

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

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum

8. Juni 2017 (08.06.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2017/092845 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22C 9/02 (2006.01) B28B 1/00 (2006.01)

B22C 9/10 (2006.01) B33Y 10/00 (2015.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/001917

(22) Internationales Anmeldedatum:

17. November 2016 (17.11.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

102015015629.2 3. Dezember 2015 (03.12.2015) DE

(71) Anmelder: AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder: BACK, Stephan; Eichenstrasse 12, 86558 Hohenwart (DE). HEFTRICH, Michael; Oskar-Maria-Graf-Strasse 6, 85080 Gaimersheim (DE). BAHR, Markus; Am Anger 43, 85053 Ingolstadt (DE).

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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)

(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, CZ, DJ, DK,

(54) Title: METHOD FOR THE PRODUCTION OF A CASTING MOLD

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER GUSSFORM

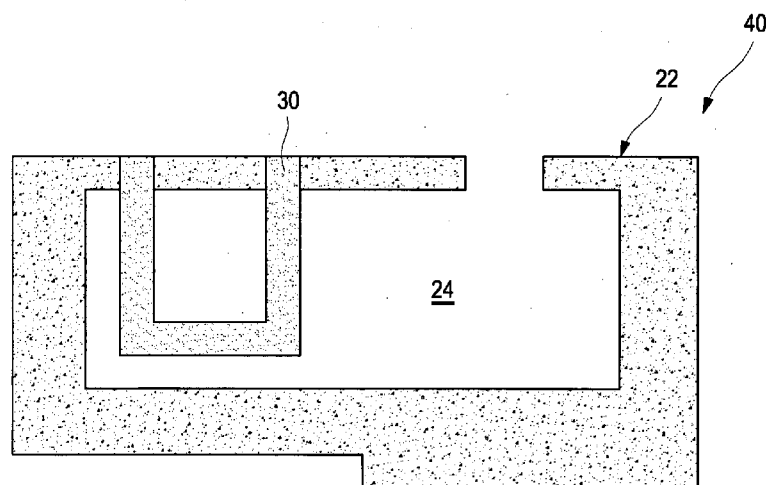


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for manufacturing a casting mold (40) for a motor vehicle component that is to be cast, wherein the casting mold (40) is made from sand in an additive manufacturing process.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Gussform (40) für ein zu gießendes Bauteil für ein Kraftfahrzeug, wobei die Gussform (40) durch ein dreidimensionales Druckverfahren aus Sand hergestellt wird.

WO 2017/092845 A1

Verfahren zum Herstellen einer Gussform

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Gussform, und ein damit verbundenes Verfahren zum Herstellen eines Bauteils aus einer
5 Gussform.

Zur Herstellung eines Bauteils kann vorgesehen sein, dieses mit Hilfe einer Gussform zu gießen. Dabei ist zunächst die Gussform herzustellen. Hierzu werden üblicherweise einzelne Komponenten des Bauteils anhand von
10 Konstruktionsdaten unter Bereitstellung eines Modells des Bauteils in Styropor gefräst. Ein derartiges Modell aus Styropor, das auch als Positiv-Form bezeichnet werden kann, wird anschließend eingesandet. Aus dem eingesandeten Modell aus Styropor entsteht eine Negativ-Form bzw. die Gussform. Nachfolgend wird diese Gussform ausgegossen, um
15 Komponenten des Bauteils zu erhalten. Hierbei verbrennt das eingesandete Modell aus Styropor, wobei mindestens eine Kavität als Negativ-Form durch flüssiges Metall ausgefüllt wird. Das dabei gegossene Bauteil aus Metall ist nachfolgend mechanisch weiterzubearbeiten.

20 Weiterhin ist möglich, dass das hergestellte Bauteil ein Kühlsystem umfassen soll. Dabei umfasst dieses Kühlsystem mehrere Kühlkanäle, die in das gegossene Bauteil gebohrt werden. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass derartige Bohrungen fertigungstechnisch nur linear umgesetzt werden können. Ein gebogener Kühlkanal, der nicht linear geformt ist, kann durch
25 Bohren nicht hergestellt werden.

Aus der Druckschrift WO 2015/029935 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen eines Körpers aus Sand mit einem 3D-Druckverfahren bekannt. In der Druckschrift DE 20 2012 100 640 A1 ist eine Anordnung von
30 konturbezogenen Temperierelementen in einem Werkzeug bekannt.

Ein Salzkern zum Herstellen eines Gussteils, der einen schichtweisen Aufbau aufweist und mittels eines generativen Herstellverfahrens herzustellen ist, ist in der Druckschrift DE 10 2014 214 528 A1 beschrieben.

5 Weiterhin ist in der Druckschrift DE 10 2004 027 109 A1 ein Gießverfahren zum Herstellen eines temperierbaren Werkzeugs bekannt, das eine Gravur aufweist.

Vor diesem Hintergrund werden Verfahren mit den Merkmalen der
10 unabhängigen Patentansprüche vorgestellt. Ausgestaltungen der Verfahren gehen aus den abhängigen Patentansprüchen und der Beschreibung hervor.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Herstellen einer Gussform für ein zu gießendes Bauteil für ein Kraftfahrzeug vorgesehen, wobei die Gussform
15 durch ein dreidimensionales Druckverfahren aus Sand hergestellt wird.

Die Gussform umfasst mindestens eine Teilgussform. Bei dem Verfahren wird zunächst mit einem ersten Spender auf einer Oberfläche eines Arbeitstisches eine lose Masse aus Sand und einer Aktivatorsubstanz, die
20 miteinander vermischt sind, aufgetragen. Danach wird mit einem zweiten Spender auf die lose Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz eine Bindesubstanz aufgetragen, wobei die Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz und die hinzugefügte Bindesubstanz miteinander chemisch reagieren, wobei der lose Sand zu einem Sandkern in Bereichen,
25 in denen die Bindesubstanz aufgetragen ist, ausgehärtet wird.

Bei dem Verfahren wird zum Herstellen der Gussform aus der losen Masse, die Sand und die Aktivatorsubstanz aufweist und somit ein Sand-Aktivator-Gemisch bildet, durch das dreidimensionale Druckverfahren mindestens eine

Teilgussform unter Bildung mindestens eines Sandkerns aus zumindest stellenweise ausgehärtetem Sand hergestellt.

- 5 Üblicherweise wird die mindestens eine Teilgussform aus mindestens einer Schicht hergestellt. Zum Herstellen der mindestens einen Schicht wird die Masse, die Sand und die Aktivatorsubstanz umfasst, auf einer Oberfläche aufgetragen. Aus der Schicht, die aus der losen Masse gebildet ist, wird nach Zugabe der Bindesubstanz in Bereichen der herzustellenden mindestens einen Teilgussform eine Schicht eines Sandkerns ausgehärtet. Lose
10 überschüssige Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz wird in Ausgestaltung von und/oder aus der mindestens einen gebildeten Schicht des Sandkerns entfernt.

- 15 In Ausgestaltung wird die mindestens eine Teilgussform aus mehreren Schichten hergestellt. Dabei wird nach Herstellen einer n-ten Schicht aus einem Sandkern auf dieser n-ten Schicht die lose Masse, die den Sand und die Aktivatorsubstanz umfasst, aufgetragen, wobei u. a. die n-te Schicht als Oberfläche für eine herzustellende n+1-te Schicht eines Sandkerns verwendet wird. Die zunächst lose Masse reagiert nach Zugabe der
20 Bindesubstanz in Bereichen der herzustellenden n+1-ten Schicht mit der Bindesubstanz, wobei der Sandkern ausgehärtet wird. Ergänzend wird überschüssige lose Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz und Bindesubstanz aus der gebildeten n+1-ten Schicht des Sandkerns entfernt. In Ausgestaltung wird lose, überschüssige Masse erst nach Fertigstellung
25 einer letzten bzw. abschließenden Schicht entfernt, da die lose Masse auch im ungebundenen Zustand als Stütze für mindestens eine darüberliegende Schicht des Sandkerns dient.

Außerdem wird mindestens ein zusätzlicher Sandkern aus bereits ausgehärtetem Sand auf der mindestens einen Schicht angeordnet und/oder in die mindestens eine bereits ausgehärtete Schicht eingelegt.

- 5 Ergänzend ist möglich, dass der mindestens eine zusätzliche Sandkern, bspw. mindestens ein Strang aus bereits ausgehärtetem Sand, in die fertiggestellte, d. h. ausgehärtete und gesäuberte Gussform aus Sandkernen eingelegt wird. Dabei wird der mindestens eine zusätzliche Sandkern, bspw. Strang, zuvor ebenfalls durch Aushärten einer losen Masse aus Sand und
- 10 der Aktivatorsubstanz hergestellt. Der ebenfalls sandgedruckte Sandkern wird in die Gussform eingelegt und später mit Metall umgossen, wobei der Sandkern nach dem Entfernen des Sands einen Kanal innerhalb des Bauteils bildet. Werden mehrere Sandkerne miteinander verbunden, werden diese als Kanäle in die Gussform eingelegt und umgossen und bilden ein Netz aus
- 15 Kanälen.

Mit der durch das Verfahren hergestellten Gussform wird eine Negativ-Kopie für das herzustellende Bauteil bereitgestellt.

- 20 Üblicherweise wird die lose Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz verwendet, die mit der Bindesubstanz vermischt wird. Die Aktivatorsubstanz und die Bindesubstanz reagieren miteinander, wobei eine Schicht eines Sandkerns bereitgestellt wird.
- 25 Ergänzend ist möglich, dass die Gussform aus mehreren Teilgussformen zusammengesetzt und somit bereitgestellt wird.

- Ferner wird ein Verfahren zum Herstellen eines Bauteils für ein Kraftfahrzeug vorgesehen, bei dem das Bauteil aus einer Gussform, die durch das
- 30 voranstehend beschriebene Verfahren hergestellt wird, gegossen wird.

Somit ist es möglich, die mindestens eine Teilgussform zum Herstellen des Bauteils mit einem dreidimensionalen Druckverfahren aus einer Masse aus Sand zu drucken, wobei die mindestens eine Teilgussform als Negativ-Form für das zu gießende Bauteil direkt hergestellt wird. Hierbei werden die Konstruktionsdaten des zu gießenden Bauteils inklusive eines Gussaufmaßes in ein Modell für die mindestens eine Teilgussform umgewandelt, die mit dem dreidimensionalen Druckverfahren direkt hergestellt wird.

10

Somit ist es unter anderem möglich, auf ein ansonsten übliches Modell aus Styropor zu verzichten. Hierdurch werden schädliche Dämpfe, die beim Verbrennen des Modells aus Styropor beim Gießen entstehen, vermieden. Dadurch ist es im Rahmen des Verfahrens auch möglich, das Gussaufmaß zu reduzieren, da sich Strukturstörungen, die durch Verbrennen von Styropor entstehen, und sich an der Oberfläche der Gussform anlagern, nicht auftreten. Derartige Strukturstörungen sind ansonsten abzutragen und/oder abzufräsen.

15

Mit dem Verfahren ist es weiterhin möglich, Bohrungen und Gewinde über zusätzliche Sandkerne direkt in die Gussform zu drucken, so dass diese nicht nachträglich zu bohren und gegebenenfalls nur noch durch feine Nachbearbeitung fertigzustellen sind.

20

Eine im Rahmen des Verfahrens entstehende unbehandelte Oberfläche der mindestens einen Teilgussform weist eine weitgehend glatte Struktur auf. Hierbei ist das Risiko gering, dass bspw. in kleinen Vertiefungen Reste von noch losem Sand eingelagert sind, die ansonsten bei einer späteren Fertigstellung des Bauteils oder eines Werkzeugs in einer Serienproduktion zu Fehlern und Störungen führen können.

25

30

Durch Nutzung des dreidimensionalen Druckverfahrens bietet sich für einen Nutzer eine weitgehende Designfreiheit, da in die mindestens eine Teilgussform nunmehr auch Hinterschnitte oder innenliegende Strukturen
5 eingebracht werden können.

Zum Herstellen des Bauteils wird die hergestellte Gussform wie eine herkömmliche Gussform verwendet.

10 Der mindestens eine bei dem Verfahren hergestellte zusätzliche Sandkern wird bspw. auch durch Drucken hergestellt und in die mindestens eine Teilgussform konturnah und konturparallel verlaufend eingelagert. Wird dieser mindestens eine zusätzliche Sandkern bei einem späteren Gießen mit Metall umschlossen, verläuft der daraus gebildete Kanal im Bauteil konturnah
15 und konturparallel zu dessen Oberfläche und bietet so eine optimale Kühlleistung.

Zum Herstellen des Bauteils wird in die hergestellte Gussform flüssiges Ausgangsmaterial, bspw. aus Metall oder Kunststoff, gegossen, abgekühlt
20 und ausgehärtet. Danach wird die aus Sand gebildete Gussform wieder entfernt. Der mindestens eine Kühlkanal ist dabei durch Entfernen des Sands, der zum Bereitstellen des mindestens einen Strangs verwendet wird, herzustellen.

25 Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen
30 Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung

verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung ist anhand von Ausführungsformen in den Zeichnungen
5 schematisch dargestellt und wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen schematisch und ausführlich beschrieben.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Abfolge einzelner Schritte einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen
10 einer Gussform.

Figur 2 zeigt ein Beispiel für ein Bauteil, das durch das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Bauteils herzustellen ist.

15 Die Figuren 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1h, 1i, 1j, 1k, 1l, 1m und 1n zeigen schematisch unterschiedliche aufeinanderfolgende Schritte zur Durchführung der Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer Gussform.

20 Dabei zeigen die Figuren 1a bis 1h eine Anordnung 2 zur Durchführung eines dreidimensionalen Druckverfahrens, die als Komponenten einen als Behälter ausgebildeten Arbeitstisch 4 sowie einen ersten Spender 6 und einen zweiten Spender 8 aufweist. Zur Steuerung des Verfahrens weist die Anordnung 2 eine Recheneinheit 10 auf. Dabei sind die beiden Spender 6, 8
25 oberhalb des Arbeitstisches 4 angeordnet. Der Arbeitstisch 4 wird bei Durchführung des Verfahrens, wie durch einen ersten Doppelpfeil 12 angedeutet, relativ zu den darüber angeordneten Spendern 6, 8 in vertikaler Richtung verfahren. Dagegen werden die beiden Spender 6, 8 relativ zu dem Arbeitstisch 4 (Doppelpfeile 14, 16) in horizontaler Richtung verfahren.

Im Rahmen des Verfahrens wird von dem ersten Spender 6 eine lose Masse, die ein Gemisch aus Sand und einer Aktivierungssubstanz umfasst, bereitgestellt und zu dem Arbeitstisch 4 gefördert. Von dem zweiten Spender 8 wird eine Bindesubstanz bereitgestellt und zu dem Arbeitstisch 4 gefördert.

- 5 Hierbei wird mit dem ersten Spender 6 die lose Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz auf einer Oberfläche des Arbeitstisches 4 flächig aufgetragen. Außerdem wird von dem zweiten Spender 8 in einer jeweils zu fertigenden Kontur auf der zuvor ganzflächig aufgetragenen losen Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz die Bindesubstanz aufgetragen. Beiden
- 10 Spendern 6, 8 sind nicht weiter dargestellte Bevorratungsbehältnisse für die lose Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz sowie der Bindesubstanz zugeordnet.

- Die Figuren 1b und 1c zeigen, wie durch den ersten Spender 6 eine erste ganzflächige Schicht 18.1 der losen Masse aus Sand und der
- 15 Aktivierungssubstanz auf einer Oberfläche des Arbeitstisches 4 aufgetragen wird, wobei der erste Spender 6 zunächst ausgehend von einer Ausgangsposition (Figur 1a) zu einer ersten Position (Figur 1b) verfahren wird. Dagegen zeigt Figur 1c die vollständig aufgetragene erste Schicht 18.1,
- 20 die von dem ersten Spender 6 komplett auf der Oberfläche des Arbeitstisches 4 aufgetragen ist. Hierfür wird der erste Spender 6 einmal komplett über den Arbeitstisch 4 verfahren und danach wieder in seine Ausgangsposition verfahren.

- 25 Figur 1d zeigt, wie der zweite Spender 8 ausgehend von seiner Ausgangsposition (bspw. Figur 1c) bis zu einer ersten Position relativ zu dem Arbeitstisch 4 verfahren wird, wobei von dem Spender 8 auf die erste Schicht 18.1 aus der losen Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz abschnittsweise die Bindesubstanz aufgetragen wird. Dabei reagieren die
- 30 lose Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz mit der Bindesubstanz,

wobei der Sand ausgehärtet und eine erste Schicht 20.1 eines ausgehärteten Sandkerns bereitgestellt wird.

Nach Auftragen der ersten Schicht 18.1 der losen Masse sowie nach
5 Bereitstellung der ersten Schicht 20.1 des Sandkerns wird der Arbeitstisch 4, wie anhand von Figur 1f angedeutet, relativ zu den beiden Spendern 6, 8 um eine Schichthöhe nach unten verfahren. Danach wird auf den beiden ersten Schichten 18.1, 20.1 zunächst von dem ersten Spender 6 eine zweite Schicht 18.2 der losen Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz
10 aufgetragen. Danach wird auf dieser zweiten Schicht 18.2 aus der losen Masse von dem zweiten Spender 8 erneut die Bindesubstanz aufgetragen, wobei die zweite Schicht 18.2 aus der losen Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz mit der Bindesubstanz vermischt, reagiert und ausgehärtet wird, wobei eine zweite Schicht 20.2 eines ausgehärteten Sandkerns
15 bereitgestellt wird, wie in Figur 1g dargestellt.

Diese voranstehend vorgestellten Schritte werden mehrmals nacheinander wiederholt, bis hier, wie in Figur 1h dargestellt, insgesamt zehn Schichten 18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 18.5, 18.6, 18.7, 18.8, 18.9, 18.10 der losen Masse
20 aus Sand und der Aktivatorsubstanz und zehn Schichten 20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.9, 20.10 aus ausgehärteten Sandkernen übereinander geschichtet sind, wobei diese genannten Schichten 20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.9, 20.10 aus Sandkernen durch Mischen einer losen Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz einer
25 jeweiligen Schicht 18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 18.5, 18.6, 18.7, 18.8, 18.9, 18.10 mit der Bindesubstanz bereitgestellt werden.

Dabei ist vorgesehen, dass die Schichten 20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.9, 20.10 aus den Sandkernen miteinander verbunden werden
30 bzw. sind und insgesamt die in Figur 1i dargestellte Teilgussform 22 bilden.

Hierzu ist die Teilgussform 22 aus dem Arbeitstisch 4 zu entnehmen. Die verbliebene lose Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz ist danach von der Teilgussform 22 bspw. durch ein Sauggerät und/oder manuell zu entfernen, wobei innerhalb der Teilgussform 22 u. a. auch ein Hohlraum 24
5 bereitgestellt wird, der von der Teilgussform 22 bzw. den Schichten 20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.9, 20.10 aus Sandkernen umschlossen und zuvor mit mehreren Schichten 18.4, 18.5, 18.6, 18.7, 18.8, 18.9, 18.10 aus der losen Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz ausgefüllt war, wobei diese lose Masse die Teilgussform 22 zuvor gestützt
10 hat. Dieser Hohlraum 24 wird nach Entfernen der losen Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz gebildet. Da die Teilgussform 22 nicht weiter zu bearbeiten ist, ist sie auch als Gussform, die mindestens die Teilgussform 22 aufweist, zu bezeichnen.

15 Danach wird in den Hohlraum 24 flüssiges Ausgangsmaterial 26 gefüllt, wobei dieses flüssige Ausgangsmaterial entweder aus flüssigem Metall oder flüssigem Kunststoff besteht.

20 Nach Abkühlen des Ausgangsmaterials 26 wird die Teilgussform 22 entfernt und letztendlich das fertig gegossene Bauteil 28 bereitgestellt.

In einer Variante der Ausführungsform des Verfahrens wird, wie Figur 11 zeigt, in die Teilgussform 22 ein zusätzlicher Sandkern 30 aus festem gebundenem Sand angeordnet, wobei dieser Sandkern 30 in ähnlicher
25 Weise wie die Teilgussform 22 in einem dreidimensionalen Druckverfahren hergestellt ist. Durch Verbinden der Teilgussform 22 mit dem Sandkern 30 wird eine Gussform 40 bereitgestellt. Danach wird, wie Figur 1m zeigt, in den Hohlraum 24 flüssige Matrixsubstanz 26 aus flüssigem Metall oder flüssigem Kunststoff gefüllt. Nach Aushärten der Matrixsubstanz 26 wird die Gussform
30 40, die die Teilgussform 22 und den Sandkern 30 aus jeweils ausgehärtetem

Sand umfasst, entfernt und ein in Figur 1n dargestelltes Bauteil 32 bereitgestellt, das zusätzlich einen Kanal 34 aufweist, der aus dem zuvor eingelegten Sandkern 30 aus ausgehärtetem Sand gebildet wird.

- 5 Ein weiteres Beispiel für ein derartig fertiggestelltes Bauteil 36 ist in Figur 2 schematisch dargestellt. Dabei weist dieses Bauteil 36 ein Netz 38 aus Kanälen und somit Hohlräumen auf. Dieses Bauteil 36 wird, wie bspw. anhand der Figuren 1a bis 1m erläutert, aus einer Teilgussform hergestellt, die wiederum durch ein dreidimensionales Druckverfahren aus Sand
- 10 hergestellt wird. Nach Herstellung der hierfür vorgesehenen Teilgussform werden in diese Teilgussform mehrere Sandkerne eingelegt, aus denen wiederum die Kanäle gebildet werden. Das Netz 38 aus Kanälen ist in Figur 2b unabhängig von dem Bauteil 36 dargestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Gussform (40) für ein zu gießendes Bauteil (28, 32, 36) für ein Kraftfahrzeug, wobei die Gussform (40) durch ein
5 dreidimensionales Druckverfahren aus Sand hergestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Gussform (40) mindestens eine Teilgussform (22) aufweist, wobei zunächst mit einem ersten Spender (6) auf einer Oberfläche eines Arbeitstisches (4) eine lose Masse aus Sand
10 und einer Aktivatorsubstanz, die miteinander vermischt sind, aufgetragen wird, und wobei danach mit einem zweiten Spender (8) auf die lose Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz eine Bindesubstanz aufgetragen wird, wobei die Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz in Bereichen, in denen die Bindesubstanz aufgetragen ist, ausgehärtet wird.

15

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die mindestens eine Teilgussform (22) aus mindestens einer Schicht (20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.9, 20.10) aus Sandkernen hergestellt wird, wobei zum Herstellen der mindestens einen Schicht (20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6,
20 20.7, 20.8, 20.9, 20.10) aus Sandkernen eine Schicht (18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 18.5, 18.6, 18.7, 18.8, 18.9, 18.10) der losen Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz auf der Oberfläche des Arbeitstisches (4) aufgetragen wird, wobei die mindestens eine Schicht (18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 18.5, 18.6, 18.7, 18.8, 18.9, 18.10) aus der losen Masse unter Bereitstellung des
25 Sandkerns in Bereichen der herzustellenden mindestens einen Schicht (20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.9, 20.10) mit der Bindesubstanz ausgehärtet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem überschüssige lose Masse aus Sand und der Aktivatorsubstanz von der mindestens einen gebildeten
30

Schicht (20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.9, 20.10) aus Sandkernen entfernt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem die mindestens eine
5 Teilgussform (22) aus mehreren Schichten (20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.9, 20.10) aus Sandkernen hergestellt wird, wobei nach Herstellen einer n-ten Schicht (20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.9, 20.10) auf dieser n-ten Schicht (20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.9, 20.10) zunächst eine Schicht (18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 18.5, 18.6,
10 18.7, 18.8, 18.9, 18.10) der losen Masse (10) aus Sand und der Aktivatorsubstanz aufgetragen wird, wobei danach die Bindesubstanz auf der Schicht (18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 18.5, 18.6, 18.7, 18.8, 18.9, 18.10) der losen Masse aufgetragen und unter Bereitstellung eines Sandkerns in Bereichen einer herzustellenden n+1-ten Schicht (20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6,
15 20.7, 20.8, 20.9, 20.10) ausgehärtet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei dem mindestens ein zusätzlicher Sandkern (30) aus bereits ausgehärtetem Sand auf der
mindestens einen Schicht (20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.9,
20 20.10) angeordnet wird.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem Konstruktionsdaten des zu gießenden Bauteils (28, 32, 36) in ein Modell für die mindestens eine Gussform (40) des zu gießenden Bauteils (28, 32, 36)
25 umgewandelt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, bei der die Bindesubstanz Harz aufweist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, bei dem die Gussform (40) aus mehreren Teilgussformen (22) bereitgestellt wird.
10. Verfahren zum Herstellen eines Bauteils (28, 32, 36) für ein
- 5 Kraftfahrzeug, das mit einer Gussform (40), die durch ein Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche hergestellt wird, gegossen wird.

1/8

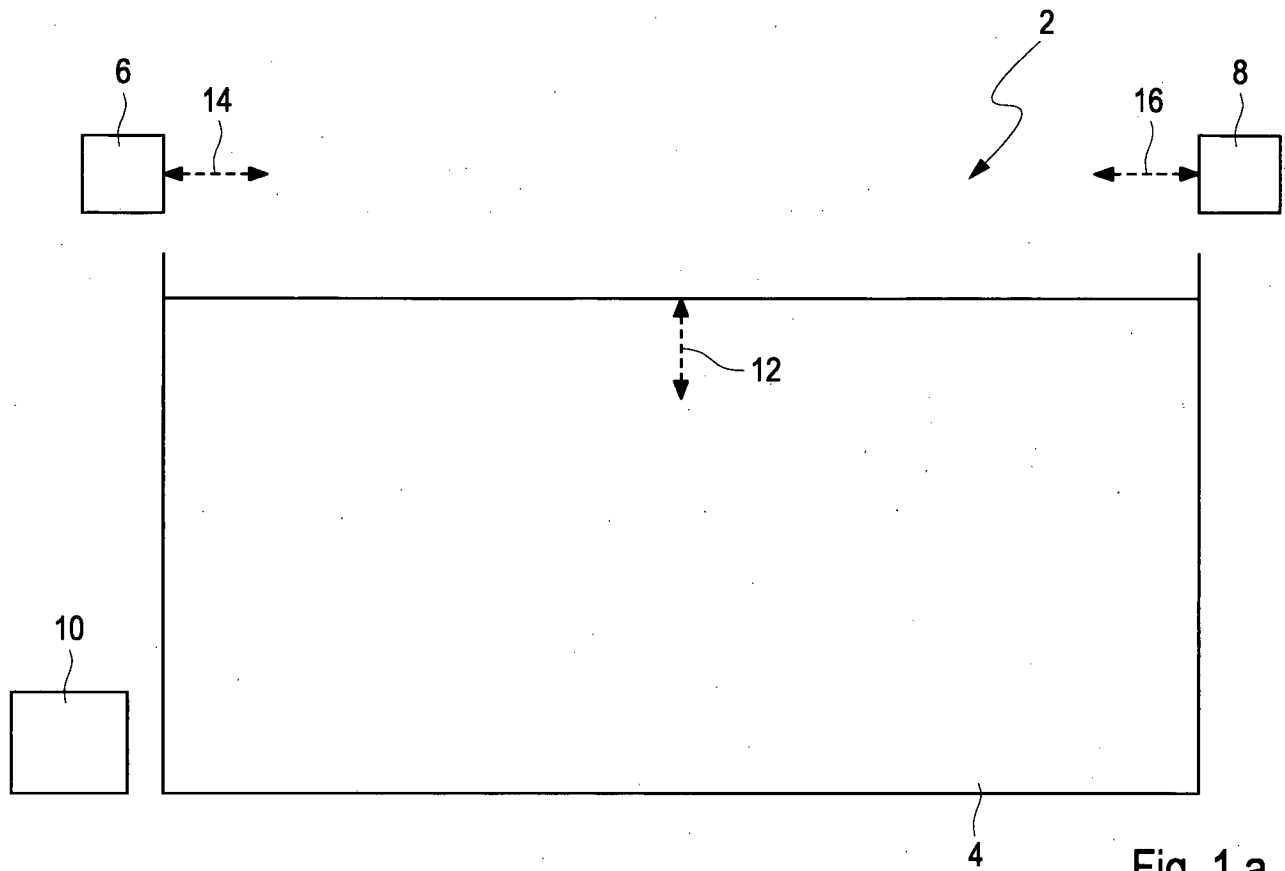


Fig. 1 a

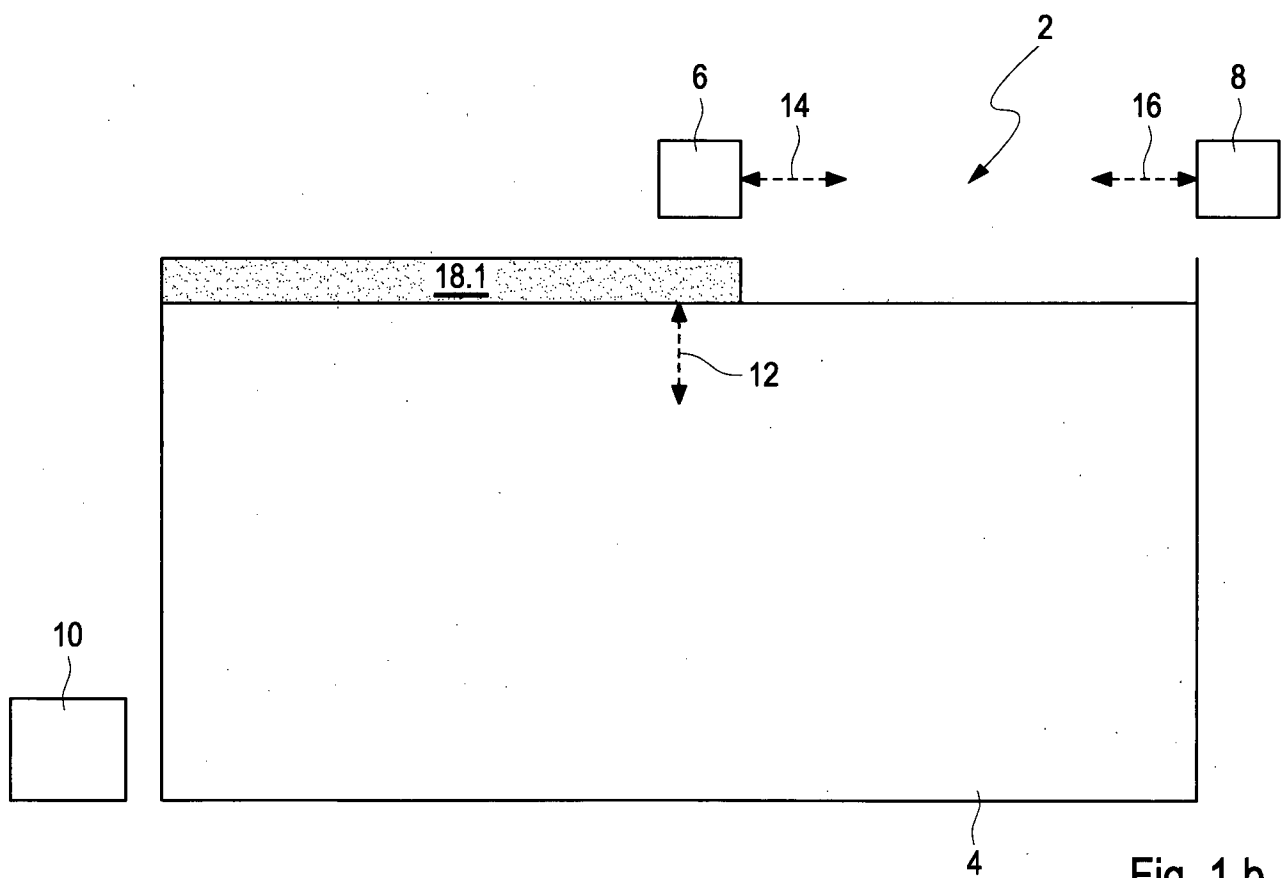


Fig. 1 b

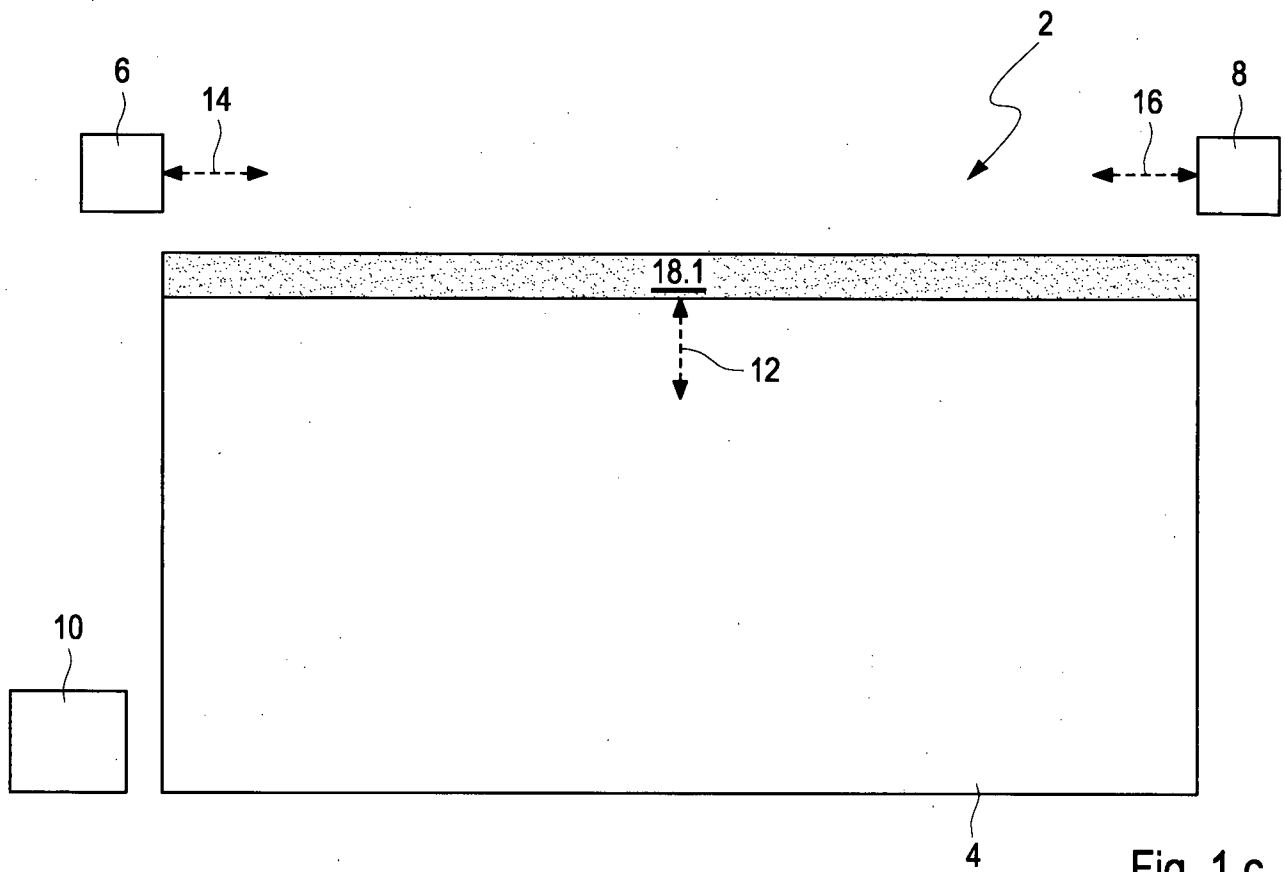


Fig. 1 c

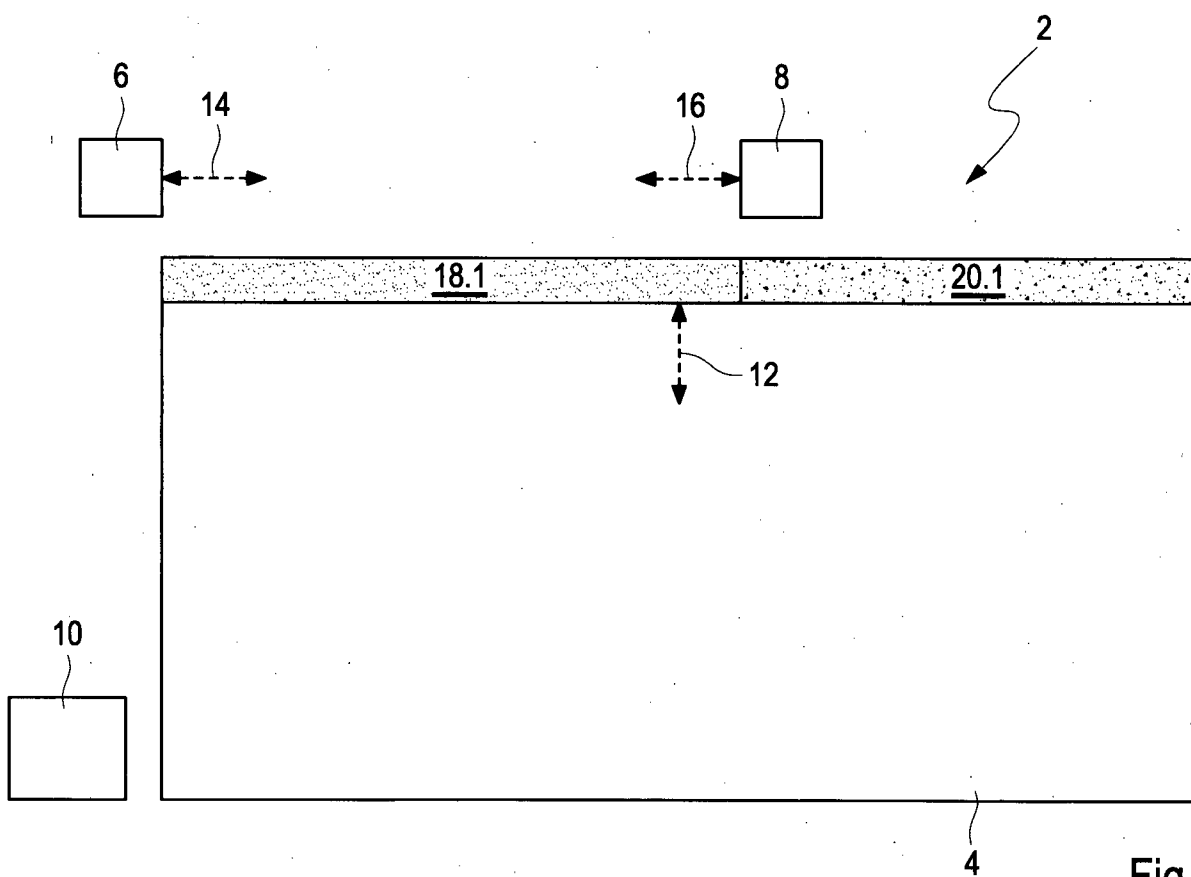
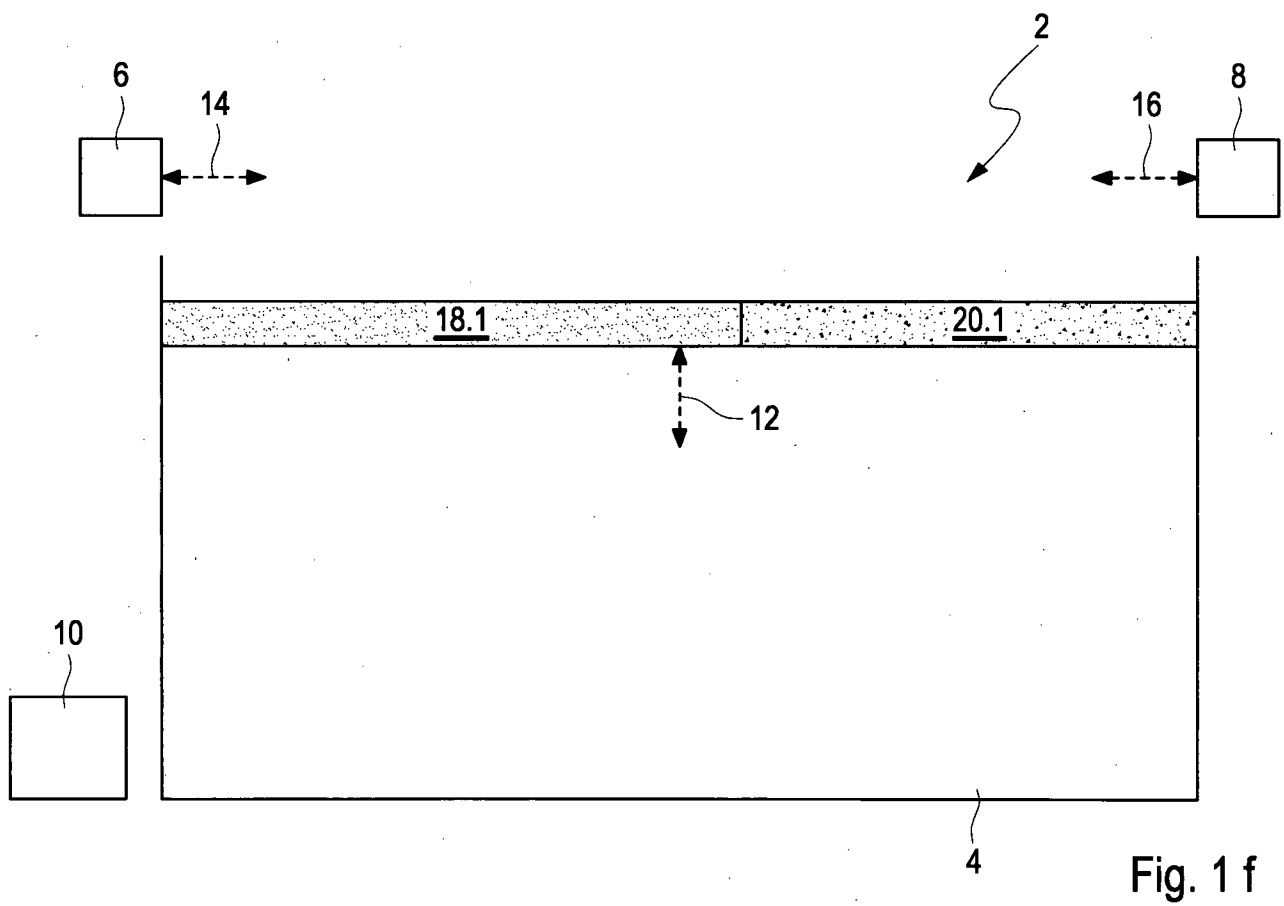
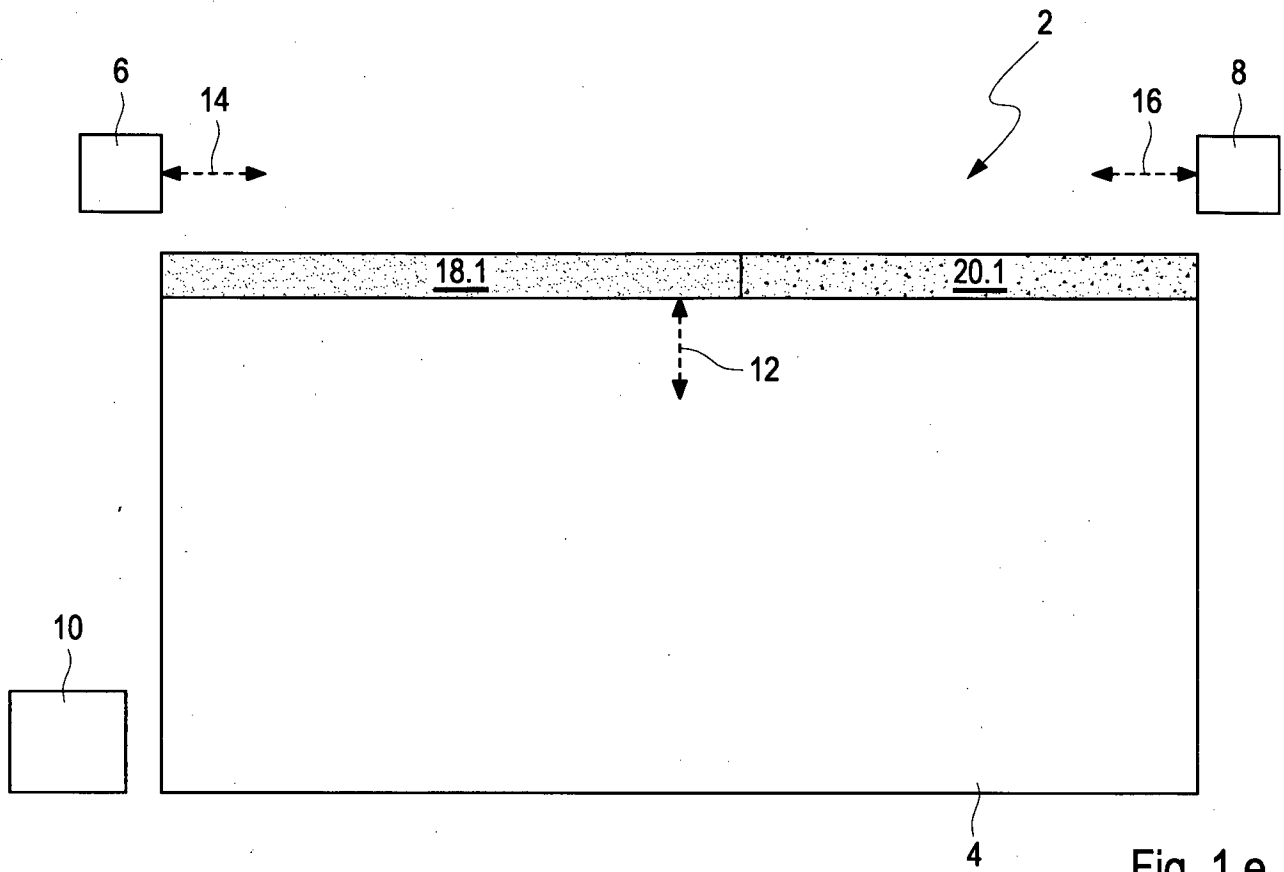


Fig. 1 d

3/8



4/8

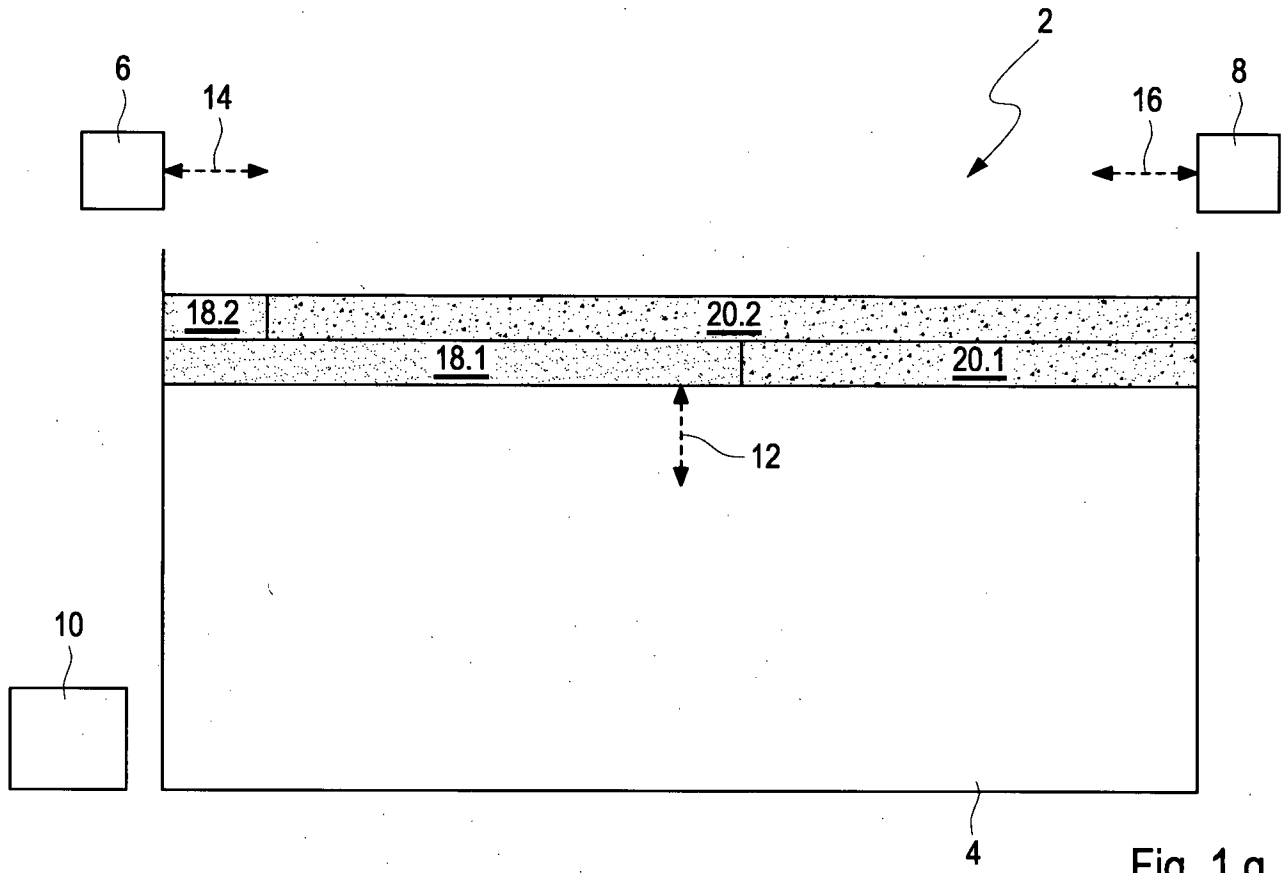


Fig. 1 g

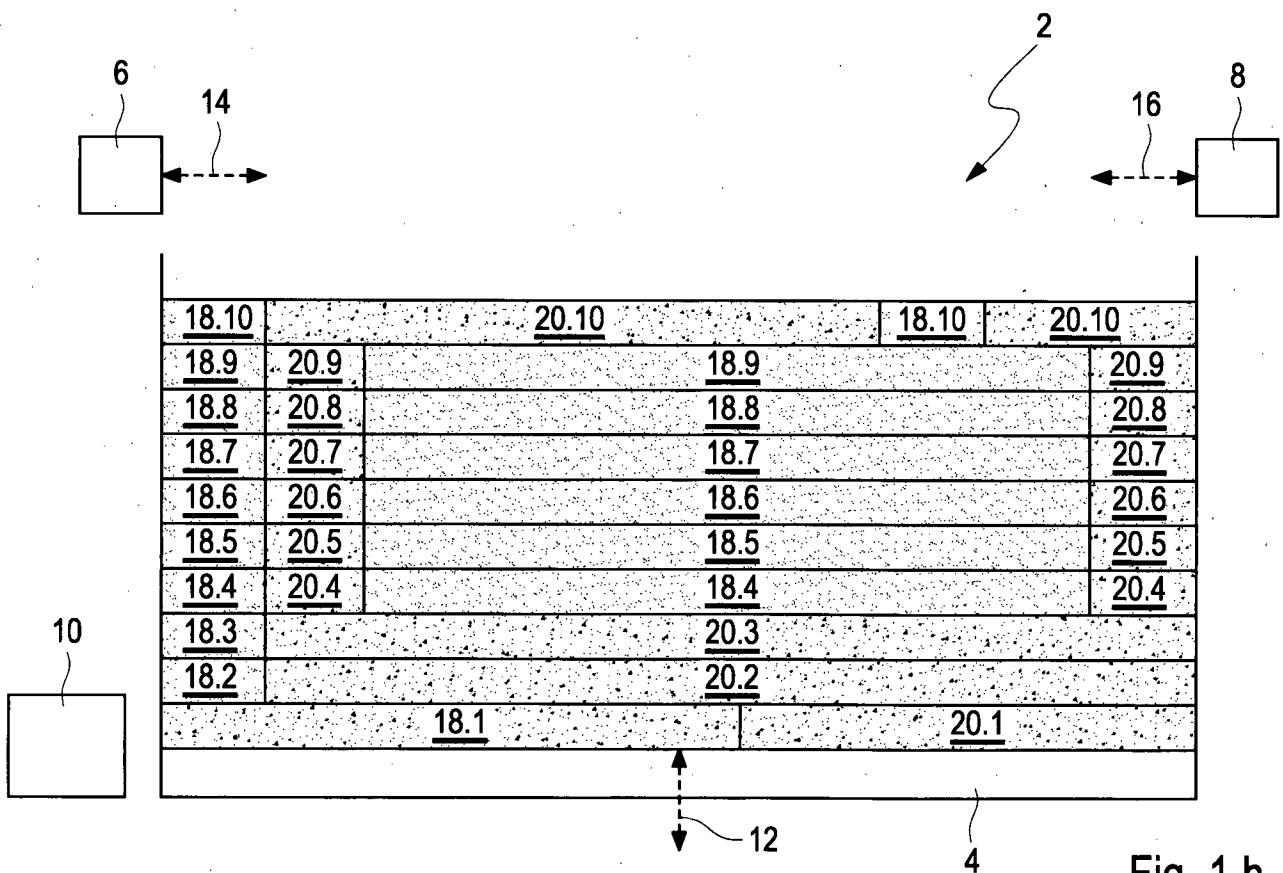


Fig. 1 h

5/8

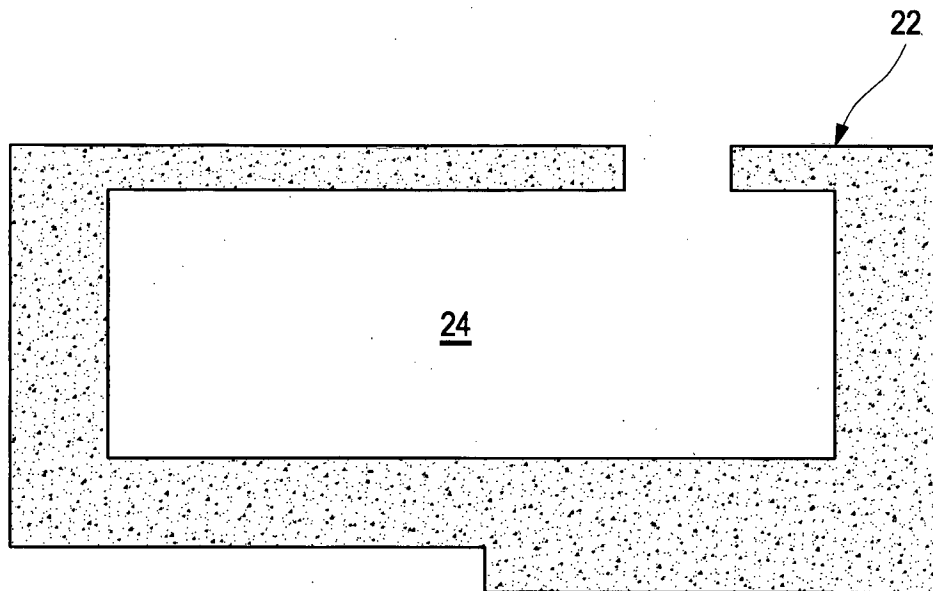


Fig. 1 i

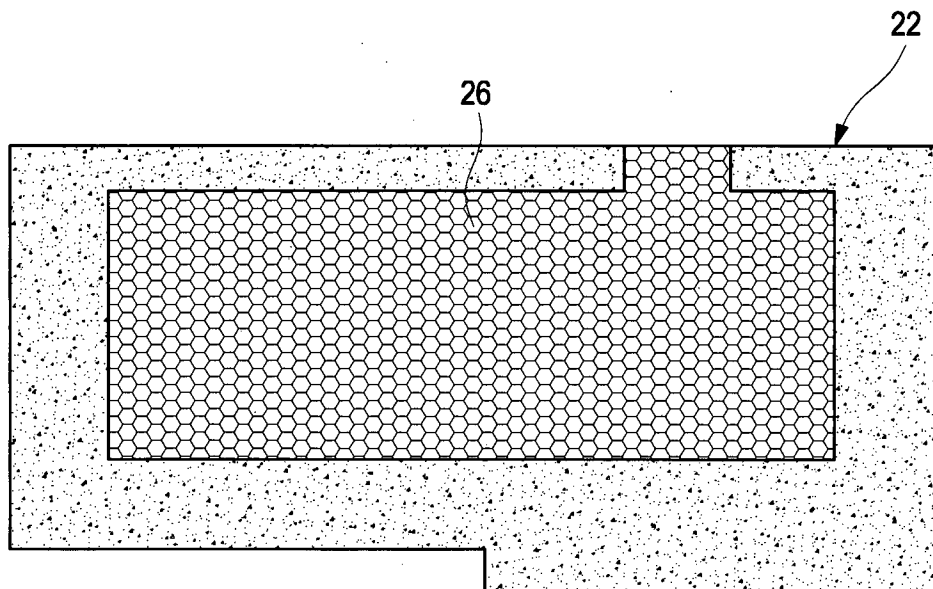


Fig. 1 j

6/8

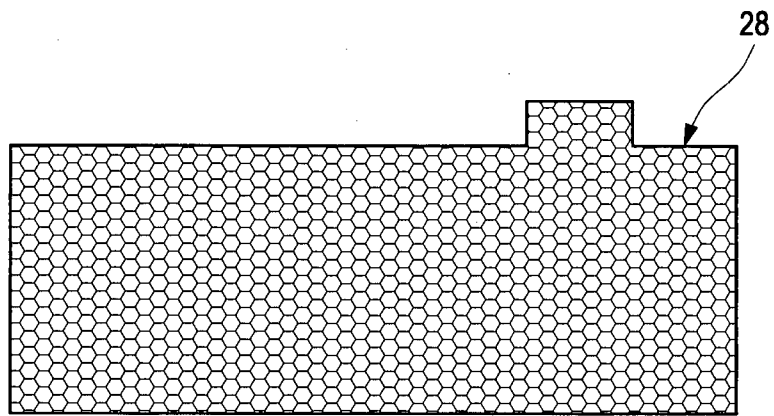


Fig. 1 k

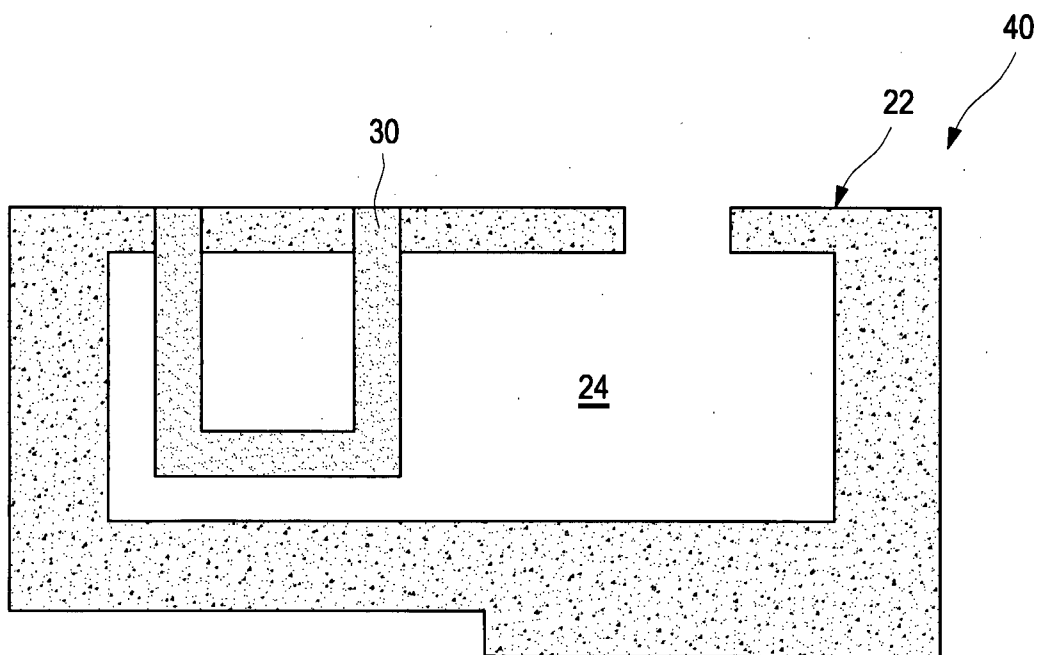


Fig. 1 l

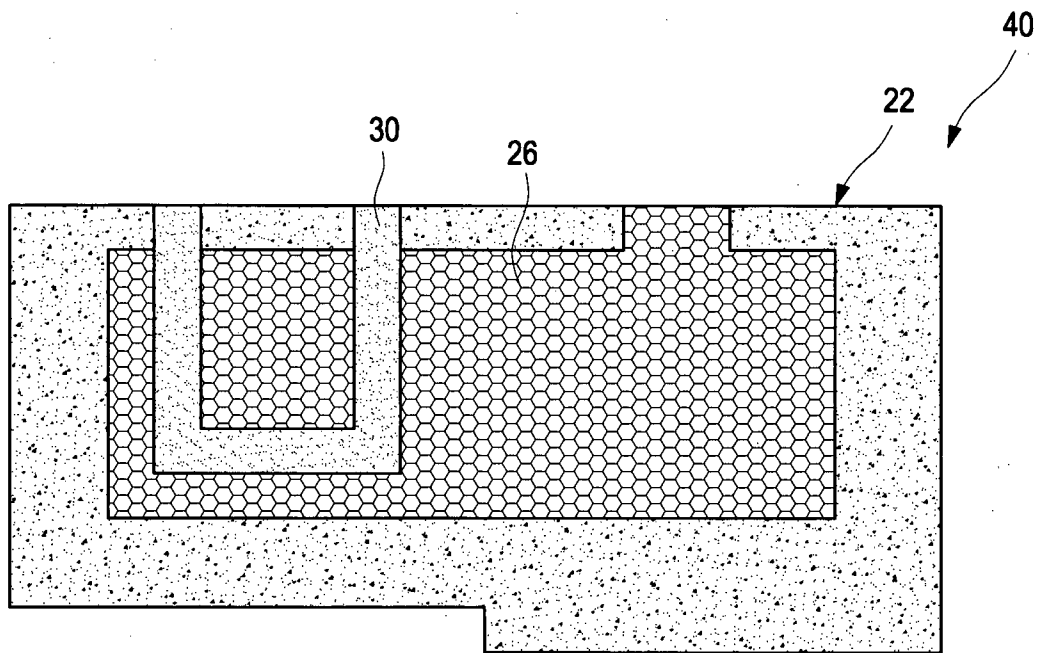


Fig. 1 m

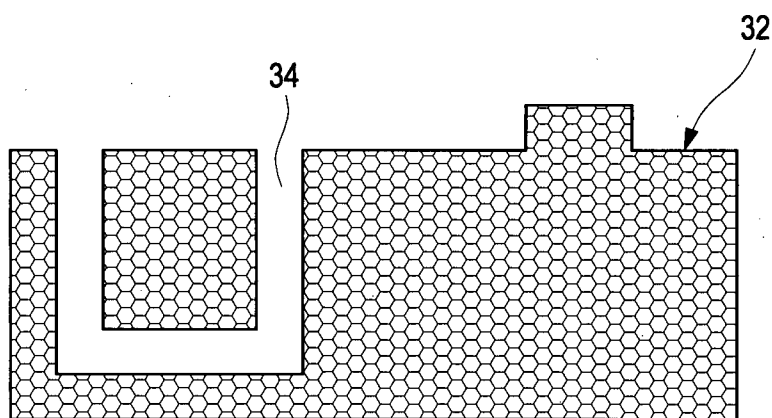


Fig. 1 n

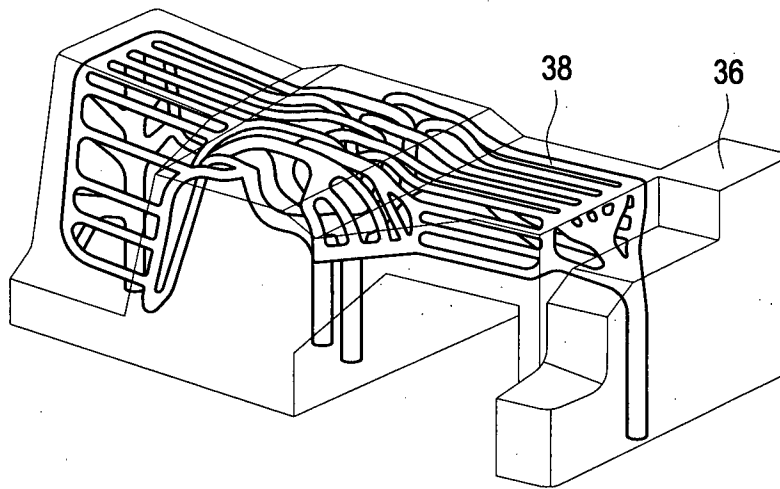


Fig. 2 a

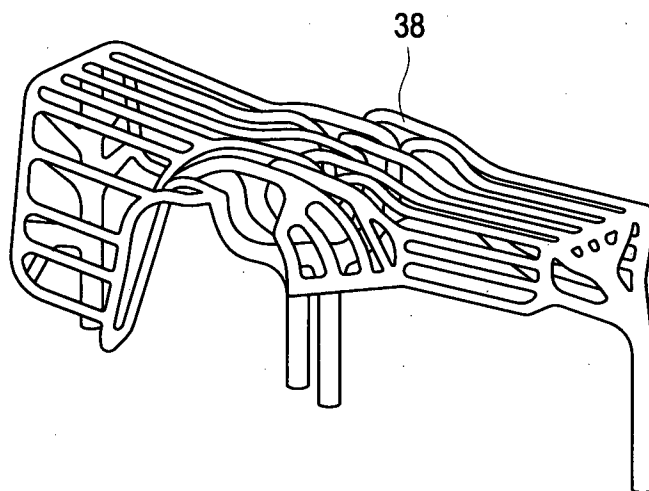


Fig. 2 b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/001917

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B22C9/02 B22C9/10 B28B1/00 B33Y10/00 ADD.		
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) B22C B28B B33Y		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 103 17 473 B3 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 3 February 2005 (2005-02-03)	1-10
Y	paragraphs [0031], [0037], [0042], [0043]; figures -----	6
X	US 2014/224152 A1 (FUKUDA YOYA [JP] ET AL) 14 August 2014 (2014-08-14)	1-5,7-10
Y	paragraphs [0016], [0082], [0110]; figures paragraph [0053] paragraphs [0075] - [0080] -----	6
X	EP 0 431 924 A2 (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY [US]) 12 June 1991 (1991-06-12)	1-5,7-10
Y	claims; figure 2 ----- -/-	6
☒ 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 26 January 2017		Date of mailing of the international search report 06/02/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Hodiamont, Susanna

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/001917

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/110091 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]; HEERE HARALD [DE]; FROSCHAUER CHRIST) 4 October 2007 (2007-10-04)	1-5,7-10
Y	abstract page 3, last paragraph - page 4, paragraph 1	6

X	DE 198 53 834 A1 (EDERER INGO [DE]; HOECHSMANN RAINER [DE]; KUDERNATSCH ALEXANDER [DE]) 31 May 2000 (2000-05-31)	1-5,7-10
Y	abstract	6

X	WO 03/103932 A1 (GENERIS GMBH [DE]; EDERER INGO [DE]; HOECHSMANN RAINER [DE]) 18 December 2003 (2003-12-18)	1-5,7-10
Y	claims 1, 4, 5, 8, 11, 15, 16	6

X	DE 10 2009 056696 A1 (PROMETAL RCT GMBH [DE]) 9 June 2011 (2011-06-09)	1-5,7-10
Y	paragraphs [0057] - [0059]	6

X	US 2004/056378 A1 (BREDT JAMES F [US] ET AL) 25 March 2004 (2004-03-25)	1-5,7-10
Y	paragraphs [0002], [0054], [0056], [0057]; claims; figures	6

A	DE 20 2012 100640 U1 (ENGEL GERD [DE]) 8 May 2012 (2012-05-08) cited in the application the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/001917

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10317473 B3	03-02-2005	DE 10317473 B3	03-02-2005
		GB 2400578 A	20-10-2004
		US 2004216860 A1	04-11-2004
US 2014224152 A1	14-08-2014	CN 104066532 A	24-09-2014
		EP 2851142 A1	25-03-2015
		JP 5249447 B1	31-07-2013
		JP 2013240799 A	05-12-2013
		US 2014224152 A1	14-08-2014
		WO 2013171921 A1	21-11-2013
EP 0431924 A2	12-06-1991	CA 2031562 A1	09-06-1991
		DE 69025147 D1	14-03-1996
		DE 69025147 T2	05-09-1996
		EP 0431924 A2	12-06-1991
		JP 2729110 B2	18-03-1998
		JP H06218712 A	09-08-1994
		US 5204055 A	20-04-1993
		US 5340656 A	23-08-1994
		US 5807437 A	15-09-1998
		US 6036777 A	14-03-2000
WO 2007110091 A1	04-10-2007	AT 516905 T	15-08-2011
		EP 1998911 A1	10-12-2008
		WO 2007110091 A1	04-10-2007
DE 19853834 A1	31-05-2000	NONE	
WO 03103932 A1	18-12-2003	AU 2003243897 A1	22-12-2003
		DE 10224981 A1	08-01-2004
		DE 10393294 D2	25-05-2005
		EP 1509382 A1	02-03-2005
		US 2005167872 A1	04-08-2005
		US 2009261497 A1	22-10-2009
		WO 03103932 A1	18-12-2003
DE 102009056696 A1	09-06-2011	DE 102009056696 A1	09-06-2011
		EP 2391499 A2	07-12-2011
		US 2013004607 A1	03-01-2013
		WO 2011067352 A2	09-06-2011
US 2004056378 A1	25-03-2004	AU 2003275083 A1	19-04-2004
		CA 2500012 A1	08-04-2004
		EP 1542858 A1	22-06-2005
		HK 1077541 A1	21-02-2014
		JP 4782424 B2	28-09-2011
		JP 2006504813 A	09-02-2006
		KR 20050061478 A	22-06-2005
		US 2004056378 A1	25-03-2004
		US 2006230984 A1	19-10-2006
		WO 2004028787 A1	08-04-2004
DE 202012100640 U1	08-05-2012	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B22C9/02 B22C9/10 B28B1/00 B33Y10/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B22C B28B B33Y

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 103 17 473 B3 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 3. Februar 2005 (2005-02-03)	1-10
Y	Absätze [0031], [0037], [0042], [0043]; Abbildungen	6
X	US 2014/224152 A1 (FUKUDA YOYA [JP] ET AL) 14. August 2014 (2014-08-14)	1-5,7-10
Y	Absätze [0016], [0082], [0110]; Abbildungen Absatz [0053] Absätze [0075] - [0080]	6
X	EP 0 431 924 A2 (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY [US]) 12. Juni 1991 (1991-06-12)	1-5,7-10
Y	Ansprüche; Abbildung 2	6
	----- -/-	



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

26. Januar 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/02/2017

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

Hodiamont, Susanna

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/110091 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]; HEERE HARALD [DE]; FROSCHAUER CHRIST) 4. Oktober 2007 (2007-10-04)	1-5,7-10
Y	Zusammenfassung Seite 3, letzter Absatz - Seite 4, Absatz 1	6
X	DE 198 53 834 A1 (EDERER INGO [DE]; HOECHSMANN RAINER [DE]; KUDERNATSCH ALEXANDER [DE]) 31. Mai 2000 (2000-05-31)	1-5,7-10
Y	Zusammenfassung	6
X	WO 03/103932 A1 (GENERIS GMBH [DE]; EDERER INGO [DE]; HOECHSMANN RAINER [DE]) 18. Dezember 2003 (2003-12-18)	1-5,7-10
Y	Ansprüche 1, 4, 5, 8, 11, 15, 16	6
X	DE 10 2009 056696 A1 (PROMETAL RCT GMBH [DE]) 9. Juni 2011 (2011-06-09)	1-5,7-10
Y	Absätze [0057] - [0059]	6
X	US 2004/056378 A1 (BREDT JAMES F [US] ET AL) 25. März 2004 (2004-03-25)	1-5,7-10
Y	Absätze [0002], [0054], [0056], [0057]; Ansprüche; Abbildungen	6
A	DE 20 2012 100640 U1 (ENGEL GERD [DE]) 8. Mai 2012 (2012-05-08) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/001917

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10317473 B3	03-02-2005	DE 10317473 B3	03-02-2005
		GB 2400578 A	20-10-2004
		US 2004216860 A1	04-11-2004
US 2014224152 A1	14-08-2014	CN 104066532 A	24-09-2014
		EP 2851142 A1	25-03-2015
		JP 5249447 B1	31-07-2013
		JP 2013240799 A	05-12-2013
		US 2014224152 A1	14-08-2014
		WO 2013171921 A1	21-11-2013
EP 0431924 A2	12-06-1991	CA 2031562 A1	09-06-1991
		DE 69025147 D1	14-03-1996
		DE 69025147 T2	05-09-1996
		EP 0431924 A2	12-06-1991
		JP 2729110 B2	18-03-1998
		JP H06218712 A	09-08-1994
		US 5204055 A	20-04-1993
		US 5340656 A	23-08-1994
		US 5807437 A	15-09-1998
		US 6036777 A	14-03-2000
WO 2007110091 A1	04-10-2007	AT 516905 T	15-08-2011
		EP 1998911 A1	10-12-2008
		WO 2007110091 A1	04-10-2007
DE 19853834 A1	31-05-2000	KEINE	
WO 03103932 A1	18-12-2003	AU 2003243897 A1	22-12-2003
		DE 10224981 A1	08-01-2004
		DE 10393294 D2	25-05-2005
		EP 1509382 A1	02-03-2005
		US 2005167872 A1	04-08-2005
		US 2009261497 A1	22-10-2009
		WO 03103932 A1	18-12-2003
DE 102009056696 A1	09-06-2011	DE 102009056696 A1	09-06-2011
		EP 2391499 A2	07-12-2011
		US 2013004607 A1	03-01-2013
		WO 2011067352 A2	09-06-2011
US 2004056378 A1	25-03-2004	AU 2003275083 A1	19-04-2004
		CA 2500012 A1	08-04-2004
		EP 1542858 A1	22-06-2005
		HK 1077541 A1	21-02-2014
		JP 4782424 B2	28-09-2011
		JP 2006504813 A	09-02-2006
		KR 20050061478 A	22-06-2005
		US 2004056378 A1	25-03-2004
		US 2006230984 A1	19-10-2006
		WO 2004028787 A1	08-04-2004
DE 202012100640 U1	08-05-2012	KEINE	