

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50721/2018 (51) Int. Cl.: **B29C 45/76** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 24.08.2018 G01L 1/25 (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2020

(56) Entgegenhaltungen:

EP 0370516 A2
JP H0353910 A
JP 3282439 B2
JP 3282437 B2
JP H04175120 A
DE 102012209066 A1
US 4413518 A
JP 3282439 B2
JP H03210957 A
JP 3282437 B2
AT 7859 U1
US 2003089179 A1

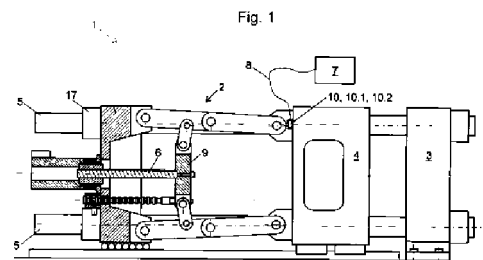
(71) Patentanmelder:
ENGEL AUSTRIA GmbH
4311 Schwertberg (AT)

(72) Erfinder:
Kilian Friedrich Johannes Dipl.Ing. Dr.
4501 Neuhofen / Krems (AT)

(74) Vertreter:
Torggler Paul Mag. Dr.
6020 Innsbruck (AT)

(54) **Kunststoffformgebungsmaschine und Verfahren zum Überprüfen einer solchen**

(57) Kunststoffformgebungsmaschine mit wenigstens einer Komponente, welche durch wenigstens einen Antrieb einer Kraft und/oder einer der Kraft entgegengesetzten Gegenkraft ausgesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Ultraschallvorrichtung (10) mit wenigstens einer Sendeeinheit (10.2) zum Senden und wenigstens einer Empfangseinheit (10.1) zum Empfangen von Ultraschall vorgesehen ist, welche Ultraschallvorrichtung (10) mit einer Auswerteeinheit (7) verbunden oder verbindbar ist, wobei die wenigstens eine Sendeeinheit (10.2) an der wenigstens einen Komponente angeordnet und/oder über eine schalleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert ist und die wenigstens eine Empfangseinheit (10.1) an der wenigstens einen Komponente angeordnet und/oder über eine schalleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert ist und die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, auf Basis einer Messung der wenigstens einen Ultraschallvorrichtung (10) eine Maßänderung und/oder eine Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente direkt oder indirekt zu bestimmen und auf Basis der Messung eine Meldung auszugeben, welche für die Kraft selbst und/oder eine Auswirkung der Kraft auf die Kunststoffformgebungsmaschine und/oder ein Formwerkzeug (13) repräsentativ ist.



1
Zusammenfassung

Kunststoffformgebungsmaschine mit wenigstens einer Komponente, welche durch wenigstens einen Antrieb einer Kraft und/oder einer der Kraft entgegengesetzten Gegenkraft ausgesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Ultraschallvorrichtung (10) mit wenigstens einer Sendeeinheit (10.2) zum Senden und wenigstens einer Empfangseinheit (10.1) zum Empfangen von Ultraschall vorgesehen ist, welche Ultraschallvorrichtung (10) mit einer Auswerteeinheit (7) verbunden oder verbindbar ist, wobei die wenigstens eine Sendeeinheit (10.2) an der wenigstens einen Komponente angeordnet und/oder über eine schallleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert ist und die wenigstens eine Empfangseinheit (10.1) an der wenigstens einen Komponente angeordnet und/oder über eine schallleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert ist und die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, auf Basis einer Messung der wenigstens einen Ultraschallvorrichtung (10) eine Maßänderung und/oder eine Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente direkt oder indirekt zu bestimmen und auf Basis der Messung eine Meldung auszugeben, welche für die Kraft selbst und/oder eine Auswirkung der Kraft auf die Kunststoffformgebungsmaschine und/oder ein Formwerkzeug (13) repräsentativ ist.

(Fig. 1)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kunststoffformgebungsmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Überprüfen wenigstens einer Komponente einer Kunststoffformgebungsmaschine.

Unter Kunststoffformgebungsmaschinen können dabei Kunststoffverarbeitende Maschinen, wie Spritzgießmaschinen, Spritzpressen und dergleichen, verstanden werden. Nachfolgend wird der Stand der Technik beispielhaft anhand von Spritzgießmaschinen beschrieben. Analoge Aussagen gelten aber allgemein für Kunststoffformgebungsmaschinen.

Im Stand der Technik geläufige Schließeinheiten für Spritzgießmaschinen verfügen über wenigstens zwei Formaufspannplatten, welche dazu geeignet sind, auf ein darauf montiertes Formwerkzeug eine Schließkraft zu übertragen. Diese Schließkraft ist erforderlich, um ein Formwerkzeug unter Einspritzdruck (und dem daraus resultierenden Forminnendruck) geschlossen zu halten.

Formwerkzeuge weisen zwei oder mehr Formwerkzeugteile auf, welche im geschlossenen Zustand eine Kavität ausbilden. Diese Kavität weist die geometrische Abmessung eines zu formenden Bauteils auf. Beim geschlossenen Formwerkzeug wird Formmasse in die Kavität des Formwerkzeuges eingebracht. Das Formwerkzeug wird geschlossen gehalten, bis die Formmasse im Wesentlichen ausgehärtet ist. Um das zu produzierende Formteil aus dem Formwerkzeug auszustoßen, wird das Formwerkzeug geöffnet und das produzierte Formteil beispielsweise mittels einer Auswerfereinheit ausgestoßen.

In vielen Fällen ist es gewünscht, die tatsächliche Schließkraft, beispielsweise zur Überwachung, unabhängig vom Schließkraftmechanismus zu messen. Sowohl zu geringe als auch zu hohe Schließkräfte können nämlich zu Beschädigungen am Formwerkzeug führen.

Somit ist es aus dem Stand der Technik bekannt, gattungsgemäße Schließeinheiten für Kunststoffformgebungsmaschinen mit Messsensoren auszustatten, sodass Schließkraftgrößen bestimmbar sind und/oder Positionen der Formaufspannplatten,

welche Aufschluss über ein Aufklaffen des Formwerkzeuges geben. Als Messsensoren können Dehnmessstreifen (DMS) verwendet werden, wobei über eine Dehnung der DMS auf eine Position oder eine Kraft rückgeschlossen werden kann. Solche DMS werden dabei auf Komponenten der Schließeinheit und des Formwerkzeugs appliziert, um die Verformung dieser Komponenten zu messen.

Das Vorsehen solcher Messvorrichtungen ist meist fertigungstechnisch mit einem hohen Aufwand verbunden, da es an den Messstellen oft nicht trivial lösbar ist, solche Messvorrichtungen anzuordnen. DMS sind stets in einem Kraftfluss anzuordnen, um repräsentative Messsignale zu erhalten, wodurch sie stets der Gefahr einer Beschädigung durch die Kraftbeaufschlagung ausgesetzt sind. Ein weiterer Nachteil bei der Verwendung von DMS ist, dass die Maßgenauigkeit nicht sehr hoch ist.

Weiters ist es wünschenswert, Einspritzkräfte bestimmen zu können die beim Einspritzen in einer Spritzgießmaschine auftreten. Für das Einspritzen der Kunststoffe bei einer Spritzgießmaschine wird die Plastifizierschnecke (welche ebenfalls zum Plastifizieren der Formmasse genutzt wird) durch beispielsweise eine Spindel und einer damit verbundenen Antriebseinheit in axialer Richtung im Plastifizierzylinder bewegt, um die plastifizierte Formmasse aus dem Plastifizierzylinder in die Kavität des Formwerkzeuges einzubringen. Um nun eine Einspritzkraft oder einen Einspritzdruck zu bestimmen, ist es geläufig die an der Antriebseinheit anliegende Last zu messen und anhand dieser Last auf einen vorliegenden Widerstand (Einspritzkraft oder -druck) zu schließen. Jedoch liefert ein solches Vorgehen nur bedingt repräsentativ Werte für die tatsächlich herrschenden Drücke und Kräfte, da aufgrund der herrschenden Reib- und Druckverhältnisse nur eine relativ schlechte Genauigkeit und Auflösung erreicht werden kann. Insbesondere das Berücksichtigen der Reibung setzt dabei Grenzen für die Genauigkeit.

Ähnliches gilt für eine Auswerfereinheit einer Kunststoffspritzgießmaschine. Auch die Auswerfereinheit kann durch eine Spindel und eine dazugehörige Antriebseinheit in linearer Richtung verschoben werden. Auch hierbei ergibt sich der Wunsch durch den Stand der Technik nach einer Messmethode zur zuverlässigeren und genaueren Messung von auftretenden Kräften.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Kunststoffformgebungsmaschine und ein Verfahren bereitzustellen, womit die Kunststoffformgebungsmaschine während des Betriebes und unter möglichst geringer Beeinträchtigung des Fertigungsprozesses besser messtechnisch zugänglich wird.

Hinsichtlich der Kunststoffformgebungsmaschine wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Dies geschieht indem wenigstens eine Ultraschallvorrichtung mit wenigstens einer Sendeeinheit zum Senden und wenigstens eine Empfangseinheit zum Empfangen von Ultraschall vorgesehen ist, welche Ultraschallvorrichtung mit einer Auswerteeinheit verbunden oder verbindbar ist, wobei

- die wenigstens eine Sendeeinheit an wenigstens einer Komponente angeordnet und/oder über eine schalleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert ist und
- die wenigstens eine Empfangseinheit an der wenigstens einen Komponente angeordnet und/oder mit einer schalleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert ist und
- die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, auf Basis einer Messung der wenigstens einen Ultraschallvorrichtung eine Maßänderung und/oder eine Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente direkt oder indirekt zu bestimmen und auf Basis der Messung eine Meldung auszugeben, welche für die Kraft selbst und/oder eine Auswirkung der Kraft auf die Kunststoffformgebungsmaschine und/oder ein Formwerkzeug repräsentativ ist.

Hinsichtlich des Verfahrens wird die gestellte Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 34 gelöst, indem auf Basis einer Messung mittels Ultraschall eine Maßänderung und/oder eine Positionsveränderung wenigstens einer Komponente der Kunststoffformgebungsmaschine direkt oder indirekt bestimmt wird und auf Basis der Messung eine Meldung ausgegeben wird, welche für eine Kraft und/oder eine Auswirkung der Kraft auf die Kunststoffformgebungsmaschine und/oder auf ein Formwerkzeug repräsentativ ist.

Die Erfindung kann eingesetzt werden, um verschiedene Kräfte und/oder deren Auswirkungen auf die Kunststoffformgebungsmaschine zu erfassen. Beispiele für solche Kräfte wären eine Einspritzkraft, eine Auswerferkraft oder eine von einer Schließeinheit der Kunststoffformgebungsmaschine aufgebrauchte Schließkraft.

Selbstverständlich können diese Beispiele miteinander kombiniert werden oder die Erfindung kann für diese Beispiele separat eingesetzt werden.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass ein Kraftfluss direkt messbar wird und/oder die Messvorrichtung frei positionierbar wird und/oder eine höhere Genauigkeit der Messergebnisse erreichbar ist.

Als direkte Messung kann im Rahmen der Erfindung eine Messung der Maßänderung in Richtung der Kraft verstanden werden. Als indirekte Messung kann eine Messung verstanden werden, welche einen Rückschluss auf die Maßänderung in Richtung der Kraft erlaubt, wie beispielsweise indem durch eine Positionsänderung auf eine Maßänderung geschlossen wird.

Es ist zu bemerken, dass die wenigstens eine Ultraschallvorrichtung als integraler Sender oder Empfänger ausgebildet sein kann. Alternativ kann die wenigstens eine Ultraschallvorrichtung mehrteilig ausgebildet sein. Das heißt, dass sie wenigstens eine Sendereinheit und – separat davon – wenigstens eine Empfangseinheit aufweist. Vorzugsweise kann jedoch vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Sendereinheit und die wenigstens eine Empfangseinheit durch dieselben Bauteile zum Ausführen einer Sendefunktion und einer Empfangsfunktion ausgebildet sind.

So kann es beispielsweise bei der Verwendung eines Piezoelementes (z.B. Piezolautsprechers) vorgesehen sein, dass das Piezoelement zu einer Schwingung angeregt wird, was zu einer Ultraschallaussendung führt. Ein solches Piezoelement kann durch Umkehr des Piezoeffektes auch als Empfangseinheit verwendet werden.

Gegenkräfte können beispielsweise durch Forminnendruck erzeugte Auftriebskräfte in einem Formwerkzeug sein oder Newton'sche Reaktionskräfte sein.

Ein Vorteil des Einsatzes von Ultraschall zur Messung einer Maßänderung und/oder eine Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente ist, dass durch die Anwendung von Ultraschall weit genauere Auflösungen der Messung möglich sind im Vergleich zu Messverfahren (beispielsweise eine Messung mittels eines DMS), welche im Stand der Technik bekannt sind. Unter einer höheren Auflösung der Messung ist eine wachsende Messgenauigkeit zu verstehen. Weiters ergibt sich der Vorteil, dass durch die höhere Auflösung auch beispielsweise eine Bewegung oder eine Verformung der wenigstens einen Komponente, einer Schließeinheit, einer Einspritzeinheit oder auch der gesamten Kunststoffformgebungsmaschine, vorzugsweise über einen Zeitraum, feststellbar ist, wobei die Verformung nicht nur Rückschlüsse auf eine Schließkraft zulässt, sondern auch auf andere im Prozess wirkende Kräfte (wie beispielsweise einer aus dem Einspritzdruck resultierenden Einspritzkraft).

Als wenigstens eine Komponente kann jeder Teil der Kunststoffformgebungsmaschine verwendet werden, der durch wenigstens einen Antrieb der Kunststoffformgebungsmaschine einer Kraft oder Gegenkraft ausgesetzt ist.

Die Kraft kann beispielsweise eine Schließkraft sein.

Durch das Anordnen wenigstens einer Sendeeinheit an der wenigstens einen Komponente und/oder Integrieren in der wenigstens einen Komponente und/oder dadurch, dass die wenigstens eine Sendeeinheit über eine schallleitende Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden ist und eine Empfangseinheit an der wenigstens einen Komponente verbunden ist und/oder in der wenigstens einen Komponente integriert ist und/oder dadurch, dass wenigstens eine Empfangseinheit über eine schallleitende Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden ist, kann durch das Senden und Empfangen des wenigstens einen Ultraschallsignals auf eine sehr präzise Art und Weise über eine Positionsveränderung und/oder eine Maßänderung der wenigstens einen Komponente Aufschluss gegeben werden.

Die schallleitende Verbindung kann beispielsweise über einen metallischen Kontakt oder ein – vorzugsweise temperaturbeständiges – Gel realisiert sein. Das Gel kann eine Einkoppelung von zum Zwecke der Messung ausgesendete Ultraschallsignale verbessern.

Zum Zwecke der Messung können von der Ultraschallvorrichtung ausgesendete Ultraschallsignale moduliert ausgesendet werden, um die Wiedererkennung des Signals bei der Messung durch Erfassung der Modulation zu erleichtern.

Signale, welche von der Ultraschallvorrichtung, insbesondere von der Empfangseinheit, gemessen und der Auswerteeinheit zugeführt werden, können vor der Übermittlung an die Auswerteeinheit einer Vorprozessierung im nachrichtentechnischen Sinn unterzogen werden. Eine solche Aufbereitung kann beispielsweise eine Analog-Digitalwandlung der Signale und/oder das Anwenden verschiedener Filter beinhalten.

Unter Positionsveränderung kann eine Veränderung der Position der wenigstens einen Komponente relativ zu einer anderen verstanden werden. Eine solche Relativ-Komponente kann beispielsweise ein Rahmen der Kunststoffformgebungsmaschine oder auch eine weitere Komponente der Kunststoffformgebungsmaschine sein.

Beispiele für Meldungen, die für die Kraft selbst und/oder eine Auswirkung der Kraft auf die Kunststoffformgebungsmaschine und/oder das Formwerkzeug repräsentativ sind, wären beispielsweise die Ausgabe der Werte der bestimmten Maßänderung oder Positionsveränderung oder einer Kraftänderung oder ein (Schließ-) Kraftprofil.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Es kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Komponente eine durch den wenigstens einen Antrieb angetriebene Spindel ist. Beispielsweise kann hierbei auch eine Kugelumlaufspindel ihren Einsatz finden. Vorzugsweise kann es dabei vorgesehen sein, dass durch die Auswerteeinheit eine Längenänderung und/oder eine Querschnittsveränderung der Spindel bestimmbar ist. Natürlich kann auch ein Zusammenhang dieser zwei Größen (Längenänderung und Querschnittsveränderung der Spindel) durch das Hook'sche Gesetz hergestellt werden. Die elastische Verformung der Spindel gibt direkten Aufschluss über eine vorherrschende Kraft, welche auf die Spindel wirkt.

Bevorzugt kann vorgesehen sein, dass die Spindel mit einer Auswertereinheit der Kunststoffformgebungsmaschine verbunden oder verbindbar ist, wodurch die auf die Spindel wirkende Kraft gemessen werden kann. Die Auswertereinheit kann dazu ausgebildet sein, aufgrund der bestimmten Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der Spindel eine momentan wirkende Auswerferkraft im Rahmen der Meldung auszugeben.

Weiters kann es vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Komponente eine durch den wenigstens einen Antrieb antreibbare Komponente – vorzugsweise eine Plastifizierschnecke – der Einspritzeinheit ist. Es kann auch beispielsweise vorgesehen sein, dass die antreibbare Komponente der Einspritzeinheit ein Einspritzkolben (welcher beispielsweise zum Einspritzen der plastifizierten Masse in die Kavität genutzt wird) ist. Bevorzugt kann es dabei vorgesehen sein, dass durch die wenigstens eine Auswertereinheit eine Längenänderung der antreibbaren Komponente der Einspritzeinheit bestimmbar ist. Die Auswertereinheit kann im Rahmen einer solchen Ausführung dazu ausgebildet sein, aufgrund der bestimmten Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der antreibbaren Komponente der Einspritzeinheit eine momentan wirkende Einspritzkraft im Rahmen der Meldung auszugeben.

In einer beispielhaften Ausführungsvariante kann es vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Komponente wenigstens ein Einspritzzylinder (im Stand der Technik auch oft Massezylinder genannt) ist, wobei eine axiale Längenänderung durch die wenigstens eine Ultraschalleinheit feststellbar ist. So kann es vorgesehen sein, dass durch die Auswertereinheit aufgrund der axialen Längenänderung, eine Anpresskraft des wenigstens einen Einspritzzylinders bestimmbar ist und vorzugsweise ein Kraftverlauf. Ein Einspritzzylinder wird vor dem Einspritzen einer plastifizierten Masse in wenigstens einen Formholraum des wenigstens einen Formwerkzeuges an das Formwerkzeug oder ein mit dem Formwerkzeug verbundenes Bauteil herangeführt und mit einer Anpresskraft angepresst. Diese Anpresskraft dient zur Sicherstellung, dass sich während des Einspritzens der Einspritzzylinders nicht von dem Formwerkzeug oder dem mit dem Formwerkzeug verbundenen Bauteil abhebt.

Alternativ oder zusätzlich kann es vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Komponente zumindest ein Teil einer Kolben-Zylinder-Einheit ist. Dabei kann die

Auswerteinheit dazu ausgebildet sein, eine Längenänderung zumindest eines Teiles einer Kolben-Zylinder-Einheit zu erfassen, wobei vorzugsweise durch die Auswerteinheit auf eine durch die Kolben-Zylinder-Einheit ausgeübte Kraft bestimmbar ist. Die Kolben-Zylinder-Einheit kann dabei als Teil eines Hydraulik- oder Pneumatiksystems ausgebildet sein.

Vorzugsweise weist die Kunststoffformgebungsmaschine folgendes auf:

- wenigstens zwei Formaufspannplatten, welche dazu geeignet sind, auf ein daran montiertes Formwerkzeug eine Schließkraft zu übertragen und
- einen Schließkraftmechanismus, welcher dazu ausgebildet ist, die wenigstens zwei Formaufspannplatten mit der Schließkraft zu beaufschlagen,

wobei die wenigstens eine Komponente eine Komponente der Schließeinheit ist, welche der Kraft durch die Schließkraftbeaufschlagung und/oder einer der Schließkraft entgegengesetzten Gegenkraft ausgesetzt ist, wobei die auszugebende Meldung der Auswerteeinheit eine Auswirkung der Schließkraftbeaufschlagung auf die Schließeinheit und/oder ein Formwerkzeug repräsentiert.

Vorzugsweise kann dabei vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Antrieb als Schließkraftmechanismus der Kunststoffformgebungsmaschine ausgeführt ist.

Es kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Ultraschallvorrichtung dazu ausgebildet ist, eine Laufzeitmessung durchzuführen. Dies stellt eine einfache Art der Vermessung der Kunststoffformgebungsmaschine dar. Natürlich ist es prinzipiell auch denkbar, interferometrische Messungen oder Messungen aufgrund von Beugungseffekten heranzuziehen.

Im Rahmen der Erfindung kann unter einer Messung verstanden werden, dass die Sendeeinheit zumindest einmal ein Ultraschallsignal aussendet, dessen reflektiertes, gebeugtes oder anderweitig durch die Interaktion mit der wenigstens einen Komponente verändertes Signal von der Empfangseinheit detektiert wird. Bei gepulstem Aussenden der Signale, was in Verbindung mit der Laufzeitmessung vorteilhaft sein kann, können die von der Sendeeinheit ausgesendeten Ultraschallpulse in kurzer Zeit sehr oft ausgesendet werden. Es können dadurch mehrere tausend Messungen (und mehr) pro Sekunde durchgeführt werden.

Auch das kontinuierliche Aussenden von Ultraschall durch die Sendeeinheit ist denkbar, z. B. in Verbindung mit interferometrischen Messungen.

Es kann vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit in die wenigstens eine Ultraschallvorrichtung integriert ist. Jedoch sind auch Ausführungen denkbar, bei denen die Auswerteeinheit durch ein separates Bauteil ausgeführt ist und die wenigstens eine Ultraschallvorrichtung mit der Auswerteeinheit verbunden ist oder verbindbar ist.

So kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass die Funktion der Auswerteeinheit durch eine zentrale Steuer- oder Regeleinheit der Kunststoffformgebungsmaschine ausgeführt ist. Jedoch ist es auch möglich, dass die wenigstens eine Ultraschallvorrichtung über eine LAN, WLAN und/oder anderen Datenfernübertragungsverbindungen (z.B. Internet) mit einer Auswerteeinheit verbindbar ist.

Es kann vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, aufgrund der bestimmten Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente eine momentan wirkende Schließkraft und/oder eine momentan wirkende Kraftverteilung und/oder eine vorliegende Werkzeugatmung und/oder ein Abheben des Formwerkzeuges und/oder einen Kontakt des Formwerkzeuges zu bestimmen und vorzugsweise Informationen über die momentan wirkende Schließkraft und/oder die momentan wirkende Kraftverteilung und/oder eine vorliegende Werkzeugatmung und/oder das Abheben des Formwerkzeuges und/oder den Kontakt des Formwerkzeuges im Rahmen der Meldung auszugeben.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, aufgrund der Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente auf eine Verformung der wenigstens einen Komponente zu schließen und vorzugsweise Informationen über die Verformung der wenigstens einen Komponente im Rahmen der Meldung auszugeben. Ein Beispiel für eine Verformung ist die Verformung einer Formaufspannplatte oder eines Teils eines Kniehebelmechanismus, welche unter Beaufschlagung mit einer Schließkraft und während des Einspritzens einer Biegebeanspruchung ausgesetzt sind.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist die Meldung auszugeben, falls eine durch die Auswerteeinheit bestimmte momentan wirkende Einspritzkraft und/oder eine momentan wirkende Auswerferkraft und/oder eine momentan wirkende Schließkraft und/oder eine vorliegende Werkzeugatmung und/oder ein Abheben des Formwerkzeuges und/oder ein Kontakt des Formwerkzeuges ein vorgebbaren Grenzwert überschreitet und/oder unterschreitet. Dies stellt eine einfache Möglichkeit dar, die Kunststoffformgebungsmaschine effektiv überwachen zu können.

So kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit und/oder eine zentrale Steuer- oder Regeleinheit der Kunststoffformgebungsmaschine dazu ausgebildet ist, die Meldung in Form eines Alarms auszugeben und/oder die Meldung in Form einer Veränderung eines Steuersignals für die Kunststoffformgebungsmaschine auszugeben. So kann beispielsweise, wenn eine momentan wirkende Einspritzkraft und/oder eine momentan wirkende Auswerferkraft und/oder eine momentan wirkende Schließkraft und/oder eine vorliegende Werkzeugatmung und/oder ein Abheben des Formwerkzeuges und/oder ein Kontakt des Formwerkzeuges einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet, ein Steuersignal ausgegeben werden, welches das Verändern einer Prozessgröße bewirkt, wobei die Veränderung der Prozessgröße eine Veränderung der momentan wirkende Einspritzkraft und/oder der momentan wirkenden Auswerferkraft und/oder der momentan wirkenden Schließkraft mit sich zieht. Die von der Auswerteeinheit bestimmten Größen können auf diese Weise so verändert werden, dass sie sich wieder innerhalb eines vorgegebenen Grenzbereiches einpendeln. Mit anderen Worten ausgedrückt, kann durch ein solches Vorgehen eine durch die Auswerteeinheit bestimmte Größe gesteuert oder geregelt werden.

Es kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, eine Meldung an einen Bediener (beispielsweise visuell oder akustisch) auszugeben oder auch an eine mit der Auswerteeinheit verbundene zentrale Steuer- oder Regeleinheit der Formgebungsmaschine. Es kann des Weiteren vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Auswerteeinheit mit einer zentralen Steuer- oder Regeleinheit der Formgebungsmaschine verbunden ist, wobei vorgesehen sein kann, dass die Aufgaben der wenigstens einen Auswerteeinheit teilweise von der zentralen Steuer- oder Regeleinheit der Formgebungsmaschine übernommen werden.

Es kann zusätzlich oder alternativ vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, eine Meldung auszugeben, falls eine durch die Auswerteeinheit bestimmte momentan wirkende Kraftverteilung von einer vorgebbaren Referenzkraftverteilung abweicht. Es kann dementsprechend vorgesehen sein, dass wenn eine momentan wirkende Kraftverteilung von einer vorgebbaren Referenzkraftverteilung abweicht, die Kraftverteilung durch die Auswerteeinheit korrigiert wird. Vor allem bei Kunststoffformgebungsmaschinen mit mehreren Zug- oder Druckstangen, bei den die Schließkraft über Druckkissen über die Zug- oder Druckstangen eingeleitet wird, kann es dann vorgesehen sein, dass jedes Druckkissen separat angesteuert werden kann, um eine Kraftverteilung zu steuern.

Darunter, dass die Kraftverteilung von der Referenzkraftverteilung abweicht, kann beispielsweise verstanden werden, dass die Kraftverteilung Toleranzbereiche oder ein Toleranzband um die Referenzkraftverteilung herum verlässt.

Es kann vorzugsweise auch vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit mit einer Anzeigevorrichtung zum Anzeigen der Meldung verbunden oder verbindbar ist. So kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass die erfassten Größen an einem Bildschirm für den Bediener dargestellt werden oder auch nur, wenn eine ermittelte Größe einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet, ein Warnsignal ausgegeben wird, welches beispielsweise als Alarmleuchte ausgebildet ist.

Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Sendeeinheit und die wenigstens eine Empfangseinheit baulich in einer Einheit kombiniert sind und vorzugsweise die wenigstens eine Sendeeinheit und die wenigstens eine Empfangseinheit durch dieselben Bauteile zum Erfüllen einer Sendefunktion und einer Empfangsfunktion ausgebildet sind.

Es kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Komponente wenigstens eine der wenigstens zwei Formaufspanplatten ist. So kann es in einem Ausführungsbeispiel vorgesehen sein, dass eine Dickenänderung (Maßänderung) wenigstens einer der wenigstens zwei Formaufspanplatten durch die Ultraschallvorrichtung gemessen wird, wobei sich die Formaufspanplatten unter Beaufschlagung mit einer Schließkraft

elastisch verformen. Insbesondere kann sich die Dicke wenigstens einer der wenigstens zwei Formaufspanplatten unter Wirken der Schließkraft verringern (auch Stauchung genannt).

Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Komponente wenigstens eine die wenigstens zwei Formaufspanplatten durchsetzende Zug- oder Druckstange ist. So kann es beispielsweise bei Formgebungsmaschinen mit Zug- oder Druckstangen vorgesehen sein, dass mittels einer Ultraschallvorrichtung eine Längenänderung der Zug- oder Druckstange gemessen wird und die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, aufgrund der Längenänderung der Zug- oder Druckstange, eine Zug- oder Druckkraft, welche mittels der Zug- oder Druckstange übertragen wird, zu bestimmen und somit eine Schließkraft zu bestimmen, welche über die Formaufspanplatten auf ein Formwerkzeug ausgeübt wird. Dieses Vorgehen stellt eine besonders einfache Möglichkeit dar, eine Schließkraftverteilung zu bestimmen.

Es kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Komponente ein mit der Kunststoffformgebungsmaschine verbundener Maschinenrahmen ist. So kann es insbesondere auch vorgesehen sein, dass über eine Maßänderung (oder eine Verformung) des Maschinenrahmens eine Schließkraft durch die Auswerteeinheit bestimmbar ist.

Beispielsweise kann es auch vorgesehen sein, dass wenigstens ein Formwerkzeug zwischen den wenigstens zwei Formaufspanplatten angeordnet ist, wobei die wenigstens eine Komponente zumindest ein Teil des wenigstens einen Formwerkzeuges ist.

Die wenigstens eine Komponente kann vorzugsweise auch als ein Teil des Schließkraftmechanismus ausgebildet sein, wobei der Schließkraftmechanismus vorzugsweise einen Kniehebelmechanismus aufweist. So kann es in einer beispielhaften Ausführungsvariante vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Komponente ein Hebel des Kniehebelmechanismus ist und mittels der Ultraschallvorrichtung und der Auswerteeinheit eine Maßänderung des Kniehebelmechanismus, genauer gesagt des Hebels, unter Schließkraftbeaufschlagung festgestellt wird.

Es können wenigstens zwei Ultraschallvorrichtungen vorgesehen sein, wobei wenigstens zwei Sendeeinheiten und wenigstens zwei Empfangseinheiten an der wenigstens einen Komponente der Schließeinheit, welche durch die Schließkraftbeaufschlagung und/oder einer der Schließkraft entgegengesetzten Gegenkraft einer Kraft ausgesetzt ist, angeordnet und/oder mit einer schallleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert sind. Alternativ oder zusätzlich können wenigstens zwei Ultraschallvorrichtungen vorgesehen sein, wobei wenigstens zwei Sendeeinheiten und wenigstens zwei Empfangseinheiten an wenigstens zwei Komponenten der Schließeinheit, welche durch die Schließkraftbeaufschlagung und/oder einer der Schließkraft entgegengesetzten Gegenkraft einer Kraft ausgesetzt sind, angeordnet und/oder mit einer schallleitenden Verbindung mit den wenigstens zwei Komponenten verbunden und/oder in die wenigstens zwei Komponenten integriert sind. Auch eine Interaktion zwischen den wenigstens zwei Ultraschallvorrichtungen ist durchaus denkbar, sodass von der einen Ultraschallvorrichtung ausgesendete Ultraschallsignale von der anderen Ultraschallvorrichtung empfangen werden. Kraftprofile lassen sich besonders einfach durch die Verwendung von zwei oder mehr Ultraschallvorrichtungen erfassen. Das Verwenden von mehreren Sende- und/oder Empfangseinheiten kann natürlich auch bei anderen Kräften als der Schließkraft vorgesehen sein.

Besonders bevorzugt kann vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, aus separaten Messungen der wenigstens einen Ultraschallvorrichtung

- eine Maßänderung der wenigstens einen Komponente und/oder
- eine Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente und/oder
- eine Veränderung der auf die Komponente wirkenden Kraft und/oder der Kraft entgegengesetzten Gegenkraft zu bestimmen.

Es kann dabei vorgesehen sein, dass somit eine Bewegung der wenigstens einen Komponente bestimmt wird.

Dabei kann es vorgesehen sein, dass zwei separate Messungen

- durch die gleiche Ultraschallvorrichtung zu verschiedenen Zeitpunkten durchgeführt werden und/oder

- durch wenigstens zwei Ultraschallvorrichtungen durchgeführt werden.

Räumlich separate Messungen können sowohl durch ein Verschieben der Ultraschalleinheit als auch durch eine Schwenkbewegung der Ultraschalleinheit erfolgen.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann dabei beispielsweise durch die Auswerteeinheit eine Schließkraft und/oder eine der Schließkraft entgegengesetzte Gegenkraft über einen längeren Zeitraum oder in einem Zeitintervall bestimmt werden. So kann beispielsweise nicht nur die Schließkraft, welche durch den Schließmechanismus hervorgerufen wird, bestimmt werden, sondern auch während des Prozesses eine der Schließkraft entgegenwirkende Kraft, welche durch das Einspritzen einer Formmasse in das Formwerkzeug entsteht, gemessen und vorzugsweise ausgegeben werden. Selbstverständlich können auch andere Kräfte als die Schließkraft über einen längeren Zeitraum oder ein Zeitintervall bestimmt werden.

Vorzugsweise kann es vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, eine – vorzugsweise durch einen Temperatursensor festgestellte – Temperatur bei der direkten oder indirekten Bestimmung einer Maßänderung und/oder Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente zu berücksichtigen. So kann es vorgesehen sein, dass von der Auswerteeinheit eine Temperaturendeckung der wenigstens einen Komponente bei einer, während einer oder auch zwischen zwei Messungen berücksichtigt wird. Insbesondere Ausführungsformen mit einer Plastifizierschnecke oder einem Plastifizierzylinder, die hohen Temperaturen und Temperaturschwankungen ausgesetzt sind, kann dies ein Vorteil sein.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, die Maßänderung und/oder die Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente während des Betriebes der Kunststoffformgebungsmaschine zu bestimmen.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Figuren sowie den dazugehörigen Figurenbeschreibungen, dabei zeigt:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kunststoffformgebungsmaschine im Bereich der Schließeinheit,
- Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kunststoffformgebungsmaschine im Bereich der Schließeinheit,
- Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kunststoffformgebungsmaschine im Bereich der Schließeinheit,
- Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kunststoffformgebungsmaschine im Bereich der Schließeinheit,
- Fig. 5 ein fünftes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kunststoffformgebungsmaschine im Bereich der Schließeinheit,
- Fig. 6 ein sechstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kunststoffformgebungsmaschine im Bereich der Schließeinheit,
- Fig. 7a, 7b das prinzipielle Vorgehen einer Auswerteeinheit mittels zweier Diagramme,
- Fig. 8 ein siebtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kunststoffformgebungsmaschine im Bereich der Schließeinheit und
- Fig. 9 ein achttes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kunststoffformgebungsmaschine im Bereich der Schließeinheit.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Kunststoffformgebungsmaschine – in diesem Ausführungsbeispiel eine Spritzgießmaschine – im Bereich der Schließeinheit 1. Dabei ist eine bewegliche Formaufspannplatte 4 gegenüber einer festen Formaufspannplatte 3 mittels eines Kniehebelmechanismus 2 bewegbar, wobei der Kniehebelmechanismus 2 über eine Antriebsspindel 6 angetrieben wird.

Die bewegliche Formaufspannplatte 4 ist über die Zug- oder Druckstangen 5 mit der festen Formaufspannplatte 3 verbunden. Zwischen der beweglichen Formaufspannplatte 4 und der festen Formaufspannplatte 3 ist ein Formwerkzeug 13 für einen Formgebungsprozess anbringbar.

Um zwischen der beweglichen Formaufspannplatte 4 und der feststehenden Formaufspannplatte 3 ein Formwerkzeug 13 mit einer Schließkraft zu beaufschlagen, wird mittels der Antriebsspindel 6 der Kreuzkopf 9 in Richtung der Formaufspannplatten

3, 4 bewegt, wodurch sich der Kniehebelmechanismus 2 streckt und die bewegliche Formaufspannplatte 4 in Richtung fester Formaufspannplatte 3 bewegt wird.

Bei Schließkraftbeaufschlagung des Formwerkzeuges 13 werden dabei die Zug- oder Druckstangen 5 – in diesem Ausführungsbeispiel Zugstangen – mit einer Zugspannung beaufschlagt, wodurch sich die Zug- oder Druckstangen 5 in ihrer Länge ausdehnen.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist eine Ultraschallvorrichtung 10 an der beweglichen Formaufspannplatte 4 angeordnet. Die Empfangseinheit 10.1 und die Sendeeinheit 10.2 der Ultraschallvorrichtung 10 sind in diesem Ausführungsbeispiel in eine Einheit (Ultraschallvorrichtung 10) integriert und mittels einer signalleitenden Verbindung 8 mit einer Auswerteeinheit 7 verbunden, wobei die Auswerteeinheit 7 des Weiteren mit einer Steuer- oder Regeleinheit der Kunststoffformgebungsmaschine (beispielsweise zentrale Maschinensteuerung) verbunden sein kann oder in die Steuer- oder Regeleinheit der Formgebungsmaschine integriert sein kann.

Bei einer Messung der Ultraschallvorrichtung 10 wird nun durch die Sendeeinheit 10.2 ein Ultraschallsignal 12 ausgesendet, wobei ein Teil des Ultraschallsignals 12 durch die der festen Formaufspannplatte 3 zugewandten Seite der beweglichen Formaufspannplatte 4 reflektiert wird und mittels der Empfangseinheit 10.1 wieder empfangen werden kann.

Die Auswerteeinheit 7 kann dabei dazu ausgebildet sein, mittels der gemessenen vergangenen Zeit zwischen dem Senden des Ultraschallsignals 12 und dem Empfangen des Ultraschallsignals 12 die geometrische Abmessung der beweglichen Formaufspannplatte 4 zu berechnen.

Wenn nun die bewegliche Formaufspannplatte 4 mit einer Schließkraft beaufschlagt wird, welche durch die bewegliche Formaufspannplatte 4 von dem Kniehebelmechanismus 2 an das Formwerkzeug 13 übertragen wird, welches sich zwischen beweglicher Formaufspannplatte 4 und fester Formaufspannplatte 3 befindet, wird sich eine elastische Verformung der beweglichen Formaufspannplatte 4 aufgrund der herrschenden Druckspannungen ergeben, wobei sich die Dicke der beweglichen Formaufspannplatte 4 verringern wird.

Wenn nun eine Messung durch die Ultraschallvorrichtung 10 während der Schließkraftbeaufschlagung vorgenommen wird, kann eine veränderte Abmessung der beweglichen Formaufspannplatte 4 festgestellt werden. Die Abmessung kann nun durch die Auswerteeinheit 7 mit einer hinterlegten Abmessung der beweglichen Formaufspannplatte 4 verglichen werden und/oder mit einer Abmessung, welche durch eine Referenzmessung ohne Schließkraftbeaufschlagung festgestellt wurde. Durch die Veränderung der Abmessung kann nun auf eine vorherrschende Schließkraft rückgeschlossen werden, indem beispielsweise durch das Hooke'sche Gesetz aufgrund der Verformung, unter Bezugnahme auf die bekannte geometrische Form und des bekannten Werkstoffes der beweglichen Formaufspannplatte 4, auf die vorliegende Kraft (die Schließkraft) geschlossen wird.

Aufgrund dieser festgestellten momentan vorliegenden Schließkraft kann nun die Auswerteeinheit 7 oder die Maschinensteuerung dazu ausgebildet sein, die Schließkraft an eine gewollte Schließkraft anzupassen, genauer gesagt, die Schließkraft zu erhöhen oder zu senken. Dies kann durch die Auswerteeinheit 7 durch Verändern des Soll-Werts vorgenommen werden, beispielsweise durch eine Ansteuerung der Antriebsspindel 6 oder durch Veränderung der Formhöhe über die Verstellmutter 17.

Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, wobei die Ultraschallvorrichtung 10 an einer der Zug- oder Druckstangen 5 (in diesem Beispiel Zugstange) angeordnet ist. Hierbei ist wiederum die Sendeeinheit 10.2 und die Empfangseinheit 10.1 in einer Einheit integriert. Die Ultraschallvorrichtung 10 ist über eine signalleitende Verbindung mit der Auswerteeinheit 7 verbunden. Die restlichen Komponenten der Schließeinheit 1 sind analog zu derjenigen der Fig. 1. Durch das Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ist nun durch die Ultraschallvorrichtung 10 eine Länge der Zug- oder Druckstange 5 messbar, welche sich unter Schließkraftbeaufschlagung aufgrund der Zugkräfte ausdehnen wird. Dabei ist durch die Ultraschallvorrichtung 10 eine Ausdehnung messbar, wobei mittels der Auswerteeinheit 7 aufgrund der Ausdehnung auf eine Schließkraft rückgeschlossen werden kann.

Die erfindungsgemäße Ultraschallvorrichtung 10 ist nur an einer der Zug- oder Druckstangen 5 dargestellt. Entsprechende Messungen können aber natürlich an

mehreren – insbesondere allen – Zug- oder Druckstangen 5 durchgeführt werden, insbesondere um eine Schließkraftverteilung zu messen.

In Fig. 3 ist wieder die gleiche Ausgestaltung einer Schließeinheit 1 wie in den vorhergehenden Figuren gezeigt. Jedoch ist in Fig. 3 die Ultraschallvorrichtung 10 an einem Formwerkzeug 13 angeordnet, welches zweiteilig ausgeführt ist und eine erste Formwerkzeughälfte 14 und eine zweite Formwerkzeughälfte 15 aufweist. Wiederum ist durch die Ultraschallvorrichtung 10 eine Maßänderung wenigstens einer Formwerkzeughälfte 14, 15 unter Schließkraftbeaufschlagung messbar und durch die Auswerteeinheit 7 aufgrund der Maßänderung eine Schließkraft bestimmbar. Des Weiteren ist es nun möglich, durch die Ultraschallvorrichtung 10, genauer gesagt durch die integrierte Empfangseinheit 10.1 und die integrierte Sendeeinheit 10.2, ein sogenanntes Aufklaffen des Formwerkzeuges 13 festzustellen.

Bei einem Aufklaffen des Formwerkzeuges 13 bildet sich zwischen der ersten Formwerkzeughälfte 14 und der zweiten Formwerkzeughälfte 15 ein Luftspalt. Die Ausbreitung eines Ultraschallsignales 10 in Luft ist jedoch nur begrenzt. Daraus folglich verliert das Ultraschallsignal 10, wenn sich die erste Formwerkzeughälfte 14 von der zweiten Formwerkzeughälfte 15 abhebt, an Intensität. Es wird weiterhin ein Teil des Ultraschallsignales 10 von der zweiten Formwerkzeughälfte 15 reflektiert, jedoch ist dieses durch die Dämpfung der Luft an der Empfangseinheit 10.1 messtechnisch in der Regel nicht mehr erfassbar.

Ein solches Aufklaffen des Formwerkzeuges 13 ist deshalb durch die Ultraschallvorrichtung 10 feststellbar, wenn das reflektierte Ultraschallsignal 12, welches durch die der ersten Formwerkzeughälfte 14 zugewandten Seite der zweiten Formwerkzeughälfte 15 reflektiert wird, nicht mehr empfangen werden kann. Daraus kann, wie erwähnt, geschlossen werden, dass ein Abstand zwischen den zwei Formwerkzeughälften 14, 15 vorhanden ist. Je nach Prozesszeitpunkt kann ein solcher Abstand vorgesehen sein (z.B. als Prägehub) oder es kann daraus erkannt werden, dass die Schließkraft zu gering gewählt wurde und das Formwerkzeug 13 aufzuklaffen beginnt und die Schließkraft erhöht werden muss. Alternativ zur automatischen Erhöhung der Schließkraft kann jedoch auch ein Warnsignal ausgegeben werden.

In Fig. 4 ist die bereits in Fig. 1 beschriebene Schließereinheit 1 gezeigt. Es sind jedoch in Fig. 4 mehrere, genauer gesagt fünf, Ultraschallvorrichtungen 10, an der beweglichen Formaufspannplatte 4 vorgesehen. In den Ultraschallvorrichtungen 10 sind wiederum eine Empfangseinheit 10.1 und eine Sendeeinheit 10.2 integriert, welche über eine signalleitende Verbindung 8 mit einer Auswerteeinheit 7 verbunden sind. Durch das Vorsehen von mehreren Ultraschallvorrichtungen 10 ergibt sich der Vorteil, dass an mehreren Positionen der beweglichen Formaufspannplatte 4 eine Maßänderung der beweglichen Formaufspannplatte 4 feststellbar ist, wodurch sich eine ungleichmäßige Schließkraftverteilung entlang der beweglichen Formaufspannplatte 4 nachweisen lässt und aufgrund der Verformung der beweglichen Formaufspannplatte 4 sich die Schließkraft gegebenenfalls anpassen lässt. Auch eine Schrägstellung der beweglichen Formaufspannplatte 4 gegenüber der festen Formaufspannplatte 3 lässt sich durch das Vorsehen von mehreren Ultraschallvorrichtungen 10 messen.

In Fig. 5 ist ein Ausführungsbeispiel gezeigt, bei welchem an jeder Zug- oder Druckstange 5 der Schließereinheit 1 eine Ultraschallvorrichtung 10 angeordnet ist, wobei wiederum die Ultraschallvorrichtungen 10 jeweils eine Empfangseinheit 10.1 und eine Sendeeinheit 10.2 aufweisen, welche über eine signalleitende Verbindung 8 mit einer Auswerteeinheit 7 verbunden sind. Ähnlich wie in Fig. 4 lässt sich auch durch das Ausführungsbeispiel der Fig. 5, durch das Vorsehen von mehreren Ultraschallvorrichtungen 10, eine ungleichmäßige Verformung der Schließereinheit 1 feststellen, welche Aufschluss auf eine ungleichmäßig verteilte Schließkraft gibt.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 6 sind zwei Ultraschallvorrichtungen 10 an jeweils einem Hebel des Kniehebels 2, welcher einen Teil des Kniehebelmechanismus 2 darstellt, angeordnet. Auch hierbei lässt sich eine Länge (eine geometrische Abmessung) der Hebel des Kniehebelmechanismus 2 feststellen und eine Maßänderung unter Schließkraftbeaufschlagung messen, wobei wiederum durch die Auswerteeinheit 7 aufgrund der Maßänderung auf eine vorliegende Schließkraft rückgeschlossen werden kann oder eine ungleichmäßige Schließkraftverteilung (aufgrund der zwei vorgesehenen Ultraschallvorrichtungen 10) bestimmt werden kann.

Fig. 7a und 7b zeigen das prinzipielle Vorgehen einer Auswerteeinheit 7 mittels zweier Diagramme. Dabei ist die Ordinate der Diagramme als Intensität X der empfangenen

Signale durch die Empfangseinheit 10.1 zu verstehen und die Abszisse als Zeit t . Zur Erklärung der Diagramme der Fig. 7a und 7b wird auf die Fig. 1 verwiesen, bei der die Ultraschallvorrichtung 10 an einer beweglichen Formaufspannplatte 4 angeordnet ist.

Dabei wird zu einer Zeit ein Ultraschallsignal 12.1 durch die Sendeeinheit 10.2 ausgesendet und kann nach einer gewissen Zeitspanne als reflektiertes Ultraschallsignal 12.2 durch die Empfangseinheit 10.1 wieder empfangen werden. Durch die vergangene Zeit zwischen dem Senden des Ultraschallsignales 12.1 und dem Empfangen des Ultraschallsignales 12.2 unter Zuhilfenahme der Schallgeschwindigkeit des Ultraschallsignales 12 in einem Material, aus welchem die bewegliche Formaufspannplatte 4 gefertigt ist, kann die Strecke berechnet werden, welche das Ultraschallsignal 12.2 zurückgelegt hat. Wenn diese Strecke nun halbiert wird (da das Ultraschallsignal den Hin- und Rückweg zurückgelegt hat), kann nun die Dicke der beweglichen Formaufspannplatte 4 bestimmt werden.

Dieser Vorgang, welcher in Fig. 7a gezeigt ist, ist bei einer beweglichen Formaufspannplatte 4 zu verstehen, welche nicht mit einer Schließkraft beaufschlagt wurde und kann somit als Referenzmessung dienen, welche Aufschluss über die Dicke einer beweglichen Formaufspannplatte 4 gibt ohne Kraftbeaufschlagung.

Dieser Vorgang wird nun unter Schließkraftbeaufschlagung der beweglichen Formaufspannplatte 4 wiederholt (dies ist durch die Fig. 7b gezeigt). Es ist hier zu erkennen, dass ein ausgesendetes Ultraschallsignal 12.1 deutlich früher als reflektiertes Ultraschallsignal 12.3 an die Empfangseinheit 10.1 zurückkehrt. Wenn nun der Referenzwert des Ultraschallsignales 12.2 herangezogen wird, kann eine Zeitdifferenz Δt zwischen Ultraschallsignal 12.3 und Ultraschallsignal 12.2 erkannt werden, wodurch wiederum unter Zuhilfenahme der Ultraschallsignalgeschwindigkeit im Material, aus welchem die bewegliche Formaufspannplatte 4 gefertigt ist, auf eine Maßänderung der beweglichen Formaufspannplatte 4 rückgeschlossen werden kann.

Unter Zuhilfenahme dieser Maßänderung der beweglichen Formaufspannplatte 4 kann die Auswerteeinheit 7 oder die Maschinensteuerung dazu ausgebildet sein, aufgrund bekannter materialspezifischer Werte und Abmessungen, auf eine Schließkraft rückzuschließen, welche auf die bewegliche Formaufspannplatte 4 ausgeübt wird.

Fig. 8 zeigt ein Ausführungsbeispiel bei dem die Ultraschalleinheit 10 an einer Antriebsspindel 6 des Kniehebelmechanismus 2 angeordnet ist. Die Antriebsspindel 6 überträgt dabei eine Kraft von der Spindelmutter 16 (in diesem Ausführungsbeispiel als Kugelumlaufspindelmutter ausgeführt) auf den Kniehebelmechanismus 2, welcher die durch die Antriebsspindel 6 übertragene Kraft als Schließkraft auf die bewegliche Formaufspannplatte 4 weiterleitet. Hierbei lässt sich eine geometrische Abmessung der Antriebsspindel 6 feststellen und eine Maßänderung dieser Länge messen, wobei wiederum durch die Auswerteeinheit 7 aufgrund der Maßänderung auf eine aktuell vorliegende Kraft rückgeschlossen werden kann. Wie dabei das prinzipielle Vorgehen der Ultraschalleinheit vonstattengeht ist beispielsweise durch Fig. 7a und Fig. 7b gezeigt. Wiederum weist die in Fig. 8 gezeigte Ultraschallvorrichtungen 10 integrierte Empfangseinheit 10.1 und Sendeeinheit 10.2 auf. Die Ultraschalleinheit ist wiederum durch eine signalleitende Verbindung 8 mit der Auswerteeinheit 7 verbunden.

Im Teil der Antriebsspindel 6, welche sich innerhalb der Spindelmutter 16 befindet, ist mit einer nicht-linearen Verformung zu rechnen, da an gewissen Stellen der Spindelmutter 16 höhere Kräfte eingeleitet werden. Solche Verformungsmuster sind aber bekannt und lassen sich bei der Bestimmung der Maßänderung berücksichtigen.

Da ein definierter Zusammenhang der durch die Antriebsspindel 6 übertragenen Kraft zu der durch den Kniehebelmechanismus 2 in die bewegliche Formaufspannplatte 4 eingeleiteten Schließkraft besteht, kann die Auswerteeinheit 7 dazu ausgebildet sein, aufgrund der Längenänderung der Antriebsspindel 6, welche repräsentativ für eine übertragene Kraft der Antriebsspindel 6 ist, auf eine Schließkraft zu schließen.

Es ist jedoch auch möglich eine solche Kraft, welche durch die Antriebsspindel 6 auf den Kniehebelmechanismus übertragen wird, durch eine Anordnung einer Ultraschalleinheit 10 an der Spindelmutter 16 zu erfassen, wie es durch die Fig. 9 dargestellt ist.

Bezugszeichenliste:

- 1 Schließeinheit
- 2 Kniehebelmechanismus
- 3 feste Formaufspannplatte
- 4 bewegliche Formaufspannplatte
- 5 Zug- oder Druckstange
- 6 Antriebsspindel
- 7 Auswerteeinheit
- 8 signalleitende Verbindung
- 9 Kreuzkopf
- 10 Ultraschallvorrichtung
 - 10.1 Empfangseinheit
 - 10.2 Sendeeinheit
- 12 Ultraschallsignal
 - 12.1 Ultraschallsignal
 - 12.2 Ultraschallsignal
 - 12.3 Ultraschallsignal
- 13 Formwerkzeug
 - 14 erste Formwerkzeughälfte
 - 15 zweite Formwerkzeughälfte
- 16 Spindelmutter
- 17 Verstellmutter
- X Intensität des empfangenen Signals
- t Zeit
- Δt Zeitdifferenz

Innsbruck, am 24. August 2018

Patentansprüche

1. Kunststoffformgebungsmaschine mit wenigstens einer Komponente, welche durch wenigstens einen Antrieb einer Kraft und/oder einer der Kraft entgegengesetzten Gegenkraft ausgesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Ultraschallvorrichtung (10) mit wenigstens einer Sendeeinheit (10.2) zum Senden und wenigstens einer Empfangseinheit (10.1) zum Empfangen von Ultraschall vorgesehen ist, welche Ultraschallvorrichtung (10) mit einer Auswerteeinheit (7) verbunden oder verbindbar ist, wobei
 - die wenigstens eine Sendeeinheit (10.2) an der wenigstens einen Komponente angeordnet und/oder über eine schalleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert ist und
 - die wenigstens eine Empfangseinheit (10.1) an der wenigstens einen Komponente angeordnet und/oder über eine schalleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert ist und
 - die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, auf Basis einer Messung der wenigstens einen Ultraschallvorrichtung (10) eine Maßänderung und/oder eine Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente direkt oder indirekt zu bestimmen und auf Basis der Messung eine Meldung auszugeben, welche für die Kraft selbst und/oder eine Auswirkung der Kraft auf die Kunststoffformgebungsmaschine und/oder ein Formwerkzeug (13) repräsentativ ist.
2. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Komponente eine durch den wenigstens einen Antrieb antreibbare Spindel ist.
3. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch die wenigstens eine Auswerteeinheit (7) eine Längenänderung der Spindel bestimmbar ist.

4. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass durch die wenigstens eine Auswerteeinheit (7) eine Querschnittsveränderung der Spindel bestimmbar ist.
5. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Spindel mit einer Auswerfereinheit der Kunststoffformgebungsmaschine verbunden oder verbindbar ist.
6. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, aufgrund der bestimmten Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der Spindel eine momentan wirkende Auswerferkraft im Rahmen der Meldung auszugeben.
7. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Komponente eine durch den wenigstens einen Antrieb antreibbare Komponente – vorzugsweise eine Plastifizierschnecke – der Einspritzeinheit ist.
8. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass durch die wenigstens eine Auswerteeinheit (7) eine Längenänderung der antreibbaren Komponente der Einspritzeinheit bestimmbar ist.
9. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist aufgrund der bestimmten Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der antreibbaren Komponente der Einspritzeinheit eine momentan wirkende Einspritzkraft im Rahmen der Meldung auszugeben.
10. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch:
 - wenigstens zwei Formaufspannplatten (3,4), welche dazu geeignet sind, auf ein daran montiertes Formwerkzeug (13) eine Schließkraft zu übertragen und
 - einen Schließkraftmechanismus, welcher dazu ausgebildet ist, die wenigstens zwei Formaufspannplatten (3,4) mit der Schließkraft zu beaufschlagen,wobei die wenigstens eine Komponente eine Komponente der Schließeinheit (1) ist, welche der Kraft durch die Schließkraftbeaufschlagung und/oder einer der

Schließkraft entgegengesetzten Gegenkraft ausgesetzt ist, wobei die auszugebende Meldung der Auswerteeinheit (7) eine Auswirkung der Schließkraftbeaufschlagung auf die Schließeinheit (1) und/oder ein Formwerkzeug (13) repräsentiert.

11. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Antrieb als Schließkraftmechanismus der Kunststoffformgebungsmaschine ausgeführt ist.
12. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, aufgrund der bestimmten Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente der Schließeinheit (1) eine momentan wirkende Schließkraft und/oder eine momentan wirkende Kraftverteilung und/oder eine vorliegende Werkzeugatmung und/oder ein Abheben des Formwerkzeuges (13) und/oder einen Kontakt des Formwerkzeuges (13) zu bestimmen und vorzugsweise Informationen über die momentan wirkende Schließkraft und/oder die momentan wirkende Kraftverteilung und/oder die vorliegende Werkzeugatmung und/oder ein Abheben des Formwerkzeuges und/oder einen Kontakt des Formwerkzeuges im Rahmen der Meldung auszugeben.
13. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, die Meldung auszugeben, falls eine durch die Auswerteeinheit (7) bestimmte momentan wirkende Schließkraft und/oder eine vorliegende Werkzeugatmung und/oder ein Abheben des Formwerkzeuges (13) und/oder einen Kontakt des Formwerkzeuges (13) einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet und/oder unterschreitet.
14. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Komponente wenigstens eine der wenigstens zwei Formaufspannplatten (3, 4) ist.
15. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Komponente wenigstens eine die wenigstens zwei Formaufspannplatten (3, 4) durchsetzende Zug- oder Druckstange ist (5).

16. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Formwerkzeug (13) zwischen den wenigstens zwei Formaufspannplatten (3, 4) angeordnet ist, wobei die wenigstens eine Komponente zumindest ein Teil des Formwerkzeuges (13) ist.
17. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Komponente ein Teil des Schließkraftmechanismus ist, wobei der Schließkraftmechanismus vorzugsweise einen Kniehebelmechanismus (2) aufweist.
18. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschallvorrichtung (10) dazu ausgebildet ist, eine Laufzeitmessung durchzuführen.
19. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) in die wenigstens eine Ultraschallvorrichtung (10) integriert ist.
20. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, aufgrund der bestimmten Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente eine momentan wirkende Kraftverteilung und/oder ein Abheben der wenigstens einen Komponente und/oder einen Kontakt der wenigstens einen Komponente zu bestimmen und vorzugsweise Informationen über die momentan wirkende Kraftverteilung und/oder ein Abheben der wenigstens einen Komponente und/oder einen Kontakt der wenigstens einen Komponente im Rahmen der Meldung auszugeben.
21. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, die Meldung auszugeben, falls eine durch die Auswerteeinheit (7) bestimmte momentan wirkende Kraftverteilung von einer vorgebbaren Referenzkraftverteilung abweicht.
22. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, die Meldung auszugeben, falls eine

- durch die Auswerteeinheit (7) bestimmte momentan wirkende Kraft und/oder ein Abheben der wenigstens einen Komponente und/oder einen Kontakt der wenigstens einen Komponente einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet und/oder unterschreitet.
23. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, aufgrund der Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente auf eine Verformung der wenigstens einen Komponente zu schließen und vorzugsweise Informationen über die Verformung der wenigstens einen Komponente im Rahmen der Meldung auszugeben.
24. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) und/oder eine zentrale Steuer- oder Regeleinheit der Kunststoffformgebungsmaschine dazu ausgebildet ist, die Meldung in Form eines Alarms auszugeben und/oder die Meldung in Form einer Veränderung eines Steuersignals für die Kunststoffformgebungsmaschine auszugeben.
25. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass das zu verändernde Steuersignal eine Soll-Größe, vorzugsweise eine Soll-Schließkraft, ist.
26. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) mit einer Anzeigevorrichtung, zum Anzeigen der Meldung, verbunden oder verbindbar ist.
27. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Sendeeinheit (10.2) und die wenigstens eine Empfangseinheit (10.1) baulich in einer Einheit kombiniert sind, vorzugsweise die wenigstens eine Sendeeinheit (10.2) und die wenigstens eine Empfangseinheit (10.1) durch dieselben Bauteile zum Erfüllen einer Sendefunktion und einer Empfangsfunktion ausgebildet sind.

28. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Komponente ein mit der Kunststoffformgebungsmaschine verbundener Maschinenrahmen ist.
29. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Ultraschallvorrichtungen (10) vorgesehen sind, wobei wenigstens zwei Sendeeinheiten (10.2) und wenigstens zwei Empfangseinheiten (10.1) an der wenigstens einen Komponente der Kunststoffformgebungsmaschine, welche wenigstens einen Komponente durch den wenigstens einen Antrieb einer Kraft und/oder einer der Kraft entgegengesetzten Gegenkraft ausgesetzt ist, angeordnet und/oder mit einer schalleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert sind.
30. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Ultraschallvorrichtungen (10) vorgesehen sind, wobei wenigstens zwei Sendeeinheiten (10.2) und wenigstens zwei Empfangseinheiten (10.1) an wenigstens zwei Komponenten der Kunststoffformgebungsmaschine, welche wenigstens zwei Komponenten durch den wenigstens einen Antrieb einer Kraft und/oder einer der Kraft entgegengesetzten Gegenkraft ausgesetzt sind, angeordnet und/oder mit einer schalleitenden Verbindung mit den wenigstens zwei Komponenten verbunden und/oder in die wenigstens zwei Komponenten integriert sind.
31. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, aus separaten Messungen der wenigstens einen Ultraschallvorrichtung (10)
- eine Maßänderung der wenigstens einen Komponente und/oder
 - eine Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente und/oder
 - eine Veränderung der auf die Komponente wirkenden Kraft und/oder der Kraft entgegengesetzten Gegenkraft
- zu bestimmen.
32. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, eine –

vorzugsweise durch einen Temperatursensor festgestellte – Temperatur bei der direkten oder indirekten Bestimmung einer Maßänderung und/oder Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente zu berücksichtigen.

33. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, die Maßänderung und/oder die Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente während des Betriebs der Kunststoffformgebungsmaschine zu bestimmen.
34. Verfahren zum Überprüfen wenigstens einer Komponente einer Kunststoffformgebungsmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass auf Basis einer Messung mittels Ultraschall eine Maßänderung und/oder eine Positionsveränderung wenigstens einer Komponente der Kunststoffformgebungsmaschine direkt oder indirekt bestimmt wird und auf Basis der Messung eine Meldung ausgegeben wird, welche für eine Kraft und/oder eine Auswirkung der Kraft auf die Kunststoffformgebungsmaschine und/oder auf ein Formwerkzeug (13) repräsentativ ist.

Innsbruck, am 24. August 2018

Fig. 1

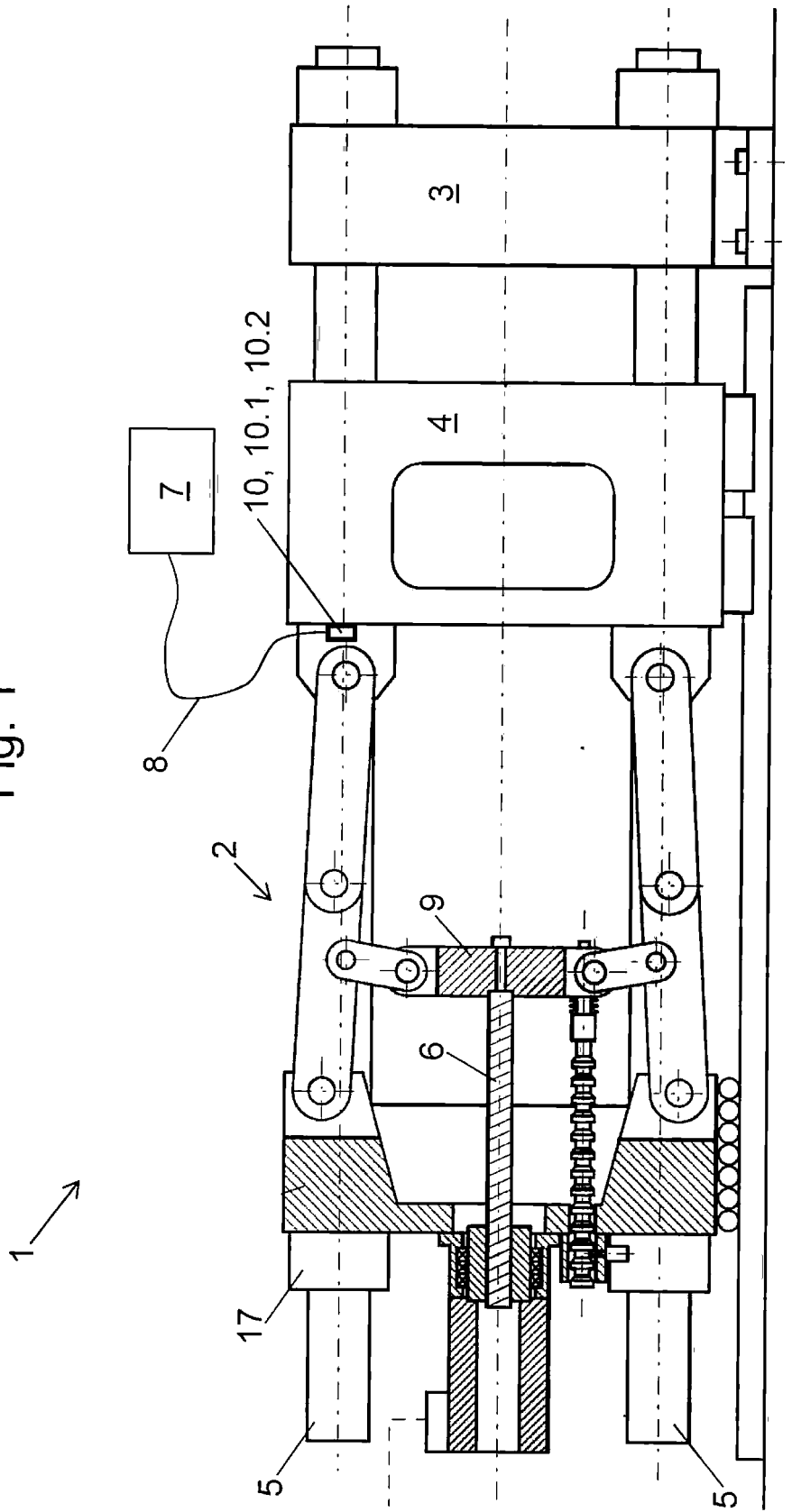


Fig. 2

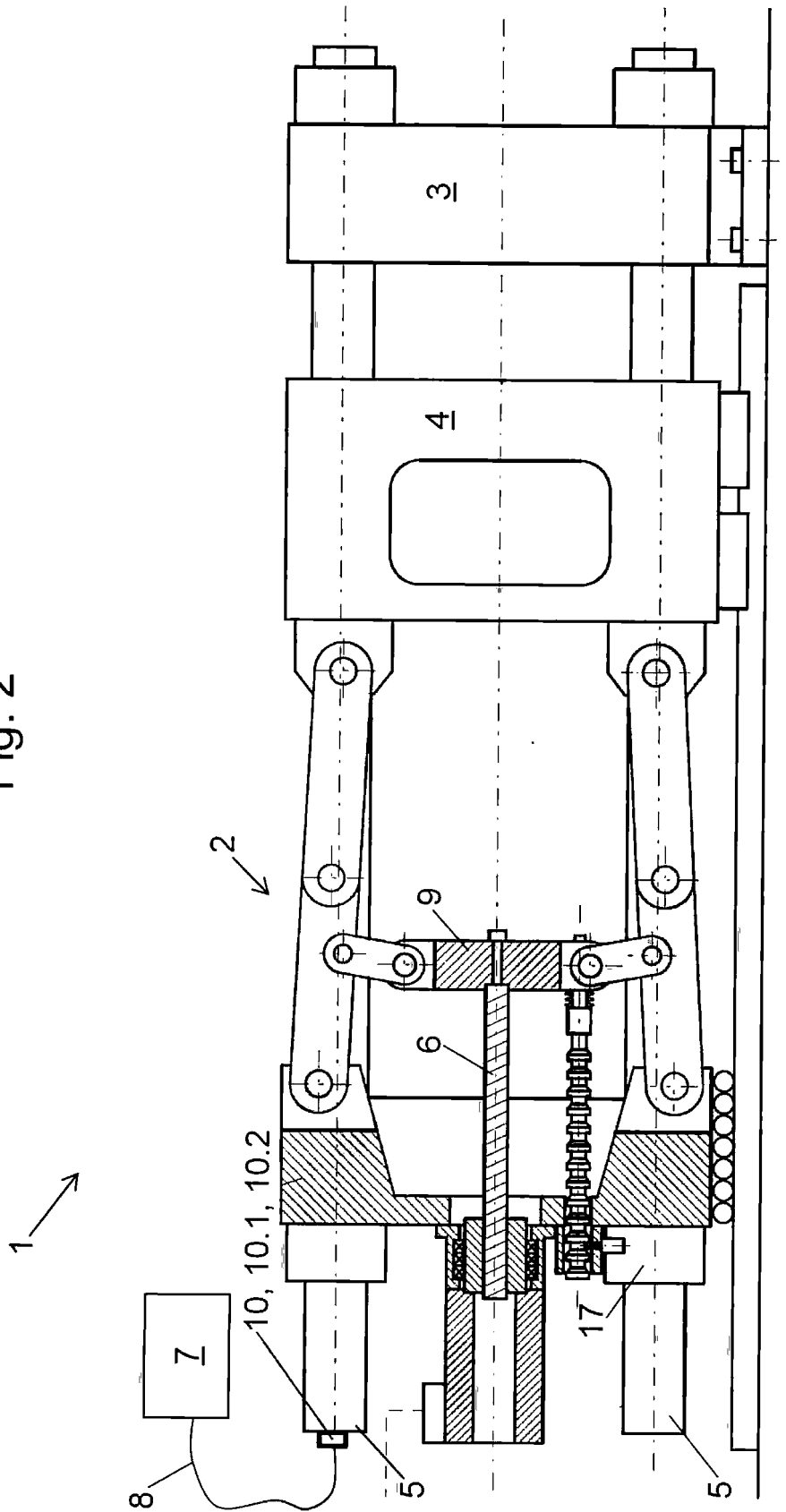


Fig. 3

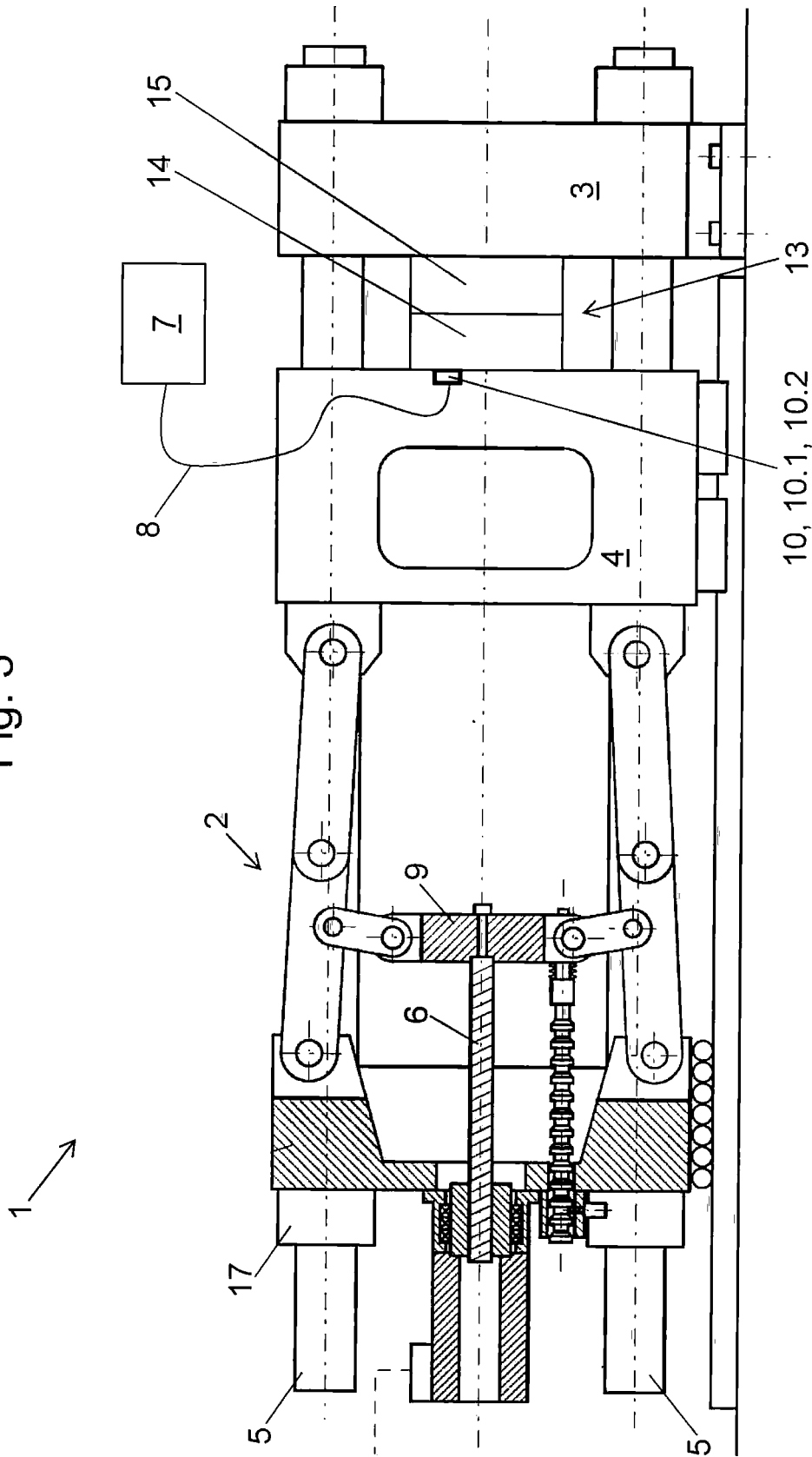


Fig. 4

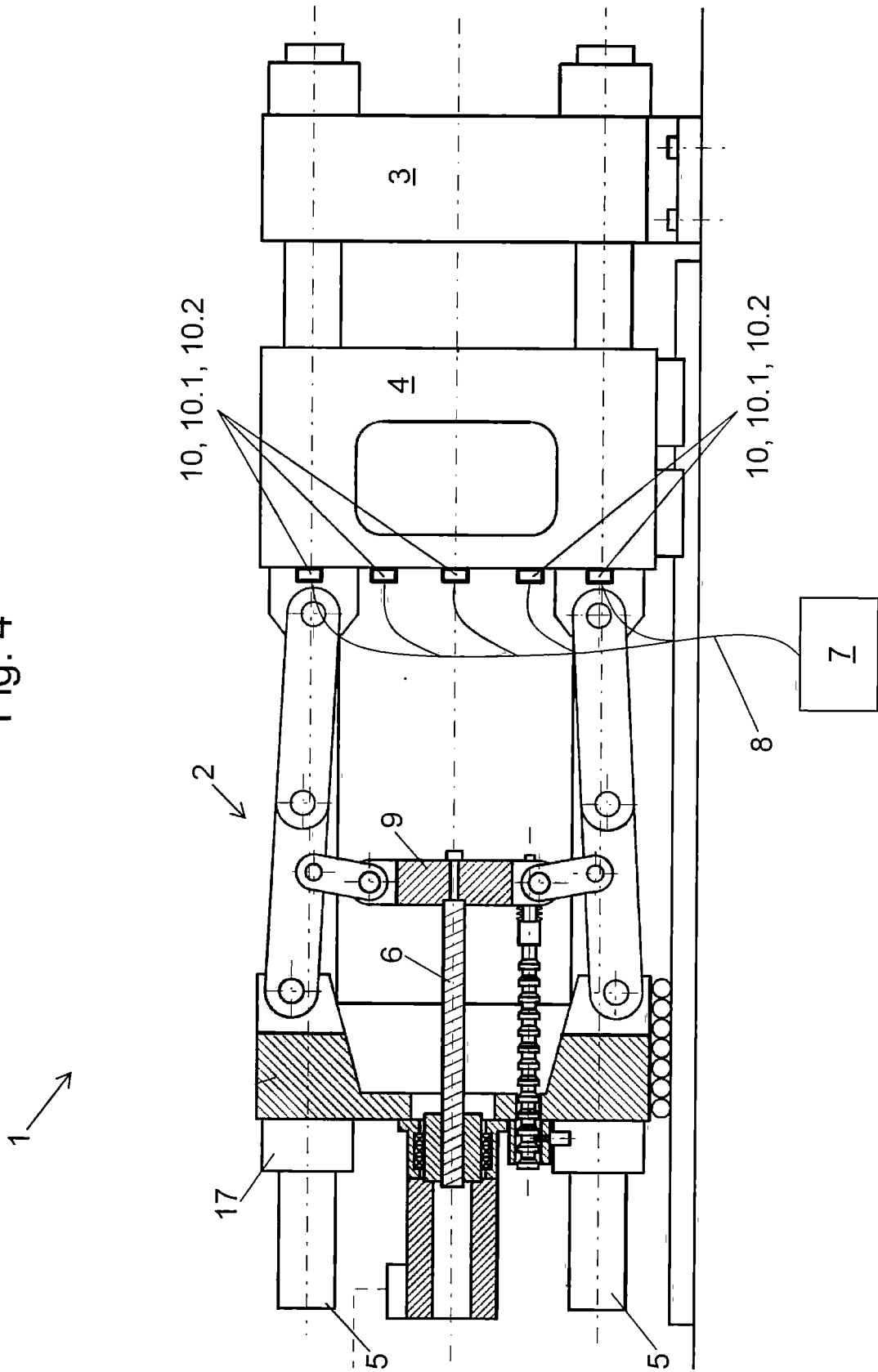


Fig. 5

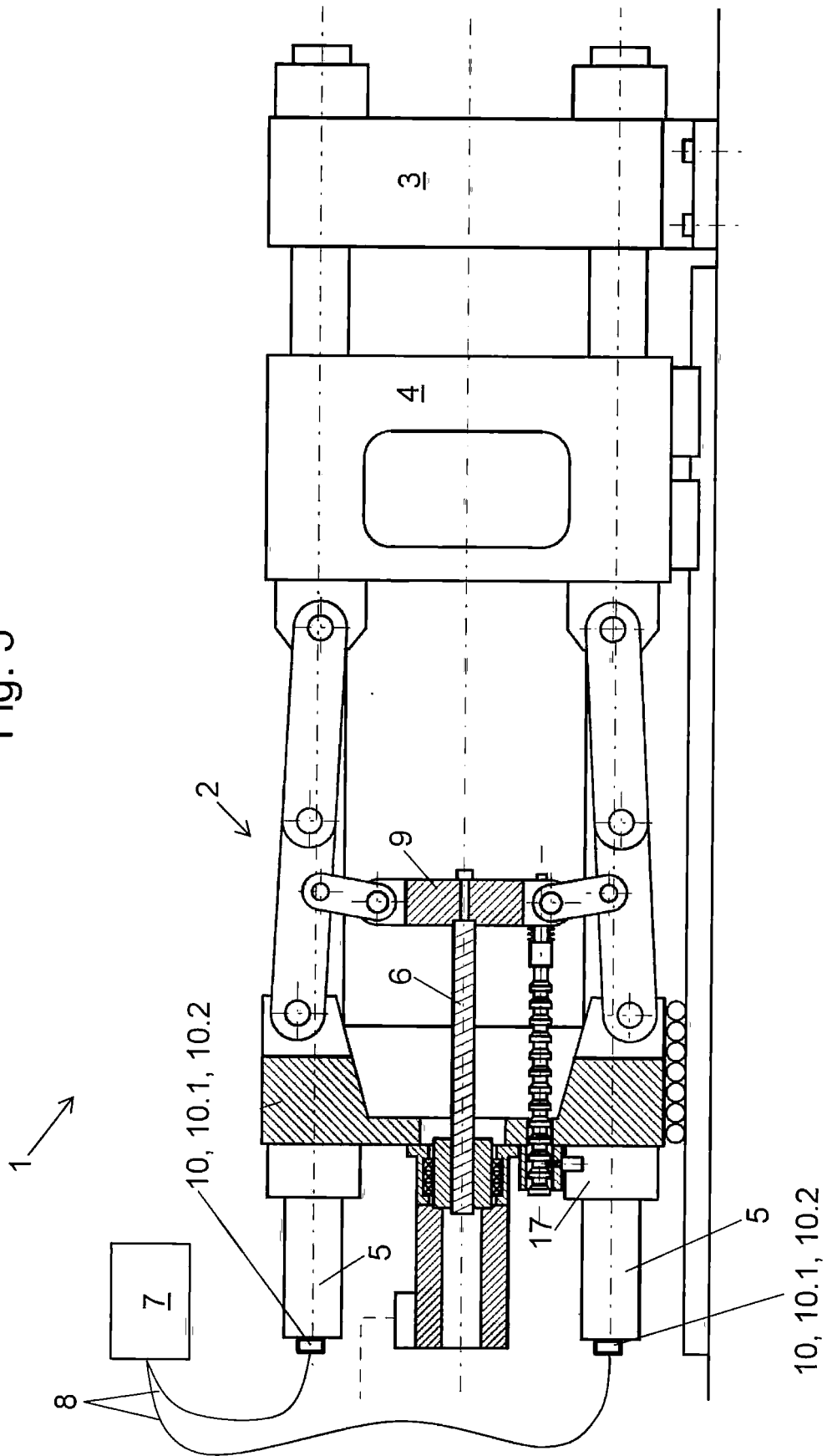


Fig. 6

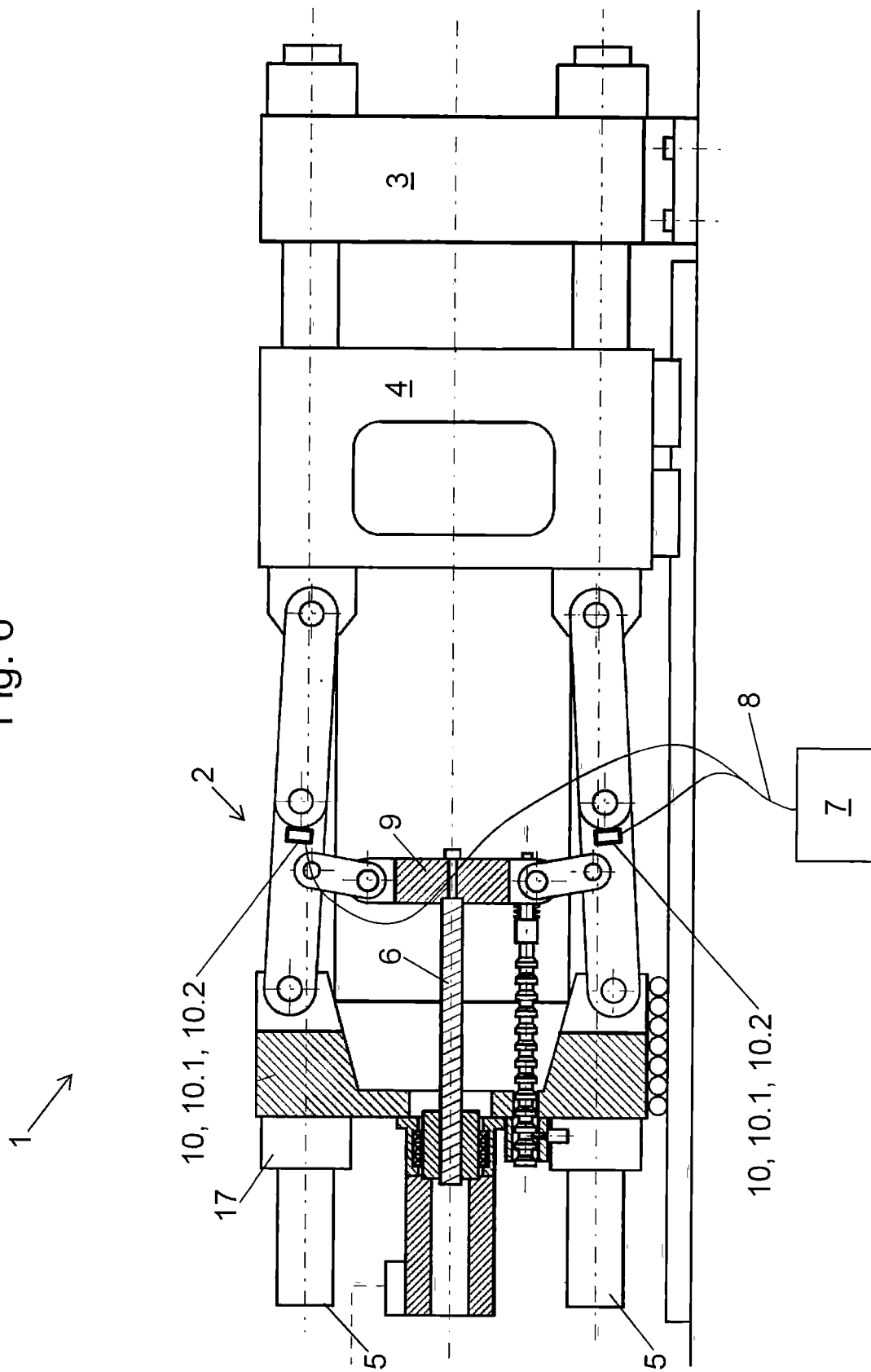


Fig. 7a

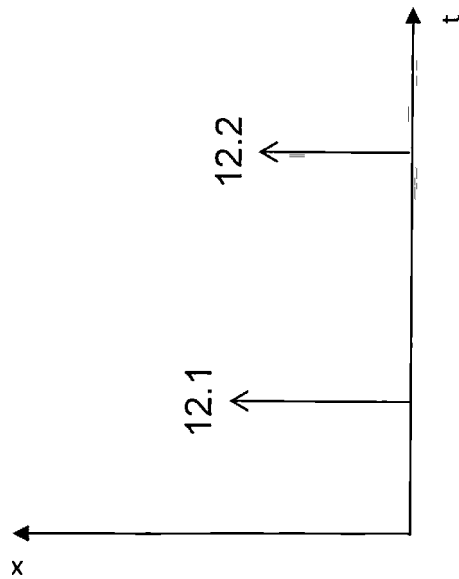


Fig. 7b

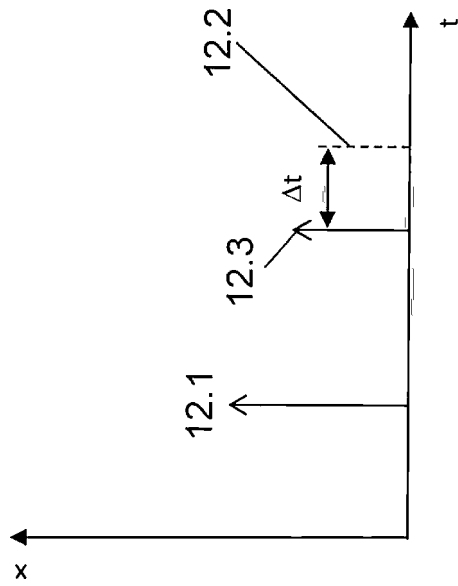


Fig. 8

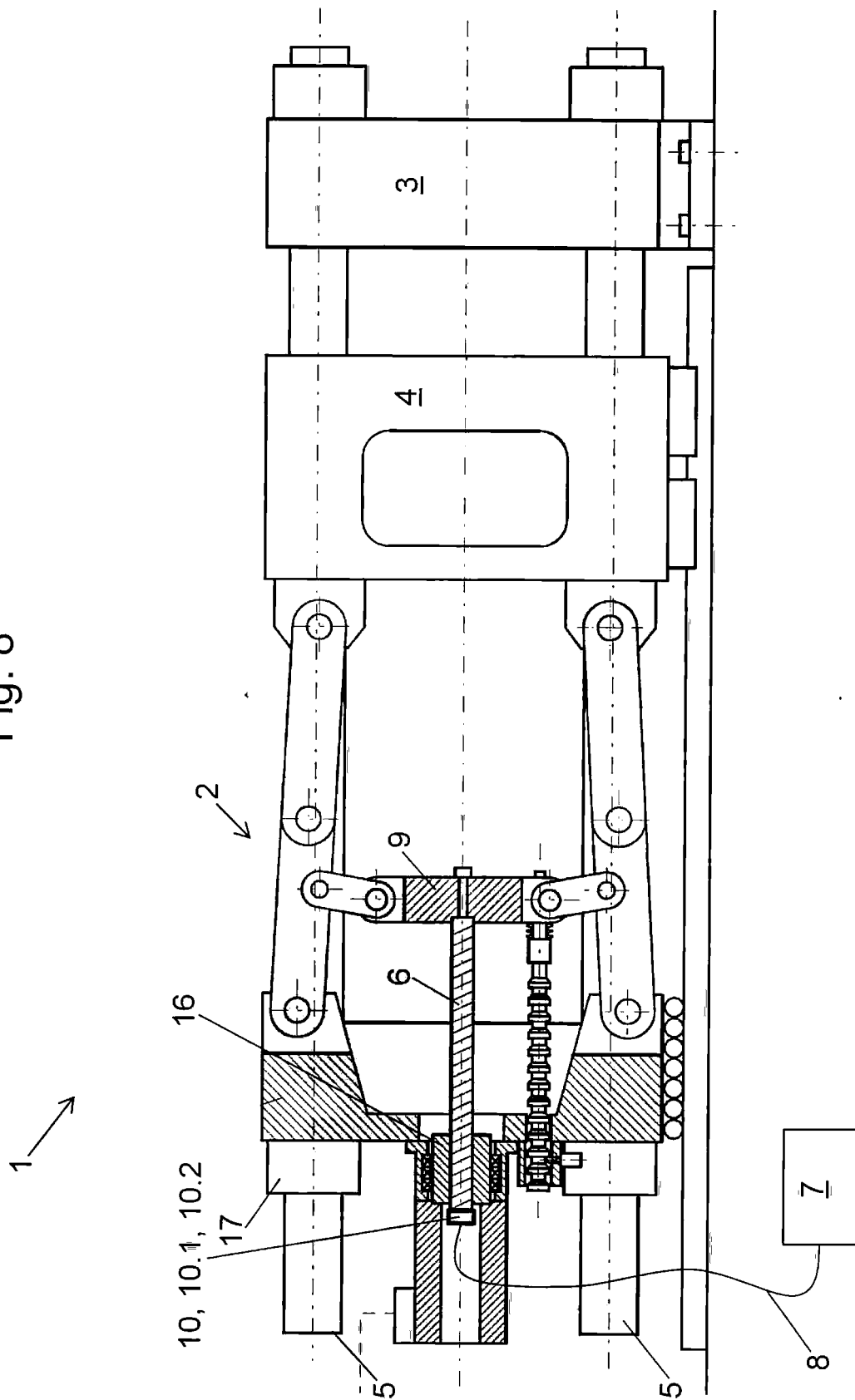
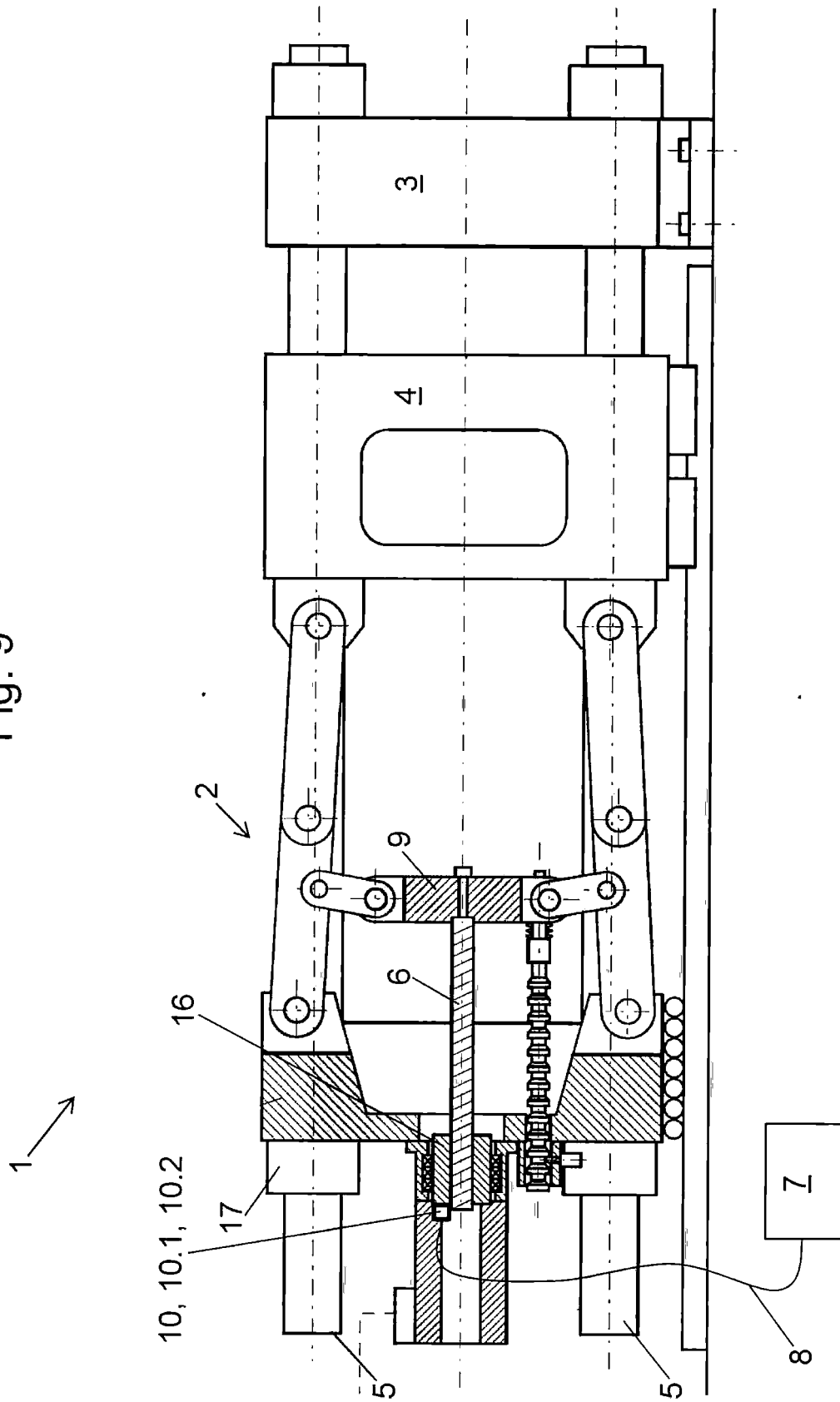


Fig. 9



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC:
B29C 45/76 (2006.01); **G01L 1/25** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC:
B29C 45/7653 (2013.01); **B29C 45/76** (2016.05); **B29C 2945/76013** (2013.01); **B29C 2945/76234** (2013.01); **G01L 1/255** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
 B29C, G01L

Konsultierte Online-Datenbank:
 EPODOC, WPIAP, TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **24.08.2018** eingereichten Ansprüchen **1-34** erstellt.

| Kategorie*) | Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich | Betreffend Anspruch |
|-------------|--|------------------------|
| X | EP 0370516 A2 (ORMOND WILLIAM [CA]) 30. Mai 1990 (30.05.1990) ganzes Dokument | 1-34 |
| X | JP H0353910 A (FANUC LTD) 07. März 1991 (07.03.1991) Abstract | 1-34 |
| X | JP 3282439 B2 (UBE IND LTD) 13. Mai 2002 (13.05.2002) Absatz [0006] | 1-34 |
| X | JP 3282437 B2 (UBE IND LTD) 13. Mai 2002 (13.05.2002) Absatz [0006] | 1-34 |
| X | JP H04175120 A (SEKISUI CHEMICAL CO LTD) 23. Juni 1992 (23.06.1992) Abstract | 1-34 |
| X | DE 102012209066 A1 (TOSHIBA MACHINE CO LTD [JP]) 06. Dezember 2012 (06.12.2012) Absatz [0085] | 1-34 |
| X | US 4413518 A (JONES ROBERT L [US]) 08. November 1983 (08.11.1983) ganzes Dokument | 1-34 |
| X | JP 3282439 B2 (UBE IND LTD) 13. Mai 2002 (13.05.2002) Fig. | 1-34 |
| X | JP H03210957 A (UBE INDUSTRIES) 13. September 1991 (13.09.1991) Fig. 1, 2 | 1-34 |
| X | JP 3282437 B2 (UBE IND LTD) 13. Mai 2002 (13.05.2002) Fig. 1 | 1-34 |
| A | AT 7859 U1 (ENGEL AUSTRIA GMBH [AT]) 17. Oktober 2005 | 1-34 |

Datum der Beendigung der Recherche: 02.04.2019 Seite 1 von 2 Prüfer(in): SCHMELZER Peter

*) **Kategorien** der angeführten Dokumente:
X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.
A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

| Kategorie*) | Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich | Betreffend Anspruch |
|-------------|--|------------------------|
| A | (17.10.2005) ganzes Dokument US 2003089179 A1 (NOMA MASANOBU [JP]) 15. Mai 2003 (15.05.2003) ganzes Dokument | 1-34 |

Geänderte Patenansprüche

1. Kunststoffformgebungsmaschine mit wenigstens einer Komponente, wobei die wenigstens eine Komponente als Kniehebelmechanismus einer Schließeinheit der Kunststoffformgebungsmaschine ausgebildet ist, welcher durch wenigstens einen Antrieb einer Kraft und/oder einer der Kraft entgegengesetzten Gegenkraft ausgesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Ultraschallvorrichtung (10) mit wenigstens einer Sendeeinheit (10.2) zum Senden und wenigstens einer Empfangseinheit (10.1) zum Empfangen von Ultraschall vorgesehen ist, welche Ultraschallvorrichtung (10) mit einer Auswerteeinheit (7) verbunden oder verbindbar ist, wobei
 - die wenigstens eine Sendeeinheit (10.2) an der wenigstens einen Komponente angeordnet und/oder über eine schalleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert ist und
 - die wenigstens eine Empfangseinheit (10.1) an der wenigstens einen Komponente angeordnet und/oder über eine schalleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert ist und
 - die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, auf Basis einer Messung der wenigstens einen Ultraschallvorrichtung (10) eine Maßänderung und/oder eine Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente direkt oder indirekt zu bestimmen und auf Basis der Messung eine Meldung auszugeben, welche für die Kraft selbst und/oder eine Auswirkung der Kraft auf die Kunststoffformgebungsmaschine und/oder ein Formwerkzeug (13) repräsentativ ist.

2. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch:
 - wenigstens zwei Formaufspannplatten (3,4), welche dazu geeignet sind, auf ein daran montiertes Formwerkzeug (13) eine Schließkraft zu übertragen und
 - einen Schließkraftmechanismus, welcher dazu ausgebildet ist, die wenigstens zwei Formaufspannplatten (3,4) mit der Schließkraft zu beaufschlagen,

wobei die wenigstens eine Komponente eine Komponente der Schließeinheit (1) ist, welche der Kraft durch die Schließkraftbeaufschlagung und/oder einer der Schließkraft entgegengesetzten Gegenkraft ausgesetzt ist, wobei die auszugebende Meldung der Auswerteeinheit (7) eine Auswirkung der Schließkraftbeaufschlagung auf die Schließeinheit (1) und/oder ein Formwerkzeug (13) repräsentiert.

3. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Antrieb als Schließkraftmechanismus der Kunststoffformgebungsmaschine ausgeführt ist.
4. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, aufgrund der bestimmten Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente der Schließeinheit (1) eine momentan wirkende Schließkraft und/oder eine momentan wirkende Kraftverteilung und/oder eine vorliegende Werkzeugatmung und/oder ein Abheben des Formwerkzeuges (13) und/oder einen Kontakt des Formwerkzeuges (13) zu bestimmen und vorzugsweise Informationen über die momentan wirkende Schließkraft und/oder die momentan wirkende Kraftverteilung und/oder die vorliegende Werkzeugatmung und/oder ein Abheben des Formwerkzeuges und/oder einen Kontakt des Formwerkzeuges im Rahmen der Meldung auszugeben.
5. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, die Meldung auszugeben, falls eine durch die Auswerteeinheit (7) bestimmte momentan wirkende Schließkraft und/oder eine vorliegende Werkzeugatmung und/oder ein Abheben des Formwerkzeuges (13) und/oder einen Kontakt des Formwerkzeuges (13) einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet und/oder unterschreitet.
6. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschallvorrichtung (10) dazu ausgebildet ist, eine Laufzeitmessung durchzuführen.

7. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) in die wenigstens eine Ultraschallvorrichtung (10) integriert ist.
8. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, aufgrund der bestimmten Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente eine momentan wirkende Kraftverteilung und/oder ein Abheben der wenigstens einen Komponente und/oder einen Kontakt der wenigstens einen Komponente zu bestimmen und vorzugsweise Informationen über die momentan wirkende Kraftverteilung und/oder ein Abheben der wenigstens einen Komponente und/oder einen Kontakt der wenigstens einen Komponente im Rahmen der Meldung auszugeben.
9. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, die Meldung auszugeben, falls eine durch die Auswerteeinheit (7) bestimmte momentan wirkende Kraftverteilung von einer vorgebbaren Referenzkraftverteilung abweicht.
10. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, die Meldung auszugeben, falls eine durch die Auswerteeinheit (7) bestimmte momentan wirkende Kraft einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet und/oder unterschreitet.
11. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, aufgrund der Maßänderung und/oder der Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente auf eine Verformung der wenigstens einen Komponente zu schließen und vorzugsweise Informationen über die Verformung der wenigstens einen Komponente im Rahmen der Meldung auszugeben.
12. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) und/oder eine zentrale Steuer- oder Regeleinheit der Kunststoffformgebungsmaschine dazu ausgebildet ist, die Meldung in Form eines Alarms auszugeben und/oder die Meldung in Form

einer Veränderung eines Steuersignals für die Kunststoffformgebungsmaschine auszugeben.

13. Kunststoffformgebungsmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das zu verändernde Steuersignal eine Soll-Größe, vorzugsweise eine Soll-Schließkraft, ist.
14. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteinheit (7) mit einer Anzeigevorrichtung, zum Anzeigen der Meldung, verbunden oder verbindbar ist.
15. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Sendeeinheit (10.2) und die wenigstens eine Empfangseinheit (10.1) baulich in einer Einheit kombiniert sind, vorzugsweise die wenigstens eine Sendeeinheit (10.2) und die wenigstens eine Empfangseinheit (10.1) durch dieselben Bauteile zum Erfüllen einer Sendefunktion und einer Empfangsfunktion ausgebildet sind.
16. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Ultraschallvorrichtungen (10) vorgesehen sind, wobei wenigstens zwei Sendeeinheiten (10.2) und wenigstens zwei Empfangseinheiten (10.1) an der wenigstens einen Komponente der Kunststoffformgebungsmaschine, welche wenigstens einen Komponente durch den wenigstens einen Antrieb einer Kraft und/oder einer der Kraft entgegengesetzten Gegenkraft ausgesetzt ist, angeordnet und/oder mit einer schallleitenden Verbindung mit der wenigstens einen Komponente verbunden und/oder in die wenigstens eine Komponente integriert sind.
17. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Ultraschallvorrichtungen (10) vorgesehen sind, wobei wenigstens zwei Sendeeinheiten (10.2) und wenigstens zwei Empfangseinheiten (10.1) an wenigstens zwei Komponenten der Kunststoffformgebungsmaschine, welche wenigstens zwei Komponenten durch den wenigstens einen Antrieb einer Kraft und/oder einer der Kraft entgegengesetzten Gegenkraft ausgesetzt sind, angeordnet und/oder mit einer schallleitenden

Verbindung mit den wenigstens zwei Komponenten verbunden und/oder in die wenigstens zwei Komponenten integriert sind.

18. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, aus separaten Messungen der wenigstens einen Ultraschallvorrichtung (10)

- eine Maßänderung der wenigstens einen Komponente und/oder
- eine Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente und/oder
- eine Veränderung der auf die Komponente wirkenden Kraft und/oder der Kraft entgegengesetzten Gegenkraft

zu bestimmen.

19. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, eine – vorzugsweise durch einen Temperatursensor festgestellte – Temperatur bei der direkten oder indirekten Bestimmung einer Maßänderung und/oder Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente zu berücksichtigen.

20. Kunststoffformgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (7) dazu ausgebildet ist, die Maßänderung und/oder die Positionsveränderung der wenigstens einen Komponente während des Betriebs der Kunststoffformgebungsmaschine zu bestimmen.

Innsbruck, am 14. August 2019