



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 009 570 A1 2009.08.20**

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 009 570.2**

(22) Anmeldetag: **16.02.2008**

(43) Offenlegungstag: **20.08.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B23Q 17/09 (2006.01)**

B23B 47/24 (2006.01)

B23Q 11/00 (2006.01)

G01N 29/14 (2006.01)

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

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

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

DE 36 27 796 C1

DE 102 40 764 A1

EP 06 57 245 A1

CH 4 12 520

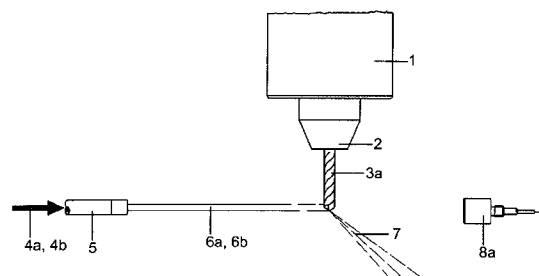
JP 2001-1 50 301 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Werkzeugbruchkontrolle mittels der Turbulenzen eines Kühlschmierstoff- oder Druckluftstrahls**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Überwachungseinrichtung zur Erkennung bruchbedingter Werkzeugverkürzungen in spanenden Werkzeugmaschinen, wobei die Änderung der Vibrationen oder Schallwellen am Auftreffpunkt eines Kühlschmierstoff- oder Druckluftstrahls infolge der Ablenkung des Strahls durch das Werkzeug oder durch das zuvor vom Werkzeug bearbeitete Werkstück gemessen wird. Ein Vibrationsaufnehmer befindet sich hierbei entweder direkt selbst im Auftreffpunkt des Strahls, oder er misst die Änderung des Auftreffgeräusches auf das Werkzeug oder Werkstück oder ein Prallplatte, die sich in Flugrichtung des Strahls hinter dem angestrahlteten Werkzeug oder Werkstück befindet. Ein am Schallsensor angeschlossenes Überwachungssystem filtert ungeeignete Frequenzbereiche heraus und kontrolliert den interessierenden Frequenzbereich auf Pegeländerung mittels Grenzwerten bzw. Schaltschwellen.



Beschreibung

[0001] 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 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.

[0002] Des Weiteren ist bekannt, für die Erfassung der bruchbedingten Verkürzung von Werkzeugen an spanenden Werkzeugmaschinen einen Kühlschmierstoffstrahl einzusetzen. So ist der CH 412520 eine solche Vorrichtung zu entnehmen, bei der ein Flüssigkeitsstrahl durch eine Bohrung auf einen elektrischen Schalter spritzt und diesen betätigt, wenn das im Strahlengang befindliche Werkzeug abgebrochen ist. Nachteilig ist hier allerdings, dass die Bohrung durch Späne verstopfen kann, so dass der Strahl nicht mehr den Arm des Schalters erreicht.

[0003] 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 das Piezoelement 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. Der elektrische und mechanische Aufwand zur Erzeugung des pulsierenden Strahls ist nicht unerheblich.

[0004] 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. Es erscheint aber etwas umständlich, da man ja auch gleich den Staudruck des ersten Strahls messen kann.

[0005] Das tut die neuere Erfindung DE 10240764 B4, die auch einige Verfahren zur Kompensation von Systemdruckschwankungen aufzeigt. Diese Verfahren werden vom Anmelder der aktuellen Erfindung praktiziert, sowohl zur Überprüfung von Werkzeuglängen, als auch von Werkstücklängen. Die Überprüfung von Werkstücklängen ist beispielsweise nützlich in Stangendrehaufzügen, wo das erfolgreiche Abstechen des Werkstückes von der Stange überprüft wird. Es hat sich bei der Anwendung dieser Staudruckmessung teilweise als störend herausgestellt, dass einerseits bei der Verwendung von Staudruckmessbohrungen in einem Staudruckmessrohr diese durch Späne verstopft werden können, und dass andererseits bei Verwendung nachgiebiger, d. h. weicher Elemente zur Staudruckmessung diese beim Hantieren in den Maschinen beispielsweise vom Spänehaken oder andere Werkzeuge beschädigt werden. Das Treffen einer kleinen Staudruckmessbohrung erfordert außerdem eine präzise Einstellung der Strahldüse, leichte Winkelveränderungen lassen den Strahl leicht neben der Staudruckmessbohrung auftreffen, wodurch sich dann kein Staudruck mehr ausbildet.

[0006] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine verstopfungsunempfindliche sowie wirklich robuste Vorrichtung zum Erkennen der Ablenkung eines Prüfstrahls aus Kühlschmierstoff oder Druckluft durch ein Werkzeug oder Werkstück zu schaffen, die außerdem keine besonderen zusätzlichen mechanischen Einrichtungen zur Erzeugung pulsierender Strahlen, nachgiebiger Schalter oder zweiter Strahle (s. JP 2001-150301 A) erfordert.

[0007] Diese Aufgabe wird durch Vorrichtungen mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Hierbei wird die in einem schnell strömenden Flüssigkeits- oder Druckluftstrahl enthaltene Turbulenz ausgenutzt, die sich insbesondere beim Auftreffen auf ein Hindernis verstärkt und Schalldruckwellen in den beteiligten Maschinenteilen oder der umgebenden Luft erzeugt.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich auch aus den Unteransprüchen.

[0009] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben.

[0010] Fig. 1a zeigt am Beispiel der Bohrerbruchkontrolle einen Kühlschmierstoffstrahl **6a** oder Druckluftstrahl **6b**, der auf ein intaktes Zerspanungswerk-

zeug trifft. Der Strahl wird vom Werkzeug abgelenkt. In der [Fig. 1b](#) ist das Zerspanungswerkzeug durch einen vorangegangenen Bruch verkürzt, so dass der Strahl ungehindert auf den Körper **8a** trifft. Der Körper **8a** ist erfindungsgemäß ein Vibrationssensor, der nicht den statischen Auftreffdruck, sondern ausschließlich dessen dynamischen Anteil registriert, der sich zwangsläufig durch die Turbulenz im auftreffenden Kühlschmierstoffstrahl **4a** oder Druckluftstrahl **4b** ergibt. Ein Vibrationssensor hat den Vorteil, dass er weder eine kleine zu treffende Druckmessöffnung, noch ein besonders nachgiebiges und damit beschädigungsempfindliches Element benötigt. Er kann aus einem massiven Metallgehäuse mit beispielsweise einer keramischen oder metallenen Aufprallfläche auch mit Wandstärken über 1 mm hergestellt werden, hinter der sich beispielsweise ein Piezoelement als Beschleunigungssensor befindet. Während der Strahl auf die harte Aufprallfläche des Vibrationssensors **8a** prasselt, werden im Piezoelement durch die Druckwellen Messspannungen erzeugt, die sich elektronisch deutlich auswerten und anzeigen bzw. mit Grenzwerten vergleichen lassen. Der Sensor ist normalerweise über ein Kabel, das innerhalb eines Schutzrohres verlegt wird, mit dem Auswertesystem verbunden. Das Auswertesystem ist hier nicht gezeigt bzw. nicht näher beschrieben, da es Stand der Technik und nicht Gegenstand der Erfindung ist. Die Verbindung mit dem Auswertesystem ist übrigens kein Muss, die Elektronik des Auswertesystem kann sich auch schon im Gehäuse des Vibrationssensors befinden.

[0011] Überschreitet der Vibrationspegel einen bestimmten Grenzwert, der oberhalb der Grundvibrationen beispielsweise der Halterung des Vibrationssensors **8a** oder auch oberhalb der durch anderen herumspritzenden Kühlschmierstoff erzeugte Vibrationen liegt, so ist das ein eindeutiges Zeichen für den Bruch eines Bohrers. Die Auswertung erfolgt natürlich vorzugsweise genau in dem Moment, wo das Werkzeug im Strahl erwartet wird.

[0012] Anstatt den Kühlschmierstoffstrahl **6a** oder Druckluftstrahl **6b** direkt auf den Vibrationssensor zu richten, kann er alternativ auf eine Prallplatte gerichtet werden, die durchaus auch Bestandteil der normalen Maschinenraumauskleidung sein kann (s. [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#)). Dann nimmt ein Vibrationssensor **8b** die Schwingungen der Platte auf, auf die der Strahl auftrifft. Damit kann der Vibrationssensor aus dem direkten Spänebereich des Arbeitsraums der Werkzeugmaschine entfernt und geschützt montiert werden. Der Vibrationssensor **8b** ist intern ähnlicher Bauart wie der in [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) gezeigte Vibrationssensor **8a**, nur dass er über eine andere Gehäuse verfügt, das eine Befestigung auf der Prallplatte ermöglicht. Die Details der Sensorkonstruktion sind hier nicht beschrieben, da sie nicht Bestandteil der Erfindung, sondern Stand der Technik sind.

[0013] Die Vibrationen durch die Turbulenzen eines auftreffenden Kühlschmierstoffstrahls **6a** können auch werkzeugseitig gemessen werden, indem beispielsweise am Gehäuse **1** der Werkzeugspindel der Vibrationssensor **8b** befestigt wird, siehe [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#). Die durch den auf die Werkzeugspitze prasselnden Kühlschmierstoffstrahl erzeugten Körperschallwellen gelangen über die Spindelgehaufnahme mit Werkzeugspindel **2** zum Spindelgehäuse **1** und von dort zum Vibrationssensor **8b**.

[0014] Die Auswertung der dort gemessenen Vibrationen erfolgt logisch nun genau anders herum als bei den oben beschriebenen Methoden zu [Fig. 1a/b](#) und [Fig. 2a/b](#): Bei intaktem Bohrer werden Vibrationen durch den auftreffenden Kühlschmierstoff erzeugt, bei gebrochenem Bohrer nicht.

[0015] Die Vibrationen eines auf dem Werkzeug auftreffenden Druckluftstrahls **6b** erzeugen ihrerseits aufgrund der sich an der Werkzeugspitze bildenden Turbulenzen Druckwellen, die sich über die Umgebungsluft ausbreiten und mit einem Vibrationsaufnehmer **8a** in unmittelbarer Nähe des Werkzeuges gemessen werden können. Der Abstand des Vibrationssensors **8a** vom Bohrer beträgt beispielsweise 3–10 cm, der Abstand der Strahldüse **5** vom Werkzeug 3–5 cm. Da die Intensität der Schallwellen enorm hoch ist, muss kein empfindliches Luftschallmikrofon, das ja eine verletzliche Membran hätte, verwendet werden, sondern es kann auf einen robusten Vibrationsaufnehmer **8a** zurückgegriffen werden wie derjenige, der zu der Anordnung in [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) gezeigt wurde. Die Auswertung bzgl. Werkzeugbrucherkennung erfolgt wie zu [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) beschrieben.

[0016] Das in den Figuren als Bohrer gezeigte Werkzeug kann auch ein Fräser, Schleifstift, Stanzwerkzeug oder ein beliebiges anderes Werkzeug sein, das durch den Bruch einer Schneide sich verkürzt und dadurch einen Kühlschmierstoff- oder Druckluftstrahl anders ablenkt als im intakten Zustand.

[0017] In allen genannten vier Methoden kann das Werkzeug auch durch ein Werkstück ersetzt werden, wenn es darum geht zu kontrollieren, ob ein Werkstück durch ein Abstechwerkzeug oder eine Säge ordnungsgemäß abgetrennt wurde. Diese Aufgabe stellt sich in Stangendrehautomaten oder Rundtaktautomaten, die vom Coil arbeiten.

[0018] Der Anwendungsbereich dieser Erfindung bezieht sich auch auf die Kontrolle der vollständigen Abarbeitung von Material, wie beispielsweise bei der Herstellung einer Durchgangsbohrung. Hierzu wird das Prüfmedium Kühlschmierstoff oder Druckluft durch die Bohrung gedrückt oder geschossen und das Austreten des Mediums am anderen Ende der

Bohrung durch das Auftreffen auf einen Vibrationssensor mit oder ohne vorgeschaltete Prallplatte überprüft.

[0019] Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der genannten Methoden in Arbeitsraum einer Werkzeugmaschine ist in der Regel eine frequenzselektive Auswertung der Vibrationen erforderlich, um ausreichend resistent gegenüber Fehlschaltungen zu sein, die sich beispielsweise durch herumspritzenden Kühlschmierstoff aus anderen Kühlschmierstoffdüsen oder durch laufende Antriebe ergeben. D. h. die Frequenzen störender Nebengeräusche werden elektronisch bedampft, bevor der Vibrationspegel mit dem Grenzwert verglichen wird.

Bezugszeichenliste

- | | |
|--------------|---|
| 1 | Spindelgehäuse |
| 2 | Werkzeugaufnahme mit Werkzeugspindel |
| 3a, b | Zerspanungswerkzeug intakt 3a und gebrochen 3b |
| 4a, b | Zuführung von Kühlschmierstoff 4a oder Druckluft 4b |
| 5 | Strahlformer mit Strahldüse |
| 6a, b | Kühlschmierstoffstrahl 6a oder Druckluftstrahl 6b |
| 7 | Vom Werkzeug abgelenkter Kühlschmierstoff- oder Druckluftstrahl |
| 8a | Vibrationssensor mit rückwärtiger Befestigungsmöglichkeit (Gewinde, hier beispielhaft mit Kabelführung durch das Gewinde) |
| 8b | Vibrationssensor zur Befestigung auf der Fläche, von der er Schwingungen aufnimmt |
| 9 | Prallplatte oder Auskleidungsblech des Arbeitsraums der Werkzeugmaschine |

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- CH 412520 [0002]
- EP 0657245 A1 [0003]
- JP 2001-150301 A [0004, 0006]
- DE 10240764 B4 [0005]

Patentansprüche

tronisch gefiltert werden, um Frequenzen störender Nebengeräusche zu unterdrücken.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

1. Verfahren zur Erkennung bruchbedingter Werkzeugbeschädigungen in Werkzeugmaschinen, gekennzeichnet dadurch, dass die während des Auftreffens eines turbulent strömenden Kühlschmierstoff- oder Druckluftstrahls, dessen Bahn durch das gebrochene Werkzeug nicht abgelenkt oder durch das zuvor vom gebrochenen Werkzeug unvollständig bearbeitete Werkstück abgelenkt wird, veränderten Vibrationen bzw. Schallwellen gemessen und mit Grenzwerten verglichen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass die an einem in Flugrichtung des Kühlschmierstoff- oder Druckluftstrahls hinter dem Werkzeug oder Werkstück liegenden Vibrationssensor durch das Auftreffen bzw. Nichtauftreffen des Strahls entstehenden Vibrationen gemessen und mit Grenzwerten verglichen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass die an einer in Flugrichtung des Kühlschmierstoff- oder Druckluftstrahls hinter dem Werkzeug oder Werkstück liegenden Prallplatte durch das Auftreffen bzw. Nichtauftreffen des Kühlschmierstoff- oder Druckluftstrahls entstehenden Vibrationen gemessen und mit Grenzwerten verglichen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass die an dem in Flugrichtung des Kühlschmierstoff- oder Druckluftstrahls hinter dem Werkzeug oder Werkstück liegenden Auskleidungsblech des Arbeitsraumes der Maschine durch das Auftreffen bzw. Nichtauftreffen des Kühlschmierstoff- oder Druckluftstrahls entstehenden Vibrationen gemessen und mit Grenzwerten verglichen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass die Vibrationen beim Auftreffen eines Kühlschmierstoffstrahls auf das bruchbedingt noch nicht verkürzte Werkzeug bzw. auf das im Strahl befindliche Werkstück dadurch gemessen werden, dass ein Vibrationssensor entweder die Körperschall-schwingungen direkt am Werkzeug oder Werkstück misst, oder an einem Maschinenteil, das körperschallleitend mit dem Werkzeug bzw. Werkstück verbunden ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass der Luftschall bzw. die über die Luft übertragenen Druckwellen beim Auftreffen eines Druckluftstrahls auf das bruchbedingt noch nicht verkürzte Werkzeug bzw. auf das im Strahl befindliche Werkstück dadurch gemessen wird, dass ein als Luftschallmikrofon verwendeter Vibrationssensor in der Nähe des Auftreffpunktes angeordnet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass die gemessenen Schallsignale elek-

Anhängende Zeichnungen

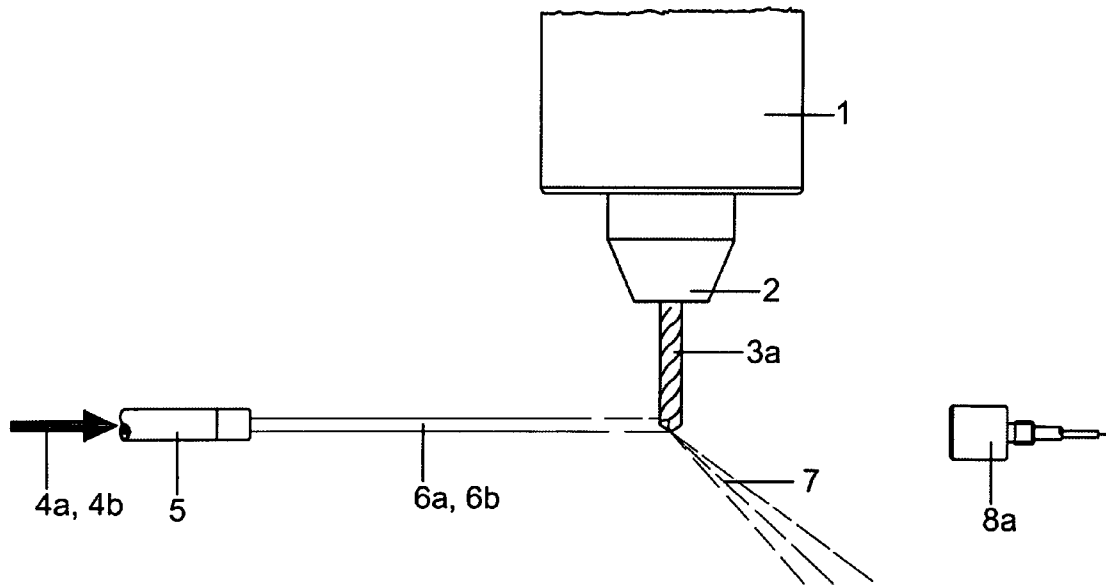


Fig. 1a

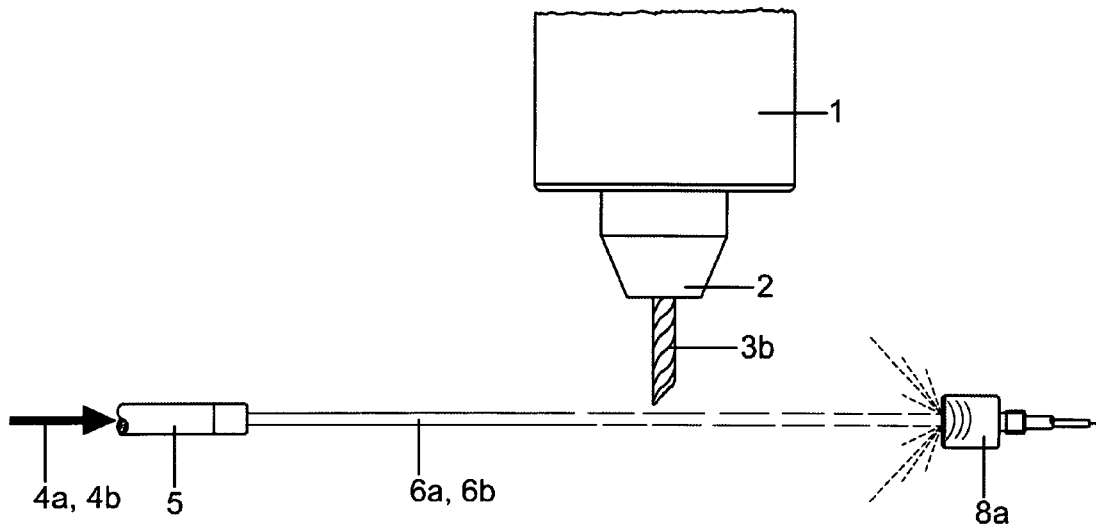


Fig. 1b

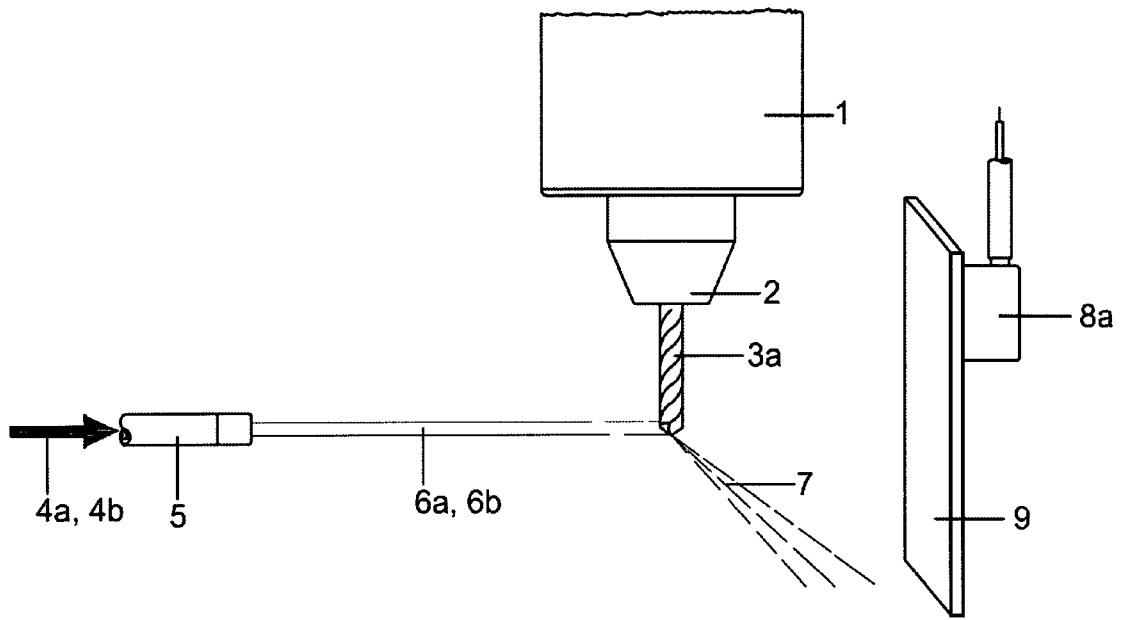


Fig. 2a

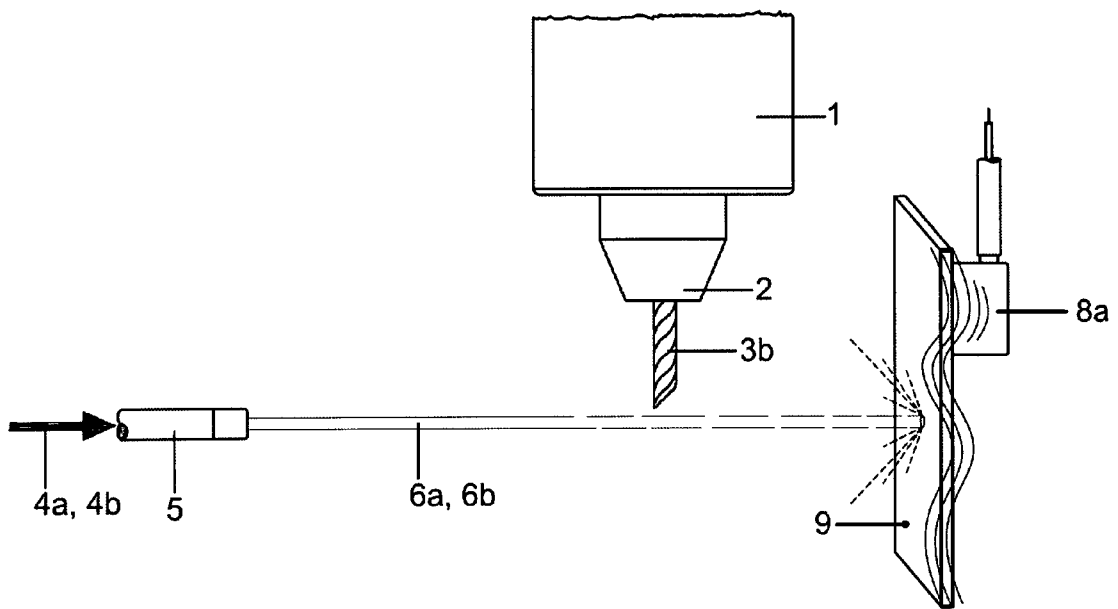
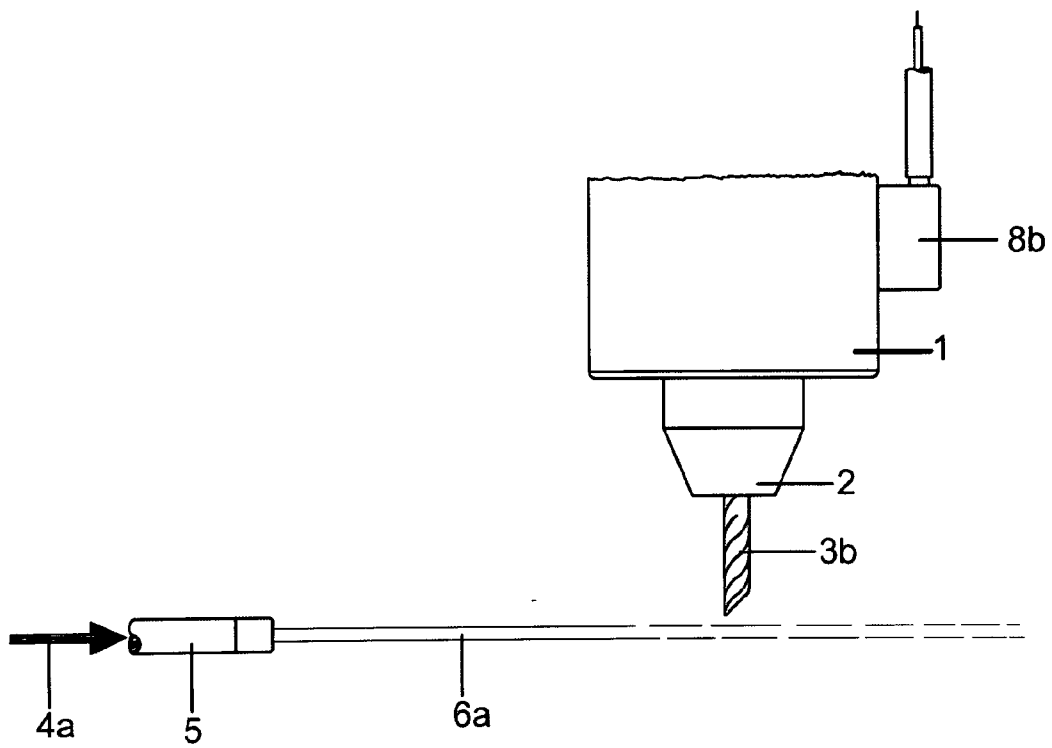
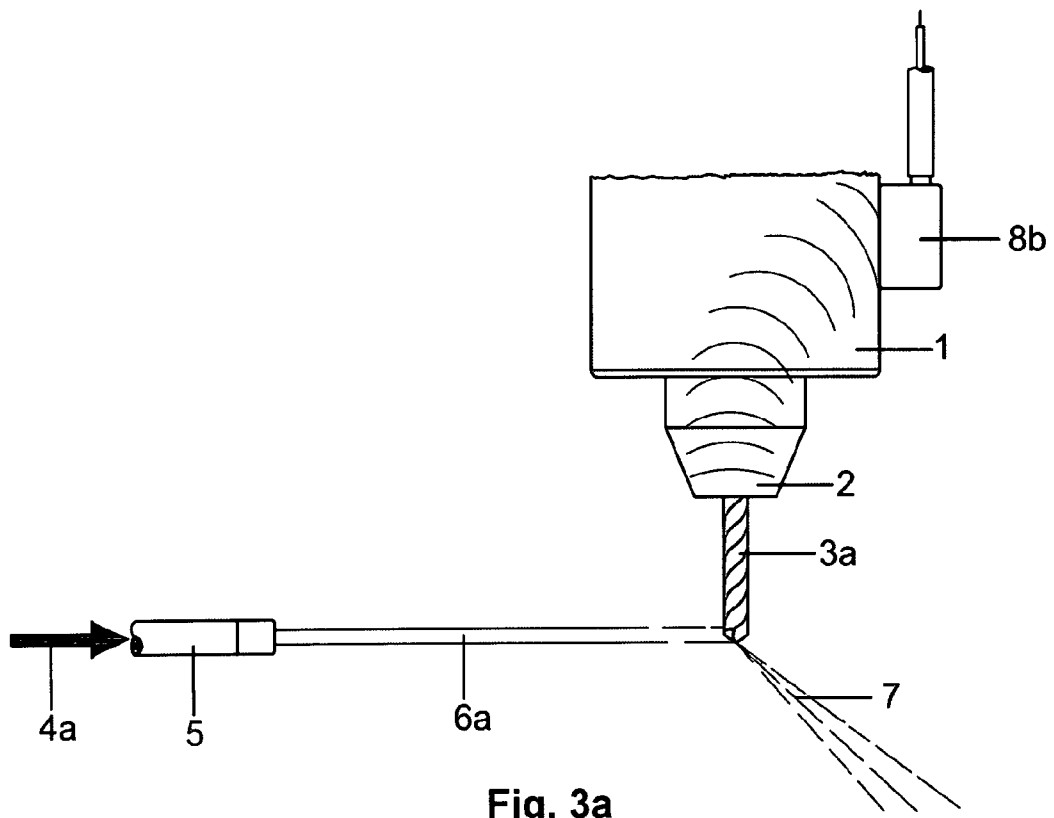


Fig. 2b



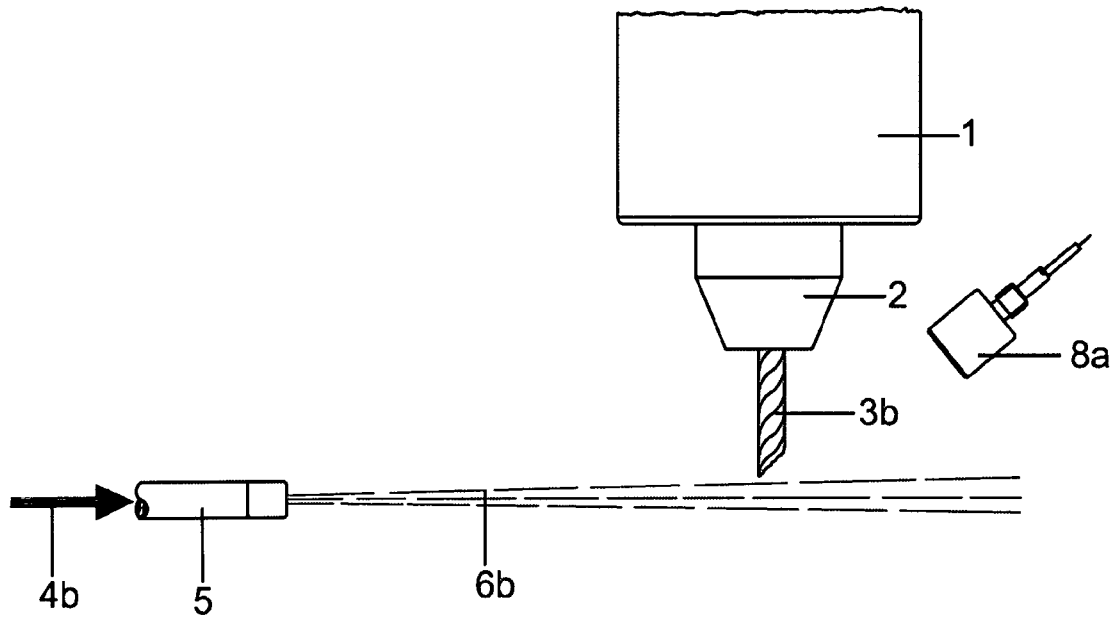


Fig. 4a

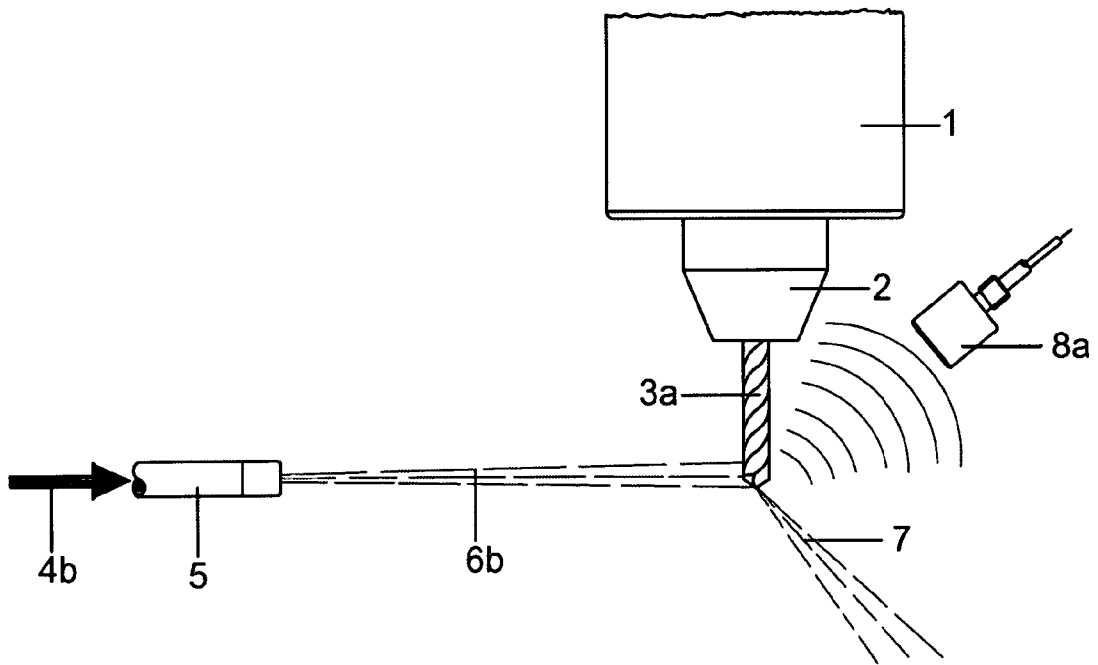


Fig. 4b