

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **85113073.2**

(51) Int. Cl.⁴: **B 24 B 33/06**

(22) Anmeldetag: **15.10.85**

(30) Priorität: **27.11.84 DE 3443106**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.06.86 Patentblatt 86/23

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

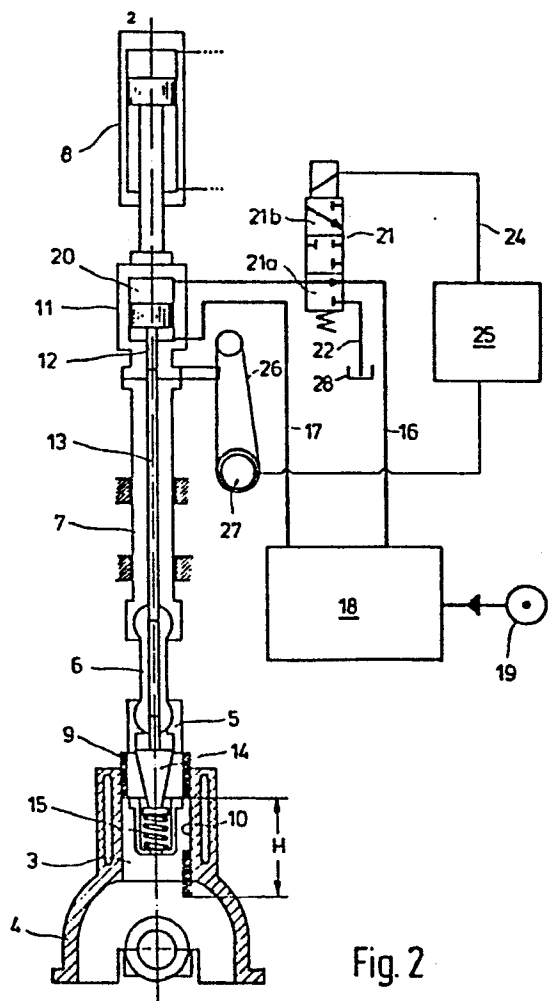
(71) Anmelder: **Maschinenfabrik Gehring GmbH & Co. KG**
Gehringstrasse 28
D-7302 Ostfildern 2(DE)

(72) Erfinder: **Bender, Albert**
Robert-Koch-Strasse 208
D-7302 Ostfildern 2(DE)

(74) Vertreter: **Jackisch, Walter, Dipl.-Ing.**
Menzelstrasse 40
D-7000 Stuttgart 1(DE)

(54) **Verfahren zum Herstellen von Bohrungen hoher Oberflächengüte und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Herstellung von Bohrungen hoher Oberflächengüte in Werkstücken, insbesondere von Zylinderbohrungen in Motorzylinderblöcken, durch zumindest eine Oberflächenfeinbearbeitung mittels eines rotierenden, in Richtung der Achse der Bohrung gegenläufige Hubbewegung ausführenden Honwerkzeuges (5) mit radial gegen die Bohrungswand mittels eines Zustellsystemes andrückbaren Honsteinen (9). Die Aufgabe ist, ein Verfahren und eine Vorrichtung dieser Art zu schaffen, bei welchen schädliche Beeinflussungen der Oberflächengüte einer Bohrung infolge Bewegungsumkehr des Honwerkzeuges (9) vermieden werden. Erreicht wird dies dadurch, daß die Kraft, mit der die Honsteine gegen die Bohrungswand (10) gedrückt werden, während den Umkehrungen der Hubbewegung des Honwerkzeuges (9) reduziert wird, indem bei der Vorrichtung der Druck im Zylinderraum (20) der Kolbenzylinder-Anordnung (11) während den Hubumkehrungen des Honwerkzeuges (5) vermindert wird.



Maschinenfabrik
Gehring Gesellschaft mit
beschränkter Haftung & Co.
Kommanditgesellschaft
Gehringstr. 28
7302 Ostfildern 2

A 1-86 811/so
10.10.1985

Verfahren zum Herstellen von Bohrungen hoher Oberflächen-
güte und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Bei bekannten Verfahren dieser Art zeigt sich in der Praxis häufig eine Verschlechterung der Oberflächengüte der Bohrung in dem Bereich, in dem eine Richtungsumkehr der Hubbewegung des Honwerkzeuges auftritt. Betrachtet man den bevorzugten Anwendungsfall der Erfindung, nämlich die Herstellung von Zylinderbohrungen^{z.B.} in Motorzylinderblöcken, so erfolgen Umkehrungen der Hubbewegung bei Stellungen des Honwerkzeuges sowohl im Bereich des zylinderkopfseitigen Endes als auch im Bereich des kurbelwellenseitigen Endes des Zylinderblocks. In den Bereichen der Hubumkehr läßt sich beim Stand der Technik ein im Hinblick auf die Ölhaftung und Abdichtung durch die Kolbenringe günstiger Wert des Honwinkels, also des aus Hub- und Rotationsbewegung des Werkzeuges resultierenden Winkels sich kreuzender, geradliniger Bearbeitungsriefen, nicht einhalten; in Verzögerungs- und Beschleunigungsbereichen ist der Winkel kleiner als der Sollwert, während er an den Umkehrstellen 0° beträgt. Die Oberfläche zeigt demgemäß in diesen Bereichen der Bohrung kein gleichmäßiges Bild, vielmehr sind entsprechend der Anzahl und Anordnung

der in Eingriff stehenden Honsteine mehr oder weniger schmale Abschnitte mit kurzen bogenförmigen Bearbeitungsriefen vorhanden, die eine unerwünschte Verschlechterung der Oberflächengüte darstellen.

Man hat bereits versucht, die geschilderten Nachteile dadurch zu beheben, daß Motorzylinderblöcke paarweise gegensinnig mit ihren zylinderkopfseitigen Flächen aufeinander gespannt und die fluchtenden Zylinderbohrungen beider Motorblöcke wie eine Bohrung bearbeitet werden. Die schädliche Beeinflussung der Oberflächengüte kann dabei aber nur für den zylinderkopfseitigen Bereich der Zylinderbohrung vermieden werden.

Außerdem erfordert diese Lösung, daß das Honwerkzeug von der Kurbelwellenseite her in die Zylinderbohrung einführbar ist, was aber bei sehr vielen Motorblöcken wegen der Kurbelwellen-Lagerstege nicht möglich ist. Die bekannte Lösung ist in den meisten Fällen nicht anwendbar.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, durch welche der geschilderte Nachteil, nämlich die Beeinflussung der Oberflächengüte einer Bohrung durch Bewegungsumkehr eines Honwerkzeuges, vermieden wird.

Diese Aufgabe wird bei dem Verfahren gemäß Gattungsbegriff des Anspruches 1 durch die Merkmale des Kennzeichens dieses Anspruches und bei einer Vorrichtung gemäß Anspruch 9 mit dessen Kennzeichnungsmerkmalen gelöst.

Durch die Herabsetzung des Hondruckes und damit der Schnittkraft des Honsteines in den Bereichen der Hub-

umkehr, d. h. in den Verzögerungs- und Beschleunigungsphasen der Hubbewegung, wird ein Schneiden der Honsteine während dieser Zeit vermieden, mindestens jedoch soweit vermindert, daß eine schädliche Oberflächenbeeinflussung ausgeschlossen ist.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung und der Zeichnung und aus den Unteransprüchen.

Fig. 1 zeigt zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Weg(s)-Zeit(t)-Diagramm der Hubbewegung eines Honwerkzeuges mit dem zugeordneten Verlauf der Schnittkraft (F) der Honsteine während eines Abschnittes der Bearbeitung einer Bohrung und

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Das Honwerkzeug 5 (Fig. 2) führt eine gegenläufige Hubbewegung zwischen den Umkehrpunkten UT und OT (Fig. 1) aus, welche die Größe des Hubweges begrenzen. Dabei werden die Honsteine 9 (Fig. 2) des Honwerkzeuges gegen die Wandung 10 der Zylinderbohrung eines zu honenden Zylinders oder dgl. mit einer bestimmten Kraft (Andruckkraft) gedrückt. Die Geschwindigkeit der Hubbewegung ist zwischen den Hubumkehrungen im wesentlichen konstant, wie die längeren, geraden Abschnitte der Linie 1 im Weg-Zeit-Diagramm zeigen.

Im Punkt A wird die Umkehr der Hubbewegung eingeleitet, d. h. die bewegten Massen müssen bis zum Stillstand abgebremst und unmittelbar in entgegengesetzter Richtung wieder beschleunigt werden. Der bogenförmige Verlauf der Linie 1 in diesem Bereich zeigt, daß sich die Geschwindigkeit schnell verringert und im Umkehrpunkt UT den Wert Null erreicht (Scheitelpunkt der Kurve), dann rasch wieder zunimmt, um im Punkt A' die Arbeitshubgeschwindigkeit wieder zu erreichen. Das gleiche gilt für die Hubumkehr am oberen Umkehrpunkt OT, die durch die Punkte B und B' markiert ist.

Das in Fig. 1 dargestellte Diagramm zeigt weiter im unteren Teil mit der Linie 2 den erfindungsgemäßen, der Hubbewegung zugeordneten Verlauf der Andruckkraft der Honsteine an die Bohrungswand über der Zeit. Es ist deutlich zu sehen, daß im bogenförmigen Bereich der Linie 1 zwischen Punkt A und A' bzw. B und B' die Honkraft schlagartig von F_1 auf F_0 vermindert wird, vorzugsweise auf $F_0=0$ herabgesetzt wird. Das bedeutet, daß in der Verzögerungs- und Beschleunigungsphase des Honwerkzeuges, also während der Hubumkehr, die Honsteine nicht mehr schneiden können und keine Bearbeitungsriefen erzeugen.

Erreicht wird die erfindungsgemäße Schnittkraftunterbrechung der Honsteine während der Hubumkehr durch eine von der Hubsteuerung ausgelöste kurzzeitige Rückstellung des Zustellsystems bzw. der Zustelleinrichtung.

Hierzu ist nach einem weiteren Merkmal der Erfindung das gesamte Zustellsystem entgegen der Zustellrichtung vorgespannt, wodurch eine besonders schnell einsetzende Schnittkraftunterbrechung erreicht wird, wie dies auch aus dem angenähert rechteckförmigen Verlauf der

Kraftkennlinie 2 (Fig. 1) über der Zeit ersichtlich ist.

In Fig. 2 ist schematisch eine erfindungsgemäße Honvorrichtung dargestellt. Die Zylinderbohrung 3 eines Motorzylinderblockes 4 wird von einem in bekannter Weise rotierend angetriebenen und eine in Richtung der Bohrungsachse eine Hubbewegung H ausführenden Honwerkzeug 5 bearbeitet.

Das Honwerkzeug 5 ist zu diesem Zweck über eine Anschlußstange 6 gelenkig mit einer Honspindel 7 verbunden, die Teil einer nicht gezeigten bekannten Honmaschine ist und von einem hydraulischen Hubantrieb, nämlich einer Kolbenzylinder-Anordnung 8 nach oben und unten bewegbar ist. Die Honspindel 7 wird außerdem in bekannter Weise von einem (nicht gezeigten) Drehantrieb um ihre Längsachse drehend angetrieben. Das Honwerkzeug 5 trägt Honsteine 9, die von einer hydraulisch betätigten Zustelleinrichtung radial nach außen zustellen und an die Bohrungswand 10 einer Zylinderbohrung 3 andrückbar sind. Die hydraulische Betätigung der Zustelleinrichtung besteht aus einer Kolbenzylinder-Anordnung 11, deren Kolbenstange 12 über eine durch die Honspindel 7 und die Anschlußstange 6 hindurch zum Honwerkzeug 5 führende, mehrteilig ausgeführte Zustellstange 13 auf die Oberseite des Zustellkonus 14 des Honwerkzeuges drückt. Auf die Unterseite des Zustellkonus drückt die Kraft einer starken Feder 15 in entgegengesetzter Richtung und bewirkt eine mechanische Vorspannung des Zustellsystems. Der hydraulische Zylinder 11 wird über Leitungen 16, 17 von einer hydraulischen Steuereinheit 18 gespeist, die an eine Druckmittelquelle 19 angeschlossen ist.

In die Leitung 16, welche zum oberen Zylinderraum 20 der Kolbenzylinder-Anordnung 11 führt, ist ein 3-Wege-Ventil

21 zwischengeschaltet, über das der obere Zylinderraum 20 direkt mit einer Rücklaufleitung 22 zum Druckmittelbehälter 28 verbindbar ist. Das 3-Wege-Ventil 21 ist über eine Steuerleitung 24 mit einem elektrischen Hubsteuergerät 25 verbunden, das mittels eines mit der Hubbewegung der Honspindel 7 mechanisch, z. B. über einen Kettentrieb 26, gekoppelten Weggebers 27 die Hubumkehr steuert.

Die in Fig. 2 beschriebene Vorrichtung arbeitet wie folgt:

Der über den Kettentrieb 26 mit der auf- und abbewegten Honspindel 7 verbundene Weggeber 27 arbeitet als Istwertgeber und meldet fortlaufend die augenblickliche Stellung des Honwerkzeuges 5 an das Hubsteuergerät 25. Im Hubsteuergerät 25 werden in bekannter Weise diese Werte mit vorgegebenen Sollwerten für die Hubumkehrpunkte (UT, OT) verglichen und bei Gleichheit die Hubumsteuerung bewirkt.

Das Hubsteuergerät 25 gibt außerdem erfindungsgemäß zu jeder Hubumsteuerung ein Steuersignal 24 an das Wegeventil 21 ab. Das Wegeventil 21 steuert aus der Schaltstellung 21a, in welcher der obere Zylinderraum 20 der Kolbenzylinder-Anordnung 11 zum Zwecke der hydraulischen Betätigung der Zustelleinrichtung über die Leitung 16 von der hydraulischen Steuereinheit 18 gespeist ist, in die Schaltstellung 21b um und verbleibt in dieser Stellung, solange das Steuersignal 24 ansteht.

In der Schaltstellung 21b ist die Leitung 16 zur hydraulischen Steuereinheit 18 unterbrochen. Der Zylinderraum 20 ist jetzt mit der Rücklaufleitung 22 verbunden, und aus dem Zylinderraum 20 strömt Druckmittel zurück in den Behälter 28. Der Druck im Zylinderraum 20, der maßgebend ist für die Kraft, mit der die Honsteine 9 beim

Honen gegen die Bohrungswand 10 gedrückt werden, fällt schlagartig ab und die Vorspannfeder 15 bewirkt eine schnelle Rückstellung des Zustellsystems; die Honsteine 9 werden nicht mehr gegen die Bohrungswand 10 gedrückt und hören sofort auf zu schneiden.

Nach Wegnahme des Signals 24 schaltet das Wegeventil 21 zurück in die Schaltstellung 21a und über die Leitung 16 erfolgt sofort wieder die Auffüllung des Zylinderraums 20, bis der voreingestellte Druck erreicht ist und die Honsteine 9 wieder mit der entsprechenden Kraft gegen die Bohrungswand 10 drücken und schneiden.

Beginn, Dauer und Folge des Steuersignals 24 wird erfindungsgemäß durch an sich bekannte elektrische Mittel der Hubumkehr vorseilend so gesteuert, daß unter Berücksichtigung der vorhandenen mechanischen und hydraulischen Verzögerungszeiten die tatsächliche Schnittkraftunterbrechung der Honsteine 9 mit dem Anfang der Zeitdauer und Folge der Hubumkehr übereinstimmt, wie aus dem Diagramm (Fig. 1) gut erkennbar ist. Dabei ist die Steuerung vorzugsweise so ausgelegt, daß der Beginn der Schnittkraftverminderung (Punkt C der Linie 2 in Fig. 1) so rechtzeitig erfolgt, daß beim Beginn der Hubumkehr (Punkt A bzw. B der Linie 1 in Fig. 1) bereits die voreingestellte verminderte Schnittkraft F_0 voll erreicht ist und bis zum Ende der Hubumkehr (Punkt A' bzw. B') aufrechterhalten wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren, die Schnittkraft der Honsteine während der Hubumkehr mindestens zu reduzieren, vorzugsweise zu unterbrechen, kann während der gesamten Hondauer für ein Werkstück angewendet werden.

Bei mehrstufiger Bearbeitung wird das Verfahren vorzugsweise nur während der Fertigbearbeitung angewendet. Es

kann auch durchaus genügen und vorteilhaft sein, während mindestens einer, vorzugsweise mehrerer, Hubumkehrungen vor Erreichen des Fertigmaßes das Verfahren anzuwenden.

Selbstverständlich ist das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf die beschriebene hydraulische Betätigung der Zustelleinrichtung beschränkt, sondern kann bei allen bekannten Betätigungen für die Zustellung der Honsteine in geeigneter Form angewendet werden.

.. So kann beispielsweise bei einer elektro-mechanischen Betätigung der Zustelleinrichtung mittels Schritt- oder Servomotor in Verbindung mit einem Kugelgewindetrieb durch eine kurzzeitige, von der Hubsteuerung ausgelöste Drehrichtungsumkehr die erfindungsgemäße Schnittkraftverminderung während der Hubumkehr erreicht werden.

Maschinenfabrik
Gehring Gesellschaft mit
beschränkter Haftung & Co.
Kommanditgesellschaft
Gehringstr. 28
7302 Ostfildern 2

-1-

01.83031
A 1-86 811/50
10.10.1985

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Bohrungen hoher Oberflächengüte in Werkstücken, insbesondere von Zylinderbohrungen in Motorzylinderblöcken, durch zumindest eine Oberflächen-Feinbearbeitung mittels eines rotierenden, in Richtung der Achse der Bohrung gegenläufige Hubbewegung ausführenden Honwerkzeuges mit radial gegen die Bohrungswand mittels eines Zustellsystems andrückbaren Honsteinen, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraft, mit der die Honsteine (9) gegen die Bohrungswand (10) gedrückt werden, während den Umkehrungen der Hubbewegung des Honwerkzeuges (5) reduziert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraft, mit der die Honsteine (9) gegen die Bohrungswand (10) gedrückt werden, während den Umkehrungen der Hubbewegung des Honwerkzeuges (5) auf Null herabgesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schnittkraftverminderung der Honsteine (9) während der Hubumkehr durch eine von einer Hubsteuerung (25) ausgelöste Rückstellung des Zustellsystems vorgenommen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Zustellsystem entgegen der Zustellrichtung vorgespannt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Beginn, Dauer und Folge der Rückstellung des Zustellsystems, vorzugsweise unter Berücksichtigung der vorhandenen mechanischen und hydraulischen Verzögerungszeiten so gesteuert werden, daß die tatsächliche Schnittkraftverminderung der Honsteine (9) mit dem Anfang, der Zeitdauer und Folge der Hubumkehr übereinstimmt, wobei vorzugsweise die Steuerung so ausgelegt ist, daß der Beginn der Schnittkraftverminderung so rechtzeitig erfolgt, daß bei Beginn der Hubumkehr die voreingestellte, verminderte Schnittkraft erreicht ist und bis zum Ende der Hubumkehr aufrechterhalten wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnittkraftverminderung der Honsteine (9) bei der Hubumkehr während der gesamten Hondauer für ein Werkstück vorzugsweise bei der Hubumkehr während der Fertigbearbeitung eines Werkstückes angewendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnittkraftunterbrechung der Honsteine bei der Hubumkehr während mindestens einer, vorzugsweise mehrerer Hubumkehrungen vor Erreichen des Fertigmaßes angewendet wird.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einer vorzugsweise hydraulischen, eine Kolbenzylinder-Anordnung aufweisenden Zustelleinrichtung für das Honwerkzeug,

dadurch gekennzeichnet, daß der Druck im Zylinder-
raum (20) der Kolbenzylinder-Anordnung (11) während
der Hubumkehrungen des Honwerkzeuges (5) reduziert
ist, und daß in die zum Zylinderraum (20) führende
Druckmittelleitung (16) ein Wegeventil (21) ge-
schaltet ist, über das der Zylinderraum (20) mit
einer Rücklaufleitung (22) verbindbar ist, wobei
das Wegeventil (21) in Abhängigkeit von der Hub-
bewegung steuerbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, daß das Zustellsystem
mit einer entgegen der Zustellrichtung wirkenden
Vorspanneinrichtung versehen ist, vorzugsweise
einer Druckfeder (15), die auf die Unterseite
des Zustellkonus (14) des Honwerkzeuges (5) drückt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, daß das Zustellsystem
durch eine Druckfeder (15) rückstellbar ist,
wobei der Zylinderraum (20) mit einer zum Druck-
mittelbehälter (28) führenden Rücklaufleitung
(22) verbunden ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 und einem
Hubsteuergerät
dadurch gekennzeichnet, daß das Hubsteuergerät
(25) mit einem Wegeventil (21) zwecks Abgabe
eines Steuersignals (24) verbunden ist, und daß
das Wegeventil (21) über eine Rücklaufleitung
(22) und einen Rücklaufbehälter (28) verbunden
ist.

- 1/2 -

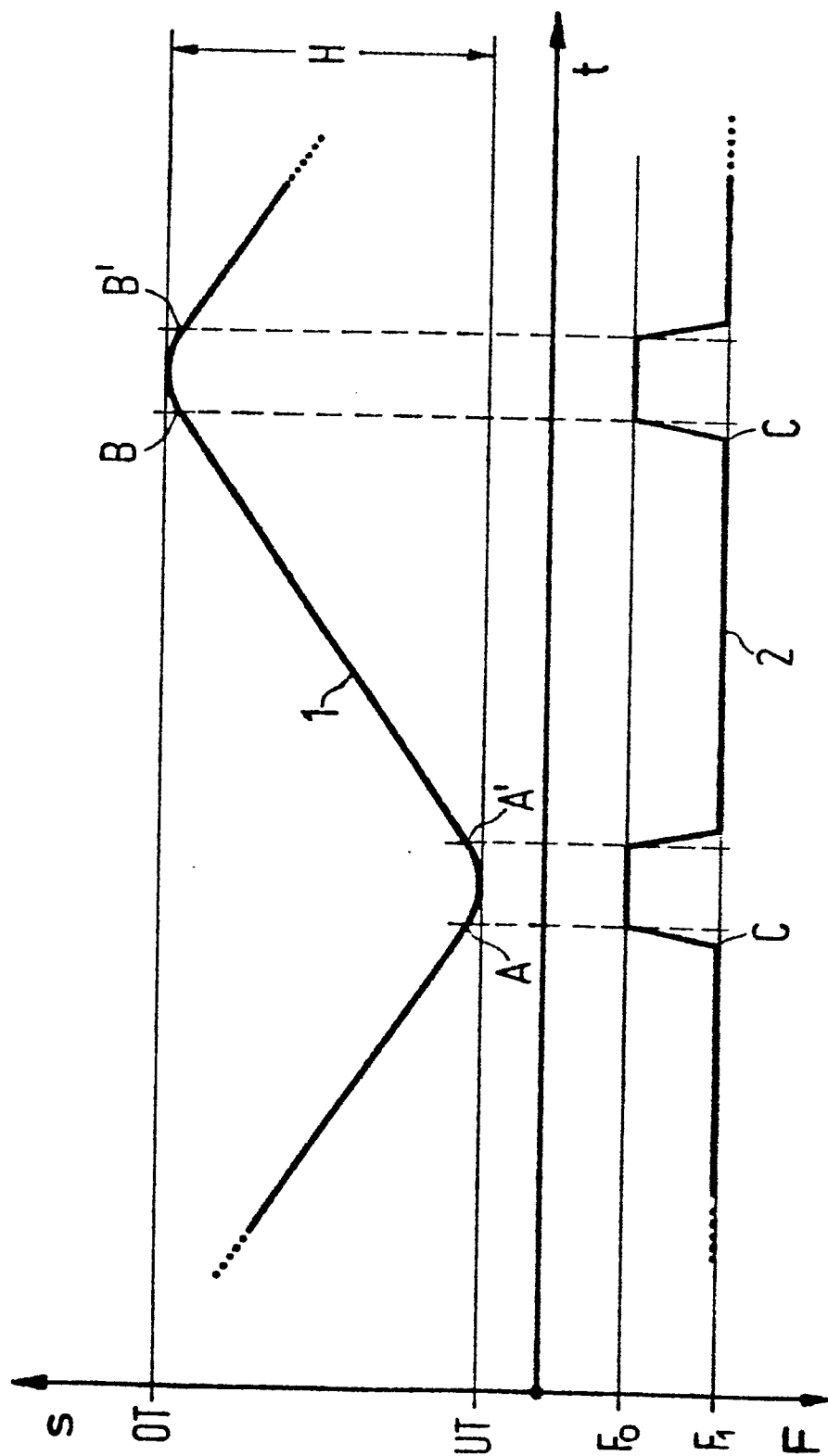


Fig.1

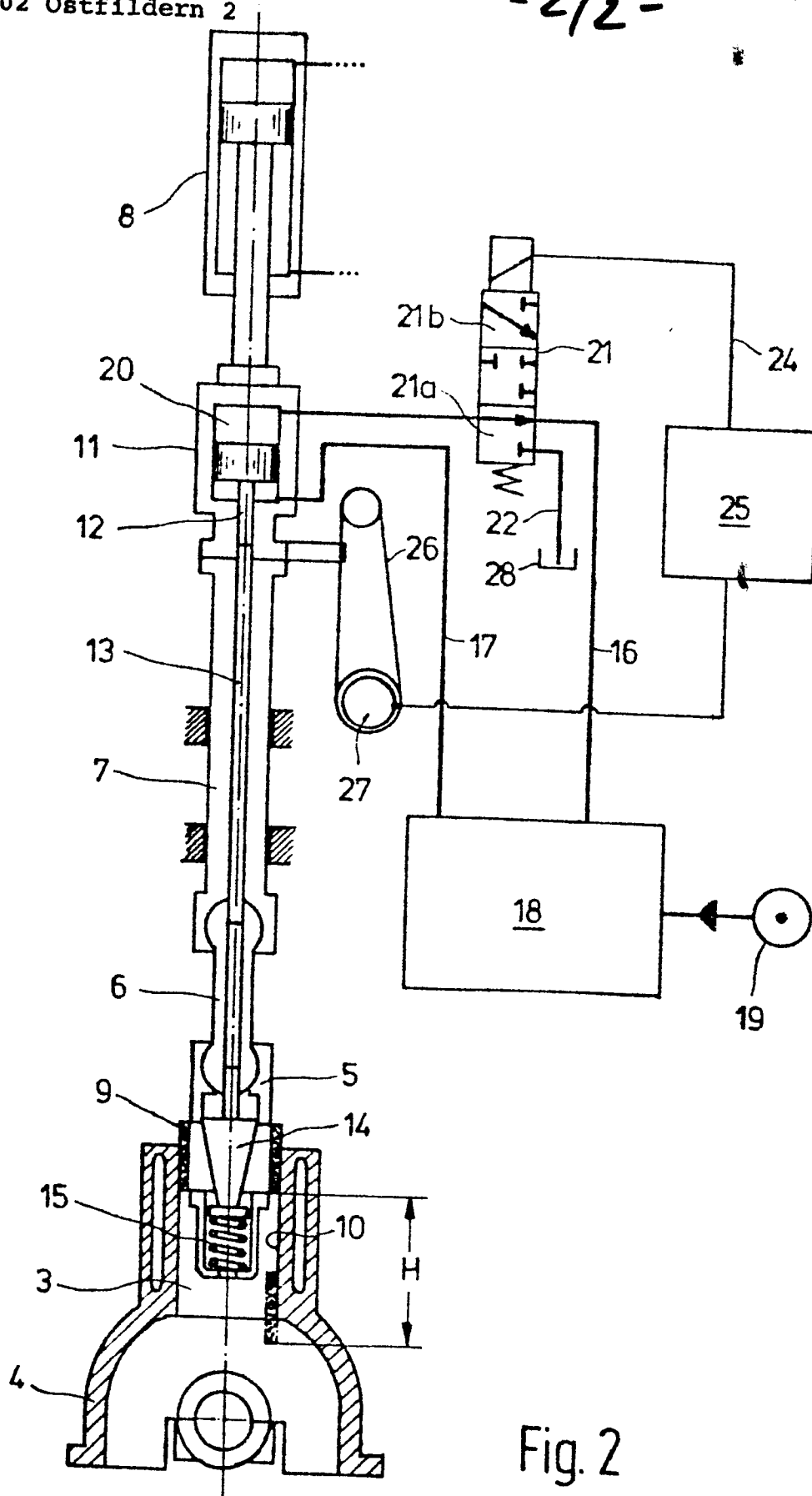


Fig. 2