



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 053 691 A1** 2007.05.16

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 053 691.3**

(22) Anmeldetag: **10.11.2005**

(43) Offenlegungstag: **16.05.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B29C 70/48** (2006.01)

**B29C 70/54** (2006.01)

**B23P 13/00** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Airbus Deutschland GmbH, 21129 Hamburg, DE;  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,  
51147 Köln, DE**

(74) Vertreter:

**Maiwald Patentanwalts GmbH, 80335 München**

(72) Erfinder:

**Eberth, Ulrich, 21684 Stade, DE; Friedrich, Martin,  
31177 Harsum, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 100 59 132 A**

**EP 03 20 302 A2**

**PAJ 60225721 A;**

**PAJ 61144313 A;**

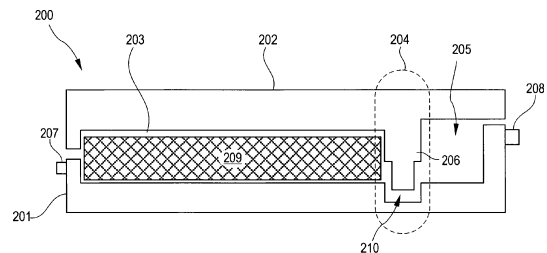
**PAJ 2002160224 A;**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Werkzeug für Resin-Transfer-Moulding-Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung schafft ein Werkzeug für ein Resin-Transfer-Moulding-Verfahren, welches Werkzeug einen Hohlraum, eine Harzfalle und einen Übergangsbereich aufweist, wobei der Hohlraum derart eingerichtet ist, dass in ihm ein Bauteil aufnehmbar ist. Ferner ist die Harzfalle in das Werkzeug integriert und der Übergangsbereich ist derart eingerichtet, dass mittels ihm eine Verbindung zwischen dem Hohlraum und der Harzfalle herstellbar ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung schafft ein Werkzeug für RTM-Verfahren, ein System mit einem Werkzeug für ein RTM-Verfahren und ein RTM-Verfahren, insbesondere ein Werkzeug, welches eine integrierte Harzfalle aufweist.

**[0002]** RTM-Verfahren sind Verfahren zum Herstellen von Faserverbundbauteilen. RTM steht hierbei für „Resin Transfer Moulding“ und beschreibt das Prozessgeschehen. Solche Verfahren sind insbesondere für die Herstellung von Bauteilen mit kleinem Verhältnis von Oberflächen zu Volumen in industriellen Maßstab geeignet. Mit dem Verfahren lassen sich hochwertige Bauteile mit hohem Faservolumenanteil, guter Reproduzierbarkeit und geringer Porigkeit herstellen.

**[0003]** Eine Aufgabe der Erfindung ist es ein Werkzeug für RTM-Verfahren, ein RTM-Verfahren und ein System mit einem Werkzeug für ein RTM-Verfahren zu schaffen, welche modernen Anforderungen gerecht werden.

**[0004]** Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird die obige Aufgabe mittels eines Werkzeugs für ein Resin-Transfer-Moulding-Verfahren gelöst, welches Werkzeug einen Hohlraum, eine Harzfalle und einen Übergangsbereich aufweist, wobei der Hohlraum derart eingereicht ist, dass in ihm ein Bauteil aufnehmenbar ist. Ferner ist die Harzfalle in das Werkzeug integriert und der Übergangsbereich ist derart eingereicht, dass mittels ihm eine Verbindung zwischen dem Hohlraum und der Harzfalle herstellbar ist.

**[0005]** Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist ein System für ein Resin-Transfer-Moulding-Verfahren ein erfindungsgemäßes Werkzeug, eine Pumpe und einen Vorratsbehälter auf, wobei die Pumpe an einen Ausgangsanschluss der Harzfalle gekoppelt ist und wobei der Vorratsbehälter an einen Eingangsanschluss des Hohlraums gekoppelt ist.

**[0006]** Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist ein Resin-Transfer-Moulding-Verfahren das Einlegen eines Bauteils in einen Hohlraum eines Werkzeugs, das Einleiten von Harz in den Hohlraum des Werkzeugs und das Beaufschlagen einer Harzfalle, welche in das Werkzeug integriert ist und mit dem Hohlraum in Verbindung steht, mit einem Druck auf. Vorzugsweise ist der Druck ein Überdruck.

**[0007]** Eine Grundidee der Erfindung kann darin gesehen werden, dass eine Harzfalle eines Werkzeugs für ein Resin-Transfer-Moulding-Verfahren (RTM-Verfahren) in das Werkzeug integriert ist. Anders ausgedrückt ist die Harzfalle in dem Werkzeug

selbst ausgebildet. Die Harzfalle ist somit keine externe Harzfalle, wie aus dem Stand der Technik bekannt, sondern eine interne Harzfalle.

**[0008]** Durch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Werkzeugs mag es möglich sein, einen externen Harzanschlusses, welcher gemäß dem Stand der Technik benötigt wird, um den Hohlraum des Werkzeugs mit einer Harzfalle zu koppeln, einzusparen. Dadurch wird möglicherweise ein Auftreten von Dichtigkeitsproblemen durch verschmutzte Dichtungen verringert. Mit dem Entfallen einer externen Harzfalle kann möglicherweise auch auf sonstiges Anschlussmaterial, wie beispielsweise Schläuche und Schlauchklemmen, verzichtet werden. Diese sind häufig als Einmalteile ausgeführt, so dass ein Einsparen dieser Teile möglicherweise zu einer Materialersparnis führt. Ferner kann möglicherweise auch auf ein Reinigen von Andockteilen, zum Beispiel Schläuchen oder Klemmen und anderen externen Teilen, sei das Reinigen manuell oder automatisiert, verzichtet werden. Auch der Harzverbrauch wird möglicherweise gesenkt, da die in RTM-Verfahren gemäß dem Stand der Technik benötigten Zuschlagsmengen, beispielsweise für die Füllung von Zuleitungen, an Harz entfallen. Durch die genannten Vereinfachungen mag der RTM-Prozess insgesamt kostengünstiger, effizient automatisierbar und fehlerunanfälliger sein, was zu einer hohen Prozesssicherheit führen mag.

**[0009]** Mittels eines Werkzeugs gemäß der Erfindung mag es möglich sein, Probleme des Standes der Technik zu umgehen. Insbesondere mag es möglich sein, schwieriges Andocken von Harzleitungen zu vermeiden, welches Andocken häufig zu Dichtigkeitsproblemen, z.B. durch harzverschmutzte Leitungen, führte, wodurch es bei Werkzeugen gemäß dem Stand der Technik zu einem Sinken der Prozesssicherheit kommen kann. Auch mag es mit einem erfindungsgemäßen Werkzeug möglich sein, auf einige externe Teile zu verzichten, welche externen Teile meist einen zusätzlichen Reinigungsaufwand verursachen.

**[0010]** Weitere Aufgaben, Ausführungsformen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den nebengeordneten Ansprüchen und den Unteransprüchen.

**[0011]** Im weiteren werden beispielhafte Ausgestaltungen des Werkzeugs für ein RTM-Verfahren näher beschrieben, wobei Ausgestaltungen, welche im Zusammenhang mit dem Werkzeug für ein RTM-Verfahren beschrieben werden, auch für das System mit einem Werkzeug für ein RTM-Verfahren und für das RTM-Verfahren gelten.

**[0012]** In einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Werkzeug ferner eine Form und einen Formdeckel auf, wobei die Form und der

Formdeckel derart ausgebildet sind, dass bei einem Zusammenfügen der Form und des Formdeckels der Hohlraum und/oder die Harzfalle und/oder der Übergangsbereich ausgebildet werden.

**[0013]** Ein Aufbau eines Werkzeuges in der Ausgestaltung einer Form und eines Formdeckels mag eine besonders effiziente Ausgestaltung sein, um einen leicht mit einem Bauteil zu beschickenden Hohlraum auszubilden. Dabei ist das Bauteil auf leichte Weise in den Hohlraum einlegbar und nach durchgeführten RTM-Verfahren wieder aus diesem entnehmbar. Auch eine anschließende Reinigung mag durch einen zweiteiligen Aufbau des Werkzeuges vereinfacht werden.

**[0014]** In einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist der Übergangsbereich ein Trennelement auf, wobei das Trennelement zwischen dem Hohlraum und der Harzfalle angeordnet ist und derart eingerichtet ist, dass es zumindest teilweise derart in die Verbindung zwischen den Hohlraum und der Harzfalle eingreift, dass die Verbindung zwischen dem Hohlraum und der Harzfalle zumindest teilweise verschließbar ist. Vorzugsweise ist das Trennelement derart ausgestaltet, dass es einen syphonartigen Übergangsbereich ausbildet.

**[0015]** Durch das Ausgestalten eines syphonartigen Übergangsbereich mag es möglich sein, auf eine Prozesskomponente, z.B. einen Absperrhahn, wie er gemäß dem Stand der Technik verwendet wird, zu verzichten. Durch die Einsparung der Prozesskomponenten mögen Kosten für die Komponente und für den Anschluss und die Reinigung des Absperrhahns eingespart werden. Ferner mag hierdurch auch die Anzahl möglicher Fehlerquellen reduziert werden.

**[0016]** In einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel ist das Trennelement in den Formdeckel und/oder die Form integriert. Anders ausgedrückt das Trennelement kann alleinig in den Formdeckel, alleinig in die Form (Formunterteil) oder teilweise in den Formdeckel und teilweise in die Form integriert sein.

**[0017]** Ein Aufnehmen oder Integrieren des Trennelements in den Formdeckel (Werkzeugoberteil) und/oder die Form, d.h. das Formunterteil oder anders ausgedrückt das Werkzeugunterteil, ist eine besonders effiziente Art und Weise den Hohlraum zumindest teilweise von der Harzfalle zu trennen.

**[0018]** In einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist das Trennelement als Absperrhahn ausgebildet.

**[0019]** Das Ausbilden des Trennelements als Absperrhahn mag eine besonders effektive Möglichkeit sein, eine Unterbrechung der Verbindung zwischen

dem Hohlraum und der Harzfalle zu erlangen.

**[0020]** Gemäß einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Werkzeug ferner einen Steueranschluss auf, welcher derart eingerichtet ist, dass das Trennelement mittels des Steueranschlusses steuerbar ist.

**[0021]** Diese Ausgestaltung mag insbesondere vorteilhaft sein, wenn das Trennelement als Absperrhahn ausgebildet ist. In dem Fall mag es mittels des Vorsehens eines Steueranschlusses möglich sein, dass der Absperrhahn in vorgegebener Weise effizient gesteuert wird.

**[0022]** Gemäß einem noch anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Steueranschluss derart eingereicht, dass elektrische und/oder pneumatische Leitungen anschließbar sind. Ferner kann das Trennelement derart eingerichtet sein, dass das Trennelement elektrisch und/oder pneumatisch steuerbar ist.

**[0023]** In einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die Harzfalle einen Ausgangsanschluss auf, welcher Ausgangsanschluss vorzugsweise derart eingerichtet ist, dass er mit einer Pumpe koppelbar ist.

**[0024]** Eine Kopplung der Harzfalle mit einer Pumpe mag eine besonders effektive Weise sein, Harz in den Hohlraum des Werkzeuges zu saugen. Nachfolgend, wenn sich Harz in dem Hohlraum und damit auf/in einem sich darin befindlichen Bauteil befindet, kann die Pumpe verwendet werden, die Harzfalle mit einem Druck zu beaufschlagen. Vorzugsweise ist die Pumpe als Pumpe ausgebildet, welche sowohl einen Unterdruck (Vakuum) als auch einen Überdruck erzeugen kann.

**[0025]** Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist der Hohlraum einen Eingangsanschluss auf. Mittels dieses Eingangsanschlusses mag es möglich sein, Harz in den Hohlraum zu leiten, beispielsweise mittels eines Unterdruckes und/oder mittels eines Überdruckes.

**[0026]** Im folgenden werden beispielhafte Ausgestaltungen des Systems mit einem Werkzeug für ein RTM-Verfahren beschrieben. Die Ausgestaltungen, welche im Zusammenhang mit dem System beschrieben werden, gelten ebenso für das Werkzeug für RTM-Verfahren und für das RTM-Verfahren.

**[0027]** In einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das System ferner eine Steuereinheit auf, welche derart eingerichtet ist, dass sie einen Druck in der Harzfalle steuert.

**[0028]** Durch das Bereitstellen einer Steuereinheit,

welche den Druck in der Harzfalle steuert, mag es auf einfache Weise möglich sein, Harz in den Hohlraum des Werkzeuges zu leiten, indem beispielsweise die Harzfalle mit einem Unterdruck beaufschlagt wird. Nachdem der Hohlraum mit Harz gefüllt ist, mag die Steuereinheit derart betrieben werden, dass sie die Harzfalle mit einem Druck beaufschlagt, welcher einen Absperrhahn, wie er im Stand der Technik nötig ist, möglicherweise unnötig macht. Hierzu mag die Steuereinheit möglicherweise derart gesteuert werden, dass die Harzfalle mit einem Gegendruck beaufschlagt wird, welche ein Eindringen weiteren Harzes aus dem Hohlraum in die Harzfalle verhindert.

**[0029]** In einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die Steuereinheit derart eingerichtet, dass sie während einer Nachdruckphase einen Harzspiegel in der Harzfalle konstant hält. Vorzugsweise ist die Steuereinheit ferner derart eingerichtet ist, dass sie während einer Aushärtephase den Druck in der Harzfalle aufrecht erhält.

**[0030]** Gemäß einem alternativen exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das System ferner ein Steuerelement auf, wobei das Steuerelement derart eingerichtet ist, dass es das Trennelement steuert. Vorzugsweise ist das Trennelement hierbei als Absperrhahn ausgebildet, welcher beispielsweise mittels des Steuerelements pneumatisch und/oder elektrisch steuerbar ist.

**[0031]** Im folgenden werden beispielhafte Ausgestaltungen des RTM-Verfahrens beschrieben. Die Ausgestaltungen, welche im Zusammenhang mit dem RTM-Verfahren beschrieben werden, gelten ebenso für das Werkzeug für RTM-Verfahren und für das Systems mit einem Werkzeug für ein RTM-Verfahren.

**[0032]** In einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das RTM-Verfahren ferner ein Erhöhen des Druckes in der Harzfalle auf, wobei das Erhöhen in der Art und Weise geschieht, dass ein Harzspiegel in der Harzfalle konstant bleibt.

**[0033]** Das Erhöhen des Druckes in der Harzfalle mag ein effizienter Weg sein, um zu verhindern, dass weiteres Harz aus dem Hohlraum in die Harzfalle eindringt, wodurch es erfindungsgemäß möglich sein mag, einen Absperrhahn oder anderen Absperrmechanismus, wie er gemäß dem Stand der Technik nötig ist, einzusparen.

**[0034]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das RTM-Verfahren ferner das Aufrechterhalten des Druckes in der Harzfalle während einer Aushärtephase auf.

**[0035]** Ein Werkzeug und/oder ein System gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann bei-

spielsweise für die Herstellung eines Bauteils eines Flugzeuges verwendet werden.

**[0036]** Es sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele oder mit Verweis auf einen der obigen Aspekte beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele oder Aspekte verwendet werden können.

**[0037]** Ein Aspekt der Erfindung kann darin gesehen werden, dass ein Werkzeug eine integrierte Harzfalle aufweist. Durch die integrale Anordnung einer solchen Harzfalle mag es möglich sein, Anschlüsse und Anschlussleitungen zu vermeiden, wodurch ein insgesamt vereinfachter Aufbau eines Werkzeuges und/oder eines Systems für ein RTM-Verfahren möglich werden mag. Zwischen einem Hohlraum und der integrierten Harzfalle mag ein Trennelement ausgebildet sein, welches in Form eines Absperrhahns oder Absperrventils ausgebildet sein mag. Mittels einer geeigneten Geometrie, beispielsweise durch eine im Verhältnis zum Volumen des Werkzeuges oder Hohlraums groß gewählte Oberfläche, mag es auch möglich sein eine unter Umständen auftretende exotherme Reaktion, welche beim Vernetzen des Harzes auftritt, zu verhindern, zumindest aber deren Auswirkungen abzuschwächen. Alternativ mag das Trennelement auch einen syphonartigen Übergangsbereich ausbilden, welcher als Absperrmechanismus verwendet werden kann, wenn in der Harzfalle ein Druck derart gesteuert wird, dass kein weiteres Harz durch den Übergangsbereich in die Harzfalle eindringen kann. Dies mag beispielsweise mittels Anlegens eines Überdrucks geschehen.

**[0038]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Figuren näher beschrieben, in welchen gleichen oder ähnliche Elemente mit gleichen oder ähnlichen Bezugszeichen versehen sind.

**[0039]** [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Systems zum Durchführen eines RTM-Verfahrens.

**[0040]** [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Werkzeuges gemäß einem ersten exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0041]** [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Systems zum Durchführen eines RTM-Verfahrens.

**[0042]** [Fig. 4](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Werkzeuges gemäß einem zweiten exemplarischen Ausführungsbeispiels der Erfindung.

**[0043]** [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung

eines Systems **100** zum Durchführen eines Resin-Transfer-Moulding-Verfahrens (RTM-Verfahren), welches ein Werkzeug **101** mit einem Formdeckel **102** und einer Form **103** aufweist. In [Fig. 1](#) ist ferner schematisch ein Bauteil **104** angedeutet, welches in das Werkzeug **101** eingelegt ist und welches mittels Harz verstärkt werden soll. Das Werkzeug **101** weist einen Eingangsanschluss **105** auf, an welchen ein Heizschlauch **106** gekoppelt ist, welcher ferner an eine Druckkartusche **107** gekoppelt ist, in welche aus einem Transportbehälter **108** vorgewärmtes Harz gefüllt werden kann. Ferner weist das System **100** einen Druckkolben **109** auf, welcher in die Druckkartusche **107** eingebracht werden kann und dazu dient, dass in der Druckkartusche **107** befindliche Harz so unter Druck setzbar ist, dass es durch den Heizschlauch **106** hindurch in das Werkzeug **101** gedrückt werden kann.

**[0044]** Das Werkzeug **101** weist ferner eine Schließschraube **110** auf, mittels welchem das Werkzeug **101** verschlossen werden kann, d.h. mittels welchem der Formdeckel **102** und die Form **103** fest miteinander verbunden werden können. Ferner weist das Werkzeug einen Ausgangsanschluss **111** auf, an welchen ein Harzschlauch **112** angeschlossen werden kann. Der Harzschlauch **112** ist an eine Harzfalle **113** angeschlossen und weist einen Absperrhahn **114** auf, welcher dazu dient, den Harzschlauch **113** zu verschließen. Ferner ist die Harzfalle **113** über einen Luftschlauch **115** an eine Vakuumpumpe **116** angeschlossen.

**[0045]** Ein RTM-Verfahren, welches mit dem in [Fig. 1](#) dargestellten System **100** ausgeführt werden kann, weist folgende Prozessschritte auf:

Das Bauteil **104**, z.B. zugeschnittene Verstärkungsfasern, wird in das Werkzeug **101** eingelegt. Nachfolgend wird das Werkzeug **101** mittels der Schließschraube **110** geschlossen und abgedichtet. In einem nachfolgenden Schritt werden die Zuleitung für Harz **106** und der Luftschlauch **115** für Vakuum angeschlossen. Mittels des angelegten Vakuums wird das Harz aus dem externen Vorratsbehälter, d.h. der Druckkartusche **107**, welche zu diesem Zeitpunkt zur Atmosphäre belüftet ist, ins Werkzeug **101** zum Bauteil **104** transportiert. Eine Verschmutzung der Vakuumpumpe **116** durch aus dem Werkzeug **101** austretendes Harz wird mittels der vor die Vakuumpumpe **116** geschalteten externen Harzfalle **113** verhindert.

**[0046]** In einer Nachdruckphase, welche nicht zwingend erforderlich ist, verringert eine nachfolgende Druckbeaufschlagung des Harzes die Größe der Poren im Bauteil. Hierzu wird der zwischen Werkzeug **101** und Harzfalle **113** befindliche Absperrhahn **114** geschlossen und die in der Druckkartusche **107** vorhandene Restharzmenge mit dem Kolben **109** oder mittels Pressluft mit Druck beaufschlagt. Eine Aushärtung, d.h. eine Vernetzung, des Harzes erfolgt mit-

tels Zufuhr von Wärme, was schematisch durch die Pfeile **117** in [Fig. 1](#) dargestellt ist. Nach erfolgter Aushärtung wird das Bauteil **104** entnommen. Das Werkzeug **101** kann nach einer Reinigung wieder neu bestückt werden.

**[0047]** Nachfolgend wird, bezugnehmend auf [Fig. 2](#) ein erstes exemplarisches Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Ein Werkzeug **200** weist eine Form **201** oder Formelement (Werkzeugunterteil) und einen Formdeckel **202** (Werkzeugoberteil) auf, welche derart ausgestaltet sind, dass sie einen ersten Hohlraum **203**, einen Übergangsbereich **204** und einen zweiten Hohlraum **205**, welcher eine Harzfalle darstellt, ausbilden. In dem Formdeckel **202** ist ein Trennelement **206** integriert, welches derart ausgebildet ist, dass es im Übergangsbereich **204** einen syphonartigen Verbindungsbereich zwischen Hohlraum **203** und Harzfalle **205** ausbildet. Um diesen syphonartigen oder u-förmigen Verbindungsbereich auszubilden, ist in der Form **201** eine Vertiefung ausgebildet, in welche das Trennelement **206** teilweise eingreift. Das Trennelement **206** reicht dabei in die Vertiefung hinein, um einen Syphon **210** auszubilden.

**[0048]** Ferner weist das Werkzeug **200** einen Eingangsanschluss **207** auf, welcher an den ersten Hohlraum **203** gekoppelt ist und mittels welchem dem ersten Hohlraum **203** Harz zugeleitet werden kann. Das Werkzeug **200** weist ferner einen Ausgangsanschluss **208** auf, welcher an die Harzfalle **205** gekoppelt ist und welcher derart ausgestaltet ist, dass er mit einer Pumpe koppelbar ist. In [Fig. 2](#) ist ferner schematisch ein Bauteil **209** dargestellt, welches in einem RTM-Verfahren bearbeitet werden kann.

**[0049]** Das Trennelement **206** kann auch als Bestandteil des Werkzeugunterteils **201** ausgebildet sein, so dass lediglich ein Verbindungskanal zwischen Harzfalle **205** und Bauteil **209** besteht. Das Trennelement **206** kann auch teilweise als Bestandteil des Werkzeugoberteils **202** und teilweise als Bestandteil des Werkzeugunterteils **201** ausgebildet werden.

**[0050]** Im folgenden wird unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) ein System mit einem Werkzeug für ein RTM-Verfahren beschrieben. Das System **300**, weist ein in [Fig. 2](#) dargestelltes Werkzeug **200** auf und unterscheidet sich im wesentlichen dadurch, dass es ferner eine Zuleitung **311** aufweist, welche mit dem Eingangsanschluss **207** gekoppelt ist. Ferner ist die Zuleitung **311** mit einem Vorratsbehälter **312** gekoppelt, in welchem schematisch Harz **313** dargestellt ist. Der Vorratsbehälter **312** kann mit Druck beaufschlagt werden, was beispielhaft mit einem Stempel **314** angedeutet ist. Der Druck kann beispielsweise auch mittels einer Pumpe erzeugt werden.

**[0051]** Ferner weist das System **300** eine Ableitung

**315** auf, welche an den Ausgangsanschluss **208** gekoppelt ist. Die Ableitung **315** ist ferner mit einer Pumpe **316** gekoppelt, welche derart eingerichtet ist, dass sie über die Ableitung **315** die Harzfalle **205** mit einem Druck beaufschlagen kann. Dieser Druck kann einerseits ein Unterdruck (Vakuum) sein, wodurch Harz **313** aus dem Vorratsbehälter **312** durch die Zuleitung **311** in den Hohlraum **203** gezogen werden kann. Andererseits kann dieser Druck auch ein Überdruck oder Gegendruck sein, welcher bei teilweiser gefüllter Harzfalle bewirkt, dass kein zusätzliches Harz in die Harzfalle eintritt, wodurch ein Absperrlement zwischen Hohlraum **203** und Harzfalle **205** möglicherweise überflüssig wird.

**[0052]** Ferner weist das System **300** eine Steuereinheit **317** auf, welche über eine erste Kommunikationsleitung **318** mit der Harzfalle **205** gekoppelt ist und welche über eine zweite Kommunikationsleitung **319** mit der Pumpe **316** gekoppelt ist. Die Steuereinheit **317** ist derart eingerichtet, dass sie den Druck, mit welchem die Harzfalle **205** beaufschlagt wird, steuert und/oder regelt. Hierzu wird der Druck in der Harzfalle **205** gemessen und die Steuereinheit **317** stellt je nach gemessenen Druck und gewünschten Druck ein Steuersignal bereit, welches die Pumpe **316** steuert.

**[0053]** Im folgenden wird beschrieben, wie das im Bezug auf [Fig. 3](#) beschriebene System in einem RTM-Verfahren verwendet werden kann. Das Bauteil **209**, z.B. zugeschnittene Verstärkungsfasern, wird in den Hohlraum **203** des Werkzeugs **200** eingelegt. Nachfolgend wird das Werkzeug **200** geschlossen und abgedichtet. In einem nachfolgenden Schritt werden die Zuleitung **311** für Harz an den Eingangsanschluss **207** angeschlossen, ferner wird eine Ableitung **315**, z.B. ein Luftschlauch, an den Ausgangsanschluss **208** angeschlossen. Mittels eines über den Luftschlauch **315** angelegten Vakuums oder mittels eines an einem der Zuleitung **311** angelegten Überdrucks wird Harz **313** aus dem externen Vorratsbehälter **312** in den Hohlraum oder die Kavität **203** gesaugt bzw. gepresst. Sobald Harz in der internen Harzfalle **205** steht, wird diese mittels der Pumpe **316** mit einem Gegendruck beaufschlagt, wodurch ein weiteres Eindringen von Harz in die Harzfalle **205** verringert oder unterbunden wird und die Pumpe **316** vor einem Eindringen von Harz geschützt werden kann. Nachfolgend kann fakultativ eine so genannte Nachdruckphase durchgeführt werden, während derer das Harz in dem Hohlraum mit Druck beaufschlagt wird, wodurch sich die Größe von Poren im Bauteil **209** reduziert. Falls eine solche Nachdruckphase durchgeführt wird, so wird der Gegendruck, mit welchem die Harzfalle beaufschlagt wird, so geregelt, z.B. erhöht, dass der Harzspiegel in der Harzfalle **205** konstant bleibt. Hierzu ist im Bereich der Harzfalle **205** vorzugsweise ein Sensor angebracht, welcher mittels einer ersten Kommunikationsleitung **318**

mit einer Steuereinheit **317** gekoppelt ist und welcher der Steuereinheit Messsignale übermittelt. Aus dem Messsignalen erzeugt die Steuereinheit **317** Steuer-signale, welche mittels einer zweiten Kommunikationsleitung **319** an die Pumpe **316** gesendet werden und welche Steuersignale eine Leistung der Pumpe **316** steuern.

**[0054]** Nachfolgend wird das Harz in der Kavität **203** ausgehärtet. Diese Aushärtung geschieht mittels Zufuhr von Wärme. Nach erfolgter Aushärtung kann das Bauteil **209** entnommen werden und die Form **201** kann nach erfolgter Reinigung neu bestückt werden.

**[0055]** Nachfolgend wird, bezugnehmend auf [Fig. 4](#) ein zweites exemplarisches Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Ein Werkzeug **400** weist eine Form **401** oder Formelement und einen Formdeckel **402** auf, welche derart ausgestaltet sind, dass sie einen ersten Hohlraum **403**, einen Übergangsbereich **404** und einen zweiten Hohlraum **405**, welcher eine Harzfalle darstellt, ausbilden. In dem Formdeckel **402** ist ein Trennelement **406** integriert, welches derart ausgebildet ist, dass es im Übergangsbereich **404** eine teilweise Abtrennung des Hohlraumes **403** von der Harzfalle **405** bewirkt, wodurch eine Verbindung **420** zwischen der Harzfalle **405** und dem Hohlraum **403** ausgebildet wird. Innerhalb dieser Verbindung **420** ist ein Absperrhahn oder Absperrventil **418** angeordnet, welcher/s die Verbindung **420** unterbrechen kann. Hierdurch kann der Hohlraum **403** und die Harzfalle **405** vollständig voneinander entkoppelt, werden, d.h. es kann kein Harz mehr von dem Hohlraum **403** in die Harzfalle **405** gelangen, oder umgekehrt. Zur Steuerung des Absperrhahns **418** weist das Werkzeug **400** ferner einen Steueranschluss **419** auf, mittels welchem den Absperrhahn **418** ein Steuersignal zur Verfügung gestellt werden kann. Dieses Steuersignal kann beispielsweise pneumatischer und/oder elektrischer Natur sein und mittels eines Steuerelements bereitgestellt werden.

**[0056]** Ferner weist das Werkzeug **400** einen Eingangsanschluss **407** auf, welcher an den ersten Hohlraum **403** gekoppelt ist und mittels welchem dem ersten Hohlraum **403** Harz zugeleitet werden kann. Das Werkzeug **400** weist ferner einen Ausgangsanschluss **408** auf, welcher an die Harzfalle **405** gekoppelt ist und welcher derart ausgestaltet ist, dass er mit einer Pumpe koppelbar ist. In [Fig. 4](#) ist ferner schematisch ein Bauteil **409** dargestellt, welches in einem RTM-Verfahren bearbeitet werden kann.

**[0057]** Auch das Werkzeug **400** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel kann in einem System, wie es in [Fig. 3](#) schematisch dargestellt ist, betrieben werden. Gemäß dem Ausführungsbeispiel der [Fig. 4](#) sind nur ein Pressluftanschluss und/oder ein Steueranschluss für den Absperrhahn erforderlich, wodurch keine Dichtigkeitsprobleme durch verschmutzte

Dichtungen auftreten können, d.h. es kann kein Harz solchen verschmutzten Dichtungen aus dem Werkzeug austreten.

**[0058]** Zusammenfassend kann ein Aspekt der Erfindung darin gesehen werden, dass ein Werkzeug für ein Resin-Transfer-Moulding-Verfahren geschaffen wird, welches eine in das Werkzeug integrierte interne Harzfalle aufweist. Anders ausgedrückt kann die Harzfalle integral mit dem Werkzeug ausgebildet sein, d.h. die Harzfalle ist ein integraler Bestandteil des Werkzeuges. In einem speziellen Aspekt schafft die Erfindung ein Werkzeug und ein System für ein RTM-Verfahren, welches ohne ein Absperrlement oder Absperrhahn auskommt, welcher einen Hohlraum des Werkzeuges von der Harzfalle trennt.

**[0059]** Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass „umfassend“ keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

### Patentansprüche

1. Werkzeug (200) für ein Resin-Transfer-Moulding-Verfahren, welches Werkzeug (200) aufweist: einen Hohlraum (203), eine Harzfalle (205), und einen Übergangsbereich (204), wobei der Hohlraum (203) derart eingereicht ist, dass in ihm ein Bauteil (209) aufnehmbar ist, wobei die Harzfalle (205) in das Werkzeug (200) integriert ist, und wobei der Übergangsbereich (204) derart eingerichtet ist, dass mittels ihm eine Verbindung zwischen dem Hohlraum (203) und der Harzfalle (205) herstellbar ist.

2. Werkzeug (200) gemäß Anspruch 1, wobei das Werkzeug (200) ferner aufweist: eine Form (201), und einen Formdeckel (202), wobei die Form (201) und der Formdeckel (202) derart ausgebildet sind, dass bei einem Zusammenfügen der Form (201) und des Formdeckels (202) der Hohlraum (203) und/oder die Harzfalle (205) und/oder der Übergangsbereich ausgebildet werden.

3. Werkzeug (200) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Übergangsbereich (204) ein Trennelement (206) aufweist.

4. Werkzeug (200) gemäß Anspruch 3, wobei

das Trennelement (206) zwischen dem Hohlraum (203) und der Harzfalle (205) angeordnet ist und derart eingerichtet ist, dass es zumindest teilweise derart in die Verbindung zwischen den Hohlraum (203) und der Harzfalle (205) eingreift, dass die Verbindung zwischen dem Hohlraum (203) und der Harzfalle (205) zumindest teilweise verschließbar ist.

5. Werkzeug (200) gemäß Anspruch 4, wobei das Trennelement (206) derart ausgestaltet ist, dass es einen syphonartigen Übergangsbereich (210) ausbildet.

6. Werkzeug (200) gemäß Anspruch 4 oder 5, wobei das Trennelement (206) in den Formdeckel (202) und/oder in die Form (201) integriert ist.

7. Werkzeug (400) gemäß Anspruch 4, wobei das Trennelement ein Absperrhahn (418) ist.

8. Werkzeug (400) gemäß Anspruch 7, wobei das Werkzeug (400) ferner einen Steueranschluss (419) aufweist, wobei der Steueranschluss (419) derart eingerichtet ist, dass das Trennelement mittels des Steueranschlusses (419) steuerbar ist.

9. Werkzeug (400) gemäß Anspruch 8, wobei der Steueranschluss (419) derart eingereicht ist, dass elektrische und/oder pneumatische Leitungen anschließbar sind, und wobei das Trennelement derart eingerichtet ist, dass das Trennelement elektrisch und/oder pneumatisch steuerbar ist.

10. Werkzeug (200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Harzfalle (205) einen Ausgangsanschluss (208) aufweist.

11. Werkzeug (200) gemäß Anspruch 10, wobei der Ausgangsanschluss (208) derart eingerichtet ist, dass er mit einer Pumpe koppelbar ist.

12. Werkzeug (200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Hohlraum (203) einen Eingangsanschluss (207) aufweist.

13. System (300) für ein Resin-Transfer-Moulding-Verfahren, welches System (300) aufweist: ein Werkzeug (200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, eine Pumpe (316), und einen Vorratsbehälter (312), wobei die Pumpe (316) an einen Ausgangsanschluss (208) der Harzfalle (205) gekoppelt ist und wobei der Vorratsbehälter (312) an einen Eingangsanschluss (311) des Hohlraums (203) gekoppelt ist.

14. System (300) gemäß Anspruch 13, welches ferner aufweist: eine Steuereinheit (317), wobei die Steuereinheit (317) derart eingerichtet ist,

dass sie einen Druck in der Harzfalle (205) steuert.

15. System (300) gemäß Anspruch 14, wobei die Steuereinheit (317) derart eingerichtet ist, dass sie während einer Nachdruckphase einen Harzspiegel in der Harzfalle (205) konstant hält.

16. System (300) gemäß Anspruch 14 oder 15, wobei die Steuereinheit (317) derart eingerichtet ist, dass sie während einer Aushärtephase den Druck in der Harzfalle (205) aufrecht erhält.

17. System (300) gemäß Anspruch 13, welches ferner aufweist:  
ein Steuerelement,  
wobei das Steuerelement derart eingerichtet ist, dass es das Trennelement steuert.

18. Resin-Transfer-Moulding-Verfahren, welches aufweist:  
Einlegen eines Bauteils (209) in einen Hohlraum (203) eines Werkzeugs (200),  
Einleiten von Harz in den Hohlraum (203) des Werkzeuges (200),  
Beaufschlagen einer Harzfalle (205), welche in das Werkzeug (200) integriert ist und mit dem Hohlraum (203) in Verbindung steht, mit einem Druck.

19. Resin-Transfer-Moulding-Verfahren gemäß Anspruch 18, welches ferner aufweist:  
Erhöhen des Druckes in der Harzfalle (205) in der Art und Weise, dass ein Harzspiegel in der Harzfalle (205) konstant bleibt.

20. Resin-Transfer-Moulding-Verfahren gemäß Anspruch 18 oder 19, welches ferner aufweist:  
Aufrechterhalten des Druckes in der Harzfalle (205) während einer Aushärtephase.

21. Verfahren zum Herstellen eines Werkzeuges, welches Verfahren aufweist:  
Ausbilden eines Hohlraums in einem Werkzeugrohling;  
Ausbilden einer Harzfalle in dem Werkzeugrohling;  
und  
Ausbilden eines Übergangsbereichs in dem Werkzeugrohling,  
wobei das Ausbilden des Übergangsbereichs derart ausgeführt wird, dass mittels ihm eine Verbindung zwischen dem Hohlraum und der Harzfalle ausgebildet wird;  
wobei das Ausbilden des Hohlraums derart ausgeführt wird, dass ein Bauteil einlegbar ist; und  
wobei die Harzfalle integral mit dem Werkzeug ausgebildet wird.

22. Verwendung eines Werkzeuges gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 für die Herstellung eines Bauteils für den Flugzeugbau.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

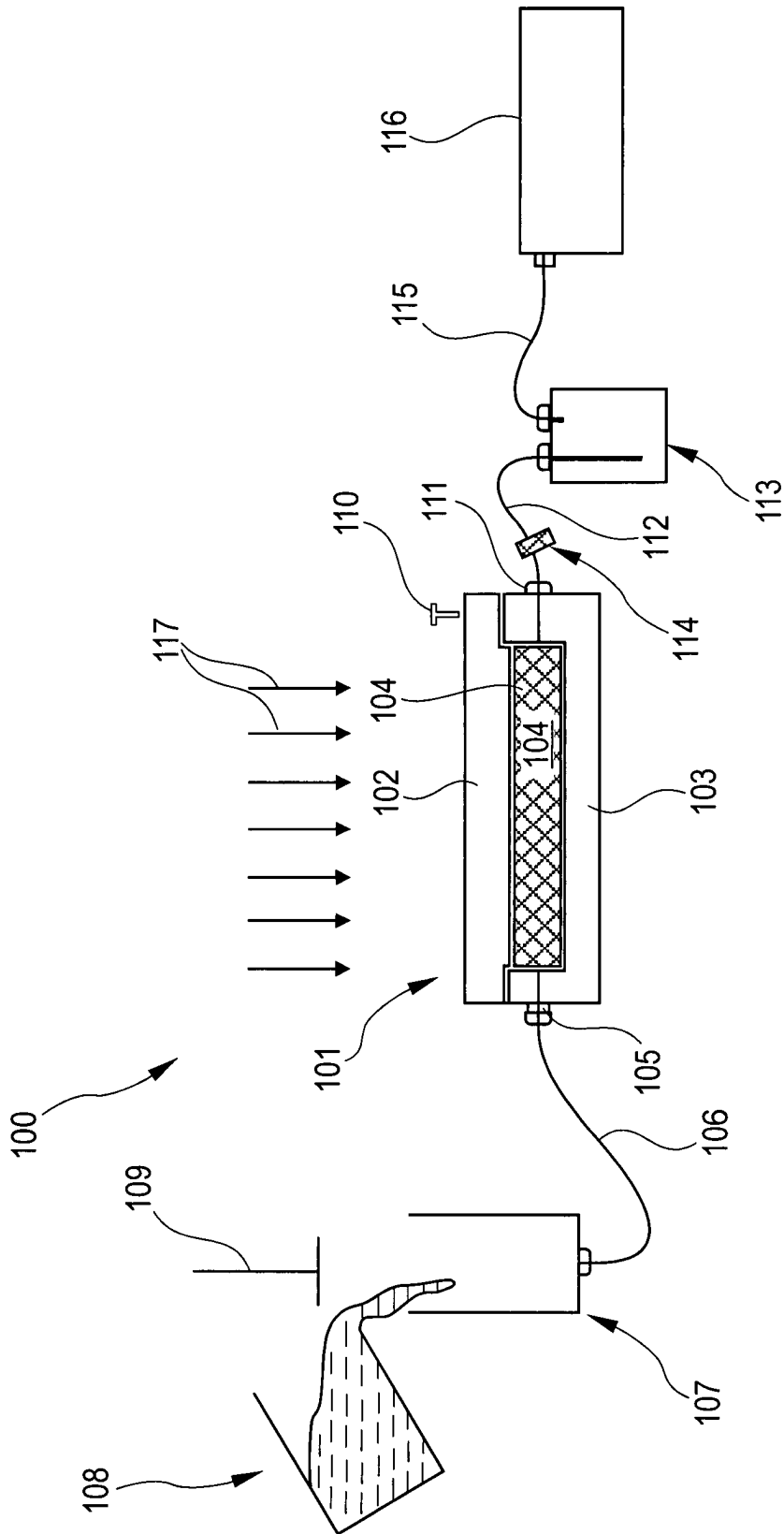


Fig. 1

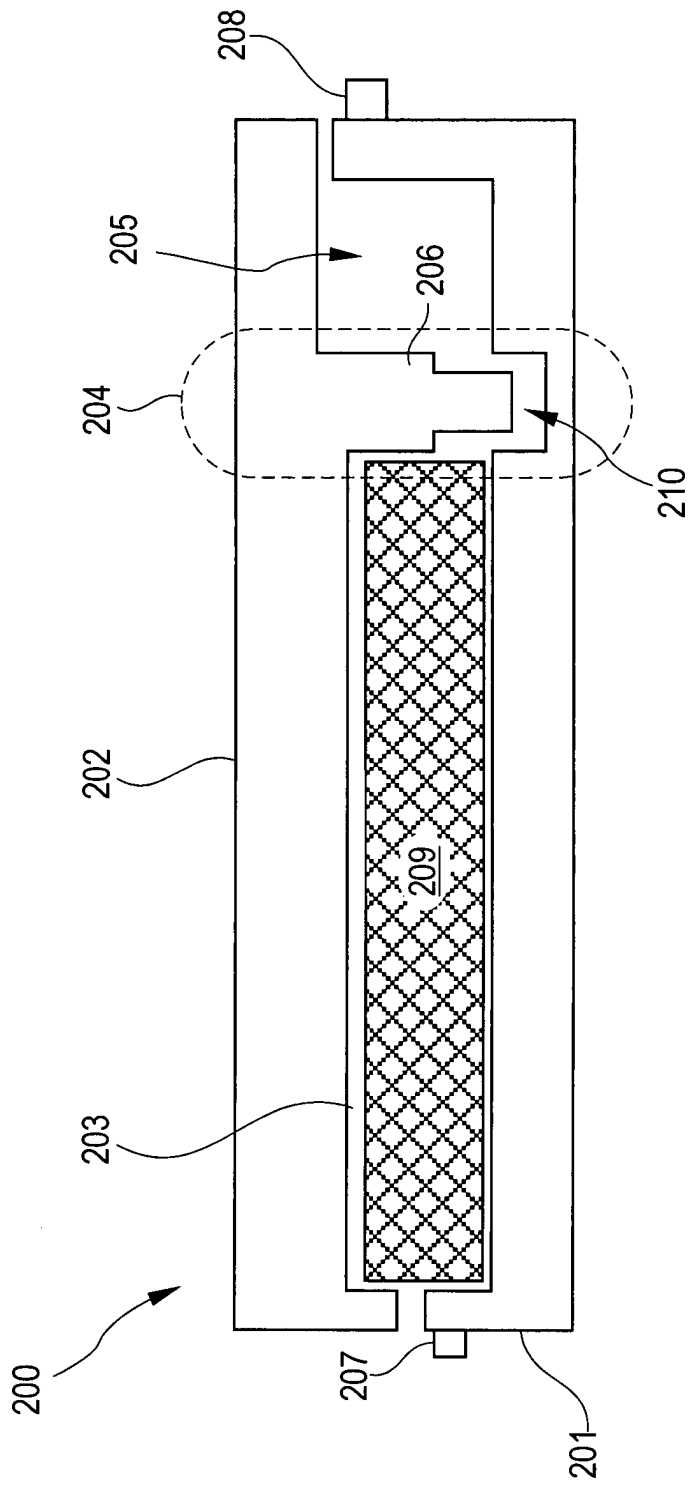


Fig. 2

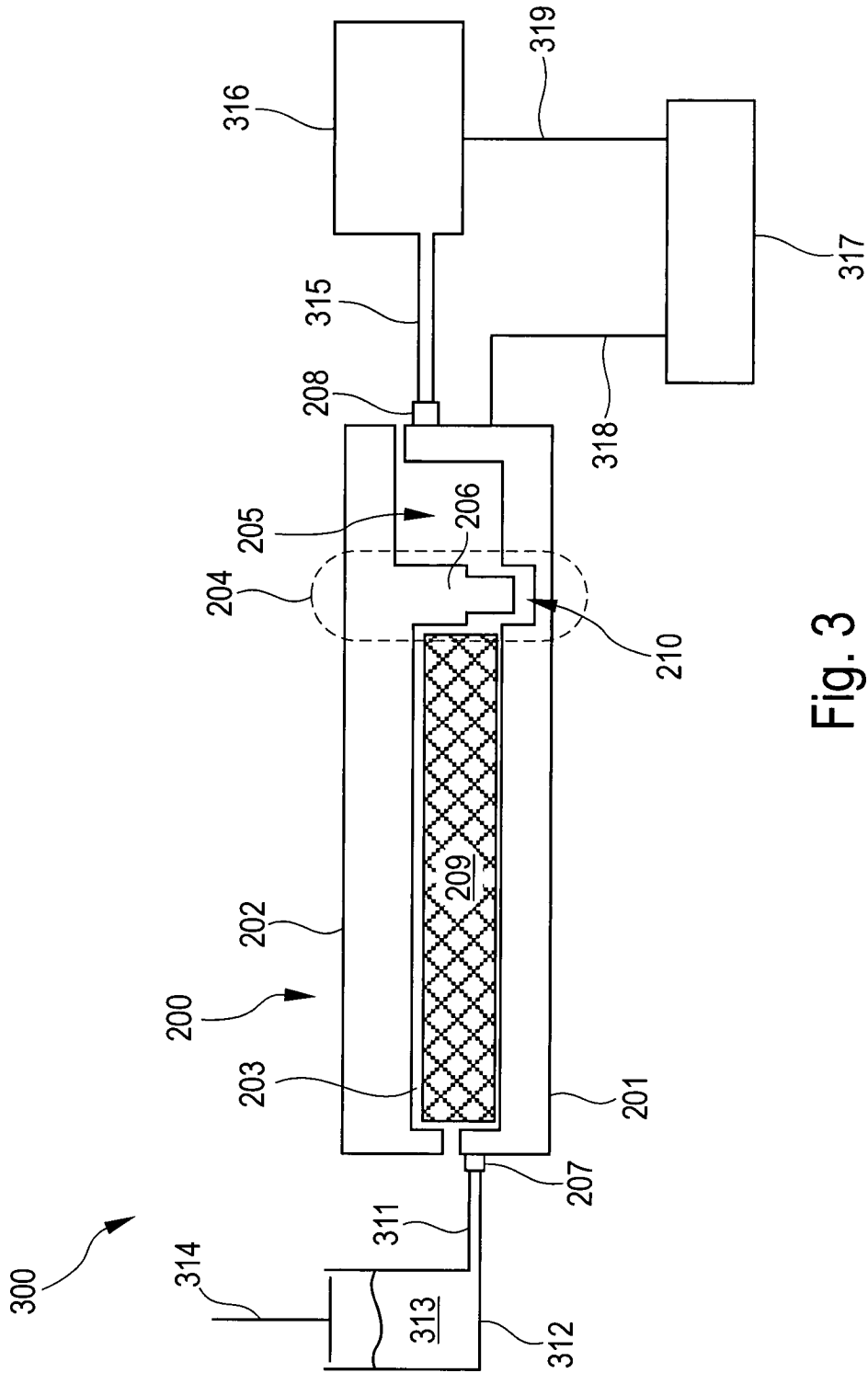


Fig. 3

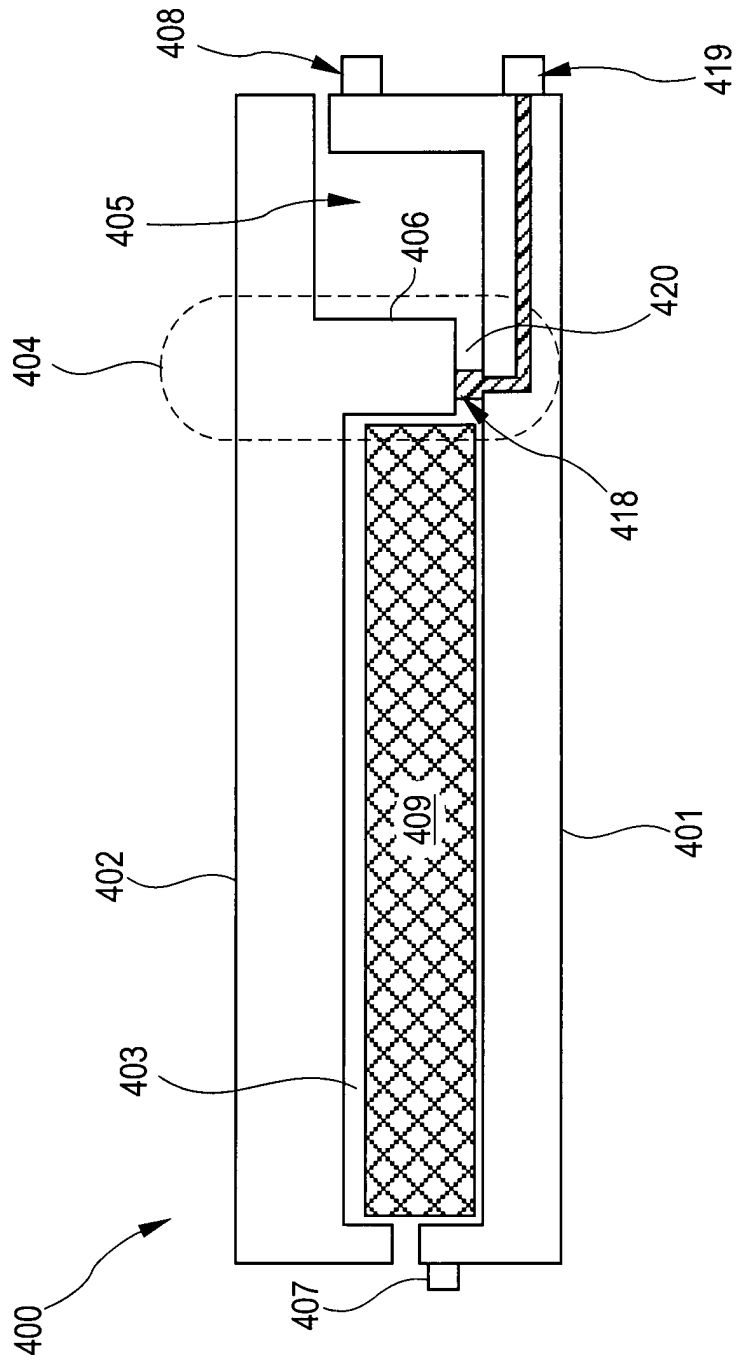


Fig. 4