Radnabe und/oder zumindest in Teilbereichen der Speichen (4), durch kraftschlüssige Verbindung des inneren und äusseren Radsternblatts (8, 9), zumindest einen Hohlraum (10) zur Hohlkörperversteifung des Radsterns (2) bildet.
2. Fahrzeugrad gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung des inneren und äusseren Radsternblatts (8, 9) materialschlüssig ist.
3. Fahrzeugrad gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung eine Klebeverbindung, eine Schweisssverbindung, eine Pressverbindung bevorzugt eine Heizelementschweisssverbindung oder IR-Schweisssverbindung, insbesondere bevorzugt eine Heisspressverbindung ist.
4. Fahrzeugrad gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der Radsternblätter (8, 9) dreidimensional geformt ist.
5. Fahrzeugrad gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Bereich zumindest eines Hohlraums (10) ein Kern (11) angeordnet ist.
6. Fahrzeugrad gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern im Wesentlichen aus einem oder mehreren der folgenden Materialien besteht: Polymermaterial, Glas, Keramik, Graphit, Metall bevorzugt dabei zumindest teilweise aus einem Schaum wie Polymerschaum, Glasschaum, keramischen Schaum, Graphitschäum oder Metallschaum.
7. Fahrzeugrad gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (11) im Wesentlichen aus einem oder mehreren der folgenden Materialien besteht: Faserverbundmaterial, insbesondere Faserverbundmaterial mit kurzer Faserlänge, Polymerschaum-, insbesondere Polymerschaum der Fasern mit kurzer Faserlänge enthält.

8. Fahrzeugrad gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (10) zumindest ein Stützelement (14) enthält.
9. Fahrzeugrad gemäss einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (11) einen Hohlkörper (12) enthält oder ein Hohlkörper ist.
10. Fahrzeugrad gemäss Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlkörper ein Rohr (12) oder zumindest teilweise rohrförmig ist.
11. Fahrzeugrad gemäss einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (11) aus zwei verbundenen Halbschalen (13, 13') besteht.
12. Fahrzeugrad gemäss Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützelement (14) in den Halbschalen (13, 13') angeordnet ist.
13. Fahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in den Radsternblättern (8, 9), im Kern (11) oder zumindest ein Radsternblatt (8, 9) und Kern (11) übergreifend metallische Befestigungsmittel (7, 7') vorgesehen sind.
14. Fahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Hohlraum (10), zumindest im Speichenbereich (5), sich im Wesentlichen von einem inneren zu einem äusseren Speichenbereich erstreckend ausgebildet ist.
15. Fahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der gesamte Radstern (2) als Hohlkörper (10) ausgebildet ist.
16. Fahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Hohlraum (10') zur Hohlkörperversteifung zumindest in einem radialen Teilabschnitt zumindest einer Speiche (4) im Wesentlichen quer oder schräg zur Längsachse der Speiche (4) ausgebildet ist.
17. Fahrzeugrad nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Radstern (2), zumindest im Bereich des quer oder schräg zur Längsachse der Speiche (4) ausgebildeten Hohlraums (10'), durch ein weiteres, in einem radialen Teilbereich als Speiche (4') ausgeführtes, Radsternblatt (15) gestützt ist.
18. Fahrzeugrad nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil einer durch den Hohlraum (10') gebildeten Auswölbung in einer Vertiefung oder zwischen zumindest zwei Noppen oder Rippen (16) des weiteren Radsternblatts (15) gestützt ist.
19. Fahrzeugrad nach einem der Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das weitere Radsternblatt (15) mit dem Radstern (2) materialschlüssig und/oder mechanisch verbunden ist.
20. Fahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Radstern (2) im Umfangsbereich U mit dem Verbindungsbereich V einer aus faserverbundmaterial vorgefertigten Felge (6) verbunden ist.
21. Fahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Felge aus einem inneren und einem äusseren mehrlagigen Grundlaminat aus faserverstärktem Polymerhalbzeug besteht, zwischen dem mehrere sich in Umfangrichtung erstreckende Bandstapel aus faserverstärktem Polymermaterial angeordnet sind.
22. Fahrzeugrad nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils pro Abschnitt in der Kontur der Felgenauflfläche sich in Umfangrichtung erstreckende Bandlagen angeordnet sind, wobei die einzelnen Bandlagen Bandbreiten aufweisen, welche in etwa der Dicke des jeweiligen Felgenabschnittes entsprechen oder zumindest einzelne Bänder der einzelnen Bandlagen eine grössere Breite aufweisen.
23. Fahrzeugrad nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in einem umlaufenden Teilbereich der Felge durch kraftschlüssige Verbindung des inneren und äusseren mehrlagigen Grundlaminats, zumindest ein Hohlraum(10'') zur Hohlkörperversteifung der Felge (2) gebildet ist.
24. Fahrzeugrad nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (10'') unmittelbar an den Verbindungsbereich V angrenzt.
25. Fahrzeugrad gemäss einem der Ansprüche 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (10'') zumindest einen Kern (11'') enthält.
26. Fahrzeugrad nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (11'') ein Stützelement oder einen Hohlkörper enthält oder ein Hohlkörper ist.
27. Fahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des Umfangsbereich U und des Verbindungsbereich V, Radstern (2) und Felgenhorn (23) durch einen fassringartigen Reif (19) umfasst werden, wobei der Reifen einstückig oder segmentiert ausgeführt ist.
28. Fahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass der faserverstärkte Kunststoff bzw. das Faserverbundmaterial aus glasfaserverstärktem und/oder kohlefaserverstärktem Kunststoff besteht.
29. Fahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass an der der Fahrzeug-Radnabe zugewandten Seite des Radsterns ein Kühlkörper oder ein Hitzereflexionsschild angebracht ist.







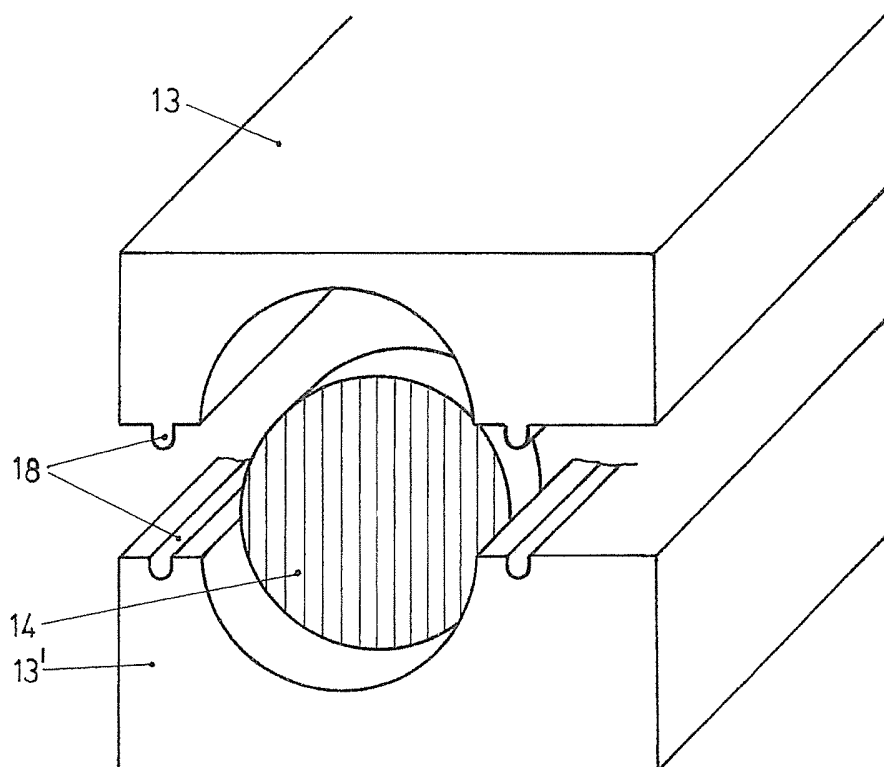
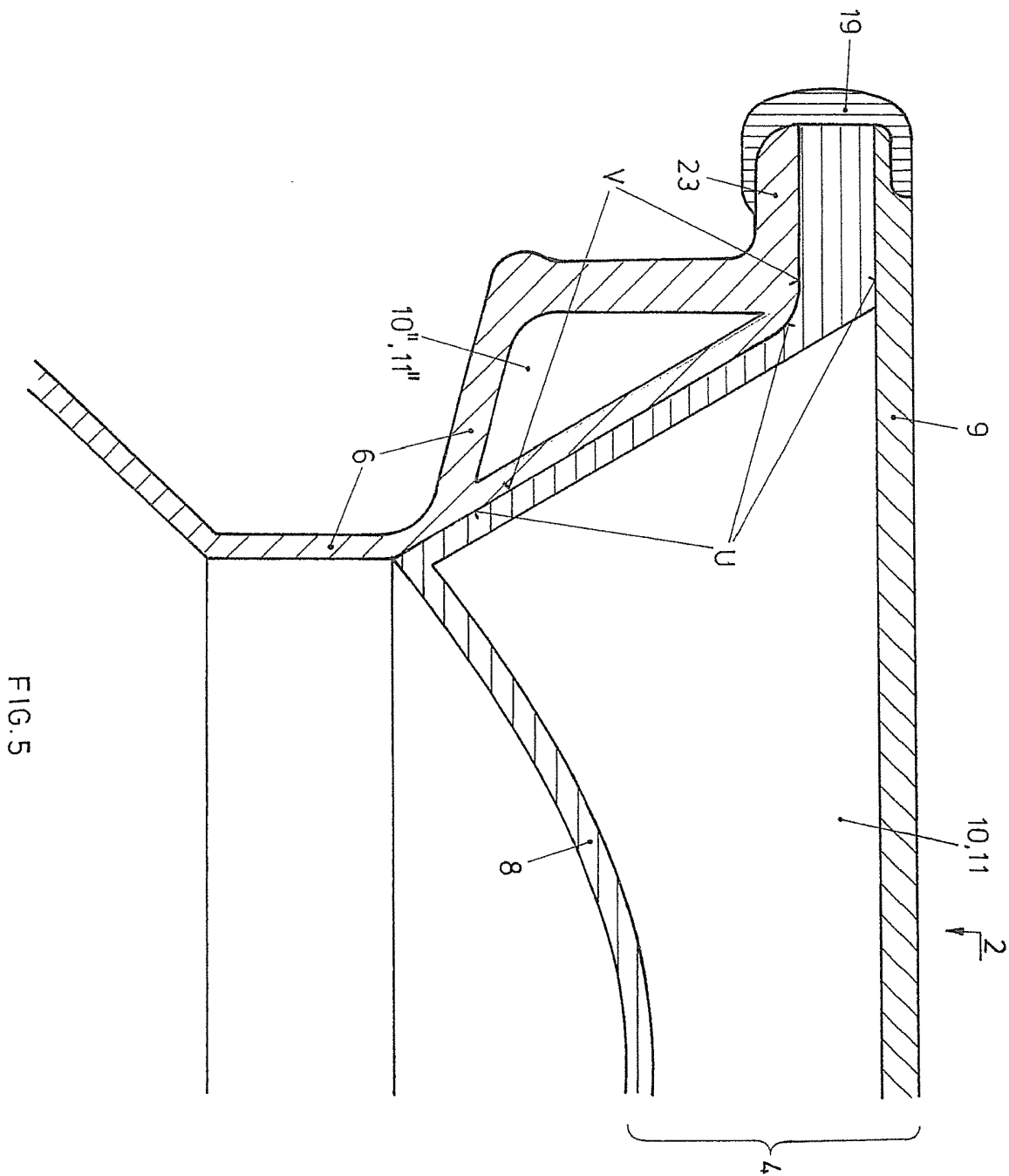


FIG.4



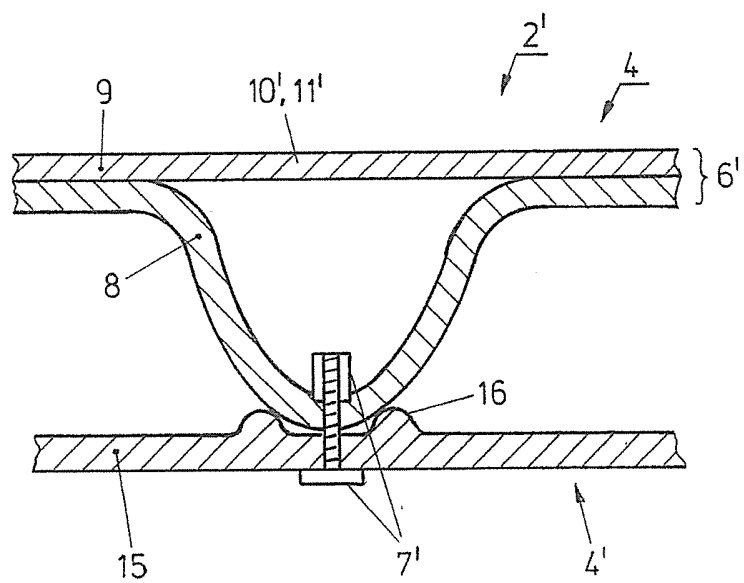


FIG.6