

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50335/2021 (51) Int. Cl.: **B29C 70/54** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 30.04.2021 **B29C 33/12** (2006.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.05.2022 **B29C 43/36** (2006.01)
B29K 101/12 (2006.01)
B29K 105/08 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2017024392 A
JP S51106180 A
AT 518882 A4

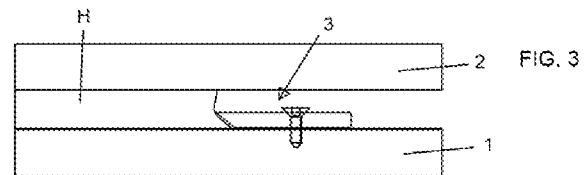
(73) Patentinhaber:
ENGEL AUSTRIA GmbH
4311 Schwertberg (AT)

(72) Erfinder:
Zwicklhuber Paul MSc.
4550 Kremsmünster (AT)

(74) Vertreter:
Torggler & Hofmann Patentanwälte GmbH & Co
KG
6020 Innsbruck (AT)

(54) Konsolidierwerkzeug zum Konsolidieren thermoplastischer Halbzeuge

(57) Konsolidierwerkzeug (100) zum Konsolidieren thermoplastischer Halbzeuge (H), mit einer ersten Formhälfte (1), wobei auf wenigstens einer im Wesentlichen ebenen Auflagefläche (A) der ersten Formhälfte (1) ein thermoplastisches Halbzeug (H) in einer Horizontalebene (E) auflegbar ist, einer zweiten Formhälfte (2) mit wenigstens einer im Wesentlichen ebenen Schließfläche (S), wobei in geschlossenem Zustand des Konsolidierwerkzeugs (100) im Konsolidierwerkzeug (100) ein Aufnahmeraum (K) für das thermoplastische Halbzeug (H) ausgebildet ist, wobei der Aufnahmeraum (K) von der Auflagefläche (A) und der Schließfläche (S) begrenzt ist, und einer Haltevorrichtung (3) zum Halten des thermoplastischen Halbzeugs (H) an einer Formhälfte (1, 2), insbesondere an der ersten Formhälfte (1), wobei die Haltevorrichtung (3) eine gesondert von der Auflagefläche (A) und der Schließfläche (S) ausgebildete Haltefläche (F) aufweist, wobei zwischen der Haltefläche (F) und der Auflagefläche (A) ein Spalt (G) zur Aufnahme eines Randbereichs eines auf der Auflagefläche (A) angeordneten Halbzeugs (H) zwischen der Haltefläche (F) und der Auflagefläche (A) ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Konsolidierwerkzeug zum Konsolidieren thermoplastischer Halbzeuge, mit einer ersten Formhälfte, wobei auf einer im Wesentlichen ebenen Auflagefläche der ersten Formhälfte ein thermoplastisches Halbzeug in einer Horizontalebene aufliegbar ist, einer zweiten Formhälfte mit einer im Wesentlichen ebenen Schließfläche, wobei in geschlossenem Zustand des Konsolidierwerkzeugs im Konsolidierwerkzeug ein Aufnahmeraum für das thermoplastische Halbzeug ausgebildet ist, wobei der Aufnahmeraum (zumindest) von der Auflagefläche und der Schließfläche begrenzt ist, und einer Haltevorrichtung zum Halten des thermoplastischen Halbzeugs an einer Formhälfte, insbesondere an der ersten Formhälfte. Zudem betrifft die vorliegende Erfindung eine Formgebungsanlage mit einem solchen Konsolidierwerkzeug sowie ein Verfahren zum Konsolidieren von thermoplastischen Halbzeugen in einem solchen Konsolidierwerkzeug.

[0002] Konsolidierwerkzeuge werden eingesetzt, um thermoplastische Halbzeuge - wie beispielsweise Folien, Bändchen oder Tapes mit Faserverstärkung - zu konsolidieren, das heißt durch Pressen, Aufheizen und wieder Abkühlen zusammenzufügen. Solche konsolidierten Halbzeuge können dann in weiterer Folge in einem Formgebungsprozess, insbesondere in einem Spritzgießprozess, zu einem faserverstärkten Spritzgussteil weiterverarbeitet werden.

[0003] In der AT 517 754 B1 wird eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Konsolidieren von thermoplastischen Halbzeugen beschrieben. Dabei wird ein thermoplastisches Halbzeug in ein metallisches Werkzeug gegeben. Das Werkzeug besteht aus einer oberen und einer unteren Formhälfte. Das thermoplastische Halbzeug wird im Werkzeug gehalten. Für den Konsolidierprozess wird dieses Werkzeug samt Halbzeug in eine Heizvorrichtung gebracht. Dort werden das Werkzeug und das Halbzeug auf eine geeignete Konsolidiertemperatur gebracht. Anschließend wird das Werkzeug in eine Kühlstation transferiert und dort wird das Halbzeug unter einem Konsolidierdruck abgekühlt. Abschließend wird das Werkzeug geöffnet und das konsolidierte Halbzeug kann entnommen werden.

[0004] Im Stand der Technik kann allerdings nicht sichergestellt werden, dass sich das konsolidierte Halbzeug auf der unteren Formhälfte (entspricht der ersten Formhälfte) befindet. Die Schwerkraft begünstigt zwar, dass sich das Halbzeug auf der unteren Platte befindet, allerdings ist es auch möglich, dass das Halbzeug an der oberen Platte (entspricht der zweiten Formhälfte) anhafte. Um die konsolidierten Halbzeuge prozesssicher und automatisiert entnehmen zu können, ist es äußerst wichtig, dass sich die Halbzeuge immer auf derselben bzw. sehr ähnlichen Position befinden. Das wird mit dem Stand der Technik allerdings nicht erreicht.

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Konsolidierwerkzeug und ein besseres Verfahren zu schaffen. Insbesondere sollen die beim Stand der Technik gegebenen Nachteile behoben werden. Im Speziellen soll ein Konsolidierwerkzeug und ein Verfahren bereitgestellt werden, welches sicherstellt, dass sich das thermoplastische Halbzeug nach dem Konsolidieren auf einer definierten Position, vorzugsweise auf der unteren Werkzeugplatte (erste Formhälfte), befindet.

[0006] Dies wird durch ein Konsolidierwerkzeug mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Demnach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Haltevorrichtung eine gesondert von der Auflagefläche und der Schließfläche ausgebildete Haltefläche aufweist, wobei zwischen der Haltefläche und der Auflagefläche ein Spalt zur Aufnahme eines Randbereichs eines auf der Auflagefläche angeordneten Halbzeugs zwischen der Haltefläche und der Auflagefläche ausgebildet ist. Somit kann das Halbzeug über diesen Spalt gehalten oder in seiner Position fixiert werden.

[0007] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen sowie in der Figurenbeschreibung angegeben.

[0008] Zurückkehrend zur angeführten Aufgabe kann in anderen Worten ausgeführt werden, dass mit der erfindungsgemäßen Haltevorrichtung erreicht wird, dass das konsolidierte Halbzeug an der definierten Formhälfte, vorzugsweise an der ersten (unteren) Formhälfte gehalten wird.

[0009] Es kann vorgesehen, dass nur eine ebene und durchgängige Auflagefläche und/oder Schließfläche an der jeweiligen Formhälfte ausgebildet ist. Wenn mehrere Auflageflächen und/oder Schließflächen vorhanden sind, können diese auf unterschiedlichen Niveaus liegen (die Flächen müssen also nicht in derselben gedachten Horizontalebene liegen). Somit sind auch solche Flächen umfasst, die beispielsweise eine Abstufung für wanddickenunterschiedliche Halbzeuge aufweisen.

[0010] Der Aufnahmeraum kann im geschlossenen Zustand des Konsolidierwerkzeugs zum Beispiel wie eine Kavität allseitig geschlossen sein. Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Aufnahmeraum für das Halbzeug seitlich - das heißt in Richtung der Horizontalebene - zumindest teilweise offen ist.

[0011] Die Komplexität bei der Haltevorrichtung liegt bei der geringen Bauhöhe. Konsolidierte Halbzeuge können eine Dicke von wenigen Zehntelmillimetern bis hin zu mehreren Millimetern haben. Vorzugsweise sind die zu konsolidierenden Halbzeuge zwischen 0,5 mm und 30 mm dick, besonders bevorzugt zwischen 0,6 mm und 5 mm. Dabei darf die Haltevorrichtung, insbesondere dessen Haltefläche, maximal die Höhe des zu konsolidierenden Halbzeugs haben. Besonders bevorzugt ist die Höhe der Haltevorrichtung, insbesondere dessen Haltefläche, geringer als die die Höhe des zu konsolidierenden Halbzeugs.

[0012] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass der Spalt durch einen zwischen der Haltefläche und der Auflagefläche ausgebildeten Raum gebildet ist. Es ist somit vorgesehen, dass der Spalt nur seitlich in Richtung Zentrum des AufnahmeRaums offen ist. Mit anderen Worten bildet der Spalt der Haltevorrichtung einen Hinterschnitt, in welchem der Randbereich des Halbzeugs eindringen kann bzw. in welchem der Randbereich des Halbzeugs aufgenommen und gehalten werden kann.

[0013] Die genaue Form des Spalts ist an sich beliebig, solange eben ein Randbereich des Halbzeugs vor einer Bewegung in vertikaler Richtung geschützt ist und dadurch ein Abheben des Halbzeugs von der Auflagefläche beim Öffnen des Konsolidierwerkzeugs verhindert wird. Beispielsweise kann dieser Spalt in einem vertikalen Querschnitt c-förmig oder in Form eines um 90° gedrehten „V“ ausgebildet sein.

[0014] Bevorzugt ist allerdings vorgesehen, dass die Haltevorrichtung eine zur Auflagefläche geneigte, vorzugsweise ebene, Haltefläche für das thermoplastische Halbzeug aufweist.

[0015] Die Neigung sollte so gewählt sein, dass ein Randbereich des Halbzeugs quasi zwischen Haltefläche und Auflagefläche bereichsweise „eingeklemmt“ ist. Grundsätzlich ist es möglich, dass die Haltefläche beabstandet zur Auflagefläche angeordnet und parallel zur Auflagefläche ausgerichtet, also einen Winkel von 0° zur Horizontalebene aufweist. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Haltefläche um einen Neigungswinkel von maximal 88°, vorzugsweise um einen Neigungswinkel zwischen 85° und 40°, zur Auflagefläche (oder zur Horizontalebene) geneigt ist.

[0016] Durch den Spalt ist die Haltevorrichtung so ausgebildet, dass das zu konsolidierende Halbzeug an einer der Werkzeugplatten (Formhälften) gehalten wird. Allerdings beschränkt sich die Funktion der Haltevorrichtung nicht rein auf das Halten, zusätzlich sollte auch gewährleistet sein, dass sich das konsolidierte Halbzeug auch wieder entformen lässt.

[0017] Um diesen Forderungen gerecht zu werden, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Mit dem durch die Haltevorrichtung gebildeten Spalt (Hinterschnitt) kann das konsolidierte Halbzeug zwar an einer Formhälfte gehalten werden, allerdings lässt sich dann das Halbzeug auch nicht mehr oder schwierig entformen. Um das Halbzeug auch wieder entformen zu können, sollte der Spalt durch eine nur geringe Kraft veränderbar sein. Dazu gibt es verschiedene Varianten, wobei das Grundprinzip immer gleichbleibt.

[0018] Wenn die Haltefläche relativ zur Auflagefläche fixiert ist - also ein ortsgebundener Spalt gegeben ist - sollte in Bezug auf eine Normale zur Horizontalebene der Neigungswinkel nicht zu groß sein (nicht über 10°, also nicht unter 80° zur Horizontalebene), da ansonsten die für die Entformung nötigen Kräfte zu groß werden würden.

[0019] Für eine einfache und sichere Entformung ist bevorzugt vorgesehen, dass zumindest die Haltefläche der Haltevorrichtung relativ zur ersten Formhälfte begrenzt bewegbar gelagert ist.

[0020] Besonders bevorzugt kann vorgesehen sein, dass die Haltevorrichtung ein Basisteil, ein Verbindungsmittel zum lösbaren Verbinden des Basisteils mit einer Formhälfte, vorzugsweise mit der ersten Formhälfte, und ein zwischen Haltefläche und Basisteil angeordnetes oder ausgebildetes, begrenzt bewegbares Löseelement aufweist.

[0021] Zum Löseelement kann weiters vorgesehen sein, dass dieses derart ausgebildet ist, die Haltefläche aus einer Halbzeug-Haltstellung in eine Halbzeug-Freigabestellung zu bringen.

[0022] Für die konkrete Ausgestaltung des Löseelements gibt es mehrere Möglichkeiten, wobei nachfolgend drei Varianten detailliert angeführt sind und auch in der weiter unten folgenden Figurenbeschreibung nochmals erläutert werden.

[0023] Gemäß einer ersten Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass das Löseelement als entlang der Horizontalebene ausgerichtetes, nachgiebiges Biegeelement ausgebildet ist, welches von der Halbzeug-Haltstellung in die Halbzeug-Freigabestellung von der Auflagefläche aufbiegbar ist. Somit bildet dieses Biegeelement eine Art federnde Spange oder Klammer zum Festhalten des Randbereichs des Halbzeugs über die Haltevorrichtung an einer Formhälfte.

[0024] Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass das nachgiebige Biegeelement, vorzugsweise entlang der Horizontalebene, am Verbindungsmittel verschiebbar ist, wobei die Kraft zum Aufbiegen des nachgiebigen Biegeelements von der Halbzeug-Haltstellung in die Halbzeug-Freigabestellung abhängig von der Relativstellung zwischen Biegeelement und Verbindungsmittel ist. Mithin kann die zum Aufbiegen benötigte Kraft je nach Dicke und Starrheit des Biegeelements und/oder je nach (horizontaler) Tiefe des Spalts eingestellt werden.

[0025] Zu dieser ersten Ausführungsvariante kann in anderen Worten noch folgendes ausgeführt werden.

[0026] Das Biegeelement ist ein Bauteil, welches sich bei der Entformung aufbiegen lässt und somit das konsolidierte Halbzeug bei der Entformung freigibt. Im einfachsten Fall ist dieses Element eine Platte mit einem Hinterschnitt, welcher den Spalt mitbildet. Diese Platte wird mit der Formhälfte des Konsolidierwerkzeugs verbunden. Vorzugsweise handelt es hierbei um eine mechanisch lösbare Verbindung. Besonders bevorzugt ist diese mechanisch lösbare Verbindung verschiebbar, sodass unterschiedliche Längen zum Hinterschnitt möglich sind. Somit lässt sich die Kraft, welche für das Entformen aus dem Hinterschnitt benötigt wird mit der Hebelarmlänge verändern. Neben der Hebelarmlänge haben das Material sowie der Querschnitt der Hinterschnittgeometrie einen erheblichen Einfluss auf die Entformkraft.

[0027] Bevorzugt kann bei dieser ersten Variante vorgesehen sein, dass die Haltevorrichtung aus mehreren Bauteilen besteht. Vor allem um die Querschnittshöhe des Biegeelements gering zu halten, kann ein Distanzstück zwischen Biegeelement und (erster) Formhälfte verwendet werden.

[0028] Gemäß einer zweiten Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass das Löseelement als, vorzugsweise entlang der Horizontalebene, ausgerichteter Kraftspeicher, vorzugsweise als Druckfeder, ausgebildet ist, welches von der Halbzeug-Haltstellung - in welchem der Kraftspeicher im Wesentlichen entspannt ist - in die Halbzeug-Freigabestellung - in welchem der Kraftspeicher im Wesentlichen gespannt ist - bringbar ist.

[0029] Zu dieser zweiten Ausführungsvariante kann in anderen Worten noch folgendes ausgeführt werden.

[0030] Bei dieser Variante befindet sich die Haltevorrichtung (ebenfalls) auf nur einer der Formhälften. Vorzugsweise befindet sich die Haltevorrichtung auf der ersten (unteren) Formhälfte. Bei dieser Variante besteht die Haltevorrichtung aus mehreren Bauteilen. Damit die konsolidierten Halbzeuge wieder entformt werden können, ist zumindest das Bauteil mit der Haltefläche federbeaufschlagt. Das bedeutet, dass sich das Bauteil, an welchem die Haltefläche ausgebildet ist, im Wesentlichen in der Ebene des konsolidierten Halbzeugs bewegen lässt. Wird ein konsolidiertes Halbzeug von der Formhälfte entnommen, so sind die ersten Millimeter der Bewegung

in den meisten Fällen normal zur Formhälfte, also rechtwinkelig zur Horizontalebene. Bei der Entformung wird somit die Haltefläche zurückgedrängt. Die Kraft, welche zum Zurückdrängen benötigt wird, ist somit abhängig von der verwendeten Feder. Die Federkraft muss so ausgewählt werden, dass einerseits das Halbzeug prozesssicher an der Formhälfte gehalten wird und andererseits, dass sich das Halbzeug leicht entformen lässt.

[0031] Gemäß einer dritten Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass das Löseelement als vom Basisteil und der Haltefläche separates, vorzugsweise an der zweiten Formhälfte angebrachtes, Spreizelement ausgebildet ist. Konkret ist dabei vorgesehen, dass bei einer Schließbewegung der Formhälften das Spreizelement derart spreizend am Basisteil und an einem die Haltefläche aufweisenden Bauteil anliegt, dass sich die Haltefläche vom Basisteil wegbewegt und die Haltevorrichtung in die Halbzeug-Haltestellung gelangt, und bei einer Öffnungsbewegung der Formhälften das Spreizelement außer Kontakt mit dem Basisteil und dem die Haltefläche aufweisenden Bauteil gelangt, dass sich die Haltefläche auf das Basisteil zubewegt und die Haltvorrichtung in die Halbzeug-Freigabestellung gelangt.

[0032] Zu dieser dritten Ausführungsvariante kann in anderen Worten noch folgendes ausgeführt werden.

[0033] In dieser Variante ist die Haltevorrichtung zweigeteilt ausgebildet. Das bedeutet, dass sich für diese Haltevorrichtung ein Bauteil bzw. eine Baugruppe am Oberwerkzeug (zweite Formhälfte) befindet und ein Bauteil bzw. eine Baugruppe am Unterwerkzeug (erste Formhälfte). Bei dieser Haltevorrichtung wird das konsolidierte Halbzeug an der ersten Formhälfte gehalten. Ermöglicht wird das mit einer Haltefläche (Hinterschnitt), die erst entsteht, wenn sich die beiden Formhälften schließen. Dazu befindet sich auf der ersten (unteren) Formplatte das die Haltefläche aufweisende Bauteil, welches sich mit der Schließbewegung spreizt und somit den Spalt bildet. Der Spalt zur Aufnahme eines Randbereichs des Halbzeugs ist somit nur bei geschlossenen Formhälften vorhanden. Öffnen sich die Formhälften, verringert sich auch der Spalt. Das Öffnen der Formhälften passiert im Wesentlichen in einer Bewegung, welche normal zur ersten Formhälfte ausgerichtet ist. Somit wird beim Öffnen der Formhälften der Spalt mit fortschreitendem Öffnungshub immer geringer und somit nimmt auch die von der Haltefläche auf das Halbzeug wirkende Haltekraft ab. Sind die Formhälften komplett voneinander getrennt, ist die Haltekraft nur mehr sehr gering bzw. ist keine Haltekraft mehr vorhanden.

[0034] Für die Haltevorrichtung selbst und dessen Haltefläche kann vorgesehen sein, dass sie die gesamte Kontur des zu konsolidierenden Halbzeugs umspannen. Anders ausgedrückt umgibt die Haltefläche ringförmig oder um den gesamten Umfang das zu konsolidierende Halbzeug.

[0035] Für eine einfachere und günstigere Ausgestaltung ist allerdings bevorzugt vorgesehen, dass mehrere partielle Halteflächen um das zu konsolidierende Halbzeug herum eingesetzt werden. Dennoch müssen dabei nur relativ wenige Halteflächen eingesetzt werden.

[0036] In anderen Worten ausgedrückt ist bevorzugt vorgesehen, dass das Konsolidierwerkzeug eine Vielzahl von separaten Haltevorrichtungen (mit jeweiligen Halteflächen) aufweist, wobei die Haltevorrichtungen (zum Beispiel an den jeweiligen Seiten regelmäßig) beabstandet voneinander um den Aufnahmeraum herum an wenigstens einer Formhälfte, vorzugsweise an der ersten Formhälfte, angeordnet sind.

[0037] Um das Entformen noch zusätzlich zu erleichtern und die Entformkraft zu reduzieren, kann bevorzugt vorgesehen sein, dass zumindest die Haltefläche der Haltevorrichtung mit einer gleitunterstützenden Beschichtung (Anti-Haft-Beschichtung), vorzugsweise mit Plasmabeschichtungen, CVD-Beschichtungen oder PVD Beschichtungen, beschichtet ist. Die verwendete Beschichtung ist dabei abhängig vom Polymer des Halbzeugs, für Polyolefine und technische Kunststoffe eignet sich beispielsweise eine Beschichtung auf PTFE-Basis.

[0038] Es ist auch möglich, dass die Formhälften mit einer solchen gleitunterstützenden Beschichtung versehen sind.

[0039] Generell sei noch angeführt, dass der Abstand der der Halteflächen relativ zum Aufnah-

meraum - das heißt die Relativposition an der Formhälfte entlang der Horizontalebene - einstellbar ist.

[0040] So kann auch vorgesehen sein, dass die für die Entformung notwendige Kraft einstellbar ist, vorzugsweise durch Veränderung der Hebellänge des Biegeelements und/oder durch Veränderung der Federkraft des Kraftspeichers.

[0041] Schutz wird auch begehrt für eine Formgebungsanlage mit einem erfindungsgemäßen Konsolidierungswerkzeug.

[0042] Eine solche Formgebungsanlage kann beispielsweise Schließeinheit und eine Einspritzeinheit aufweisen, wobei das im Konsolidierwerkzeug konsolidierte Halbzeug über eine Transportvorrichtung in ein Formgebungswerkzeug der Schließeinheit transportierbar ist und im Formgebungswerkzeug mit einer Kunststoffschmelze umspritzt werden kann. Nach Aushärtung liegt dann ein faserverstärktes Kunststoffformteil vor.

[0043] Schutz wird auch begehrt für ein Verfahren zum Konsolidieren von thermoplastischen Halbzeugen in einem erfindungsgemäßen Konsolidierwerkzeug. Dabei sind die folgenden Schritte vorgesehen:

- Auflegen des thermoplastischen Halbzeugs auf die Auflagefläche,
- Schließen der Formhälften,
- Aufbringen von Druck auf das thermoplastische Halbzeug und Aufheizen des Konsolidierwerkzeugs auf eine Konsolidiertemperatur, sodass sich Randbereiche des erhitzten und unter Druck stehenden Halbzeugs zumindest bereichsweise in den Spalt zur Aufnahme des Randbereichs bewegen und dadurch das Halbzeug an der Haltevorrichtung gehalten ist,
- Abkühlen des Konsolidierwerkzeugs und des thermoplastischen Halbzeugs, bis das thermoplastische Halbzeug formstabil ist,
- Öffnen der Formhälften und
- Entnehmen des thermoplastischen Halbzeugs.

[0044] Für eine einfache Entformung ist bevorzugt zudem vorgesehen, dass beim Entnehmen des thermoplastischen Halbzeugs die Haltevorrichtung von der Halbzeug-Haltestellung in die Halbzeug-Freigabestellung bewegbar ist.

[0045] Zum Verfahren kann - in anderen Worten ausgedrückt - noch folgendes festgehalten werden.

[0046] Zu Prozessbeginn wird ein zu konsolidierendes Halbzeug in ein Konsolidierwerkzeug mit zumindest einer Haltevorrichtung eingebracht. Das Konsolidierwerkzeug wird geschlossen und mit Druck beaufschlagt und in einer Heizstation auf eine geeignete Konsolidiertemperatur erwärmt. Ist die Konsolidiertemperatur erreicht, wird das Halbzeug unter Druck abgekühlt und somit konsolidiert. Dabei ist der Konsolidierdruck so zu wählen, dass sich die projizierte Fläche des Halbzeugs zumindest geringfügig vergrößert. Dieses Fließen bzw. Ausdehnen des Werkstoffs ermöglicht, dass sich Material zum durch die Haltevorrichtung gebildeten Spalt hinbewegt. Erst dadurch ermöglichen der Spalt und die Haltefläche ein Festhalten des Halbzeugs. Nachdem das Halbzeug soweit abgekühlt ist, dass es wieder formstabil ist, kann es entformt werden.

[0047] Der Konsolidierdruck kann so gewählt werden, dass sich die projizierte Fläche des Halbzeugs während der Konsolidierung vergrößert.

[0048] Zur Konsolidiertemperatur ist bevorzugt vorgesehen, dass diese über der Glasübergangstemperatur des Polymers des Halbzeugs liegt.

[0049] Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele Folgenden näher erläutert. Darin zeigen:

[0050] Fig. 1 schematisch eine Schnittansicht des Konsolidierwerkzeugs,

[0051] Fig. 2 schematisch eine Schnittansicht des geschlossenen Konsolidierwerkzeugs,

- [0052] Fig. 3 schematisch eine Schnittansicht des Konsolidierwerkzeugs mit im Spalt gehaltenem Halbzeug,
- [0053] Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf eine erste Ausführungsvariante der Haltevorrichtung,
- [0054] Fig. 5 eine schematische Schnittansicht der erste Ausführungsvariante mit geringer Haltekraft,
- [0055] Fig. 6 eine schematische Schnittansicht der erste Ausführungsvariante mit hoher Haltekraft,
- [0056] Fig. 7 eine schematische Schnittansicht einer zweiten Ausführungsvariante der Haltevorrichtung,
- [0057] Fig. 8 eine Draufsicht auf das Konsolidierwerkzeug mit einer Haltevorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsvariante,
- [0058] Fig. 9-11 schematische Schnittansichten eines Konsolidierwerkzeugs mit einer Haltevorrichtung gemäß der dritten Ausführungsvariante,
- [0059] Fig. 12 eine Draufsicht auf die erste Formhälfte mit einer Vielzahl von um den Aufnahmeraum angeordneten Haltevorrichtungen,
- [0060] Fig. 13 eine schematische Schnittansicht der ersten Ausführungsvariante mit schräg ausgerichteter Halteflächen-Bauteil und
- [0061] Fig. 14 eine schematische Schnittansicht der ersten Ausführungsvariante mit parallel zur Horizontalebene ausgerichteter Haltefläche.

[0062] In Fig. 1 ist ein Konsolidierwerkzeug 100 in einer schematischen Schnittansicht dargestellt. Dieses Konsolidierwerkzeug 100 weist eine erste (untere) Formhälfte 1 und eine zweite (obere) Formhälfte 2 auf. Auf der Auflagefläche A der ersten Formhälfte 1 ist ein thermoplastisches Halbzeug H angeordnet. Die zweite Formhälfte 2 weist eine Schließfläche S auf. Der Aufnahmeraum K ist von der Auflagefläche A und der Schließfläche S begrenzt ist.

[0063] An der ersten Formhälfte 1 ist eine Haltevorrichtung 3 zum Halten des thermoplastischen Halbzeugs H an dieser ersten Formhälfte 1 angebracht. Diese Haltevorrichtung 3 weist eine Verbindungsmittel 5 auf, mit welchem das Bauteil 7, an welchem die Haltefläche F ausgebildet ist, lösbar an der ersten Formhälfte 1 befestigt ist.

[0064] Zwischen der Haltefläche F und der Auflagefläche A ist ein Spalt G zur Aufnahme eines Randbereichs eines auf der Auflagefläche A angeordneten Halbzeugs H zwischen der Haltefläche F und der Auflagefläche A ausgebildet. Der Spalt wird zudem von einer gedachten vertikalen Linie (bzw. Fläche) zwischen der in Richtung Aufnahmeraum K weisenden Spitze und der Auflagefläche A begrenzt. Dieser Spalt G ist in diesem Fall im Querschnitt dreieckförmig.

[0065] In Fig. 2 ist das Konsolidierwerkzeug 100 komplett geschlossen. Dadurch kontaktiert die Schließfläche S die Oberseite des Halbzeugs und es wird ein Konsolidierdruck auf das Halbzeug H ausgeübt. Es ist ersichtlich, dass sich dadurch das Halbzeug H entlang der Horizontalebene E bereits in Richtung Haltevorrichtung 3 ausgedehnt hat.

[0066] In Fig. 2 ist zudem der Neigungswinkel N der Haltefläche F zur Auflagefläche A eingezeichnet, welcher in diesem Fall in etwa 45° beträgt.

[0067] In Fig. 3 bewegen sich durch Aufbringen von Druck auf das thermoplastische Halbzeug H und durch Aufheizen des Konsolidierwerkzeugs 100 auf eine Konsolidiertemperatur die Randbereiche des erhitzten und unter Druck stehenden Halbzeugs H zumindest bereichsweise in den Spalt G zur Aufnahme des Randbereichs. Dadurch ist das Halbzeug H an der Haltevorrichtung 3 gehalten. Wenn also das Konsolidierwerkzeug 100 geöffnet wird, kann das Halbzeug nicht von der zweiten Formhälfte 2 mitgenommen werden, da das Halbzeug H über die im Spalt G befindlichen und eingeklemmten Randbereiche an der ersten Formhälfte 1 gehalten ist.

[0068] In Fig. 4 ist eine schematische Draufsicht auf eine Haltevorrichtung 3 gezeigt. Diese Haltevorrichtung 3 ist gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet.

[0069] Diese Haltevorrichtung 3 weist eine die Haltefläche F aufweisendes, plattenförmiges Bauteil 7 auf. In diesem Bauteil 7 sind zwei Langlöcher L ausgebildet, wobei die Verbindungsmittel 5 durch die Langlöcher L hindurchragen.

[0070] In Fig. 5 ist die Haltevorrichtung 3 gemäß der ersten Ausführungsvariante in einer schematischen Schnittansicht dargestellt. Es ist ersichtlich, dass das Verbindungsmittel 5 als Schraube mit einem im Bereich der Langlöcher L angeordneten und anliegenden Schraubenkopf 5.1 und mit einem in der ersten Formhälfte 1 angeordneten Gewindebereich 5.2 ausgebildet ist.

[0071] Die Haltevorrichtung 3 weist neben dem Verbindungsmittel 5 auch noch ein Basisteil 4 auf, welches hier in Form von zwei Distanzstücken ausgebildet ist. Diese Distanzstücke sind in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel zwischen 0,3 mm und 1 mm, vorzugsweise 0,5 mm, dick.

[0072] Das Bauteil 7, an welchem die Haltefläche F ausgebildet ist, ist im dargestellten Fall plattenförmig ausgebildet. Die Dicke dieses Bauteils 7 beträgt bevorzugt zwischen 1 mm und 2,5 mm, vorzugsweise 1,5 mm.

[0073] Bei dieser dritten Ausführungsvariante bildet das Bauteil 7 gleichzeitig das Löseelement 6, welches als nachgiebiges Biegeelement 6.1 ausgebildet ist. In diesem Fall ist das als Biegeelement 6.1 ausgebildete Löseelement 6 in der Halbzeug-Haltestellung dargestellt. In der (nicht dargestellten) Halbzeug-Freigabestellung wird das Biegeelement 6.1 im Bereich der Haltefläche F nach oben gebogen, wodurch ein im Bereich des Spaltes G gehaltenes Halbzeug H leichter entformt werden kann. Die Haltekraft dieses Biegeelement 6.1 hängt von dessen Dicke und Beschaffenheit sowie von Länge des vom Verbindungsmittel 5 ausragenden Bereichs ab. Je länger dieser ausragende Bereich ist, desto größer ist die Hebelwirkung und desto weniger stark hält das Löseelement 6 das Halbzeug H.

[0074] Dementsprechend ist in Fig. 6 eine andere Relativposition des Bauteils 7 (entspricht dem Löseelement 6) entlang der Horizontalebene E dargestellt. Hierbei befindet sich das Verbindungsmittel 5 wesentlich näher an der Haltefläche F. Dadurch ist das als Biegeelement 6.1 ausgebildete Löseelement 6 weniger leicht aufbiegbar, wodurch eine größere Haltekraft auf das im Spalt G gehaltene Halbzeug H wirkt. Durch entsprechendes Verschieben des Bauteils 7 entlang des Basisteils 4 und durch Festschrauben des Verbindungsmittels 5 an der gewünschten Stelle, kann die Haltekraft verstellt und eingestellt werden.

[0075] In Fig. 7 ist in einer schematischen Schnittansicht die zweite Ausführungsvariante der Haltevorrichtung 3 gezeigt. Es ist vorgesehen, dass das Löseelement 6 als entlang der Horizontalebene E ausgerichteter Kraftspeicher 6.2, vorzugsweise als Druckfeder, ausgebildet ist, welches von der Halbzeug-Haltestellung - in welchem der Kraftspeicher 6.2 im Wesentlichen entspannt ist - in die Halbzeug-Freigabestellung - in welchem der Kraftspeicher 6.2 im Wesentlichen gespannt ist - bringbar ist.

[0076] In Fig. 8 ist eine Draufsicht auf die erste Formhälfte 1 samt darauf angeordnetem Halbzeug H dargestellt. In diesem Fall sind zwei Haltevorrichtungen 3 mit Kraftspeicher 6.2 in einem Eckbereich der ersten Formhälfte 1 angeordnet und mit dieser verbunden.

[0077] In den Fig. 9 bis 11 ist in einer schematischen Schnittansicht die dritte Ausführungsvariante der Haltevorrichtung 3 gezeigt. Es ist vorgesehen, dass das Löseelement 6 als vom Basisteil 4 und der Haltefläche F separates, an der zweiten Formhälfte 2 angebrachtes Spreizelement 6.3 ausgebildet ist.

[0078] In der in Fig. 9 dargestellten Offenstellung des Konsolidierwerkzeugs 100 befindet sich das Spreizelement 6.3 außer Kontakt mit dem Basisteil 4 und dem die Haltefläche F aufweisenden Bauteil 7.

[0079] Wie in den Fig. 10 und 11 veranschaulicht, liegt bei einer Schließbewegung der Formhälften 1, 2 das Spreizelement 6.3 derart spreizend am Basisteil 4 und an einem die Haltefläche F

aufweisenden Bauteil 7 an, dass sich die Haltefläche F vom Basisteil 4 wegbewegt und die Haltevorrichtung 3 in die Halbzeug-Haltstellung gelangt. In dieser Halbzeug-Haltstellung ist ein (geringfügiger) Spalt G erzeugt, über welchen das Halbzeug H gehalten ist.

[0080] Um nach dem Konsolidieren das Halbzeug wieder von der ersten Formhälfte 1 lösen zu können, wird das Konsolidierwerkzeug 100 durch eine Relativbewegung der Formhälften 1 und 2 voneinander geöffnet, sodass sich die Haltefläche F auf das Basisteil 4 zubewegt und die Haltevorrichtung 3 in die Halbzeug-Freigabestellung gelangt (siehe wieder Fig. 9).

[0081] In Fig. 12 ist eine Draufsicht auf die erste Formhälfte 1 mit den daran angebrachten Haltevorrichtung 3 gezeigt. Die Haltevorrichtungen 3 sind jeweils über Verbindungsmittel 5 an der ersten Formhälfte 1 lösbar befestigt. Über die Haltefläche F der Haltevorrichtungen 3 ist das Halbzeug H an der ersten Formhälfte 1 des Konsolidierwerkzeugs 100 gehalten. Die Vielzahl von Haltevorrichtungen 3 ist beabstandet voneinander um den Aufnahmeraum K herum (bzw. um das Halbzeug H herum) an wenigstens an der ersten Formhälfte 1 angeordnet.

[0082] Fig. 13 zeigt in einem schematischen Querschnitt eine alternative Möglichkeit zur Ausbildung der ersten Ausführungsvariante. Hierbei ist das Bauteil 7, an welchem die Haltefläche F ausgebildet ist, schräg zur Horizontalebene E ausgerichtet. Dadurch schließt die Haltefläche F einen Winkel von etwa 10° zur Auflagefläche A ein. Das Basisteil 4 ist im Querschnitt keilförmig ausgebildet, wodurch sich die Schrägstellung des plattenförmigen Bauteils 7 ergibt.

[0083] Dagegen ist in Fig. 14 das Basisteil 4 „gerade“ mit zueinander parallelen Ober- und Unterseiten ausgebildet. Das über das Verbindungsmittel 5 und dem Basisteil 4 mit der ersten Formhälfte 1 verbunden Bauteil 7 ist parallel zur Auflagefläche A und zur Horizontalebene E ausgerichtet. Dadurch ergibt sich für die Ausrichtung der Haltefläche F ein Winkel von 0° gegenüber der Auflagefläche A. Der Spalt G wird hier von keiner geneigten Fläche begrenzt (abgesehen von der Seitenfläche des Basisteils 4).

BEZUGSZEICHENLISTE:

- 1 erste Formhälfte
- 2 zweite Formhälfte
- 3 Haltevorrichtung
- 4 Basisteil
- 5 Verbindungsmittel
 - 5.1 Schraubenkopf
 - 5.2 Gewindebereich
- 6 Löseelement
 - 6.1 nachgiebiges Biegeelement
 - 6.2 Kraftspeicher
 - 6.3 Spreizelement
- 7 Bauteil, welches die Haltefläche F aufweist
- 100 Konsolidierwerkzeug
- H Halbzeug
- A Auflagefläche
- S Schließfläche
- K Aufnahmebereich
- G Spalt
- F Haltefläche
- N Neigungswinkel
- L Langlöcher

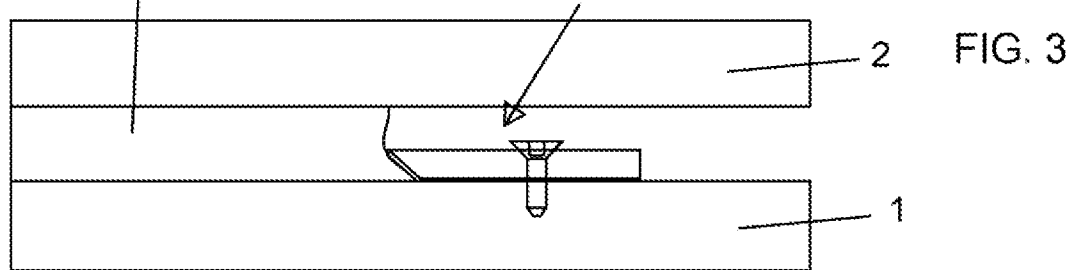
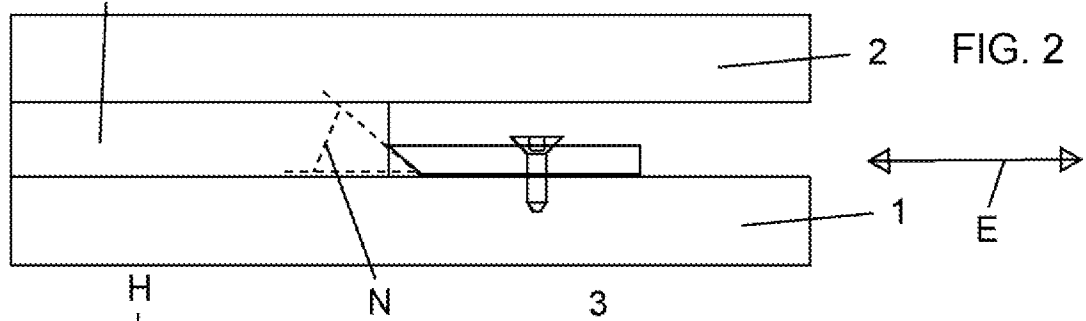
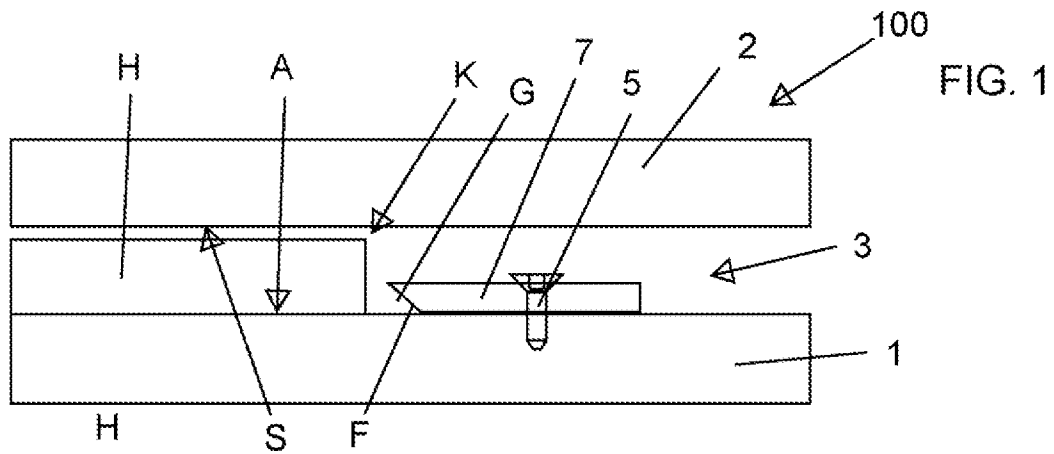
Patentansprüche

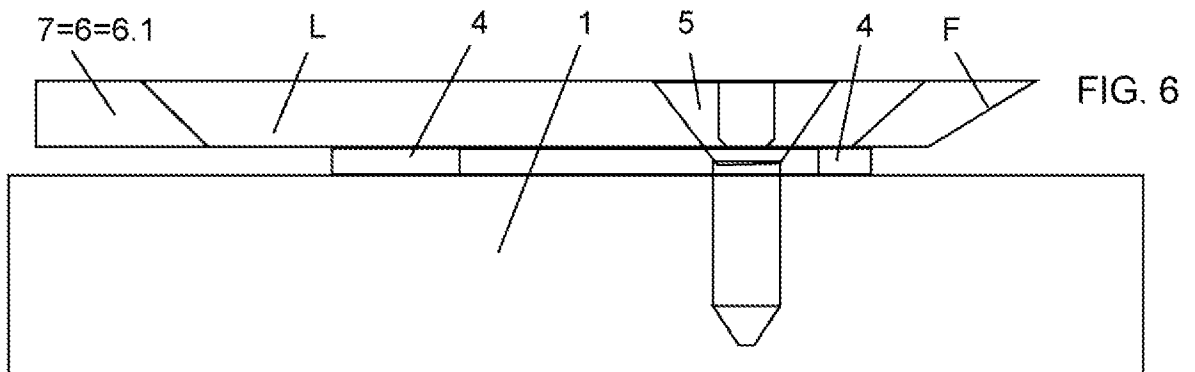
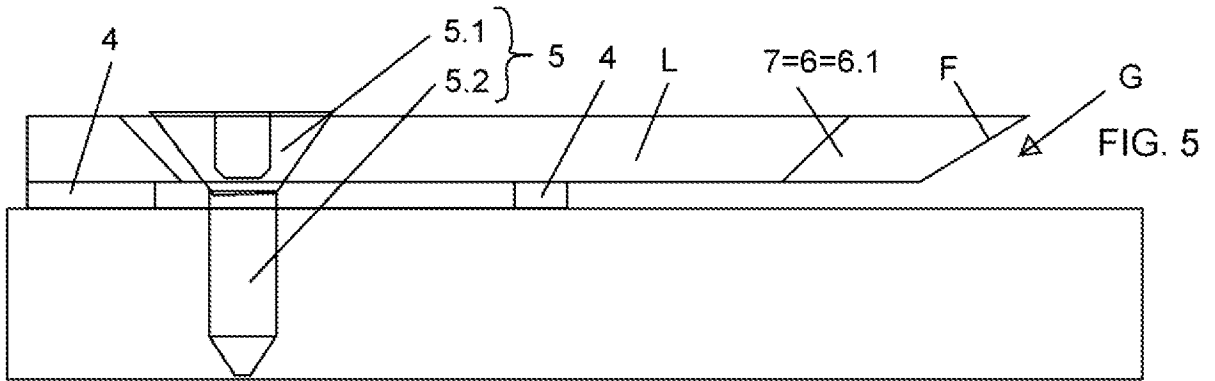
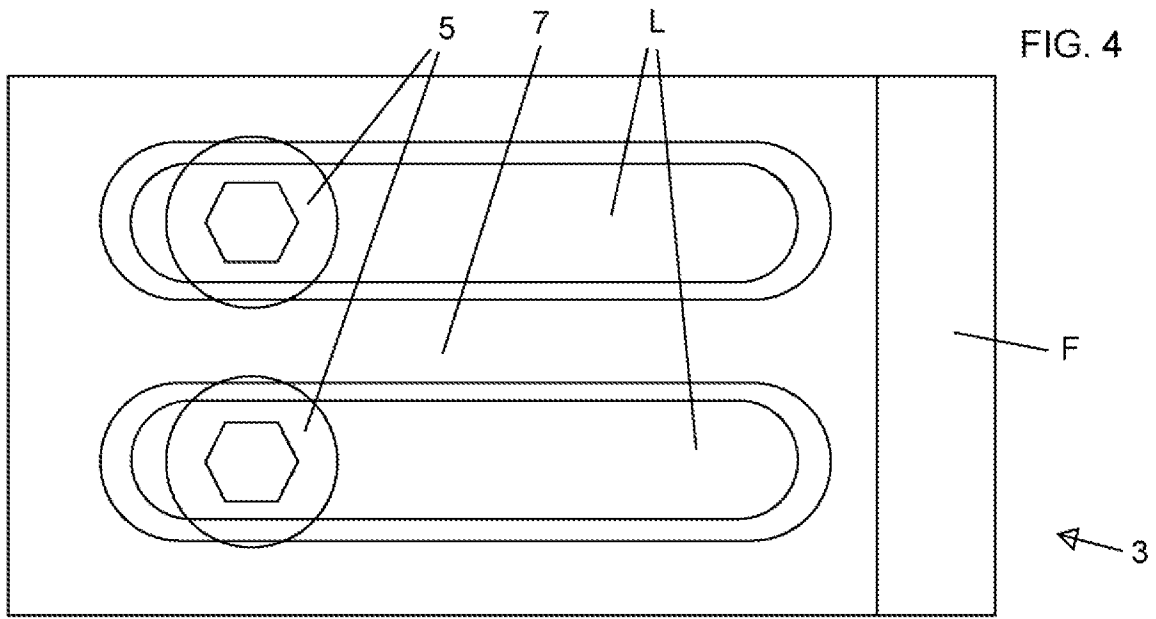
1. Konsolidierwerkzeug (100) zum Konsolidieren thermoplastischer Halbzeuge (H), mit
 - einer ersten Formhälfte (1), wobei auf wenigstens einer im Wesentlichen ebenen Auflagefläche (A) der ersten Formhälfte (1) ein thermoplastisches Halbzeug (H) in einer Horizontalebene (E) auflegbar ist,
 - einer zweiten Formhälfte (2) mit wenigstens einer im Wesentlichen ebenen Schließfläche (S), wobei in geschlossenem Zustand des Konsolidierwerkzeugs (100) im Konsolidierwerkzeug (100) ein Aufnahmeraum (K) für das thermoplastische Halbzeug (H) ausgebildet ist, wobei der Aufnahmeraum (K) von der Auflagefläche (A) und der Schließfläche (S) begrenzt ist, und
 - einer Haltevorrichtung (3) zum Halten des thermoplastischen Halbzeugs (H) an einer Formhälfte (1, 2), insbesondere an der ersten Formhälfte (1),
dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (3) eine gesondert von der Auflagefläche (A) und der Schließfläche (S) ausgebildete Haltefläche (F) aufweist, wobei zwischen der Haltefläche (F) und der Auflagefläche (A) ein Spalt (G) zur Aufnahme eines Randbereichs eines auf der Auflagefläche (A) angeordneten Halbzeugs (H) zwischen der Haltefläche (F) und der Auflagefläche (A) ausgebildet ist.
2. Konsolidierwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spalt (G) durch einen zwischen der Haltefläche (F) und der Auflagefläche (A) ausgebildeten Raum gebildet ist.
3. Konsolidierwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Haltevorrichtung (3) eine zur Auflagefläche (A) geneigte Haltefläche (F) für das thermoplastische Halbzeug (H) aufweist.
4. Konsolidierwerkzeug nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Haltefläche (F) um einen Neigungswinkel (N) von maximal 88°, vorzugsweise um einen Neigungswinkel (N) zwischen 85° und 40°, zur Auflagefläche (A) geneigt ist.
5. Konsolidierwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die Haltefläche (F) der Haltevorrichtung (3) relativ zur ersten Formhälfte (1) begrenzt bewegbar gelagert ist.
6. Konsolidierwerkzeug nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Haltevorrichtung (3)
 - ein Basisteil (4),
 - ein Verbindungsmittel (5) zum lösbaren Verbinden des Basisteils (4) mit einer Formhälfte (1, 2), vorzugsweise mit der ersten Formhälfte (1), und
 - ein zwischen Haltefläche (F) und Basisteil (4) angeordnetes oder ausgebildetes, begrenzt bewegbares Löseelement (6) aufweist, wobei das begrenzt bewegbare Löseelement (6) derart ausgebildet ist, die Haltefläche (F) aus einer Halbzeug-Haltstellung in eine Halbzeug-Freigabestellung zu bringen.
7. Konsolidierwerkzeug nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Löseelement (6) als entlang der Horizontalebene (E) ausgerichtetes, nachgiebiges Biegeelement (6.1) ausgebildet ist, welches von der Halbzeug-Haltstellung in die Halbzeug-Freigabestellung von der Auflagefläche (A) aufbiegbar ist.
8. Konsolidierwerkzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das nachgiebige Biegeelement (6.1), vorzugsweise entlang der Horizontalebene (E), am Verbindungsmittel (5) verschiebbar ist, wobei die Kraft zum Aufbiegen des nachgiebigen Biegeelements (6.1) von der Halbzeug-Haltstellung in die Halbzeug-Freigabestellung abhängig von der Relativstellung zwischen Biegeelement (6.1) und Verbindungsmittel (5) ist.
9. Konsolidierwerkzeug nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Löseelement (6) als, vorzugsweise entlang der Horizontalebene (E) ausgerichtetes, Kraftspeicher (6.2), vorzugsweise als Druckfeder, ausgebildet ist, welches von der Halbzeug-Haltstellung - in

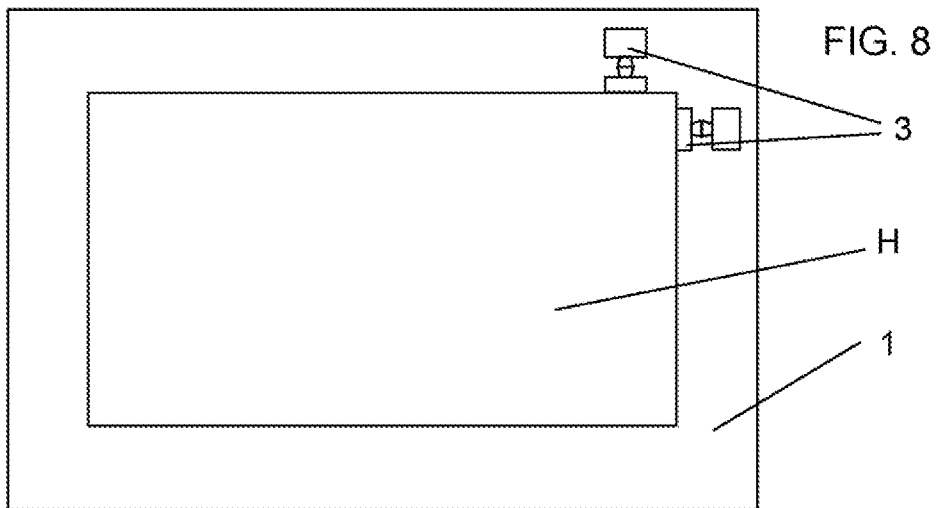
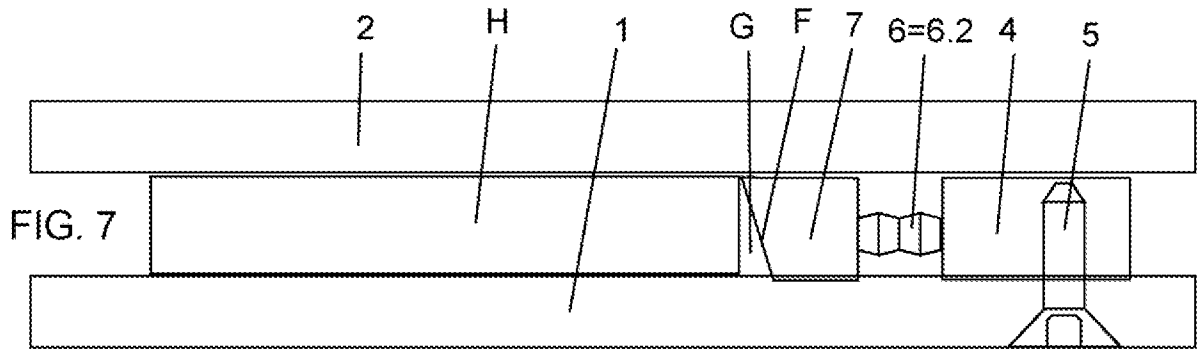
welchem der Kraftspeicher (6.2) im Wesentlichen entspannt ist - in die Halbzeug-Freigabestellung - in welchem der Kraftspeicher (6.2) im Wesentlichen gespannt ist - bringbar ist.

10. Konsolidierwerkzeug nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Löseelement (6) als vom Basisteil (4) und der Haltefläche (F) separates, vorzugsweise an der zweiten Formhälfte (2) angebrachtes, Spreizelement (6.3) ausgebildet ist, wobei
 - bei einer Schließbewegung der Formhälften (1, 2) das Spreizelement (6.3) derart spreizend am Basisteil (4) und an einem die Haltefläche (F) aufweisenden Bauteil (7) anliegt, dass sich die Haltefläche (F) vom Basisteil (4) wegbewegt und die Haltevorrichtung (3) in die Halbzeug-Haltstellung gelangt, und
 - bei einer Öffnungsbewegung der Formhälften (1, 2) das Spreizelement (6.3) außer Kontakt mit dem Basisteil (4) und dem die Haltefläche (F) aufweisenden Bauteil (7) gelangt, dass sich die Haltefläche (F) auf das Basisteil (4) zubewegt und die Haltvorrichtung (3) in die Halbzeug-Freigabestellung gelangt.
11. Konsolidierwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die Haltefläche (F) der Haltevorrichtung (3) mit einer gleitunterstützenden Beschichtung beschichtet ist.
12. Konsolidierwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Konsolidierwerkzeug (100) eine Vielzahl von separaten Haltevorrichtungen (3) aufweist, wobei die Haltevorrichtungen (3) beabstandet voneinander um den Aufnahmeraum (K) herum an wenigstens einer Formhälfte (1, 2), vorzugsweise an der ersten Formhälfte (1), angeordnet sind.
13. Formgebungsanlage mit einem Konsolidierungswerkzeug (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 12.
14. Verfahren zum Konsolidieren von thermoplastischen Halbzeugen (H) in einem Konsolidierwerkzeug (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **gekennzeichnet durch** die Schritte:
 - Auflegen des thermoplastischen Halbzeugs (H) auf die Auflagefläche (A),
 - Schließen der Formhälften (1, 2),
 - Aufbringen von Druck auf das thermoplastische Halbzeug (H) und Aufheizen des Konsolidierwerkzeugs (100) auf eine Konsolidiertemperatur, sodass sich Randbereiche des erhitzten und unter Druck stehenden Halbzeugs (H) zumindest bereichsweise in den Spalt (G) zur Aufnahme des Randbereichs bewegen und dadurch das Halbzeug (H) an der Haltevorrichtung (3) gehalten ist,
 - Abkühlen des Konsolidierwerkzeugs (100) und des thermoplastischen Halbzeugs (H), bis das thermoplastische Halbzeug (H) formstabil ist,
 - Öffnen der Formhälften (1, 2) und
 - Entnehmen des thermoplastischen Halbzeugs (H).
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Entnehmen des thermoplastischen Halbzeugs (H) die Haltevorrichtung (3) von der Halbzeug-Haltstellung in die Halbzeug-Freigabestellung bewegbar ist.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen







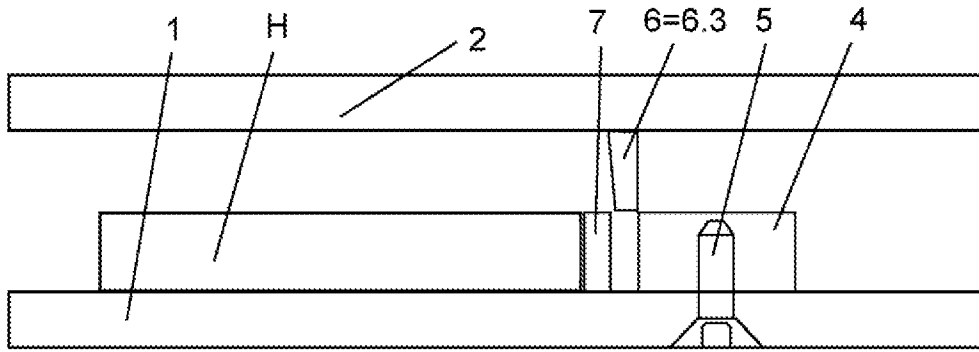


FIG. 9

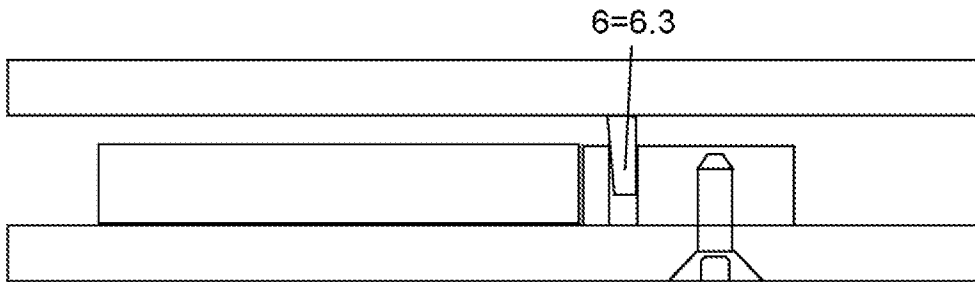


FIG. 10

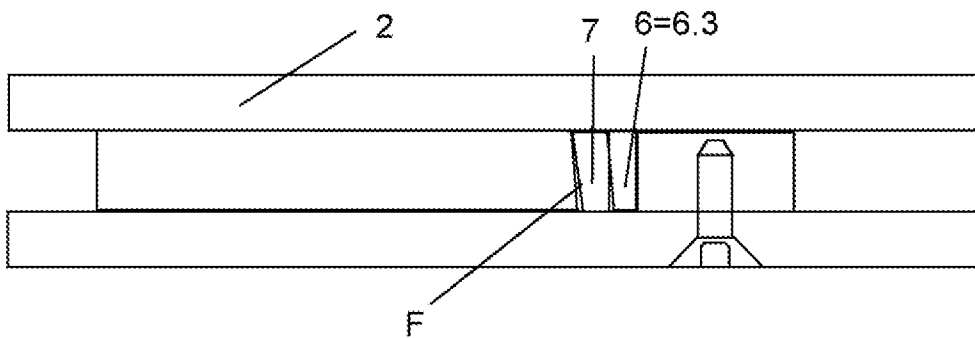


FIG. 11

FIG. 12

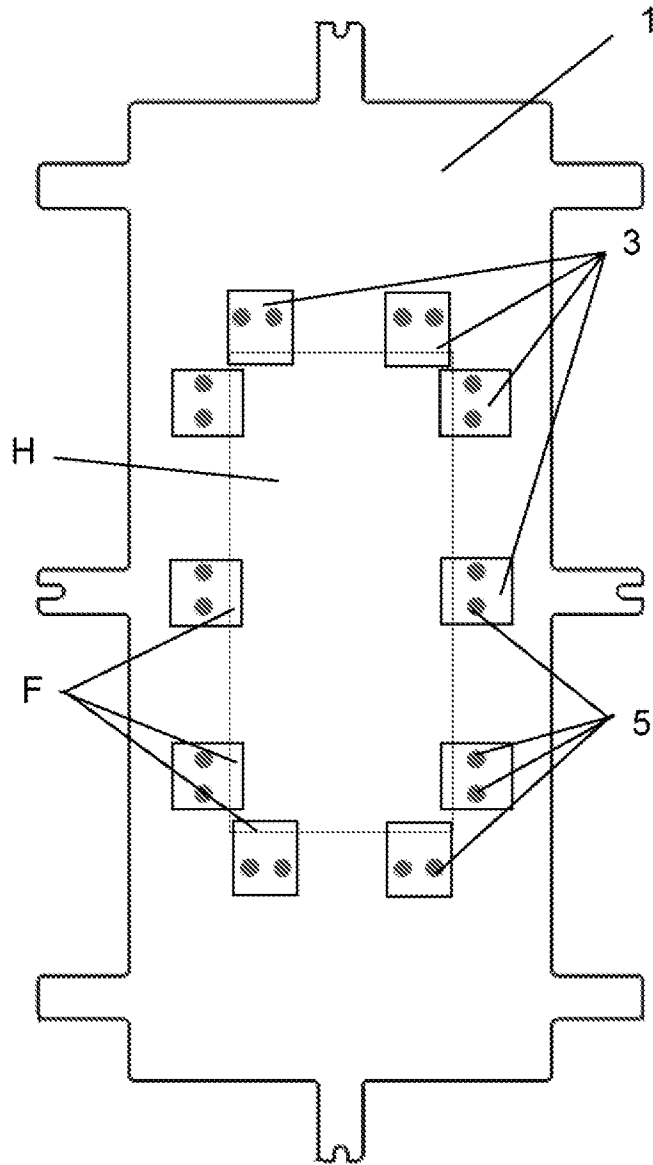


FIG. 13

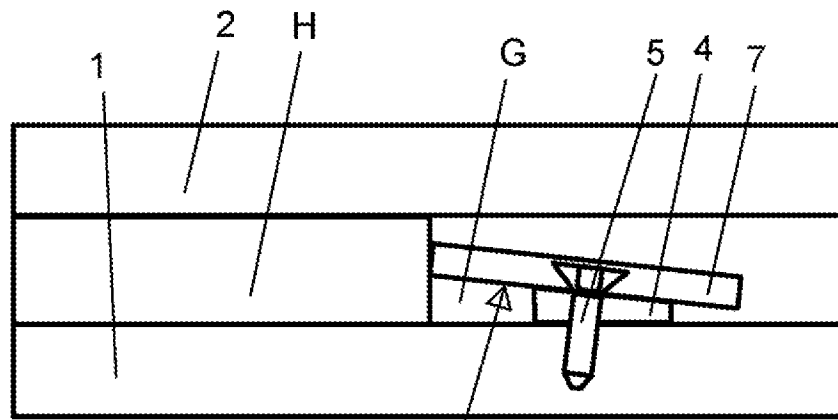


FIG. 14

