(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. Februar 2006 (02.02.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/010398 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: B23H 9/16, 3/04, 3/10

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/005956

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Juni 2005 (02.06.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 035 492.8 22. Juli 2004 (22.07.2004) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastr. 27c, 80686 Muenchen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **HOLLITSCHKE, Lutz** [DE/DE]; Forststr. 24, 08412 Werdau OT Leubnitz (DE). **SCHUBERT, Andreas** [DE/DE]; Am Fuchsberg 2, 01219 Dresden (DE).

(74) Anwalt: **KLITZSCH, Gottfried**; Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, Maximilianstrasse 58, 80538 München (DE).

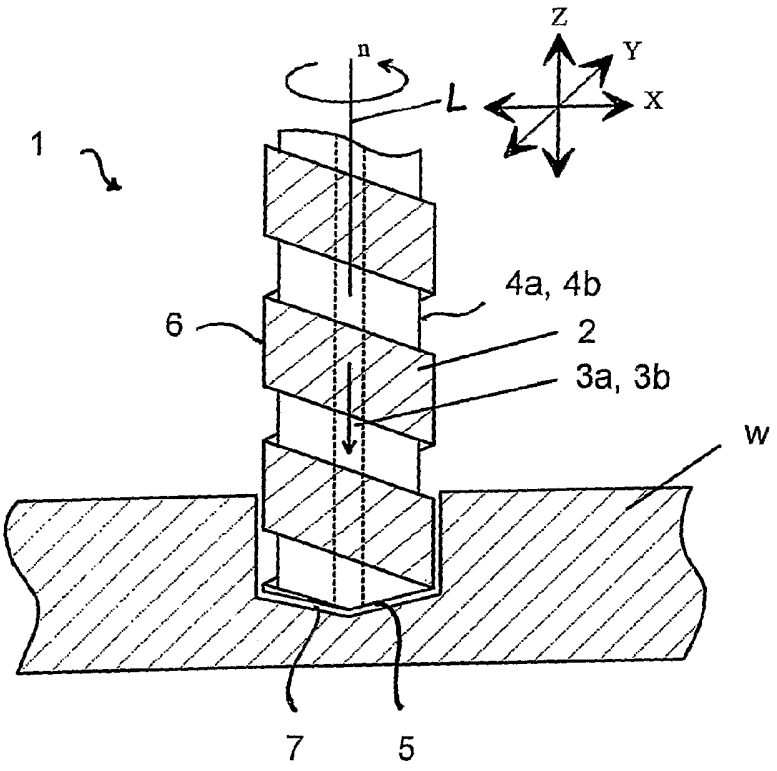
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR ELECTROCHEMICAL MICROMACHINING OF A WORKPIECE

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ELEKTROCHEMISCHEN MIKROBEARBEITUNG EINES WERKSTÜCKES



(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for electrochemical micromachining of a workpiece by means of a pin electrode. The aim of the invention is the production of an improved surface structure with increased reproducibility. Said aim is achieved, whereby an electrolyte introduction channel (L) is integrally embodied with the pin electrode (2), by means of which an electrolyte may be introduced to a free end section of the pin electrode which is opposite the workpiece (w) during the micromachining.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes mit einer Stiftelektrode. Die Erfindung bezweckt hierbei eine verbesserte Oberflächenstruktur mit erhöhter Reproduzierbarkeit zu ermöglichen. Hierzu wird vorgeschlagen, dass ein Elektrolytzuführkanal (L) integral mit der Stiftelektrode (2) ausgebildet ist, über den ein Elektrolyt zu einem freien Endabschnitt der Stiftelektrode zuführbar ist, der dem Werkstück (w) während der Mikrobearbeitung gegenüberliegt.

WO 2006/010398 A1

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Vorrichtung und Verfahren zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes mit einer Stiftelektrode.

Grundsätzlich ist es bekannt, die Mikrobearbeitung eines Werkstückes mittels spanender Verfahren (Fräsen, Schleifen etc.) , generierender Verfahren (Galvano-Formung, Lasersintern etc.) und mittels abtragender Verfahren (EDM, ECM, Laserablation etc.) vorzunehmen. Hierbei sind die einzelnen Verfahren hinsichtlich ihrer industriellen Nutzbarkeit sehr unterschiedlich entwickelt.

Insbesondere bei spanenden Verfahren sind in Buntmetallen hochgenaue Mikrostrukturen unter der Nutzung von Diamantwerkzeugen möglich, wobei sogar Oberflächengüten von Ra bis 2 nm erzeugbar sind. Für die Bearbeitung von Eisenwerkstoffen sind Diamantwerkzeuge jedoch ungeeignet, da aufgrund der Affinität des Kohlenstoffes zu Eisen ein extensiver Werkzeugverschleiß auftritt.

Alternativ kommen Hartmetallwerkzeuge zum Einsatz, mit denen eine grundsätzliche Fertigung von Mikrostrukturen in Stahl zwar denkbar ist, jedoch ebenfalls mit hohen Werkzeugkosten verbunden ist und, aufgrund der Werkzeugerwärmung, zu hohem Verschleiß führt.

Daneben ist es bekannt, mittels Funkenerosion, wobei sowohl Draht- als auch Stiftelektroden verwendet werden, Mikrostrukturen anzufertigen, wobei jedoch, wie bei jeder Art von Funkenerosion, ein starker Elektrodenverschleiß auftritt.

Schließlich ist als weiteres Verfahren zur Oberflächenbehandlung von leitfähigen Werkstoffen die elektrochemische Materialbearbeitung bekannt, wobei der Materialabtrag an einer anodisch gepolten Werkstückoberfläche unter Stromfluss durch ein Elektrolyt als Reaktionsmedium erfolgt. Hierbei erfolgt die elektrochemische Materialbearbeitung, wie dies beispielsweise aus der DE 199 00 173 C1 bekannt ist, durch das Einsenken einer Formelektrode mit einer Negativstruktur in das Werkstück.

Hierbei sind sowohl Werkstück wie auch die Formelektrode in einem Behälter angeordnet, der mit der Elektrolytflüssigkeit gefüllt ist, um darin durch Anlegen einer elektrischen Spannung die elektrochemische Materialbearbeitung durchzuführen.

Insbesondere für im Mikrobereich zu fertigende Oberflächenstrukturen erweist sich jedoch die Anwendung aller bekannten Verfahren als unvorteilhaft, da in dem Bearbeitungsspalt zwischen dem Werkstück und der Elektrode eine Sättigung des Elektrolyten eintreten kann, was zu einer schlechten Reproduzierbarkeit des Abtragungsergebnisses und zu ungenau ausgeführten Oberflächenstrukturen im Mikrobereich führt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bearbeitung eines Werkstückes mit einer Stiftelektrode zu schaffen, mit der eine geometrisch definierte Bearbeitung von insbesondere mikrostrukturierten Bauteilen mit verbesserter Genauigkeit und Reproduzierbarkeit ermöglicht wird.

Für eine Vorrichtung zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes mit einer Stiftelektrode wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein Elektrolytzuführkanal integral mit der Stiftelektrode ausgebildet ist, über den ein Elektrolyt zu einem freien Endabschnitt der Stiftelektrode zuführbar ist, der dem Werkstück während der Mikrobearbeitung gegenüberliegt.

Daneben wird diese Aufgabe für ein Verfahren zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes mit einer Stiftelektrode, insbesondere mittels einer solchen Vorrichtung durch die Verfahrensschritte gelöst: Anordnen eines freien Endabschnittes der Stiftelektrode gegenüber dem zu mikrobearbeitenden Werkstück, Zuführen eines Elektrolyts zu dem freien Endabschnitt der Stiftelektrode durch einen integral mit der Stiftelektrode ausgebildeten Elektrolytzuführkanal und Mikrobearbeiten des Werkstückes während der fortgesetzten Zufuhr unverbrauchten Elektrolyts zu dem freien Endabschnitt.

Indem zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes eine Stiftelektrode eingesetzt wird, die einen integral mit der Stiftelektrode ausgebildeten Elektrolytzuführkanal aufweist, wird ein definierter Medien (Elektrolyt)- Austausch an der Bearbeitungsstelle selbst sichergestellt, so dass insbesondere die Sättigung des Elektrolyts vermieden wird und somit der Ionenaustausch zwischen Elektrolyt und Anode im wesentlichen

unabhängig von den statischen Strömungsbedingungen in dem Bearbeitungsspalt ermöglicht wird.

Hierdurch wird die Reproduzierbarkeit des Ertragsergebnisses deutlich verbessert. Auch sind Strukturen mit hohen Aspektverhältnissen prozesssicher herstellbar. Insgesamt wird mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens die geometrisch definierte Bearbeitung von insbesondere mikrostrukturiertem Bauteilen mittels elektrochemischer, anodischer Werkstoffauflösung deutlich verbessert.

Hierbei ist es möglich, homogene Spülbedingungen selbst im Mikrobereich zu erzielen, was im Mikrobereich nicht einfach wie im Makrobereich durch hohe Spülgeschwindigkeiten und –drücke aufgrund der veränderten Größenverhältnisse möglich ist.

Hierbei ist die Stiftelektrode vorzugsweise um eine Längsachse rotierbar ausgebildet. Die Stiftelektrode kann als isolierte oder unisolierte Stiftelektrode ausgebildet sein, die in einer Spindel oder einer anderen Drehvorrichtung aufgenommen und mit Spannung beaufschlagt ist.

Vorzugsweise ist auch ein Elektrolytabführkanal integral mit der Stiftelektrode ausgebildet, über den das dem freien Endabschnitt zugeführte Elektrolyt von dem freien Endabschnitt der Stiftelektrode bzw. von einem Bearbeitungsspalt zwischen diesem Endabschnitt und dem Werkstück wieder abführbar ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der Elektrolytzuführkanal und/oder der Elektrolytabführkanal parallel zur Längsachse der Stiftelektrode in dieser selbst ausgebildet, wobei die Längsachse vorzugsweise eine Mittelachse des Elektrolytkanals bildet. Hierbei ist es jedoch auch denkbar, dass ein oder mehrere Kanäle in der Stiftelektrode ausgebildet sind.

Gemäß einer weiterhin bevorzugten Ausführungsform kann die integrierte Elektrolytzuführung durch eine geeignete Gestaltung der äußeren Kontur und/oder der Oberflächenstruktur erfolgen. Hierbei ist der Elektrolytzuführkanal und/oder der Elektrolytabführkanal vorzugsweise als offener Kanal, insbesondere wendelförmig an oder in einer äußeren Mantelfläche der Stiftelektrode ausgebildet.

Die Elektrolytzufuhr in dem Bearbeitungsspalt bzw. die Elektrolytabfuhr aus dem Bearbeitungsspalt erfolgt hierbei in Kombination mit einer Drehbewegung der Elektrode, wodurch ein kontinuierlicher Medienaustausch und eine gleichmäßige Ionenkonzentration während des Bearbeitungsvorgangs in dem Bearbeitungsspalt an dem freien Endabschnitt der Stiftelektrode erfolgt. Ein gänzlich mit Elektrolyt gefüllter Reaktionsbehälter ist nicht mehr erforderlich.

Vorzugsweise ist bei dem abtragenden Verfahren die Vorrichtung so angeschlossen, dass die Stiftelektrode als Kathode und das Werkstück als Anode gepolt sind.

Die Stiftelektrode ist hierbei ein, vorzugsweise mit einer inneren Längsbohrung versehenes, herkömmliches Bohr- oder Fräswerkzeug, das über einen elektrisch leitenden Arbeitsbereich verfügt, an dem der Elektrolytkanal endet und/oder beginnt.

Hinsichtlich des erfindungsgemäßen Verfahrens zur elektrochemischen Mikrobearbeitung des Werkstückes wird vorzugsweise während der Mikrobearbeitung ein Spalt zwischen dem freien Endabschnitt der Stiftelektrode und dem Werkstück beibehalten, wobei der Spalt im wesentlichen fortwährend mit dem Elektrolyt gefüllt wird.

Hierdurch wird ein ständiger Ionenaustausch zwischen Elektrolyt und Anode aufgrund einer gleichmäßigen Ionenkonzentration während des gesamten Bearbeitungsvorganges gewährleistet. Weiterhin vorzugsweise wird während des Mikrobearbeitens fortwährend Elektrolyt aus dem Spalt abgefördert, insbesondere durch einen integral mit der Stiftelektrode ausgebildeten Elektrolytabführkanal, wie auch bereits hinsichtlich der vorzugsweise eingesetzten erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben wurde.

Gemäß eines weiteren Aspektes des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als Stiftelektrode ein, vorzugsweise mit einer inneren Längsbohrung versehenes, herkömmliches Bohr- oder Fräswerkzeug verwendet, welches insbesondere in einer Drehspindel oder einer anderen Drehvorrichtung aufgenommen und angetrieben wird.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform mit weiteren Details unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigt:

Fig. 1 eine Prinzipskizze einer Verfahrens- bzw. Vorrichtungsanordnung der Erfindung.

Eine prinzipielle Anordnung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes W mit einer Stiftelektrode 2 ist in Fig. 1 dargestellt.

Die Stiftelektrode ist im Wesentlichen in Form einer um ihre Längsachse rotationssymmetrischen, langgestreckten Einheit ausgebildet. Hierbei ist die Stiftelektrode an einem maschinenseitigen Ende in eine Spindel oder eine andere Drehvorrichtung eingespannt, so dass sie um ihre Längsachse L zumindest in einer Vorzugsrichtung n, wie in Fig. 1 gezeigt, mit unterschiedlichen, gewünschten Drehgeschwindigkeiten rotierbar ist.

An ihrem werkstückseitigen Ende weist die Stiftelektrode 2 einen freien Endabschnitt 5 auf, zwischen dem und dem Werkstück W ein Bearbeitungsspalt 7 liegt. Zumindest in einem Bereich einer Mantelfläche 6 der Stiftelektrode 2 zwischen dem freien Endabschnitt 5 und ihrem maschinenseitigen Ende ist in der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform eine geeignete Gestaltung der äußeren Kontur und/oder der Oberflächenstruktur auf der Mantelfläche 6 aufgebracht oder in diese eingearbeitet.

Vorzugsweise ist in die Mantelfläche 6 ein wendelförmiger, offener Elektrolytkanal eingearbeitet, über den im Zusammenhang mit der Drehbewegung n der Stiftelektrode 2 um ihre Längsachse L eine kontinuierliche Elektrolytzufuhr in den Spalt 7 oder Elektrolytabfuhr aus dem Spalt 7 gewährleistet werden kann.

Alternativ oder zusätzlich zu dem an der Außenseite der Stiftelektrode 2 ausgebildeten Elektrolytkanal 4a, 4b kann auch innerhalb (der äußeren Oberfläche) der Stiftelektrode 2 ein Elektrolytkanal, vorzugsweise in einer Längsbohrung, parallel zur Längsachse L ausgebildet sein. Ein solcher Elektrolytkanal kann als Elektrolytzuführkanal 3a oder als E-

lektrolytabführkanal 3b vorgesehen sein. Auch ist es denkbar, mehr als nur einen Kanal innerhalb der Stiftelektrode 2 vorzusehen.

Entsprechend ist es ebenso denkbar, den an der Außenseite der Stiftelektrode integral mit dieser ausgebildeten Elektrolytkanal als Elektrolytzuführkanal 4a oder als Elektrolytabführkanal 4b auszubilden, um so die Funktion des inneren Kanals zu ersetzen oder zu ergänzen. Entsprechend der gewünschten Drehrichtung n wird hierbei der äußere, wendelförmige Kanal als rechts- oder linksgängige Wendel ausgebildet.

Es ist denkbar, an dem freien Endabschnitt 5 der Stiftelektrode 2 einen ebenen oder einen einer gewünschten zu fertigenden Oberflächenstruktur angepassten Kopfabschnitt auszubilden. Jede geometrische Form oder Gestaltung ist hierbei denkbar.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es ebenso denkbar, ein handelsübliches Werkzeug zu Bohr- und Fräsbearbeitung für den Mikrobereich zu nutzen bzw. verwenden und mit diesem auf elektrochemische Art und Weise zu bohren und/oder zu fräsen, wobei die Elektrolytzu- bzw. –abfuhr über bereits herkömmliche an dem Werkzeug versehene Förderwendeln an dessen Außenkontur erfolgt oder durch zusätzlich speziell in das Werkzeug eingebrachte oder daran aufgebrachte Kanäle.

Selbstverständlich ist es nicht erforderlich, dass die Stiftelektrode über ihre gesamte Länge einen konstanten Außendurchmesser aufweist. Ein vom freien Endabschnitt 5 zu dem maschinenseitigen Ende der Stiftelektrode 2 hin ansteigender oder abfallender Durchmesser oder mehrere Kombinationen mit wechselnden Durchmessern sind selbstverständlich denkbar.

Spezielle Strukturierungen am Umfang der Elektrode bzw. an ihrer Mantelfläche 6 sind ebenso denkbar, um mit der sich drehenden Stiftelektrode gewisse Konturen an dem Werkstück auszubilden. Zu diesem Zwecke kann die Stiftelektrode, wie in Fig. 1 dargestellt, beispielsweise über das Koordinationssystem einer herkömmlichen CNC-Fräse beliebig in allen Koordinatenrichtungen X, Y, Z jeweils oder in koordinierter Form verfahren werden.

Spülgeschwindigkeit, Fließrichtung und –stärke durch die Elektrolytkanäle der Stiftelektrode in den Bearbeitungsspalt 7 sind ebenso wie Drehrichtung und Vortrieb beliebig variierbar bzw. programmgesteuert durchführbar.

Als Elektrolyt wird vorzugsweise eine neutrale Salzlösung verwendet, die einen einfachen Umgang in der Handhabung und kaum anspruchsvolle chemische Umgebungsbedingungen erfordern. Es ist jedoch auch jeder andere Elektrolyt verwendbar.

Die Stiftelektrode 2 kann aus einem leitenden oder nicht leitenden Material gefertigt sein und als isolierte oder unisolierte Elektrode in die Spindel oder die Drehvorrichtung aufgenommen sein. Hierbei weist die Stiftelektrode 2 jedoch zumindest an dem Endabschnitt, in dessen Bereich die Bearbeitung erfolgen soll, einen elektrisch leitenden Bereich auf, der als Anode geschaltet ist, und über den die Spannung an den Elektrolyt übertragen wird.

Es ist denkbar, Elektroden mit unterschiedlichen Beschichtungen einzusetzen. Auch die Nutzung von Standardwerkzeugen als Elektroden ist denkbar, da aufgrund des elektrochemischen Verfahrens und der im wesentlichen kontaktfreien Bearbeitung zwischen Elektrode und Werkstück so gut wie kein Verschleiß an der Elektrode auftritt. Hierzu trägt auch die kontinuierliche Spülung des Bearbeitungsspaltes durch das Elektrolyt bei, was auch einen kühlenden Effekt innehat.

Selbstverständlich ist auch die Kombination von ECM und spanender Bearbeitung mit dem gleichen Werkzeugsystem bzw. -antrieb denkbar. Durch den kontinuierlichen Medienaustausch erfolgt ein kontinuierlicher Ionenaustausch im Arbeitsspalt, was zum konstanten Abtragergebnissen und somit zu einer zuverlässigen Gestaltung einer Mikrooberflächenstruktur führt.

Zwar ist es denkbar, das beschriebene System zur elektrochemischen Mikroüberarbeitung eines Werkstückes mit einer Stiftelektrode auch im Makrobereich einzusetzen, jedoch wird die beschriebene Anordnung vorzugsweise zur Mikrostrukturierung und Mikrooberflächengestaltung von Werkstücken, insbesondere schwer zerspanbaren Werkstoffen zur Erzeugung von Formstrukturen von bis zu < 100 µm eingesetzt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes mit einer Stiftelektrode, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Elektrolytzuführkanal (3a, 4a) integral mit der Stiftelektrode (2) ausgebildet ist, über den ein Elektrolyt zu einem freien Endabschnitt (5) der Stiftelektrode (2) zuführbar ist, der dem Werkstück (W) während der Mikrobearbeitung gegenüberliegt.

2. Vorrichtung zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stiftelektrode (2) um eine Längsachse (L) rotierbar ausgebildet ist.

3. Vorrichtung zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Elektrolytabführkanal (3b, 4b) integral mit der Stiftelektrode (2) ausgebildet ist, über den das Elektrolyt von dem freien Endabschnitt (5) der Stiftelektrode (2) abführbar ist.

4. Vorrichtung zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Elektrolytzuführkanal (3a) und / oder der Elektrolytabführkanal (3b) parallel zur Längsachse (L) der Stiftelektrode (2) in dieser ausgebildet sind, wobei die Längsachse (L) vorzugsweise eine Mittelachse des Elektrolytkanals (3a, 3b) bildet.

5. Vorrichtung zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Elektrolytzuführkanal (4a) und / oder der Elektrolytabführkanal (4b) als offener Kanal, vorzugsweise wendelförmig, an einer äußeren Mantelfläche (6) der Stiftelektrode (2) ausgebildet sind.

6. Vorrichtung zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stiftelektrode (2) als Kathode und das Werkstück (W) als Anode gepolt ist.

7. Vorrichtung zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stiftelektrode (2) ein, vorzugsweise mit einer inneren Längsbohrung versehenes, herkömmliches Bohr- oder Fräswerkzeug ist.

8. Verfahren zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes mit einer Stiftelektrode, insbesondere mittels einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** die Schritte:

   - Anordnen eines freien Endabschnittes (5) der Stiftelektrode (2) gegenüber dem zu mikrobearbeitenden Werkstück (W),

   - Zuführen eines Elektrolytes zu dem freien Endabschnitt (5) der Stiftelektrode (2) durch einen integral mit der Stiftelektrode (2) ausgebildeten Elektrolytzuführkanal (3a, 4a) und

   - Mikrobearbeiten des Werkstückes (W) während der fortgesetzten Zufuhr unverbrauchten Elektrolytes zu dem freien Endabschnitt (5).

9. Verfahren zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß während der Mikrobearbeitung ein Spalt (7) zwischen dem freien Endabschnitt (5) der Stiftelektrode (2) und dem Werkstück (W) beibehalten wird, der im Wesentlichen fortwährend mit Elektrolyt gefüllt wird.

10. Verfahren zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß während des Mikrobearbeitens fortwährend Elektrolyt aus dem Spalt (7) abgefördert wird, insbesondere durch einen integral mit der Stiftelektrode (2) ausgebildeten Elektrolytabführkanal (3a, 4a).

11. Verfahren zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Stiftelektrode (2) ein, vorzugsweise mit einer inneren Längsbohrung versehenes, herkömmliches Bohr- oder Fräswerkzeug verwendet wird.

12. Verfahren zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Werkstück (W) Werkstoffe aus Metall, insbesondere Stahl, Nickel, Chrom, Titan und deren Legierungen oder keramische Werkstoffe aufweist.

13. Verfahren zur elektrochemischen Mikrobearbeitung eines Werkstückes nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Elektrolyt eine neutrale Salzlösung verwendet wird.

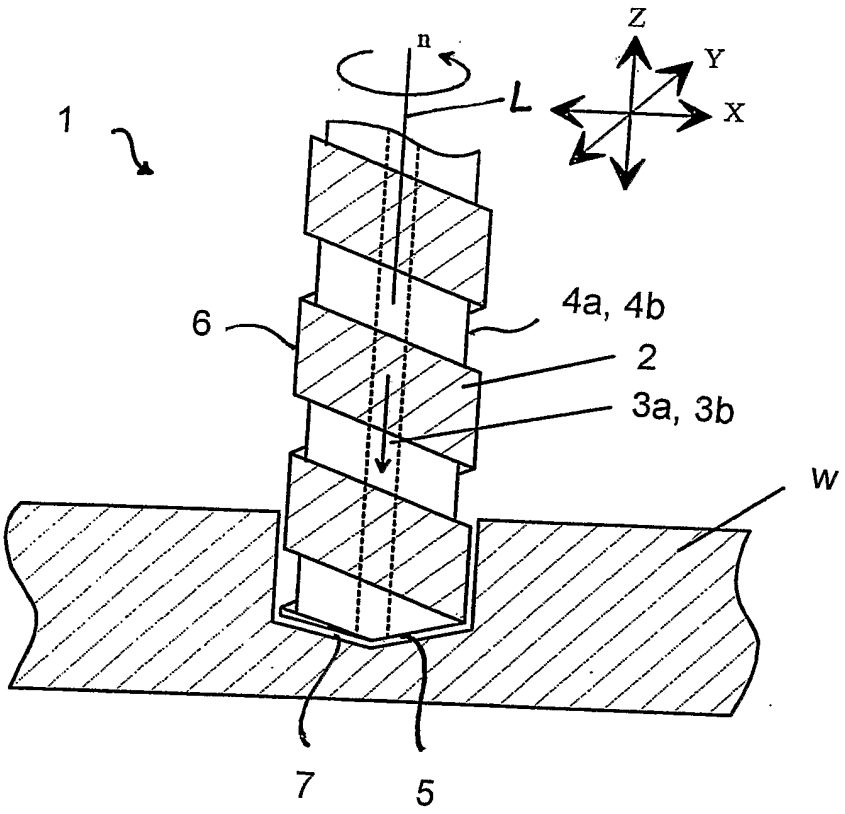


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/005956

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B23H9/16 B23H3/04 B23H3/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B23H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 045 161 A (MCGREGOR ET AL) 3 September 1991 (1991-09-03) column 3, line 36 - column 4, line 29 figure 2	1-13
X Y	US 6 680 454 B1 (BATZINGER THOMAS JAMES ET AL) 20 January 2004 (2004-01-20) column 7, line 26 - line 46 abstract; figures	1-8 11
X Y	US 5 614 108 A (HABEL ET AL) 25 March 1997 (1997-03-25) abstract	8-10,12,13 11

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
8 September 2005	14/09/2005

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Haegeman, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/005956

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 16 15 113 A1 (AEG-ELOTHERM GMBH) 27 May 1970 (1970-05-27) page 4, line 28 - page 5, line 17 figures	1,3-6, 8-10,12, 13
P,X	DE 103 08 358 A1 (ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG) 9 September 2004 (2004-09-09) the whole document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/005956

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5045161 A	03-09-1991	NONE	
US 6680454 B1	20-01-2004	CN 1511668 A	14-07-2004
US 5614108 A	25-03-1997	NONE	
DE 1615113 A1	27-05-1970	NONE	
DE 10308358 A1	09-09-2004	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/005956

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B23H9/16 B23H3/04 B23H3/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B23H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 045 161 A (MCGREGOR ET AL) 3. September 1991 (1991-09-03) Spalte 3, Zeile 36 - Spalte 4, Zeile 29 Abbildung 2	1-13
X	US 6 680 454 B1 (BATZINGER THOMAS JAMES ET AL) 20. Januar 2004 (2004-01-20)	1-8
Y	Spalte 7, Zeile 26 - Zeile 46 Zusammenfassung; Abbildungen	11
X	US 5 614 108 A (HABEL ET AL) 25. März 1997 (1997-03-25)	8-10,12, 13
Y	Zusammenfassung	11
	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. September 2005	14/09/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Haegeman, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen
PCT/EP2005/005956

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 16 15 113 A1 (AEG-ELOTHERM GMBH) 27. Mai 1970 (1970-05-27) Seite 4, Zeile 28 - Seite 5, Zeile 17 Abbildungen	1,3-6, 8-10,12, 13
P,X	DE 103 08 358 A1 (ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG) 9. September 2004 (2004-09-09) das ganze Dokument	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat[illegible]es Aktenzeichen
PCT/EP2005/005956

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5045161	A	03-09-1991	KEINE		
US 6680454	B1	20-01-2004	CN	1511668 A	14-07-2004
US 5614108	A	25-03-1997	KEINE		
DE 1615113	A1	27-05-1970	KEINE		
DE 10308358	A1	09-09-2004	KEINE		