



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 034 673 A1** 2008.01.31

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 034 673.4**

(22) Anmeldetag: **24.07.2006**

(43) Offenlegungstag: **31.01.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B23C 3/06** (2006.01)
B23C 5/20 (2006.01)

(71) Anmelder:
Walter AG, 72072 Tübingen, DE

(74) Vertreter:
**Dr. Weber, Dipl.-Phys. Seiffert, Dr. Lieke, 65183
Wiesbaden**

(72) Erfinder:
Schaupp, Berthold, 72135 Dettenhausen, DE

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

DE 197 49 940 A1

DE 197 36 379 A1

DE 102 18 630 A1

WO 07/0 09 481 A1

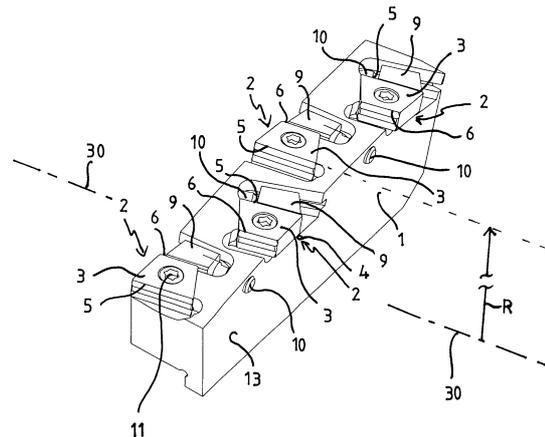
WO 04/0 20 133 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

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

(54) Bezeichnung: **Kurbelwellenfräser**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung von Lagerzapfen, mit einem ersten Schritt zur Grobbearbeitung und mit einem zweiten Schritt zur Feinbearbeitung, wobei in dem ersten Schritt der Zapfen mit einem Kurbelwellenfräser geschruppt wird und in einem zweiten Schritt der Zapfen mit einem Kurbelwellenfräser geschlichtet wird. Um ein Verfahren sowie einen Fräser und eine Wendeschneidplatte für diesen Fräser bereitzustellen, die es ermöglichen, Kurbelwellenzapfen schneller, preiswerter und mindestens in der gleichen Qualität wie im Stand der Technik zu bearbeiten, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß das Verfahren zur Feinbearbeitung ausschließlich den zweiten Schritt aufweist, welcher die maßverändernde Bearbeitung der Lagerzapfen abschließt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung von Lagerzapfen, zur Grobbearbeitung mit einem ersten Schritt und zur Feinbearbeitung mit einem zweiten Schritt, wobei in dem ersten Schritt der Zapfen mit einem Kurbelwellenfräser geschruppt wird und in dem zweiten Schritt der Zapfen mit einem Kurbelwellenfräser geschlichtet wird.

[0002] Darüber hinaus betrifft die Erfindung einen Fräser oder ein Fräsersegment, die um eine Fräseachse drehbar sind, zur Schlichtbearbeitung von Lagerzapfen mit mindestens einem Schneidplattenhalter, wobei der Schneidplattenhalter eine einen Teil des Plattensitzes bildende ebene Fläche und einen verschiebbaren Keil zur Einstellung des radialen Abstandes der Schneidkante einer Schneidelatte von der Drehachse des Fräswerkzeuges aufweist, wobei der Keil eine im wesentlichen zu der ebenen Fläche senkrechte Anschlagfläche für eine Seitenfläche der Schneidelatte aufweist.

[0003] Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Wendeschneidplatte für einen Fräser zur Schlichtbearbeitung von Lagerzapfen mit einer oberen und einer unteren Fläche sowie umlaufenden Seitenflächen, welche die oberen und unteren Flächen miteinander verbinden, wobei die Kanten zwischen der oberen bzw. unteren Fläche und den Seitenflächen die Schneidkanten bilden, wobei die Seitenflächen an die Schneidkanten anschließende Spanflächen bilden.

[0004] Bei der serienmäßigen Herstellung von Kurbelwellen wird meist auf geschmiedete oder gegossene Wellen zurückgegriffen. Dabei wird hier und im folgenden unter einer Kurbelwelle ganz allgemein ein Maschinenelement verstanden, das lineare Bewegungen in rotierende oder rotierende in lineare Bewegungen umwandelt. Dies sind insbesondere Kurbel- und Nockenwellen von Verbrennungsmotoren. Die moderne Motorenkonstruktion stellt immer höhere Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und die Laufruhe von Kurbelwellen. Zudem sollen die Kosten bei der Herstellung gesenkt werden.

[0005] Die gegossenen oder geschmiedeten rohen Wellen müssen im Bereich der Lagerzapfen für die Haupt- und Hublager weiter bearbeitet werden, so daß diese Bereiche der Wellen die an sie gestellten Anforderungen in bezug auf Maßhaltigkeit, Rundlauf und Oberflächenbeschaffenheit erfüllen. Dazu sind aus dem Stand der Technik, beispielsweise der DE 102 18 630 A1, Verfahren zur Fräsbearbeitung von Kurbelwellen mit Außenfräsern bekannt. Dabei werden zumeist Scheibenfräser mit einem Durchmesser von zum Beispiel etwa 700 mm und mit beispielsweise bis zu 300 Wendeschneidplatten eingesetzt. Die Lagerzapfen werden im Stand der Technik fräsend in

zwei Schritten bearbeitet. Zunächst erfolgt eine Grobbearbeitung durch Schruppfräsen und dann eine Feinbearbeitung durch Schlichtfräsen. Um die für die Lagerzapfen erforderliche Oberflächenbeschaffenheit zu erreichen, werden im Stand der Technik nach dem Abschluß der Fräsvorgänge die Oberflächen der Lagerzapfen nachgeschliffen, so daß zur Herstellung jedes einzelnen Zapfens insgesamt drei Arbeitsschritte, das Schruppfräsen, das Schlichtfräsen sowie das Schleifen nacheinander erforderlich sind. Da diese drei Bearbeitungsschritte mit ganz unterschiedlichen Werkzeugen und Maschinen erfolgen, ist die Bearbeitung der Lagerzapfen einer Kurbelwelle zeit- und kostenintensiv.

[0006] Demgegenüber liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie einen Fräser und eine Wendeschneidplatte für diesen Fräser bereitzustellen, die es ermöglichen, Kurbelwellenzapfen schneller, preiswerter und mindestens in der gleichen Qualität wie im Stand der Technik zu bearbeiten.

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird daher ein Verfahren zur Bearbeitung von Lagerzapfen bereitgestellt, mit einem ersten Schritt zur Grobbearbeitung und mit einem zweiten Schritt zur Feinbearbeitung, und zwar jeweils durch spanabhebende Bearbeitung mittels definierter Schneiden in einem Fräsvorgang, wobei in dem ersten Schritt der Zapfen mit einem Kurbelwellenfräser geschruppt wird und in dem zweiten Schritt der Zapfen mit einem Kurbelwellenfräser geschlichtet wird, wobei das Verfahren zur Feinbearbeitung ausschließlich den zweiten Schritt aufweist, welcher die maßverändernde Bearbeitung der Lagerzapfen abschließt. Auf diese Weise kann das Verfahren zur Herstellung der Lagerzapfen bzw. der Außenflächen der Zapfen auf einen einzigen Schritt zur Feinbearbeitung, nämlich das erwähnte Schlichtfräsen, reduziert werden.

[0008] Dabei wird im Sinne dieser Anmeldung unter einer maßverändernden Bearbeitung eine Bearbeitung verstanden, bei welcher zum Erreichen eines Nenndurchmessers zielgerichtet Material mit Hilfe geometrisch definierter Schneiden, z.B. durch Drehen, Fräsen oder Räumen, oder mit Hilfe geometrisch undefinierter Schneidkanten, z.B. durch Schleifen, abgetragen wird. Unter diese maßverändernde Bearbeitung fallen nach der hier verwendeten Definition jedoch nicht solche Bearbeitungsgänge, die lediglich der Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit dienen, beispielsweise durch Beschichten oder Strahlen. Diese Bearbeitungen verändern zwar möglicherweise ebenfalls die Maße des Werkstücks, jedoch sind diese Änderungen minimal und in der Regel vernachlässigbar, oder sie werden, falls erforderlich, bei der spanenden Bearbeitung mittels definierter Schneiden mit berücksichtigt. Darüber hinaus ist bei diesen hier nicht als maßverändernd betrachteten

Bearbeitungen die Änderung des Maßes nicht Ziel der Bearbeitung. Im Gegensatz dazu wird Schleifen oder Feilen als eine maßverändernde Bearbeitung angesehen, die nach dem Schlichten erfindungsgemäß entfallen soll, da deren Ziel die Herstellung eines Endmaßes durch Abtragen von Material, allerdings nicht mittels definierter Schneiden, ist.

[0009] Dabei ist es insbesondere zweckmäßig, wenn das erfindungsgemäße Verfahren genau zwei Schritte aufweist, d.h. zunächst ein Schruppfräsen zur Grobearbeitung der Zapfen und dann ein abschließendes Schlichtfräsen zur Feinbearbeitung der Zapfen.

[0010] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird in dem zweiten Schritt der Schlichtbearbeitung der Lagerzapfen mit einer Schnittgeschwindigkeit von mehr als 250 m pro Minute, vorzugsweise von mehr als 270 m pro Minute, und besonders bevorzugt von mehr als 300 m pro Minute, gearbeitet.

[0011] Dabei wird vorzugsweise mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 1000 mm/min bis 2000 mm/min gearbeitet, was in einer bevorzugten Ausführungsform einem Vorschub von etwa 0,2 mm pro Schneide entspricht.

[0012] Zur Ausführung des Verfahrens wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein Scheibenfräser oder Scheibenfräsersegment, die um eine Fräserachse drehbar sind, zur Schlichtbearbeitung von Lagerzapfen mit mindestens einem Schneidplattenhalter, wobei der Schneidplattenhalter eine einen Teil des Plattensitzes bildende erste ebene Fläche und einen verschiebbaren Keil zur Einstellung des radialen Abstandes der Hauptschneidkante des Schneideinsatzes von der Fräserachse aufweist, wobei der Keil eine im wesentlichen zu der ebenen Fläche senkrechte Anschlagfläche für eine Seitenfläche der Schneidelatte aufweist, und wobei der Keil in einer Richtung im wesentlichen parallel zu der ebenen Fläche bewegbar ist.

[0013] Der erfindungsgemäße Fräser bzw. das Fräsersegment, d.h. z.B. eine Kassette mit einem oder mehreren Schneidplattenhaltern, die an einem im wesentlichen rotationssymmetrischen Grundkörper befestigt werden kann, ermöglicht eine Feineinstellung des radialen Abstandes der aktiven Schneidkante eines jeden Schneideinsatzes von der Drehachse des Fräsers.

[0014] Dazu ist die ebene Fläche des Plattensitzes gegenüber einer im Bereich einer aktiven Schneidkante an einem Kreis um die Fräserachse angelegten Tangente verkippt und zwar so, daß der in Rotationsrichtung voraneilende Abschnitt dieser Fläche von der Fräserachse einen größeren Abstand hat als der

nachlaufende Abschnitt dieser Fläche. Die seitliche Anschlagfläche für den Schneideinsatz wird von einem Keil gebildet, der in einer im wesentlichen zu der ebenen Fläche des Plattensitzes parallelen Richtung verschiebbar ist. In Abhängigkeit von der Position des Keils verändert sich die Lage des Schneideinsatzes in Umfangsrichtung auf der gegenüber der Tangente verkippten ebenen Fläche des Plattensitzes, so daß sich bei einer Bewegung des Keils der radiale Abstand der aktiven Schneidkante von der Drehachse des Fräsers ändert.

[0015] Auf diese Weise läßt sich für alle Schneideinsätze eines Fräasers oder Fräsersegments der gleiche radiale Abstand der Schneidkanten der einzelnen Schneideinsätze von der Drehachse des Fräsers einstellen. So wird eine hohe Qualität der Oberflächenbeschaffenheit der Lagerzapfen nach dem Schlichtfräsen mit einer gemittelten Rauhtiefe der Oberfläche von kleiner gleich 3,2 µm, vorzugsweise von kleiner gleich 1,6 µm, gewährleistet. Dabei ist die gemittelte Rautiefe R_z im Sinne der DIN 4768 definiert. Da der Keil zur Feineinstellung der Schneidelatte am Fräser in einer zu der ebenen Fläche des Plattensitzes und damit zur Fräserachse parallelen Richtung verschiebbar ist, kann jeder Schneideinsatz des Fräasers als Wendeschneidplatte mit vier oder mehr Schneidkanten ausgestaltet sein, ohne daß der Keil mit einer der Schneidkanten in Eingriff kommt und diese beschädigt. Dazu stützt sich der Schneideinsatz in einem Bereich einer Seitenfläche zwischen den nicht aktiven oberen und unteren Schneidkanten an der Anschlagfläche des Keils ab.

[0016] Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Anschlagfläche des Keils in einer Richtung senkrecht zu der ebenen Fläche des Plattensitzes und parallel zur Fräserachse eine Breite von 0,5 mm bis 5 mm, vorzugsweise von 1 mm bis 3 mm und besonders bevorzugt von 1,5 mm aufweist.

[0017] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Schneidplattenhalter zur Aufnahme trapezförmiger Schneideinsätze vorgesehen. Dabei schließt in einer bevorzugten Ausführungsform die Anschlagfläche des Keils mit der Drehachse des Fräasers einen Winkel ein. Dieser eingeschlossene Winkel beträgt zweckmäßigerweise zwischen 10 und 15°, vorzugsweise 12°, und eine Seitenfläche des Fräasers weist von einer Senkrechten zur Grundlinie des Trapezes vorzugsweise um den doppelten Winkel ab.

[0018] Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Seitenfläche des Schneideinsatzes im eingebauten Zustand nicht senkrecht auf der Drehachse steht, sondern gegenüber der zur Drehachse Senkrechten um einen Winkel zwischen 1° und 3°, vorzugsweise um 2° geneigt ist. Auf diese Weise wird zwischen der Seitenfläche des Schneideinsatzes und der Werkstückflä-

che ein Freiwinkel gebildet.

[0019] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ermöglicht die Feineinstellung einen Verstellbereich der Schneidkante der Schneidelatte von 0,05 mm. Die Schraube zur Montage des Keils ist derart gewählt, daß der Fräser eine Einstellung des Rundlaufs des Fräsers von kleiner 0,005 mm ermöglicht.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind je zwei in Umfangsrichtung benachbarte Schneidplattensitze derart angeordnet, daß sie einander in Umfangsrichtung des Fräsers betrachtet überschneiden. Auf diese Weise läßt sich eine große Schnittbreite bei hoher Qualität der Werkstückbearbeitung erreichen.

[0021] Hinsichtlich der Wendeschneidplatte wird die vorliegende Aufgabe auch dadurch gelöst, daß eine Wendeschneidplatte für einen Fräser zur Schlichtbearbeitung von Lagerzapfen mit einer oberen und einer unteren Fläche sowie umlaufenden Seitenflächen, welche die oberen und unteren Flächen miteinander verbinden, bereitgestellt wird, wobei die Kanten zwischen der oberen bzw. der unteren Fläche und den Seitenflächen die Schneidkanten bilden, wobei die Seitenflächen an die Schneidkanten anschließende Spanflächen bilden, wobei die Spanflächen der oberen und der unteren Schneidkanten durch einen Steg getrennt sind, der gegenüber den Spanflächen hervorspringt, wobei der Steg eine seitliche Anlagefläche der Wendeschneidplatte bildet.

[0022] Eine derart ausgestaltete Wendeschneidplatte kann mit vier oder mehr Schneidkanten ausgestattet sein, da sie sich im eingebauten Zustand mit dem Steg als Anlagefläche gegen die Anschlagfläche des verschiebbaren Keils des Fräsers abstützt, so daß die dieser Anschlagfläche zugewandten Schneidkanten der Wendeschneidplatte nicht mit dem Plattensitz oder dem Keil in Eingriff treten.

[0023] Bevorzugt ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wendeschneidplatte, bei welcher die obere und die untere Fläche mindestens eine Ecke mit einem Winkel größer 90° aufweisen. Entspricht dieser Winkel minus 90° dem Winkel der Anschlagfläche des Keils des Fräsers gegenüber der Drehachse des Fräsers, so ist es möglich, den Schneideinsatz derart am Fräser zu befestigen, daß eine seiner Seitenflächen immer senkrecht auf der Drehachse steht.

[0024] Dabei ist es insbesondere zweckmäßig, wenn die obere und die untere Fläche der Wendeschneidplatte im wesentlichen trapezförmig, vorzugsweise gleichschenkelig trapezförmig, sind. Auf diese Weise läßt sich eine Wendeschneidplatte mit vier zur Verfügung stehenden Schneidkanten bereitstellen.

[0025] Dabei sind die Schneidkanten vorteilhafterweise entlang der Basisseite bzw. langen Seite und der hierzu parallelen kurzen Seite des Trapezes angeordnet. Entsprechend ist es zweckmäßig, wenn der erfindungsgemäße Fräser bzw. das Fräsersegment zwei verschiedene Typen von Schneidplattenhaltern aufweisen, einen ersten, welcher für die Aufnahme einer Wendeschneidplatte vorgesehen ist, so daß eine Schneidkante der Basisseite des Trapezes aktiv mit dem Werkstück in Eingriff tritt und einen zweiten, welcher für die Aufnahme einer Wendeschneidplatte vorgesehen ist, so daß eine Schneidkante der kurzen, zu der Basisseite parallelen Seite des Trapezes aktiv mit dem Werkstück in Eingriff tritt. Auf diese Weise können die beiden langen Schneidkanten der Wendeschneidplatte nacheinander in einem Plattenhalter des ersten Typs verwendet werden, und die beiden kurzen Schneidkanten nacheinander in einem Plattenhalter des zweiten Typs.

[0026] Dabei ist es vorteilhaft, wenn die senkrecht zu der Basisseite und der kurzen Seite des Trapezes verlaufenden Kanten des Schneideinsatzes Nebenschneidkanten bilden.

[0027] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform der Erfindung, bei der die Oberfläche des Steges außerhalb der Ebene liegt, welche von den Schneidkanten einer Seite der Wendeschneidplatte aufgespannt wird. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Oberfläche des Steges gegenüber der Ebene, in welcher die Schneidkanten einer Seite der Wendeschneidplatte liegen, zwischen 0,01 mm und 0,5 mm, vorzugsweise um 0,05 mm vorspringt.

[0028] Um den erfindungsgemäßen Schneideinsatz zur Schlichtbearbeitung, welche den aus dem Stand der Technik bekannten Schleifschritt ersetzt, verwenden zu können, ist es zweckmäßig, wenn die Schneidkanten der Wendeschneidplatte eine PVD-(Plasma Vapor Deposition-)Al₂O₃-Beschichtung als Schneidstoff aufweisen.

[0029] Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden anhand der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform und der dazugehörigen Figuren deutlich.

[0030] [Fig. 1](#) zeigt eine dreidimensionale Ansicht einer Kassette mit Schneideinsätzen des erfindungsgemäßen Fräsers.

[0031] [Fig. 2](#) zeigt eine Ansicht der Kassette aus [Fig. 1](#) von oben.

[0032] [Fig. 3](#) zeigt eine Seitenansicht der Kassette aus [Fig. 1](#).

[0033] [Fig. 4](#) zeigt eine Ansicht einer erfindungsgemäßen

mäßigen Wendeschneidplatte von oben.

[0034] [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) zeigen seitliche Ansichten der erfindungsgemäßen Wendeschneidplatte.

[0035] [Fig. 6](#) zeigt eine seitliche Schnittansicht der Wendeschneidplatte aus [Fig. 4](#) und [Fig. 5a](#), [Fig. 5b](#).

[0036] In [Fig. 1](#) ist eine dreidimensionale Ansicht von schräg oben auf eine Kassette mit vier Schneideinsätzen für einen Kurbelwellenfräser gezeigt. Eine Fräserachse **30** verläuft in einem radialen Abstand R zu einer Umfangsfläche, die von allen aktiven Schneidkanten **5**, **6** gemeinsam aufgespannt wird. Die Kassette kann an dem Werkzeughalter des Kurbelwellenfräasers befestigt werden. Deutlich sind in dem in [Fig. 1](#) dargestellten Segment des Kurbelwellenfräasers vier Aufnahmen **2** für Wendeschneidplatten **3** zu erkennen. Dabei besteht jede Aufnahme **2** aus einem Plattensitz **4**, welcher von einer ebenen Auflagefläche gebildet wird. Dabei ist der Verlauf der ebenen Flächen **4** derart, daß die Fläche **4** gegenüber der Tangente des Kurbelwellenfräasers am Ort der aktiven Schneidkanten **5**, **6** der Schneideinsätze **3** unter einem Winkel aber parallel zur Achse **30** angeordnet sind. Darüber hinaus weist jeder Schneidplattenhalter einen Keil **9** auf, der mit Hilfe einer Einstellschraube **10** am Segment **1** befestigt ist. Die Einstellschraube **10** ist in der dargestellten Ausführungsform eine Feingewindeinbusschraube.

[0037] Jeder Schneideinsatz **3** ist mit Hilfe einer Torxschraube **11** an dem Segment **1** festgeschraubt. Aus der seitlichen Ansicht in [Fig. 3](#) ist die Anordnung der Schneideinsätze **3** auf dem Segment bzw. der Kassette **1** des Fräasers besonders deutlich zu erkennen. Insbesondere ist die Neigung der ebenen Flächen der Plattensitze **4** gegenüber der Tangente des Fräasers im Punkt der aktiven Schneidkanten **5**, **6** dargestellt.

[0038] Die geometrische Form der verwendeten Wendeschneidplatten **3** ist in den [Fig. 4](#), [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) sowie [Fig. 6](#) detailliert dargestellt. In Draufsicht auf den Wendeschneideinsatz in [Fig. 4](#) ist deutlich zu erkennen, daß die Schneidelatten eine gleichschenklige trapezförmige Grundform besitzen. Dabei weist jeder der Schneideinsätze insgesamt vier Schneidkanten, zwei lange **5** und zwei kurze **6**, auf. Die an die Schneidkanten **5**, **6** angrenzenden Seitenflächen bilden jeweils je eine Spanfläche **7** für jede der Schneidkanten. Jede der Spanflächen **7** ist als konkave Vertiefung in den Seitenflächen vorgesehen und dient beim Einsatz der Wendeschneidplatte als Spanablauffläche und damit zur Spanformung. Zwischen zwei benachbarten Spanflächen **7**, beispielsweise der langen oberen und unteren Schneidkanten **5**, ist ein Steg **8** vorgesehen, der gegenüber den konkaven Vertiefungen der Spanflächen **7** eine erhabene Anlagefläche bildet. Dabei liegt die Fläche **8** des Stegs in

der dargestellten Ausführungsform in einem etwas größeren Abstand vom tiefsten Punkt der Spanflächen **7** als die Ebene der Schneidkanten **5** bzw. **6**.

[0039] In der dargestellten Ausführungsform beträgt der Trapezwinkel des Schneideinsatzes 15° , die Länge der Basisseite beträgt 14 mm und die Breite (definiert als der Abstand zwischen der Basisseite und der kurzen Seite) beträgt 8,5 mm. Die Dicke des Schneideinsatzes beträgt 5 mm. Der Fräser weist einen Durchmesser von 700 mm auf und ist zur Aufnahme von 48 Schneideinsätzen vorgesehen.

[0040] Die Funktionsweise des Zusammenspiels zwischen den erfindungsgemäßen Plattenhaltern **2** und den Wendeschneidplatten **3** ist besonders deutlich den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zu entnehmen. Dabei stellt [Fig. 2](#) eine Ansicht von oben auf das in [Fig. 1](#) dargestellte Segment **1** des erfindungsgemäßen Kurbelwellenfräasers dar. Mit Hilfe der geneigten Plattensitze **4** sowie der einstellbaren Keile **9** läßt sich der radiale Abstand der aktiven Schneidkanten **5**, **6** der Wendeschneidplatten **3** einstellen. Dabei weist die Torxschraube **11** ein ausreichendes seitliches Spiel auf, so daß eine Feinjustierung der Schneideinsätze **3** trotz der Schraube **11** möglich ist. Die Keile **9** weisen eine gegenüber ihrer Bewegungsrichtung geneigte Anschlagfläche **12** auf. Durch den Einschluß eines Winkels zwischen der Bewegungsrichtung der Keile **9** und der Anschlagfläche **12** wird die Lage der Anschlagfläche **12** in Umfangsrichtung durch Translation des Keils **9** verändert.

[0041] Der Steg **8** jedes Schneideinsatzes **3** stützt sich gegen die Anschlagfläche **12** des entsprechenden Keils **9** ab. Verändert sich nun die Position der Anschlagfläche **12** in Umfangsrichtung, so ändert sich auch die Position des in dem jeweiligen Plattenhalter **2** aufgenommenen Schneideinsatzes **3** in Umfangsrichtung. Da der Plattensitz bzw. dessen ebene Fläche **4** gegenüber der Tangente des Fräasers am Ort der Schneidkante **5**, **6** geneigt ist, führt diese Verschiebung der Wendeschneidplatte **3** in Umfangsrichtung zu einer Änderung des radialen Abstandes der Schneidkante **5**, **6** von der Drehachse des Kurbelwellenfräasers.

[0042] Die Neigung der ebenen Fläche **4** beträgt in der dargestellten Ausführungsform 12° gegenüber der Tangente im Punkt der aktiven Schneidkante.

[0043] Da die obere und die untere Fläche des Schneideinsatzes spiegelbildlich und zueinander parallel ausgebildet sind, definiert die Neigung der Sitzfläche **4** gegenüber einer Tangente gleichzeitig den erforderlichen Freiwinkel.

[0044] Im eingebauten Zustand ist jeweils nur eine Schneidkante **5**, **6** jedes Schneideinsatzes **3** aktiv, d.h. sie kommt mit dem Werkstück in Eingriff. Ist die

Standzeit der Schneidkante, beispielsweise der kurzen Schneidkante **6** des linken Schneideinsatzes aus [Fig. 2](#), erreicht, so kann die Wendeschneidplatte gedreht werden, so daß die zweite, zunächst unten liegende kurze Schneidkante **6**, zur aktiven Schneidkante wird. Ist auch die Standzeit der zweiten kurzen Schneidkante **6** erreicht, werden die trapezförmigen Wendeschneidplatten **3** des Kurbelwellenfräasers zwischen benachbarten Schneidplattenhaltern **2** des Fräasers ausgetauscht. Beispielsweise werden die beiden linken Wendeschneidplatten **3** aus [Fig. 2](#) miteinander vertauscht. Dadurch werden nacheinander die beiden langen Schneidkanten **5** des linken Schneideinsatzes **3** zur aktiven Schneidkante auf dem rechten Schneidplattenhalter **2**, und die kurzen Schneidkanten **6** des rechten von beiden gezeigten Schneideinsätzen **3** werden zu aktiven Schneidkanten auf dem linken der beiden dargestellten Schneidplattenhaltern **2**.

[0045] Der Plattensitz weist im Bereich der Schneidkanten eine Vertiefung in der ebenen Fläche **4** auf, so daß die Schneidkanten nicht mit dem Plattensitz in Eingriff treten.

[0046] Die Verwendung von vier Schneidkanten an den Wendeschneidplatten **3** nacheinander ist dadurch möglich, daß sich die Wendeschneidplatten mit Hilfe der Stege **8** an den Anschlagflächen **12** der Keile abstützen. Dadurch kommen die Schneidkanten **5**, **6** auch im eingebauten Zustand nicht mit dem Schneidplattenhalter **2**, d.h. weder mit dem Keil **9** noch mit der ebenen Fläche **4** in Berührung, so daß die Schneidkanten nur eine Belastung und Abnutzung erfahren, wenn sie als aktive Schneidkanten mit dem Werkstück in Eingriff treten. Die Sitzfläche **4** weist daher zweckmäßigerweise im Bereich der Anschlagfläche **12** des Keils **9** einen (nicht dargestellten) Freistich auf.

[0047] In der dargestellten Ausführungsform ermöglicht die geometrische Anordnung des Keils **9** einen Versteilbereich der Schneidkante von 0,05 mm, wodurch eine Einstellung des Rundlaufs des Fräasers von kleiner als 0,005 mm ermöglicht wird.

[0048] In der dargestellten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Schneideinsätze **3** trapezförmig, so daß bei einer Verschiebung der Schneideinsätze **3** in Umfangsrichtung eine Seitenfläche stets parallel zu den Seitenflächen **13** des Fräasers (bzw. der Kassette **1**) bleibt. Dazu ist der Winkel, welcher zwischen der Anschlagfläche **12** des Keils **9** und der Seitenfläche **13** des Fräasers eingeschlossen wird, gleich dem großen Winkel des von den oberen und unteren Flächen der Schneideinsätze **3** beschriebenen Trapezes.

[0049] In alternativen Ausführungsformen kann jedoch die Neigung der Anschlagflächen **12** der Keile

9 derart ausgestaltet sein, daß die Seitenflächen der Schneideinsätze **3** gegenüber den zu der Drehachse senkrechten Seitenflächen **13** des Fräasers einen Freiwinkel von vorzugsweise 2° einschließen.

[0050] In der dargestellten Ausführungsform wird die volle Schnittbreite des Kurbelwellenfräasers durch das Zusammenwirken jeweils zweier in Umfangsrichtung benachbarter Schneideinsätze **3** erreicht. Deutlich ist beispielsweise in [Fig. 2](#) zu erkennen, daß nur durch das Zusammenwirken jeweils einer kurzen Schneidkante **6** und einer langen Schneidkante **5** zweier Schneideinsätze **3** eine Schnittbreite des Fräasers erreicht wird, die in etwa der Breite der Kassette entspricht, bzw. geringfügig breiter als diese ist. Dazu überschneiden sich in Umfangsrichtung betrachtet jeweils eine kurze **6** und lange **5** Schneidkante benachbarter Einsätze **3**. Die aktiven Schneidkanten **5**, **6** der Schneideinsätze **3** sind in der dargestellten Ausführungsform gegenüber der Drehachse des Fräasers geneigt, so daß die einzelnen Abschnitte einer jeden Schneidkante **5**, **6** nacheinander mit dem Werkstück in Eingriff treten. Auf diese Weise wird die zu einem gegebenen Zeitpunkt auf jeden Schneideinsatz einwirkende Kraft reduziert.

[0051] Mit dem erfindungsgemäßen Kurbelwellenfräaser lassen sich auch gehärtete Wellen bearbeiten.

[0052] Da die Schneidkanten wegen der Neigung der Keilflächen **12** ebenfalls gegenüber der Achse **30** leicht geneigt sind, können die Schneidkanten leicht ballig ausgebildet sein, damit sie exakt in einer (gemeinsamen) Zylindermantelfläche liegen.

[0053] Für Zwecke der ursprünglichen Offenbarung wird darauf hingewiesen, daß sämtliche Merkmale, wie sie sich aus der vorliegenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen für einen Fachmann erschließen, auch wenn sie konkret nur im Zusammenhang mit bestimmten weiteren Merkmalen beschrieben wurden, sowohl einzeln als auch in beliebigen Zusammenstellungen mit anderen der hier offenbarten Merkmale oder Merkmalsgruppen kombinierbar sind, soweit dies nicht ausdrücklich ausgeschlossen wurde oder technische Gegebenheiten derartige Kombinationen unmöglich oder sinnlos machen. Auf die umfassende explizite Darstellung sämtlicher denkbarer Merkmalskombinationen wird hier nur der Kürze und der Lesbarkeit der Beschreibung wegen verzichtet.

Bezugszeichenliste

1	Fräser, Fräsersegment, Kassette
2	Schneidplattenhalter, Aufnahme
3	Wendeschneidplatte, Schneideinsatz
4	Plattensitz, ebene Fläche
5,6	Schneidkante
7	Spanfläche

- 8 Steg
- 9 Keil
- 10 Einstellschraube
- 11 Torxschraube
- 12 Anschlagfläche
- 13 Seitenfläche
- 30 Fräserachse

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung von Lagerzapfen, mit einem ersten Schritt zur Grobbearbeitung und mit einem zweiten Schritt zur Feinbearbeitung, wobei in dem ersten Schritt der Zapfen mit einem Kurbelwellenfräser geschruppt wird und in dem zweiten Schritt der Zapfen mit einem Kurbelwellenfräser geschlichtet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verfahren zur Feinbearbeitung ausschließlich den zweiten Schritt aufweist, welcher die maßverändernde Bearbeitung der Lagerzapfen abschließt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das es genau die zwei Schritte des Schruppfräsens und des Schlichtfräsens aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem ersten Schritt im wesentlichen der Außenumfang der Zapfen definiert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem zweiten Schritt des Schlichtfräsens mit einer Schnittgeschwindigkeit von mehr als 250 m/min, vorzugsweise von mehr als 270 m/min und besonders bevorzugt von mehr als 300 m/min gearbeitet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in dem zweiten Schritt des Schlichtfräsens mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 1000 mm/min bis 2000 mm/min gearbeitet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schlichtfräsen die Bearbeitung der Lagerzapfen mit einer gemittelten Rauhtiefe der Oberfläche der Lagerzapfen von kleiner gleich 3,2 µm, vorzugsweise von kleiner gleich 1,6 µm, abschließt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerzapfen, vorzugsweise einer Kurbelwelle oder einer Nockenwelle, bearbeitet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zapfen der Hauptlager bearbeitet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Zapfen der Hublager bearbeitet werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fräser nach einem der Ansprüche 12 bis 19 verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wendeschneidplatte nach einem der Ansprüche 21 bis 28 verwendet wird.

12. Fräser oder Fräsersegment (1), die um eine Fräserachse (30) drehbar sind, zur Schlichtbearbeitung von Lagerzapfen mit mindestens einem Schneidplattenhalter (2), wobei der Schneidplattenhalter (2) eine einen Teil des Plattensitzes bildende erste ebene Fläche (4) und einen verschiebbaren Keil (9) zur Einstellung des radialen Abstandes der Schneidkante (5, 6) einer Schneidelatte (3) von der Fräserachse aufweist, wobei der Keil (9) eine im wesentlichen zu der ebenen Fläche (4) senkrechte Anschlagfläche (12) für eine Seitenfläche der Schneidelatte aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Keil (9) in einer Richtung im wesentlichen parallel zu der ebenen Fläche (4) bewegbar ist.

13. Fräser nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneidplattenhalter (2) zur Aufnahme trapezförmiger, vorzugsweise gleichschenkelig trapezförmiger Schneideinsätze (3) ausgestaltet ist.

14. Fräser nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß er einen Plattensitz eines ersten Typs aufweist, der derart ausgestaltet ist, daß er den Schneideinsatz so aufnimmt, daß eine Schneidkante der langen Basisseite des Trapezes mit dem Werkstück in Eingriff kommt und einen Plattensitz eines zweiten Typs, der derart ausgestaltet ist, daß er den Schneideinsatz so aufnimmt, daß eine Schneidkante der kurzen, zur Basisseite parallelen Seite des Trapezes mit dem Werkstück in Eingriff kommt.

15. Fräser nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagfläche (12) des Keils (9) unter einem Winkel zur Drehachse des Fräsers angeordnet ist.

16. Fräser nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagfläche (12) des Keils (9) unter einem Winkel von 5°–10°, vorzugsweise von 7° zur Bewegungsrichtung des Keils (9) angeordnet ist.

17. Fräser nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Keil (9), der Keilwinkel und die Neigung der Sitzfläche (4) so bemessen sind, daß sie einen Verstellbereich der Schneidkante der Schneidelatte in radialer Richtung in Bezug auf die Fräserachse (30) von 0,05 mm ermöglichen.

18. Fräser nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Keil (9) eine Einstellung des Rundlaufs von kleiner 0,005 mm ermöglicht.

19. Fräser nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß je zwei benachbarte Schneidplattenhalter (2) derart angeordnet sind, daß die darin aufnehmbaren Schneidelatten (3) einander in Drehrichtung des Fräasers betrachtet überschneiden.

20. Fräser nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagfläche (12) des Keils (9) in einer Richtung senkrecht zu der ebenen Fläche (4) des Plattensitzes eine Breite von 0,5 mm bis 5 mm, vorzugsweise von 1 mm bis 3 mm und besonders bevorzugt von 1,5 mm aufweist.

21. Wendeschneidplatte (3) für einen Fräser zur Schlichtbearbeitung von Lagerzapfen mit einer oberen und einer unteren Fläche sowie umlaufenden Seitenflächen, welche die oberen und unteren Flächen miteinander verbinden, wobei die Kanten zwischen der oberen bzw. unteren Fläche und den Seitenflächen die Schneidkanten (5, 6) bilden, wobei die Seitenflächen an die Schneidkanten (5, 6) anschließende Spanflächen (7) bilden, dadurch gekennzeichnet, daß die Spanflächen (7) der oberen und der unteren Schneidkanten (5, 6) durch einen Steg (8) getrennt sind, der gegenüber den Spanflächen (7) hervorspringt, wobei der Steg (8) die seitliche Anlagefläche des Schneideinsatzes bildet.

22. Wendeschneidplatte (3) nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die obere und die untere Fläche mindestens eine Ecke mit einem Winkel größer 90° aufweisen.

23. Wendeschneidplatte (3) nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die obere und die untere Fläche im wesentlichen trapezförmig und vorzugsweise gleichschenkelig trapezförmig sind.

24. Wendeschneidplatte (3) nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß sie vier Schneidkanten aufweist, die entlang parallelen Seiten des Schneideinsatzes verlaufen.

25. Wendeschneidplatte (3) nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Steges (8) außerhalb der Ebene liegt, die von den Schneidkanten einer Seite des Schneideinsatzes aufgespannt wird.

26. Wendeschneidplatte (3) nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Steges (8) gegenüber der Ebene um 0,01 mm bis 0,5 mm, vorzugsweise um 0,05 mm vorspringt.

27. Wendeschneidplatte (3) nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneidkanten (5, 6) mit einer PVD-Al₂O₃-Beschichtung als Schneidstoff versehen sind.

28. Wendeschneidplatte (3) nach einem der Ansprüche 21 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine konkave Spanfläche (7) zur Spanformung aufweisen.

29. Verwendung eines Fräasers nach einem der Ansprüche 12 bis 20 zur Schlichtbearbeitung von Lagerzapfen einer Kurbelwelle.

30. Verwendung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wendeschneidplatte (3) nach einem der Ansprüche 21 bis 28 verwendet wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

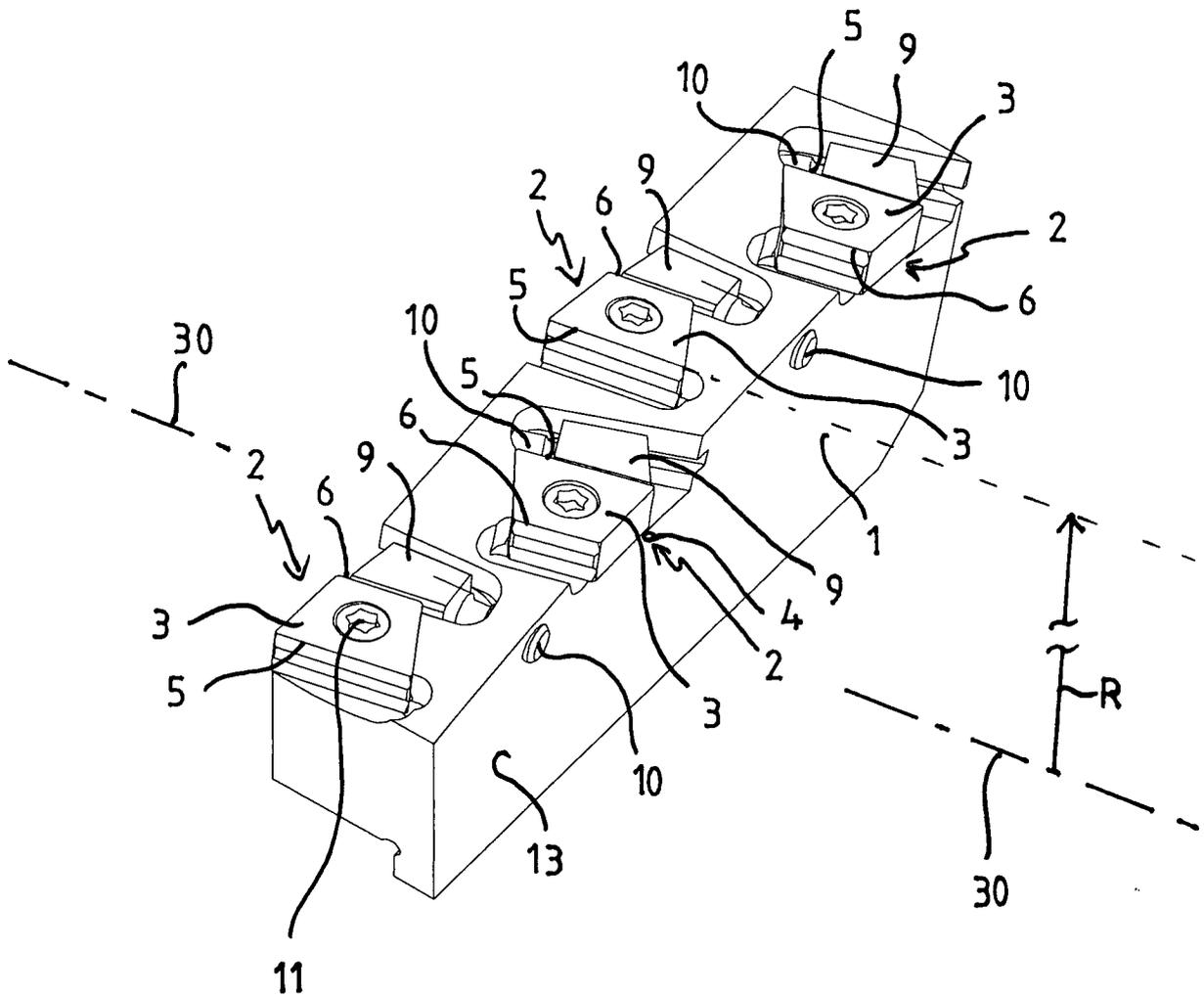


FIG.2

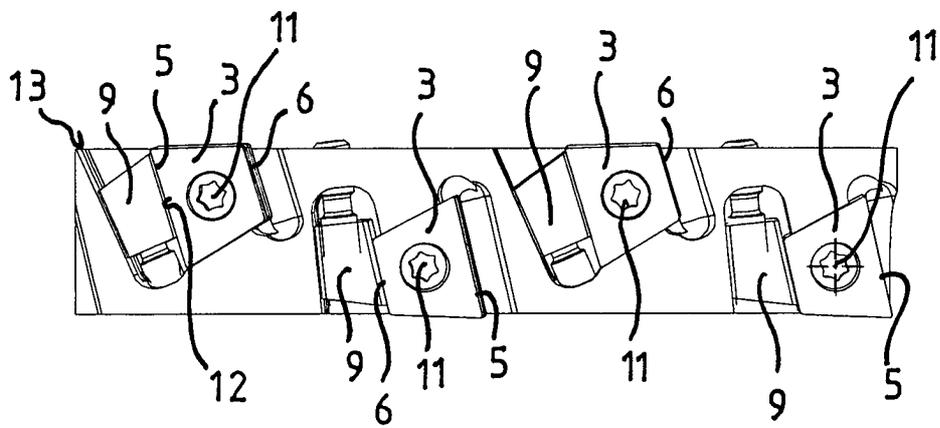


FIG. 3

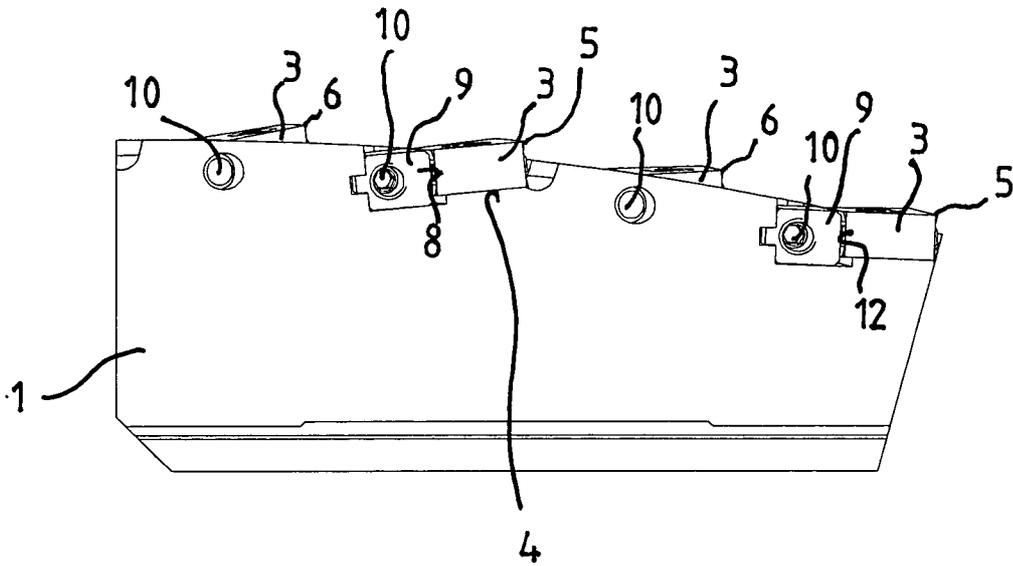


FIG.5A

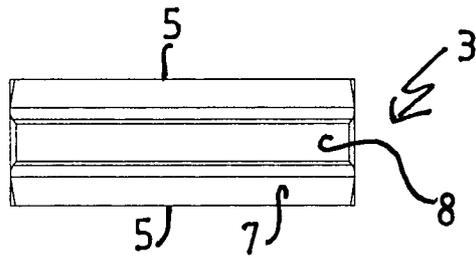


FIG.4

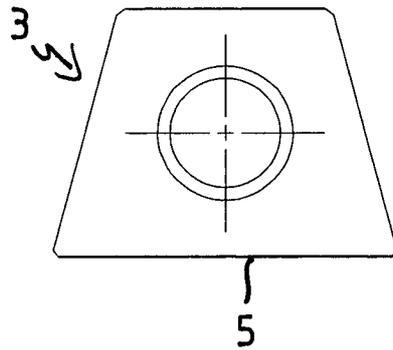


FIG. 6

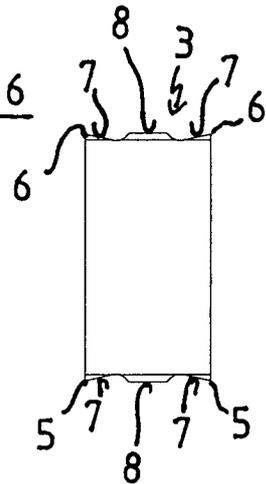


FIG. 5B

