(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
01. Dezember 2022 (01.12.2022)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/248299 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B21C 37/16 (2006.01) *B21J 1/06* (2006.01)
B21J 5/08 (2006.01) *B21K 21/08* (2006.01)
B21J 9/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/063404

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Mai 2022 (18.05.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 113 628.8
26. Mai 2021 (26.05.2021) DE

(71) Anmelder: **DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.** [DE/DE]; Königswinterer Strasse 522-524, 53227 Bonn (DE).

(72) Erfinder: **BEEH, Elmar**; c/o DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V., Königswinterer Strasse 522-524, 53227 Bonn (DE). **ALTVATER, Stephan**; c/o Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Königswinterer Strasse 522-524, 53227 Bonn (DE). **LINDNER, Karl-Heinz**; Wedauer Strasse 9a, 45481 Mühlheim (DE).

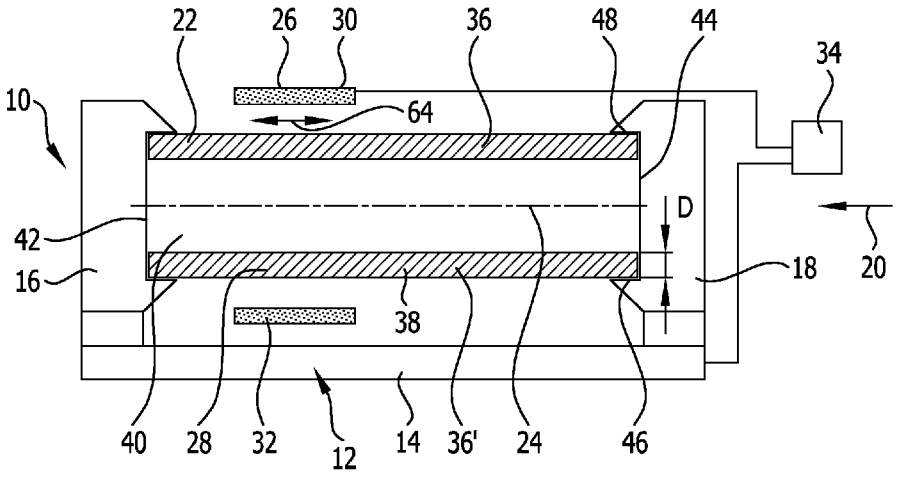
(74) Anwalt: **HOEGER, STELLRECHT & PARTNER PATENTANWÄLTE MBB**; Uhlandstrasse 14 c, 70182 Stuttgart (DE).

(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,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE PRODUCTION OF A HOLLOW BODY WITH A SPATIALLY VARYING WALL THICKNESS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES HOHLKÖRPERS MIT RÄUMLICH VARIIERENDER WANDDICKE

FIG.1



(57) Abstract: A method for the production of a hollow body with a spatially varying wall thickness along a longitudinal axis (24) of the hollow body is provided, wherein a hollow body blank (36) which extends on the longitudinal axis between a first end (42) and a second end (44) is held in a region of the first end (42) on a first holder (16) and is held in a region of the second end (44) on a second holder (18), the hollow body blank (36) is heated locally on one or more regions (28) between the first end (42) and the second end (44) to a deformation temperature, and, after the deformation temperature is reached, the hollow body blank (36) is compressed by a relative movement of the first holder (16) and the second holder (18) towards each other. The invention also relates to a device for the production of a hollow body with a spatially varying wall thickness along a longitudinal axis of the hollow body.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Hohlkörpers mit räumlich variierender Wanddicke längs einer Längsachse (24) des Hohlkörpers bereitgestellt, wobei ein Hohlkörper-Rohling (36), welcher sich in der Längsachse zwischen einem ersten Ende (42) und einem zweiten Ende (44) erstreckt, in einem Bereich des ersten Endes (42) an einem ersten Halter (16) gehalten wird und in einem Bereich des zweiten Endes (44) an einem zweiten Halter (18) gehalten wird, der Hohlkörper-Rohling (36) lokal an einem

WO 2022/248299 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, 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, 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, ST, 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, 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)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

oder mehreren Bereichen (28) zwischen dem ersten Ende (42) und dem zweiten Ende (44) auf eine Umformungstemperatur erwärmt wird, und nach Erreichen der Umformungstemperatur der Hohlkörper-Rohling (36) durch relative Zubewegung des ersten Halters (16) und des zweiten Halters (18) gestaucht wird. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Herstellung eines Hohlkörpers mit räumlich variierender Wanddicke längs einer Längsachse des Hohlkörpers.

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Hohlkörpers mit räumlich variierender Wanddicke

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Hohlkörpers mit räumlich variierender Wanddicke längs einer Längsachse des Hohlkörpers.

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Herstellung eines Hohlkörpers mit räumlich variierender Wanddicke längs einer Längsachse des Hohlkörpers.

Die EP 0 157 894 A1 offenbart ein Verfahren zur Erhöhung der Dicke eines rohrförmigen Teils.

Die DE 10 2012 003 174 A1 offenbart ein Verfahren zum Herstellen eines Hohlprofils mit Abschnitten unterschiedlicher Wandstärken, wobei das Hohlprofil aus einem verformbaren Material ausgebildet ist. Das Verfahren umfasst die Schritte Festlegen eines ersten und eines zweiten Abschnittes des Hohlprofils an zueinander beabstandeten Haltestellen, einer Stauchungsvorrichtung und Ausbilden eines Stauchungsbegrenzungsraumes, Aufeinanderzubewegen der ersten und zweiten Haltestelle, so dass ein zu stauchender Abschnitt des rohrförmigen Profils, der zwischen der ersten und zweiten Haltestelle angeordnet ist, in den Stauchungsbegrenzungsraum gestaucht wird, wobei beim Aufeinanderzubewegen der ersten und zweiten Haltestelle der zu stauchende Abschnitt des Hohlprofils mit einer Schwingung beaufschlagt wird.

Die JP 2016-055292 A offenbart ein Verfahren zur Vergrößerung des Umfangs eines verdickten Teils eines Metallschafts.

Die DE 199 44 679 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines hohlen Metallkörpers, mit sich in Längsrichtung ändernder Querschnittsform, wobei

ein rohrförmiger Rohling endseitig abgedichtet wird, in eine der Sollkontur entsprechende Form an ein Werkzeug gelegt wird, durch ein Druckmittel von innen mit hohem Druck beaufschlagt wird, wobei das Rohr an seinen beiden Enden während des Verformungsvorgangs axial aufeinander zugeschoben wird. Der Rohling weist während der Umformung zur Herstellung von Bereichen mit hohen Umformgraden in seiner Querschnittsform im Bereich dieser hohen Umformungsgrade eine höhere Temperatur auf, als im Bereich geringerer Umformgrade.

Die DE 10 2004 013 872 A1 offenbart ein Verfahren zur Umformung eines metallischen Hohlkörpers in einem Umformwerkzeug und erhöhter Temperatur und unter Innendruck, wobei der Hohlkörper mit zumindest einem Ende über das Umformwerkzeug übersteht, wobei die Ausbildung der Werkzeugform und/oder die auf den Hohlkörper einwirkenden Umformparameter so gewählt sind, dass der Hohlkörper außerhalb des Werkzeugs die ursprüngliche Form im Wesentlichen beibehält.

Die DE 10 2017 127 158 A1 offenbart ein Verfahren zum Umformen eines Hohlkörper-Rohlings als Werkstück in einem Umformwerkzeug mit mindestens einer Zuhaltevorrichtung für den Hohlkörper-Rohling, wobei das Umformwerkzeug mindestens eine Gravur zur Aufnahme des Hohlkörper-Rohlings während der Umformung aufweist. Es erfolgt die Umformung im Lösungsglühbereich des Materials des zu formenden Werkstücks, wobei durch die Zuhaltevorrichtung der Hohlkörper so gehalten wird, dass Material des Hohlkörpers in die Gravur nachfließen kann und/oder, dass Material des Werkstücks aktiv in die Gravur hineingeschoben wird, oder dass die Umformung auf der Basis des Materials des Hohlkörper-Rohlings erfolgt, der sich innerhalb der Gravur befindet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit dem sich auf einfache Weise ein Hohlkörper mit räumlich variierender Wanddicke herstellen lässt.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein Hohlkörper-Rohling, welcher sich in der Längsachse zwischen einem ersten Ende und einem zweiten Ende erstreckt, in einem Bereich des ersten Endes an einem ersten Halter gehalten wird und in einem Bereich des zweiten Endes an einem zweiten Halter gehalten wird, der Hohlkörper-Rohling lokal an einem oder mehreren Bereichen zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende auf eine Umformungstemperatur erwärmt wird, und nach Erreichen der Umformungstemperatur der Hohlkörper-Rohling durch relative Zubewegung des ersten Halters und des zweiten Halters gestaucht wird.

Durch die lokale Erwärmung lässt sich derjenige Bereich des Hohlkörper-Rohlings, bei dem eine entsprechende Beeinflussung der Wanddicke erfolgen soll, gezielt auswählen. Durch die Erwärmung auf die Umformungstemperatur wird dann dieser Bereich entsprechend beeinflusst.

Der lokale Bereich weist eine Erstreckung längs der Längsachse auf, welche kleiner ist als die Länge zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende und insbesondere eine Länge entlang der Längsachse von höchstens 50 %, insbesondere von höchstens 40 %, vorzugsweise von höchstens 30 %, vorzugsweise von höchstens 20 % der Gesamtlänge längs der Längsachse zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende hat.

Durch die Zubewegung des ersten Halters und des zweiten Halters wird der Hohlkörper-Rohling gestaucht und das entsprechende erwärmte Wandmaterial gestaucht. An der entsprechend lokal erwärmten Stelle (und nur dort) nimmt die Wanddicke zu.

Insbesondere nimmt die Wandstärke in einem gestauchten Bereich nach außen zu und nimmt nach innen zu. Im Bereich wachsender Wandstärken nimmt die relative Festigkeit gegenüber umliegenden Bereichen kleinerer Wandstärke zu, so dass die Aufdickung gestoppt oder verlangsamt wird, bis auch umliegende Bereiche gleicher Temperatur die gleiche Querschnittsfläche

(die gleiche Wandstärke) erreicht haben. Entsprechend lassen sich Hohlkörper mit unterschiedlicher Wandstärke herstellen.

Die Wandstärkenzunahme nach außen und das Wandstärkenwachstum nach innen ist mit der herrschenden Temperatur korreliert. Diese Korrelation ist in Voruntersuchungen ermittelbar. Die ermittelte Korrelation kann wiederum als Prozessparameter oder Prozessparametersatz bei der Prozesssteuerung bzw. Prozessregelung verwendet werden.

Ein Hohlkörper-Rohling kann zeitlich nacheinander (zyklisch) bearbeitet werden, um an insbesondere (verschiedenen) definierten Stellen eine Wandstärkenbeeinflussung zu erhalten. Insbesondere kann ein Hohlkörper-Rohling mehrmals der Schrittkombination von Erwärmung und Stauchung ausgesetzt werden, um unterschiedliche Wandbereiche entsprechend zu beeinflussen.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich Hohlkörper herstellen, welche in ihrer Ausbildung bezüglich der Wandstärke optimiert an entsprechende Anwendungen anpassbar sind. Es lässt sich eine entsprechende Lastableitung, beziehungsweise Lastaufnahme für den Hohlkörper definiert einstellen.

Günstig ist es, wenn mindestens eines der Folgenden vorgesehen ist:

- ein verwendeter Start-Hohlkörper-Rohling weist eine einheitliche Wanddicke auf;

- der Hohlkörper-Rohling ist aus einem metallischen Material.

Der Start-Hohlkörper-Rohling ist derjenige Hohlkörper-Rohling, welcher ganz am Anfang eines Prozesses und beispielsweise auch eines zyklischen Vorgangs eingesetzt wird. Ein Start-Hohlkörper-Rohling mit einheitlicher Wanddicke lässt sich auf einfache Weise herstellen. Es kann dann die entsprechende Wanddicke beeinflusst werden. Das Ergebnis, wenn die Verfahrensschritte der

Erwärmungsstauchung durchgeführt werden, ist entweder ein fertig hergestellter Hohlkörper, oder ein Hohlkörper-Rohling, welcher dann entsprechend wieder dem Verfahren unterzogen wird.

Wenn der Hohlkörper-Rohling aus einem metallischen Material ist, dann lässt sich der entsprechende Verformungsprozess mit lokaler Erwärmung und Stauchung auf einfache Weise durchführen. Das verwendete metallische Material ist beispielsweise Aluminium, Magnesium oder Stahl bzw. eine metallische Legierung.

Insbesondere wird der Hohlkörper-Rohling lokal vollumfänglich erwärmt. Dadurch lässt sich über eine gesamte Querschnittsfläche des Hohlkörper-Rohlings an der entsprechenden lokalen Stelle eine Wanddickenbeeinflussung erreichen.

Günstig ist es, wenn der Hohlkörper-Rohling so lokal auf die Umformungstemperatur erwärmt wird, dass bei Durchführung des Stauchvorgangs Wandmaterial des Hohlkörper-Rohlings an einer erwärmten Stelle fließt, und insbesondere ist eine Erwärmung auf mindestens näherungsweise eine Lösungsglühtemperatur des Wandmaterials vorgesehen. Wenn eine Fließgrenze für den Hohlkörper-Rohling an der erwärmten Stelle erreicht ist, dann kann bei einem Stauchvorgang Wandmaterial gewissermaßen ausweichen, um eine Wandverdickung zu erreichen. Insbesondere erfolgt eine Erwärmung auf die Lösungsglühtemperatur. Die Lösungsglühtemperatur ist (bei Legierungen) die Temperatur, bei der alle zur Bildung von Ausscheidungen im Metallgefüge nötigen Elemente sich in Lösung befinden.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn eine Steuerung und/oder Regelung und/oder Einstellung mindestens eines der folgenden Parameter erfolgt:

- eines Wärmeprofils der lokalen Erwärmung;

- eines Startzeitpunkts des Stauchvorgangs nach Erwärmung;

- einer Stauchgeschwindigkeit.

Es lässt sich dann entsprechend der Verlauf der Wanddicke beim hergestellten Hohlkörper einstellen.

Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel wird eine (aktuelle) Außengeometrie des Hohlkörper-Rohlings bei einem Stauchvorgang ermittelt und in Abhängigkeit von Ermittlungsergebnissen erfolgt eine angepasste Prozessbeeinflussung. Durch die Ermittlung der Außengeometrie kann zu einem geeigneten Zeitpunkt eine Beeinflussung des Prozesses erfolgen, um entsprechend die Wandstärkenverteilung wie gewünscht herstellen zu können.

Es ist dann insbesondere vorteilhaft, wenn die Prozessbeeinflussung mindestens eines der Folgenden umfasst:

- eine Änderung der Stauchgeschwindigkeit;

- eine Durchführung einer lokalen Kühlung des Hohlkörper-Rohlings;

- eine Durchführung einer (weiteren) lokalen Erwärmung.

Es lässt sich dann entsprechend während der Verfahrensdurchführung noch eine gezielte Beeinflussung durchführen, um eine gewünschte Wanddickenverteilung zu erhalten.

Günstig ist es, wenn eine Ermittlung der Außengeometrie über mindestens eines der Folgenden erfolgt:

- durch optische und insbesondere kontaktlose Ermittlung;

- mittels einer Kontakteinrichtung, welche insbesondere einen oder mehrere Taster umfasst;

- mittels eines Tasters, welcher ein keramisches Element ist;

- mittels einer Kontakteinrichtung, welche Temperaturmessungen und/oder elektrische Messungen durchführt.

Es lässt sich entsprechend die Außengeometrie kontaktlos und insbesondere optisch ermitteln, beziehungsweise über Kontaktierung, insbesondere mit mindestens einem keramischen Taster, welcher entsprechend hitzebeständig ist.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist es vorgesehen, dass mindestens eine Schabloneneinrichtung verwendet wird, mittels welcher eine Außengeometrie für den Hohlkörper-Rohling vorgegeben wird. Durch die Schabloneneinrichtung erfolgt beispielsweise eine geometrische Blockade, um gezielt den Wanddickenverlauf einstellen zu können.

Insbesondere ist dann mindestens eines der Folgenden vorgesehen:

- die mindestens eine Schabloneneinrichtung blockiert geometrisch eine Ausdehnung von Material des Hohlkörper-Rohlings an der Position der Schabloneneinrichtung, wobei insbesondere die Schabloneneinrichtung aus einem Material mit einer Wärmeleitfähigkeit kleiner als 1 W/(mK) ist;

- die mindestens eine Schabloneneinrichtung ist wärmeleitend und über die mindestens eine Schabloneneinrichtung wird lokal Wärme von dem Hohlkörper-Rohling abgeführt und/oder über die mindestens eine Schabloneneinrichtung wird der Hohlkörper-Rohling lokal gekühlt;

Es lässt sich dann während des Herstellungsprozesses über die Schabloneneinrichtung die Wandausbildung insbesondere bezüglich der Wanddicke an dem Hohlkörper-Rohling beeinflussen.

Bei einer Ausführungsform sind der erste Halter und/oder der zweite Halter als Schabloneneinrichtung ausgebildet und weisen einen Eintauchbereich für ein Wandungselement des Hohlkörper-Rohlings auf. Durch die Ausbildung eines Halters als Schabloneneinrichtung lässt sich im Bereich des Halters ein Wandverlauf bezüglich der Wanddicke vorgeben. Insbesondere ist diese Schabloneneinrichtung an einem Halter so ausgebildet, dass sie durch geometrische Blockade und/oder durch Wärmezufuhr beziehungsweise Wärmeabfuhr einen definierten Wandungsbereich bezüglich seiner Dicke "einstellt".

Es kann vorgesehen sein, dass nach Beendigung eines Stauchvorgangs mindestens eine weitere lokale Erwärmung an einer räumlich verschiedenen Stelle durchgeführt wird und ein anschließender Stauchungsvorgang durchgeführt wird. Insbesondere wird das Verfahren zyklisch durchgeführt, so dass an einem Hohlkörper-Rohling an gleichen und/oder unterschiedlichen Stellen ein entsprechender Wanddickenverlauf wie gewünscht erzeugt wird. Es wird gewissermaßen ein hergestellter Hohlkörper wieder als Hohlkörper-Rohling für weitere Verfahrensschritte mit Erwärmung und Stauchung verwendet.

Günstig ist es, wenn der erste Halter und der zweite Halter als Stauchstempel ausgebildet sind. Es lässt sich dadurch auf einfache Weise eine Stauchung erreichen.

Ganz besonders vorteilhalft ist es, wenn der Hohlkörper mit mindestens einem der folgenden Bereiche hergestellt wird:

- mit einem Bereich mit längs der Längsachse gleichmäßig zunehmender oder abnehmender Wanddicke;

- mit einem Bereich mit einer Stufenausbildung der Wanddicke;

- mit einem Bereich mit einer größeren Wanddicke im Vergleich zu den benachbarten Bereichen, zwischen welchen der Bereich mit vergrößerter Wanddicke liegt.

Es lässt sich so ein Hohlkörper herstellen, welcher optimiert an eine Anwendung angepasst ist. Beispielsweise ist es vorteilhaft, wenn ein Hohlkörper mit gleichmäßig zunehmender Wanddicke für eine frei auskragende Tragstruktur hergestellt wird.

Ein Hohlkörper mit einer Stufenausbildung der Wanddicke ist beispielsweise vorteilhaft bei Anwendungen, die beidseitig gelagert sind, wobei jedoch eine asymmetrische Belastung vorliegt. Die Stufe ist dabei vorzugsweise kantenfrei.

Für biegebelastete oder brückenartige Bauteile kann es vorteilhaft sein, wenn ein Bereich mit einer größeren Wanddicke zwischen Bereichen mit kleinerer Wanddicke liegt.

Erfindungsgemäß wird ferner eine Vorrichtung der eingangs genannten Art bereit gestellt, umfassend:

- einen ersten Halter zum Halten eines Hohlkörper-Rohlings im Bereich eines ersten Endes des Hohlkörper-Rohlings, und einen zweiten Halter zum Halten des Hohlkörper-Rohlings im Bereich eines zweiten Endes des Hohlkörper-Rohlings;

- eine Zustelleinrichtung, mittels welcher der erste Halter und der zweite Halter relativ zueinander zubewegbar sind, um den Hohlkörper-Rohling zu stauchen;

- eine Erwärmungseinrichtung, mittels welcher der Hohlkörper-Rohling, welcher in dem ersten Halter und im zweiten Halter sitzt, lokal erwärmbar ist.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren durchführen, beziehungsweise das erfindungsgemäße Verfahren kann an der erfindungsgemäßen Vorrichtung durchgeführt werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist die bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläuterten Vorteile auf.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung lassen sich Hohlkörper mit angepasster, räumlich variierender Wanddickenverteilung herstellen.

Günstig ist es, wenn eine Kühleinrichtung vorhanden ist, mit welcher der Hohlkörper-Rohling lokal kühlbar ist. Es lässt sich dadurch beispielsweise ein Fließprozess mit einer Wandstärkenänderung "einfrieren". Es ist dadurch eine Verfahrensbeeinflussung gewissermaßen "in situ" möglich. Beispielsweise erfolgt eine CO_2-Sprühkühlung.

Ferner günstig ist es, wenn eine Ermittlungseinrichtung vorgesehen ist, über welche eine Außengeometrie des Hohlkörper-Rohlings ermittelbar ist, insbesondere mit mindestens einem der Folgenden:

- es ist eine optische Ermittlungseinrichtung vorgesehen, welche die Außengeometrie berührungslos ermittelt;

- es ist eine Kontakteinrichtung vorgesehen, welche mindestens einen Taster umfasst und insbesondere mindestens einen keramischen Taster umfasst.

Durch die Ermittlungseinrichtung lässt sich auf einfache Weise während eines Herstellungsvorgangs die (aktuelle) Außengeometrie bestimmen. Es kann dann eine entsprechende Verfahrensbeeinflussung durchgeführt werden. Über einen keramischen Taster lässt sich eine Außenseite des Hohlkörper-Rohlings abtasten, um die Außengeometrie auszumessen.

Günstig ist es, wenn eine Steuerungs- und/oder Regelungsvorrichtung vorgesehen ist, welche mindestens eines der Folgenden steuert und/oder regelt:

- ein Wärmeprofil für die Erwärmung des Hohlkörper-Rohlings durch die Erwärmungseinrichtung;

- eine Startzeit für die relative Zubewegung des ersten Halters und des zweiten Halters;

- eine Stauchgeschwindigkeit;

- ein Kühlvorgang an dem Hohlkörper-Rohling.

Durch die entsprechende Steuerung, beziehungsweise Einstellung dieser Parameter lässt sich beispielsweise auf reproduzierbare Weise ein Hohlkörper herstellen. Es lässt sich die Verfahrensdurchführung so steuern, dass sich optimierte Ergebnisse ergeben.

Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung Signale einer Ermittlungseinrichtung für eine Außengeometrie des Hohlkörper-Rohlings empfängt und auswertet und auf Grundlage dieser Signale eine Steuerung und/oder Regelung durchführt. Es kann dann auch während der Verfahrensdurchführung eine Änderung von Parametern erfolgen, beziehungsweise es könnten zusätzliche Schritte durchgeführt werden, um ein optimiertes Ergebnis zu erhalten.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn eine Schabloneneinrichtung zur Festlegung einer Außengeometrie des Hohlkörper-Rohlings vorgesehen ist. Durch die Schabloneneinrichtung lässt sich die Außengeometrie gezielt einstellen. Die Schablonen-Einrichtung legt beispielsweise durch eine geometrische Blockade die Außengeometrie fest. Es kann alternativ oder zusätzlich vorgesehen sein, dass über die Schabloneneinrichtung eine Wärmezuführung und/oder Wärme-

abführung erfolgt, um so entsprechend einen Hohlkörper-Rohling zu beeinflussen. Durch eine Schabloneneinrichtung zur Beeinflussung der Außengeometrie wird der Stauchprozess nur minimal beeinflusst; die Schabloneneinrichtung lässt sich gewissermaßen um den Hohlkörper-Rohling legen und beeinflusst die Zustellbewegung der Halter aufeinander nicht.

Die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen dient im Zusammenhang mit den Zeichnungen der Erläuterung der Erfindung. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Herstellung eines Hohlkörpers mit räumlich variierender Wanddicke, wobei ein Hohlkörper-Rohling eingespannt ist;

Figur 2 eine schematische Teildarstellung der Vorrichtung gemäß Figur 1 bei einem Erwärmungsvorgang;

Figur 3 als weiteren Verfahrensschritt schematisch einen Stauchvorgang mit der Vorrichtung gemäß Figur 1;

Figur 4 eine ähnliche Ansicht wie Figur 3 bei einer Variante eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung mit einer Ermittlungseinrichtung für eine Außengeometrie eines Hohlkörper-Rohlings und mit einer Kühleinrichtung;

Figur 5 schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Schabloneneinrichtung, wobei schematisch ein Erwärmungsvorgang gezeigt ist;

Figur 6 ein Stauchvorgang bei der Vorrichtung gemäß Figur 5, wobei die Schabloneneinrichtung wirksam ist;

Figur 7 schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Schabloneneinrichtung, welche in einen Halter integriert ist;

Figur 8 eine Schnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Hohlkörpers, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beziehungsweise mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung hergestellt wurde;

Figur 9 eine Schnittdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Hohlkörpers, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beziehungsweise mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung hergestellt wurde;

Figur 10 eine Schnittdarstellung eines dritten Ausführungsbeispiels eines Hohlkörpers, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beziehungsweise mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung hergestellt wurde.

Ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung eines Hohlkörpers, welches in Figur 1 schematisch in einer Schnittdarstellung und in Figuren 2 und 3 in einer Teildarstellung gezeigt und mit 10 bezeichnet ist, umfasst eine Zustelleinrichtung 12. Die Zustelleinrichtung 12 weist ein Maschinengestell 14 auf, an welchem ein erster Halter 16 und ein zweiter Halter 18 beabstandet sitzen. Der erste Halter 16 und der zweite Halter 18 sind jeweils als Stauchstempel ausgebildet.

Über die Zustelleinrichtung 12 sind der erste Halter 16 und der zweite Halter 18 relativ aufeinander zufahrbar, um ein Werkstück, welches über den ersten Halter 16 und zweiten Halter 18 an dem Maschinengestell 14 gehalten ist, stauchen zu können. Es ist dazu entweder der erste Halter 16 oder der zweite Halter 18 beweglich an dem Maschinengestell 14 angeordnet, oder es sind

sowohl der erste Halter 16 als auch der zweite Halter 18 beweglich an dem Maschinengestell 14 angeordnet.

Der erste Halter 16 und/oder der zweite Halter 18 sind an der Zustelleinrichtung 12 in einer Richtung 20 linear beweglich gehalten. Die Richtung 20 entspricht auch einer Abstandsrichtung zwischen dem ersten Halter 16 und dem zweiten Halter 18.

Wenn ein Werkstück 22 an der Vorrichtung 10 über den ersten Halter 16 und den zweiten Halter 18 gehalten ist, dann ist eine Längsachse 24 dieses Werkstücks 22 parallel zu der Richtung 20 der Zustellbeweglichkeit des ersten Halters 16 und des zweiten Halters 18 orientiert.

Die Vorrichtung 10 umfasst eine Erwärmungseinrichtung 26. Die Erwärmungseinrichtung 26 ist fest oder beweglich zwischen dem ersten Halter 16 und dem zweiten Halter 18 positioniert. Sie ist so ausgebildet, dass ein eingespanntes Werkstück 22 an einer vorgegebenen Stelle 28 lokal erwärmt werden kann. Die Erwärmung erfolgt dabei vollumfänglich um das Werkstück 22.

Die Erwärmungseinrichtung 26 umfasst beispielsweise eine erste Halbschale 30 und eine zweite Halbschale 32, welche dann entsprechend das Werkstück 22 umgebend positionierbar sind.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die Erwärmungseinrichtung 26 ein Ringelement umfasst.

Die lokale Erwärmung an der Stelle 28 über die Erwärmungseinrichtung 26 erfolgt beispielsweise durch induktive Erhitzung. Auch andere Erhitzungsmöglichkeiten können vorgesehen sein.

Eine Ausdehnung der Stelle 28 in Richtung der Längsachse 24 ist dabei kleiner als die Gesamt-Ausdehnung des Werkstücks 22 in diese Richtung und beträgt

insbesondere höchstens 50 % und vorzugsweise höchstens 40 % der Gesamtlänge des Werkstücks 22 längs der Längsachse 24.

Insbesondere ist die Erwärmungseinrichtung 26 in der Richtung 20 feststellbar beweglich bezüglich des Maschinengestells 14 angeordnet, so dass eine ausgewählte lokale Stelle 28 gezielt "angefahren" und erwärmt werden kann.

Die Vorrichtung 10 umfasst eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 34. Diese steuert die Erwärmungseinrichtung 26 an und steuert die Zustelleinrichtung 12 an.

Durch die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 34 kann beispielsweise ein Erwärmungsprofil des Werkstücks 22 über die Erwärmungseinrichtung 26 eingestellt werden. Durch sie kann beispielsweise ein Startzeitpunkt der Zustellung des ersten Halters 16 und des zweiten Halters 18 relativ zueinander eingestellt werden. Durch sie kann weiterhin insbesondere eine Geschwindigkeit der Zustellung (Stauchgeschwindigkeit) eingestellt werden.

Es ist beispielsweise auch möglich, durch die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 34 die Position der Erwärmungseinrichtung 26 vorzugeben.

Mit der Vorrichtung 10 soll ein Hohlkörper (vgl. beispielsweise die Figuren 8 bis 10) hergestellt werden, welche eine variierende Wanddicke D aufweist. Der Hohlkörper ist insbesondere aus einem metallischen Material.

Es wird als Werkstück ein Hohlkörper-Rohling 36 verwendet. Dieser Hohlkörper-Rohling 36 weist eine Wandung 38 aus einem metallischem Wandungsmaterial auf. Die Wandung 38 umgibt einen Hohlraum 40. Der Hohlkörper-Rohling 36 hat ein erstes Ende 42 und ein gegenüberliegendes zweites Ende 44.

Der Hohlkörper-Rohling 36 weist, wie oben erwähnt, eine Längsachse 24 auf; der Hohlkörper erstreckt sich zwischen dem ersten Ende 42 und dem zweiten Ende 44 längs der Längsachse 24.

Ein Start-Hohlkörper-Rohling 36' vor dem unten beschriebenen Stauchungsprozess weist eine einheitliche Dicke D der Wandung 38 auf (Figur 1).

Der Hohlkörper-Rohling 36 ist über den ersten Halter 16 im Bereich des ersten Endes 42 gehalten und ist über den zweiten Halter 18 im Bereich des zweiten Endes 44 gehalten.

Der erste Halter 16 und der zweite Halter 18 weisen jeweils eine Aufnahme 46 auf, welche durch eine Wandung 48 begrenzt ist. Der Hohlkörper-Rohling 36 ist über den Bereich an dem ersten Ende 42 in die entsprechende Aufnahme 46 des ersten Halters 16 als Ganzes eingetaucht, und ist über den Bereich des zweiten Endes 44 als Ganzes in die entsprechende Aufnahme 46 des zweiten Halters 18 eingetaucht.

Die Aufnahmen 46 sind so ausgebildet, dass bei einem Stauchvorgang der Hohlkörper-Rohling 36 an den Haltern 16, 18 nicht quer zu der Längsachse 24 ausweichen kann.

Zur Bearbeitung des Hohlkörper-Rohlings 36 wird dieser in die Vorrichtung 10 ungestaucht eingesetzt und ist dann über den ersten Halter 16 und den zweiten Halter 18 gehalten (Figur 1).

Es wird dann anschließend über die Erwärmungseinrichtung 26 an der gewünschten lokalen Stelle 28 eine Erwärmung durchgeführt. Es erfolgt dabei lokal eine Aufheizung auf eine Umformungstemperatur. Die Umformungstemperatur wird so gewählt, dass bei einem nachfolgenden Stauchvorgang das Wandmaterial an der Stelle 28 fließt (vgl. Figur 3) und dabei nur dort fließt.

Insbesondere entspricht die Umformungstemperatur, welche über Erwärmung in der Erwärmungseinrichtung 26 erreicht werden soll, bei einer Legierung als Wandmaterial einer Lösungsglühtemperatur des Wandmaterials.

Der Stauchvorgang (Figur 3) wird durch eine Zustellbewegung der Halter 16, 18 an der Zustelleinrichtung 12 eingeleitet. Es wird Wandmaterial des Hohlkörper-Rohling 36 an der Stelle 28 im Bereich der höchsten Temperatur gestaucht und die Wandstärke nimmt an der Stelle 28 nach außen und nach innen (zu dem Hohlraum 40 zu) zu; siehe Figur 3.

Im Bereich wachsender Wandstärken nimmt die relative Festigkeit gegenüber umliegenden Bereichen kleinerer Wandstärke zu, so dass im Bereich wachsender Wandstärken die Aufdickung gestoppt oder verlangsamt wird, bis auch umliegende Bereiche gleicher Temperatur die gleiche Wandstärke erreicht haben.

Die relative Festigkeit nimmt ausgehend von einer Temperatur im Bereich der Lösungsglühtemperatur zu niedrigeren Temperaturen hin zu.

Es lassen sich dadurch Hohlkörper (Profile) mit lokal unterschiedlicher Wandstärke herstellen.

Eine Variante der Vorrichtung 10 weist zusätzlich eine Ermittlungseinrichtung 50 auf, über welche sich eine Außengeometrie 52 des Hohlkörper-Rohlings 36 ermitteln lässt.

Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Ermittlungseinrichtung 50 eine optische Ermittlungseinrichtung, welche berührungslos optisch die Außengeometrie 52 erfasst.

Bei einem alternativen oder kombinierten Ausführungsbeispiel ist die Ermittlungseinrichtung 50 eine Kontakteinrichtung 54. Die Kontakteinrichtung 54 umfasst ein oder mehrere Taster 56 insbesondere aus einem keramischen

Material. Ein Taster 56 steht bei einem Ermittlungsvorgang (Messvorgang) in Kontakt mit dem Hohlkörper-Rohling 36, um dessen Außengeometrie 52 zu ermitteln.

Ein Taster 56 ist beispielsweise als Temperatursensor ausgebildet oder umfasst einen Temperatursensor. Durch eine entsprechende Temperaturermittlung kann dann ermittelt werden, ob ein Kontakt des Tasters 56 mit dem Hohlkörper-Rohling 36 vorliegt und dadurch die Außengeometrie 52 bestimmt werden.

Beispielsweise ist es auch möglich, dass über einen Taster 56 ein elektrischer Parameter ermittelt wird, über den das Vorliegen eines Kontaktes oder das Nichtvorliegen eines Kontaktes bestimmbar ist.

Die Taster 56 sind gewissermaßen Kontaktschalter, welche bei Kontakt mit der Außenseite des Hohlkörper-Rohling 36 eine Änderung wie Temperaturänderung oder eines elektrischen Parameters melden.

Die Meldung erfolgt dabei an die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 34, welche signalwirksam mit der Ermittlungseinrichtung 50 verbunden ist.

Es ist weiterhin eine Kühleinrichtung 58 vorgesehen. Die Kühleinrichtung 58 ist über die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 34 angesteuert. Über die Kühleinrichtung 58 lässt sich der Hohlkörper-Rohling 36 lokal kühlen. Insbesondere lässt sich über die Kühleinrichtung 58 ein Kühlstoß (in Figur 4 durch das Bezugszeichen 60 angedeutet) zur kurzzeitigen lokalen Kühlung abgeben.

Die Kühleinrichtung 58 umfasst insbesondere dazu eine oder mehrere Kühldüsen 62.

Die Kühlung erfolgt beispielsweise über CO_2-Schnee-Strahlkühlung.

Wie oben erwähnt ist die Erwärmungseinrichtung 26 in einer Richtung 64 parallel zu der Richtung 20 relativ zu dem Maschinengestell 14 beweglich, um gezielt die entsprechende lokale Stelle 28 für die Erwärmungsstauchung auswählen zu können, um dadurch wiederum gezielt lokal die Wandstärke einstellen zu können.

Entsprechend ist die Kühleinrichtung 58 ebenfalls in der Richtung 64 beweglich, um gezielt eine ausgewählte lokale Stelle kühlen zu können. Ferner sind die Taster 56 entsprechend positionierbar, um die Außengeometrie 52 an der gewünschten Stelle ermitteln zu können.

Durch die Erwärmungseinrichtung 26 erfolgt ein lokaler Wärmeeintrag an dem Hohlkörper-Rohling 36. Bei entsprechender Verfahrensführung ergibt sich aus einem bekannten Energieeintrag beispielsweise bei induktiver Erwärmung über die Erwärmungseinrichtung 26 für ein ausgewähltes Material der Wandung 38 der Hohlkörper-Rohlings 36 und bei vorgegebener Geometrie des Hohlkörper-Rohlings 36 ein immer gleiches Wärmeprofil. Wenn dann ein gleicher Zeitablauf für den Start des Stauchvorgangs mit der Zustellbewegung gewählt wird und entsprechend die gleiche Stauchgeschwindigkeit, ergibt sich auf reproduzierbare Weise eine gleiche Wandstärkenverteilung des entsprechenden aus dem Hohlkörper-Rohling 36 hergestellten Körpers.

Die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 34 stellt dann entsprechend das Wärmeprofil ein, den Startzeitpunkt der Zustellungsbewegung und die Stauchgeschwindigkeit als Zustellgeschwindigkeit des ersten Halters 16 und des zweiten Halters 18 relativ zueinander.

Wenn beispielsweise über Voruntersuchungen ermittelt wurde, in welchem Verhältnis beim Stauchvorgang das Wachstum an der Stelle 28 nach außen und nach innen steht, so kann über Ermittlung und auch Kontrolle (siehe unten) der Außengeometrie 52 der Prozess gesteuert beziehungsweise geregelt werden. Über Ermittlung der Außengeometrie 52 kann auf die lokale Wandstärke geschlossen werden.

Die Beeinflussung des Verfahrens erfolgt dabei insbesondere durch Änderung der Stauchgeschwindigkeit (je nach Anwendungsfall durch Beschleunigung des Stauchvorgangs oder Verlangsamung des Stauchvorgangs), oder alternativ oder zusätzlich durch gezielte lokale Kühlung über die Kühleinrichtung 58. Grundsätzlich ist es auch möglich, dass eine Nacherwärmung durchgeführt wird.

Wenn die Stauchgeschwindigkeit verändert wird, dann lässt sich die Wärmeverteilung im Hohlkörper-Rohling 36 lokal verändern. Durch gezielte lokale Kühlung lässt sich ein Stauchvorgang und insbesondere die Wanddickenänderung lokal stoppen. Es lässt sich dadurch gewissermaßen eine lokal erreichte Wandstärke einfrieren. Dazu wird dieser lokale Bereich entsprechend mit Kühlstößen beaufschlagt.

In Figur 4 ist dieses für den Bereich 66 angedeutet. Die dort erreichte Wandstärke, welche (indirekt) über die Außengeometrie 52 über einen entsprechenden Taster 56 an dem Bereich 66 ermittelt wurde, wird über ein oder mehrere Kühlstöße durch die Kühleinrichtung 58 festgelegt.

Grundsätzlich können die Verfahren bei einem entsprechenden Hohlkörper-Rohling 36 mehrfach durchgeführt werden, um einen entsprechenden Wanddickenverlauf zu erhalten. Deswegen wurde oben der Hohlkörper-Rohling 36 in seinem Ausgangszustand als Start-Hohlkörper-Rohling 36' bezeichnet.

Ein Hohlkörper-Rohling 36, welcher bereits den Prozess mit Erwärmung und Stauchung durchlaufen hat, hat im Vergleich zu dem Start-Hohlkörper-Rohling 36' keine einheitliche Wanddicke mehr. Er kann als Hohlkörper-Rohling 36 für einen weiteren Vorgang verwendet werden, wobei dann insbesondere eine Erwärmung an einer anderen lokalen Stelle 28 durchgeführt wird, um dort entsprechend die Wanddicke zu beeinflussen.

Es können so in der Längsachse 24 an unterschiedlichen Stellen zeitlich vernetzte unterschiedliche Bearbeitungsvorgänge zur Einstellung der Wanddicke durchgeführt werden. Es lässt sich dann für ein Anwendungsfall eine optimierte Wandstärkenverteilung des entsprechenden hergestellten Hohlkörpers erreichen, welche insbesondere lastgerecht variabel ausgerichtet ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich die Wandstärkenübergänge in ihrem geometrischen Verlauf kontinuierlich erreichen. Die Wandstärkenübergänge sind bei dem Verfahren stetig (differenzierbar) und dabei nicht sprunghaft. Es lassen sich dadurch bei der Anwendung eines entsprechenden Hohlkörpers sonst entstehende schädigende Spannungsspitzen vermeiden.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, welche in Figuren 5 und 6 in einer Teildarstellung gezeigt ist, ist grundsätzlich gleich ausgebildet wie die Vorrichtung 10. Für gleiche Elemente werden gleiche Bezugszeichen verwendet.

Die Vorrichtung 68 umfasst zusätzlich eine Schabloneneinrichtung 70. Über die Schabloneneinrichtung 70 lässt sich eine Außengeometrie 52 des Hohlkörper-Rohlings 36, welcher bearbeitet werden soll, festlegen. Die Schabloneneinrichtung 70 bildet ein Kalibrierprofil, durch welche die Außengeometrie 52 beispielsweise durch geometrische Blockade (durch Formschluss) festlegbar ist.

Bei der Vorrichtung 68 ist es bei einer Ausführungsform vorgesehen, dass die Schabloneneinrichtung 70 eine erste Halbschale 72 und eine zweite Halbschale 74 umfasst.

Die Schabloneneinrichtung 70 ist so beweglich ausgebildet, dass ein Erwärmungsschritt ungehindert durchgeführt werden kann.

Der Erwärmungsschritt wird grundsätzlich wie oben beschrieben ausgeführt (vgl. Figur 5).

An einer lokalen Stelle 76 wird der Hohlkörper-Rohling 36 auf die Umformungstemperatur erwärmt. Die Schabloneneinrichtung 70 ist dabei so positioniert, dass sie diesen Erwärmungsschritt nicht behindert.

Es wird dann die Erwärmungseinrichtung 26 so weit entfernt, dass die Schabloneneinrichtung 70 positioniert werden kann. Dies ist in Figur 5 durch den Pfeil mit dem Bezugszeichen 78 angedeutet.

Es ist in diesem Zusammenhang vorteilhaft, wenn wie oben erwähnt die Erwärmungseinrichtung 26 eine erste Halbschale 30 und eine zweite Halbschale 32 aufweist, um eine entsprechend leichte Entfernung zu ermöglichen.

Anschließend wird die Schabloneneinrichtung 70 an der lokalen Stelle 76 positioniert. Dies ist in Figur 5 durch den Pfeil mit dem Bezugszeichen 80 angedeutet.

Es ist in diesem Zusammenhang vorteilhaft, wenn die Schabloneneinrichtung 70 die erste Halbschale 72 und die zweite Halbschale 74 umfasst, um diese entsprechende Positionierung zu ermöglichen.

Die Schabloneneinrichtung 70 ist so angepasst und ausgebildet, dass entsprechend keine Ausdehnung oder nur eine vorgegebene Ausdehnung der Wand des Hohlkörper-Rohlings 36 an der lokalen Stelle 76 erfolgt; die Geometrie der Schabloneneinrichtung 70 gibt die Außengeometrie 52 an der lokalen Stelle 76 vor.

Gegebenenfalls muss bei der Ausbildung der Schabloneneinrichtung 70 eine Wärmeschrumpfung der Schabloneneinrichtung 70 berücksichtigt werden.

Wenn dann bei positionierter Schabloneneinrichtung 70 (vgl. Figur 6) der Stauchvorgang durchgeführt wird, indem eine Zustellbewegung des ersten Halters 16 und des zweiten Halters 18 relativ zueinander erfolgt, dann wird bei

Kontakt mit der Schabloneneinrichtung 70 die lokale Materialanhäufung des Wandmaterials des Hohlkörper-Rohlings 36 gestoppt.

Insbesondere erfolgt dieser Stoppvorgang durch geometrisches Blockieren einer weiteren Umformung. Es ist dann vorteilhaft, wenn die Schablonen-einrichtung 70 aus einem Werkstoff mit geringer Wärmeleitung hergestellt ist. Insbesondere liegt die Wärmeleitfähigkeit dieses Werkstoffs unterhalb von 1 W/(mK) und insbesondere unterhalb von 0,1 W/(mK).

Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, dass über die Schabloneneinrichtung 70 eine lokale Abkühlung an der lokalen Stelle 76 erfolgt oder dass eine Wärmeabfuhr erfolgt. Diese Kühlung beziehungsweise Wärmeabfuhr erfolgt durch den Kontakt der Schabloneneinrichtung 70 mit dem Material des Hohl-körper-Rohlings 36 an der lokalen Stelle 26. Entsprechend muss dann die Schabloneneinrichtung 70 aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit und insbesondere metallischer Wärmeleitfähigkeit hergestellt sein.

Wenn der Hohlkörper-Rohling 36 abgekühlt wird, beziehungsweise weiter ab-gekühlt wird, löst er sich von der Schabloneneinrichtung 70 durch thermische Schrumpfung.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, welches in Figur 7 schematisch in einer Teildarstellung gezeigt ist, und welches grundsätzlich gleich ausgebildet ist wie die Vorrichtung 10, wobei dann für gleiche Elemente gleiche Bezugszeichen verwendet werden, ist eine Schablo-nenvorrichtung 84 vorgesehen, welche in einen zweiten Halter 86 integriert ist.

Der zweite Halter 86 als Stauchstempel bildet dazu selber eine Schablone (ein Kalibrierprofil), welcher einen Wandungsverlauf geometrisch vorgibt.

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst der Halter 86 eine Aufnahme 88. Diese Aufnahme 88 ist ringförmig ausgebildet. (Die Aufnahmen des Halters

16 bzw. 18 bei der Vorrichtung 10 sind beispielsweise hohlzylindrisch.) Die Aufnahme 88 bildet einen Eintauchbereich 90, welcher einen Wandungsbereich 92 des Hohlkörper-Rohlings 36 nach innen (zu dem Hohlraum 40, und nach außen in einer Querrichtung zu der Längsachse 24) festlegt. (Die Aufnahmen 46 bewirken nur eine Festlegung der Querrichtung zur Längsachse 24 nach außen, von dem Hohlraum 40 weg.)

Der entsprechende Wandungsbereich 92, welcher in den Eintauchbereich 90 eingetaucht ist, ist dadurch in seiner Außengeometrie 52 und in seiner Innengeometrie 94 (zu dem Hohlraum 40 hin) festgelegt.

Der Wandungsbereich 92, welcher in dem Eintauchbereich 90 positioniert ist, ist in seiner radialen Ausdehnung quer zur Längsachse 24 begrenzt. Der Wandungsbereich 92, welcher in den Eintauchbereich 90 eingetaucht ist, weist eine genau definierte Wandstärke auf, welche sich bei der Durchführung des Verfahrens nicht wesentlich verändert.

Der zweite Halter 86 ist insbesondere aus einem schlecht wärmeleitenden Material hergestellt (insbesondere mit einer Wärmeleitfähigkeit unterhalb von 1 W/(mK)).

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist die Vorrichtung 82 auch die Schabloneneinrichtung 70 auf, wie oben anhand der Vorrichtung 68 beschrieben.

Grundsätzlich lassen sich Elemente der Vorrichtung 10, der Vorrichtung 68 und der Vorrichtung 82 miteinander kombinieren, beziehungsweise sind in einer Vorrichtung realisiert.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt zunächst über die Erwärmungseinrichtung 26 eine lokale Erwärmung und anschließend eine Stauchung. Es

kann dabei die Außengeometrie 52 überwacht werden über die Ermittlungseinrichtung 50 beziehungsweise eingestellt werden über die Schabloneneinrichtung 70 beziehungsweise 84.

Ein Hohlkörper-Rohling 36 kann an unterschiedlichen Stellen unterschiedlich bearbeitet werden.

In Figur 8 ist eine Schnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines entsprechend hergestellten Hohlkörpers 96 gezeigt. Dieser Hohlkörper 96 ist beispielsweise ein Aluminiumprofil oder Magnesiumprofil. Er weist eine Wandung 98 auf, deren Wandstärke D längs der Längsachse 24 allmählich abnimmt. Die Abnahme ist dabei gleichmäßig stetig.

Ein solcher Hohlkörper 96 (Rohrprofil) wird beispielsweise eingesetzt, wenn eine frei auskragende Tragstruktur notwendig ist. Diese Tragstruktur hat dann einen Bereich 100 mit größerer Wandstärke.

Ein Anwendungsbeispiel ist eine vordere Längsträgerstruktur eines Fahrzeugs. Diese ist in einen Bereich 102 dünnwandiger ausgeführt als im Bereich 100. In dem Bereich 102 kann im Falle eines Aufprallereignisses im Fahrzeug Energie absorbiert werden, indem sich Faltenbeulen bilden. Durch die Zunahme der Wandstärke (entgegen einer Fahrtrichtung) in dem Bereich 100 wird bei relativ geringem Gewicht eine gegen Abknicken und Versagen stabilere Tragstruktur erreicht.

Andere Anwendungsbeispiele sind Rückenlehnenstruktur in Fahrzeugsitzen, welche in einem unteren Anwendungsbereich (entsprechen dem Bereich 100) hohe Festigkeit und Steifigkeit benötigen, jedoch nach oben hin (zu dem Bereich 102 hin) immer dünnwändiger ausgeführt werden können.

Auch Anwendungen im Bereich der Querlenkerstruktur von Fahrzeugen sind möglich, wobei das eingesetzte Material dann vorzugsweise Stahl oder Aluminium ist.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel eines hergestellten Hohlkörpers ist in Figur 9 im Querschnitt gezeigt und mit 104 bezeichnet. Dieser Hohlkörper weist einen ersten Bereich 106 mit einheitlicher Wanddicke D und ein sich daran anschließenden zweiten Bereich mit einheitlicher Wanddicke D auf, wobei die Wanddicke im zweiten Bereich 108 kleiner ist als im ersten Bereich 106. Es gibt einen Übergangsbereich 110, in dem die Wanddicke von der großen Wanddicke im ersten Bereich 106 in die kleinere Wanddicke im zweiten Bereich 108 übergeht, ohne dass dieser Übergang sprunghaft ist.

Es ist auch möglich, dass der Hohlkörper 104 mehrere solcher Übergangsbereiche 110 aufweist.

Eine beispielhafte Anwendung eines solchen Hohlkörpers 104 mit einem stufenartigen (aber dabei kontinuierlichen) Übergangsbereich 110 sind Bauteile, die beidseitig gelagert sind, und eine asymmetrische Belastung erfahren.

Ein konkretes Ausführungsbeispiel ist die Tragstruktur eines Instrumententafelträgers in einem Fahrzeug. Im Bereich einer Längssäulenbefestigung (also auf der Fahrerseite) sind solche Tragstrukturen stärker belastet als auf einer Beifahrerseite.

Erfindungsgemäß lassen sich dann Hohlkörper 104 herstellen, welche lastangepasste Wandstärkeverteilungen aufweisen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Hohlkörpers ist in Figur 10 gezeigt und mit 112 bezeichnet. Dieser Hohlkörper 112 weist längs der Längsachse 24 ausgehend von einem ersten Ende 114 zunächst eine sich vergrößernde Wanddicke D auf, welche dann wieder zu einem gegenüberliegenden zweiten Ende 116 abnimmt.

In einem mittleren Bereich 118 ist dieser Hohlkörper 112 verdickt.

Ein solcher Hohlkörper ist vorteilhaft für biegebelastete oder brückenartige Bauteile. Beispielhafte Anwendungen sind Dachquerstreben, Türaufprallträger oder vordere und hintere Stoßfängerquerträger (Bumper).

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung und durch das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich Hohlkörper (Profilbauteile) mit gewünschter anwendungsangepasster Wandstärkenverteilung herstellen, wobei die Wandstärke variierend längs der Längsachse 24 ist. Bei der Verfahrensdurchführung bestimmt die Position der Erwärmungseinrichtung 26, an welcher lokalen Stelle 28 eine Verdickung stattfinden soll. Diese Verdickung wird durch den anschließenden Stauchvorgang erreicht.

An einem durch das erfindungsgemäße Verfahren, beziehungsweise durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung hergestellten Hohlkörper kann beispielsweise anschließend ein Umformverfahren durchgeführt werden, wie es in der DE 199 44 679 A1 oder der DE 10 2004 013 872 A1 beschrieben ist.

Bezugszeichenliste

10	Vorrichtung
12	Zustelleinrichtung
14	Maschinengestell
16	erster Halter
18	zweiter Halter
20	Richtung
22	Werkstück
24	Längsachse
26	Erwärmungseinrichtung
28	Stelle
30	erste Halbschale
32	zweite Halbschale
34	Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung
36, 36'	Hohlkörper-Rohling
38	Wandung
40	Hohlraum
42	erstes Ende
44	zweites Ende
46	Aufnahme
48	Wandung
50	Ermittlungseinrichtung
52	Außengeometrie
54	Kontakteinrichtung
56	Taster
58	Kühleinrichtung
60	Kühlstoß
62	Kühldüse
64	Richtung
66	Bereich
68	Vorrichtung
70	Schabloneneinrichtung

72	erste Halbschale
74	zweite Halbschale
76	lokale Stelle
78	Pfeil
80	Pfeil
82	Vorrichtung
84	Schablonenvorrichtung
86	zweiter Halter
88	Aufnahme
90	Eintauchbereich
92	Wandung
94	Innengeometrie
96	Hohlkörper
98	Wandung
100	Bereich
102	Bereich
104	Hohlkörper
106	erster Bereich
108	zweiter Bereich
110	Übergangsbereich
112	Hohlkörper
114	erstes Ende
116	zweites Ende
118	mittlerer Bereich

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Hohlkörpers (96; 104; 112) mit räumlich variierender Wanddicke längs einer Längsachse (24) des Hohlkörpers (96; 104; 112), bei dem ein Hohlkörper-Rohling (36), welcher sich in der Längsachse zwischen einem ersten Ende (42) und einem zweiten Ende (44) erstreckt, in einem Bereich des ersten Endes (42) an einem ersten Halter (16) gehalten wird und in einem Bereich des zweiten Endes (44) an einem zweiten Halter (18) gehalten wird, der Hohlkörper-Rohling (36) lokal an einem oder mehreren Bereichen (28) zwischen dem ersten Ende (42) und dem zweiten Ende (44) auf eine Umformungstemperatur erwärmt wird, und nach Erreichen der Umformungstemperatur der Hohlkörper-Rohling (36) durch relative Zubewegung des ersten Halters (16) und des zweiten Halters (18) gestaucht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch mindestens eines der Folgenden:

   - ein verwendeter Start-Hohlkörper-Rohling weist eine einheitliche Wanddicke auf;

   - der Hohlkörper-Rohling (36) ist aus einem metallischen Material;

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlkörper-Rohling (36) lokal vollumfänglich erwärmt wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlkörper-Rohling (36) so lokal auf die Umformungstemperatur erwärmt wird, dass bei Durchführung des Stauchungsvorgangs Wandmaterial des Hohlkörper-Rohlings (36) an einer erwärmten Stelle (28) fließt, und insbesondere dass eine Erwärmung auf mindestens näherungsweise eine Lösungsglühtemperatur des Wandmaterials erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Steuerung und/oder Regelung und/oder Einstellung mindestens eines der folgenden Parameter:

   - eines Wärmeprofils der lokalen Erwärmung;

   - eines Startzeitpunkts des Stauchvorgangs nach Erwärmung;

   - einer Stauchgeschwindigkeit.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Außengeometrie (52) des Hohlkörper-Rohlings (36) bei dem Stauchvorgang ermittelt wird und in Abhängigkeit von Ermittlungsergebnissen eine angepasste Prozessbeeinflussung erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Prozessbeeinflussung mindestens eines der Folgenden umfasst:

   - eine Änderung einer Stauchgeschwindigkeit;

   - einer Durchführung einer lokalen Kühlung des Hohlkörper-Rohlings (36);

   - einer Durchführung einer lokalen weiteren Erwärmung.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ermittlung der Außengeometrie (52) über mindestens eines der Folgenden erfolgt:

   - durch optische und insbesondere kontaktlose Ermittlung;

   - mittels einer Kontakteinrichtung (54), welche insbesondere eine oder mehrere Taster (56) umfasst;

   - ein Taster (56) ist ein keramisches Element;

   - mittels einer Kontakteinrichtung (54), welche Temperaturmessungen und/oder elektrische Messungen durchführt.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Schabloneneinrichtung (70) verwendet wird, mittels welcher eine Außengeometrie (52) für den Hohlkörper-Rohling (36) vorgegeben wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch mindestens eines der folgenden:

    - die mindestens eine Schabloneneinrichtung (70) blockiert geometrisch eine Ausdehnung von Material des Hohlkörpers-Rohlings (36) an der Position der Schabloneneinrichtung (70), wobei insbesondere die Schabloneneinrichtung (70) aus einem Material mit einer Wärmeleitfähigkeit kleiner als 1 W/(mK) ist;

    - die mindestens eine Schabloneneinrichtung (70) ist wärmeleitend und über die mindestens eine Schabloneneinrichtung (70) wird lokal Wärme von dem Hohlkörper-Rohling (36) abgeführt und/oder über die mindestens eine Schabloneneinrichtung (70) wird der Hohlkörper-Rohling (36) lokal gekühlt.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Halter (16) und/oder der zweite Halter (18) als Schablonen-einrichtung (84) ausgebildet ist und einen Eintauchbereich (90) für ein Wandungselement (92) des Hohlkörper-Rohlings (36) aufweisen.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekenn-zeichnet, dass nach Beendigung eines Stauchvorgangs mindestens eine weitere lokale Erwärmung an einer räumlich verschiedenen Stelle durch-geführt wird und ein anschließender Stauchungsvorgang durchgeführt wird.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekenn-zeichnet, dass der erste Halter (16) und der zweite Halter (18) als Stauchstempel ausgebildet sind.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekenn-zeichnet, dass der Hohlkörper (96; 104; 112) mit mindestens einem der folgenden Bereiche hergestellt wird:

    - einem Bereich (100) mit einer in der Längsachse (24) gleichmäßig zunehmender oder abnehmender Wanddicke;

    - einem Bereich (110) mit einer Stufenausbildung der Wanddicke;

    - einem Bereich (118) mit einer größeren Wanddicke im Vergleich zu benachbarten Bereichen, zwischen welchen der Bereich (118) mit vergrößerter Wanddicke liegt.

15. Vorrichtung zur Herstellung eines Hohlkörpers (96; 104; 112) mit räumlich variierender Wanddicke längs einer Längsachse (24) des Hohlkörpers (96; 104; 112), umfassend

- einen ersten Halter (16) zum Halten eines Hohlkörper-Rohlings (36) im Bereich eines ersten Ende (42) des Hohlkörper-Rohlings (36), und einen zweiten Halter (18) zum Halten des Hohlkörper-Rohlings (36) im Bereich eines zweiten Endes (44) des Hohlkörper-Rohlings (36);

- eine Zustelleinrichtung (12), mittels welcher der erste Halter (16) und der zweite Halter (18) relativ zueinander zubewegbar sind, um den Hohlkörper-Rohling (36) zu stauchen; und

- eine Erwärmungseinrichtung (26), mittels welcher der Hohlkörper-Rohling (36), welcher an dem ersten Halter (16) und dem zweiten Halter (18) sitzt, lokal erwärmbar ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch eine Kühleinrichtung (58), über welche der Hohlkörper-Rohling (36) lokal kühlbar ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 und 16, gekennzeichnet durch eine Ermittlungseinrichtung (50), über welche eine Außengeometrie (52) des Hohlkörper-Rohlings (36) ermittelbar ist, insbesondere mit mindestens einem der Folgenden:

- es ist eine optische Ermittlungseinrichtung vorgesehen, welche die Außengeometrie (52) berührungslos ermittelt;

- es ist eine Kontakteinrichtung (54) vorgesehen, welche mindestens einen Taster (56) umfasst und insbesondere mindestens einen keramischen Taster (56) umfasst.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, gekennzeichnet durch eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (34), welche mindestens eines der folgenden steuert und/oder regelt:

    - ein Wärmeprofil für die Erwärmung des Hohlkörper-Rohlings (36) durch die Erwärmungseinrichtung (26);

    - eine Startzeit für die relative Zubewegung des ersten Halters und des zweiten Halters (18);

    - eine Stauchgeschwindigkeit;

    - einen Kühlvorgang an dem Hohlkörper-Rohling (36).

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (34) Signale einer Ermittlungseinrichtung (50) für eine Außengeometrie (52) des Hohlkörper-Rohlings (36) empfängt und auswertet und auf Grundlage dieser Signale eine Steuerung und/oder Regelung durchführt.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, gekennzeichnet durch eine Schabloneneinrichtung (70; 84) zur Festlegung einer Außengeometrie (52) des Hohlkörper-Rohlings (36).

*****

FIG.1

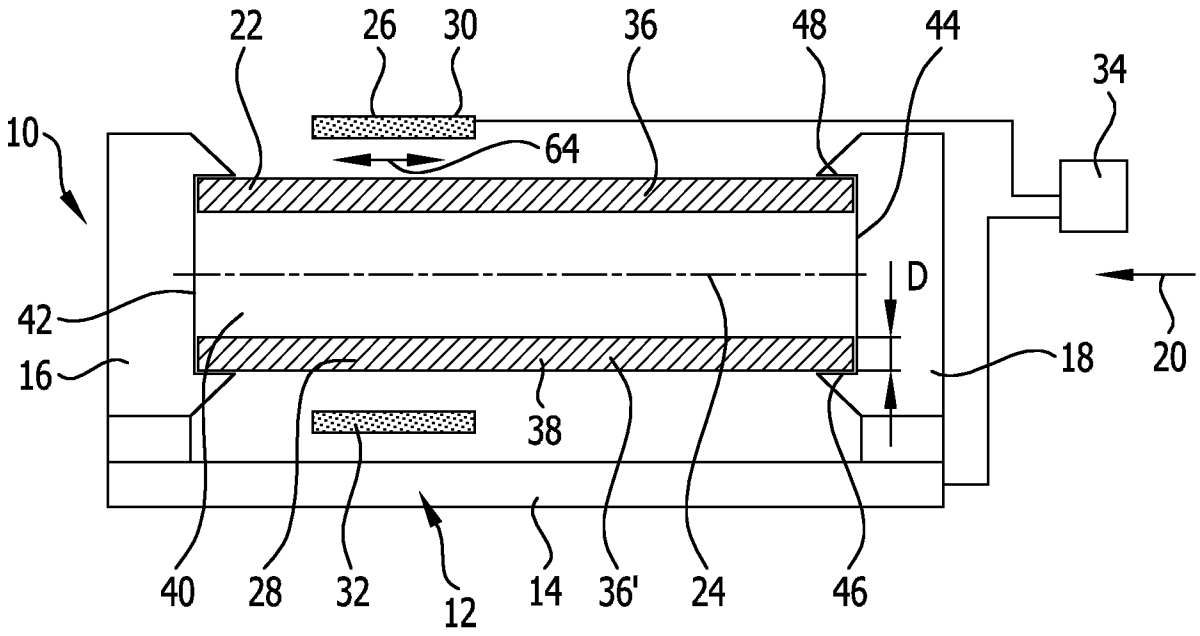

22
26
30
36
48
44
34
10
64
D
42
16
18
20
38
40
28
32
12
14
36'
24
46

FIG.2

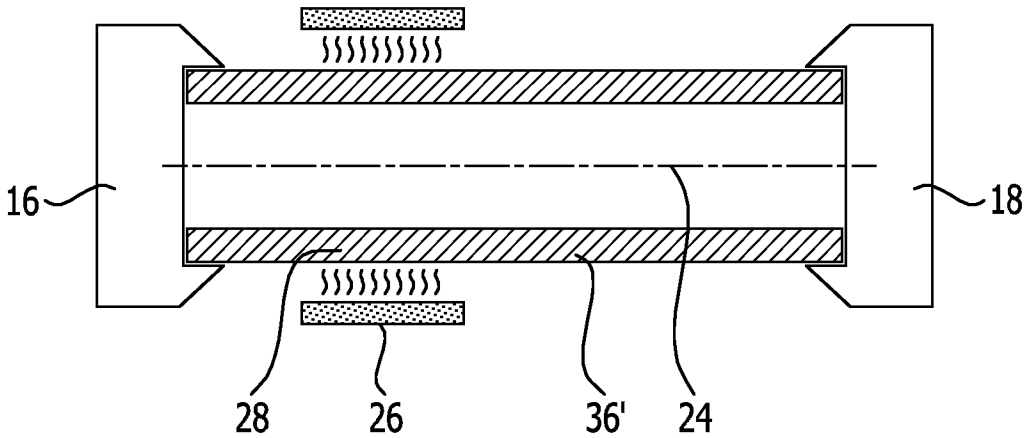

16
18
28
26
36'
24

FIG.3

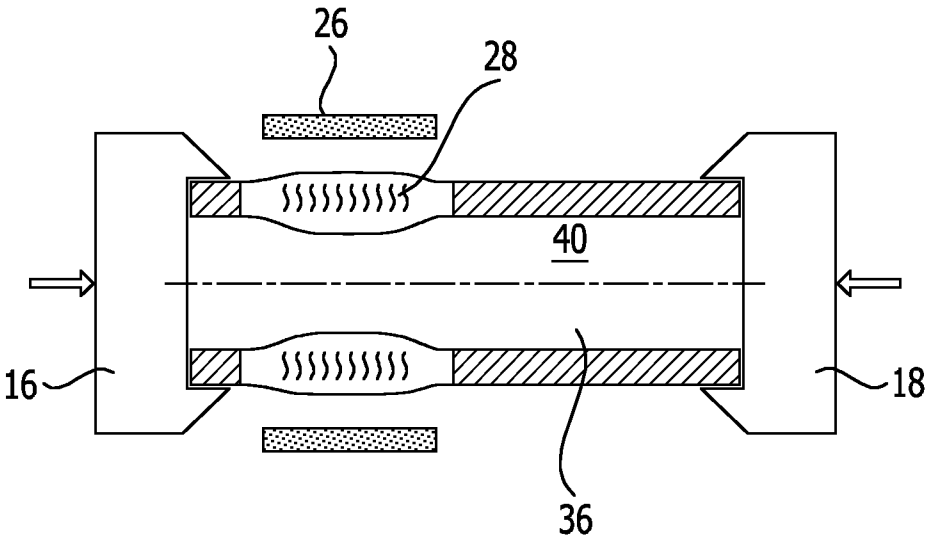


FIG.4

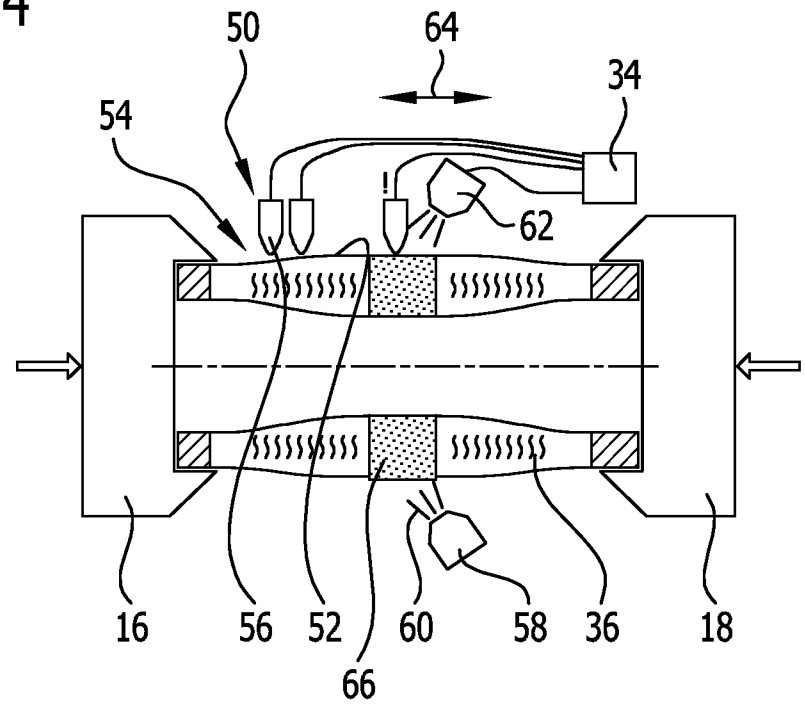


FIG.5

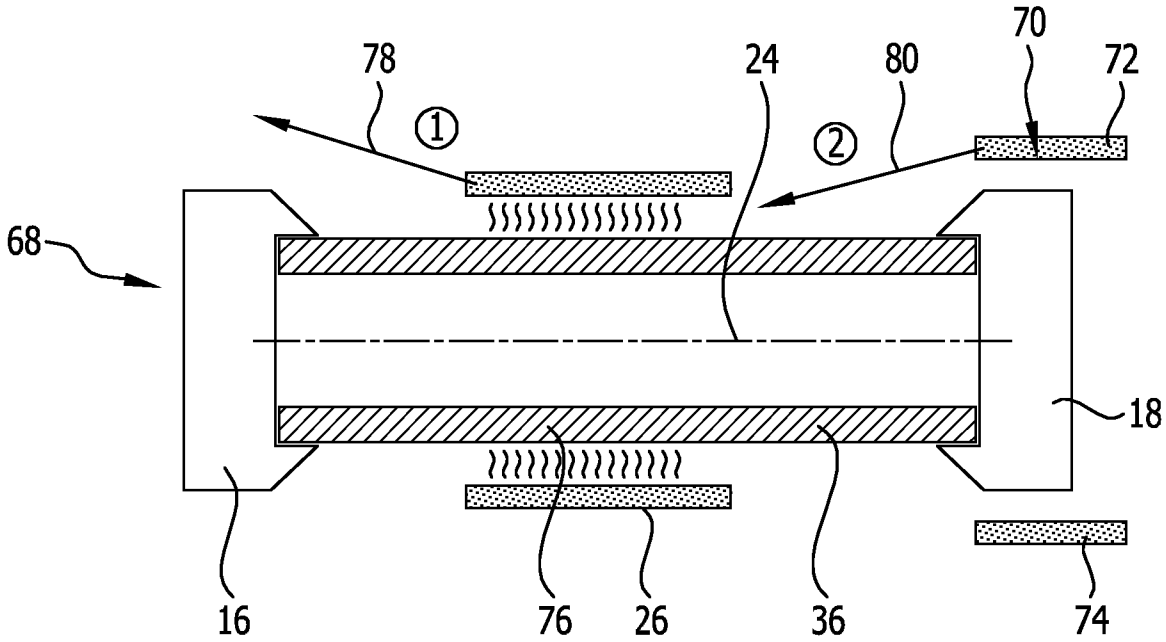


FIG.6

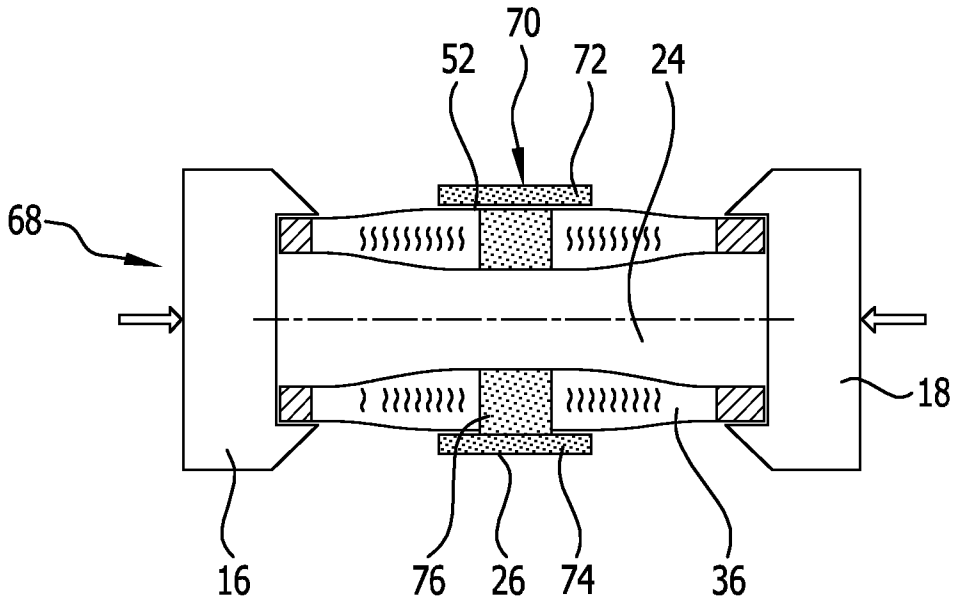
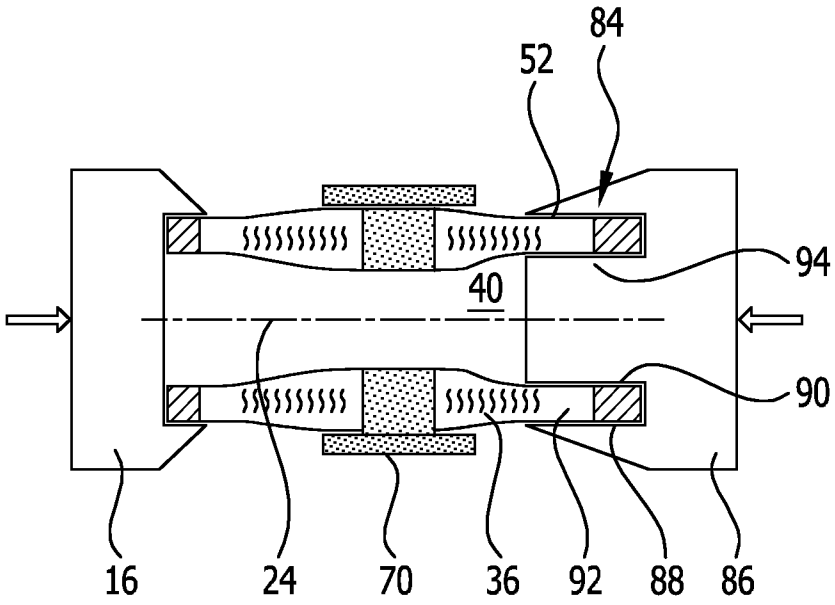


FIG.7



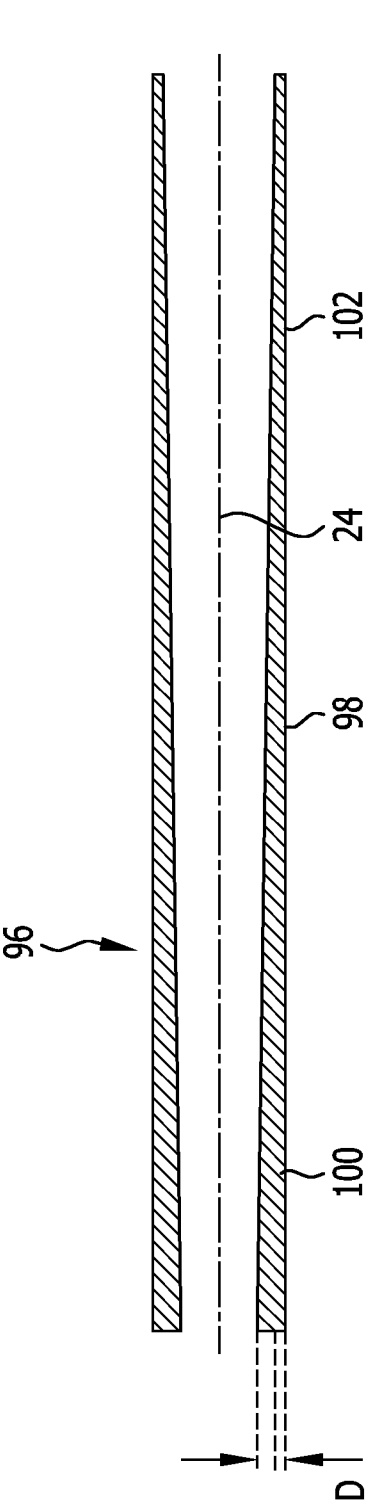


FIG.8

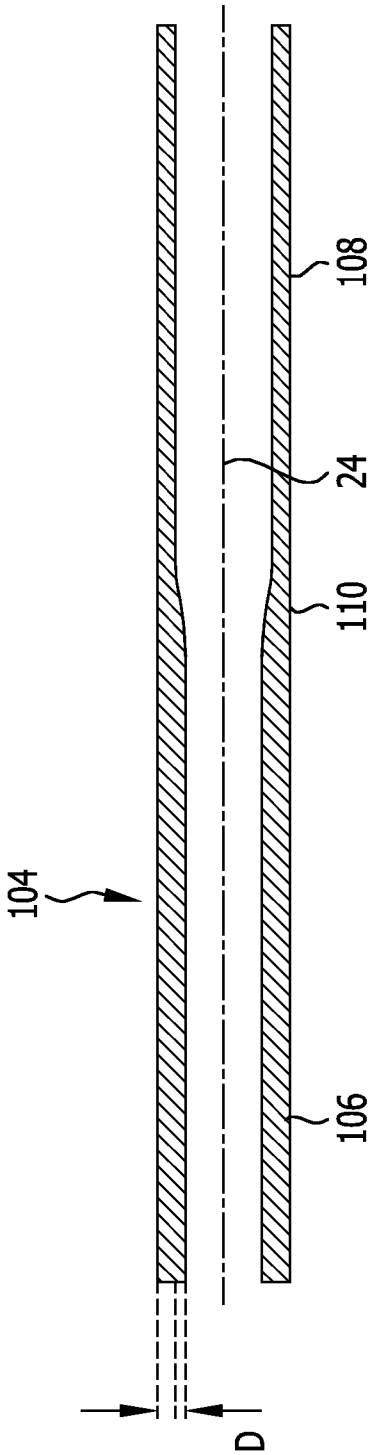


FIG.9

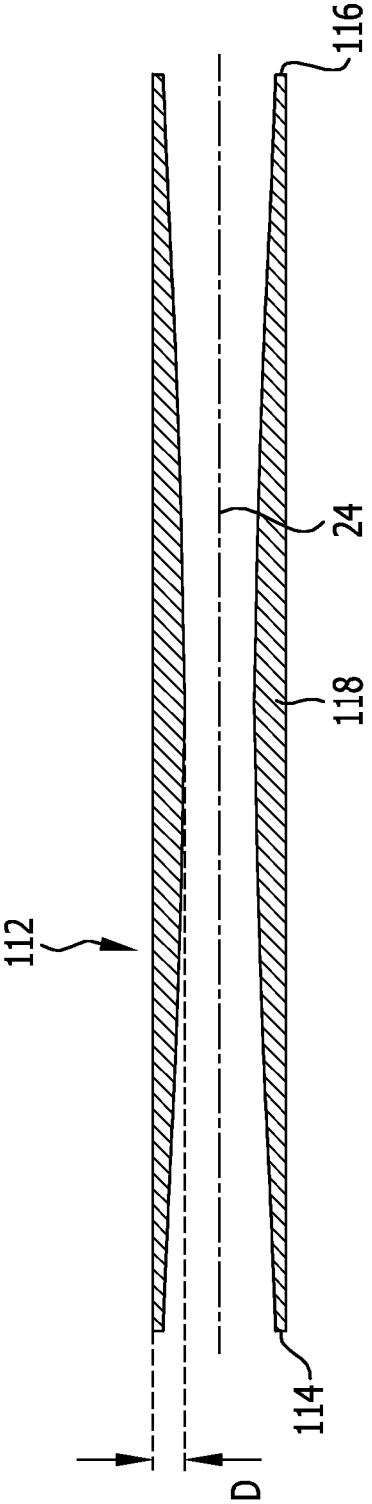


FIG.10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2022/063404

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21C 37/16(2006.01)i; ***B21J 5/08***(2006.01)i; ***B21J 9/08***(2006.01)i; ***B21J 1/06***(2006.01)i; ***B21K 21/08***(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)

B21C; B21J; B21K

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	EP 0672475 A1 (DAIWA HOUSE IND [JP]; DAI ICHI HIGH FREQUENCY CO LTD [JP]) 20 September 1995 (1995-09-20)	1-5,11-16,18
A	column 10, line 34 - column 15, line 4; figures 4-6	6-8,17
X	JP 2008132510 A (DAIWA HOUSE IND) 12 June 2008 (2008-06-12)	1-4,9-11,14-16,20
A	abstract; figure 1	6-8,17
X	US 3460364 A (KRALOWETZ BRUNO) 12 August 1969 (1969-08-12)	1-5,9,10,12-15,18-20
A	column 2, line 2 - line 47	6-8,17
	column 3, line 46 - column 4, line 71; figures 1-4	
X	JP 2003205337 A (DAI ICHI HIGH FREQUENCY CO LTD) 22 July 2003 (2003-07-22)	1-5,9,10,13-15,18,20
	abstract; figures 1,2	
X	EP 0157894 A1 (HITACHI LTD [JP]) 16 October 1985 (1985-10-16)	1-5,11-16,18
	cited in the application	
A	page 6, line 11 - page 8, line 14	6-8,17
	page 9, line 16 - page 12, line 8; figures 1,2	

☑ 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	Date of mailing of the international search report
13 September 2022	**22 September 2022**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands**	**Ritter, Florian**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 1002594 B (PHOENIX RHEINROHR AG) 14 February 1957 (1957-02-14)	1-5,9,10,12,14-16,18,20
A	column 2, line 51 - column 3, line 38; figures 1-3	6-8,17
X	JP S59223115 A (IHARA KOUATSU TSUGITE KOGYO KK) 14 December 1984 (1984-12-14)	1-5,11-16,18
A	abstract; figures 2-5	6-8,17
X	JP S609541 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 18 January 1985 (1985-01-18)	1-5,13-15,18
A	abstract; figures 1,2	6-8,17
X	JP S5930444 A (HITACHI LTD) 18 February 1984 (1984-02-18)	1-5,11,14-16,18
A	abstract; figures 2,3	6-8,17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2022/063404

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP 0672475 A1	20 September 1995	DE 69424857 T2	28 December 2000
		EP 0672475 A1	20 September 1995
JP 2008132510 A	12 June 2008	JP 5036285 B2	26 September 2012
		JP 2008132510 A	12 June 2008
US 3460364 A	12 August 1969	AT 264987 B	25 September 1968
		GB 1185530 A	25 March 1970
		US 3460364 A	12 August 1969
JP 2003205337 A	22 July 2003	NONE	
EP 0157894 A1	16 October 1985	EP 0157894 A1	16 October 1985
		US 4625533 A	02 December 1986
DE 1002594 B	14 February 1957	NONE	
JP S59223115 A	14 December 1984	NONE	
JP S609541 A	18 January 1985	NONE	
JP S5930444 A	18 February 1984	JP H027738 B2	20 February 1990
		JP S5930444 A	18 February 1984

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/063404

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B21C37/16 B21J5/08 B21J9/08 B21J1/06 B21K21/08
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B21C B21J B21K

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	EP 0 672 475 A1 (DAIWA HOUSE IND [JP]; DAI ICHI HIGH FREQUENCY CO LTD [JP]) 20. September 1995 (1995-09-20)	1-5, 11-16,18
A	Spalte 10, Zeile 34 - Spalte 15, Zeile 4; Abbildungen 4-6	6-8,17

X	JP 2008 132510 A (DAIWA HOUSE IND) 12. Juni 2008 (2008-06-12)	1-4, 9-11, 14-16,20
A	Zusammenfassung; Abbildung 1	6-8,17

X	US 3 460 364 A (KRALOWETZ BRUNO) 12. August 1969 (1969-08-12)	1-5,9, 10, 12-15, 18-20
A	Spalte 2, Zeile 2 - Zeile 47 Spalte 3, Zeile 46 - Spalte 4, Zeile 71; Abbildungen 1-4	6-8,17

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
13. September 2022	22/09/2022

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ritter, Florian

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/063404

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2003 205337 A (DAI ICHI HIGH FREQUENCY CO LTD) 22. Juli 2003 (2003-07-22) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	1-5,9, 10, 13-15, 18,20
X	EP 0 157 894 A1 (HITACHI LTD [JP]) 16. Oktober 1985 (1985-10-16) in der Anmeldung erwähnt	1-5, 11-16,18
A	Seite 6, Zeile 11 - Seite 8, Zeile 14 Seite 9, Zeile 16 - Seite 12, Zeile 8; Abbildungen 1,2	6-8,17
X	DE 10 02 594 B (PHOENIX RHEINROHR AG) 14. Februar 1957 (1957-02-14) Spalte 2, Zeile 51 - Spalte 3, Zeile 38; Abbildungen 1-3	1-5,9, 10,12, 14-16, 18,20 6-8,17
X	JP S59 223115 A (IHARA KOUATSU TSUGITE KOGYO KK) 14. Dezember 1984 (1984-12-14) Zusammenfassung; Abbildungen 2-5	1-5, 11-16,18 6-8,17
X	JP S60 9541 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 18. Januar 1985 (1985-01-18) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	1-5, 13-15,18 6-8,17
X	JP S59 30444 A (HITACHI LTD) 18. Februar 1984 (1984-02-18) Zusammenfassung; Abbildungen 2,3	1-5,11, 14-16,18 6-8,17

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/063404

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0672475 A1	20-09-1995	DE 69424857 T2	28-12-2000
		EP 0672475 A1	20-09-1995
JP 2008132510 A	12-06-2008	JP 5036285 B2	26-09-2012
		JP 2008132510 A	12-06-2008
US 3460364 A	12-08-1969	AT 264987 B	25-09-1968
		GB 1185530 A	25-03-1970
		US 3460364 A	12-08-1969
JP 2003205337 A	22-07-2003	KEINE	
EP 0157894 A1	16-10-1985	EP 0157894 A1	16-10-1985
		US 4625533 A	02-12-1986
DE 1002594 B	14-02-1957	KEINE	
JP S59223115 A	14-12-1984	KEINE	
JP S609541 A	18-01-1985	KEINE	
JP S5930444 A	18-02-1984	JP H027738 B2	20-02-1990
		JP S5930444 A	18-02-1984