



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 936 952 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.01.2001 Patentblatt 2001/01

(51) Int Cl.7: **B08B 3/02**, B23Q 11/00,
F16P 3/00, B24C 1/00

(21) Anmeldenummer: **98943780.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP98/04653

(22) Anmeldetag: **24.07.1998**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 99/12665 (18.03.1999 Gazette 1999/11)

(54) **VERFAHREN ZUM ENTGRATEN VON METALLTEILEN UND VORRICHTUNG ZUR
DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS**

METHOD AND DEVICE FOR BURRING METAL PARTS

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR L'EBARBAGE DE PIECES METALLIQUES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI

(74) Vertreter: **Fleck, Hermann-Josef, Dr.-Ing.**
Klingengasse 2
71665 Vaihingen/Enz (DE)

(30) Priorität: **11.09.1997 DE 19739868**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.08.1999 Patentblatt 1999/34

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 677 859	EP-A- 0 849 044
DE-A- 4 326 518	DE-A- 19 533 579
GB-A- 2 039 461	US-A- 5 314 545
US-A- 5 645 382	

(73) Patentinhaber: **Piller Entgrattechnik GmbH**
71254 Ditzingen (DE)

(72) Erfinder:

- **PILLER, Thomas**
D-71254 Ditzingen (DE)
- **WANKMÜLLER, Rolf**
D-71229 Leonberg (DE)

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 143 (M-035), 8. Oktober 1980 & JP 55 096249 A (HIGURE MINORU), 22. Juli 1980**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 012, 26. Dezember 1996 & JP 08 216100 A (KITOU KOGYO KK), 27. August 1996**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 130 (M-478), 14. Mai 1986 & JP 60 255346 A (OKUMA TEKKOSHO KK), 17. Dezember 1985**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 936 952 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entgraten von Metallteilen mittels eines Hochdruck-Flüssigkeitsstrahles mit einem Druck > 400 bar, der aus einer Hochdruck-Düse austritt und auf das zu behandelnde Werkstück gerichtet wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens auf einer Metallbearbeitungsmaschine.

[0002] Ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung ist aus der DE 195 33 579 A1 bekannt. Bei diesem Stand der Technik wird der Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl mit einem Hochdruck bis 500 bar unter Verwendung einer Ölemulsion gebildet. Derartige Ölemulsionen enthalten maximal 10 bis 15 % Öl in Wasser und Additiven vorzugsweise Emulgatoren, die die feinste Verteilung des Öls in dem Wasser begünstigen, mit dem sich Öl nicht vermischt. Dabei wird die Entgratungswirkung von dem spezifisch schwereren Wasser erreicht und üblicherweise wird bei den auf dem Markt befindlichen Anlagen mit maximal 350 bar gearbeitet. Dieser Hochdruck reicht bei dem vorwiegend aus Wasser bestehenden Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl aus, um eine ausreichende Entgratungs- und Säuberungswirkung zu erreichen. Der Entgratungs- und Säuberungsprozess läßt sich, wie dieser Stand der Technik zeigt, leicht in den Herstellungsprozess des Werkstückes integrieren, wenn dieser in der Maschinenkammer durchgeführt wird und für den Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl die schon für die Kühlung des zu bearbeitenden Werkstückes verwendete Bohr- oder Schneidölemulsion verwendet wird.

[0003] Nun werden aber immer mehr Metallbearbeitungsmaschinen eingesetzt, bei denen als Kühl- und Schmiermittel Schneidöle oder Bohröle verwendet werden, bei denen das Öl nicht in Emulsionen fein verteilt ist, sondern mit Additiven als Lösung vorliegt und demzufolge nur noch einen vernachlässigbaren Anteil an Wasser aufweist.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Entgratungsvorrichtung der eingangs erwähnten Art so zu verbessern, dass auch Öle als Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl mit ausreichend großer Entgratungs- und Säuberungswirkung ohne Gefahr eingesetzt werden können.

[0005] Diese Aufgabe wird nach der Erfindung mit einem Verfahren dadurch gelöst, dass ein Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl mit einem Ölanteil > 50 % verwendet wird, und dass die Hochdruck-Düse mit dem zu bearbeitenden Werkstück während der Bearbeitung in einer in einer Maschinenkammer einer Metallbearbeitungsmaschine angeordneten gekapselten Werkstückkammer untergebracht werden.

[0006] Die gekapselte Unterbringung von Hochdruck-Düse und zu bearbeitendem Werkstück in einer gekapselten Werkstückkammer bewirkt, dass der beim Entgraten gebildete Ölnebel keine Brand- und Explosionsgefahr mehr darstellt, da das Volumen der Werkstückkammer klein gehalten und von der Maschinenkammer

mit der zu öffnenden und zu schließenden Tür eindeutig entkoppelt werden kann und Vorgänge, die dort ablaufen, sich nicht gegenseitig beeinträchtigen können. Der Ölnebel kann nicht in die Maschinenkammer gelangen, aus dieser austreten und zu Verschmutzungen führen.

[0007] Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens auf einer spanabhebenden Metallbearbeitungsmaschine, die mindestens eine Maschinenkammer mit einer Hochdruck-Düse aufweist, deren Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl auf das in die Maschinenkammer eingebrachte, zu behandelnde Werkstück gerichtet ist, und die eine Hochdruck-Erzeugungseinrichtung für den Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl mit einem Druck > 400 bar sowie einen Behälter für die Bearbeitungs-Flüssigkeit aufweist, ist dadurch gekennzeichnet, dass in der Maschinenkammer der Metallbearbeitungsmaschine eine gekapselte Werkstückkammer untergebracht ist, in die die Hochdruck-Düse eingebracht und das zu behandelnde Werkstück während der Bearbeitung einbringbar ist.

[0008] Für die Werkstücke ist für die Entgratung und Säuberung kein zusätzlicher Handhabungsaufwand mehr erforderlich. Die Fertigungszeit der Teile läßt sich dadurch erheblich verkürzen. Die gelösten Grate werden in der Metallbearbeitungsmaschine auf gleiche Weise abtransportiert, wie die Späne bei der spanabhebenden Bearbeitung. Dazu ist lediglich vorzusehen, dass die Werkstückkammer mit einem Ablaufausgang versehen ist, der mit der Ölablaufeinrichtung der Metallbearbeitungsmaschine in Verbindung steht oder gebracht werden kann.

[0009] Ist eine Zufuhr von Schutzgasen in die gekapselte Werkstückkammer vorgesehen, dann ist nach einer Ausgestaltung die Werkstückkammer mit einem Anschluß für eine von der Gasversorgung kommende Leitung versehen.

[0010] Das Öl aus dem Öltank der Metallbearbeitungsmaschine ist direkt oder über einen Ölzwischenbehälter der Hochdruck-Erzeugungseinrichtung zugeführt.

[0011] Bei größeren Werkstücken kann zudem vorgesehen sein, daß in der Werkstückkammer mehrere, von der Hochdruck-Erzeugungseinrichtung gespeiste Hochdruck-Düsen angeordnet sind, deren Bearbeitungsrichtung und Abstand zum Werkstück einstellbar sind. Dabei können mehrere Hochdruck-Düsen auf ein einziges Werkstück gerichtet sein oder es kann jedem Werkstück von mehreren Werkstücken jeweils eine oder mehrere Hochdruck-Düsen zugeordnet sein.

[0012] Die Ausgestaltung kann weiterhin so ausgeführt sein, daß die Hochdruck-Erzeugungseinrichtung als von der Metallbearbeitungsmaschine getrennte Baueinheit ausgebildet ist.

[0013] Die Erfindung wird anhand von in den Zeichnungen als Blockschaltbilder dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild zur Erläuterung des neuen

Verfahrens und

Fig. 2 ein Blockschaltbild mit in eine handelsübliche Metallbearbeitungsmaschine integriertem Verfahren.

[0014] Das Medium mit einem Ölanteil von > 50% ist in einem Ölbehälter ÖV enthalten, aus dem es einer Hochdruck-Erzeugungseinrichtung HD-Q zuführbar ist, wie Fig. 1 zeigt. Das Medium wird in der Hochdruck-Erzeugungseinrichtung HD-Q auf einen Hochdruck > 400 bar gebracht, wobei in bekannter Weise Pumpen, pneumatische Regeleinrichtungen und dgl. verwendet werden. Das Medium wird dann einer Hochdruck-Düse HD-D zugeführt, die in einer gekapselten Werkstückkammer WK angeordnet und auf die zu entgratende Stelle des in die Werkstückkammer WK eingebrachten Werkstückes WS gerichtet ist. Der aus der Hochdruck-Düse HD-D austretende Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl HD-FS ist sehr energiereich und bricht die Grate am Werkstück ab oder trägt sie ab. Das sich in der Werkstückkammer WK ansammelnde Medium fließt über einen Ablauf AL wieder zum Ölbehälter ÖV zurück.

[0015] Damit sich der Ölnebel in der Werkstückkammer WK nicht entzünden oder explodieren kann, wird zusätzlich Kohlenstoffdioxid CO₂ oder Stickstoff N in die Werkstückkammer WK eingeleitet und dies zumindest während des Entgratungsvorganges. Die Werkstückkammer WK hat dabei einen Anschluß AS für eine von einer entsprechenden Gasversorgung GV kommende Leitung. Ist diese zusätzliche Sicherheitsmaßnahme nicht erforderlich, dann kann der Anschluß AS auch verschlossen werden.

[0016] Fig. 2 zeigt nun, wie das neue Entgratungsverfahren in den Fertigungsablauf des Werkstückes auf einer handelsüblichen Metallbearbeitungsmaschine (Dreh- und Rundtastmaschinen mit Ölkühlung und/oder Ölschmierung) integriert werden kann. Das Öl der Metallbearbeitungsmaschine MBM wird auch als Medium zum Entgraten verwendet. Es wird aus dem Öltank ÖT der Metallbearbeitungsmaschine MBM entnommen und direkt oder über einen Ölbehälter ÖV der Hochdruck-Erzeugungseinrichtung HD-Q zugeführt und auf einen Hochdruck > 400 bar gebracht. Die Metallbearbeitungsmaschine MBM weist mehrere Bearbeitungsstationen auf, in die das Werkstück nacheinander gebracht wird. Dabei sind jeder Bearbeitungsstation spezielle Werkzeuge für die darin vorzunehmend Bearbeitungsgänge zugeordnet. In bekannter Weise kann für die Bearbeitungsgänge Öl aus dem Öltank ÖT zur Kühlung und/oder Schmierung des Werkstückes WS und/oder der Werkzeuge verwendet werden. Das Öl wird mit den Spänen abtransportiert, von den Spänen befreit und wieder dem Öltank ÖT zugeführt. In der letzten Bearbeitungsstation im Zyklus des Herstellungsablaufes wird die Entgratung durchgeführt. Diese Bearbeitungsstation weist eine gekapselte Werkstückkammer WK auf, in die das in einer Werkstückaufnahme WA gehalten

tene und fertig bearbeitete Werkstück WS eingeführt wird. In der Werkstückkammer WK ist die Hochdruck-Düse HD-D angeordnet und auf die zu entgratende Stelle des Werkstückes WS ausgerichtet. Dabei kann die Ausrichtung und der Abstand der Hochdruck-Düse HD-D zum Werkstück verändert und eingestellt werden. Selbstverständlich können in der Werkstückkammer WK auch mehrere Hochdruck-Düsen HD-D angeordnet und auf ein und dasselbe Werkstück WS oder auf mehrere Werkstücke ausgerichtet sein.

[0017] Der Auslauf AL der Werkstückkammer WK führt zu einem angedeuteten, maschinenseitigen Sammelauslauf ALm und darüber schließlich zum Öltank ÖT zurück. Die Werkstückkammer WK kann über den Anschluß AS mit einer Gasversorgung GV für Kohlenstoffdioxid CO₂ oder Stickstoff N verbunden sein.

[0018] Diese Integration der Entgratung in den üblichen Herstellungsablauf des Teiles hat weitreichende Vorteile, da dadurch nicht nur der Arbeitsablauf vereinfacht und die Herstellkosten reduziert werden können, es wird auch keine weitere Umweltbelastung vorgenommen, da die gebrochenen Grate wie die Späne der Bearbeitungsgänge in der Metallbearbeitungsmaschine abtransportiert und entsorgt werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entgraten von Metallteilen mittels eines Hochdruck-Flüssigkeitsstrahles mit einem Druck > 400 bar, der aus einer Hochdruck-Düse austritt und auf das zu behandelnde Werkstück gerichtet wird, dadurch gekennzeichnet,

dass ein Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl (HD-FS) mit einem Ölanteil > 50 % verwendet wird, und

dass die Hochdruck-Düse (HD-D) mit dem zu bearbeitenden Werkstück (WS) während der Bearbeitung in einer in einer Maschinenkammer einer Metallbearbeitungsmaschine (MBM) angeordneten gekapselten Werkstückkammer (WK) untergebracht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstückkammer (WK) während der Behandlung des Werkstückes (WS) über eine Gasversorgung (GV) Kohlendioxid oder Stickstoff zugeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl (HD-FS) aus bei spanabhebenden Metallbearbeitungsmaschinen (MBM) verwendetem Öl (z.B. Schneidöl) gebildet wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 auf einer spanabhebenden Metallbearbeitungsmaschine, die mindestens eine Maschinenkammer mit einer Hochdruck-Düse aufweist, deren Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl auf das in die Maschinenkammer eingebrachte, zu behandelnde Werkstück gerichtet ist, und die eine Hochdruck-Erzeugungseinrichtung für den Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl mit einem Druck > 400 bar sowie einen Behälter für die Bearbeitungs-Flüssigkeit aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass in der Maschinenkammer der Metallbearbeitungsmaschine (MBM) eine gekapselte Werkstückkammer (WK) untergebracht ist, in die die Hochdruck-Düse (HD-D) eingebracht und das zu behandelnde Werkstück (WS) während der Bearbeitung einbringbar ist. 5
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (WS) in einer Werkstückaufnahme (WA) gehalten in die gekapselte Werkstückkammer (WK) einführbar ist, und dass bei einer Metallbearbeitungsmaschine (MBM) mit mehreren Bearbeitungsstationen in der Maschinenkammer die gekapselte Werkstückkammer (WK) in der letzten Bearbeitungsstation angeordnet ist. 10
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückkammer (WK) mit einem Ablaufausgang (AL) versehen ist, der mit der Ölablaufeinrichtung der Metallbearbeitungsmaschine (MBM) in Verbindung steht oder bringbar ist. 15
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Öl aus dem Öltank (ÖT) der Metallbearbeitungsmaschine (MBM) direkt oder über einen Ölbehälter (ÖV) der Hochdruck-Erzeugungseinrichtung (HD-Q) zugeführt ist. 20
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückkammer (WK) mit einem Anschluss (AS) für eine von einer Gasversorgung (GV) kommende Leitung versehen ist. 25
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in der Werkstückkammer (WK) mehrere, von der Hochdruck-Erzeugungseinrichtung (HD-Q) gespeiste Hochdruck-Düsen (HD-D) angeordnet sind, deren Bearbeitungsrichtung und Abstand zum Werkstück (WS) einstellbar sind. 30
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, 35

dadurch gekennzeichnet,
dass die Hochdruck-Erzeugungseinrichtung (HD-Q) als von der Metallbearbeitungsmaschine (MBM) getrennte Baueinheit ausgebildet ist.

Claims

1. Method of deburring pieces of metal by means of a jet of high-pressure fluid having a pressure > 400 bar, which jet emerges from a high-pressure nozzle and is directed towards the workpiece to be treated, characterised in that a jet of high-pressure fluid (HD-FS) is used with an oil content > 50 %, and in that the high-pressure nozzle (HD-D) and the workpiece (WS) to be processed are accommodated during the operational process in an enclosed workpiece chamber (WK) disposed in a machine chamber of a metalworking machine (MBM) .
2. Method according to claim 1, characterised in that carbon dioxide or nitrogen is supplied to the workpiece chamber (WK) during the treatment the workpiece (WS) via a gas supply means (GV).
3. Method according to claim 1, characterised in that the jet of high-pressure fluid (HD-FS) is formed from oil (e.g. cutting oil), which is used with metalworking machines (MBM).
4. Apparatus for accomplishing the method according to one of claims 1 to 3 on a metalworking machine, which has at least one machine chamber with one high-pressure nozzle, the jet of high-pressure fluid of said nozzle being directed towards the workpiece to be treated, which has been introduced into the machine chamber, and which machine has a high-pressure generating arrangement for the jet of high-pressure fluid, which has a pressure > 400 bar, as well as having a container for the operating fluid, characterised in that an enclosed workpiece chamber (WK) is accommodated in the machine chamber of the metalworking machine (MBM), into which workpiece chamber the high-pressure nozzle (HD-D) is introduced and the workpiece (WS) to be treated is insertable during the machining process.
5. Apparatus according to claim 4, characterised in that the workpiece (WS), retained in a workpiece receiver (WA), is insertable into the enclosed workpiece chamber (WK), and in that, in the case where a metalworking machine (MBM) is provided with a plurality of operating stations in the machine chamber, the enclosed workpiece chamber (WK) is disposed in the final operating station.
6. Apparatus according to claim 4 or 5, characterised in that the workpiece chamber (WK) is provided with

a discharge outlet (AL), which communicates with or can be brought into communication with the oil discharging arrangement of the metalworking machine (MBM).

7. Apparatus according to one of claims 4 to 6, characterised in that the oil from the oil tank (ÖT) is supplied to the metalworking machine (MBM) directly or via an oil container (ÖV) of the high-pressure generating means (HD-Q).
8. Apparatus according to one of claims 4 to 7, characterised in that the workpiece chamber (WK) is provided with a connection (AS) for a pipeline coming from a gas supply means (GV).
9. Apparatus according to one of claims 4 to 8, characterised in that a plurality of high-pressure nozzles (HD-D), which are fed by the high-pressure generating means (HD-Q), are disposed in the workpiece chamber (WK) and have an operational direction and spacing from the workpiece (WS) which are adjustable.
10. Apparatus according to one of claims 4 to 9, characterised in that the high-pressure generating means (HD-Q) is configured as a structural unit separated from the metalworking machine (MBM).

Revendications

1. Procédé d'ébarbage de pièces métalliques au moyen d'un jet de liquide à haute pression avec une pression > 400 bar, qui sort d'une tuyère haute pression et est dirigé sur la pièce d'oeuvre à traiter, caractérisé en ce
 qu'on utilise un jet de liquide à haute pression (HD-FS) avec une teneur en huile > 50 % et qu'on place la tuyère haute pression (HD-D) avec la pièce d'oeuvre (WS) à traiter, pendant le traitement, dans une chambre de pièce d'oeuvre (WK) mise sous boîtier dans une chambre de machine d'une machine de traitement de métaux (MBM).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pendant le traitement de la pièce d'oeuvre (WS), du dioxyde de carbone ou de l'azote est amené à la chambre de pièce d'oeuvre (WK) par l'intermédiaire d'une distribution de gaz (GV).
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le jet de liquide à haute pression (HD-FS) est formé par de l'huile (par exemple huile de coupe) utilisée par des machines de traite-

ment de métaux (MBM) par enlèvement de copeaux.

4. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 3 sur une machine de traitement de métaux par enlèvement de copeaux, qui présente au moins une chambre de machine avec une tuyère haute pression dont le jet de liquide à haute pression est dirigé sur la pièce d'oeuvre à traiter mise en place dans la chambre de machine, et qui présente une installation de génération de haute pression pour le jet de liquide à haute pression avec une pression > 400 bar, ainsi qu'un récipient pour le liquide de traitement, caractérisé en ce qu'une chambre de pièce d'oeuvre (WK) mise sous boîtier est placée dans la chambre de machine de la machine de traitement de métaux (MBM), dans laquelle est mise en place la tuyère haute pression (HD-D) et la pièce d'oeuvre (WS) à traiter peut être mise en place pendant le traitement.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la pièce d'oeuvre (WS) peut être introduite dans un logement de pièce d'oeuvre (WA) maintenu dans la chambre de pièce d'oeuvre (WK) mise sous boîtier et que, dans le cas d'une machine de traitement de métaux (MBM) avec plusieurs stations de traitement dans la chambre de machine, la chambre de pièce d'oeuvre (WK) mise sous boîtier est disposée dans la dernière station de traitement.
6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que la chambre de pièce d'oeuvre (WK) est munie d'une sortie de décharge (AL) qui est ou peut être mise en liaison avec l'installation de décharge d'huile de la machine de traitement de métaux (MBM).
7. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que l'huile sortant du réservoir d'huile (ÖT) de la machine de traitement de métaux (MBM) est amenée, directement ou par l'intermédiaire d'un récipient d'huile (ÖV), à l'installation de génération de haute pression (HD-Q).
8. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que la chambre de pièce d'oeuvre (WK) est munie d'un raccord (AS) pour une conduite venant d'une distribution de gaz (GV).
9. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que plusieurs tuyères haute pression (HD-D) alimentées par l'installation de génération de haute pression (HD-Q) sont disposées dans la chambre de pièce d'oeuvre (WK) et leur direction de traitement et leur écartement par rapport à la pièce

ce d'oeuvre (WS) sont réglables.

- 10.** Dispositif selon l'une des revendications 4 à 9, caractérisé en ce que l'installation de génération de haute pression (HD-Q) est réalisée sous forme d'une unité modulaire séparée de la machine de traitement de métaux (MBM).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

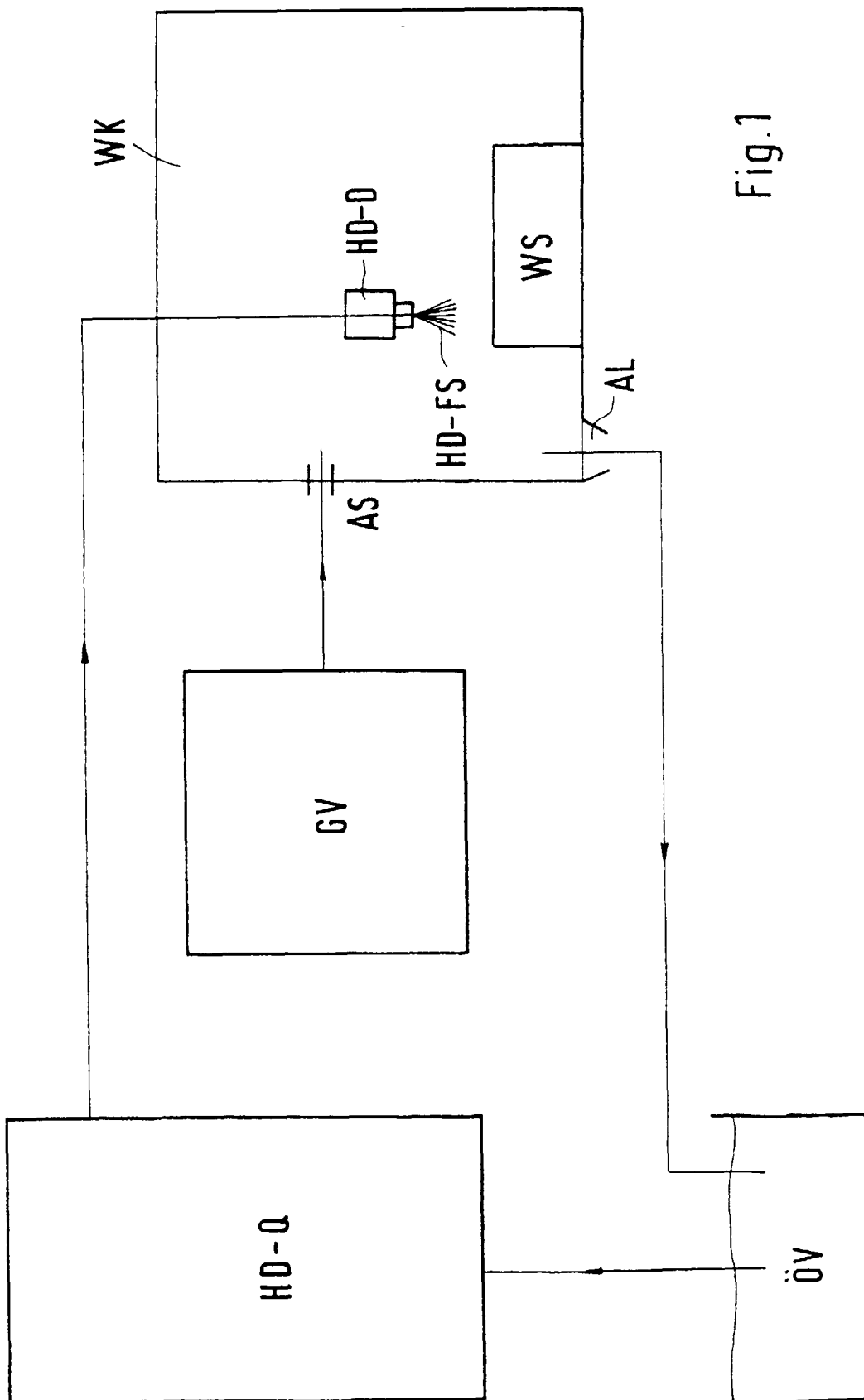


Fig.1

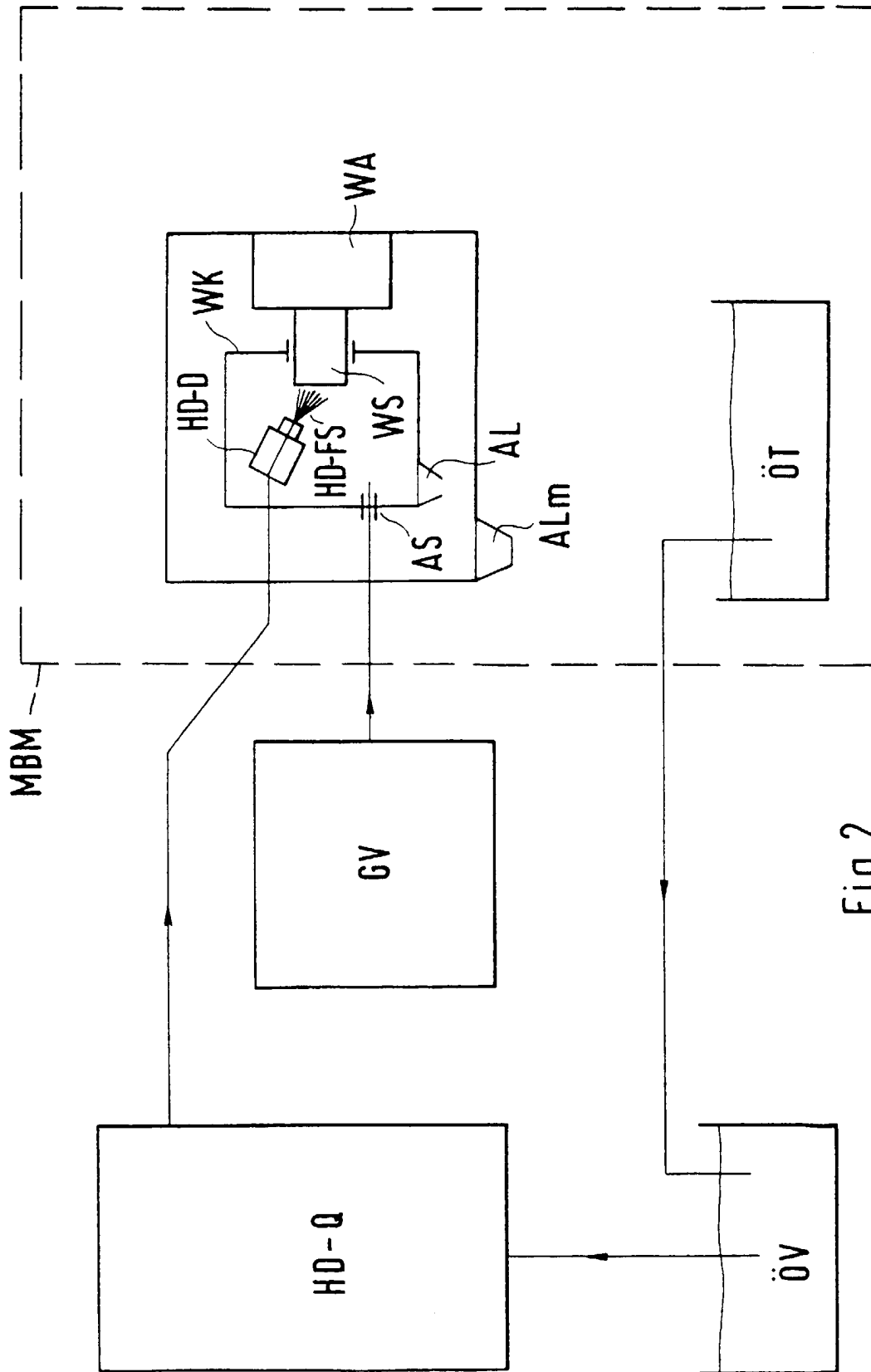


Fig.2