



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 003 682 A1** 2007.07.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 003 682.4**

(22) Anmeldetag: **24.01.2006**

(43) Offenlegungstag: **26.07.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B23C 3/00** (2006.01)

B23C 9/00 (2006.01)

B23C 5/10 (2006.01)

B23P 23/04 (2006.01)

(71) Anmelder:
JENOPTIK Automatisierungstechnik GmbH,
07745 Jena, DE

(74) Vertreter:
Patentanwälte Oehmke und Kollegen, 07743 Jena

(72) Erfinder:
Jancsó, Alex, 07747 Jena, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 199 10 880 A1

DE 101 28 536 A1

DE 41 13 633 A1

JP 55-1 25 954 A

JP 11-1 14 741 A

JP 03-0 60 888 A

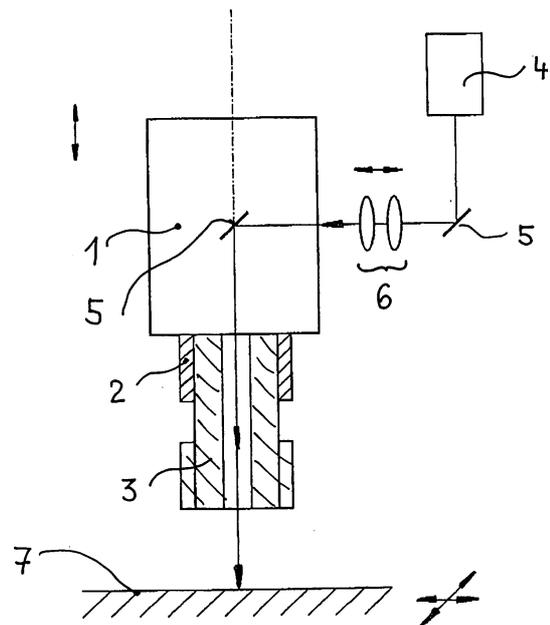
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kombinierte Vorrichtung zur Materialbearbeitung mit einem Fräser und einem Laser**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Materialbearbeitung mittels Fräser 3 und Laserstrahlung.

Die Vorrichtung umfasst eine Fräseinheit 1, eine Arbeitspindel 2, einen Fräser 3, einen Laser 4, Umlenkelemente 5, eine Fokussieroptik 6 und einen Arbeitstisch 7. Durch die erfindungsgemäße Einkopplung der Laserstrahlung in einen zur Fräserachse koaxialen Kanal kann ein Werkstück zeitgleich oder nacheinander am gleichen Bearbeitungsort gefräst und gelasert werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, mit der mittels eines Fräasers und eines Lasers Material von einem Werkstück partiell abgetragen werden kann.

[0002] Eine solche Vorrichtung ist gattungsgemäß aus der DE 199 10 880 A1 bekannt.

[0003] In der DE 41 13 633 A1 wird von einem Stand der Technik ausgegangen, bei dem Werkstücke, die zusätzlich zur Bearbeitung mittels Laser auch durch andere Bearbeitungsverfahren behandelt werden sollen, in unterschiedlichen Bearbeitungsvorrichtungen bearbeitet werden. Das Werkstück muss zwischen den Bearbeitungsvorrichtungen transportiert und dort jeweils zum Werkzeug ausgerichtet werden.

[0004] Mit dem Ziel, eine Bearbeitungsvorrichtung zu schaffen, mit der zusätzlich zur Laserbearbeitung weitere Bearbeitungsverfahren durchgeführt werden können, ohne dass das Werkstück transportiert oder umverlagert werden muss, wird in der DE 41 13 633 A1 vorgeschlagen, dass zwei Pinolen, von denen eine für den Laserkopf und die andere zur Befestigung eines weiteren Werkzeuges vorgesehen ist, mit einem gemeinsamen Antrieb in Verbindung stehen. Zur Durchführung von Bearbeitungsvorgängen kann somit die gleiche Steuerung benutzt werden.

[0005] Aus dem Kurzauszug zur japanischen Patentanmeldung JP 11114741 ist eine kombinierte Bearbeitungsanlage bekannt, in der alternativ ein Laser oder mechanische Werkzeuge, wie Bohrer und Fräser, insbesondere auch ein Schafffräser, zur Werkstückbearbeitung eingesetzt werden. Um die unterschiedlichen Werkzeuge zum Einsatz zu bringen, werden der Bohrer oder der Fräser direkt an einer Spindel eines Spindelkopfes befestigt. Zur Nutzung des Lasers wird ein Modul an der Spindel befestigt, welches in dieser Position eine eingangsseitig eingekoppelte Laserstrahlung in koaxialer Richtung zur Spindel auf das Werkstück richtet. Indem alle Werkzeuge an derselben Spindel ausgerichtet werden, haben sie dieselbe Wirkungsrichtung gegenüber dem Werkstück.

[0006] Auch hier können die unterschiedlichen Bearbeitungsverfahren nur zeitlich nacheinander ausgeführt werden.

[0007] Auch aus der DE 199 10 880 A1 ist eine Werkzeugmaschine für die alternative Werkstückbearbeitung mit Laserstrahlung oder spanenden Werkzeugen bekannt. Ein Fräskopf und eine Laserstrahlungsquelle sind gemeinsam an einem Spindelstock befestigt, der auf einem X-Y-Tisch gelagert, eine horizontale Bewegung des Werkzeuges zum Werkstück ermöglicht. Die Laserstrahlungsquelle ist über einen

Strahlführungs kanal mit einem seitlich am Fräskopf angeordneten Laserkopf verbunden. Am Laserkopf ist ein Scannersystem befestigt, welches die Laserstrahlung fokussiert über die Werkstückoberfläche führt. Als eine mögliche Anwendung der Werkzeugmaschine wurde der schichtweise Materialabtrag genannt. Auch hier werden die einzelnen Bearbeitungsverfahren zeitlich nacheinander ausgeführt.

[0008] Es ist bekannt, dass Sonderwerkstoffe, wie zum Beispiel Keramiken oder bestimmte Stähle, vorteilhaft mit Laserunterstützung spanend abgetragen werden können. Dabei erwärmt eine Laserstrahlung das Werkstück partiell um die Schneidzone auf eine Temperatur, bei der sich das Material besser zerspannen lässt.

[0009] Beim laserunterstützten Drehen auf einer Drehbank, bei dem das Werkstück rotiert und ein Schneidwerkzeug mit nur einer Scheide lediglich zugestellt wird, wird die Laserstrahlung in Vorschubrichtung unmittelbar vor die Schneide auf das Werkstück gerichtet. D. h. der Laserstrahl behält während der Bearbeitung seine relative Lage zum Schneidwerkzeug unverändert bei und kann deshalb zum Schneidwerkzeug fixiert werden.

[0010] Beim laserunterstützten Fräsen stellt sich die Erwärmung der Schneidzone als schwieriger dar, da ein Fräser üblicherweise mehrere Schneidplatten aufweist, die auch zeitlich gemeinsam am Abtrag beteiligt sind.

[0011] Bei der in der DE 101 28 536 A1 offenbarten Fräsmaschine, die zum laserunterstützten Fräsen einer dreidimensionalen Oberfläche, insbesondere einer Freiformfläche eingesetzt werden kann, ist eine Lasereinrichtung um einen Kugelfräser schwenkbar an einer verstellbaren Befestigung angebracht.

[0012] Es lässt sich wie folgt zusammenfassen.

[0013] Aus dem Stand der Technik sind grundsätzlich zwei verschiedenen Gruppen von Vorrichtungen (Werkzeugmaschinen) bekannt, die jeweils einen Laser und ein spanendes Werkzeug aufweisen.

[0014] Bei den Vorrichtungen der ersten Gruppe, die einen spanenden Abtrag durch Erwärmung mittels Laser unterstützen, kommen die Laserstrahlung und ein konventionelles spanabhebendes Werkzeug zeitgleich zum Einsatz, wobei die Laserstrahlung außerhalb des momentanen Bearbeitungsbereiches des spanabhebenden Werkzeuges, d. h. für einen Fräser außerhalb des äußeren Umfangs, auf das Werkstück auftrifft. Da der Laser und der Fräser benachbarte Bereiche bearbeiten, müssen der Laserkopf und der Fräser auch benachbart zueinander positioniert werden.

[0015] Bei den Vorrichtungen der zweiten Gruppe, bei denen alternativ Material mit Laser oder einem spanenden Werkzeug abgetragen wird, kommen die Laserstrahlung und ein konventionelles spanabhebendes Werkzeug zeitlich nacheinander an einem gleichen oder unterschiedlichen Bearbeitungsort zum Einsatz. Die Bearbeitungsverfahren laufen voneinander unbeeinflusst ab. Bei einem Wechsel des Bearbeitungsverfahrens für eine Bearbeitung am gleichen Bearbeitungsort, muss die Position der Werkzeuge zum Werkstück ausgetauscht werden. Eine Anwendung solcher Vorrichtungen ergibt sich für mehrschichtige Werkstücke, die partiell über wenigstens zwei Schichten aus einem unterschiedlichen Material abgetragen werden sollen, wobei wenigstens für das Material der ersten Schicht ein spanabhebendes Verfahren von Vorteil ist und sich das Material folgender Schichten vorteilhafter mit einer Schneidstrahlung abtragen lässt.

[0016] Die hierzu aus dem Stand der Technik bekannten und beschriebenen Vorrichtungen haben den Nachteil, dass erst nachdem das zu fräsende Abtragsvolumen abgetragen ist, das Lasern beginnen kann (zwei Arbeitsgänge), d. h. der gesamte Bearbeitungsbereich muss zweimal abgefahren werden. Gegenüber einem Verfahren bei dem das gewünschte Abtragsvolumen bei einem einmaligen Abfahren des gesamten Bearbeitungsbereich entfernt wird (ein Arbeitsgang), erhöht sich die Bearbeitungszeit (Zykluszeit).

[0017] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, mit der mittels eines spanabhebenden Werkzeuges Nuten in ein Werkstück gefräst werden können und das Werkstück gleichzeitig entlang der Nuten mit einem Laserstrahl geschnitten oder perforiert werden kann.

[0018] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen sind in den Unteransprüchen ausgeführt.

[0019] Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

[0020] Hierzu zeigt:

[0021] [Fig. 1](#) eine Prinzipskizze für eine erfindungsgemäße Vorrichtung

[0022] [Fig. 2](#) eine Ausführung eines Fräasers **3** mit gefasster Linse und Spülkanälen

[0023] [Fig. 3](#) eine Ausführung eines Fräasers **3** mit Aussparungen

[0024] In [Fig. 1](#) ist eine Fräseinheit **1** mit einer motorisch angetriebenen Arbeitsspindel **2** zur Aufnahme

eines hohlen Fräasers **3**, insbesondere eines Schaftfräasers, ein Laser **4** verbunden mit einem optischen Übertragungssystem, mit Umlenkelementen **5** zur Einkopplung der Laserstrahlung in den hohlen Fräser **3** und einer verstellbaren Fokussieroptik **6** sowie ein Arbeitstisch **7** zum Aufspannen des Werkzeuges dargestellt. Nicht dargestellt sind vorhandene Führungen, Antriebs- und Steuereinheiten zur Erzeugung und Steuerung der Relativbewegung der Fräseinheit **1** und des Arbeitstisches **7** in drei Raumrichtungen, sowie zur Ansteuerung des Lasers **4** und der verstellbaren Fokussieroptik **6**. Der Fräser **3** ist über eine Standardspannung, vorzugsweise ein Schnellspannfutter, mit der Arbeitsspindel **2** verbunden. Des Weiteren können Einheiten zur Spanabsaugung zur Schneidgaszuführung und -absaugung und zur Kühlung vorgesehen sein.

[0025] Die Vorrichtung unterscheidet sich gegenüber gattungsgleichen Vorrichtungen aus dem Stand der Technik dadurch, dass die Laserstrahlung in die Fräseinheit **1** und über die ebenfalls hohl ausgeführte Arbeitsspindel **2**, durch einen hohlen Fräser **3** koaxial zur Fräserachse auf das Werkstück gerichtet wird. Der Bündeldurchmesser der Laserstrahlung im Durchtrittsbereich durch den Fräser **3** und der freie Durchmesser des Fräasers **3** müssen so aufeinander abgestimmt werden, so dass kein Randbeschnitt durch den Fräser **3** entsteht, also das Strahlenbündel einen freien Durchtritt hat. Der Fräser **3** weist entsprechend einen durchgehenden Kanal mit einem freien Durchmesser um die Schaftachse auf, der größer ist als der Bündeldurchmesser der Laserstrahlung in diesem Bereich.

[0026] In Abhängigkeit von der Berechnung des optische Übertragungssystems, hierunter sollen alle optisch wirksamen Elemente zwischen dem Laser **4** und dem Werkstück verstanden werden, kann es notwendig sein, die zum Werkstück hin letzte Linse (Schneidlinse) im Fräser **3** selbst zu platzieren. Zu diesem Zwecke kann der Fräser **3** beispielsweise seitens des Aufnahmeschaftes größer aufgebohrt werden, bis auf eine Tiefe bestimmt durch die vorgesehene Position der Schneidlinse, sodass die Linse an den entstehenden Bund angelegt dort bevorzugt fixiert werden kann. Anstelle der Schneidlinse könnte auch ein Abschlussglas stehen, um eine Verschmutzung der Fräseinheit **1** über dem Kanal zu verhindern.

[0027] Im Grundkörper des Fräasers **3** können Kühlkanäle ausgebildet sein, um die Schneidlinse bei größeren Laserleistungen kühlen zu können.

[0028] Durch die zwingend hohle Ausführung der Arbeitsspindel **2**, kann auch sie als Fassung von optischen Elementen, wie auch der Schneidlinse dienen.

[0029] Das optische Übertragungssystem wurde in [Fig. 1](#) durch eine verstellbare Fokussieroptik **6**, über die der Abstand des Fokus von der Stirnseite des Fräasers **3** variiert werden kann und Umlenkelemente **5** symbolisch dargestellt. Es ist dem Fachmann klar, dass zusätzlich abbildende oder umlenkende Elemente, z. B. ein Teleskop zum Übertragungssystem gehören können, um die Laserstrahlung schlankgebündelt und scharf fokussiert durch den Kanal im Fräser **3** auf das Werkstück bzw. Schichten des Werkstückes zu richten oder aber die Fokussieroptik **6** nicht verstellbar ist.

[0030] Um die Verschmutzung der Schneidlinse bzw. des Abschlussglases durch Verbrennungsrückstände zu verhindern, sind im Fräser **3** vorteilhaft Spülkanäle vorgesehen. Die Austrittsöffnungen der Spülkanäle befinden sich unmittelbar unterhalb der Schneidlinse bzw. des Abschlussglases, wodurch sowohl deren werkstückseitige Oberfläche abgeblasen werden kann, als auch Späne aus dem Kanal des Fräasers **3** ausgetrieben und eindringende Verbrennungsgase ausgeblasen werden können. Die Spülluft kann außerdem auch zur Kühlung der Schneidlinse bzw. des Abschlussglases dienen. Das Spülen findet insbesondere während der Bearbeitung statt. In [Fig. 2](#) ist eine solche Ausführung dargestellt, wobei auf die Darstellung der Schneidklingen verzichtet wurde. Die Ausführung der Schneidklingen und deren Anordnung am Grundkörper des Fräasers **3** sind für die Erfindung nicht wesentlich, vielmehr ist hier jegliche denkbare Ausführung gemäß herkömmlichen Schafffräsern denkbar.

[0031] Damit die durch die Laserbearbeitung entstehenden Verbrennungsgase besser entweichen können, sind zwischen den Umfangsschneiden stirnseitig des Fräasers **3** Schlitze (Ausparungen) eingebracht. Vorteilhaft erstrecken diese sich in der Tiefe vom Kernumfang des Fräasers **3** bis in den Kanal hinein und in der Breite möglichst über den Abstand der Schneidklingen. In [Fig. 3](#) ist eine solche Ausführung dargestellt, wobei hier nur der Grundkörper des Fräasers **3** ohne jegliche Schneidklingen zu sehen ist.

[0032] Es ist dem Fachmann klar, dass die Ausführung des Fräasers **3** mit Kühlkanälen, Spülkanälen und Freimachungen keine alternativen Ausführungen sind, wie es aus der Zeichnung her scheint, sondern in Kombination ausgeführt werden können.

[0033] Durch die hohle Ausführung des Fräasers **3** können an der Stirnseite nur begrenzt Stirnschneiden ausgebildet sein, die nicht in den freien Durchmesser des Fräasers **3** ragen dürfen.

[0034] Bei einem senkrechten Einstechen des Fräasers **3** in das Werkstück kann daher das Materialvolumen unterhalb des Kanals nicht direkt abgetragen werden. Um dieses Problem zu lösen, werden ver-

schiedene Lösungen vorgeschlagen.

[0035] Wie bei der Verwendung von Fräsern mit nur Umfangsschneiden häufig angewandt, kann der Einstich mit einem herkömmlichen Bohrnutenfräser erfolgen, was allerdings den Zeitvorteil, der durch die erfindungsgemäße Integration der Laserstrahlung in den Fräser **3** gewonnen wird, wieder zunichte machen würde.

[0036] Stattdessen könnte der Fräser **3** geneigt in das Material einstechen und bei der gewünschten Frästiefe angekommen, in seine senkrechte Arbeitsposition aufgerichtet werden. Über diese Strecke, in denen der Fräser **3** nicht in senkrechter Arbeitsposition in das Material einsteht, entsteht jedoch kein vollständiger Abtrag. Dieser könnte durch einen Rücklauf des Fräasers **3** entgegen der vorgesehenen Fräsrichtung beseitigt werden.

[0037] Auch könnte der Fräser **3** mit inneren Schneiden ausgebildet werden. Bevorzugt haben diese eine wirksame Länge über den Grundkörper des Fräasers **3**, als die Umfangsschneiden. Der Fräser **3** kann dann nach Erreichen der Eindringtiefe mit Beginn der Vorschubbewegung in Fräsrichtung das Restmaterial abtragen.

[0038] Besonders vorteilhaft wird jedoch dieses Restmaterial bereits während des Einstechens durch die Laserstrahlung verdampft. Zu diesem Zweck wird über die Fokussieroptik **6** die Laserstrahlung derart defokussiert, dass sie einen nur geringfügig kleineren Durchmesser hat als der Kanal. Die Laserparameter wie Laserleistung, Pulsfrequenz und Pulsdauer werden so gewählt, dass der Materialabtrag im Inneren des Fräasers **3** nicht schneller erfolgt, als die Zerspaltung des Materials durch den Fräser **3**. Sobald der Fräser **3** in der gewünschten Einstechtiefe angelangt ist, wird der Fokus der Laserstrahlung auf einen für die Bearbeitung des unterhalb des Fräasers **3** verbleibenden Materials, geeigneten Abstand zur Stirnfläche eingestellt. Der Fräser **3** wird nun relativ zum Werkstück in der gewünschten Vorschubrichtung bewegt. Es entsteht eine Nut konstanter Tiefe. Gleichzeitig wird in den Boden dieser Nut gelasert. Es kann mit dem Laser **4** ein kontinuierlicher Schnitt ausgeführt werden oder es können Sacklöcher oder Mikroperforationslöcher unterschiedlicher Tiefe und unterschiedlichen Abstandes geschnitten werden.

[0039] Die Erfindung ist besonders vorteilhaft anwendbar, um in einem mehrschichtigen Werkstück, wie einer Airbagabdeckung, wenigstens in eine erste Schicht Nuten zu fräsen, durch die hindurch in die folgenden Schichten Perforationen gelasert werden sollen.

[0040] Durch die Überlagerung der beiden Bearbeitungsverfahren wird neben dem Zeitgewinn auch ver-

mieden, dass Späne in den Strahlungsbereich gelangen und die Laserbearbeitung stören.

[0041] Die Grundidee der Erfindung, eine Schneidstrahlung in einen Fräser **3** zu integrieren, kann auch für das Wasserstrahlschneiden angewendet werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Fräseinheit
- 2 Arbeitsspindel
- 3 Fräser
- 4 Laser
- 5 Umlenkelement
- 6 Fokussieroptik
- 7 Arbeitstisch

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Materialbearbeitung mit einer Fräseinheit (**1**), einem Fräser (**3**) und einer motorisch angetriebenen Arbeitsspindel (**2**) zur Aufnahme des Fräasers (**3**), sowie einem Laser (**4**), verbunden mit einem optischen Übertragungssystem und einem Arbeitstisch (**7**) zum Aufspannen des Werkstückes, sowie Antriebs- und Steuereinheiten zur Erzeugung und Steuerung der Relativbewegung der Fräseinheit (**1**) und des Arbeitstisches (**7**) in drei Raumrichtungen, sowie zur Ansteuerung des Lasers (**4**) **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Fräser (**3**) koaxial zur Fräserachse ein hohler Kanal vorhanden ist und das optische Übertragungssystem die Laserstrahlung koaxial in den Kanal einkoppelt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Übertragungssystem eine verstellbare Fokussieroptik (**6**) umfasst, mit der der Abstand des Fokus der Laserstrahlung zur Stirnseite des Fräasers (**3**) variierbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Fräser (**3**) zwischen seinen Umfangsschneiden Aussparungen aufweist, über die die bei der Laserbearbeitung entstehenden Verbrennungsgase besser entweichen können.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Kanal des Fräasers (**3**) eine Schneidlinse oder ein Abschlussglas eingepasst ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Fräser (**3**) Spülkanäle vorhanden sind, deren Austrittsöffnungen unmittelbar unterhalb der Schneidlinse bzw. des Abschlussglases in den Kanal münden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

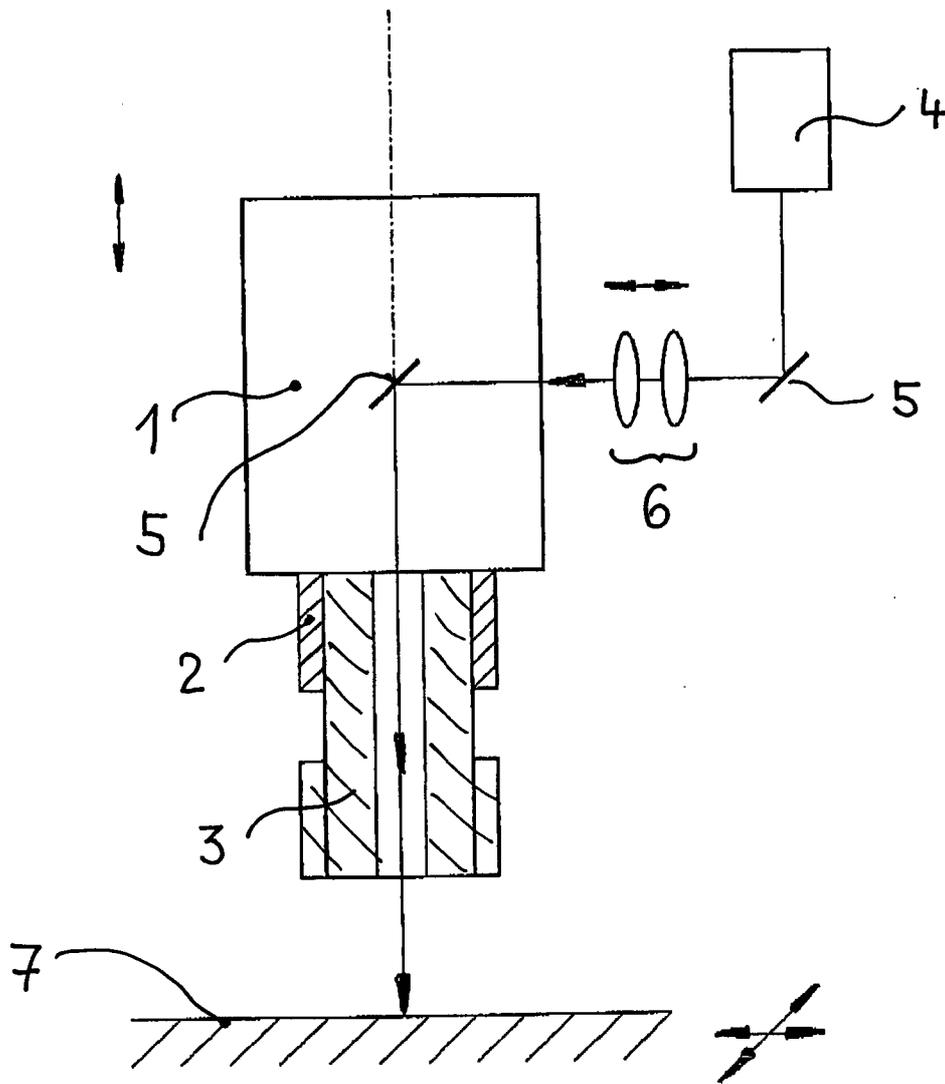
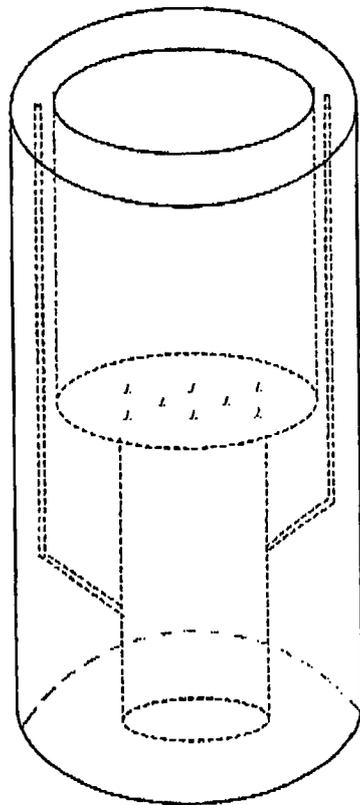
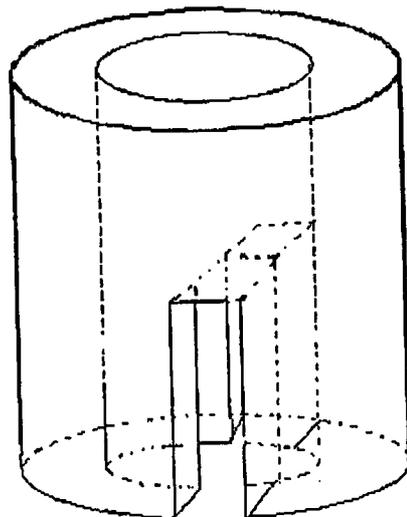


Fig. 1



3

Fig. 2



3

Fig. 3