



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 09 856 T2** 2004.03.11

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 934 788 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 09 856.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 102 231.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **04.02.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.08.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **30.07.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.03.2004**

(51) Int Cl.7: **B23C 5/10**

(30) Unionspriorität:

**2448198            05.02.1998    JP**

(73) Patentinhaber:

**Kabushiki Kaisha Toshiba, Kawasaki, Kanagawa,  
JP**

(74) Vertreter:

**Blumbach, Kramer & Partner GbR, 81245  
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**CH, DE, LI, SE**

(72) Erfinder:

**Shikata, Hiroshi, 1-1 Shibaura 1-chome, Tokyo  
105, JP; Kishita, Shoichi, 1-1 Shibaura 1-chome,  
Tokyo 105, JP; Ujiie, Nobuhisa, 1-1 Shibaura  
1-chome, Tokyo 105, JP**

(54) Bezeichnung: **Schafffräser und Schneidmethode**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schafffräser gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 und ein Schneidverfahren unter Verwendung des Schafffräasers und insbesondere ein Schneidverfahren unter Verwendung eines Kugelschafffräasers und eines Radiuschafffräasers.

[0002] Im Allgemeinen ist ein Schafffräser auf einer Hauptspindel eines NC-Frässystems, wie z. B. eines Fräszentrums montiert, und wird verwendet, um eine Oberfläche mit einer dreidimensionalen komplizierten Gestalt zu erzeugen, wie z. B. eine Oberfläche eines Metallformwerkzeugs. Der Schafffräser ist eine Art eines Frässhneidwerkzeugs. Von den Schafffräsern weisen ein Kugelschafffräser und ein Radiuschafffräser Zähne an einem vorderen Spitzenende in einer Weise auf, dass sie sich kontinuierlich von einer äußeren Umfangsfläche desselben zu einem spitzen Ende erstrecken, und dass das Spitzenende auch als Schneidende dient.

[0003] Schafffräser dieser Art werden grob in einen festen Kugelschafffräser, der aus einem einzelnen einstückigen Werkzeug aus einem Schaft und Zähnen besteht, und in ein Werkzeug mit befestigter Spitze eingeteilt, bei dem eine Spitze, auf der Zähne ausgebildet sind, an einen Werkzeugkörper gelötet oder geschraubt ist.

[0004] Herkömmliche Kugelschafffräser oder Radiuschafffräser weisen jedoch die nachstehend erläuterten Probleme auf:

[0005] Da die Schneidgeschwindigkeit in der Nähe des Drehzentrums des Spitzenendes im Wesentlichen null ist, besteht ein Risiko, dass keine gute Schneidleistung vorliegt und eine Arbeitsoberfläche verkratzt oder abgelöst werden kann.

[0006] Ferner ist der Abstand der Schneidzähne in der Nähe des Drehzentrums des Spitzenendes verkleinert und es besteht ein Risiko dahingehend, dass Späne nicht gut entfernt werden und eine Arbeitsoberfläche beschädigt wird.

[0007] Ferner ist der feste Schafffräser teuer, da dieses Werkzeug als ganzes aus einem seltenen Material hergestellt ist. Außerdem besteht ein Raum zur Verbesserung bei den Einsparungen des verwendeten Materials.

[0008] Ferner sind bei einem Schafffräser mit fixierter Spitze beispielsweise mehrere Spitzen an dem Werkzeugkörper montiert und werden mit hohen Geschwindigkeiten gedreht, was zu einer Variation bei der Montagegenauigkeit des Spitzenendes sowie bei der Formgebungsgenauigkeit der Spitze selbst führt, was einen sehr nachteiligen Effekt auf die Fräsgenauigkeit ausübt.

[0009] Der Kugelschafffräser mit fixierter Spitze ist größer und es besteht eine Beschränkung im Hinblick auf die Drehzahl und somit eine inhärente Beschränkung bezüglich des Bereichs, in dem gefräst wird.

[0010] Die DE 195 11 551 A1 beschreibt einen Schafffräser gemäß dem Oberbegriff von Anspruch

1.

[0011] Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um die Nachteile eines herkömmlichen Schafffräasers auszuschließen.

[0012] Diese Aufgabe wird durch einen Schafffräser gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 12 gelöst.

[0013] Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0014] Andere Merkmale und Vorteile ergeben sich durch die Bezugnahme auf die Ausführungsformen **1** bis **8**, die nachstehend als Beispiele eines Schafffräasers detaillierter beschrieben werden, der zum Verständnis der vorliegenden Erfindung nützlich ist, wobei die sechste Ausführungsform eine erfindungsgemäße Ausführungsform ist.

[0015] Die Erfindung kann mittels der nachstehenden detaillierten Beschreibung im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen besser verstanden werden, wobei

[0016] **Fig. 1** eine Vorderansicht, teilweise im Querschnitt, ist, die eine erste Ausführungsform zeigt;

[0017] **Fig. 2** eine Seitenansicht ist, welche die erste Ausführungsform zeigt;

[0018] die **Fig. 3A** bis **3C** jeweils eine praktische Form eines Kopfes der Ausführungsform zeigen;

[0019] **Fig. 4** eine erläuternde Ansicht ist, die einen Zustand zeigt, bei dem die Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird;

[0020] die **Fig. 5A** und **5B** jeweils eine praktische Form eines Kopfes in einer zweiten Ausführungsform zeigen;

[0021] **Fig. 6** eine Vorderansicht ist, die eine dritte Ausführungsform zeigt;

[0022] **Fig. 7** eine Seitenansicht ist, die einen Kopf in einer vierten Ausführungsform zeigt;

[0023] **Fig. 8** eine Querschnittsansicht ist, die einen Kopf in einer fünften Ausführungsform zeigt;

[0024] **Fig. 9** eine Querschnittsansicht ist, die einen Kopf in einer sechsten Ausführungsform zeigt, bei der es sich um eine erfindungsgemäße Ausführungsform handelt;

[0025] **Fig. 10** eine Vorderansicht, teilweise im Querschnitt, ist, die eine siebte Ausführungsform zeigt;

[0026] **Fig. 11** eine Vorderansicht, teilweise im Querschnitt, ist, die eine achte Ausführungsform zeigt; und

[0027] **Fig. 12** eine Vorderansicht ist, die eine Variante des Kopfes zeigt.

[0028] Nachstehend wird eine erste Ausführungsform beschrieben.

[0029] Der in **Fig. 1** gezeigte Kugelschafffräser umfasst einen zylindrischen Schaft **1**, der abnehmbar auf einer Hauptspindel beispielsweise eines Fräszentrums montiert ist, und einen Fräskopf **6**, der an einem vorderen Ende des Schafts **1** montiert ist. Die **Fig. 1** und **2** zeigen jeweils einen kombinierten Zustand des Kopfes **6** und des Schafts **1** und die **Fig. 3A** bis **3C** zeigen nur den Kopf **6**.

[0030] Wie es in den **Fig. 1** und **2** gezeigt ist, weist der Schaft **1** einen axial hindurch tretenden Kühlmitteldurchgang **2** an zwei geeigneten Stellen in der Richtung seines Durchmessers auf. Ferner sind in einer vorderen Endfläche des Schafts **1** ein Querkeilsitz **3** und eine zylindrische Ausnehmung **4** bereitgestellt, so dass eine Ausrichtung mit dem Kopf **6** stattfindet, der auf dem Schaft **1** montiert ist.

[0031] Wie es durch die gestrichelten Linien in **Fig. 2** gezeigt ist, ist der Querkeilsitz **3** in der Durchmesserrichtung des Schaftelements **1** bereitgestellt und weist eine vorbestimmte Breite auf. Durch den Querkeilsitz **3** werden das Schaftelement **1** und der Kopf **6** davor bewahrt, dass sie sich relativ zueinander drehen. Die zylindrische Ausnehmung **4** ist koaxial mit der Mittelachse des Schafts **1** bereitgestellt und definiert eine kreisförmige Ausnehmung, die einen geringeren Durchmesser aufweist als der Querkeilsitz **3** und die tiefer ist als der Querkeilsitz **3**. Die zylindrische Ausnehmung **4** richtet die Achse des Kopfs **6** mit der Achse des Schafts **1** aus. Ein Schraubenloch **5** ist in einer Bodenflächenwand der zylindrischen Ausnehmung **4** geöffnet und erstreckt sich entlang der Drehzentrumachse des Schafts **1**. Der Schaft **1** ist z. B. eine vergütete Stahllegierung, wie z. B. ein SCM 440-Stahl (gemäß dem japanischen Industriestandard).

[0032] Der Kopf **6** umfasst einen integralen Komponententeil aus einem ultraharten Werkzeugmaterial, wie z. B. einer Hartmetalllegierung. Wie es in **Fig. 3A** und **3B** gezeigt ist, weist der Kopf **6** eine Mehrzahl von Kugelzähnen **7** auf, die in einem vorbestimmten Abstand entlang einer Umfangsrichtung bereitgestellt sind. Die Kugelzähne **7** sind vom geraden Typ und nicht von einem verdrehten Typ, und, wie es in **Fig. 3C** gezeigt ist, derart, dass sie einen Kreisbogen mit einem vorbestimmten Radius um einen Mittelpunkt **A** auf einer Drehzentrumachse beschreiben.

[0033] Wie es ferner in **Fig. 3C** gezeigt ist, ist auf der Drehzentrumachse des Kopfs **6** ein abgestuftes Schraubenloch **10** ausgebildet, wobei dessen Seite mit dem größeren Durchmesserabschnitt **10a** auf der Seite der Spitzenendfläche der Kugelzähne **7** geöffnet ist. Der Durchmesser des Abschnitts **10a** mit dem großen Durchmesser ist so festgelegt, dass ein Winkel  $\alpha$  zwischen einer Kante **B** des Abschnitts **10a** mit dem großen Durchmesser und dem Mittelpunkt **A** auf der Drehzentrumachse der Kugelzähne  $10^\circ$  bis  $90^\circ$ , mehr bevorzugt  $20^\circ$  bis  $45^\circ$ , beträgt. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Winkel  $\alpha$  so ausgebildet, dass er einen Winkel von  $41^\circ$  definiert.

[0034] Ferner sind auf einer Rückseite des Kopfs **6** ein Querkeil **8**, der in dem Querkeilsitz **3** des Schafts **1** eingepasst ist, und ein Vorsprung **9** des Kopfs **6** bereitgestellt, der in die zylindrische Ausnehmung **4** des Schafts **1** eingepasst ist, um den Kopf **6** mit dem Schaft **1** auszurichten.

[0035] In dem Kopf **6** sind Kühlmittellöcher **16** so bereitgestellt, dass sie mit den Kühlmitteldurchgängen **2** in dem Schaft **1** in Verbindung stehen. Die Kühlmitt-

elllöcher **16** sind in den zwischen den Kugelzähnen **7** definierten Spitzentaschen **12** geöffnet.

[0036] Wenn der Kopf **6** an dem Schaft **1** montiert werden soll, dann wird der Vorsprung **9** des Kopfs **6** mit der Ausnehmung **4** in dem vorderen Endabschnitt des Schafts **1** ausgerichtet, und der Kopf **6** und der Schaft **1** werden relativ zu der Position des Querkeils **8** bezogen auf den Querkeilsitz **3** gedreht. In diesem Zustand ist der Kopf **6** an dem Schaft **1** befestigt. Der Vorsprung **9** und die Ausnehmung **4** können eine kurze Verjüngung aufweisen.

[0037] Nachdem auf diese Weise der Kopf **6** genau mit dem Schaft **1** ausgerichtet und daran befestigt ist, wird eine mit einem sechseckigen Kopf ausgestattete Schraube **13** über den Abschnitt **10a** mit dem großen Durchmesser des Schraubenlochs **10** in den Kopf **6** in das Schraubenloch **5** in den Schaft **1** eingesetzt, wie es in **Fig. 1** gezeigt ist. In einem Zustand, bei dem der Kopf **6** vollständig in den Schaft **1** geschraubt worden ist, wird der Kopf **13a** der Schraube **13** an dem Schraubenloch **10** des Kopfs **6** in einem zurückgezogenen Zustand platziert, wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, d. h. in einen Zustand, bei dem der Kopf **13a** der Schraube **13** vollständig im Kopf **6** des Kugelschafffräasers versenkt ist. Es sollte beachtet werden, dass die Schraube **13** derart in einer Richtung mit einem Gewinde versehen ist, dass sie durch die Drehung des Kugelschafffräasers angezogen wird. Wenn der Kugelschafffräser beispielsweise nach rechts gedreht wird, dann wird eine rechtsgängige Schraube verwendet.

[0038] Im Gebrauch ist bei dem so strukturierten Kugelschafffräser ein hinterer Endabschnitt seines Schafts **1** an der Hauptspindel zum Beispiel eines Fräszentrums fixiert (3-, 4- oder 5-Achsen-gesteuertes Fräszentrum). **Fig. 4** zeigt einen Zustand, bei dem unter Verwendung dieses Kugelschafffräasers geschnitten wird. Wenn auf dem Fräszentrum geschnitten wird, dann wird die Programmierung so durchgeführt, dass die Mittelachse des Kugelschafffräasers in einem Winkel  $\beta$  relativ zu einer Schneidfläche einschließlich eines Schneipunktes **Q** gekippt ist. In dieser Figur ist unter Verwendung eines imaginären Scheitelpunktes **P** auf dem Spitzenende des Kugelschafffräasers aus Gründen der Zweckmäßigkeit der Winkel ( $\beta$  zwischen einer senkrechten Linie am Scheitelpunkt **P** und der Mittelachse des Kugelschafffräasers in einem Winkel von mehr als  $1/2$  des vorstehend genannten Winkels  $\alpha$  eingestellt, d. h. in einem Winkel von etwa  $5^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$  vorzugsweise in einem Winkel von  $10^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$ . In dieser Ausführungsform ist der verwendete Kippwinkel  $10^\circ$ .

[0039] Es sollte beachtet werden, dass ein NC-Programm eingesetzt werden kann, bei dem anstelle des Kreuzungspunktes **P** der Schneipunkt **Q** verwendet wird. Der Unterschied zwischen diesen Punkten ist gering und die Verwendung dieser Punkte verursacht keine wesentlichen Schwierigkeiten.

[0040] Einer der Vorteile des so konstruierten Kugelschafffräasers besteht darin, dass eine Vertiefung

(10a) in der Nähe des Mittelbereichs eines Spitze- nendes des Kopfs **6** bereitgestellt ist, das eine geringere Schneidleistung erfordert, und die Schraube **13** kann unter Verwendung dieses Bereichs fixiert werden.

[0041] D. h., das Schaftelement **1** und der Kopf **6** können als separate Komponententeile hergestellt und mit einer einzelnen Schraube **13** aneinander fixiert werden. Da auf diese Weise nur der Kopf **1** aus einem teuren Material hergestellt werden muss, wird die Materialausbeute verbessert.

[0042] Ferner kann der Kopf **6** an den Schaft **1** mit der an der Drehzentrumachse bereitgestellten einzelnen Schraube **13** fixiert werden, wodurch es möglich ist, einen Kugelschafffräser mit einem geringeren Durchmesser zu erhalten. Dies stellt eine bessere Ausgewogenheit des Werkzeugs und somit ein Hochgeschwindigkeitsschneiden sicher.

[0043] In einem herkömmlichen Kugelschafffräser ist es sehr schwierig, Kugelzähne in der Nähe eines Drehzentrums herzustellen. In der vorliegenden Erfindung wird an dem Steuerbereich des Werkzeugs ein Raum erzeugt und es ist einfacher, Kugelzähne **7** auszubilden. Darüber hinaus können viele Kugelzähne **7** in einer dichteren und näher beieinander liegenden Weise bereitgestellt werden, wodurch die Schneidleistung verbessert wird.

[0044] Ferner ist es durch die Bereitstellung der Kühlmitteldurchgänge **2** und **16** in dem Kugelschafffräser möglich, ein Kühlmittel vom Inneren des Werkzeugs direkt an die Schneidkanten zuzuführen, und zwar im Vergleich zu einer gewöhnlichen Struktur, bei der ein Kühlmittel von außen zugeführt wird, wodurch der erfindungsgemäße Schafffräsen einen großen Vorteil aufweist.

[0045] Obwohl in der vorstehend genannten Ausführungsform sechs gerade Kanten als Kugelzähne **7** bereitgestellt sind, können stattdessen auch verdrehte Zähne bereitgestellt werden und deren Anzahl ist nicht auf sechs beschränkt.

[0046] Obwohl in der vorstehend genannten Ausführungsform als ultrahartes Werkzeugmaterial die Hartmetalllegierung verwendet wird, kann bzw. können auch ein Sinterkörper, Keramiken und beschichtete, ultraharte Legierungen verwendet werden.

[0047] Die **Fig. 5A** und **5B** zeigen eine zweite Ausführungsform, wobei zur Bezeichnung von Teilen oder Elementen, die denjenigen in den **Fig. 3A** bis **3C** entsprechen, die gleichen Bezugszeichen verwendet werden, und nur die verschiedenen Teile oder Elemente erläutert werden.

[0048] In der zweiten Ausführungsform ist der Kopf **6**, der aus einem ultraharten Werkzeugmaterial hergestellt ist, von einem Typ, bei dem ein abgestufter Schneidabschnitt an den Bereichen bereitgestellt ist, die den Kugelzähnen **7** entsprechen, und in diesem Fall ist eine ultrahochdruckgesinterte Spitze **14**, wie z. B. ein Sinterdiamant, an dem abgestuften Schneidstück bereitgestellt, um Kugelzähne **11** bereitzustellen.

[0049] Wenn die Kugelzähne eine derartige Struktur aufweisen, können diese sehr effizient in einem Hochgeschwindigkeitsschneidbereich eingesetzt werden, bei dem die Eigenschaften des ultrahochdruckgesinterten Spitzeendes **14** verwendet werden.

[0050] **Fig. 6** zeigt eine dritte Ausführungsform, wobei zur Bezeichnung von Teilen oder Elementen, die denjenigen in der **Fig. 1** entsprechen, die gleichen Bezugszeichen verwendet werden, und nur die verschiedenen Teile oder Elemente erläutert werden.

[0051] In der dritten Ausführungsform ist ein Durchmesser **d** eines Schafts **1** so ausgebildet, dass er kleiner ist als ein Durchmesser **D** eines Kopfs **6**, wie es in **Fig. 6** gezeigt ist.

[0052] Diese Struktur stellt ein geringeres Risiko der Störung zwischen einem Werkstück und dem Schaft **1** und einen leichter einzusetzenden Kugelschafffräser bereit.

[0053] **Fig. 7** zeigt eine vierte Ausführungsform, wobei zur Bezeichnung von Teilen oder Elementen, die denjenigen in der **Fig. 2** entsprechen, die gleichen Bezugszeichen verwendet werden, und nur die verschiedenen Teile oder Elemente erläutert werden.

[0054] In der vierten Ausführungsform ist ein Kugelschafffräser von einem Typ, bei dem ein Kühlmitteldurchgang **17** durch einen Kopf **6**, eine mit einem sechseckigen Kopf ausgestattete Schraube **13** und die Mittelachse eines Schafts **1** hindurchtritt.

[0055] Diese Struktur stellt eine bessere Drehausgewogenheit eines resultierenden Werkzeugs und somit eine geeignete Anwendung für eine Hochgeschwindigkeitsdrehung sicher.

[0056] **Fig. 8** zeigt eine fünfte Ausführungsform, wobei zur Bezeichnung von Teilen oder Elementen, die denjenigen in der **Fig. 3C** entsprechen, die gleichen Bezugszeichen verwendet werden, und nur die verschiedenen Teile oder Elemente erläutert werden.

[0057] In der fünften Ausführungsform ist ein Kugelschafffräser von einem Typ, bei dem der Vorsprung **9** des Kopfs **6** und die Ausnehmung **4** des Schaftelements **1** in der ersten Ausführungsform jeweils durch eine Ausnehmung **9'** des Kopfs und des Vorsprungs (nicht gezeigt) eines Schafts **1** ersetzt sind. Ferner ist die fünfte Ausführungsform nicht mit einem Querkeil und einem Querkeilsitz ausgestattet.

[0058] Das so strukturierte Kopfelement **6** ist eine kompakte Einheit mit geringem Gewicht und ein seltenes Material, aus dem der Kopf hergestellt ist, kann besser eingespart werden, als dies sonst der Fall ist.

[0059] **Fig. 9** zeigt eine sechste Ausführungsform, die eine erfindungsgemäße Ausführungsform ist. In **Fig. 9** werden zur Bezeichnung von Teilen oder Elementen, die denjenigen in der **Fig. 3C** entsprechen, die gleichen Bezugszeichen verwendet, und aus Gründen der Kürze werden nur die verschiedenen Teile oder Elemente erläutert.

[0060] Der Kopf der sechsten Ausführungsform ist so ausgebildet, dass er im Wesentlichen eine Kugel- form aufweist. Der Kopf weist gegenseitig kontinuier-

liche Kugelzähne **7a** und **7b** an gegenüberliegenden Enden auf. Ein Schraubenloch **10** weist an seinen gegenüberliegenden Enden Abschnitte **10a** und **10b** mit großem Durchmesser auf. Einer dieser Abschnitte **10b** mit großem Durchmesser hat die gleiche Funktion wie die Ausnehmung **9'** von **Fig. B**.

[0061] Gemäß einer solchen Struktur können die gegenseitig kontinuierlichen Kugelzähne **7a** und **7b** auf dem Schaftelement **1** montiert werden und ein Schneiden kann an jeder Seite durchgeführt werden. Ferner ist es bevorzugt, dass der Durchmesser des Schafts **1** mit dem darauf montierten Kopf **6** kleiner ist als der Außendurchmesser des Kopfs **6**, so dass die Kugelzähne **7a** (**7b**) in einem breiteren Bereich verwendet werden können.

[0062] **Fig. 10** zeigt eine siebte Ausführungsform. In **Fig. 10** werden zur Bezeichnung von Teilen oder Elementen, die denjenigen in der **Fig. 1** entsprechen, die gleichen Bezugszeichen verwendet, und aus Gründen der Kürze werden nur die verschiedenen Teile oder Elemente erläutert.

[0063] In der siebten Ausführungsform wird eine Schraube **13'** mit einer Länge verwendet, die im Wesentlichen der gesamten Länge eines Schaftelements **1** entspricht. Ferner weist der Schaft **1** ein Durchgangsloch **5** über seine gesamte Länge auf und ein Innengewindeabschnitt **15** ist in dem anderen Endabschnitt des Durchgangslochs **5** bereitgestellt, wobei die Schraube **13'** darin eingeschraubt ist. Ferner ist die Schraube **13'** vom vorderen Ende des Kopfs **6** eingesetzt und in dem Innengewindeabschnitt **15** in dem anderen Endabschnitt des Schafts **1** eingeschraubt, so dass der Kopf **6** an dem Schaft **1** fixiert ist. In der Schraube **13'** ist ein Kühlmitteldurchgang **2'** bereitgestellt und durch den Kühlmitteldurchgang **2'** wird ein Kühlmittel zu einer Schneidfläche zugeführt.

[0064] Gemäß dieser Struktur werden durch Anziehen der Schraube **13'** im Innengewindeabschnitt das vordere Ende des Kopfs **6** und der andere Endabschnitt (**15**) des Schafts **1** in einer gegenseitig gespannten Richtung aufeinander zugezogen, wodurch eine Druckkraft entlang einer axialen Richtung auf den Kugelschafffräser wirkt, so dass dem Kugelschafffräser eine verbesserte Steifigkeit verliehen wird. Es sollte beachtet werden, dass selbst dann, wenn der Schafffräsen von einem Typ ist, der eine integrale Einheit aus einem Schaft **1'** und einem Kopf **6'** aufweist (wie es in **Fig. 11** gezeigt ist), die Verwendung der Schraube **13'** den Kugelschafffräser mit einer verbesserten Steifigkeit ausstattet.

[0065] In einer solchen Struktur kann ein Kühlmittel auf die gleiche Weise wie in der vierten Ausführungsform einem Kopf **6** zugeführt werden und es kann ein Kugelschafffräser erhalten werden, der eine gut ausgeglichene Drehung sicherstellt.

[0066] **Fig. 11** zeigt eine achte Ausführungsform.

[0067] Ein Kugelschafffräser dieser Ausführungsform weist eine integrale Einheit aus einem Schaft **1'** und einem Kopf **6'** auf, wobei sich ein Kühlmittel-

durchgang **2''** dadurch entlang dessen Drehachse erstreckt.

[0068] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend genannte sechste Ausführungsform beschränkt und es können verschiedene Änderungen oder Modifizierungen durchgeführt werden, ohne vom Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Beispielsweise müssen die Schneidzähne **7** des Kopfs **6** nicht so definiert sein, dass sie einen Kreisbogen mit einem Punkt **A** als Ursprung aufweisen, wie es in **Fig. 3C** gezeigt ist, und sie können von einem Typ sein, dass sie Kreisbögen aufweisen, von denen einer einen Punkt **A1** als Ursprung und der andere einen Punkt **A2** als Ursprung hat, wie es in **Fig. 12** gezeigt ist. Diese Art von Schafffräsen mit Schneidzähnen **7'**, wie sie in **Fig. 12** gezeigt ist, wird als Radiuschafffräser bezeichnet.

### Patentansprüche

1. Ein Schafffräsen mit einem Schaft (**1**) und einem Fräskopf (**6**), der Schneidzähne (**7a**, **7b**) aufweist, wobei der Schafffräser ein Durchgangsloch (**2**, **2''**, **10**) aufweist, das sich von der vorderen Spitzenfläche des Kopfs (**6**) über den Kopf (**6**) entlang einer Drehachse des Schafffräasers zum Schaft (**1**) erstreckt, wobei der Kopf (**6**) und der Schaft (**1**) separate Komponententeile umfassen und der Kopf (**6**) auf dem Schaft (**1**) durch Einsetzen eines Schraubenelements (**13**) von der Spitzenendfläche in das Loch (**10**) und Befestigen des Schraubenelements (**13**) an dem Schaft (**1**) montiert ist, wobei ein abgestuftes Bolzenloch (**10**) auf der Drehmittelachse des Kopfs (**6**) ausgebildet ist, wobei die Schneidzähne (**7a**) kontinuierlich von einer Umfangsfläche entlang eines kreisförmigen Bogens in Richtung einer vorderen Spitzenfläche verlaufen und die Schneidzähne (**7b**) kontinuierlich von der äußeren Umfangsfläche zu einer hinteren Endfläche verlaufen, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei dem Kopf (**6**) die vordere Endflächenseite und die hintere Endflächenseite in einer symmetrischen Weise ausgebildet sind, so dass sowohl die Schneidzähne (**7a**) auf der vorderen Endflächenseite als auch die Schneidzähne (**7b**) auf der hinteren Endflächenseite verwendet werden können.

2. Schafffräser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schraubenelement (**13**) vollständig im Kopf versenkt ist.

3. Schafffräsen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kopf (**6**) ein Mittel (**8**, **9**) zum Verhindern jeglicher Verschiebung von dem Schaft (**1**) aufweist.

4. Schafffräsen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft (**1**) einen Durchmesser aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser des Kopfs (**6**).

5. Schafffräsen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Loch (**2'**, **2''**) durch den Schaft (**1**) erstreckt.

6. Schafffräser nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Loch einen Kühlmitteldurchgang (**2**) zum Abgeben eines Kühlmittels aufweist.

7. Schafffräsen nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchgang (**2**) zum Abgeben eines Kühlmittels im Kopf (**6**) und im Schaft (**1**) derart bereitgestellt ist, dass ein Kühlmittel zwischen den Schneidzähnen abgegeben werden kann.

8. Schafffräser nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Schraubenelement (**13**) ein Abgabeloch (**16**, **2'**) zum Abgeben eines Kühlmittels aufweist.

9. Schafffräser nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneidzähne (**7a**, **7b**) so gestaltet sind, dass sie den kreisförmigen Bogen mit einem vorbestimmten Krümmungsradius um einen beliebigen gegebenen Mittelpunkt (**A**, **A1**, **A2**) in dem Kopf (**6**) definieren.

10. Schafffräser nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Punkt (**A**) auf der Drehachse des Schafffräasers befindet und ein Sektorwinkel  $\alpha$ , der eine Kante (**B**) des Durchgangslochs (**10**) an der vorderen Endseite des Kopfs (**1**) mit dem Mittelpunkt (**A**) der Schneidzähne (**7a**, **7b**) verbindet,  $10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  beträgt.

11. Schafffräser nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneidzähne (**7a**, **7b**) eine Spitze aus einem ultraharten Sinterkörper aufweisen.

12. Ein Verfahren zum spanabhebenden Bearbeiten eines Werkstücks unter Verwendung eines Schafffräasers nach einem der Ansprüche 1 bis 11, das die spanabhebende Bearbeitung einer Werkstückoberfläche in einer Weise umfasst, dass eine Achse des Schafffräasers in einem vorbestimmten Winkel (**B**) zur Werkstückoberfläche geneigt ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

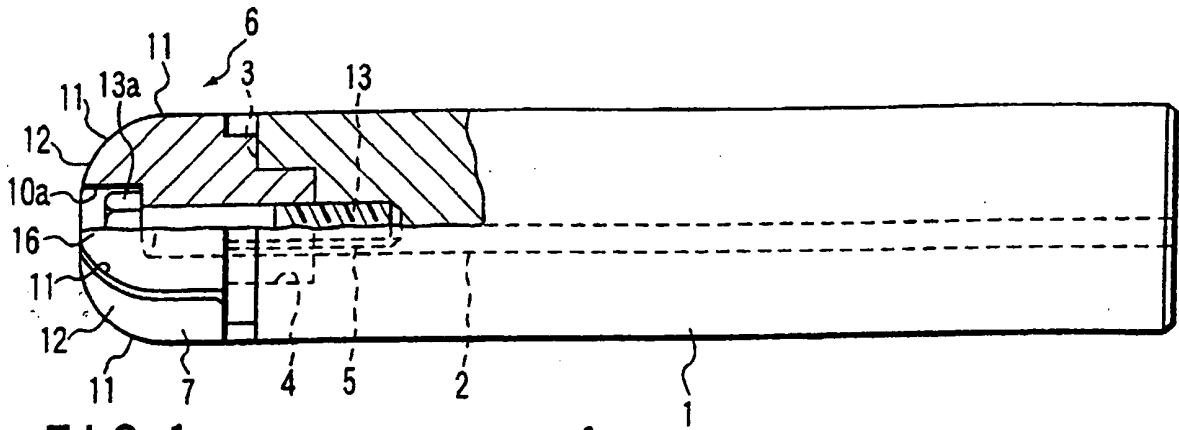


FIG. 1

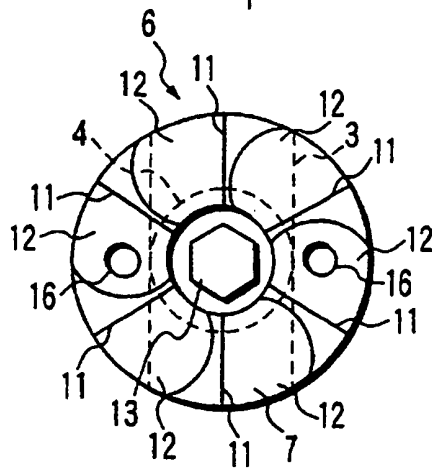


FIG. 2

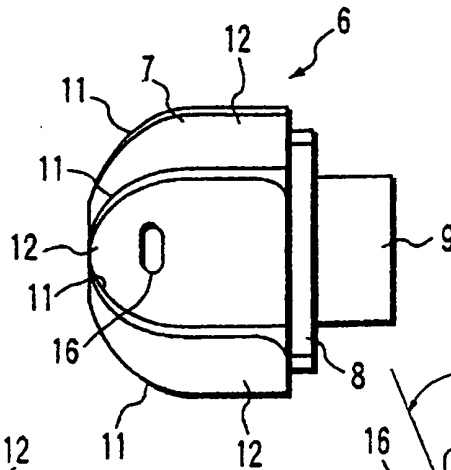


FIG. 3A

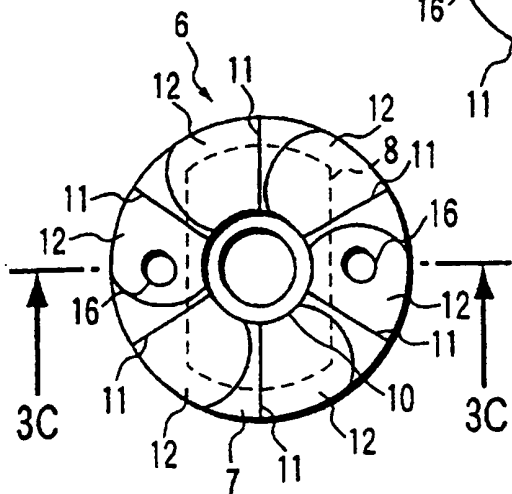


FIG. 3B

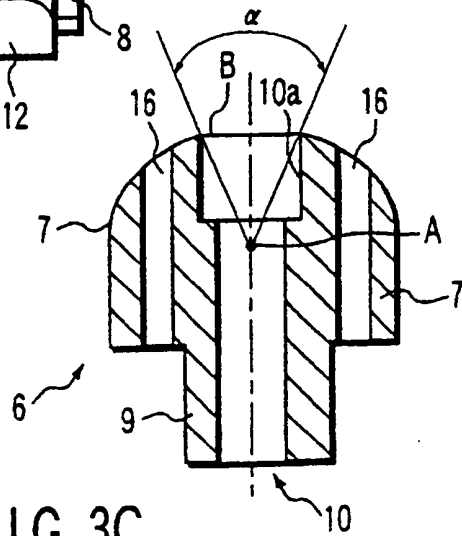


FIG. 3C

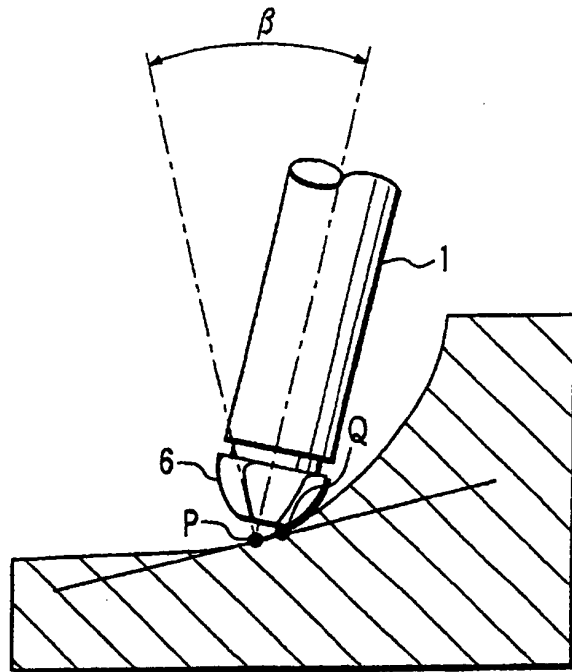


FIG. 4

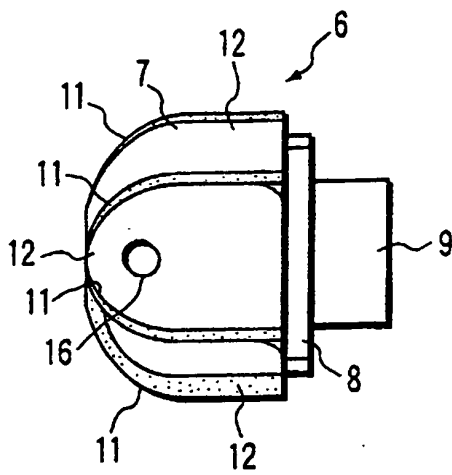


FIG. 5A

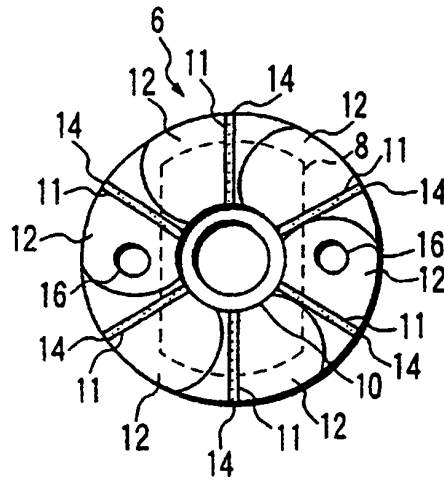


FIG. 5B

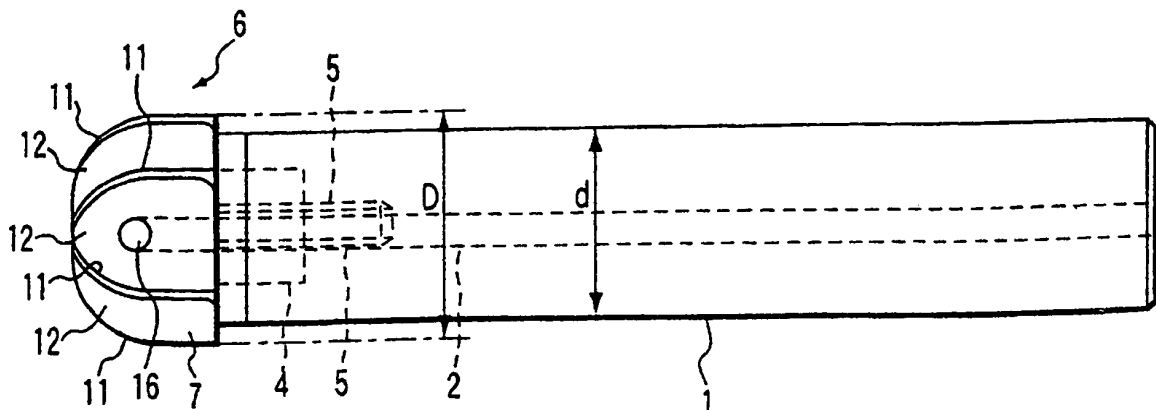


FIG. 6

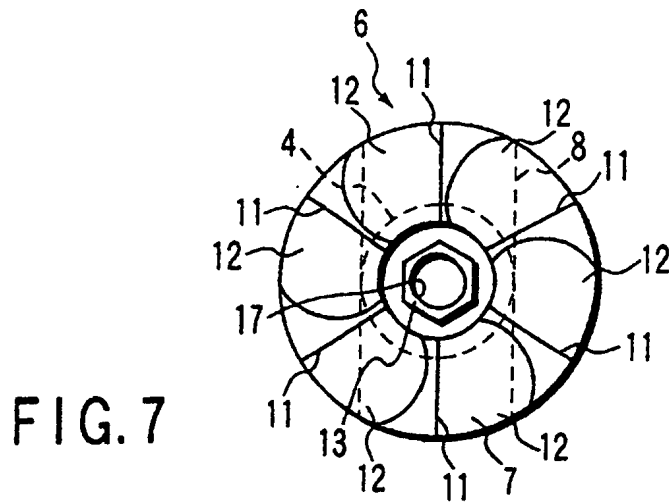


FIG. 7

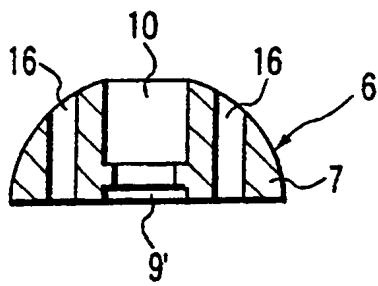


FIG. 8

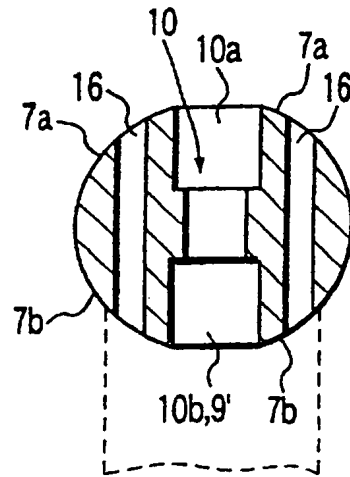


FIG. 9

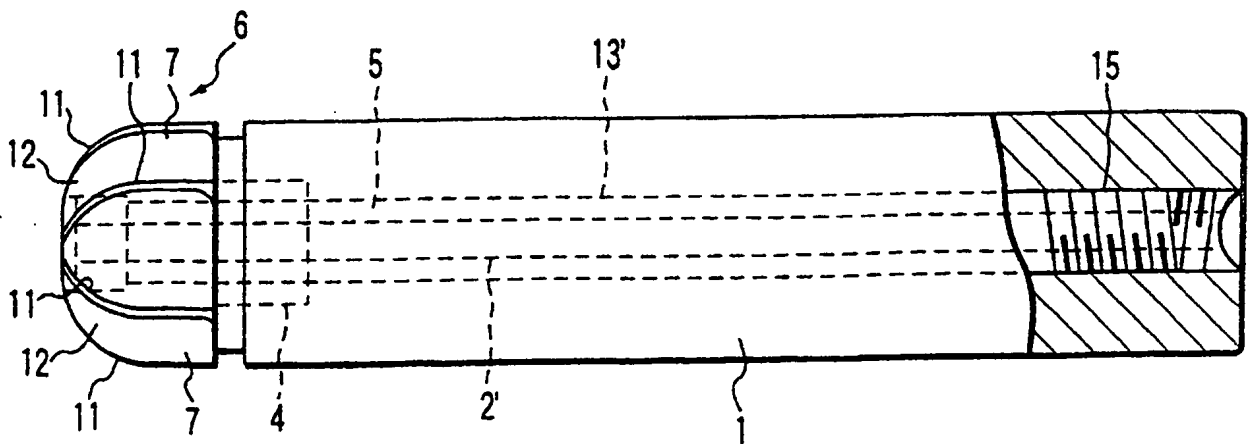


FIG. 10

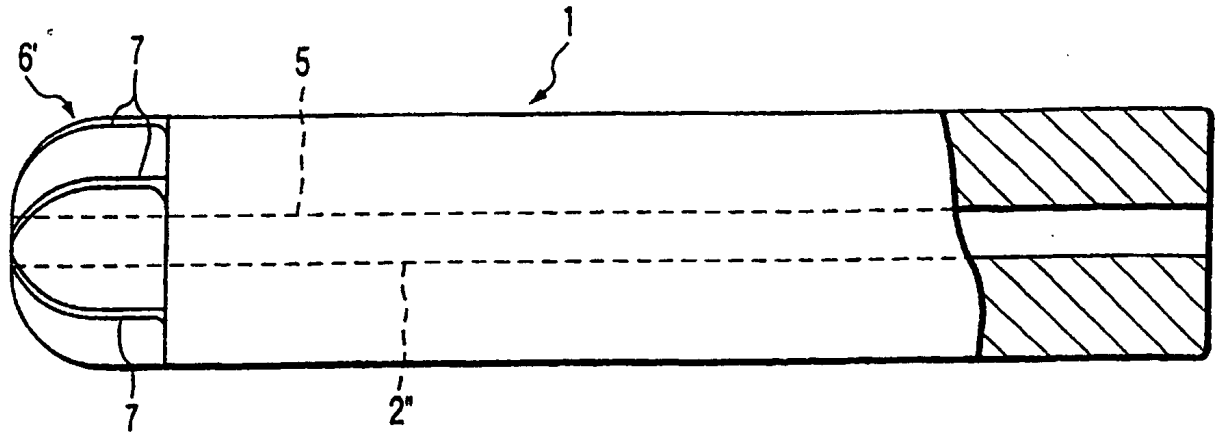


FIG.11

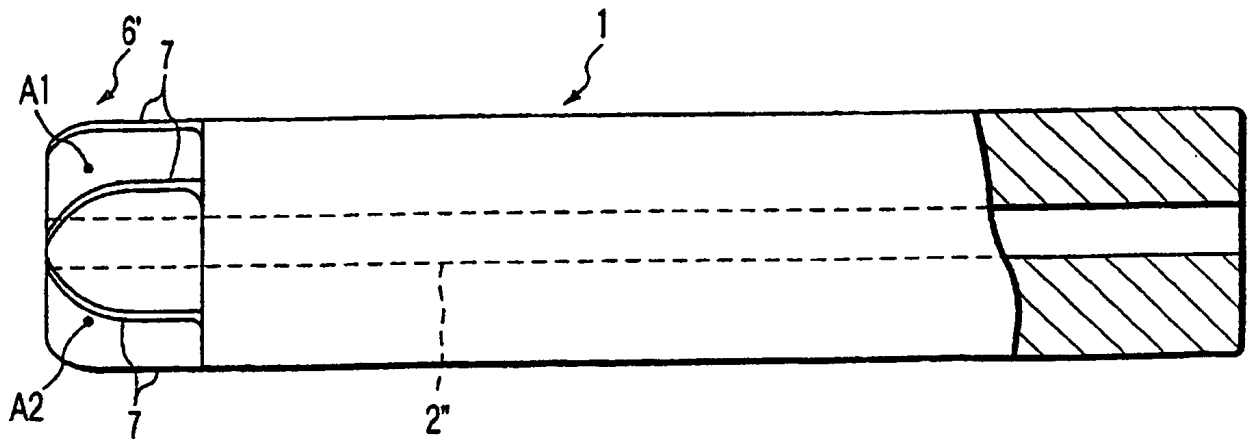


FIG.12