



österreichisches  
patentamt

(10)

AT 503 311 A2 2007-09-15

(12)

## Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 9285/2005**  
**PCT/CN2005/000889**

(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **B29C 45/54** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **21.06.2005**

(43) Veröffentlicht am: **15.09.2007**

(30) Priorität:

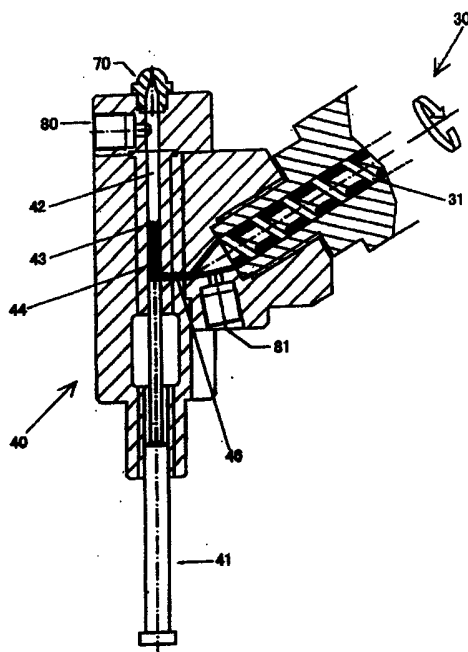
20.07.2004 CN 200410071333  
beansprucht.

(73) Patentanmelder:

THE HONG KONG POLYTECHNIC  
UNIVERSITY  
KOWLOON (WK)

### (54) VERTIKALE MIKROSPRITZGIESSMASCHINE

(57) Eine vertikale Mikrospritzgießmaschine enthält eine Plastifiziereinheit, in der ein Zuführkanal vorgesehen und eine Schnecke oder ein Kolben zur Förderung des schmelzflüssigen Materials im Zuführkanal angeordnet ist, eine Spritzeinheit zur Aufnahme einer dosierten Menge von schmelzflüssigem Material aus der Plastifiziereinheit, eine Spritzgießform zur Aufnahme der dosierten Menge von schmelzflüssigem Material aus der Spritzeinheit, und mindestens zwei Schubzylinder zum Schließen der Spritzgießform vor dem Einspritzen und Öffnen der Spritzgießform nach Verfestigen der Spritzgussteile, wobei die Spritzeinheit einen Spritzzylinder enthält, der Spritzzylinder mit dem Zuführkanal der Plastifiziereinheit verbunden ist und ein vertikal hin- und hergehender Kolben im Spritzzylinder vorgesehen ist, der bei seinem Aufwärtshub im Spritzzylinder oberhalb des schmelzflüssigen Materials vorhandene Luft austreiben und dann das schmelzflüssige Material in die Spritzgießform pressen kann. Mit der erfindungsgemäßen vertikalen Mikrospritzmaschine ist es möglich, die Notwendigkeit von Ventilen zu überwinden, Lufteinschlüsse im schmelzflüssigen Kunststoffmaterial zu vermeiden, Hochgeschwindigkeitsspritzen zu gewährleisten und tote Zonen als Fallen im Spritzprozess, die zu einer Minderung der Materialqualität führen, zu verringern.



AT 503 311 A2 2007-09-15

## Zusammenfassung:

Eine vertikale Mikrospritzgießmaschine enthält eine Plastifiziereinheit, in der ein Zuführkanal vorgesehen und eine Schnecke oder ein Kolben zur Förderung des schmelzflüssigen Materials im Zuführkanal angeordnet ist, eine Spritzeinheit zur Aufnahme einer dosierten Menge von schmelzflüssigem Material aus der Plastifiziereinheit, eine Spritzgießform zur Aufnahme der dosierten Menge von schmelzflüssigem Material aus der Spritzeinheit, und mindestens zwei Schubzylinder zum Schließen der Spritzgießform vor dem Einspritzen und Öffnen der Spritzgießform nach Verfestigen der Spritzgussteile, wobei die Spritzeinheit einen Spritzzylinder enthält, der Spritzzylinder mit dem Zuführkanal der Plastifiziereinheit verbunden ist und ein vertikal hin- und hergehender Kolben im Spritzzylinder vorgesehen ist, der bei seinem Aufwärtshub im Spritzzylinder oberhalb des schmelzflüssigen Materials vorhandene Luft austreiben und dann das schmelzflüssige Material in die Spritzgießform pressen kann. Mit der erfindungsgemäßen vertikalen Mikrospritzmaschine ist es möglich, die Notwendigkeit von Ventilen zu überwinden, Lufteinschlüsse im schmelzflüssigen Kunststoffmaterial zu vermeiden, Hochgeschwindigkeitsspritzen zu gewährleisten und tote Zonen als Fallen im Spritzprozess, die zu einer Minderung der Materialqualität führen, zu verringern.

### Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen eine Verbesserung an einer Spritzgießmaschine und genauer gesagt an einer vertikalen Mikrospritzgießmaschine.

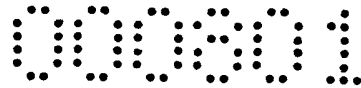
### Hintergrund der Erfindung

Es ist bekannt, dass das Spritzgießverfahren die Massenproduktion von komplizierten Teilen auf präzise Weise möglich macht. Daher werden für die Herstellung von Mikrobauteilen immer häufiger Spritzmaschinen eingesetzt.

Eine vertikale Spritzgießmaschine des Standes der Technik besteht aus einer entweder in einer horizontalen oder in einer vertikalen Ausrichtung angeordneten Spritzeinheit und einem Schließsystem, das vertikal ausgerichtet ist, um die eine Oberform und eine Unterform aufweisende Spritzgießform mit einer Kraft zusammen zu halten, die ausreicht, um der vom schmelzflüssigen Material ausgeübten Kraft zu widerstehen. Die Oberform und die Unterform definieren dazwischen einen Formhohlraum, wenn sie durch eine vertikale Relativbewegung zusammengebracht worden sind. Das schmelzflüssige Material kann in die Spritzgießform gespritzt werden. Nach Abkühlung und Verfestigung des Teils wird die Spritzgießform geöffnet, und das Teil kann ausgeworfen werden.

Auf Basis der bekannten vertikalen Spritzgießmaschinen enthält eine herkömmliche vertikale Mikrospritzgießmaschine weiters eine Plastifiziereinheit, eine Spritzeinheit und eine hin- und hergehende Schnecke, über die das schmelzflüssige Material einem Spritzzylinder der Spritzgießmaschine zugeführt wird. Das schmelzflüssige Material wird durch eine Vorwärtsbewegung der Schnecke eingespritzt, die das Material durch eine Düse in den gekühlten Formhohlraum presst. Nach Einspritzen eines gewünschten Materialvolumens vor der Schnecke wird die Axialbewegung der Schnecke gestoppt. Dann wird der Formhohlraum gekühlt und das eingespritzte Material in der gewünschten Gestalt des Teils fixiert.

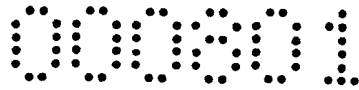
Das Spritzgießen von Mikroteilen erfordert die Einspritzung von sehr geringen Volumen an schmelzflüssigem Material mit hoher Präzision. Die bekannte vertikale Mikrospritzmaschine benützt Ventile zum Absperrern des schmelzflüssigen Materials und die Bewegungen von Schnecken und/oder Kolben zum Dosieren der exakten Menge an in den Formhohlraum zu spritzendem Material.



Die Konstruktion und Herstellung von Mikroventilen, bei denen sich kein schmelzflüssiges Material in einer toten Zone fangen kann, ist mit zahlreichen Schwierigkeiten verbunden. Daher wird mit vielen neuen auf dem Markt befindlichen Spritzgießmaschinenkonstruktionen versucht, diese Probleme zu lösen.

Aus der US 2002/00020943 A1 ist bekannt, dass eine Spritzgießmaschine zum Formen von Teilen in Mikrogröße einen Plastifizierabschnitt aufweist, der mit einem Spritzabschnitt und einem Formabschnitt in Wirkverbindung steht. Ein Ventilglied ist zum Öffnen und Schließen der Verbindung zwischen dem Plastifizierabschnitt und dem Spritzabschnitt vorgesehen. Der Plastifizierabschnitt enthält weiters einen Plastifizierluftzylinder, der einen Plastifizierkolben innerhalb der Plastifizierkammer oder -bohrung antreibt. Da der Plastifizierkolben jedoch in Abwärtsrichtung bewegt wird, um das schmelzflüssige Material zu komprimieren, kann der Einschluss von Luft im schmelzflüssigen Material nicht wirkungsvoll ausgeschlossen werden, was sich auf die Qualität der Mikroteile auswirkt.

Die US 6,403,010 B1 beschreibt ein Verfahren zum Spritzen von Kunststoff oder einem anderen spritzfähigen Material in eine Spritzgießform, umfassend das Fördern von schmelzflüssigem Material aus einer Plastifiziereinrichtung in eine Dosiereinrichtung mit einer ersten Fließverbindung zur Plastifiziereinrichtung, insbesondere in im Wesentlichen genau der in das Spritzgießwerkzeug einzubringenden Menge; das Fördern des schmelzflüssigen Materials in im Wesentlichen genau der in das Spritzgießwerkzeug einzubringenden Menge aus der Dosiereinrichtung in eine Spritzeinrichtung über eine zweite Fließverbindung unter gleichzeitigem Verhindern, dass schmelzflüssiges Material von der Dosiereinrichtung zurück in die Plastifiziereinrichtung fließt; das Einspritzen des gesamten in der Spritzeinrichtung vorhandenen Materials in das Spritzgießwerkzeug mit Hilfe eines Spritzkolbens unter gleichzeitigem Verhindern, dass Material aus der Spritzeinrichtung zurück in die Dosiereinrichtung fließt. Auf diese Weise kann, da das schmelzflüssige Material zuerst von oben nach unten und dann zum Komprimieren des schmelzflüssigen Materials horizontal befördert wird, der Einschluss von Luft im schmelzflüssigen Material nicht wirkungsvoll ausgeschlossen werden, was die Qualität der Mikro-



teile ebenfalls beeinflusst.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung wurde angesichts der oben genannten Probleme entwickelt, und ein Ziel der vorliegenden Erfindung liegt in der Schaffung einer vertikalen Mikrospritzgießmaschine, bei welcher die Notwendigkeit von Ventilen überwunden, der Einschluss von Luft im schmelzflüssigen Material vermieden und ein Hochgeschwindigkeitsspritzen ermöglicht wird. Die Erfindung verringert auch tote Zonen oder tote Ecken als Fallen im Spritzverfahren, die zu einer Minderung der Materialqualität führen, um zu vermeiden, dass minderes Material später zur Hauptverschmutzungsquelle wird.

Die erfindungsgemäße vertikale Mikrospritzgießmaschine enthält eine Plastifiziereinheit, in der ein Zuführ- und Schmelzkanal vorgesehen und eine Schnecke oder ein Kolben zur Förderung des schmelzflüssigen Material im Zuführkanal angeordnet ist, eine Spritzeinheit zur Aufnahme einer dosierten Menge von schmelzflüssigem Material aus der Plastifiziereinheit, eine Spritzgießform zur Aufnahme der dosierten Menge von schmelzflüssigem Material aus der Spritzeinheit, mindestens zwei Schubzylinder zum Schließen der Spritzgießform vor dem Einspritzen und Öffnen der Spritzgießform nach Verfestigen der Spritzgussteile, wobei die Spritzeinheit einen Spritzzylinder enthält, der Spritzzylinder mit dem Zuführkanal der Plastifiziereinheit verbunden ist und ein vertikal hin- und hergehender Kolben im Spritzzylinder vorgesehen ist, der bei seinem Aufwärtsschub im Spritzzylinder oberhalb des schmelzflüssigen Materials vorhandene Luft austreiben und dann das schmelzflüssige Material in die Spritzgießform pressen kann. Durch die Ausbildung, dass der Spritzzylinder vertikal positioniert ist und der Kolben das schmelzflüssige Material nach oben einspritzen kann, kann Luft oberhalb der Flüssigkeitssäule von schmelzflüssigem Material im Spritzzylinder ausgetrieben werden, um Lufteinschlüsse vor dem Pressen des schmelzflüssigen Materials in die Form auszuschalten.

Erfindungsgemäß wird bevorzugt, dass der Zuführkanal und der Spritzzylinder einen Winkel einschließen.

Erfindungsgemäß wird bevorzugt, dass ein horizontaler Einlasskanal mit dem Spritzzylinder und dem Zuführkanal der Plastifiziereinheit verbunden bzw. zwischen diesen angeordnet

ist.

Erfindungsgemäß wird bevorzugt, dass die Spritzgießmaschine weiters eine Druckfühlereinrichtung aufweist, die zur Messung des Drucks des einzuspritzenden schmelzflüssigen Materials nahe dem oberen Ende des Spritzzylinders vorgesehen ist. Beim Aufwärtsschub des Kolbens wird das von der Druckfühlereinrichtung gemessene Druckprofil zur Echtzeit-Berechnung des Ausmaßes des Aufwärtsschubs des Kolbens, das notwendig ist, um eine präzise Menge an schmelzflüssigem Material in die Form zu spritzen, und zur entsprechenden Steuerung der Bewegung des Kolbens in Echtzeit herangezogen. Der Druckfühlmechanismus schafft nämlich durch den Spritzprozess hindurch einen wirksamen Weg zur Vermeidung von Beschädigungen an der Form, wenn irgendein Feststoff die Form blockiert, und, was noch wichtiger ist, die Signatur der Druckveränderungen liefert ein wirksames Mittel zur Berechnung und Steuerung der genauen Menge von einzuspritzendem Material.

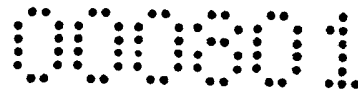
Erfindungsgemäß wird bevorzugt, dass die Spritzgießmaschine weiters einen Servomotor aufweist, der mit der Schnecke oder dem Kolben verbunden ist.

Erfindungsgemäß wird bevorzugt, dass die Spritzgießmaschine weiters ein Kolbenbetätigungsglied aufweist, das mit dem Kolben verbunden und von einem Motor angetrieben ist, der ein linearer Servomotor sein kann.

Erfindungsgemäß wird bevorzugt, dass die Spritzgießmaschine weiters eine Druck/Temperatur-Fühlereinrichtung aufweist, die zur Messung des Drucks und/oder der Temperatur des zuzuführenden schmelzflüssigen Materials nahe dem Ende des Zuführkanals der Plastifiziereinheit vorgesehen ist. Um die Plastifiziereinheit herum ist ein Wassermantel zur Wärmeisolierung vorgesehen.

Erfindungsgemäß wird bevorzugt, dass die Spritzgießform durch Synchronisation der Bewegungen von mindestens zwei elektrischen Schubzylindern geöffnet und geschlossen wird. Diese elektrischen Schubzylinder können nach Schließen der Spritzgießform unabhängig voneinander betätigt werden, um die Schließkraft jedes elektrischen Schubzylinders endgültig so einzustellen, dass die Schließkraft an den verschiedenen Stellen und/oder Seiten der Spritzgießform ausgeglichen ist.

Die Erfindung nutzt einen einfachen und sauberen Mechanismus zur Beseitigung des Lufteinschlussproblems beim Einspritzen und



der Notwendigkeit von Einweg- und/oder Sperrventilen. Durch Verwendung der gemessenen Druckprofilsignatur zur Steuerung der genauen Menge von eingespritztem schmelzflüssigem Material wird die Grundlage für einen neuen mechatronischen Ansatz für Hochgeschwindigkeitsspritzen und Präzisionsdosieren des unter schwierigen Bedingungen wie Kleinstformen und unregelmäßig gestalteten Formen etc. tatsächlich in den Formhohlraum gespritzten schmelzflüssigen Materials (schmelzflüssigen Kunststoffmaterials) geschaffen.

Die Erfindung lässt sich direkt bei der Konstruktion von Kunststoff-Spritzgießmaschinen für Teile in Miniaturgröße einsetzen. Sie bildet eine neue Basis für die nächste Generation von Mikrospritzgießmaschinen und liefert eine Grundlage für die Verwendung von mechatronischen Vorrichtungen wie Linearmotoren und Servomotoren für Hochgeschwindigkeitsspritzen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend anhand verschiedener Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die angeschlossenen Zeichnungen näher beschrieben, in denen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen vertikalen Mikrospritzgießmaschine ohne Darstellung des Einfülltrichters ist;

Fig. 2 eine Ansicht der in Fig. 1 gezeigten vertikalen Mikrospritzgießmaschine von rechts ist;

Fig. 3 eine Draufsicht auf die in Fig. 1 gezeigte vertikale Mikrospritzgießmaschine ist;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht der in Fig. 3 gezeigten vertikalen Mikrospritzgießmaschine ist;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen vertikalen Mikrospritzgießmaschine mit Einfülltrichter ist;

Fig. 6 eine Schnittansicht der in Fig. 5 gezeigten vertikalen Mikrospritzgießmaschine entlang der Mittelachsenlinie A-A derselben;

Fig. 7 eine Schnittansicht einer Plastifiziereinheit einer erfindungsgemäßen vertikalen Mikrospritzgießmaschine ist;

Fig. 8 eine vergrößerte Ansicht von Teil B der in Fig. 7 dargestellten Plastifiziereinrichtung ist;

Fig. 9 eine teilweise geschnittene Ansicht des Spritzabschnitts einer erfindungsgemäßen vertikalen Mikrospritzgießmaschine im Zuführstadium ist; und

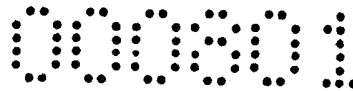


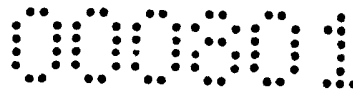
Fig. 10 eine teilweise geschnittene Ansicht des Spritzabschnitts einer erfindungsgemäßen vertikalen Mikrospritzgießmaschine im Spritzstadium ist.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung wird nun detailliert beschrieben. Unter Bezugnahme auf die Figuren sind die Fig. 1 bis 4 schematische Darstellungen einer erfindungsgemäßen vertikalen Mikrospritzgießmaschine, ohne den Einfülltrichter zu zeigen. Eine vertikale Mikrospritzgießmaschine enthält einen Maschinenträger 10, eine auf der Oberseite des Maschinenträgers 10 befestigte Basisplatte 12, eine über der Basisplatte 12 angeordnete stationäre Formschließplatte 14 und eine über der stationären Formschließplatte 14 angeordnete bewegliche Formschließplatte 16. Zwei oder mehr elektrische Schubzylinder 20 sind in dieser Ausführungsform symmetrisch an der Formschließplatte 14 vorgesehen. Die Schubzylinderstangen 22 der elektrischen Schubzylinder 20 sind über die stationäre Formschließplatte 14 mit der beweglichen Formschließplatte 16 verbunden. Die Schubzylinder 20 können Elektrozyylinder, Hydraulikzylinder oder Luftzylinder etc. sein.

Die erfindungsgemäße vertikale Mikrospritzgießmaschine enthält weiters eine Plastifiziereinheit 30, eine Spritzeinheit 40 und eine Spritzgießform 60, die alle entlang der Mittelachse der Maschine angeordnet sind. Die Plastifiziereinheit 30 kann das feste Material, z.B. Kunststoffmaterial, erweichen und die Zufuhr von schmelzflüssigem Kunststoffmaterial in die Spritzeinheit 40 steuern. Die Spritzgießform 60 besteht aus einer Oberform (beweglichen Formhälfte) und einer Unterform (feststehenden Formhälfte). Die Oberform und die Unterform definieren dazwischen einen Formhohlraum, wenn sie durch eine vertikale Relativbewegung zusammengebracht worden sind. Die Formschließplatten 14 und 16 halten die Spritzgießform 60 zusammen, und die Spritzgießform 60 kann durch Steuerung der Schubzylinderstangen 22 automatisch geöffnet und geschlossen werden. Zur Steuerung der Bewegung sämtlicher Abschnitte wird ein Steuersystem verwendet.

Die Fig. 5 und 6 veranschaulichen anhand von schematischen Darstellungen eine vertikale Mikrospritzmaschine gemäß der Erfindung mit einem Einfülltrichter, und die Fig. 7 und 8 sind detaillierte Schnittansichten der Plastifiziereinheit 30. Es ist



ersichtlich, dass die Plastifiziereinheit 30 einen oberen Abschnitt 38 und einen unteren Abschnitt 39 aufweist. Ein Einfülltrichter 32 ist am oberen Abschnitt 38 der Plastifiziereinheit 30 vorgesehen. In der vorliegenden Ausführungsform ist eine rotierende Schnecke 31 im Zuführkanal der Plastifiziereinheit 30 durch den oberen Abschnitt 38 und den unteren Abschnitt 39 hindurch eingesetzt. In anderen Konstruktionen kann anstelle der Schnecke 31 ein Kolben vorgesehen sein. Darüber hinaus ist ein Wassermantel 33 rund um den oberen Abschnitt 38, u.zw. am Ende des oberen Abschnitts 38 nahe dem unteren Abschnitt 39, vorgesehen. Im Wassermantel 33 fließt kaltes Wasser zur Wärmeisolation. Eine Klemme 34 ist im Verbindungsbereich zwischen oberem Abschnitt 38 und unterem Abschnitt 39 zum Verbinden und Festklemmen der beiden Abschnitte vorgesehen. Auf Basis des obigen Aufbaus wird festes Kunststoffmaterial in Granulat- oder Pulverform aus dem Einfülltrichter 32 in den Zuführkanal der Plastifiziereinheit 30 gespeist. Das Kunststoffmaterial wird in der Plastifiziereinheit 30 erhitzt und geschmolzen, wobei anstelle des Kunststoffmaterials auch andere spritzbare Materialien zum Spritzgießen verwendet werden können.

Die im Zuführkanal eingesetzte Schnecke 31 kann in der Plastifiziereinheit 30 rotieren. Die Rotation der Schnecke wird durch einen Motor erzeugt und bewirkt das Schmelzen, Mischen und Vorwärtsbewegen des schmelzflüssigen Kunststoffmaterials, so dass das schmelzflüssige Kunststoffmaterial durch einen horizontal angeordneten Einlasskanal 46 eingespritzt werden kann. Unter Bezugnahme auf Fig. 8 ist die Schnecke 31 in den Zuführkanal eingesetzt, und sie wird von einem im oberen Abschnitt 38 der Plastifiziereinheit 30 angeordneten Lager 37 abgestützt. Das Lager 37 ist über eine flache Unterlagscheibe 35 und einen Halterungsring 36 auf der Achsschulter angeordnet, wobei letzterer das Lager 37 an einer Bewegung in Achsrichtung hindern kann. Eine Druck/Temperatur-Fühlereinrichtung 81 ist zur Messung des Drucks bzw. der Temperatur des in einen Spritzzylinder 42 einzubringenden schmelzflüssigen Kunststoffmaterials nahe dem Ende des Zuführkanals vorgesehen. Die dynamische Veränderung des Flüssigkeitsdrucks wird von der Fühlereinrichtung 81 aufgezeichnet und zur Echtzeit-Berechnung der genauen Menge des durch Steuerung der Bewegung der Schnecke



31 in die Spritzeinheit 40 einzubringenden schmelzflüssigen Kunststoffmaterials herangezogen.

Aus den Fig. 9 und 10 ist ersichtlich, dass die Spritzeinheit 40 einen Spritzzylinder 42 enthält, der über den Einlasskanal 46 mit dem Zuführkanal der Plastifiziereinheit 30 verbunden ist. Der Spritzzylinder 42 und der Zuführkanal schließen ein Winkel ein. Ein Plungerkolben 41 ist im Spritzzylinder 42 eingesetzt und in diesem hin und her beweglich, so dass der Zuführkanal zuerst durch den Kolben 41 abgesperrt wird und dann die dosierte Menge von schmelzflüssigem Kunststoffmaterial durch den Kolben 41 nach oben in den Spritzzylinder 42 gedrückt werden kann. Eine Düse 70 ist am oberen Ende des Spritzkanals axial fluchtend mit diesem vorgesehen. Die Düse 70 steht in Eingriff mit einem Einguss der Spritzgießform 60, um das Einspritzen des schmelzflüssigen Kunststoffmaterials durch den Einguss in die Spritzgießform zu gestatten. Je nach Konstruktion der Form kann die Düse 70 fakultativ sein.

Nahe dem oberen Ende des Spritzzylinders 42 ist eine Druckfühlereinrichtung 80 zur Messung des Drucks des einzuspritzenden schmelzflüssigen Kunststoffmaterials angebracht. Anstelle der Druckfühlereinrichtung kann eine Druck/Temperatur-Fühlereinrichtung vorgesehen sein, die auch die Temperatur des zu Formpresstoffs messen kann. Bei der Vorwärtsbewegung des Kolbens 41 wird die dynamische Veränderung des Flüssigkeitsdrucks aufgezeichnet und zur Echtzeit-Berechnung herangezogen, wodurch der Vorschub des Kolbens 41 exakt gestoppt werden kann, um die genaue Menge von schmelzflüssigem Kunststoffmaterial in die Spritzgießform 60 zu spritzen.

Der Spritzgießprozess erfolgt zyklisch. Der Spritzgießzyklus der erfindungsgemäßen vertikalen Mikrospritzgießmaschine ist in fünf Stufen unterteilt. Die erste ist die Zuführstufe, die zweite die Stufe des Absperrens des Zuführkanals durch den Vorschub des Kolbens 41, die dritte ist die Spritzstufe, die vierte die Formstufe und die fünfte die Auswurfstufe.

Fig. 9 ist eine teilweise geschnittene Ansicht einer erfindungsgemäßen vertikalen Mikrospritzgießmaschine in der Zuführstufe. In der Zuführstufe wird das feste Kunststoffmaterial aus dem Einfülltrichter 32 der Plastifiziereinheit 30 zugeführt und dort geschmolzen. Dann wird



das schmelzflüssige Kunststoffmaterial durch den Einlasskanal 46 unter entsprechender Rotation der Schnecke 31 in den Spritzzylinder 42 gespeist. Ein Plastifiziermotor 51 wird zur Rotation der Schnecke 31 verwendet. Für die Präzisionssteuerung der Schmelz- und Zuführschnecke kann der Plastifiziermotor 51 als Servomotor zur Rotation der Schnecke 31 ausgebildet sein. Für Modelle, für die eine geringere Präzision erforderlich ist, kann ein Schrittmotor als Plastifiziermotor 51 eingesetzt werden. Zu diesem Zeitpunkt wird der Kolben 41 bis knapp unterhalb des Einlasskanals 46 zurückgezogen. Eine dosierte Menge von schmelzflüssigem Kunststoffmaterial wird dabei in den Spritzzylinder 42 gespeist. Das heißt, der Einlasskanal 46 wird durch Zurückziehen des Kolbens 41 im Zuführstadium geöffnet und die entsprechende Menge von schmelzflüssigem Kunststoffmaterial durch die gesteuerte Rotation der Zuführschnecke 31 mit Hilfe des Steuersystems in den Spritzzylinder 42 gespeist.

Fig. 10 ist eine teilweise geschnittene Ansicht einer erfindungsgemäßen vertikalen Mikrospritzgießmaschine im Spritzstadium. Nach Einspeisung der entsprechenden Menge von schmelzflüssigem Kunststoffmaterial in den Spritzzylinder 42 beginnt der Kolben 41 sich nach oben zu bewegen, und er schließt dabei zuerst den Zuführkanal. Aufgrund der Schwerkraft wird der Flüssigkeitsspiegel während des Aufstiegs des Kolbens unter anfänglichem Austreiben von oberhalb der Flüssigkeit befindlicher Luft aufrecht erhalten. Wenn die Flüssigkeitssäule 44 die Öffnung der Düse 70 oder bei manchen Formkonstruktionen, wo keine Düse 70 erforderlich ist, die Öffnung der Zuführeinrichtung in den Formhohlraum erreicht, wird ein Anstieg des Drucks im schmelzflüssigen Kunststoffmaterials vom Druckmessfühler 80 registriert. Diese erfasste Drucksignatur wird zur Echtzeit-Berechnung der Position herangezogen, in der das oberste Niveau des schmelzflüssigen Kunststoffmaterials die Öffnung der Düse 70 erreicht, und wann die exakte Menge an Flüssigkeit in den Formhohlraum gespritzt worden ist, um den Vorschub des Kolbens 41 in der genauen Position zu stoppen. Bei einer anderen Konstruktionsvariante der Form ohne Düse 70 wird mindestens eine Verengung in der Form vorgesehen, die dieselbe Funktion wie die Düse 70 zur Herbeiführung der Druckveränderung hat. Für eine hohe Beschleunigung, hohe Geschwindigkeit und Präzisionssteuerung des Aufwärtsspritzprozesses wird ein

linearer Servomotor 50 verwendet, um den Kolben 41 mit Hilfe eines Kolbenbetätigungsglieds 52 zu verschieben. Aufgrund seiner hohen Beschleunigung wird durch den Einsatz eines linearen Servomotors beim Spritzen die Spritzgeschwindigkeit stark erhöht und ein viel höheres Präzisionsniveau erreicht, als mit anderen Mechanismen nicht möglich ist. Für eine Konstruktionsvariante mit geringerer Beschleunigung können andere Mittel wie ein Hydraulik- oder Servomotor plus Schnecke und/oder Nocke verwendet werden. Im Spritzstadium fällt bei dieser Spritzgießmaschine, die unabhängig von der Ausbildung eines Absperrventils und mit Echtzeit-Drucksignaturanalyse arbeitet, das bei horizontalen Spritzgießmaschinen auftretende Problem des Lufteinschlusses weg, es gibt keine toten Zonen mehr in Absperrventilen, und es ist ein Hochpräzisionsverfahren zur exakten Dosierung der in einen Formhohlraum zu spritzenden Menge von schmelzflüssigem Kunststoffmaterial vorgesehen.

Nach Spritzen der entsprechenden Menge von schmelzflüssigem Kunststoffmaterial in die Spritzgießform 60 beginnt das Formstadium. Das im Formhohlraum befindliche schmelzflüssige Kunststoffmaterial wird abgekühlt und verfestigt sich. Danach beginnt das Entformungsstadium, d.h. die Spritzgießform 60 wird mit Hilfe der zwei oder mehr Schubzylinder 20 geöffnet, und die Spritzgussteile können ausgeworfen werden. Der Kolben 41 wird dann wieder bis knapp unter den Einlasskanal 46 zurückgezogen, und die Spritzgießform 60 wird mit Hilfe der zwei oder mehr Schubzylinder für den nächsten Spritzvorgang geschlossen. Anschließend kann der nächste Zyklus gestartet werden. Im Prozess wird zur Präzisionssteuerung des Geschwindigkeitsprofils, des Kraftprofils etc. des Formschließprozesses ein Servomotor plus Schneckenanordnung (z.B. Servomotor-Schubzylinder) verwendet, um den Formschließprozess zu aktivieren. Weiters können die elektrischen Schubzylinder 20 nach Schließen der Spritzgießform 60 zur endgültigen Einstellung der Schließkraft jedes elektrischen Schubzylinders 20 zwecks Ausgleichens der Schließkraft an den verschiedenen Stellen und/oder Seiten der Spritzgießform 60 unabhängig voneinander betätigt werden. Zur Phasenverriegelung der Bewegung sämtlicher Servomotoren zwecks Erzielung derselben Bewegung auf allen Seiten der beweglichen Formplatte wird ein spezieller Steueralgorithmus verwendet. Bei

einer preiswerteren Konstruktionsvariante können andere, preiswertere Mechanismen wie Hydraulikzylinder verwendet werden. Der oben genannte Prozess wird durch das Steuersystem gesteuert, das ein Computersystem sein kann. Das Steuersystem steuert alle beweglichen Teile der Spritzgießmaschine in den verschiedenen Stufen und detektiert jedes Stadium- und Rückkopplungssignal zur Beendigung des Zyklus. Der Druckmessfühlermechanismus gewährleistet während des Spritzprozesses ebenfalls einen wirksamen Weg, Schäden an der Form durch etwaige Feststoffe, die die Form blockieren, zu vermeiden. Ein plötzlicher Druckanstieg an einer ungeeigneten Stelle während des Vorschubs des Kolbens 41 ist beispielsweise ein Anzeichen für eine Blockierung oder andere Probleme in der Form, die die Steuerung zu beachten hat, wobei das Steuersystem einen Alarm auslösen und den Vorschub des Kolbens entsprechend dem Rückkopplungssignal eines Messfühlers stoppen kann, um eine Beschädigung an der Form zu vermeiden.

Wie oben beschrieben, ist ersichtlich, dass die Erfindung einen einfachen und sauberen Mechanismus zur Überwindung des Lufteinschlussproblems beim Spritzen und der Notwendigkeit von Einweg- und/oder Sperrventilen verwendet. Sie schafft die Grundlage für einen neuen mechatronischen Ansatz für Hochgeschwindigkeitsspritzen und Präzisionsdosieren der unter schwierigen Bedingungen, wie Kleinstformen und unregelmäßig gestalteten Formen etc., tatsächlich in den Formhohlraum gespritzten Schmelzflüssigkeit (schmelzflüssiges Kunststoffmaterial).

Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben. Selbstverständlich werden dem Fachmann nach Lesen und Verstehen der obigen detaillierten Beschreibung der Erfindung Änderungen und Modifikationen in den Sinn kommen. Solange sie in den Bereich der Erfindung fallen, sollen alle derartigen Modifikationen und Änderungen hierin enthalten sein.

## Patentansprüche:

1. Vertikale Mikrospritzgießmaschine zum Formen von Mikroteilen, mit  
einer Plastifiziereinheit (30), in der ein Zuführ- und Schmelzkanal vorgesehen und eine Schnecke oder ein Kolben (31) zur Förderung von schmelzflüssigem Material im Zuführkanal angeordnet ist,  
einer Spritzeinheit (40) zur Aufnahme einer dosierten Menge von schmelzflüssigem Material aus der Plastifiziereinheit (30),  
einer Spritzgießform (60) zur Aufnahme der dosierten Menge von schmelzflüssigem Material aus der Spritzeinheit (40), und  
mindestens zwei Schubzylindern (20) zum Schließen der Spritzgießform (60) vor dem Spritzen und zum Öffnen der Spritzgießform (60) nach Verfestigen der Spritzgussteile,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Spritzeinheit (40) einen Spritzzylinder (42) enthält, der Spritzzylinder (42) mit dem Zuführkanal der Plastifiziereinheit (30) verbunden ist und ein vertikal hin- und hergehender Kolben (41) im Spritzzylinder (42) vorgesehen ist, der bei seinem Aufwärtshub im Spritzzylinder (42) oberhalb des schmelzflüssigen Materials vorhandene Luft austreiben und dann das schmelzflüssige Material in die Spritzgießform (60) pressen kann.
2. Vertikale Mikrospritzgießmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zuführkanal und der Spritzzylinder (42) einen Winkel einschließen.
3. Vertikale Mikrospritzgießmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein horizontaler Einlasskanal (46) mit dem Spritzzylinder (42) und dem Zuführkanal der Plastifiziereinheit (30) verbunden bzw. zwischen diesen angeordnet ist.
4. Vertikale Mikrospritzgießmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckfühlereinrichtung (80) zur Messung des Drucks des einzuspritzenden schmelzflüssigen Materials nahe dem oberen Ende des Spritzzylinders (42) vorgesehen ist.
5. Vertikale Mikrospritzgießmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckfühlereinrichtung (80) das Druckprofil des schmelzflüssigen Materials während des Aufwärtshubs des Kolbens (41) misst und das Druckprofil zur

Echtzeit-Berechnung des Ausmaßes des Aufwärtshubs des Kolbens (41) zur entsprechenden Steuerung der Bewegung des Kolbens (41) in Echtzeit und zum Einspritzen der exakten Menge von schmelzflüssigem Material in die Spritzgießform (60) herangezogen wird.

6. Vertikale Mikrospritzgießmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Servomotor mit der Schnecke oder dem Kolben (31) verbunden ist.

7. Vertikale Mikrospritzgießmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kolbenbetätigungsglied (52) mit dem Kolben (41) verbunden und von einem Motor angetrieben ist, wobei der Motor ein linearer Servomotor ist.

8. Vertikale Mikrospritzgießmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druck/Temperatur-Fühlereinrichtung (81) zur Messung des Drucks und/oder der Temperatur des zuzuführenden schmelzflüssigen Materials nahe dem Ende des Zuführkanals der Plastifiziereinheit (30) vorgesehen ist.

9. Vertikale Mikrospritzgießmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass um die Plastifiziereinheit (30) herum ein Wassermantel (33) zur Wärmeisolierung vorgesehen ist.

10. Vertikale Mikrospritzgießmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spritzgießform (60) durch Synchronisation der Bewegungen von mindestens zwei elektrischen Schubzylindern (20) geöffnet und geschlossen wird.

11. Vertikale Mikrospritzgießmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Schubzylinder (20) nach Schließen der Spritzgießform (60) unabhängig voneinander betätigt werden können, um die Schließkraft jedes elektrischen Schubzylinders (20) endgültig so einzustellen, dass die Schließkraft an den verschiedenen Stellen und/oder Seiten der Spritzgießform (60) ausgeglichen ist.

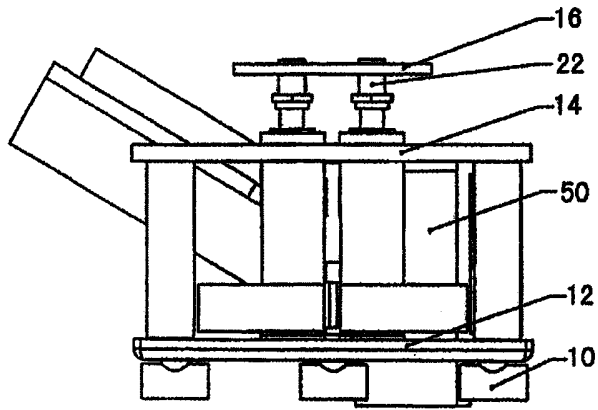


FIG. 1

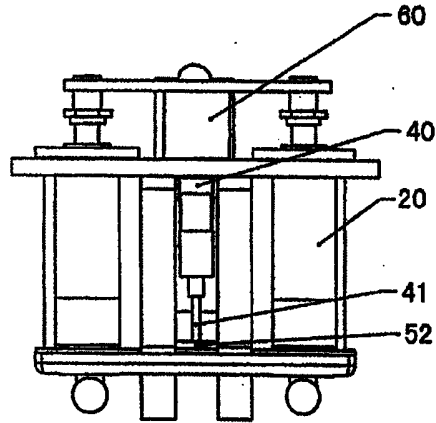


FIG. 2

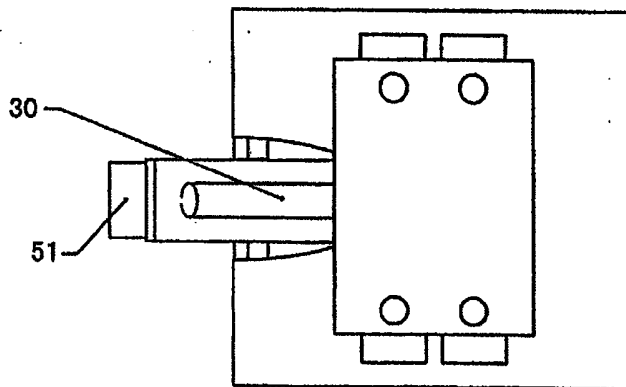


FIG. 3

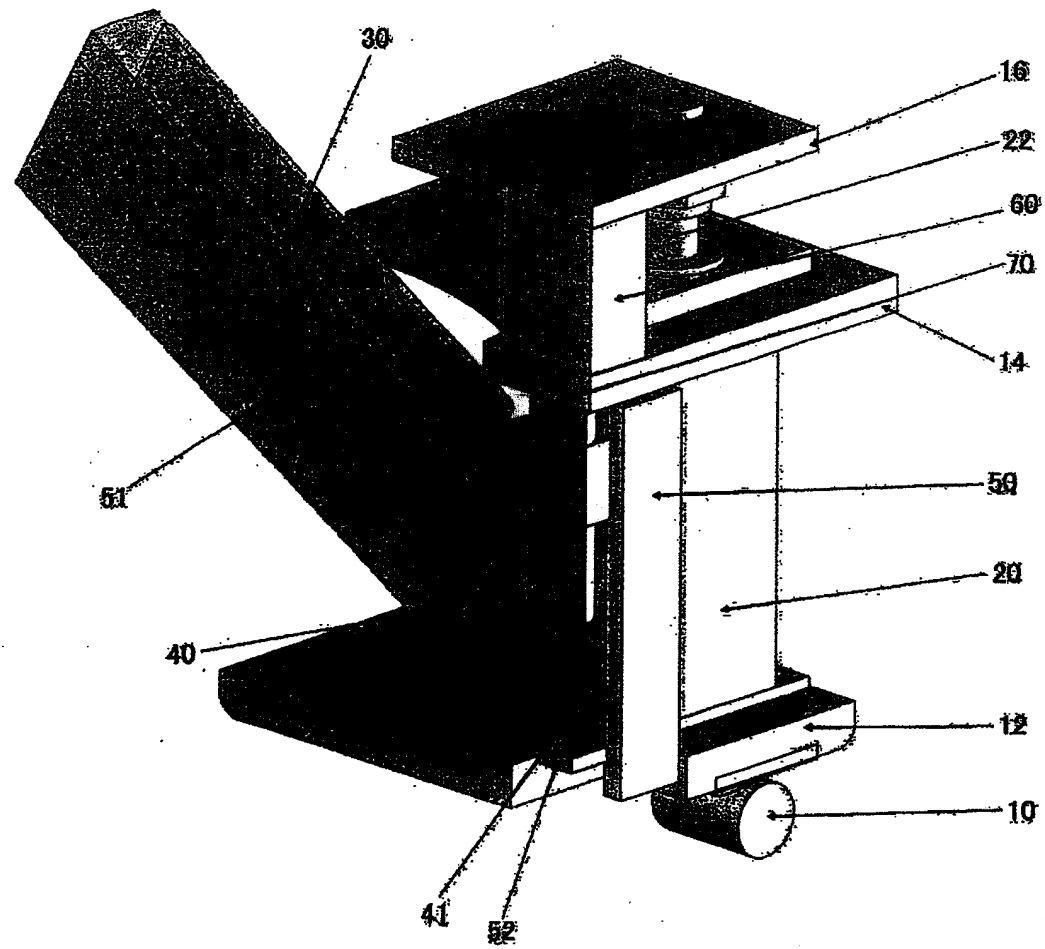
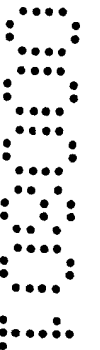


FIG. 4



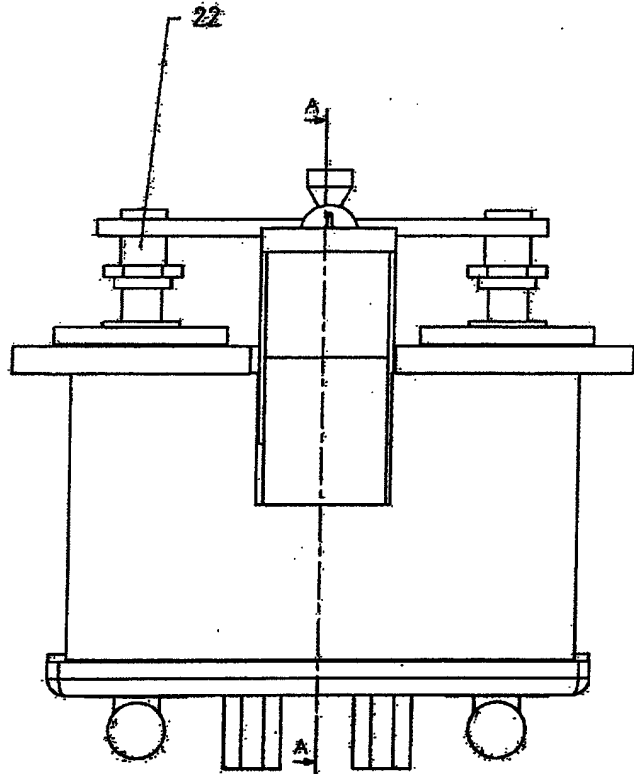


FIG. 5

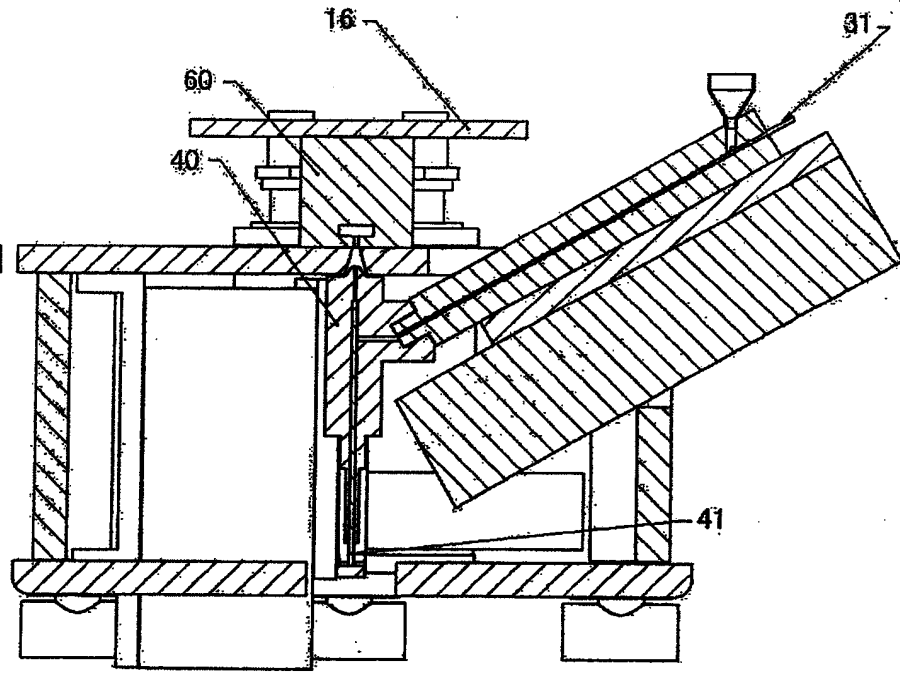
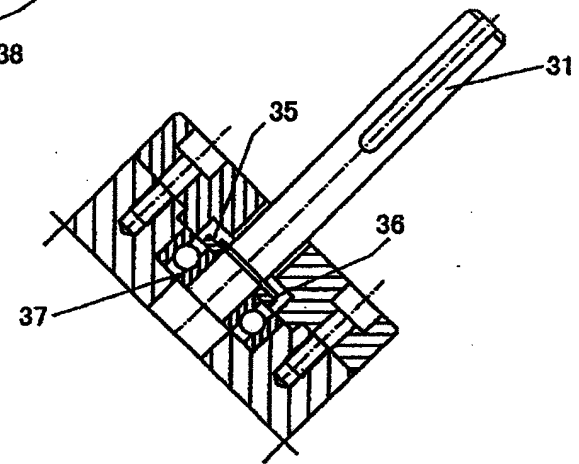
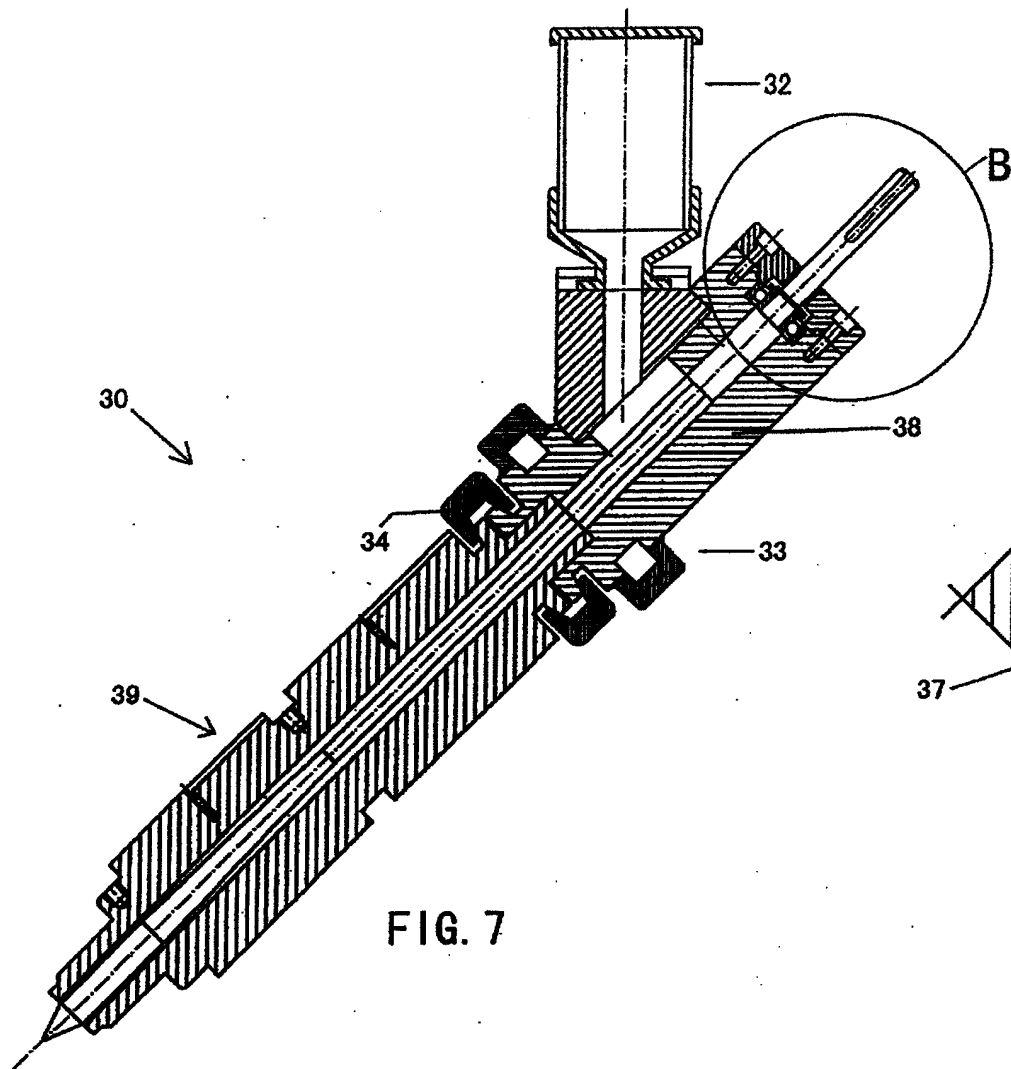


FIG. 6



SECRET

