DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 275 419 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) B 22 C 9/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 22 C / 319 715 7 (22) 13.09.88 (44) 24.01.90

(71) Technische Universität „Otto von Guericke", PSF 124, Magdeburg, 3010, DD
(72) Mikula, Jan, Dipl.-Ing., CS; Bähr, Rüdiger, Dr.-Ing., DD; Ambos, Eberhard, Prof. Dr.-ing. habil., DD

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von verlorenen Gießformen

(55) Gießform verlorene, Formstoff, Formstoffblock, Gießen, Rohteil, Werkzeugelement rotierend, Formhohlraum, Trägerelement nicht- bzw. halbstarr

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von verlorenen Gießformen aus Formstoff, die in der Kleinserien- und Einzelfertigung zum Gießen von der Endform weitestgehend angenäherten Rohteilen verwendet werden. Dabei wird diese Endform, ausgehend von einem der Form des Rohteils grob angenäherten Gestalt, schrittweise mit Hilfe von rotierenden Werkzeugelementen erzeugt. Als Werkzeugelemente sind Bearbeitungselemente (6.1, 6.2, 11.1, 11.2) an mindestens zwei nicht- bzw. halbstarren Trägerelementen (6, 11) befestigt, die in einem antreibbaren Mitnehmer (3) in ihrer Länge veränderbar geführt sind. Dadurch ist es möglich, auch komplizierte Formen wie Hinterschneidungen u. ä. ohne Modelle und ohne Formteilung herzustellen. Die Trägerelemente (6, 11) werden entsprechend dem zu fertigenden Durchmesser mehr oder weniger aus dem Mitnehmer (3) herausgeführt und tragen mit ihren einfach gestalteten Bearbeitungselementen (6.1, 6.2, 11.1, 11.2) den Formstoff ab. Fig. 2

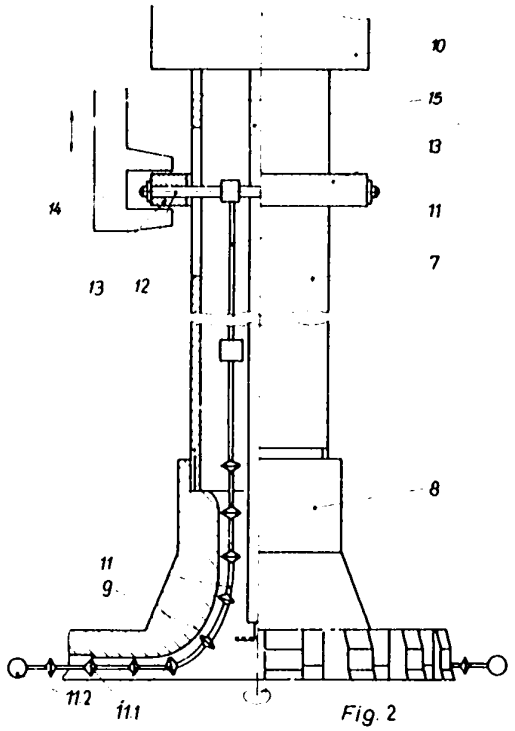


Fig. 2

ISSN 0433-6461

8 Seiten

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von verlorenen Gießformen durch Bearbeitung von verdichteten und/oder ausgehärtetem Formstoff mittels rotierender aktiver Werkzeugelemente, **gekennzeichnet dadurch,** daß in einem Formstoffblock (1) ein Hohlraum (2) mit einer der Form des Rohteils grob angenäherten Gestalt erzeugt wird, anschließend die von dieser Grundform abweichenden Formelemente mit größerem Querschnitt mit den aktiven Werkzeugelementen zunächst grob herausgearbeitet werden und abschließend die Kontur des dem Rohteil entsprechenden Formhohlraumes (5) mit den Werkzeugelementen fertig bearbeitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß die grob angenäherte Gestalt mit Hilfe der aktiven Werkzeugelemente aus dem Formstoffblock (1) herausgearbeitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß die grob angenäherte Gestalt bereits bei der Herstellung des Formstoffblockes (1) vorgeformt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Fertigbearbeitung aus den Teilschritten Feinbearbeitung, Glätten, bzw. Verdichten und/oder Besprühen der Oberfläche besteht.
5. Vorrichtung zur Herstellung von verlorenen Gießformen durch Bearbeitung von verdichtetem und/oder ausgehärtetem Formstoff mittels rotierender aktiver Werkzeugelemente, die mit einem rotatorischen Antrieb in Verbindung stehen, **gekennzeichnet dadurch,** daß als aktive Werkzeugelemente im Verhältnis zum Querschnitt des Formhohlraumes (5) Bearbeitungselemente (6.1, 6.2) geringer Größe an mindestens zwei nicht bzw. halbstarren Trägerelementen (6) befestigt sind, die in einem drehfest mit dem rotatorischen Antrieb verbundenen länglichen Mitnehmern (3.7) in ihrer Länge veränderbar geführt sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **gekennzeichnet dadurch,** daß als aktive Bearbeitungselemente (6.1, 6.2) rotationssymmetrische, prismatische oder hebelförmige Teile verwendet werden.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, **gekennzeichnet dadurch,** daß als aktive Bearbeitungselemente (6.1, 6.2) vorwiegend flächige Teile verwendet werden.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 und 7, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Bearbeitungselemente (6.1, 6.2) zusätzlich Kanten bzw. Spitzen aufweisen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 5 bis 8, **gekennzeichnet dadurch,** daß zusätzlich zu den Bearbeitungselementen (6.1, 6.2) Schutzelemente mit kleinerem Durchmesser als die Bearbeitungselemente (6.1, 6.2) auf den Trägerelementen (6) befestigt sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Bearbeitungselemente (6.1, 6.2) und die Schutzelemente auf den Trägerelementen (6) verschiebbar angeordnet und gegeneinander verspannbar sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 5, **gekennzeichnet dadurch,** daß das Trägerelement (6) aus einem in einer biegsamen Hülle geführten Seil bzw. Drahtseil besteht, an dessen freiem Ende sich das Bearbeitungselement befindet.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **gekennzeichnet dadurch,** daß das Bearbeitungselement aus der starren Verbindung der freien Enden der biegsamen Hülle und dem Seil bzw. Drahtseil besteht.
13. Vorrichtung nach Anspruch 5 bis 12, **gekennzeichnet dadurch,** daß an der freien Stirnseite des Mitnehmers aktive Bearbeitungselemente (4) angeordnet sind.
14. Vorrichtung nach Anspruch 5 bis 13, **gekennzeichnet dadurch,** daß die nicht bzw. halbstarren Trägerelemente (6) mit einer automatischen Positioniereinheit verbunden sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 5 bis 14, **gekennzeichnet dadurch,** daß der Mitnehmer (3.7) hohl ausgebildet ist und an seinem freien Ende Öffnungen aufweist.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von verlorenen Gießformen aus Formstoff, die in der Kleinserien- und Einzelfertigung zum Gießen von der Endform weitestgehend angenäherten Rohteilen verwendet werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Die Herstellung von Rohteilen durch Gießen ist in Anbetracht der verhältnismäßig hohen Kosten der Fertigung der Urformwerkzeuge meist nur für die Groß- und Mittelserienfertigung kostengünstig. Um auch bei der Kleinserien- und Einzelfertigung eine ausreichend hohe Effektivität zu erzielen, hat man bereits Modelle entwickelt, die es ermöglichen, Gußteile unterschiedlicher Gestalt und Abmessungen zu fertigen, wobei eine weitestgehende Annäherung des Modells an die Endform des Rohteiles gewährleistet wird. Dazu besteht das Modell aus einzelnen Elementen unterschiedlicher, einfacher geometrischer Form, die auf einer Modellplatte je nach geforderter Form übereinander und nebeneinander angeordnet sind (DD-PS 213144). Bei Verwendung dieser Dauermodelle sind Aushebeschrägen vorzusehen, die einen erhöhten Materialaufwand bedingen.
Eine weitere Möglichkeit der Herstellung von Gießformen besteht gemäß DE-AS 2605687 darin, den Formhohlraum ohne Verwendung von Modellen mit Hilfe von Schneid- und Fräswerkzeugen aus einem Formstoffblock herauszuarbeiten, wobei die aktiven Werkzeuge mit einer Profilier- oder Kopierfräsmaschine in Wirkverbindungen stehen und nach einem vorbestimmten Programm, das in der Profilier- oder Kopierfräsmaschine eingestellt ist, bewegt werden. Dazu sind diese Werkzeuge in einem Messerhalter befestigt, der wiederum starr mit einem beweglichen Rahmen verbunden ist.
Der Nachteil beider Verfahren besteht darin, daß in jedem Fall eine geteilte Form hergestellt werden muß, d.h. die im Formstoff zu speichernde Form des Rohteils wird in zwei Formstoffblöcke eingearbeitet, die anschließend zusammengesetzt werden müssen. Das erfordert einen hohen zeitlichen Aufwand und eine sehr genaue Fixierung der flexiblen Modelle in Über- und Unterkasten im ersten Fall bzw. eine genaue Arbeitsweise der Werkzeuge und der Maschinen im Fall des Ausfräsens der Form. Beim Zusammensetzen der beiden Formkastenhälften ist Versatz zu vermeiden.
Das Ausfräsen des Hohlraumes hat ferner den Nachteil, daß zur Realisierung verschiedener Formen entsprechend unterschiedlich geformte Werkzeuge zur Verfügung stehen müssen. Ihre Herstellung ist teuer, die Montage zeitaufwendig. Der Werkzeugwechsel verhindert einen kontinuierlichen Ablauf der Formherstellung und bildet ein wesentliches Hindernis der Automatisierung. Bestimmte Formen, beispielsweise Kegel bzw. konische Erweiterungen, lassen sich mit den genannten Werkzeugen nicht herstellen. Ferner besteht beim Herausfahren der Werkzeuge aus dem gefertigten Hohlraum die Gefahr der Beschädigung der Oberfläche.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von verlorenen Gießformen, das bzw. die einen verringerten technologischen und zeitlichen Aufwand erfordern und einen erweiterten Anwendungsbereich besitzten.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Ausgehend von der Grundidee der in der DD-PS 213144 aufgezeigten technischen Lösung, die Gießform mit Hilfe eines der Endform des Rohteils angenäherten Modells herzustellen, liegt der Gedanke nahe, den Formhohlraum ebenfalls als an das Rohteil angenäherte Form aus einem einzigen Formstoffblock herauszuarbeiten. Somit liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von ungeteilten verlorenen Gießformen zu entwickeln, mit denen auch kompliziertere, in Gestalt und Abmessung variierende Formhohlräume auf einfache Weise und mit einfachen und einfach auswechselbaren Werkzeugen hergestellt werden können.
Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch folgende Verfahrensschritte gelöst:
1. In einem Formstoffblock wird ein den groben Abmessungen der Grundform des zu fertigenden Rohteiles entsprechender Hohlraum erzeugt.
2. Die von dieser Grundform abweichenden Formelemente mit größerem Querschnitt werden zunächst grob herausgearbeitet.
3. Die Konturen des dem zu fertigenden Rohteil entsprechenden Formhohlraumes werden fertig bearbeitet.

Der im ersten Schritt zu erzeugende Hohlraum kann beispielsweise mit Hilfe von Bearbeitungswerkzeugen aus dem Formstoffblock herausgearbeitet, d.h. vorgebohrt werden.
Zur Einsparung von Arbeitszeit und Formstoff ist es jedoch günstiger, den Hohlraum bereits bei der Herstellung des Formstoffblockes vorzuformen. Dies wird vor allem beim wiederholten Herstellen ein und desselben Ausgangshohlraumes der Fall sein. Der vorgebohrte bzw. vorgeformte Hohlraum ist Voraussetzung für die weitere Bearbeitung. Seine Länge entspricht im allgemeinen der Länge des Rohteiles, seine Form wird im wesentlichen eine einfach herstellbare, glatte Kontur aufweisen. Praktisch werden demzufolge zylindrische oder konische Hohlräume hergestellt. Der Querschnitt dieser Hohlräume darf in keinem Längenabschnitt größer sein als der in diesem Abschnitt vorgesehene Querschnitt des Rohteiles.
Bei der sich anschließenden Grobbearbeitung werden Querschnittserweiterungen herausgearbeitet, die bereits die grob angenäherte Kontur des Rohteiles bilden. Diese Konturen werden stufenweise je nach Kompliziertheit und Menge des abzutrennenden Formstoffes gebildet.
Der dritte Bearbeitungsschritt beinhaltet die Fertigbearbeitung der Kontur des Formhohlraumes. Es werden die endgültige Maßhaltigkeit sowie die gewünschte Oberflächengüte angestrebt. Hierbei kann auch ein abschließendes Glätten, Verdichten und/oder Besprühen der Oberflächen erfolgen.
Zum Glätten und/oder Verfestigen der Oberfläche wird dem Formhohlraum ein an sich bekanntes Mittel zugeführt. Wird dieses Mittel während des Eingriffs der aktiven Werkzeugelemente zugeführt, so läßt sich dadurch neben einer gleichmäßigen Verteilung auch eine intensive Einarbeitung in die Oberfläche des Formhohlraumes erreichen.
Die erfindungsgemäße Aufgabe wird ferner durch die nachfolgend beschriebene Vorrichtung zur Herstellung der Gießform gelöst. Diese Vorrichtung besteht aus einem stabförmigen, drehbar gelagerten und um seine Achse antreibbaren Mitnehmer, in dem mindestens zwei nicht- bzw. halbstarre, in ihrer Länge veränderbare Trägerelemente geführt sind. An diesen sind die aktiven Bearbeitungselemente befestigt. Zur Vermeidung von Unwuchten sind die Trägerelemente in gleichmäßiger

Winkelteilung an dem Mitnehmer angeordnet. Die Bearbeitungselemente sind an ihren Trägerelementen so angeordnet, daß sie bei Rotation des Mitnehmers keine Umwucht erzeugen.
Als aktive Bearbeitungselemente können beispielsweise flächige Teile wie Dreieckscheiben, Sterne o.ä. aber auch Kugeln, Quader u.a. mit oder ohne Kanten verwendet werden.
Als nicht- bzw. halbstarre Trägerelemente können Seile, Drahtseile, Blechstreifen, Ketten o.ä. verwendet werden.
Zum Schutz dieser Trägerelemente gegen den durch den abgetragenen Formstoff verursachten Verschleiß können zusätzlich zu den Bearbeitungselementen Schutzelemente auf den Trägerelementen angeordnet sein, wobei der Durchmesser der Schutzelemente nicht größer sein darf als der der Bearbeitungselemente. Zur Erhöhung der Abtragleistung ist es günstig, während der Bearbeitung eine möglichst hohe Steifigkeit des Trägerelementes zu erreichen. Das ist dadurch möglich, daß die Bearbeitungselemente und, sofern vorhanden, die Schutzelemente auf dem Trägerelement verschiebbar angeordnet und gegeneinander verspannbar sind.
Eine weitere Möglichkeit der Erhöhung der Steifigkeit besteht darin, die Trägerelemente in elastischen Hülsen zu führen und die freien Enden fest miteinander zu verbinden, die dann die Funktion des Bearbeitungselementes wahrnehmen. Zusätzlich können Trägerelement und Hülse miteinander verspannt sein.
Zur Erzeugung des Hohlraumes gemäß des ersten Bearbeitungsschrittes in den Formstoffblock sind an der Stirnseite des Mitnehmers als Bohr- und Fräswerkzeug wirkende Bearbeitungselemente angeordnet. Zur Bearbeitung unterschiedlicher Innendurchmesser sowie zur Herstellung von konischen Formelementen bzw. Konturen mit Innenradien ist es vorteilhaft, daß die nichtstarren Trägerelemente mit einem Antrieb in Verbindung stehen, der mit einer Steuereinrichtung gekoppelt ist. Dadurch ist es möglich, die Trägerelemente während des Eingriffs der aktiven Bearbeitungselemente nach einem Bearbeitungsprogramm zu verkürzen oder zu verlängern.
Um in dem abschließenden Arbeitsschritt die den Formhohlraum begrenzenden Flächen besprühen zu können, ist der Mitnehmer hohl ausgebildet und an seinem freien Ende mit Austrittsöffnungen, beispielsweise Düsen, versehen. Die zum Glätten bzw. Festigen der Oberfläche verwendeten Mittel werden über den Mitnehmer zugeführt und durch die Düsen auf die Oberfläche gesprüht.
Die Vorrichtung kann rechnergesteuert am Arm eines Roboters geführt werden. Ebenso ist es auch möglich, die Vorrichtung durch eine CNC-Maschine zu steuern.
Für den Abtransport des Formstoffes ist es günstig, den Formstoffblock gegenüber der Vorrichtung in Überkopfposition anzuordnen, so daß der abgetrennte Formstoff infolge der Schwerkraft abtransportiert wird. Ebenso ist es auch denkbar, zur Beseitigung des Formstoffes, durch den Mitnehmer Druckluft durchzublasen.
Die Erfindung ermöglicht es, Gußformen ohne Modelle nunmehr auch ohne Teilung der Form herstellen zu können. Das wurde durch die gestaffelte Herausarbeitung des Formhohlraumes aus dem Formstoffblock sowie die wesentliche Erweiterung der Variationsmöglichkeiten der zu fertigenden Formen des Hohlraumes möglich.
So können auch nicht rotationssymmetrische Formhohlräume, Hinterschneidungen sowie asymmetrisch angeordnet Formelemente mit ein und demselben Werkzeug hergestellt werden. Dadurch gelingt es, die Form des Gußrohlinges noch besser an die Fertigform des Teiles anzunähern, ohne die Formherstellung zu verteuern. Dabei ist im allgemeinen nur ein Werkzeug erforderlich, wodurch sich die Bearbeitungszeit und der Aufwand an Fertigungsmitteln deutlich reduzieren.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an Hand von Beispielen näher erläutert. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Ablaufs des Verfahrens zur Herstellung einer Sandform in vier Schritten A–D,
Fig. 2 in vergrößerter Form den prinzipmäßigen Aufbau der Vorrichtung und
Fig. 3 ein flexibles Trägerelement mit axial verspannten Bearbeitungs- und Schutzelementen

In einen Formstoffblock 1 wird gemäß Fig. 1 A mit Hilfe eines Bohr- und Fräswerkzeuges ein zylindrischer Hohlraum 2 erzeugt, dessen Tiefe etwa der Länge des herzustellenden Gußstückes entspricht. Das Bohr- und Fräswerkzeug ist verdrehfest mit einem antreibbaren Mitnehmer 3 verbunden. An der freien Stirnfläche des Bohr- und Fräswerkzeuges sind Bohr- und Fräselemente 4 angeordnet, die bei Rotation des Mitnehmers 3 Formstoff aus dem Formstoffblock 1 herausarbeiten.
Der in Fig. 1 B gestrichelt dargestellte Formhohlraum 5 ist gegenüber dem Hohlraum 2 deutlich vergrößert und in seiner Kontur der Form des herzustellenden Gußstückes bereits angenähert. Während dieses zweiten Verfahrensschrittes werden an dem freien Ende des Bohr- und Fräswerkzeuges zwei flexible Trägerelemente 6 ausgefahren, an denen Bearbeitungselemente 6.1 und 6.2 befestigt sind, wobei die Bearbeitungselemente 6.1 am Ende der Trägerelemente 6 angeordnet sind. Der abgetrennte Formstoff fällt durch die vorhandene Öffnung in dem Formstoffblock 1 aus der Bearbeitungszone heraus. Dieser Verfahrensschritt ist durch größtmögliche Abtrennleistung gekennzeichnet, wobei keine besondere Oberflächenqualität des Formhohlraumes 5 erreicht werden muß. Es muß lediglich eine Beschädigung der Konturen des Formhohlraumes 5 vermieden werden und eine ausreichende Bearbeitungszugabe für den letzten Verfahrensschritt gewährleistet sein.
In Fig. 1 C ist die durch eine Schlichtbearbeitung abzutrennende Formstoffschicht gestrichelt gekennzeichnet. Sie wird in dem Verfahrensschritt „Fertigbearbeitung der Form" mittels der an den freien Enden der Trägerelemente 6 angeordneten Bearbeitungselemente 6.1 abgetragen. Dabei wird gleichzeitig ein mechanisches Glätten bzw. Verfestigen der Oberfläche des durch die Bearbeitungselemente 6.1 erreicht, die zu diesem Zweck abgerundete Flächen aufweisen. Im vorliegenden Beispiel wurden Kugeln eingesetzt.
In Fig. 1 D wird eine Behandlung des Formhohlraumes mit einem Mittel zum Härten oder Glätten gezeigt. Dieses flüssige, gasförmige oder auch pulverförmige Mittel wird während oder nach der Endbearbeitung dem Bohr- und Fräswerkzeug zugeführt.
Die in Fig. 2 schematisch und vergrößert dargestellte erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus einem Mitnehmerrohr 7, an dessen einem Ende ein Führungselement 8 angeflanscht ist. Dieses Führungselement 8 nimmt an seiner Stirnfläche die schon in Fig. 1 beschriebnen Bohr- und Fräselemente 4 auf und ist mit einer inneren, aus der axialen in eine radiale Richtung verlaufenden

abgerundeten Führung 9 versehen. Das andere Ende des Mitnehmerrohres 7 ist mit einer drehmomentführenden Einrichtung 10 verbindbar. In dem Innenraum des Mitnehmerrohres 7 sind als flexible Trägerelemente Seile 11 geführt, die als Bearbeitungselemente doppelkegelige Scheiben 11.1 und an ihren freien Enden Kugeln 11.2 aufnehmen. Der Durchmesser der Kugeln 11.2 ist größer als der der Scheiben 11.1 Außerdem sind diese an den Enden der Seile 11 angeordneten Kugeln 11.2 so positioniert, daß durch das Ein- und/oder Ausziehen der Seile 11 während des Bearbeitungsvorganges die Herstellung eines ebenen Formbodens gewährleistet ist, d.h. die Kugeln 11.2 erzeugen die gleiche Ebene wie die Bohr- und Fräselemente 4 an der Stirnfläche des Führungselementes 8.
Zum Verlängern oder Verkürzen der Seile 11 während des Bearbeitungsvorganges sind diese mit ihrem den Bearbeitungselementen gegenüberliegenden Ende an einem Stift 12 befestigt, der in Längsschlitzen des Mitnehmerrohres 7 geführt ist. Die Enden des Stiftes 12 sind in einem Ring 13 gelagert, der auf dem länglichen Mitnehmerrohr 7 axial verschiebbar ist. Der Ring 13 rotiert mit dem länglichen Mitnehmerrohr 7 mit und wird mittels eines Bügels 14 axial verschoben.
Diese Bewegung wird dann auf die Seile 11 übertragen, die dadurch in ihrer wirksamen Länge veränderbar sind.
Die Mittel zum Härten bzw. Glätten gelangen durch ein in dem Mitnehmerrohr 7 angeordnetes Zuführungsrohr 15 an die zu bearbeitenden Flächen.
Die Vorrichtung wird am Arm eines Industrieroboters befestigt. Die Rotationsgeschwindigkeit des Mitnehmers 3 bzw. des Mitnehmerrohres 7 muß mindestens so groß sein, daß die Bearbeitungselemente 6.1, 6.2 bzw. die Scheiben 11.1 und Kugeln 11.2 infolge der Fliehkraft die zur Bearbeitung der Kontur erforderlichen Positionen einnehmen. An dem Mitnehmer 3 können mehrere unterschiedliche, unabhängig voneinander arbeitende Trägerelemente 6, an denen wiederum unterschiedliche Bearbeitungselemente 6.1, 6.2 befestigt sind, angeordnet werden. Das ermöglicht eine große Variabilität in der Bearbeitung.
Schließlich ist in Fig.3 schematisch und vergrößert ein flexibles Trägerelement dargestellt, das aus einem Seil 16 besteht, auf das im Wechsel als Bearbeitungselemente dienende Scheiben 17 und das Seil 16 schützende Hülsen 18 aufgeschoben sind. Am freien Ende des Seils 16 ist als weiteres Bearbeitungselement eine Kugel 19 befestigt, deren Durchmesser größer ist als der der Scheiben 17. Die Kugel 19, die Hülsen 18 und die Scheiben 17 sind mittels einer Feder 20 gegeneinander verspannt, so daß eine hohe Starrheit des Trägerelementes erreicht wird, ohne dessen Biegsamkeit im Mitnehmer zu beeinträchtigen.

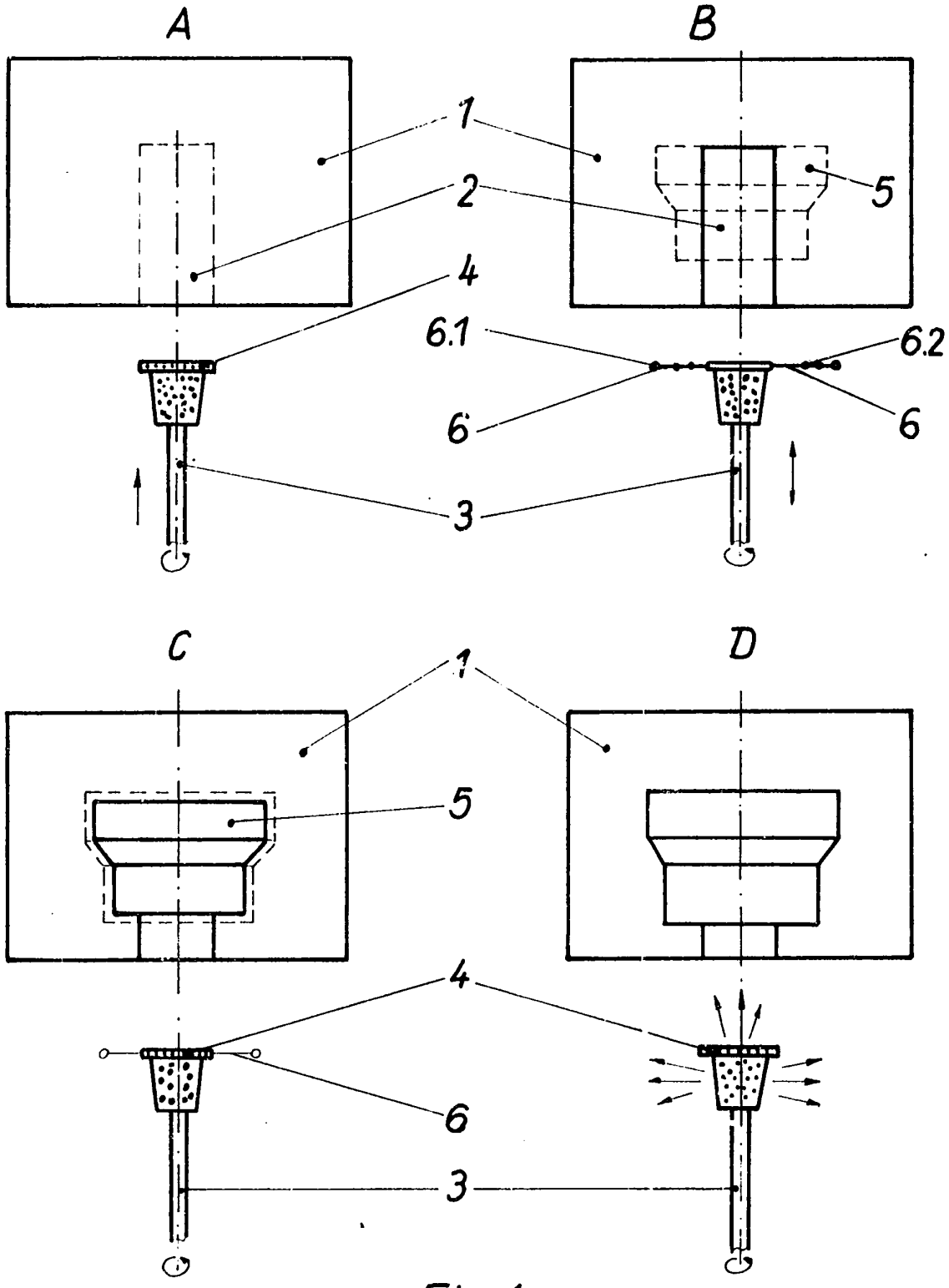


Fig. 1

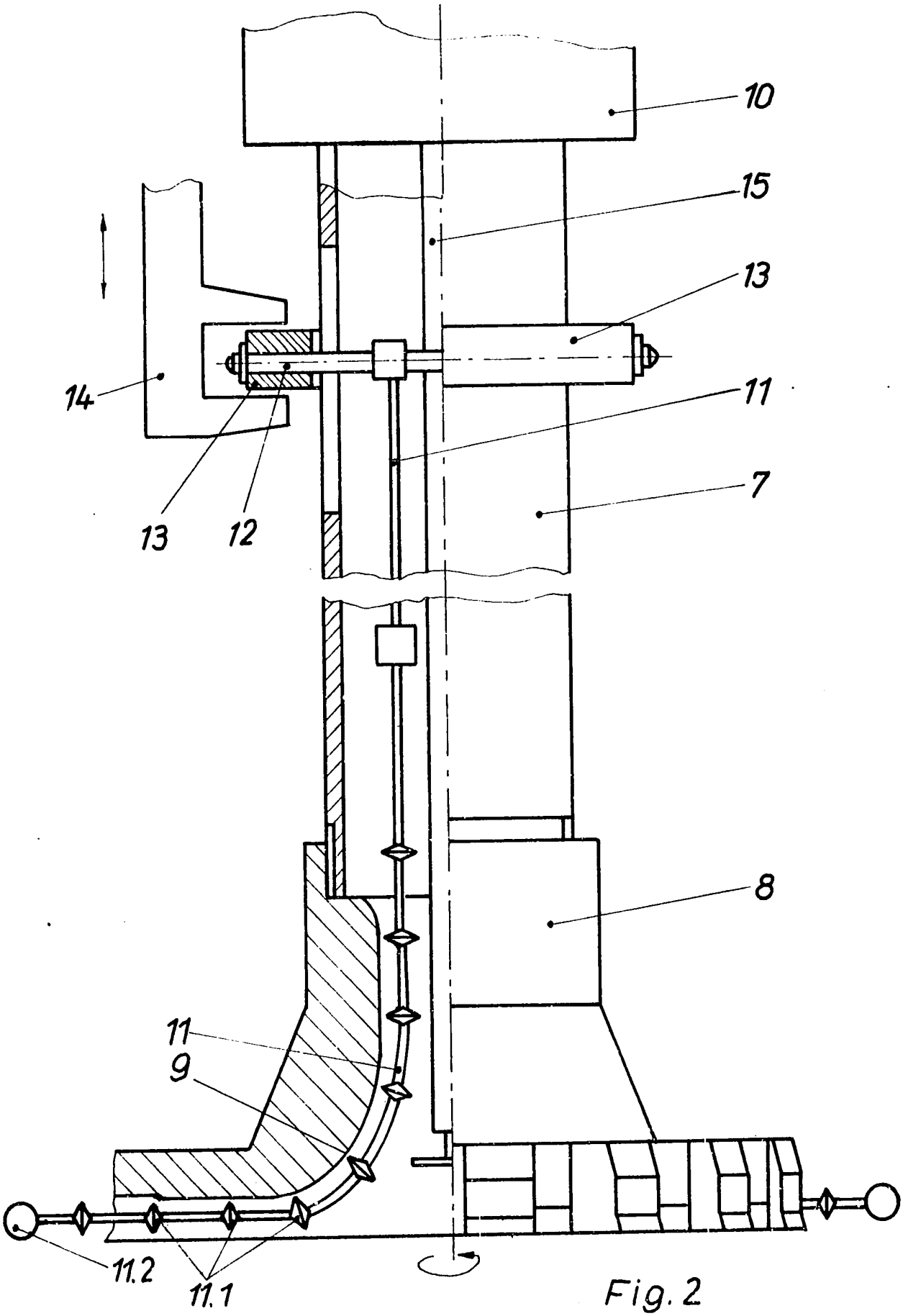


Fig. 2

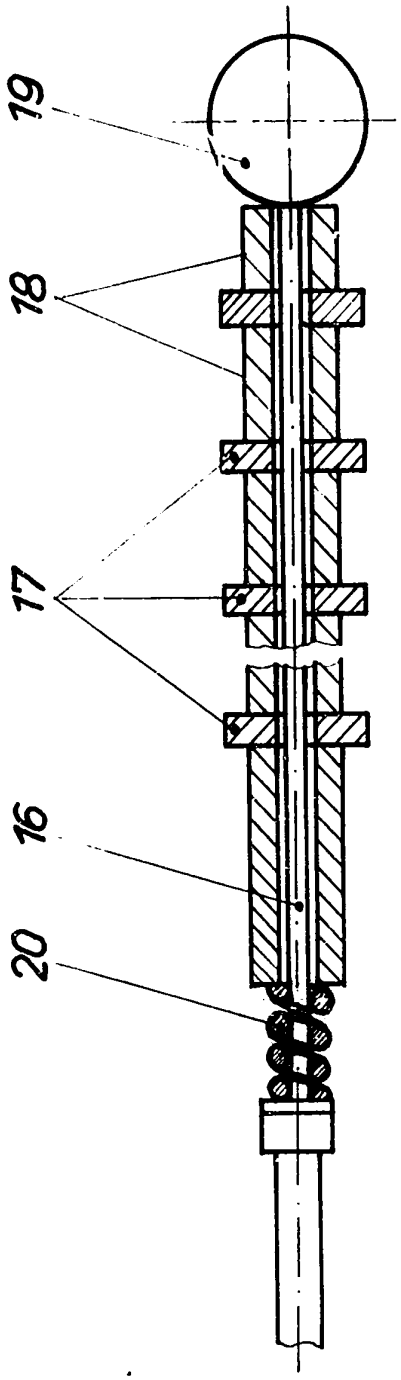


Fig. 3