



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 40 764 B4** 2005.07.28

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 40 764.9**
 (22) Anmeldetag: **30.08.2002**
 (43) Offenlegungstag: **18.03.2004**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **28.07.2005**

(51) Int Cl.7: **B23Q 17/09**
B23Q 17/00, G01B 13/00, G01L 1/22

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Nordmann, Klaus, Dr.-Ing., 50937 Köln, DE

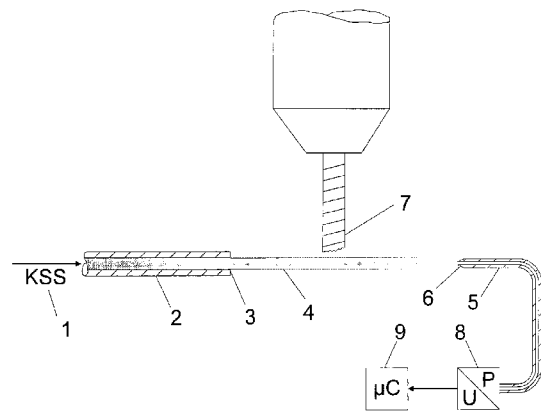
(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
CH 4 12 520
EP 06 57 245 A1
JP 2001-1 50 301 A

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Erfassen der Position und der bruchbedingten Verkürzung eines Werkzeuges oder Werkstückes in einer Werkzeugmaschine**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Erfassen der Position und der bruchbedingten Verkürzung eines Werkzeuges oder Werkstückes in einer Werkzeugmaschine, wobei aus dem im Betriebsstoffkreislauf der Werkzeugmaschine vorhandenen Kühlschmierstoff über eine Austrittsöffnung ein Kühlschmierstoffstrahl gebildet und auf eine Druckmessvorrichtung gerichtet wird und ein sich zwischen dieser Austrittsöffnung und der Druckmessvorrichtung befindliches und den Kühlschmierstoffstrahl berührendes Werkstück oder Werkzeug den Staudruck auf die Druckmessvorrichtung verändert und dies zur Kontrolle des Werkzeuges oder Werkstückes auf seine Position oder Schneidlänge ausgewertet wird, gekennzeichnet dadurch, dass alternativ 3 elektronische Verfahren vorgesehen sind, um den störenden Einfluss von Schwankungen der Kühlschmierstoffstrahlgeschwindigkeit auszugleichen und um auch kleinste Staudruckveränderungen bei äußerst schnellem Durchfahren des Kühlschmierstoffstrahls auch bei kleinen Werkzeugen oder Werkstückverkürzungen oder bei nur leichter Berührung des Kühlschmierstoffstrahls zu erkennen:

– ein zur Erkennung der Staudruckänderung bei Annäherung des Werkzeuges oder Werkstückes gebildeter Staudruckgrenzwert wird ständig gleitend, aber mit einer gewissen Trägheit, an den...



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Patentanspruchs 1

[0002] Die Erkennung von Werkzeugbruch basiert oft auf der Überprüfung des Vorhandenseins der Spitze eines Werkzeuges mit einer Laser- oder Infrarotlichtschranke. Sie sind zwar recht verbreitet, aber auch sehr verschmutzungsanfällig. Werkzeuge in Bearbeitungszentren werden, abgesehen von seltenen Fällen der Trockenbearbeitung, mit sehr viel Kühlschmierstoff unter hohem Druck umspült, so dass der Kühlschmierstoff stark in der Maschine herumspritzt. Man versucht zwar die Austrittsöffnung des Lichtstrahls mit Sperrluft sauber zu halten. Das gelingt aber grundsätzlich nur zeitlich begrenzt, da die Sperrluft ölhaltig ist und die Filter zur Säuberung der Sperrluft schnell verschmutzen und dann in ihrer Wirkung nachlassen. Eine andere Ausfallursache liegt im Verkleben der Öffnungen von Sender oder Empfänger durch eingetrocknete Rückstände des Kühlschmierstoffs, insbesondere im Fall der Verwendung von Emulsion. Das betrifft auch die mechanischen Blenden, die oft zusätzlich zur Sperrluftverwendung die Lichtaustritts- bzw. Lichteintrittsöffnungen verschließen und bei Gebrauch öffnen sollen. Sie klemmen gelegentlich durch eingetrocknete Kühlschmierstoffreste, deren Trocknung durch die Sperrluft sogar gefördert wird.

[0003] Des Weiteren ist es bekannt, für die Erfassung der bruchbedingten Verkürzung von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen einen Kühlschmierstoffstrahl einzusetzen. So ist der CH 412520 eine solche Vorrichtung zu entnehmen, bei der ein Flüssigkeitsstrahl auf einen elektrischen Schalter spritzt und diesen betätigt, wenn das im Strahlengang befindliche Werkzeug abgebrochen ist. Die Härte der Feder im Schalter ist der Härte des Strahls anzupassen.

[0004] Aus der EP 0 657 245 A1 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der ein pulsierender Flüssigkeitsstrahl auf einen piezoelektrischen Aufnehmer trifft. Sobald dieser Strahl durch einen Bohrer unterbrochen wird, erzeugt der Piezo keine pulsierende Messspannung mehr. Damit wird der Bohrerbruch erkannt. Das System hat systembedingt eine Verzögerungszeit, die mindestens der Zeitdauer zwischen zwei Pulsen entspricht, und zusätzlich durch ein RC-Glied (Tiefpass) verlängert wird, damit das Ausgangssignal nicht mit der Frequenz der Pulsation moduliert wird.

[0005] Und aus der JP 2001-150301 A ist eine Vorrichtung zur Bohrerbruchkontrolle mit Hilfe eines Kühlschmierstoffstrahls bekannt, bei der ein erster

Flüssigkeitsstrahl einen zweiten Strahl kreuzt. Wenn der erste Strahl vom Bohrer am Kreuzen des zweiten Strahls gehindert wird, kann der zweite Strahl einen Staudruck aufbauen, der zur Bohrerbrucherkennung ausgewertet wird. Dieses Verfahren dient der Erkennung eines vollständigen Bohrerbruchs.

[0006] Nachteilig an diesen 3 genannten Vorrichtungen ist, dass erstens ein in Werkzeugmaschinen üblicherweise schwankender Systemdruck in der Kühlschmierstoffversorgung erfordert, dass der Kühlschmierstoffstrahl annähernd vollständig vom Bohrer am Weiterflug gehindert werden muss, um ein sicheres Schaltverhalten zu bewirken. Das ist störend bei der Erkennung nur geringer Werkzeugverkürzungen, wie sie beispielsweise bei Schneidenausbrüchen oder bei Drehmeißelbrüchen auftreten, da sie den Strahl nur geringfügig aus seiner Flugbahn ablenken. Zweitens trifft insbesondere für die EP 0 657 245 A1 zu, dass der Strahl für eine Mindestzeit unterbrochen werden muss, bis die Auswerteschaltung die Unterbrechung registriert. Das verhindert die wirtschaftliche Anwendung in Bearbeitungszentren, in denen die Werkzeuge im Eilgang mit bis zu 100m/min durch den Strahl gefahren werden. Die im Bereich von nur 1 bis 2 Millisekunden liegende Strahlunterbrechung ist nicht erkennbar, wenn der Bohrer den Strahl genau zwischen zwei Strahlimpulsen kreuzt. Der Strahl pulsiert aber nur mit einer Frequenz von „mehreren Mal pro Sekunde“ („plusieur fois par seconde“), und sicher nicht mit einer Frequenz von etwa 2 kHz, die erforderlich wäre, um nicht störend lange Impulspausen zu erzeugen. Mit den in der EP 0 657 245 A1 genannten Elektromagnetventilen ist eine solche Schaltfrequenz auch nicht realisierbar.

Aufgabenstellung

[0007] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Erfassen der Position und der bruchbedingten Verkürzung eines Werkzeugs oder Werkstücks in einer Werkzeugmaschine zu schaffen, die trotz schwankendem Systemdruck in der Kühlschmierstoffversorgung der Werkzeugmaschine auch bei nur geringen Werkzeug- oder Werkstückverkürzungen oder bei nur kurzzeitigen Strahlablenkungen funktioniert.

[0008] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiel

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

[0011] Es zeigen:

[0012] Fig. 1: eine erfindungsgemäße Vorrichtung

[0013] Fig. 2: eine Ausführung der Vorrichtung als Gabel-Strahlschranke

[0014] Fig. 3: eine weitere Ausführung der Vorrichtung als Gabel-Strahlschranke

[0015] Fig. 4: eine Ausführung der Vorrichtung mit einem elastisch gehaltenen Prallstück

[0016] Aus einer Kühlschmierstoffstrahl-Austrittsöffnung **3** tritt der Kühlschmierstoffstrahl **4** auf die Staudruckmessöffnung **6** eines gegenüberliegenden Staudruckmessröhrchens **5** mit angeschlossenem Druckaufnehmer **8**, der eine Messspannung U bildet, die vom angeschlossenen Auswertegerät **9** kontrolliert wird. Der vom Druckaufnehmer **8** gebildete Messwert kann als Spannungs- (Symbol U) oder Stromwert ausgegeben werden.

[0017] Wenn sich die Werkzeugspitze im Strahl befindet oder diesen nur leicht berührt, wird ein Auftreffen des Strahls auf die Staudruckmessöffnung verhindert. Der dadurch abfallende Staudruck wird zur Erkennung des Vorhandenseins der Werkzeugspitze verwendet.

[0018] Fig. 2 und Fig. 3 zeigen Ausführungen als Gabel-Strahlschranke für kurze Messstrecken, d. h. über Distanzen von wenigen Zentimetern. Die Bezeichnungen der Einzelteile ist identisch mit Fig. 1. Zusätzlich ist eine gemeinsame Halterung **10** dargestellt, welche das Strahl- und das Stauröhrchen fest zueinander fixieren. Es ist aber auch eine Anordnung der Röhrchen **2** und **5** zusammen mit der Halterung **10** in einem gemeinsamen U-förmigen Gehäuse möglich.

[0019] Die in Fig. 2 und Fig. 3 gezeigten Anordnungen eignen sich besonders für eine hochgenaue Werkzeuglängenkontrolle im Sinne einer Toolsetter-Funktion. Von einer Toolsetter-Funktion spricht man im allgemeinen bei Schalt-Wiederholgenauigkeiten im Bereich von 1/100 Millimeter. Die Staudruckänderung beruht dann auf einer Ablenkung des dünnen Kühlschmierstoffstrahls durch das berührende (s. Fig. 2) Werkzeug, ohne dass die Werkzeugspitze in den Strahl eintauchen muss.

[0020] Die Wiederholgenauigkeit der Erkennung des Auslenkens des Strahls ist umso besser, je dünner der Strahl ist. Der Strahldurchmesser sollte im Bereich von 1 bis 2 mm sein, um die Toolsetter-Funktion zu ermöglichen. Eine Werkzeugbrucherkennung ist auch mit Strahldurchmesser zwischen 4 und 10 mm ausreichend genau möglich, d. h. mit einer Auflösung von wenigen Zehntel Millimetern.

[0021] Die Genauigkeit der Messung ist auch abhängig von der Konstanz der Austrittsgeschwindigkeit des Kühlschmierstoffs aus der Strahldüse **3**. In einer Werkzeugmaschine ist es nicht auszuschließen, dass durch die z. B. temperaturabhängige Änderung der Viskosität des Kühlschmierstoffs oder durch Zuschaltung oder Abschaltung anderer Verbraucher der Kühlschmierstoffdruck und damit die Austrittsgeschwindigkeit des Kühlschmierstoffstrahls schwankt. Abgesehen von Maßnahmen zur Konstanthaltung des Drucks oder der Durchflussmenge werden folgende 3 elektronische Verfahren angewendet, um den störenden Einfluss der Strahlgeschwindigkeitsschwankungen auszugleichen, und um eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit zu erreichen:

1. Der zur Erkennung der Druckänderung bei Annäherung des Werkzeuges gebildete Staudruckgrenzwert wird ständig gleitend, aber mit einer gewissen Trägheit an den aktuellen Druck angepasst, so dass er sich in unmittelbarer Nähe des aktuellen Staudrucks bewegt. Falls der Staudruck sich plötzlich verändert, so wie es etwa beim Durchfahren des Strahls mit einem Werkzeug der Fall ist, wird dieser Grenzwert verletzt, da er dieser besonders schnellen und deutlichen Druckänderung nicht folgen kann.
2. Vor einer Verfahrbewegung des Werkzeuges durch den Kühlschmierstoffstrahl wird der aktuell anliegende Staudruck gemessen und als Referenz für den zu bildenden Grenzwert gespeichert. Auf diese Weise passt sich der Grenzwert an den aktuellen Druck an.
3. Der gemessene Staudruck wird hochpassgefiltert, bevor der Messwert mit einem Grenzwert verglichen wird. Auf diese Weise werden nur schnelle Druckveränderungen durchgelassen, so wie sie beim schnellen Durchfahren oder Berühren des Kühlschmierstoffstrahls mit dem Werkzeug auftreten.

[0022] Die Anwendung dieser Verfahren erfolgt im Auswertegerät **9**.

[0023] Teilweise ist es wünschenswert, den Staudruck unmittelbar, d. h. ohne ein zwischengeschaltetes Stauröhrchen, zu ermitteln. Dies ist der Fall, wenn eine besonders hohe Erkennungsgeschwindigkeit einer Druckänderung gewünscht ist, oder wenn mit einem Verstopfen der Staudruckmessöffnung **6** gerechnet werden muss. Anstelle einer Staudruckmessbohrung mit angeschlossenem Druckaufnehmer kann ein federnd gehaltenes Prallblech oder Prallstück verwendet werden, dessen Auslenkung infolge des auftreffenden Kühlschmierstoffstrahls über einen Wegaufnehmer erfasst und in einen Spannungs- oder Strommesswert umgewandelt wird. Ebenso kann die Messung der Dehnung der Halterung des Prallstückes oder die Messung der Dehnung des Prallbleches selbst den gewünschten druckproportionalen Messwert liefern. Fig. 4 zeigt

eine Vorrichtung mit einem elastisch gehaltenen Prallstück:

Der Kühlschmierstoffstrahl 4 trifft auf das elastisch gehaltene Prallstück 11, das durch den Staudruck nach hinten federt. Der dahinter befindliche berührungslose Wegaufnehmer 14 misst das Zurückfedern des Prallstücks und gibt einen abstandsproportionalen Messwert aus, der wie bei den Vorrichtungen zu Fig. 1 bis Fig. 3 mit einem Auswertegerät 9 (in Fig. 4 nicht dargestellt) weiterverarbeitet wird.

[0024] Neben der weitgehenden Unabhängigkeit der in Fig. 1 bis Fig. 4 gezeigten Vorrichtungen von Verschmutzungen und Kühlschmierstofftropfen an der Werkzeugspitze, die normalerweise Lichtschranken zu schaffen machen, gibt es einen weiteren Vorteil:

Im Vergleich mit mechanischen Prüfeinrichtungen, wie sie etwa die Schwenktaster darstellen, ist das erfindungsgemäße Verfahren verschleißfrei, da keine mechanisch beweglichen Teile benötigt werden.

[0025] Aufgrund der geringen Krafteinwirkung des Kühlschmierstoffstrahls auf einen Bohrer können selbst kleinste Bohrer mit Durchmessern von beispielsweise 0,1 mm geprüft werden.

[0026] Die Reichweite des Strahls kann über einen oder 2 Meter reichen. Dies ist besonders bei senkrecht fallendem Strahl und der Verwendung von Schneidöl anstelle eines wassermischbaren Kühlschmierstoffs gegeben. Mechanische Prüfeinrichtungen haben diese Reichweite mit vertretbarem Aufwand nicht.

Bezugszeichenliste

| | |
|----|---|
| 1 | Kühlschmierstoff |
| 2 | Strahlröhrchen |
| 3 | Austrittsöffnung oder speziell geformte Austrittsdüse des Strahlröhrchens |
| 4 | Kühlschmierstoffstrahl |
| 5 | Staudruckröhrchen |
| 6 | Staudruckmessöffnung |
| 7 | Bohrer (hier abgebrochen dargestellt) |
| 8 | Druckaufnehmer (hier Druck/Messspannungswandler) |
| 9 | Auswertegerät, z. B. Mikrocontroller |
| 11 | Prallstück |
| 12 | elastische Halterung des Prallstücks |
| 13 | Halterung des elastisch gelagerten Prallstücks |
| 14 | Wegaufnehmer |
| x | Abstand zwischen Prallstück-Rückseite und Wegaufnehmer |

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erfassen der Position und der bruchbedingten Verkürzung eines Werkzeuges oder

Werkstückes in einer Werkzeugmaschine, wobei aus dem im Betriebsstoffkreislauf der Werkzeugmaschine vorhandenen Kühlschmierstoff über eine Austrittsöffnung ein Kühlschmierstoffstrahl gebildet und auf eine Druckmessvorrichtung gerichtet wird und ein sich zwischen dieser Austrittsöffnung und der Druckmessvorrichtung befindliches und den Kühlschmierstoffstrahl berührendes Werkstück oder Werkzeug den Staudruck auf die Druckmessvorrichtung verändert und dies zur Kontrolle des Werkzeuges oder Werkstückes auf seine Position oder Schneidenlänge ausgewertet wird, gekennzeichnet dadurch, dass alternativ 3 elektronische Verfahren vorgesehen sind, um den störenden Einfluss von Schwankungen der Kühlschmierstoffstrahlgeschwindigkeit auszugleichen und um auch kleinste Staudruckveränderungen bei äußerst schnellem Durchfahren des Kühlschmierstoffstrahls auch bei kleinen Werkzeugen oder Werkstücken, nur geringen Werkzeug- oder Werkstückverkürzungen oder bei nur leichter Berührung des Kühlschmierstoffstrahls zu erkennen:

– ein zur Erkennung der Staudruckänderung bei Annäherung des Werkzeuges oder Werkstückes gebildeter Staudruckgrenzwert wird ständig gleitend, aber mit einer gewissen Trägheit, an den aktuellen Staudruck angepasst, so dass er sich in unmittelbarer Nähe des aktuellen Staudrucks bewegt, oder
– der Staudruck wird unmittelbar vor dem Prüfen des Werkzeuges oder Werkstückes gemessen und dieser Wert wird als Referenz gespeichert, oder
– der beim Durchfahren des Kühlschmierstoffstrahls gemessene Staudruck wird hochpassgefiltert.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckmessvorrichtung aus einem Staurohr mit einem angeschlossenen Druckmessumformer gebildet wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckmessvorrichtung aus einem elastisch gehaltenen Prallblech oder Prallstück besteht, dessen Auslenkung von einem Wegaufnehmer oder Dehnungsaufnehmer an ihm selbst oder seiner Halterung gemessen wird.

4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckmesswert elektronisch mit einem oberen Grenzwert oder/und unteren Grenzwert kontrolliert wird, bei deren Über- bzw. Unterschreitung jeweils ein Schaltausgang betätigt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

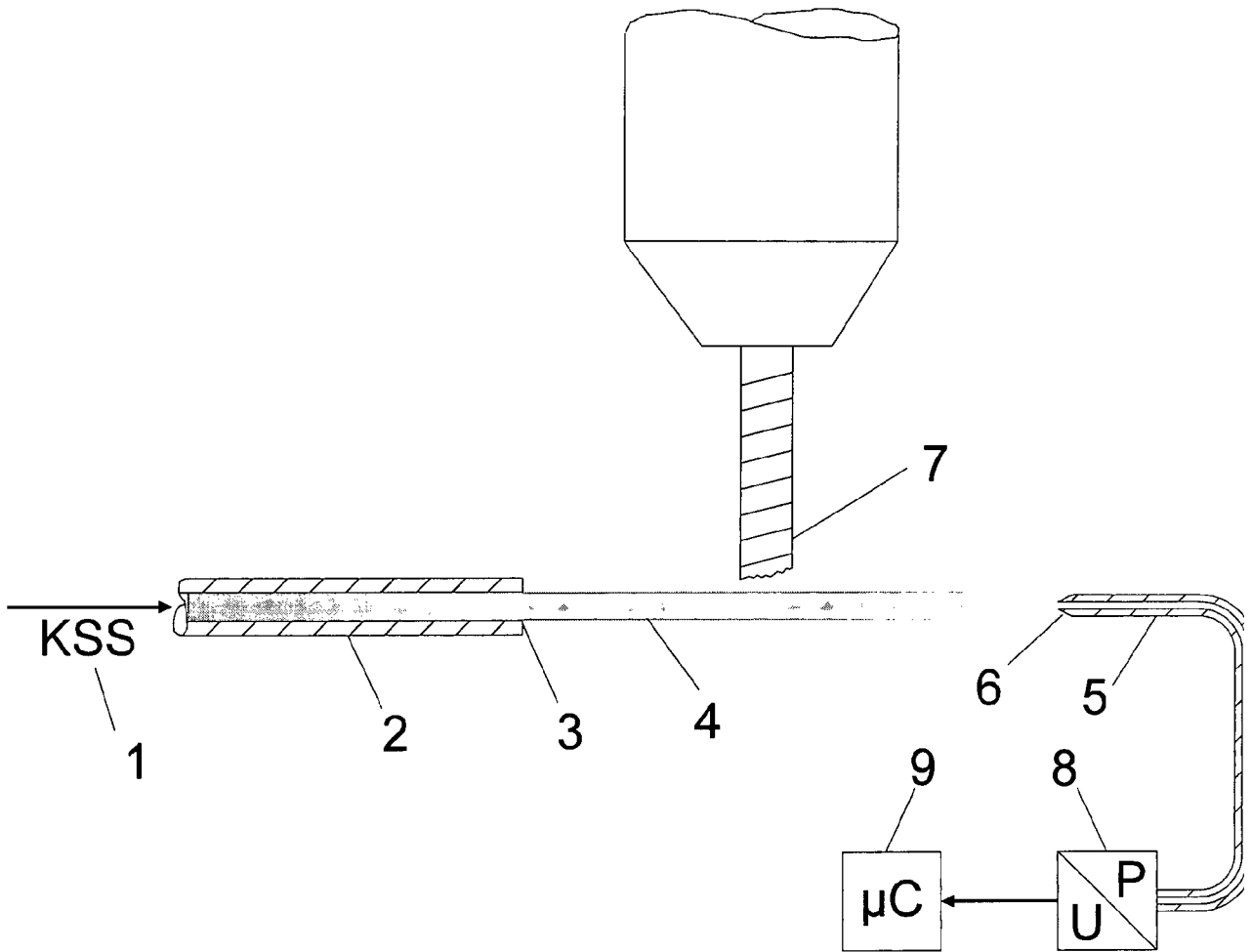


Fig. 1

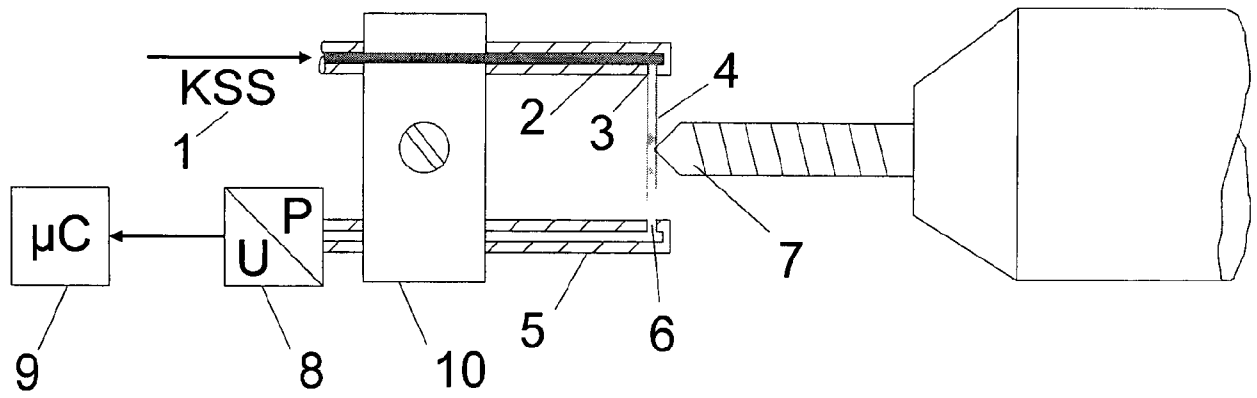


Fig. 2

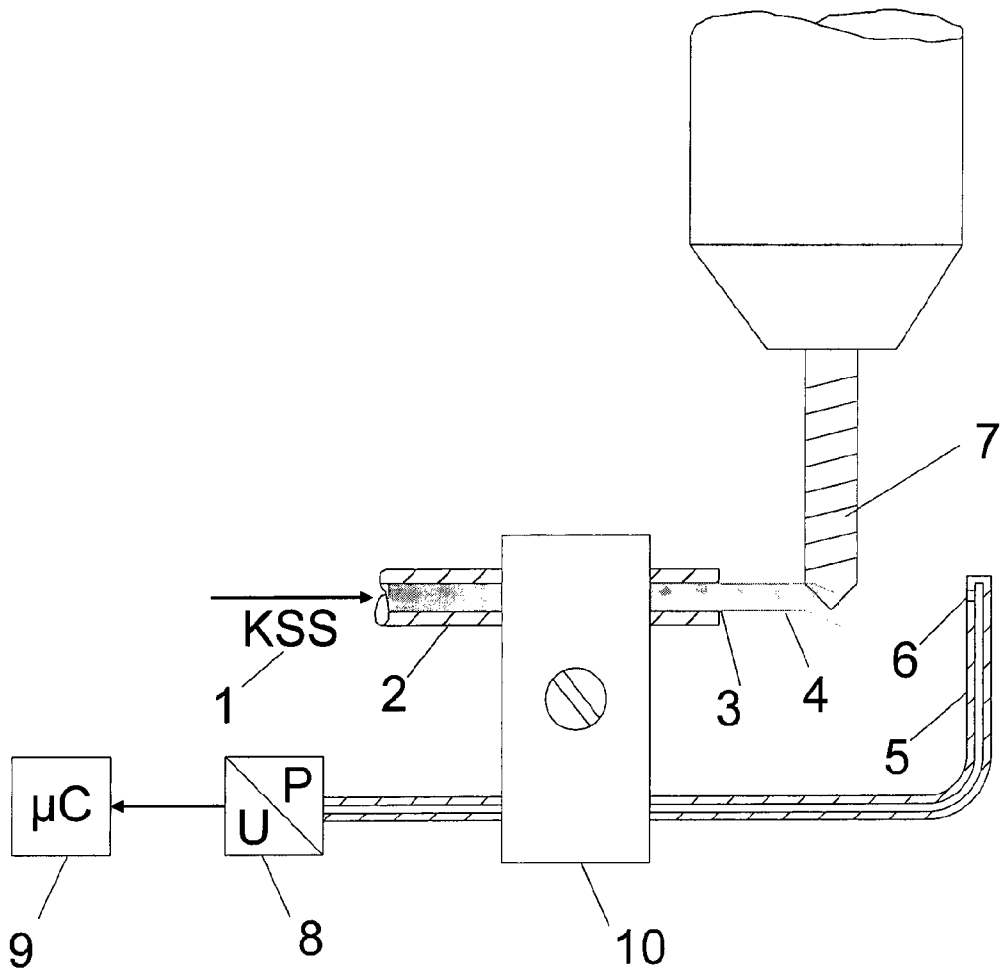


Fig. 3

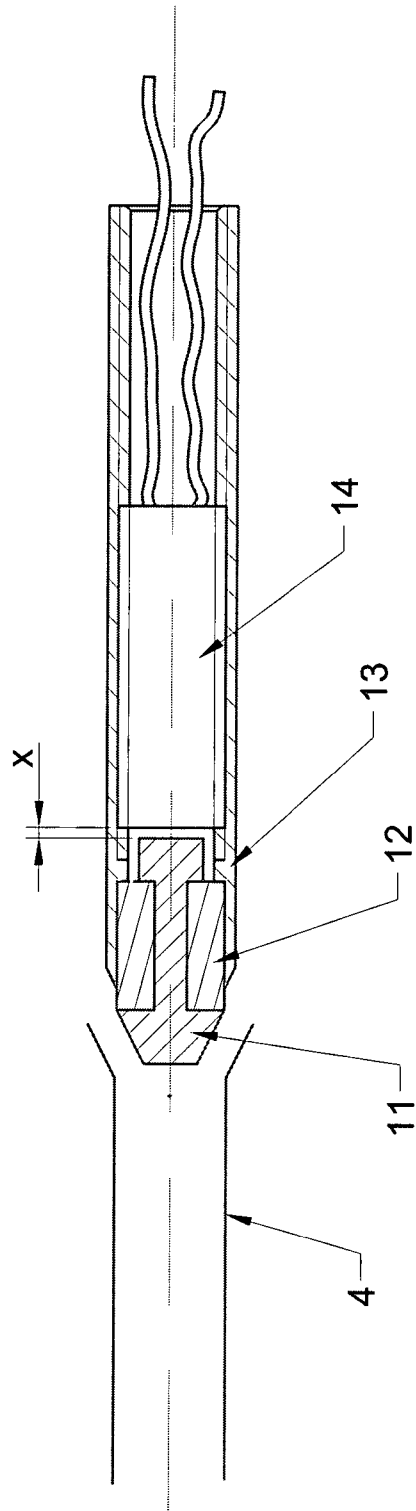


Fig.4