

(19)



(11)

EP 4 549 050 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.05.2025 Patentblatt 2025/19

(21) Anmeldenummer: **24208930.8**

(22) Anmeldetag: **25.10.2024**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22C 9/28 ^(2006.01) **B22D 15/00** ^(2006.01)
B22D 17/20 ^(2006.01) **B22D 17/22** ^(2006.01)
B22D 18/02 ^(2006.01) **B22D 27/11** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B22C 9/28; B22D 15/005; B22D 17/2069;
B22D 17/22; B22D 18/02; B22D 27/11

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(30) Priorität: **31.10.2023 DE 102023130165**

(71) Anmelder: **AUDI AG**
85057 Ingolstadt (DE)

(72) Erfinder: **Hummel, Marc**
74363 Güglingen (DE)

(54) **DRUCKGUSSWERKZEUG SOWIE DRUCKGUSSVERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ROHGUSSRADS**

(57) Die Erfindung betrifft ein zur Herstellung eines Rohgussrads (1), bei dem eine Formfüllung mittels eines zentralen Angusses in einer Füllrichtung von einer Radnabe (3) über Speichen (7) radial nach außen zu einem Vorderhorn (9) sowie von dort axial über ein Felgenbett (11) zu einem Hinterhorn (13) erfolgt. Erfindungsgemäß

weist das Druckgusswerkzeug im Bereich des Hinterhorns (13) zumindest einen, insbesondere eine Anzahl von in Radumfangsrichtung verteilten Nachverdichtern (37, 39) auf, die im Gießprozess das Gießmaterial (42) im Bereich des Hinterhorns (13) verdichten.

EP 4 549 050 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Druckgusswerkzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Druckgussverfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

[0002] Ein Rohgussrad ist in einem Druckgussprozess herstellbar. Nach erfolgter Herstellung wird das Rohgussrad zu einem Fahrzeugrad weiterverarbeitet. In dem Druckgussprozess erfolgt eine Formfüllung mittels eines zentralen Angusses mit einer Füllrichtung von einer Radnabe über Speichen radial nach außen zu einem Vorderhorn sowie von dort axial über ein Felgenbett zu einem Hinterhorn. Der Vorteil von Druckguss besteht in der Möglichkeit, dünne Wandstärken sehr konturnah zu gießen. Das minimiert den Materialeinsatz, schont Ressourcen und reduziert den Fertigungsaufwand durch geringeren Zerspanungsaufwand des Rohgussrads. Ideal ist es im Druckguss, in der Füllrichtung von dicken Wandstärken zu dünnen Wandstärken zu füllen. In diesem Fall beschleunigt die Schmelze immer mehr, wodurch Gießfehler, wie Vorerstarrungen, Erstarrungslunker und Porositäten vermieden werden können.

[0003] Beim Druckgießen eines Rohgussrads besteht die folgende Problematik: Beim Füllvorgang bewegt sich die Fließfront von dem dünnwandigen Felgenbett zum dickwandigen Hinterhorn. Bei einer solchen Fließrichtung vom dünnwandigen Felgenbett zum dickwandigen Hinterhorn entstehen im Hinterhorn Erstarrungslunker. Eine im Gießprozess durchgeführte Nachdruckphase kann im dickwandigen Hinterhorn nicht wirken, da die Schmelze im Bereich dünnwandigen Felgenbetts bereits erstarrt ist und daher keine Kompaktierung im Bereich des Hinterhorns mehr ermöglicht ist. Aus diesem Grund ist es im Stand der Technik nicht möglich, ein porositätsfreies Fahrzeugrad im Bereich des Hinterhorns zu produzieren.

[0004] Aus der DE 10 2020 100 702 A1 ist ein gattungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Kraftwagenfelge aus Aluminium für ein Kraftfahrzeugrad bekannt. Aus der DE 10 2016 104 019 B3 ist eine Vorrichtung zur Herstellung eines Gussteils, insbesondere Radfelge, mittels eines Druckgießprozesses bekannt. Die Vorrichtung weist eine untere Grundplatte, eine obere vertikale bewegliche Platte sowie vier horizontal bewegliche Seitenteile bzw. Seitenschieber auf. Aus der DE 10 2017 125 634 A1 ist eine Gießvorrichtung zum Herstellen einer Leichtmetallfelge bekannt. Die Gießvorrichtung weist eine Grundplatte, einen Stempel sowie Seitenschieber auf. Im Zuge eines Gießprozesses erfolgt ein Nachverdichten über den Stempel zur Vermeidung von Lunkern. Aus der US 2016 368 043 A1 ist eine Vorrichtung zum Druckgießen eines Rades bekannt. Die Vorrichtung weist ein Werkzeug mit einem Unterteil, einem Oberteil sowie vier Seitenteilen auf.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Druckgusswerkzeug sowie ein Druckgussverfahren zur Herstellung eines Rohgussrads bereitzustellen, bei dem

im Vergleich zum Stand der Technik in einfacher Weise Erstarrungslunker im Rohgussrad vermieden werden können.

[0006] Die Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 oder 10 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen offenbart.

[0007] Die Erfindung geht von einem Druckgusswerkzeug zur Herstellung eines Rohgussrads aus. Im Druckgussprozess erfolgt eine Formfüllung mittels eines zentralen Angusses mit einer Füllrichtung von einer Radnabe über Speichen radial nach außen zu einem Vorderhorn sowie von dort axial über ein Felgenbett zu einem Hinterhorn. Gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 werden Erstarrungslunker im Rohgussrad wie folgt vermieden: Das Druckgusswerkzeug weist im Bereich des Hinterhorns eine Anzahl von in Radumfangsrichtung verteilten Nachverdichtern auf. Diese können im Gießprozess das Gießmaterial im Bereich des Hinterhorns lokal verdichten. Durch die lokale Verdichtung wird das noch nicht erstarrte Gießmaterial in der Hinterhorn-Teilkavität über eine Fließstrecke in Radumfangsrichtung verdrängt. Dadurch verteilt sich das Gießmaterial in Radumfangsrichtung gleichmäßig sowie lunkerfrei.

[0008] In einer technischen Umsetzung kann der Nachverdichter ein Nachverdichter-Kolben sein. Der Nachverdichter-Kolben kann während einer Nachverdichtungsphase im Gießprozess in einem Nachverdichter-Hub bis in einen Verdrängungsraum einer Hinterhorn-Teilkavität des Druckgusswerkzeugs unter lokalem Druckaufbau einfahren.

[0009] Bevorzugt ist es, wenn eine Anzahl von Nachverdichtern gleichmäßig umfangsverteilt in der Radumfangsrichtung positioniert sind. Die Anzahl von Nachverdichtern weist eine Gruppe von radialen Nachverdichtern und eine Gruppe von axialen Nachverdichtern auf. Die radialen Nachverdichter sind radial außerhalb der Hinterhorn-Teilkavität des Druckgusswerkzeugs angeordnet. In diesem Fall können die radialen Nachverdichter über einen radialen Nachverdichter-Kolbenhub auf die Hinterhorn-Teilkavität einwirken. Demgegenüber sind die axialen Nachverdichter axial neben der Hinterhorn-Teilkavität des Druckgusswerkzeugs angeordnet, das heißt bevorzugt rechtwinklig zu den radialen Nachverdichtern. Die axialen Nachverdichter können über einen axialen Nachverdichter-Kolbenhub auf die Hinterhorn-Teilkavität des Druckgusswerkzeugs einwirken. Aufgrund der unterschiedlichen Angriffspunkte der axialen sowie radialen Nachverdichter kann prozesstechnisch günstig eine lunkerfreie Materialbeschaffenheit im Bereich des Hinterhorns gewährleistet werden.

[0010] Hierzu ist es bevorzugt, wenn die axialen Nachverdichter und die radialen Nachverdichter in Reihe abwechselnd hintereinander in Radumfangsrichtung angeordnet sowie über Teilungsabstände voneinander versetzt sind. Beispielhaft kann mittig zwischen zwei benachbarten Nachverdichtern (zum Beispiel radialen Nachverdichtern) zumindest ein Nachverdichter der zweiten Gruppe (zum Beispiel ein axialer Nachverdichter)

ter) angeordnet sein.

[0011] In einer konkreten Ausführungsvariante bildet das Hinterhorn mit seiner Außenflanke eine Rad-Rückseite und spannt das Hinterhorn mit seiner Innenflanke zusammen mit dem Felgenbett einen Inneneckbereich auf. In diesem Fall kann der radiale Nachverdichter unmittelbar auf den Inneneckbereich zwischen Hinterhorn-Innenflanke und Felgenbett einwirken. Demgegenüber kann der axiale Nachverdichter auf die Hinterhorn-Außenflanke einwirken.

[0012] Der erfindungsgemäße Gießprozess ist in die folgenden Gießphasen unterteilbar: In einer Aufstauphase wird zunächst ein Gießkolben im Angussbereich des Druckgusswerkzeugs um einen Aufstau-Hub verstellt, um den Angusskanal des Gusswerkzeugs mit Gießmaterial zu füllen. Nach der Aufstauphase erfolgt eine Formfüllphase. In der Formfüllphase wird der Gießkolben des Druckgusswerkzeugs um einen Füllhub verstellt, damit die Kavität des Druckgusswerkzeugs mit flüssigem Gießmaterial gefüllt werden kann. Der Füllvorgang kann in wenigen Millisekunden erfolgen. Nach dem Füllvorgang startet eine Nachdruckphase, in der der Gießkolben um einen Nachdruckhub verstellt wird, damit das in der Kavität befindliche, noch nicht erstarrte Gießmaterial kompaktiert wird, um Erstarrungslunker zu vermeiden. Die Nachdruckphase kann im dickwandigen Hinterhorn nicht wirken, da die Schmelze bereits im Bereich des dünnwandigen Felgenbetts erstarrt ist. Vor diesem Hintergrund weist der erfindungsgemäße Gießprozess eine Nachverdichtungsphase auf. In der Nachverdichtungsphase kommen die Nachverdichter zum Einsatz, um das in der Hinterhorn-Teilkavität befindliche, noch nicht erstarrte Gießmaterial zu kompaktieren. Die Nachverdichtungsphase kann gleichzeitig mit der Nachdruckphase oder zeitlich verzögert zur Nachdruckphase durchgeführt werden.

[0013] Das erfindungsgemäße Druckgussverfahren kann bevorzugt mit Hilfe eines Drei-Platten-Druckgusswerkzeugs durchgeführt werden. Dieses besteht aus einer festen Formhälfte und einer beweglichen Formhälfte sowie einer zwischengeordneten schwimmenden Formhälfte. Die feste Formhälfte und die schwimmende Formhälfte bilden einen zentralen Angussbereich aus, über den die Schmelze in die Kavität gefüllt wird. Die Kavität ist wiederum zwischen der schwimmenden Formhälfte und der beweglichen Formhälfte gebildet.

[0014] Die bewegliche Formhälfte ist in einen Grundkörper sowie in radial äußere Schieber unterteilt. Der Grundkörper der beweglichen Formhälfte weist eine rotationssymmetrische, radial innere Formfläche auf, die die Kavität von innen begrenzt. Demgegenüber bilden die radial äußeren Schieber zusammen eine rotationssymmetrische, radial äußere Formfläche, die die Kavität von außen begrenzt. Die Nachverdichter sind bauraumgünstig wie folgt in den Formhälften integriert: so können die radialen Nachverdichter in den radial äußeren Schiebern hubverstellbar geführt sein. Die axialen Nachverdichter können dagegen im Grundkörper der bewegli-

chen Formhälfte hubverstellbar geführt sein.

[0015] Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beigefügten Figuren beschrieben.

[0016] Es zeigen:

Fig. 1 bis 7 jeweils unterschiedliche Ansichten, anhand derer der Aufbau des Druckgusswerkzeugs sowie das Druckgussverfahren beschrieben sind.

[0017] In der Figur 1 ist ein in einem erfindungsgemäßen Druckgussprozess hergestelltes Rohgussrad 1 gezeigt, das in dem anhand der nachfolgenden Figuren beschriebenen Druckgusswerkzeug hergestellt worden ist. Das Rohgussrad 1 weist eine zentrale Nabe 3 auf, die über eine Nabenkappe 5 geschlossen ist. An der zentralen Radnabe 3 sind Speichen 7 angeformt, die radial außen an einem Vorderhorn 9 abschließen. Das Vorderhorn 9 geht in Axialrichtung in ein dünnwandiges Felgenbett 11 über, das sich bis zu einem dickwandigen Hinterhorn 13 erstreckt.

[0018] Das Rohgussrad 1 weist an einer, die Rad-Rückseite bildenden Hinterhorn-Außenflanke 15 (Figur 2) einen axial abragenden hülsenförmigen Materialdom 19 auf. In gleicher Weise ist auch am Inneneckbereich zwischen Hinterhorn-Innenflanke 14 und dem Felgenbett 11 ein weiterer radial nach außen abragender hülsenförmiger Materialdom 17 angeformt. Die Materialdome 17, 19 wurden bei einer erfindungsgemäßen Nachverdichtung während des Gießprozesses erzeugt. In einem nicht gezeigten Nachbearbeitungsschritt werden sowohl die Materialdome 17, 19 als auch die Nabenkappe 5 von dem Rohgussrad 1 entfernt.

[0019] Das Druckgusswerkzeug zur Herstellung des Rohgussrads 1 ist in der Figur 3 mit einer geschlossenen Werkzeugkavität 20 insoweit angedeutet, als es für das Verständnis der Erfindung erforderlich ist. Demnach ist das Druckgusswerkzeug als ein Drei-Platten-Druckgusswerkzeug realisiert, das aus einer festen Formhälfte 21 und einer beweglichen Formhälfte 23 sowie einer in Axialrichtung zwischengeordneten schwimmenden Formhälfte 25 ausgebildet ist. Die feste Formhälfte 21 und die schwimmende Formhälfte 25 bilden einen Angussbereich mit einem vertikalen Angusskanal 27, einem horizontalen Angusskanal 28 und einer Füllkammer 29. Diese ist von einem horizontal verstellbaren Gießkolben 31 begrenzt. Der horizontale Angusskanal 28 mündet in die Werkzeugkavität 20. Diese ist in der Figur 2 zwischen der schwimmenden Formhälfte 25 und der beweglichen Formhälfte 23 gebildet.

[0020] In der Figur 3 ist die bewegliche Formhälfte 23 unterteilt in einen Grundkörper 33 und in insgesamt vier radial äußere Schieber 35, von denen zwei gegenüberliegende Schieber 35 gezeigt sind. Der Grundkörper 33 der beweglichen Formhälfte 23 bildet eine rotationssymmetrische, radial innere Formfläche, die die Kavität 20 von innen begrenzt. Demgegenüber bilden die radial äußeren Schieber 35 gemeinsam eine rotationssymmet-

rische, radial äußere Formfläche, die die Kavität 20 von außen begrenzt.

[0021] Ein Kern der Erfindung besteht darin, dass sowohl in den Schiebern 35 als auch im Grundkörper 33 der beweglichen Formhälfte 23 Nachverdichter-Kolben 37, 39 hubverstellbar geführt sind. Die Nachverdichter-Kolben 37, 29 sind in radiale Nachverdichter-Kolben 39 und in axiale Nachverdichter-Kolben 37 gruppiert. Die radialen Nachverdichter-Kolben 39 sind in der Figur 3 radial hubverstellbar in den Schiebern 35 geführt, während die axialen Nachverdichter-Kolben 37 axial hubverstellbar im Grundkörper 33 geführt sind. Die radialen Nachverdichter-Kolben 39 können im Gießprozess in einen Verdrängungsraum 41 (Figur 4) der Hinterhorn-Teilkavität einfahren, und zwar unter lokalem Druckaufbau. Entsprechend können im Gießprozess die axialen Nachverdichter-Kolben 37 in einen Verdrängungsraum 43 (Figur 4) der Hinterhorn-Teilkavität unter lokalem Druckaufbau einfahren. Dadurch bilden sich die in der Figur 1 oder 2 gezeigten hülsenartigen Materialdome 17, 19. Mittels der Verstellbewegung der Nachverdichter-Kolben 37, 39 erfolgt in der Hinterhorn-Teilkavität ein lokaler Druckaufbau. Durch den lokalen Druckaufbau wird das noch nicht erstarrte Gießmaterial 42 (Figur 5 oder 6) in der Hinterhorn-Teilkavität über Fließstrecken in Radumfangsrichtung verdrängt, so dass sich das Gießmaterial 42 in Radumfangsrichtung gleichmäßig sowie lunkerfrei verteilt.

[0022] Die axialen sowie radialen Nachverdichter-Kolben 37, 39 sind jeweils in Reihe in Radumfangsrichtung voneinander über Teilungsabstände beabstandet verteilt. Beispielfhaft können die axialen Nachverdichter 39 und die radialen Nachverdichter 37 abwechselnd hintereinander in Radumfangsrichtung angeordnet sein. Auf diese Weise kann zwischen zwei benachbarten axialen Nachverdichtern 37 zumindest ein radialer Nachverdichter 39 positioniert sein.

[0023] Nachfolgend wird beispielhaft ein Gießprozess zur Herstellung des in der Figur 1 gezeigten Rohgussrads 1 erläutert. Demnach ist der erfindungsgemäße Gießprozess in die folgenden vier Gießphasen unterteilt: In einer Aufstauphase wird der Gießkolben 31 über einen Aufstau-Hub bewegt, wodurch das flüssige Gießmaterial 42 im vertikalen Angusskanal 27 (Figur 3) bis zu einer Oberkante am Übergang zum horizontalen Angusskanal 28 ansteigt. Danach folgt eine Formfüllphase, in der der Gießkolben 31 über einen Formfüllhub weiter verstellt wird, um die Kavität 20 mit dem flüssigen Gießmaterial 42 zu füllen. Anschließend wird eine Nachdruckphase eingeleitet, in der der Gießkolben 31 um einen Nachdruckhub verstellt wird, um eine Erstarrungsschrumpfung in der Kavität 20 auszugleichen.

[0024] Die Nachdruckphase wirkt jedoch nicht in der Hinterhorn-Teilkavität, da im Bereich des dünnwandigen Felgenbettes 11 bereits erstarrtes Gießmaterial 44 (Figur 5 oder 6) gebildet ist. Damit auch in der Hinterhorn-Teilkavität eine Kompaktierung erfolgt, wird die erfindungsgemäße Nachverdichtungsphase durchgeführt. In der

Nachverdichtungsphase fahren die axialen und radialen Nachverdichter-Kolben 37, 39 in die Verdrängungsräume 41, 43 der Hinterhorn-Teilkavität des Druckgusswerkzeugs unter lokalem Druckaufbau ein (Figur 6). Dadurch wird das Rohgussrad 1 auch im Hinterhorn-Bereich porositätsfrei hergestellt ist.

[0025] In der Figur 7 ist beispielhaft ein Rohgussrad 1 in einer perspektivischen Ansicht von hinten gezeigt. Demnach sind an der Hinterhorn-Außenflanke 15 insgesamt sechzehn axial abragende Materialdome 19 angeformt, während im Inneneckbereich zwischen Hinterhorn-Innenflanke 14 und Felgenbett 11 insgesamt acht radial abragende Materialdome 17 angeformt sind. Bei einer solchen Verteilung der Materialdome 17, 19 muss das Druckgusswerkzeug insgesamt sechzehn axiale Nachverdichter-Kolben 37 und acht radiale Nachverdichter-Kolben 39 aufweisen. Zwischen zwei benachbarten radialen Nachverdichter-Kolben 39 sind jeweils paarweise zwei axiale Nachverdichter-Kolben 37 positioniert, wie aus der Materialdom-Anordnung der Figur 7 hervorgeht. Von daher können in jedem der insgesamt vier Schieber 35 jeweils zwei radiale Nachverdichter-Kolben 39 verbaut sein.

25 BEZUGSZEICHENLISTE:

[0026]

1	Rohgussrad
3	Nabe
5	Nabenkappe
7	Speichen
9	Vorderhorn
11	Felgenbett
13	Hinterhorn
14	Hinterhorn-Innenflanke
15	Hinterhorn-Außenflanke
17	hülsenförmiger Materialdom
19	hülsenförmiger Materialdom
20	Kavität
21	feste Formhälfte
23	bewegliche Formhälfte
25	schwimmende Formhälfte
27	vertikaler Angusskanal
28	horizontaler Angusskanal
29	Füllkammer
31	Gießkolben
33	Grundkörper
35	Schieber
37	axialer Nachverdichter-Kolben
39	radialer Nachverdichter-Kolben
41	Verdrängungsraum
42	flüssiges Gießmaterial bzw. Schmelze
43	Verdrängungsraum
44	erstarrtes Gießmaterial

Patentansprüche

1. Druckgusswerkzeug zur Herstellung eines Rohgussrads (1), bei dem eine Formfüllung mittels eines zentralen Angusses in einer Füllrichtung von einer Radnabe (3) über Speichen (7) radial nach außen zu einem Vorderhorn (9) sowie von dort axial über ein Felgenbett (11) zu einem Hinterhorn (13) erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Vermeidung von Erstarrungslunkern das Druckgusswerkzeug im Bereich des Hinterhorns (13) eine Anzahl von in Radumfangsrichtung verteilten Nachverdichtern (37, 39) aufweist, die im Gießprozess das Gießmaterial (42) im Bereich des Hinterhorns (13) verdichten, und dass die Anzahl von Nachverdichtern eine Gruppe von radialen Nachverdichtern (39) und eine Gruppe von axialen Nachverdichtern (37) aufweist.

5

10

15
2. Druckgusswerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder der Nachverdichter (37, 39) ein Nachverdichter-Kolben ist, und dass der Nachverdichter-Kolben (37, 39) während einer im Gießprozess stattfindenden Nachverdichtungsphase in einen Verdrängungsraum (41, 43) einer Hinterhorn-Teilkavität des Druckgusswerkzeugs einfährt, und zwar unter lokalem Druckaufbau in der in der Hinterhorn-Teilkavität befindlichen Schmelze (42).

20

25

30
3. Druckgusswerkzeug nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gruppe von radialen Nachverdichtern (39) radial außerhalb der Hinterhorn-Teilkavität des Druckgusswerkzeugs angeordnet sind, und dass die radialen Nachverdichter (39) mit einem radialen Nachverdichter-Kolbenhub auf die Hinterhorn-Teilkavität einwirken, und dass die Gruppe von axialen Nachverdichtern (37) axial neben der Hinterhorn-Teilkavität des Druckgusswerkzeugs angeordnet sind, das heißt rechtwinklig zu den radialen Nachverdichtern (37), und dass die axialen Nachverdichter (39) mit einem axialen Nachverdichter-Kolbenhub auf die Hinterhorn-Teilkavität des Druckgusswerkzeugs einwirken.

35

40

45
4. Druckgusswerkzeug nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axialen Nachverdichter (37) und die radialen Nachverdichter (39) in Reihe abwechselnd hintereinander in Radumfangsrichtung angeordnet und über Teilungsabstände voneinander versetzt sind, so dass mittig zwischen zwei benachbarten Nachverdichtern (37) der ersten Gruppe zumindest ein Nachverdichter (39) der zweiten Gruppe angeordnet ist.

50

55
5. Druckgusswerkzeug nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hinterhorn (13) mit seiner Außenflanke (15) eine Rad-Rückseite bildet und mit seiner Innenflanke (14) zusammen mit dem Felgenbett (11) einen Inneneckbereich aufspannt, und dass der radiale Nachverdichter (39) auf den Inneneckbereich zwischen Hinterhorn-Innenflanke (17) und Felgenbett (11) einwirkt, und dass der axiale Nachverdichter (37) auf die Hinterhorn-Außenflanke (15) einwirkt.

5
6. Druckgusswerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gießprozess eine Formfüllphase aufweist, in der ein Gießkolben (31) im Angussbereich des Druckgusswerkzeugs um einen Füllhub verstellbar ist, um die Kavität (20) des Druckgusswerkzeugs komplett mit flüssigem Gießmaterial (42) zu füllen, und dass der Gießprozess eine Nachdruckphase aufweist, in der der Gießkolben (31) um einen Nachdruckhub verstellt wird, um das in der Kavität (20) befindliche, noch nicht erstarrte Gießmaterial zu kompaktieren, und dass die Nachverdichtungsphase gleichzeitig mit der Nachdruckphase oder zeitlich verzögert zur Nachdruckphase stattfindet.

20
7. Druckgusswerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckgusswerkzeug ein Drei-Platten-Druckgusswerkzeug ist, das aus einer festen Formhälfte (21) und einer beweglichen Formhälfte (23) sowie einer zwischengeordneten schwimmenden Formhälfte (25) ausgebildet ist, und dass die feste Formhälfte (21) und die schwimmende Formhälfte (25) einen Angussbereich ausbilden, über den das flüssige Gießmaterial (42) in die Kavität (20) gefüllt wird, und dass zwischen der schwimmenden Formhälfte (25) und der beweglichen Formhälfte (23) die Kavität (20) gebildet ist.

30
8. Druckgusswerkzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewegliche Formhälfte (23) unterteilt ist in einen Grundkörper (33), der eine rotationssymmetrische, radial innere Formfläche aufweist, die die Kavität (20) von innen begrenzt, und in insbesondere vier radial äußere Schieber (35), die zusammen eine rotationssymmetrische, radial äußere Formfläche bilden, die die Kavität (20) außen begrenzt.

40

45
9. Druckgusswerkzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radialen Nachverdichter (39) in den radial äußeren Schiebern (35) hubverstellbar geführt sind, und zwar insbesondere zwei radiale Nachverdichter (39) je Schieber (35), und/oder dass die axialen Nachverdichter (37) im Grundkörper (33) der beweglichen Formhälfte (23) hubverstellbar geführt sind.

50

55

10. Verfahren zur Herstellung eines Rohgussrads (1) in einem Druckgusswerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Formfüllung mittels eines zentralen Angusses in einer Füllrichtung von einer Radnabe (3) über Speichen (7) radial nach außen zu einem Vorderhorn (9) sowie von dort axial über ein Felgenbett (11) zu einem Hinterhorn (13) erfolgt, 5
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** zur Vermeidung von Erstarrungslunkern das Druckgusswerkzeug im Bereich des Hinterhorns (13) eine Anzahl von in Radumfangsrichtung verteilten Nachverdichtern (37, 39) aufweist, die im Gießprozess das Gießmaterial (42) im Bereich des Hinterhorns (13) verdichten, und dass die Anzahl von Nachverdichtern eine Gruppe von radialen Nachverdichtern (39) und eine Gruppe von axialen Nachverdichtern (37) aufweist. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

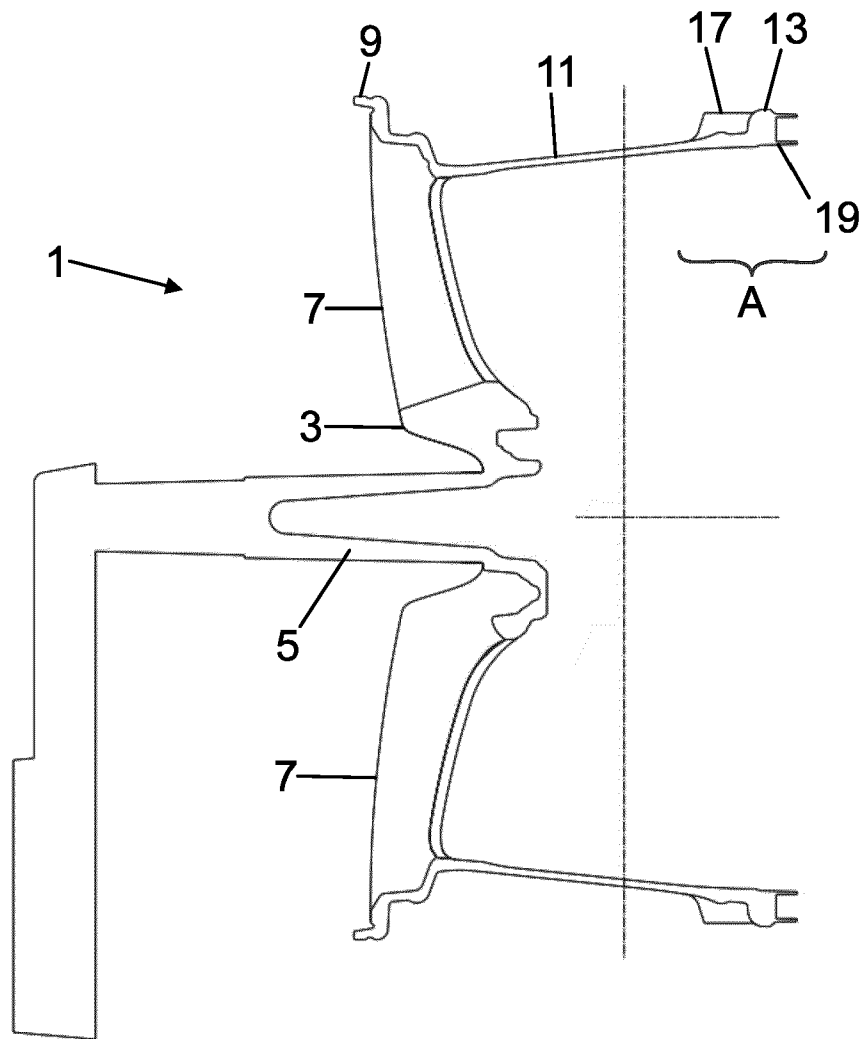


Fig. 2

Detail A

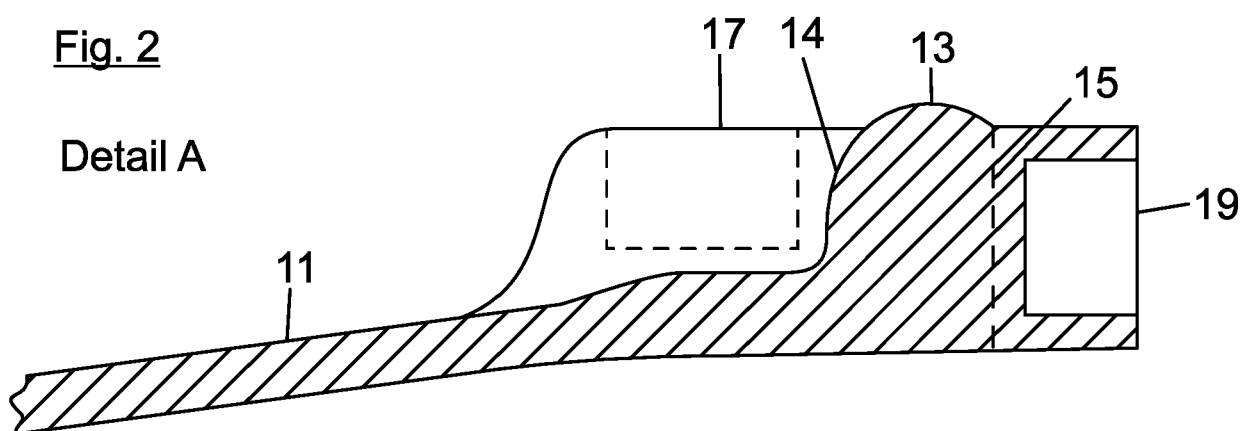


Fig. 3

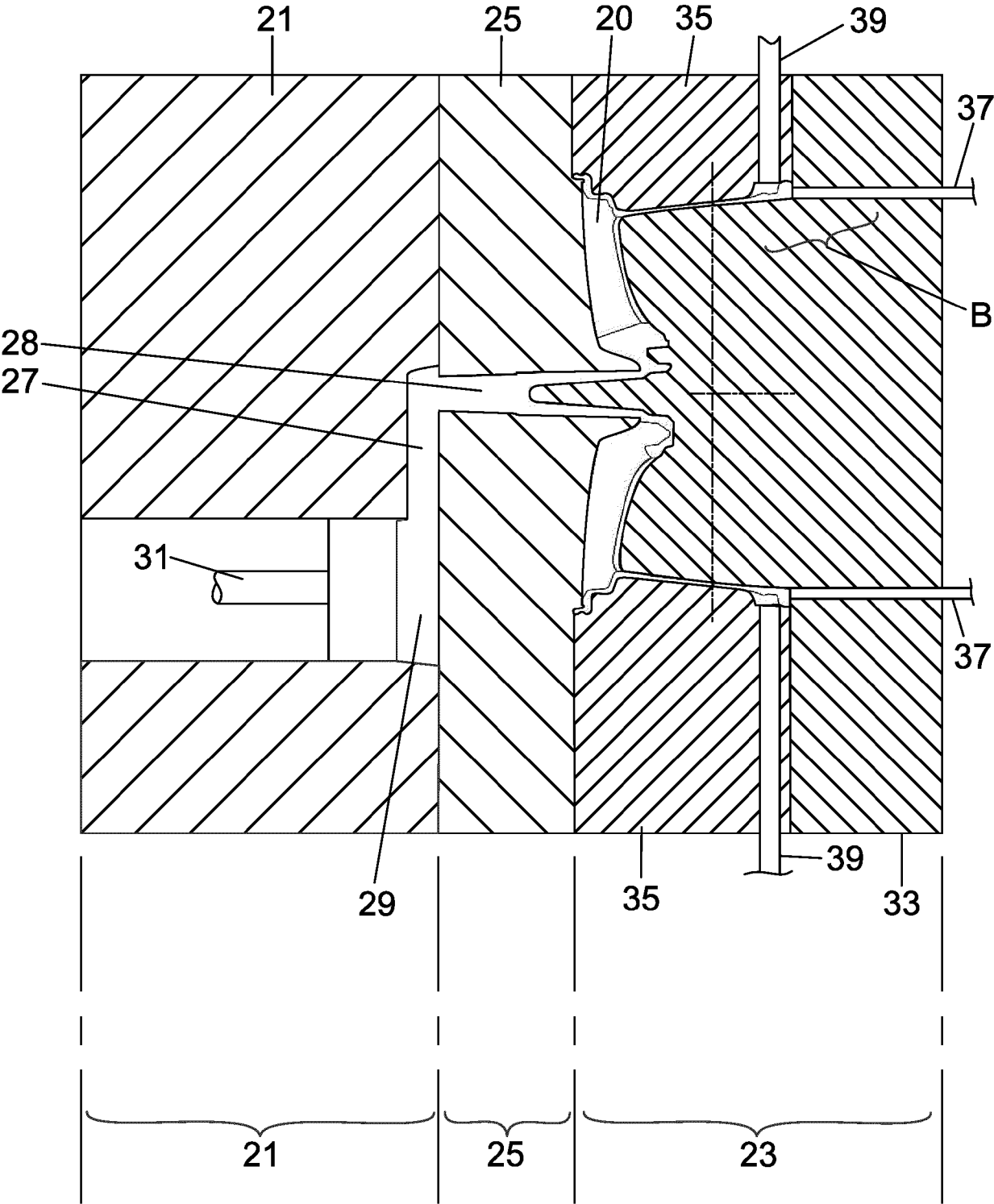


Fig. 4

Detail B

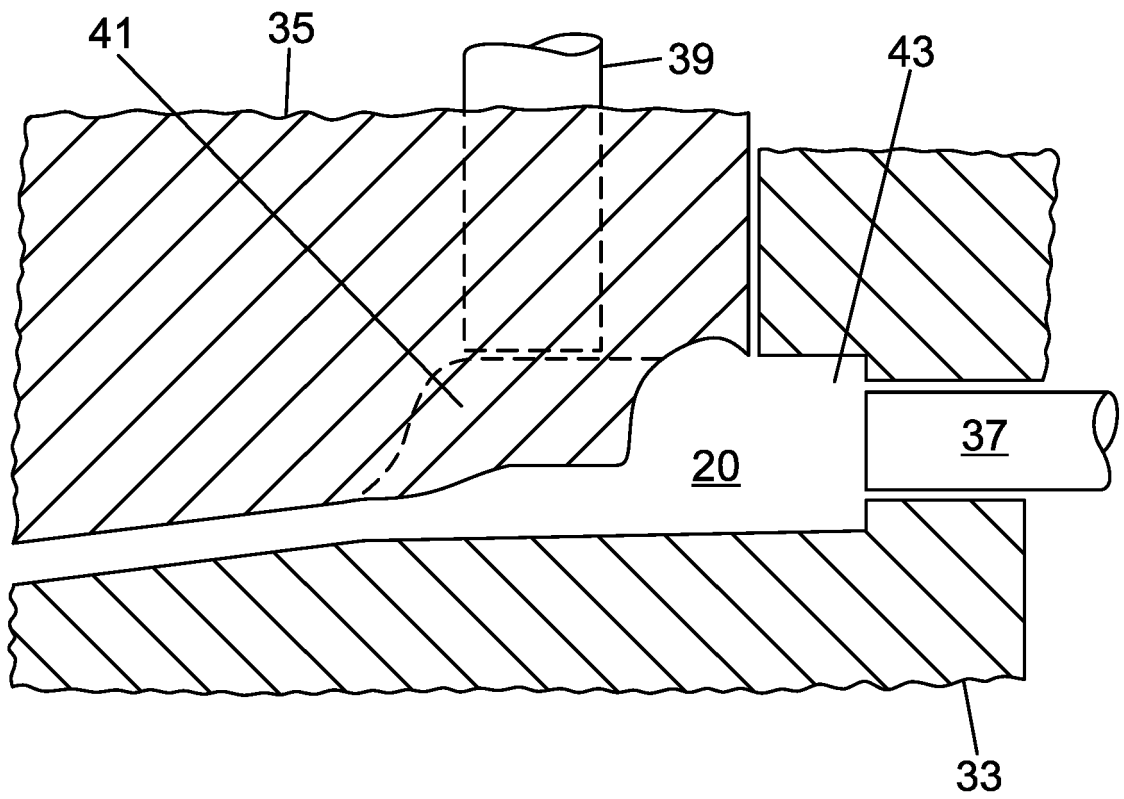


Fig. 5

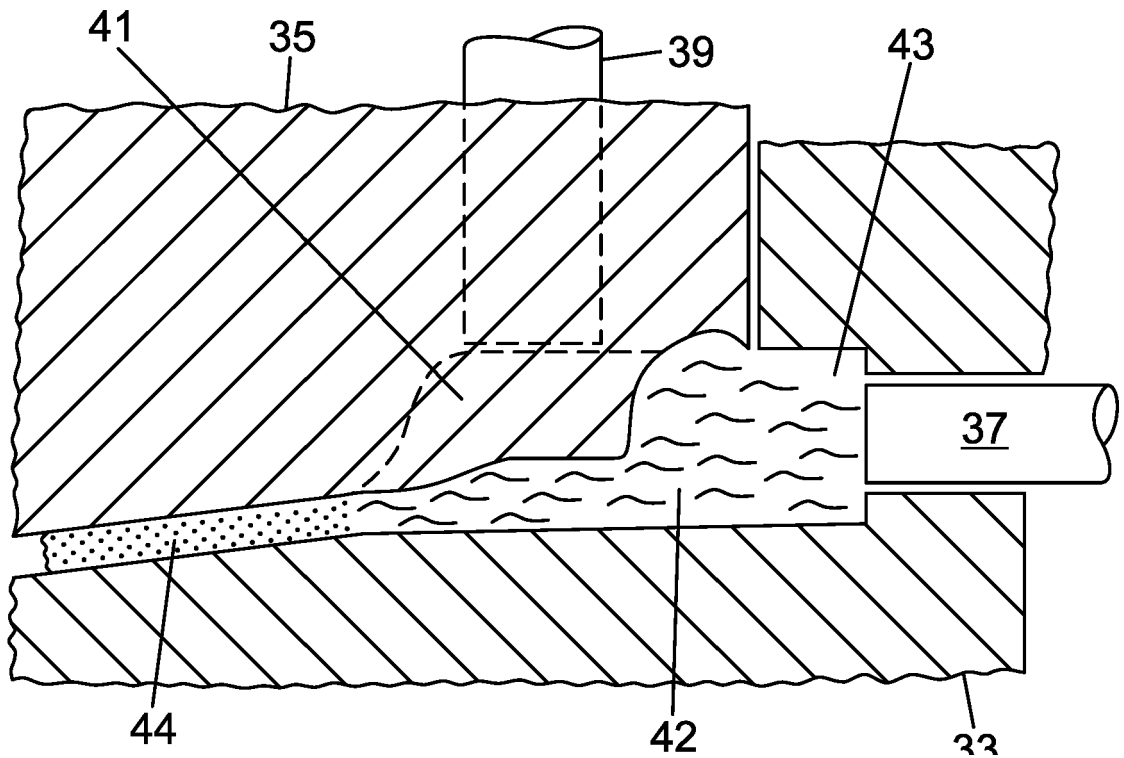
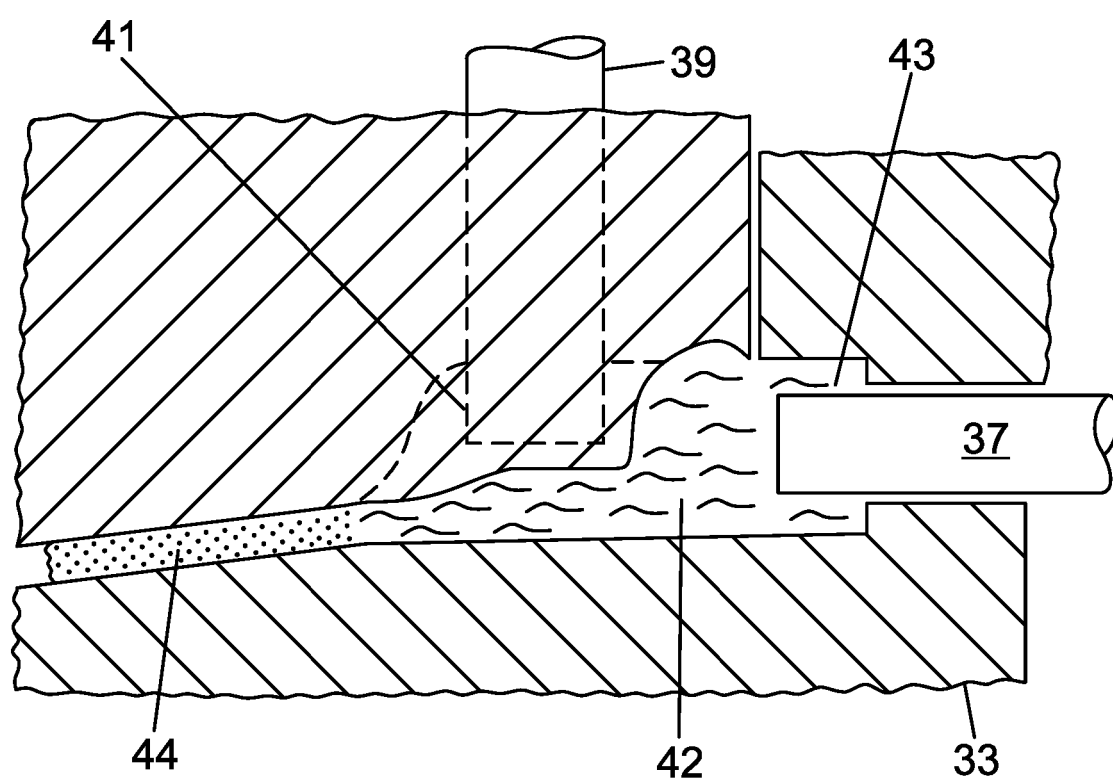


Fig. 6



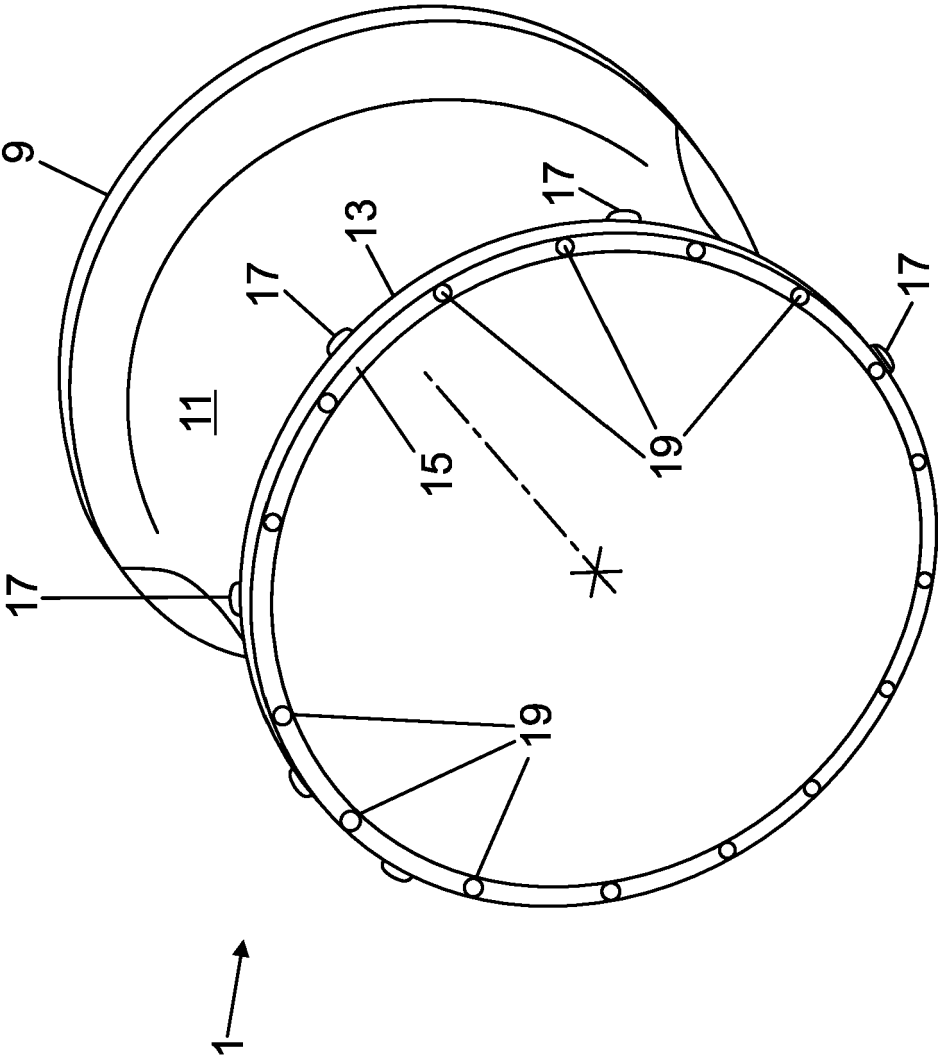


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 20 8930

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2023/022011 A1 (REILING JAAN MATTES [DE] ET AL) 26. Januar 2023 (2023-01-26) * Absätze [0011], [0016], [0017], [0050], [0051], [0057], [0060], [0061]; Anspruch 20 *	1-10	INV. B22C9/28 B22D15/00 B22D17/20 B22D17/22 B22D18/02 B22D27/11
A	KR 2019 0031009 A (RHEOFORGE CO LTD [KR]; KIM GI WON [KR]; CHE HYEON JONG [KR]) 25. März 2019 (2019-03-25) * Absätze [0002], [0043], [0044]; Abbildung 3 *	1-10	
A	GB 1 410 770 A (DIMO HOLDINGS) 22. Oktober 1975 (1975-10-22) * Abbildung 1 * * Seite 1; Zeilen 10-13 * * Seite 2; Zeilen 52-65 * * Seite 2; Zeilen 72-84 und 96-105 *	1-10	
A	DE 295 21 266 U1 (BBS KRAFTFAHRZEUGTECHNIK [DE]) 5. Dezember 1996 (1996-12-05) * Abbildung *	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22C B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. März 2025	Prüfer Momeni, Mohammad
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 24 20 8930

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11 - 03 - 2025

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2023022011 A1	26-01-2023	CN 115003518 A	02-09-2022
		DE 102020100702 A1	15-07-2021
		EP 4090543 A1	23-11-2022
		US 2023022011 A1	26-01-2023
		WO 2021144072 A1	22-07-2021

KR 20190031009 A	25-03-2019	KEINE	

GB 1410770 A	22-10-1975	KEINE	

DE 29521266 U1	05-12-1996	KEINE	

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102020100702 A1 **[0004]**
- DE 102016104019 B3 **[0004]**
- DE 102017125634 A1 **[0004]**
- US 2016368043 A1 **[0004]**