

(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
12. Dezember 2024 (12.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/251449 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29C 39/10 (2006.01) B29C 39/42 (2006.01)
B29C 39/24 (2006.01) B29C 45/57 (2006.01)
B29C 39/26 (2006.01) H02K 15/12 (2006.01)
B29C 39/40 (2006.01) B29C 39/44 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/062583

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. Mai 2024 (07.05.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 114 758.7
06. Juni 2023 (06.06.2023) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: **SCHMID, Peter**; Ferdinandstr. 23, 82140 Ol-
ching (DE). **SCHMIDT, Alexander**; Pasinger Heuweg 114
g, 80999 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

(54) Title: VACUUM-PRESSURE-GELATION TOOL FOR CASTING A CASTING MATERIAL ONTO A COMPONENT,
SYSTEM AND PROCESS FOR CASTING

(54) Bezeichnung: VAKUUMDRUCKGELIERWERKZEUG ZUM GIEßEN EINES GIEßMATERIALS AN EIN BAUTEIL,
SYSTEM SOWIE VERFAHREN ZUM GIEßEN

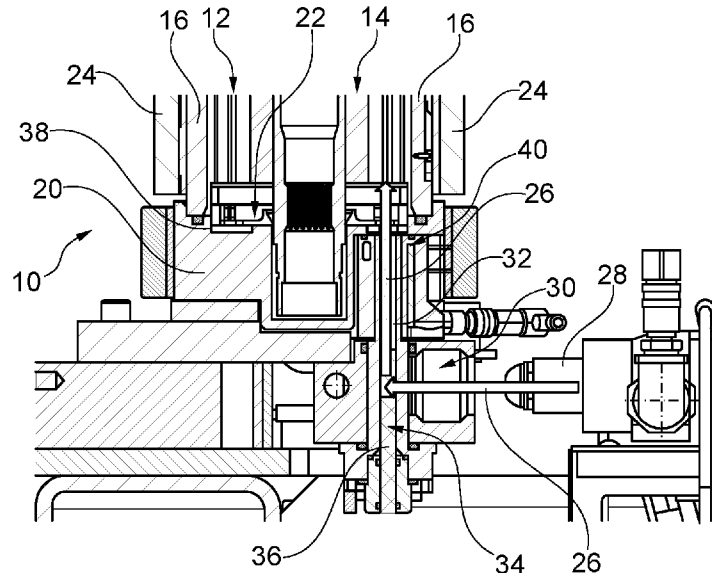


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a vacuum-pressure-gelation tool (10) for casting a casting material (26) onto a component (14), the tool comprising a casting mould (12), into which the component (14) can be placed, comprising a nozzle mount (30), onto which a casting nozzle (28) can be docked, whereby the docked-on casting nozzle (28) can be used for filling the vacuum-pressure-gelation tool (10) with the casting material (26), comprising a connecting line (32), which fluidically connects the nozzle mount (30) to the casting mould (12), whereby the casting material (26) can be guided from the nozzle mount (30) to the casting mould (12), and the casting material (26) is vacuum-diecast onto the component (14), and comprising a conveying device (34), by means of which the casting material (26) can be conveyed in the connecting line (32).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) zum Gießen eines Gießmaterials (26) an ein Bauteil (14), mit einer Gussform (12), in welche das Bauteil (14) eingelegt werden kann, mit einer Düsenaufnahme (30), an welche eine Gießdüse (28) andocken kann, wodurch über die angedockte Gießdüse (28) das Gießmaterial (26) in das Vakuumdruckgelierwerkzeug



WO 2024/251449 A1

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(10) gefüllt werden kann, mit einer Verbindungsleitung (32), welche die Düsenaufnahme (30) fluidisch mit der Gussform (12) verbindet, wodurch das Gießmaterial (26) von der Düsenaufnahme (30) zu der Gussform (12) geführt werden kann und das Gießmaterial (26) an das Bauteil (14) vakuumdruckgegossen wird, und mit einer Fördereinrichtung (34), mittels welcher das Gießmaterial (26) in der Verbindungsleitung (32) gefördert werden kann.

5 Vakuumdruckgelierwerkzeug zum Gießen eines Gießmaterials an ein Bauteil, System
sowie Verfahren zum Gießen

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Vakuumdruckgelierwerkzeug zum Gießen eines
Gießmaterials an ein Bauteil, ein System zum Vakuumdruckgelieren sowie ein Verfahren
zum Gießen eines Gießmaterials an ein Bauteil mittels eines Systems zum Vakuum-
15 druckgelieren.

Die WO 2020/043381 A1 offenbart ein Werkzeug zum Umspritzen oder Vergießen von
Rotoren. Hierbei erfolgt das Umspritzen, Umgießen oder Vergießen mittels eines Ver-
gussverfahrens, insbesondere mittels Vakuumdruckgelieren. Hierbei wird ein Zweikomp-
20 ponenten-Duroplast, insbesondere Harz und Härter, getrennt, unter Vakuum aufbereitet und
das Materialgemisch von unten in einen Anordnungsraum gebracht, unter Druckbeauf-
schlagung in der Form geliert und angehärtet.

Weiterhin ist aus der DE 10 2019 128 499 A1 ein Verfahren zum Bestimmen des Dosier-
25 volumens für das Umspritzen, Vergießen oder Umgießen eines Bauteils bekannt. Zum
Fixieren eines Rotors an einer stromerregten Synchronmaschine wird dieser in einer Form
oder Kavität eingelegt und mit Vergussmasse umspritzt oder umgossen. Hierbei wird der
Rotor insbesondere mittels Vakuumdruckgelieren fixiert.

30 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Lösung zu schaffen, welche ein beson-
ders zeiteffizientes Vakuumdruckgelieren mehrerer Bauteile ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weitere
mögliche Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung
35 und den Figuren offenbart. Merkmale, Vorteile und mögliche Ausgestaltungen, die im

Rahmen der Beschreibung für einen der Gegenstände der unabhängigen Ansprüche dargestellt sind, sind zumindest analog als Merkmale, Vorteile und mögliche Ausgestaltungen des jeweiligen Gegenstands der anderen unabhängigen Ansprüche sowie jeder möglichen Kombination der Gegenstände der unabhängigen Ansprüche, gegebenenfalls in
5 Verbindung mit einem oder mehr der Unteransprüche, anzusehen.

Die Erfindung betrifft ein Vakuumdruckgelierwerkzeug zum Gießen eines Gießmaterials an ein Bauteil. Insbesondere wird mittels des Vakuumdruckgelierwerkzeugs ein Harz als Gießmaterial an das Bauteil gegossen bzw. das Bauteil mittels des Gießmaterials vergossen.
10 sen. Das Vakuumdruckgelierwerkzeug umfasst eine Gussform, in welche das Bauteil eingelegt werden kann. Weiterhin umfasst das Vakuumdruckgelierwerkzeug eine Düsenaufnahme, an welcher eine Gießdüse andocken kann, wodurch über die angedockte Gießdüse das Gießmaterial in das Vakuumdruckgelierwerkzeug gefüllt werden kann. Mit anderen Worten wird das Gießmaterial von der Gießdüse bereitgestellt und über die Düsenaufnahme in das Vakuumdruckgelierwerkzeug eingefüllt. Nach dem Einfüllen des Gießmaterials mittels der Gießdüse über die Düsenaufnahme in das Vakuumdruckgelierwerkzeug kann die Gießdüse von der Düsenaufnahme gelöst und entfernt werden. Infolgedessen kann die Gießdüse zum Befüllen eines weiteren Vakuumdruckgelierwerkzeugs mit dem Gießmaterial verwendet werden. Hierdurch können mittels einer Gießdüse besonders viele Vakuumdruckgelierwerkzeuge innerhalb einer besonders kurzen Zeitspanne mit dem Gießmaterial gefüllt werden.
20

Das Vakuumdruckgelierwerkzeug umfasst weiterhin eine Verbindungsleitung, welche die Düsenaufnahme fluidisch mit der Gussform verbindet, wodurch das Gießmaterial von der Düsenaufnahme zu der Gussform geführt werden kann und wodurch das Gießmaterial an das Bauteil vakuumdruckgegossen wird. Um zu vermeiden, dass aufgrund eines Volumenschwunds des Gießmaterials beim Aushärten ungewünschte Lunker oder Löcher eines Vergusses an dem Bauteil entstehen, umfasst das Vakuumdruckgelierwerkzeug eine Fördereinrichtung, mittels welcher das Gießmaterial in der Verbindungsleitung gefördert werden kann. Das bedeutet, dass die Fördereinrichtung dazu eingerichtet ist, das Gießmaterial in der Verbindungsleitung nachzufördern und somit in die Gussform nachzudrücken. Mittels der Fördereinrichtung kann sichergestellt werden, dass das Gießmaterial in der Gussform dauerhaft während des Aushärtens unter Druck steht, indem mittels der Fördereinrichtung das in der Verbindungsleitung angeordnete Gießmaterial in Richtung der Gussform gedrückt und somit nachgefördert wird.
35

Beim Vakuumdruckgelieren unterliegt das Gießmaterial, insbesondere ein Gießharz, beim Aushärten einer chemisch bedingten Schwindung, welche zu Schwundlunkern und Rissen führen kann. Es ist deshalb vorgesehen, dass das Gießmaterial unter Druck ausgehärtet wird. Hierbei wird ständig während des Aushärtens Gießmaterial nachgepresst, um den Schwund zu kompensieren. Hierdurch lassen sich besonders kurze Aushärtezeiten erreichen. Beim Vakuumdruckgelieren wird das Gießmaterial unter Druck in die Gussform gepresst und dieser Druck während des Aushärtens des Gießmaterials in der Gussform aufrechterhalten. Die Gussform ist infolgedessen besonders stabil gegenüber Druck auszugestalten. Beim Vakuumdruckgelieren erfolgt ein Anlegen eines Vakuums an die Gussform, um ein blasenfreies Gießen des Gießmaterials an das Bauteil zu erreichen. Da ein absolutes Vakuum technisch nicht realisierbar ist, kann in der Gussform beim Gießen ein Restdruck von wenigen Millibar herrschen. Bilden sich beim Gießen des Gießmaterials in der Gussform Blasen, dann werden diese beim Brechen des Vakuums fast vollständig zusammengedrückt. Eventuell auftretende Blasen werden beim Belüften auf Atmosphärendruck auf ein besonders kleines Volumen zusammengedrückt. Im Rahmen des Vakuumdruckgelierens kann somit das Gießmaterial besonders blasenfrei an das Bauteil gegossen werden, wobei besonders kurze Aushärtezeiten erreicht werden können.

Üblicherweise würde mittels der Gießdüse durch Nachdrücken von Gießmaterial der Druck des Gießmaterials in der Gussform während des Aushärtens des Gießmaterials aufrechterhalten werden. Hierfür ist jedoch die Gießdüse an dem Vakuumdruckgelierwerkzeug zu halten und kann während des Aushärtens nicht zum Befüllen eines weiteren Vakuumdruckgelierwerkzeugs genutzt werden. Das beschriebene Vakuumdruckgelierwerkzeug ermöglicht, dass in der Gussform das Gießmaterial zuverlässig unter Druckbeaufschlagung aushärten kann, ohne dass die Gießdüse während des gesamten Aushärtprozesses das Gießmaterial in das Vakuumdruckgelierwerkzeug nachdrücken muss. Stattdessen kann die Gießdüse nach dem Einfüllen des Gießmaterials in das Vakuumdruckgelierwerkzeug von dem Vakuumdruckgelierwerkzeug gelöst und für das Befüllen eines weiteren Vakuumdruckgelierwerkzeugs mit dem Gießmaterial verwendet werden. Das beschriebene Vakuumdruckgelierwerkzeug ermöglicht, dass mittels einer einzigen Gießdüse mehrere Vakuumdruckgelierwerkzeuge besonders zeiteffizient mit Gießmaterial versorgt werden können.

- In einer möglichen Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Fördereinrichtung einen in der Verbindungsleitung geführten Stößel umfasst, mittels welchem in der Verbindungsleitung angeordnetes Gießmaterial zu der Gussform gefördert werden kann. Dieser Stößel ist insbesondere translatorisch in der Verbindungsleitung in Längserstreckungsrichtung der Verbindungsleitung bewegbar, wodurch das Gießmaterial in der Verbindungsleitung mittels des Stößels Richtung Gussform gedrückt werden kann. Ein Außendurchmesser des Stößels korrespondiert mit einem Innendurchmesser der Verbindungsleitung, wodurch von dem Stößel der Querschnitt der Verbindungsleitung zumindest im Wesentlichen vollständig überdeckt ist. Infolgedessen kann gewährleistet werden, dass mittels des Stößels das in der Verbindungsleitung angeordnete Gießmaterial zuverlässig in Richtung der Gussform gedrückt wird. Ein Ausweichen des Gießmaterials an dem Stößel vorbei, während mittels des Stößels versucht wird, das Gießmaterial in Richtung der Gussform zu drücken, kann somit besonders gut vermieden werden.
- 15 In einer weiteren möglichen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Vakuumdruckgelierwerkzeug einen Drucksensor umfasst, welcher in der Gussform angeordnet ist. Mittels des Drucksensors ist ein Druck des in die Gussform gegossenen Gießmaterials feststellbar. Weiterhin ist die Fördereinrichtung dazu eingerichtet, das Gießmaterial in der Verbindungsleitung in Abhängigkeit von dem ermittelten Druck zu fördern.
- 20 Beim Vakuumdruckgelieren wird somit mittels des Drucksensors ermittelt, welchen Druck das Gießmaterial in der Gussform aufweist. In Abhängigkeit von dem mittels des Drucksensors ermittelten Drucks wird mittels der Fördereinrichtung das Gießmaterial in der Verbindungsleitung gefördert, um einen vorgegebenen Druck des Gießmaterials in der Gussform einzustellen bzw. aufrechtzuerhalten. Durch das Zusammenspiel des Drucksensors mit der Fördereinrichtung kann besonders sicher gewährleistet werden, dass der Druck des Gießmaterials in der Gussform während des Aushärtens des Gießmaterials aufrechterhalten wird.
- 25 In einer weiteren möglichen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Vakuumdruckgelierwerkzeug eine Heizung umfasst, mittels welcher in der Verbindungsleitung angeordnetes Gießmaterial erwärmt werden kann. Beispielsweise kann mittels der Heizung ein Auskühlen des Gießmaterials in der Verbindungsleitung unterbunden werden. Die Heizung ist dazu eingerichtet, das Gießmaterial zu erwärmen, wodurch eine Fließfähigkeit des Gießmaterials aufrechterhalten werden kann. Hierdurch kann eine Ge-

fahr eines Aushärtens des Gießmaterials in der Verbindungsleitung und infolgedessen ein Verstopfen der Verbindungsleitung besonders geringgehalten werden.

In einer weiteren möglichen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die
5 Gussform dazu eingerichtet ist, einen Rotor einer Traktionsmaschine für ein Kraftfahrzeug aufzunehmen, wodurch mittels des Vakuumdruckgellierwerkzeugs der Rotor mit einer Vergussmasse als Gießmaterial zumindest bereichsweise vergossen werden kann. Die Vergussmasse kann zum einen einer elektrischen Isolierung jeweiliger Bereiche des Rotors und zum anderen zum Gewährleisten eines besonders guten Wärmeübergangs in
10 definierten Bereichen des Rotors dienen. Der besonders gute Wärmeübergang aufgrund der Vergussmasse ermöglicht, dass der Rotor im Betrieb besonders gut gekühlt werden kann und infolgedessen die den Rotor aufweisende Traktionsmaschine besonders effizient betrieben werden kann. Das Vakuumdruckgellierwerkzeug ist somit dazu eingerichtet, den Rotor mit der Vergussmasse als Gießmaterial zu vergießen.

15 Die Erfindung betrifft des Weiteren ein System zum Vakuumdruckgellieren, mit einem Vakuumdruckgellierwerkzeug wie es bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Vakuumdruckgellierwerkzeug beschrieben worden ist. Weiterhin umfasst das System eine Gießdüse, welche dazu eingerichtet ist, reversibel mit dem Vakuumdruckgellierwerkzeug
20 verbunden zu werden. Darüber hinaus ist die Gießdüse dazu eingerichtet, in einem mit dem Vakuumdruckgellierwerkzeug verbundenen Zustand das Gießmaterial in das Vakuumdruckgellierwerkzeug einzufüllen. Nach dem Einfüllen des Gießmaterials in das Vakuumdruckgellierwerkzeug und noch während des Aushärtens des Gießmaterials in der Gussform des Vakuumdruckgellierwerkzeugs kann die Gießdüse von der Düsenaufnahme
25 des Vakuumdruckgellierwerkzeugs gelöst werden, wodurch ein weiteres Vakuumdruckgellierwerkzeug mittels der Gießdüse mit dem Gießmaterial gefüllt werden kann. In dem Vakuumdruckgellierwerkzeug kann das Nachdrücken von Gießmaterial in die Gussform während des Aushärtens des Gießmaterials mittels der Fördereinrichtung umgesetzt werden, mittels welcher das in der Verbindungsleitung angeordnete Gießmaterial in die Gussform
30 nachgedrückt wird.

Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Gießen eines Gießmaterials an ein Bauteil mittels eines Systems, wie es bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen System zum Vakuumdruckgellieren beschrieben worden ist. Insbesondere wird im
35 Rahmen des Verfahrens ein Rotor mit einer Vergussmasse als Gießmaterial vergossen.

Bei dem Verfahren wird das Bauteil in der Gussform des Vakuumdruckgelierwerkzeugs angeordnet. Weiterhin wird die Gießdüse über die Düsenaufnahme mit dem Vakuumdruckgelierwerkzeug gekoppelt. Anschließend wird mittels der Gießdüse das Gießmaterial in das Vakuumdruckgelierwerkzeug eingefüllt. In der Verbindungsleitung angeordnetes
5 Gießmaterial wird bei dem Verfahren mittels der Fördereinrichtung zu der Gussform gefördert. Durch das Fördern des Gießmaterials mittels der Fördereinrichtung in der Verbindungsleitung in Richtung Gussform kann in der Gussform ein Volumenschwund des Gießmaterials aufgrund eines Aushärtens des Gießmaterials kompensiert werden. In dem Verfahren wird somit das Gießmaterial durch Vakuumdruckgelieren an das Bauteil, insbesondere den Rotor, gegossen.
10

In einer möglichen Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass mittels der Fördereinrichtung das Gießmaterial in der Verbindungsleitung gefördert wird, nachdem die Gießdüse von der Düsenaufnahme abgedockt wurde. Mit anderen Worten wird das in der
15 Verbindungsleitung angeordnete Gießmaterial erst dann mittels der Fördereinrichtung zu der Gussform gefördert, wenn die Gießdüse von der Düsenaufnahme gelöst ist. Solange die Gießdüse mit der Düsenaufnahme gekoppelt ist, wird das Gießmaterial durch die Verbindungsleitung durch das Nachdrücken von Gießmaterial aus der Gießdüse in die Gussform gedrückt. Mit anderen Worten unterbleibt ein Fördern des Gießmaterials in der Verbindungsleitung solange, wie die Gießdüse mit der Düsenaufnahme gekoppelt ist. Sobald
20 die Gießdüse von der Düsenaufnahme entfernt ist, wird das in der Verbindungsleitung angeordnete Gießmaterial mittels der Fördereinrichtung nachgedrückt, um den Druck in der Gussform aufrechtzuerhalten, wodurch der Schwund des Gießmaterials beim Aushärten kompensiert werden kann.

25 In einer weiteren möglichen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Druck in der Gussform mittels eines Drucksensors erfasst wird und mittels der Fördereinrichtung eine Fördergeschwindigkeit des Gießmaterials in der Verbindungsleitung derart eingestellt wird, dass der Druck des unausgehärteten Gießmaterials in der Gussform konstant bleibt, bis das Gießmaterial vollständig ausgehärtet ist. Mit anderen Worten erfolgt
30 die Förderung des Gießmaterials in der Verbindungsleitung in Abhängigkeit von dem mittels des Drucksensors gemessenen Druck des Gießmaterials in der Gussform. Das Gießmaterial in der Verbindungsleitung wird mittels der Fördereinrichtung derartig gefördert, dass ein vorgegebener Druck für das Gießmaterial in der Gussform gehalten werden
35 kann. Hierdurch kann zum einen ein besonders schnelles Aushärten des Gießmaterials in

der Gussform erreicht werden und zum anderen ein zuverlässiges Kompensieren des Schwunds des Gießmaterials beim Ausformen erreicht werden.

Weitere Merkmale der Erfindung können sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der
5 Figurenbeschreibung ergeben. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung und/oder in den Figuren allein gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

10 Die Zeichnung zeigt in:

Fig. 1 eine schematische Perspektivansicht eines Vakuumdruckgelierwerkzeugs zum Gießen einer Vergussmasse an einen Rotor einer Traktionsmaschine ei-
15 nes Kraftfahrzeugs, und

Fig. 2 eine ausschnittsweise schematische Schnittansicht eines das Vakuumdruckgelierwerkzeug umfassenden Systems, welches zusätzlich eine Gießdüse um-
20 fasst.

In den Figuren sind gleiche und funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

In Fig. 1 ist ein Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 gezeigt. Das Vakuumdruckgelierwerk-
25 zeug 10 umfasst eine Gussform 12, in welche ein Bauteil 14 eingelegt werden kann. Vorliegend ist es vorgesehen, dass ein Rotor als Bauteil 14 in die Gussform 12 eingelegt wird. Die Gussform 12 wird vorliegend radial von außen von einer Glocke 16 umschlossen, axial nach oben von einem oberen Kernzug 18 verschlossen und radial nach unten von einem unteren Kernzug 20 verschlossen. Der untere Kernzug 20 umfasst einen unteren Auflageteller 22, auf welchem das Bauteil 14, vorliegend der Rotor, abgelegt ist, wäh-
30 rend das Bauteil 14 in der Gussform 12 aufgenommen ist. Das Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 ist in Fig. 2 ausschnittsweise geschnitten gezeigt.

Zum thermischen Isolieren der Glocke 16 können radial außenumfangsseitig der Glocke
35 16 Isoliermanschetten 24 angebracht werden, mittels welchen die Glocke 16 thermisch

isoliert werden kann. Vorliegend ist die Glocke 16 beheizbar. Die Gussform 12 ist vorliegend zumindest im Wesentlichen zylinderförmig ausgestaltet, wodurch als Bauteil 14 der Rotor in der Gussform 12 angeordnet mit einem Gießmaterial 26 vergossen werden kann.

- 5 In Fig. 2 ist ein System zum Vakuumdruckgelieren gezeigt. Dieses System zum Vakuumdruckgelieren umfasst zum einen das Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 und zum anderen eine Gießdüse 28. Die Gießdüse 28 ist dazu eingerichtet, das Gießmaterial 26 für das Vakuumdruckgelieren bereitzustellen. Das Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 weist eine
10 Düsenaufnahme 30 auf, in welche die Gießdüse 28 eingesteckt werden kann. In dem in die Düsenaufnahme 30 eingesteckten Zustand der Gießdüse 28 kann mittels der Gießdüse 28 das Gießmaterial 26 in das Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 eingefüllt werden.

- Vorliegend wird mittels der Gießdüse 28 das Gießmaterial 26 in eine Verbindungsleitung 32 des Vakuumdruckgelierwerkzeugs 10 eingefüllt. Die Verbindungsleitung 32 ist fluidisch
15 mit der Gussform 12 verbunden. Das bedeutet, dass das von der Gießdüse 28 in die Verbindungsleitung 32 eingefüllte Gießmaterial 26 über die Verbindungsleitung 32 zu der Gussform 12 geführt wird, in welcher mittels des Gießmaterials 26 das Bauteil 14, vorliegend der Rotor, insbesondere ein Rotorwickelkopf des Rotors, vergossen wird. Für das Vakuumdruckgelieren kann in der Gussform 12 ein besonders niedriger Druck eingestellt
20 werden, insbesondere ein Vakuum gezogen werden. Das Gießmaterial 26 wird unter Druck in die vakuumierte Gussform 12 eingepresst. Dadurch, dass das Vakuum in der Gussform 12 eingestellt ist, kann ein Freihalten von Blasen durch das Gießmaterial, beispielsweise an jeweiligen Hinterschneidungen, besonders gut vermieden werden. Um
25 einen beim Druckgelieren und Aushärten des Gießmaterials 26 auftretenden Volumenschwund des Gießmaterials 26 zu kompensieren, ist es beim Vakuumdruckgelieren vorgesehen, dass während des Aushärtens des Gießmaterials 26 in der Gussform 12 weiteres Gießmaterial 26 in die Gussform 12 nachgefördert wird.

- Vorliegend ist es vorgesehen, dass die Gießdüse 28 von der Düsenaufnahme 30 gelöst
30 wird, sobald eine Menge an für das Vakuumdruckgelieren vorgesehenen Gießmaterials 26 mittels der Gießdüse 28 in das Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 eingefüllt worden ist. Die Gießdüse 28 kann somit für ein Befüllen eines weiteren Vakuumdruckgelierwerkzeugs 10 verwendet werden. Um während des Aushärtens das Nachfördern von Gießmaterial 26 in die Gussform 12 in einer Situation zu gewährleisten, in welcher die Gießdüse 28
35 bereits von dem Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 entfernt ist, umfasst das Vakuumdruck-

gelierwerkzeug 10 eine Fördereinrichtung 34. Vorliegend umfasst die Fördereinrichtung 34 einen Stößel 36. Der Stößel 36 ist in der Verbindungsleitung 32 bewegbar, insbesondere translatorisch in Längserstreckungsrichtung der Verbindungsleitung 32. Durch Bewegen des Stößels 36 in der Verbindungsleitung 32 wird in der Verbindungsleitung 32
5 angeordnetes Gießmaterial 26 von dem Stößel 36 in Richtung der Gussform 12 nachgedrückt. Hierdurch kann zum einen ein Gießdruck in der Gussform 12 aufrechterhalten werden und zum anderen der Volumenschwund des Gießmaterials 26 beim Aushärten in der Gussform 12 kompensiert werden.

10 In der Gussform 12 ist vorliegend ein Drucksensor 38 angeordnet, welcher schematisch mit einem Kästchen gekennzeichnet ist. Der Drucksensor 38 ist dazu eingerichtet, einen Druck des Gießmaterials 26 in der Gussform 12 zu ermitteln. Die Fördereinrichtung 34 ist wiederum dazu eingerichtet, eine Fördergeschwindigkeit und/oder eine Förderkraft, mittels welcher das Gießmaterial 26 in der Verbindungsleitung 32 gefördert wird, in Abhän-
15 gigkeit von dem mittels des Drucksensors 38 gemessenen Druck des Gießmaterials 26 in der Gussform 12 einzustellen. Insbesondere wird mittels der Fördereinrichtung 34 die Fördergeschwindigkeit des Gießmaterials 26 in der Verbindungsleitung 32 derart eingestellt, dass der Druck des unausgehärteten Gießmaterials 26 in der Gussform 12 bis zum vollständigen Aushärten des Gießmaterials 26 konstant bleibt.

20

Um zu vermeiden, dass das Gießmaterial 26 in der Verbindungsleitung 32 aushärtet, kann eine Heizung 40 in dem Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 vorgesehen sein. Mittels dieser Heizung 40 kann in der Verbindungsleitung 32 angeordnetes Gießmaterial 26 erwärmt werden. Mittels der Heizung 40 kann alternativ oder zusätzlich ein Anguss geformt
25 werden. Der Anguss ist beim Gießen des Gießmaterials 26 ein Teil, welcher nicht zum Formteil gehört. Der Anguss entsteht durch in der Verbindungsleitung 32 erstarrtes Gießmaterial 26.

Der als Bauteil 14 in die Gussform 12 eingelegte Rotor kann an seinen einander gegenüberliegenden Stirnseiten jeweils sechs Löcher aufweisen. Die in der Gussform 12 oberen sechs Löcher werden während des Vakuumdruckgelierens alle abgedichtet. Von den im Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 unten angeordneten sechs Löchern des Rotors werden vier abgedichtet, in einem der Löcher sitzt der Drucksensor 38 und über das letzte dieser
30 Löcher wird das Gießmaterial 26 in den Rotor eingefüllt.

35

- Nach dem Füllvorgang dockt die Gießdüse 28 von dem Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 ab. Hierdurch ist eine Nachdruckregelung über Drucküberwachung mittels der Gießdüse 28 nicht möglich. Während des Füllvorgangs, und somit während die Gießdüse 28 an dem Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 angedockt ist, findet eine Drucküberwachung mittels
- 5 des Drucksensors 38 statt, welcher auch als Forminnendrucksensor bezeichnet werden kann. Die Füllphase über die Gießdüse 28 erfolgt druckgesteuert. Nach Abdocken der Gießdüse 28 von dem Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 drückt der Stößel 36 das Restmaterial in der Verbindungsleitung 32, welche auch als Gießschaft bezeichnet werden kann, kraftweggesteuert nach und kompensiert so den Materialschwund in der Gelierphase.
- 10 Hierzu können Sensordaten des Drucksensors 38 gemittelt und extrapoliert werden. Nach dem Entfernen der Gießdüse 28 von dem Vakuumdruckgelierwerkzeug 10 erfolgt ein Umschalten auf Stößelsteuerung und somit das Einstellen des Nachdrucks mittels des Stößels 36, welches kraftgesteuert erfolgen kann.
- 15 Insgesamt zeigt die Erfindung wie eine Optimierung eines Regelungsprozesses für ein Vakuumdruckgelieren erreicht werden kann.

Bezugszeichenliste

5	10	Vakuumdruckgelierwerkzeug
	12	Gussform
	14	Bauteil
	16	Glocke
	18	oberer Kernzug
10	20	unterer Kernzug
	22	Auflageteller
	24	Isoliermanschette
	26	Gießmaterial
	28	Gießdüse
15	30	Düsenaufnahme
	32	Verbindungsleitung
	34	Fördereinrichtung
	36	Stößel
	38	Drucksensor
20	40	Heizung

Patentansprüche

1. Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) zum Gießen eines Gießmaterials (26) an ein Bauteil (14), mit einer Gussform (12), in welche das Bauteil (14) eingelegt werden kann, mit einer Düsenaufnahme (30), an welche eine Gießdüse (28) andocken kann, wodurch über die angedockte Gießdüse (28) das Gießmaterial (26) in das Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) gefüllt werden kann, mit einer Verbindungsleitung (32), welche die Düsenaufnahme (30) fluidisch mit der Gussform (12) verbindet, wodurch das Gießmaterial (26) von der Düsenaufnahme (30) zu der Gussform (12) geführt werden kann und das Gießmaterial (26) an das Bauteil (14) vakuumdruckgegossen wird, und mit einer Fördereinrichtung (34), mittels welcher das Gießmaterial (26) in der Verbindungsleitung (32) gefördert werden kann.
2. Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fördereinrichtung (34) einen in der Verbindungsleitung (32) geführten Stößel (36) umfasst, mittels welchem in der Verbindungsleitung (32) angeordnetes Gießmaterial (26) zu der Gussform (12) gefördert werden kann.
3. Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Drucksensor (38) in der Gussform (12) angeordnet ist, mittels welchem ein Druck des in die Gussform (12) gegossenen Gießmaterials (26) erfasst werden kann, und die Fördereinrichtung (34) dazu eingerichtet ist, das Gießmaterial (26) in der Verbindungsleitung (32) in Abhängigkeit von dem ermittelten Druck zu fördern.
4. Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Heizung (40) vorgesehen ist, mittels welcher in der Verbindungsleitung (32) angeordnetes Gießmaterial (26) erwärmt werden kann.
5. Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gussform (12) dazu eingerichtet ist, einen Rotor einer Traktionsmaschine für

ein Kraftfahrzeug aufzunehmen, wodurch mittels des Vakuumdruckgelierwerkzeugs (10) der Rotor (12) mit einer Vergussmasse als Gießmaterial (26) zumindest bereichsweise vergossen werden kann.

- 5 6. System zum Vakuumdruckgelieren, mit einem Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, sowie mit einer Gießdüse (28), welche dazu eingerichtet ist, reversibel mit dem Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) verbunden zu werden und in einem mit dem Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) verbundenen Zustand das Gießmaterial (26) in das Vakuumdruckgelierwerkzeug
10 (10) einzufüllen.
7. Verfahren zum Gießen eines Gießmaterials (26) an ein Bauteil (14) mittels eines Systems nach Anspruch 6, bei welchem das Bauteil (14) in der Gussform (12) angeordnet wird, die Gießdüse (28) über die Düsenaufnahme (30) mit dem Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) gekoppelt wird, mittels der Gießdüse (28) das Gießmaterial (26) in das Vakuumdruckgelierwerkzeug (10) eingefüllt wird und in der Verbindungsleitung (32) angeordnetes Gießmaterial (26) mittels der Fördereinrichtung (34) zu der Gussform (12) gefördert wird, wodurch in der Gussform (12) ein Volumenschwund des Gießmaterials (26) aufgrund eines Aushärtens des Gießmaterials (26) kompensiert werden kann.
15 20
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
mittels der Fördereinrichtung (34) das Gießmaterial (26) in der Verbindungsleitung (32) gefördert wird, nachdem die Gießdüse (28) von der Düsenaufnahme (30) abgedockt wurde.
25
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 der Druck in der Gussform (12) mittels eines Drucksensors (38) erfasst wird und mittels der Fördereinrichtung (34) eine Fördergeschwindigkeit des Gießmaterials (26) in der Verbindungsleitung (32) derart eingestellt wird, dass der Druck des un-
ausgehärteten Gießmaterials (26) in der Gussform (12) konstant bleibt bis das Gießmaterial (26) vollständig ausgehärtet ist.
35

1/1

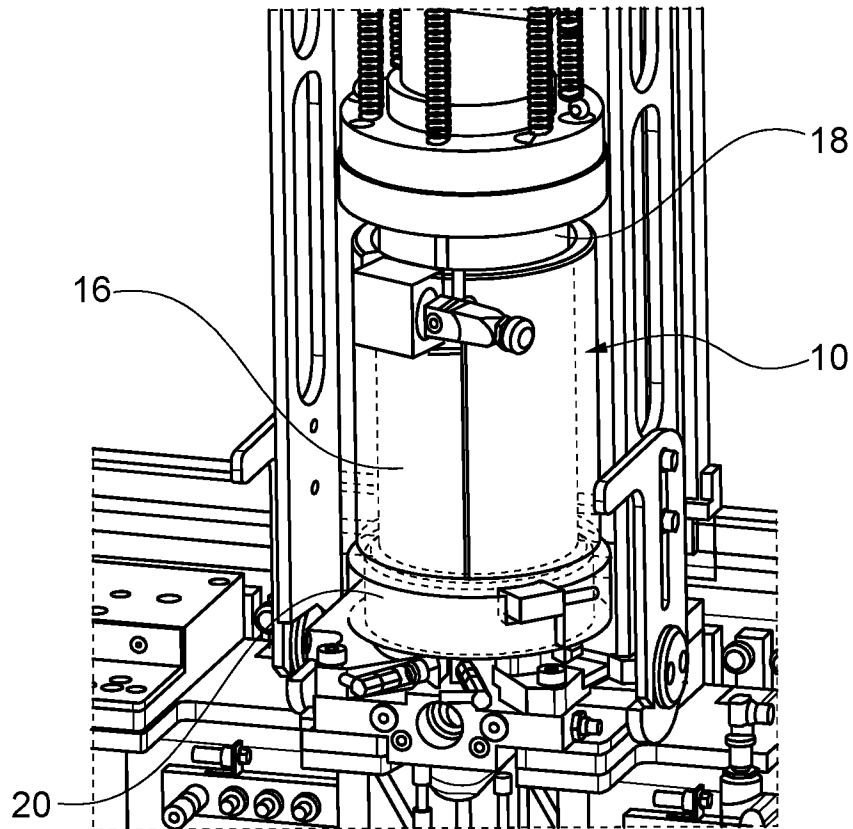


Fig. 1

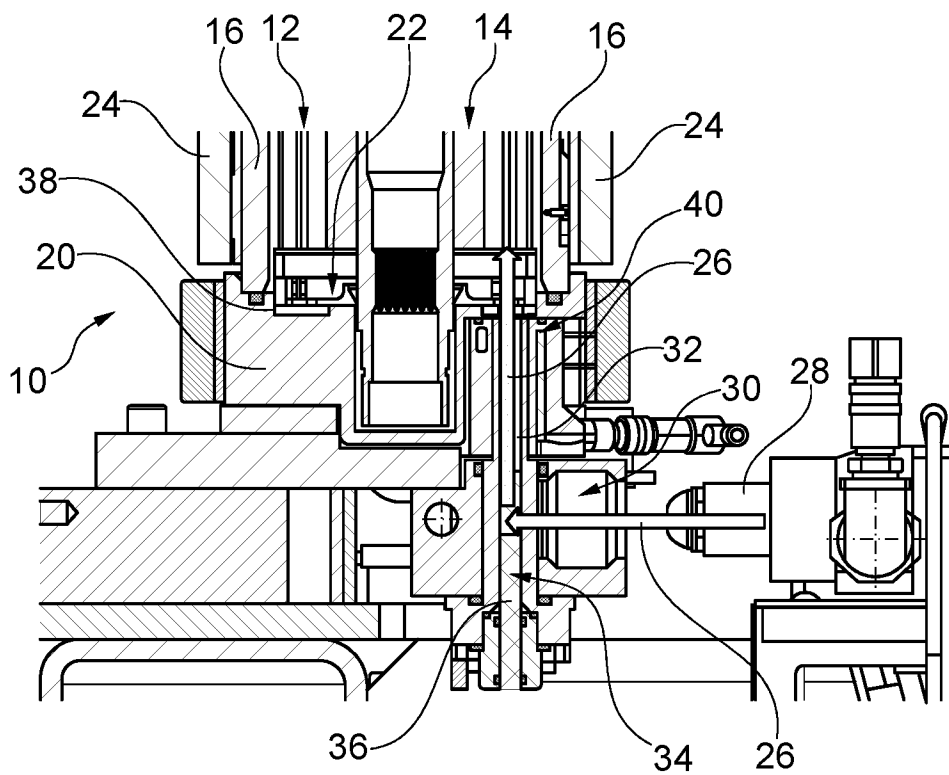


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/062583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C 39/10(2006.01)i; **B29C 39/24**(2006.01)i; **B29C 39/26**(2006.01)i; **B29C 39/40**(2006.01)i; **B29C 39/42**(2006.01)i;
B29C 45/57(2006.01)i; **H02K 15/12**(2006.01)i; **B29C 39/44**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29C; H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020043381 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 05 March 2020 (2020-03-05) claims 1-12; figures 1-3 pages 8-9 the whole document	1-9
X	US 2003031745 A1 (BELLASALMA GERARD JAY [US] ET AL) 13 February 2003 (2003-02-13)	1,2,4,6,7
Y	paragraphs [0010], [0022] - [0034]; claims 12-26; figures 1-5d	1-9
Y	JP H0725094 B2 (SUMITOMO CHEMICAL CO) 22 March 1995 (1995-03-22) claims 1-6; figures 1-3 page 2 - page 5 abstract	3,7-9
Y	JP S58201627 A (NIIGATA ENGINEERING CO LTD) 24 November 1983 (1983-11-24) abstract; claim 1; figures 1-3 page 1 - page 3	3,7-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 September 2024

Date of mailing of the international search report

18 October 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Brunswick, André

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/062583

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2020043381	A1	05 March 2020	CN	112384347	A	19 February 2021
				DE	102018214823	A1	05 March 2020
				US	2021323206	A1	21 October 2021
				WO	2020043381	A1	05 March 2020

US	2003031745	A1	13 February 2003	NONE			

JP	H0725094	B2	22 March 1995	JP	H0725094	B2	22 March 1995
				JP	S6398406	A	28 April 1988

JP	S58201627	A	24 November 1983	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B29C39/10 B29C39/24 B29C39/26 B29C39/40 B29C39/42	
	B29C45/57 H02K15/12 B29C39/44	
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B29C H02K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2020/043381 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 5. März 2020 (2020-03-05) Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-3 Seiten 8-9 das ganze Dokument -----	1 - 9
X	US 2003/031745 A1 (BELLASALMA GERARD JAY [US] ET AL) 13. Februar 2003 (2003-02-13)	1, 2, 4, 6, 7
Y	Absätze [0010], [0022] - [0034]; Ansprüche 12-26; Abbildungen 1-5d -----	1 - 9
Y	JP H07 25094 B2 (SUMITOMO CHEMICAL CO) 22. März 1995 (1995-03-22) Ansprüche 1-6; Abbildungen 1-3 Seite 2 - Seite 5 Zusammenfassung ----- - / - -	3, 7 - 9
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
30. September 2024		18/10/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Brunswick, André

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP S58 201627 A (NIIGATA ENGINEERING CO LTD) 24. November 1983 (1983-11-24) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 1-3 Seite 1 - Seite 3 -----	3,7-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/062583

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2020043381 A1	05-03-2020	CN 112384347 A	19-02-2021
		DE 102018214823 A1	05-03-2020
		US 2021323206 A1	21-10-2021
		WO 2020043381 A1	05-03-2020
US 2003031745 A1	13-02-2003	KEINE	
JP H0725094 B2	22-03-1995	JP H0725094 B2	22-03-1995
		JP S6398406 A	28-04-1988
JP S58201627 A	24-11-1983	KEINE	