

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 245 602
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 87103305.6

(51) Int. Cl.4: **B24C 3/32**, **B08B 3/02**

(22) Anmeldetag: 07.03.87

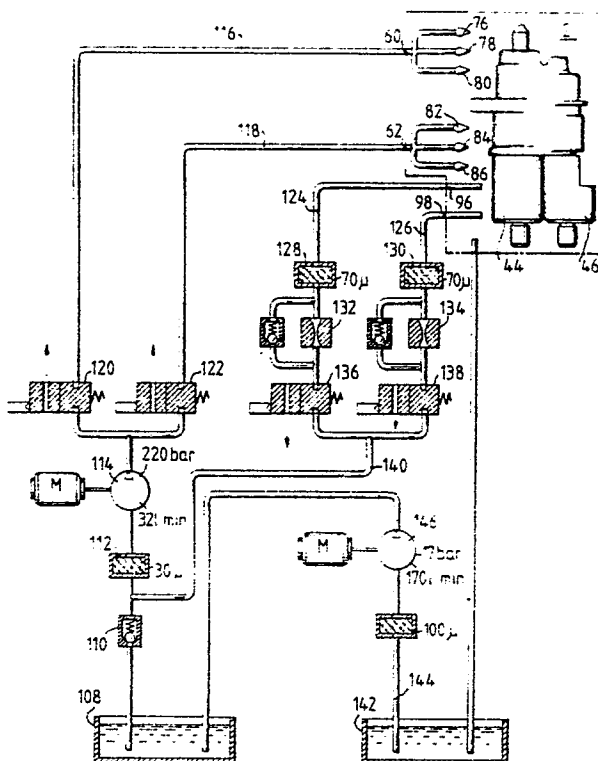
(30) Priorität: 15.05.86 DE 3616467

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.11.87 Patentblatt 87/47(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT(71) Anmelder: **ALFRED TEVES GmbH**
Guerickestrasse 7 Postfach 90 01 20
D-6000 Frankfurt am Main(DE)(72) Erfinder: **Henein, Nabil**
Holfhofallee 7
D-6100 Darmstadt(DE)(74) Vertreter: **Grau, Ulf**
c/o ALFRED TEVES GMBH Guerickestrasse 7
D-6000 Frankfurt (M) 90(DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Entgraten von Werkstücken.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entgraten von Werkstücken, wobei die Werkstücke einem Luftstrom, dem ein Granulat beigemischt ist, ausgesetzt werden. Zur Entgratung von Teilen mit höchsten Reinheitsanforderungen ist vorgesehen, daß die Werkstücke (2) nach dem Strahlvorgang mittels Luft und Granulat in einem weiteren Verfahrensschritt mittels einer unter hohem Druck stehenden Flüssigkeit, die insbesondere zumindest teilweise aus Wasser besteht, gestrahlt werden.

FIG.3



EP 0 245 602 A2

Verfahren und Vorrichtung zum Entgraten von Werkstücken

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entgraten von Werkstücken, wobei die Werkstücke einem Luftstrom, dem ein Granulat beigemischt ist, ausgesetzt sind. Derartige Entgratungsverfahren sind bekannt und werden in der Praxis angewandt. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß diese Verfahren Nachteile haben. Diese bestehen insbesondere darin, daß kompliziert geformte Teile mit innen liegenden Kanälen, Sackbohrungen und dergl. nur unzureichend behandelt werden können. Auch können sich bei diesem Verfahren leicht Restspäne und Schmutzteilechen sowie Teile des Granulats am Werkstück festsetzen und dadurch dessen Funktion beeinträchtigen.

Ähnliche Nachteile ergeben sich bei dem gleichfalls bekannten thermischen Entgraten. Bei diesem Verfahren ist außerdem eine aufwendige Vor- und Nachbehandlung erforderlich. Auch ist das thermische Entgraten für verschiedene Werkstoffe und insbesondere auch für gehärtete Teile ungeeignet.

Weitere bekannte Entgratungsverfahren, wie chemisches Entgraten, elektrochemisches Entgraten, weisen ähnliche Nachteile auf. Das chemische Entgraten ist ungeeignet für feinbearbeitete Teile und das elektrochemische Entgraten eignet sich nicht für verdeckte Gratstellen und ist außerdem nur bei bestimmten Werkstoffen einsetzbar. Mechanisches Entgraten bzw. Entgraten von Hand ist sehr Zeitraubend, außerdem teuer und ungenau. Bei Anwendung dieser Entgratungsverfahren ist auch eine 100%ige Kontrolle der Teile erforderlich, da nicht immer alle Grate erfaßt werden und beim Entgraten durch die Werkzeuge neue Gratstellen entstehen können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entgraten von Werkstücken der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß es für Teile mit höchsten Reinheitsanforderungen und minimaler Restverschmutzung geeignet ist.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Werkstücke nach dem Luft/Granulatbestrahlen in einem weiteren Verfahrensschritt mittels einer unter hohem Druck stehenden Flüssigkeit, die insbesondere zumindest teilweise aus Wasser besteht, gestrahlt werden.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung wird ein Verfahren zum Entgraten von Werkstücken geschaffen, daß sich allgemein für alle Teile, die einen höchsten Reinheitsgrad und minimale Restverschmutzung verlangen, eignet. Besonders vorteilhaft läßt sich das Verfahren auch für Teile mit verschiedener Gratgröße sowie für komplizierte

Teile mit innenliegenden Kanälen und Sackbohrungen einsetzen. Restspäne und Verschmutzungen, die sich insbesondere in Sackbohrungen leicht verkeilen, werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sicher beseitigt.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß die Werkstücke nach dem Hochdruck-Strahlen hochdruck-gespült werden. Dadurch wird die Wirksamkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens noch weiter verbessert, so daß auch Teile mit allerhöchsten Reinheitsanforderungen behandelt werden können.

Es hat sich als besonders zweckmäßig herausgestellt, wenn das Verfahren mit mehreren Hochdruck-bzw. Spül-Strahlen gleichzeitig an verschiedenen Stellen erfolgt. Dadurch wird die Bearbeitungszeit verringert. Mit Vorteil wird hierbei das Hochdruck-Strahlen pulsierend bzw. intermittierend ausgeführt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Entgraten von Werkstücken ist dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Einrichtung vorgesehen ist, die einen Werkstückhalter aufweist und die zumindest eine, insbesondere jedoch mehrere Ejektoren aufweist, über die ein Granulat enthaltender Luftstrom zuführbar ist.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Vorrichtung sehen vor, daß die Ejektoren Mischeinrichtungen aufweisen, um das Granulat dem Luftstrom beizumischen. Ferner weisen die Ejektoren zweckmäßige Düsen unterschiedlicher geometrischer Gestalt, insbesondere Flachstrahldüsen, Kegelstrahldüsen und Rückstrahldüsen auf. Dadurch können unterschiedliche Gratstellen zielgerichtet bearbeitet werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die Vorrichtung eine Hochdruck-Strahl-bzw. Spül-Einrichtung aufweist, mit einem Werkzeughalter und einer Hochdruckflüssigkeitszufuhr. Zweckmäßig weist hierbei der Werkstückhalter der Hochdruck-Strahleinrichtung zumindest einen Dorn auf, um das Werkstück aufzunehmen. Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn der Dorn einen Zufuhrkanal für die Hochdruck-bzw. Spül-Flüssigkeit aufweist. Dadurch kann über den Dorn und den darin angeordneten Zufuhrkanal, der ggf. mehrere Zweigkanäle aufweisen kann, Hochdruck-bzw. Spül-Flüssigkeit zugeführt werden. Zweckmäßig ist auch ein Abfuhrkanal für die Flüssigkeit im Dorn untergebracht.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Hochdruck-Strahl-einrichtung Abdeckelemente für am Werkstück vorgesehene Öffnungen auf. Mit die-

sen Abdeckelementen können die Öffnungen teilweise oder ganz abgedeckt werden, so daß der Hochdruck-bzw. Spülstrom im Werkstück entsprechend geführt werden kann.

In sehr zweckmäßiger Weise ist die Hochdruck-Strahl-Einrichtung mit einer Ventile aufweisenden Steuereinrichtung versehen. Die Ventile können von einer elektronischen Steuereinheit angesteuert werden, um die Hochdruck-Spül-Strahlen entsprechend zu beeinflussen.

Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, daß die behandelten Teile zuverlässig von Granulatresten befreit werden. Restgrate, Mikrograte, Oxydschichten, Graphitschichten, Siliciumschichten und dergl. werden 100%ig beseitigt. Verdeckte und unerreichbare Gratstellen werden zuverlässig abgetragen. Feinbearbeitete Flächen, die jedoch nicht gehärtet sind, können von Schleifgraten und Mikrograten befreit werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, an einem Werkstück verschiedene Abtraggüten zu erzielen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung und ihrer Ausgestaltungen sind in der Zeichnung dargestellt und im folgenden beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Einrichtung mit mehreren Luft/Granulat-Ejektoren und einem zu behandelnden Werkstück;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Hochdruck-Strahl- und Spüleinrichtung mit einem zu behandelnden Werkstück; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Steuereinrichtung für die Hochdruck-Strahl- und Spüleinrichtung.

Es wird zunächst auf Fig. 1 Bezug genommen, die ein Werkstück 2 zeigt, das mit mehreren Hohlräumen bzw. Bohrungen versehen ist, die in unterschiedlichen Richtungen zueinander verlaufen. Die Mündungen der Bohrungen im Werkstück sind mit 4,6,8,10,12 und 14 bezeichnet. Jeder dieser Bohrungsmündungen ist ein Ejektor 16,18,20,22,24 und 26 zugeordnet. Die Ejektoren sind im wesentlichen gleichartig aufgebaut und unterscheiden sich nur dadurch, daß unterschiedliche Düsen verwendet sind. Es ist daher im folgenden nur der Aufbau des Ejektors 24 näher beschrieben. Der Ejektor 24 weist einen Halter 28 auf, der einen Mischraum 30 bildet, in den ein erstes Rohr 32 mündet, über das Druckluft zugeführt werden kann. Im spitzen Winkel dazu mündet ein zweites Rohr 34 in den Mischraum 30, über das Granulat zugeführt wird, wobei dieses beispielsweise Glas, Nußschalen, Kugelgraphit usw. enthalten kann. In den vorderen Teil des Halters 28 ist eine Düse 36 eingesetzt, die hier als Rundstrahl Düse ausgeführt ist. Der Ejektor 16 weist eine

Kegelstrahl Düse 38 auf, wohingegen die Düse 40 des Ejektors 20 eine zylindrische Mündung aufweist. Die Form der Düse richtet sich hierbei nach der zu behandelnden Gratstelle.

Mit der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung wird das Werkstück 2 in einem Granulat enthaltenden trockenen Luftstrom behandelt. Die Ejektoren 16,18,20,22,24 und 26 sind hierbei genau auf die zu behandelnden Gratstellen ausgerichtet, so daß eine gezielte Bearbeitung gewährleistet ist. Da mit der Einrichtung unterschiedliche Werkstücke behandelt werden sollen, ist eine (in Fig. 3 dargestellte) Steuereinrichtung vorgesehen, mit der die einzelnen Ejektoren getrennt ansteuerbar sind, so daß sowohl der Luftdruck als auch die Strahlzeit und, falls erforderlich, unterschiedlich gesteuert werden können. Auf relativ engem Raum können hierbei mehrere Ejektoren bzw. Düsen angeordnet sein, ohne daß sie sich gegenseitig stören. Dies wird insbesondere dadurch erreicht, daß die Anordnung der Düsen so vorgenommen ist, daß keine im Schatten einer anderen Düse liegt.

Es wird sodann auf Fig. 2 Bezug genommen, die das mit der Einrichtung gemäß Fig. 1 vorbehandelte Werkstück 2 zeigt, welches in einer Hochdruck-Strahl-Einrichtung 42 angeordnet und gehalten ist. Die Hochdruck-Strahl-Einrichtung 42 weist zwei parallel nebeneinander angeordnete Dorne 44,46 auf, deren vordere Abschnitte in Hohlräume des Werkstückes 2 eingeführt sind und dieses halten. Entsprechend der Geometrie des jeweils zu bearbeitenden Werkstückes können ggf. auch mehr als zwei Dorne oder nur ein Dorn verwendet werden. Der Dorn 44 ist länger ausgeführt als der Dorn 46 und durchragt das Werkstück 2 vollständig. Jeder der Dorne 44,46 weist einen Halteabschnitt 48 bzw. 50 auf und einen Trägerabschnitt 52 bzw. 54. Die Halteabschnitte 48,50 sind im Durchmesser größer ausgeführt als die Trägerabschnitte 52,54, so daß am Übergang vom Halteabschnitt zum Trägerabschnitt jeweils eine Ringfläche 56 bzw. 58 gebildet ist, die beim Einführen des Trägerabschnittes 52,54 in die entsprechenden Bohrungen des Werkstückes den die Bohrungen begrenzenden Stirnflächen des Werkstückes gegenüberliegend angeordnet wird bzw. an diesen zur Anlage kommt. Jeder der Dorne 44,46 weist einen Druckmittelanschluß 60,62 auf, der im Halteabschnitt 48,50 radial angeordnet ist und in den jeweils ein Druckmittelhauptkanal 64,66 mündet. Die Druckmittelhauptkanäle 64,66 weisen jeweils einen radial verlaufenden Abschnitt 68,70 auf, sowie einen davon abzweigenden, sich axial erstreckenden Abschnitt 72,74. Die axial verlaufenden Abschnitte 72,74 sind bezüglich der Mittellachse außermittig angeordnet. Ausgehend sowohl von den radial verlaufenden Abschnitten 68,70 als auch den axial verlaufenden Abschnitten 72,74 er-

strecken sich mehrere Kanalabschnitte, an die jeweils Düsen 76,78,80,82,84 und 86 angeschlossen sind. Die Düsen sind in den Dornen 44,46 so angeordnet, daß sie bei in das Werkstück eingeführten Dorn so nahe wie möglich an der zu bearbeitenden Stelle angeordnet sind. Die Düsen sind zweckmäßig an den entsprechenden Stellen der Dorne eingeschraubt und können sich, je nach Lage der zu bearbeitenden Stelle radial, axial oder schräg verlaufend erstrecken. Das vordere Ende des Dornes 44 weist eine Führungsspitze 88 auf, die aus dem Gehäuse 2 hervorsteht. Gegenüber der Gehäuseöffnung, aus der die Führungsspitze 88 vorsteht und weiteren Gehäuseöffnungen bzw. Bohrungen, die radial verlaufend angeordnet sind, sind mit geringem Abstand von etwa einem Millimeter Gegenstücke 90,92 angeordnet. Das Gegenstück 90 weist hierbei eine Ausnehmung 94 auf, in der die Führungsspitze 88 des Dornes 44 angeordnet ist. Entsprechend der Gehäusegeometrie sind die Trägerabschnitte 52,54 der Dorne gestuft ausgeführt. In zweckmäßiger Weise wird das Werkstück geometrisch in zwei oder mehrere Kammern geteilt. In jeweils einer Kammer ist ein Dorn vorgesehen.

In den Halteabschnitten 48,50 sind auch Anschlüsse 96,98 untergebracht, in die Sammelleitungen 100 bzw. 102 münden. Die Sammelleitungen 100,102 weisen radial verlaufende Abschnitte und axial verlaufende Abschnitte auf, wobei die axial verlaufenden Abschnitte 104,106 Mündungen bilden, die zumindest teilweise innerhalb des Querschnittes der Öffnungen des Gehäuses 2 liegen, durch die die Dorne in das Gehäuse eingeführt sind, so daß das Druckmittel über die Sammelleitungen 100,102 abgeführt werden kann.

Es wird sodann auf Fig. 3 Bezug genommen, die ein Prinzipbild der Vorrichtung zum Entgraten von Werkstücken zeigt. Das Werkstück 2 ist auf den Dornen 44,46 gehalten. Die Düsen 76,78,80,82,84 und 86 sind unabhängig von ihrer tatsächlichen Lage nur schematisch angedeutet. Entsprechendes gilt für die Sammelleitungen 100 bzw. 102. Ausgehend von einem Behälter 108, der etwa drei Kubikmeter Flüssigkeit (Wasser/Emulsion) aufnehmen kann, führt eine Leitung über ein Rückschlagventil 110 und ein Filter (30 μ) 112 zu einer von einem Motor angetriebenen Pumpe 114 (220 bar, 32 L/min). Ausgehend von der Pumpe führen zwei Leitungen 116,118 zu den Druckmittelanschlüssen 60,62. In die Leitungen 116,118 ist jeweils ein 2/2-Wegeventil 120,122 geschaltet, die zweckmäßig elektromagnetisch betätigbar sind. Von den Anschlüssen 96,98 führen Leitungen 124,126 über Filter (70 μ) 128,130 sowie Drosseln 132,134 und 2/2-Wegeventile 136,138 zu einer Sammelleitung 140, die vor dem Filter 112 in die zur Pumpe führende Leitung mündet. Ein wei-

terer Behälter 142 faßt etwa 500 l Flüssigkeit. Von diesem Behälter führt eine Leitung 144 zum Behälter 108. In die Leitung 144 ist ein Filter (100 μ) 144 sowie eine motorgetriebene Pumpe 146 (117 bar, 170 l/min) geschaltet.

Im folgenden ist die Arbeitsweise der Entgratungsvorrichtung, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist, beschrieben. Nachdem das Werkstück 2 von den Dornen 44,46 aufgenommen ist, und die Gegenstücke 90,92 in ihre Position gebracht sind, in der sie die Ausgänge nicht vollständig abdichten, wird die Pumpe 114 eingeschaltet. Die Ventile 120,122 öffnen und schließen wechselseitig etwa fünf bis 30 Sekunden lang. Das Werkstück wird dann durch weiteres Anlegen der Gegenstück 90,92 noch stärker abgedichtet. Danach öffnen alle Ventile 120,122,136,138 etwa fünf Sekunden lang. Es folgt dann eine weitere Behandlungsstufe, in der die Ventile 120 und 138 geöffnet und die Ventile 122,136 geschlossen sind. Dieser Vorgang dauert etwa fünf Sekunden. Daran schließt sich ein entsprechender Vorgang an, in dem die Ventile 122,136 fünf Sekunden lang offen sind, während die Ventile 120,138 geschlossen sind. Dieser Wechselvorgang, der ein Strahlen über die Ventile 120,122 und ein Umlaufspülen bei offenen Ventilen 136,138 beinhaltet, kann sich mehrere Male wiederholen.

Bezugzeichenliste

	2 Werkstück
	4 Bohrungsmündung
	6 Bohrungsmündung
	8 Bohrungsmündung
	10 Bohrungsmündung
	12 Bohrungsmündung
	14 Bohrungsmündung
	16 Ejektor
	18 Ejektor
	20 Ejektor
	22 Ejektor
	24 Ejektor
	24 Ejektor
	26 Ejektor
	28 Halter
	30 Mischraum
	32 Rohr
	34 Rohr
	36 Düse
	38 Düse
	40 Düse
	42 Hochdruck-Strahleinrichtung
	44 Dorn
	46 Dorn
	48 Halteabschnitt
	50 Halteabschnitt

52 Trägerabschnitt
 54 Trägerabschnitt
 56 Ringfläche
 58 Ringfläche
 60 Druckmittelschluß
 62 Druckmittelschluß
 64 Druckmittelhauptkanal
 66 Druckmittelhauptkanal
 68 Abschnitt
 70 Abschnitt
 72 Abschnitt
 74 Abschnitt
 76 Düse
 78 Düse
 80 Düse
 82 Düse
 84 Düse
 86 Düse
 88 Führungsspitze
 90 Gegenstück
 92 Gegenstück
 94 Ausnehmung
 96 Anschluß
 98 Anschluß
 100 Sammelleitung
 102 Sammelleitung
 104 Abschnitt
 106 Abschnitt
 108 Behälter
 110 Rückschlagventil
 112 Filter
 114 Pumpe
 116 Leitung
 118 Leitung
 120 2/2-Wegeventil
 122 2/2-Wegeventil
 124 Leitung
 126 Leitung
 128 Filter
 130 Filter
 132 Drossel
 134 Drossel
 136 2/2-Wegeventil
 138 2/2-Wegeventil
 140 2/2-Wegeventil
 142 Behälter
 144 Filter
 146 Pumpe

Ansprüche

1. Verfahren zum Entgraten von Werkstücken, wobei die Werkstücke einem Luftstrom, dem ein Granulat beigemischt ist, ausgesetzt werden, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Werkstücke nach dem Strahlvorgang mittels Luft und Granulat in einem weiteren Verfahrensschritt mittels einer

unter hohem Druck stehenden Flüssigkeit, die insbesondere zumindest teilweise aus Wasser besteht, gestrahlt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß nach dem Hochdruck-Strahlen ein Hochdruck-Spülvorgang erfolgt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Hochdruck-Strahlen bzw. Hochdruck-Spülen mittels mehrerer Strahlen bzw. Spülströme gleichzeitig erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Hochdruck-Strahlen bzw. -Spülen pulsierend bzw. intermittierend erfolgt.

5. Vorrichtung zum Entgraten von Werkstücken, wobei die Werkstücke einem Luftstrom, dem Granulat beigemischt ist ausgesetzt werden, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine erste Einrichtung mit einem Werkstückhalter vorgesehen ist, die zumindest einen, insbesondere jedoch mehrere Ejektoren (16,18,20,22,24,26) aufweist, über die ein Granulat enthaltender Luftstrom zuführbar ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Ejektoren (16,18,20,22,24,26) Mischeinrichtungen (30) aufweisen, um das Granulat dem Luftstrom beizumischen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Ejektoren (16,18,20,22,24,26) Düsen (36,38,40) unterschiedlicher geometrischer Gestalt, insbesondere Flachstrahldüsen, Kegelstrahldüsen und Rundstrahldüsen aufweisen.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7 dadurch **gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung eine zweite Einrichtung mit einem Werkstückhalter (44,46) aufweist und eine Hochdruck-Strahl- bzw. Spül-Einrichtung mit einer Hochdruck-Flüssigkeitszufuhr.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Werkstückhalter der Hochdruck-Strahl-Einrichtung zumindest einen Dorn (44,46) aufweist, um das Werkstück (2) aufzunehmen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Dorn (44,46) zumindest einen Zufuhrkanal (64,66) für eine Hochdruck-Flüssigkeit aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Dorn (44,46) zumindest einen Abfuhrkanal (100) für die Flüssigkeit aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß vom Zufuhrkanal (64,66) mehrere Zweigkanäle ausgehen.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Zufuhrkanal (64,66) bzw. die Zweigkanäle mit Düsen (76,78,80,82,84,86) versehen sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Hochdruck-Strahl-Einrichtung zumindest ein Abdeckelement (Gegenstück 90 bzw. 92) für im Werkstück vorgesehene Öffnungen aufweist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Hochdruck-Strahl-Einrichtung eine Ventile (120,122,136,138) aufweisende Steuereinrichtung aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

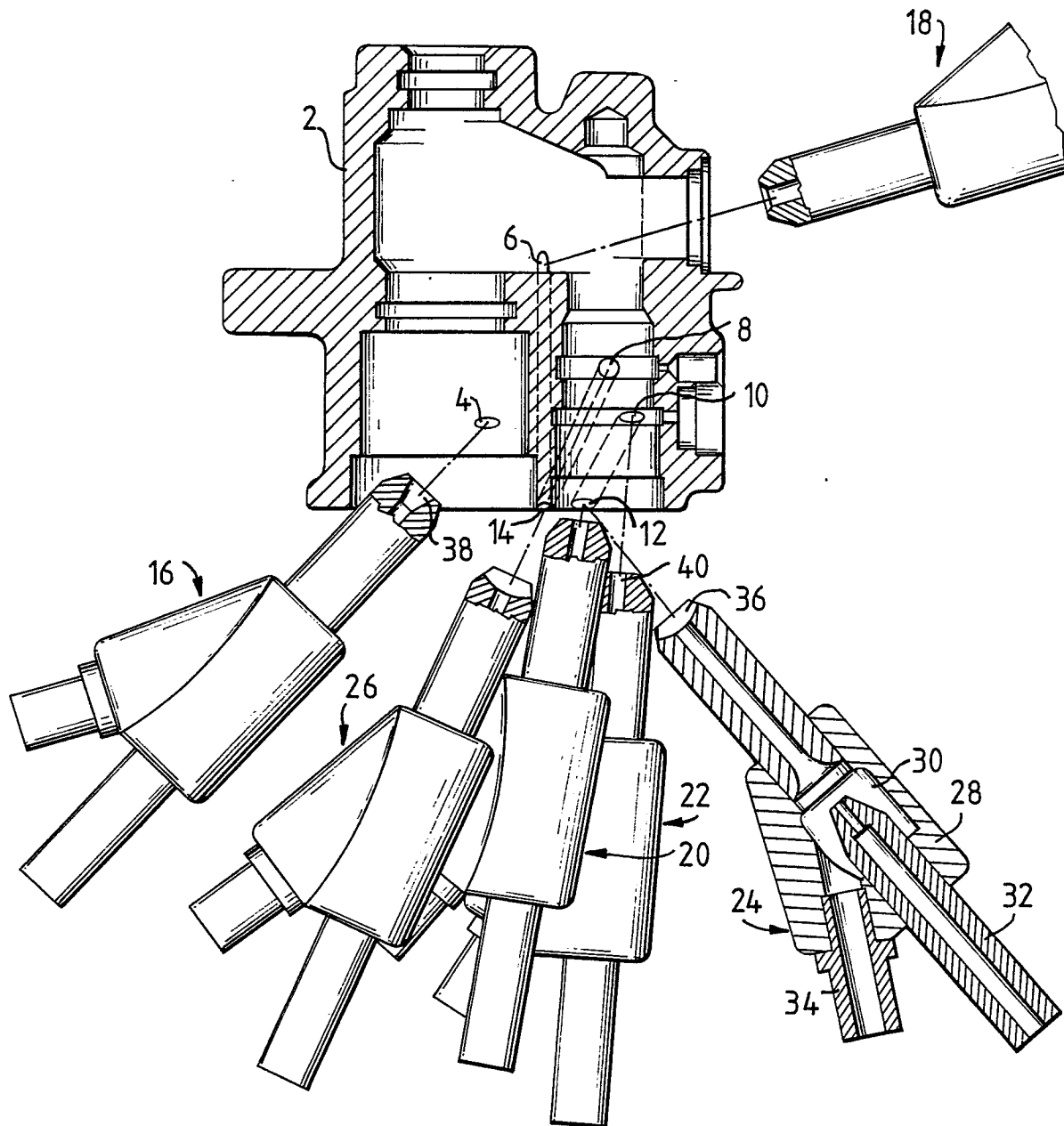


FIG. 2

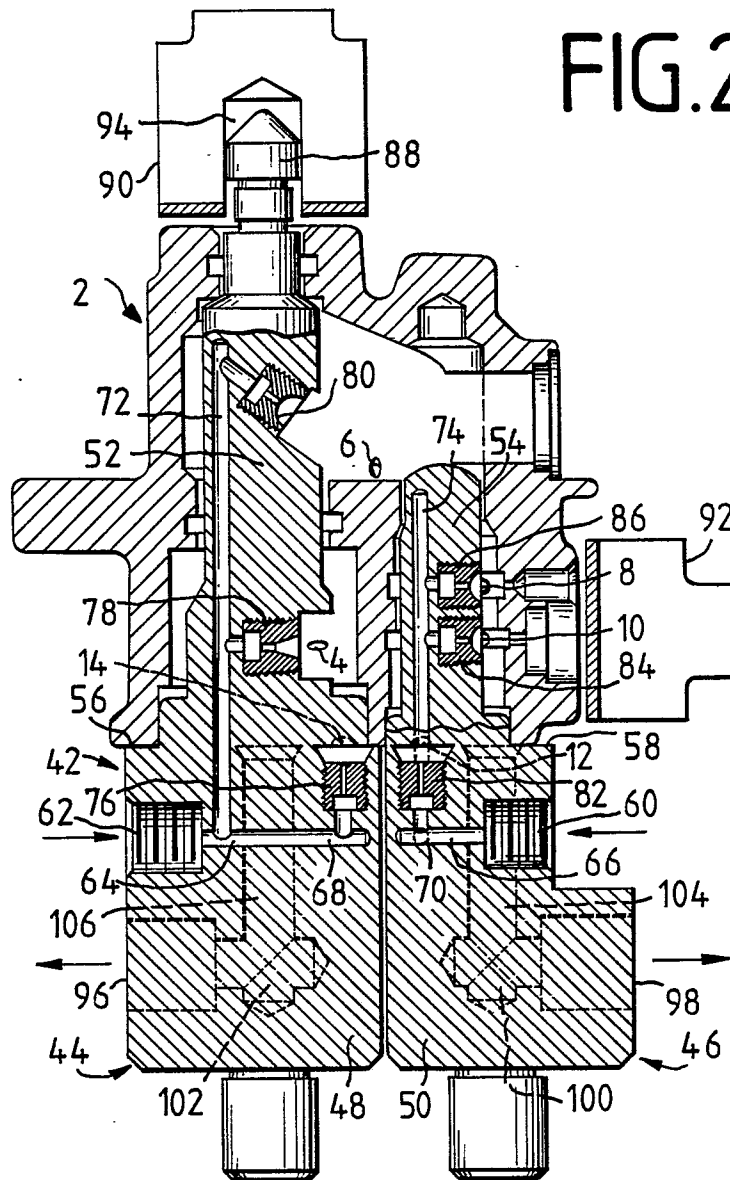


FIG.3

