



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 673 247 A5

⑤① Int. Cl.⁵: B 23 G 1/36

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑮① Gesuchsnummer: 1929/87

⑮② Anmeldungsdatum: 13.05.1987

⑮③ Priorität(en): 19.07.1986 DE 3624472

⑮④ Patent erteilt: 28.02.1990

⑮⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 28.02.1990

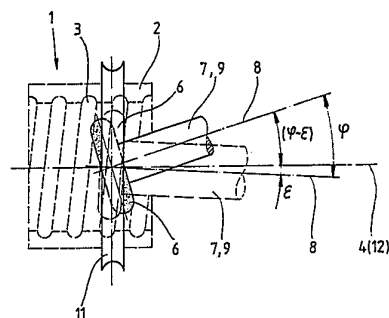
⑮⑦ Inhaber:
Schaudt Maschinenbau GmbH, Stuttgart 61 (DE)

⑮⑧ Erfinder:
Belthle, Heinz, Aichwald 2 (DE)

⑮⑨ Vertreter:
Dr. Peter Fillinger, Baden

⑮④ Verfahren und Maschine zum Schleifen von Innengewinde.

⑮⑦ Zum Schleifen von Innengewinde (3), insbesondere von Kugelgewinde, ist eine CBN-Schleifscheibe (6) vorgesehen, die mittels einer Diamantprofilrolle (11) abgerichtet wird. Es wird mit einem Schleifwinkel (ϵ) geschliffen, der kleiner als der Steigungswinkel des Gewindes ist, und es erfolgt ein Abrichten der Schleifscheibe mit einem Abrichtwinkel (φ), der grösser als der Steigungswinkel des Gewindes ist, so dass eine erforderliche Profilkorrektur vorgenommen wird.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Schleifen von Innengewinde, insbesondere von Kugelgewinde, mittels einer auf einer Schleifspindel (7, 9) angebrachten Schleifscheibe (6), dadurch gekennzeichnet, dass das Schleifen des Innengewindes (3) bei einem Schleifwinkel (ϵ) der Schleifspindel (7, 9) erfolgt, der kleiner ist als der Steigungswinkel (γ) des zu schleifenden Gewindes (3), und dass beim Abrichten der Schleifscheibe (6) eine Profilkorrektur vorgenommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schleifscheibe (6) mit einer Diamantprofilrolle (11) abgerichtet wird bei einem Abrichtwinkel (φ), der grösser ist als der Steigungswinkel (γ) des Gewindes (3).

3. Maschine zum Schleifen von Innengewinde, insbesondere von Kugelgewinde, mit einer auf einer Schleifspindel angeordneten Schleifscheibe, die in das Innere des Werkstückes einbringbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Schleifspindel (7, 9) in einem Schleifwinkel (ϵ) zur Werkstückachse (4) angeordnet ist, der kleiner als der Steigungswinkel (γ) des Gewindes (3) ist, und dass eine Abrichteinrichtung vorgesehen ist, mit der eine entsprechende Profilkorrektur der Schleifscheibe (6) durchführbar ist.

4. Maschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Abrichteinrichtung aus einer Diamantprofilrolle (11) besteht, deren Achse (12) in einem Abrichtwinkel (φ) zur Schleifspindel angeordnet ist, welcher grösser ist als der Steigungswinkel (γ).

5. Maschine nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Diamantprofilrollenachse (12) und die Werkstückachse (4) horizontal und unschwenkbar angeordnet sind und dass die Schleifspindel (7, 9) in die Schleif- und in die Abrichtposition schwenkbar angeordnet ist.

6. Maschine nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schleifscheibe (6) aus kubischem Bornitrid (CBN) besteht.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleifen von Innengewinde, insbesondere von Kugelgewinde, mittels einer auf einer Schleifspindel angebrachten Schleifscheibe.

Die Erfindung betrifft aber auch eine Maschine zum Schleifen von Innengewinde, insbesondere von Kugelgewinde, mit einer auf einer Schleifspindel angebrachten Schleifscheibe, die in das Innere eines Werkstückes einbringbar ist.

Die heutigen Innengewindeschleifmaschinen arbeiten meistens nur mit Korundscheifscheiben, die fast nur mit Radienabrichtgeräten mit Einkorndiamant abgerichtet werden. Erfolgt in einigen Fällen ein Abrichten mit einer Diamantprofilrolle, so muss deren Achse auf den Steigungswinkel eingestellt werden, unter welchem auch die Schleifspindel mit der Schleifscheibe angestellt ist, so dass die Diamantrollenachse parallel zur Schleifscheibenachse steht und somit das Profil der Diamantprofilrolle exakt auf die Schleifscheibe übertragen wird. Der Schleifwinkel, d. h. der Winkel zwischen der Schleifscheibenachse und der Werkstückachse, entspricht also hierbei dem Steigungswinkel des zu schleifenden Gewindes, während der Abrichtwinkel, d. h. der Winkel zwischen der Schleifscheibenachse und der Diamantrollenachse gleich Null ist. Der Einsatz von leistungsfähigeren CBN-Scheifscheiben sowie deren Abrichten mit Diamantprofilrollen ist beim Innengewindeschleifen in vielen Fällen aufgrund des hierfür zu schwachen Schleifdornes der Schleifspindel nicht bzw. nicht wirtschaftlich möglich. In Abhängigkeit von der Schleifwinkelstellung sowie vom Verhältnis der Gewindelänge zum Gewindekerndurchmesser ergibt sich der maximal mögliche Schleifdorndurchmesser. Bei einem langen Gewindeteil mit kleinem Gewindekerndurchmesser wird zwangsläufig ein sehr schwacher Schleifdorn notwendig werden. Zusätzlich ist noch zu berücksichtigen, dass der Schleifdorn nicht nur eine Schrägstellung infolge der Schleifwinkelstellung aufweist, sondern dass er in der Gewinde-Eingriffsebene

aussermittigt zum Gewinde steht und er somit noch mehr der Werkstückinnenwandung, d. h. dem Gewindekerndurchmesser, angenähert ist. Mit den deshalb vielfach erforderlichen Schleifdörnen geringen Durchmessers gehen eine ganze Reihe von Nachteilen einher. So sind diese sehr schwingungsempfindlich, und ihre radiale Belastbarkeit ist deshalb sehr begrenzt. Aufgrund einer sehr niedrig liegenden kritischen Drehzahl ist die Leistung gering. CBN-Scheifscheiben sind nicht wirtschaftlich einsetzbar, und die eingesetzten Korundscheifscheiben gewährleisten eine nur unbefriedigende Schleifleistung. Der Einsatz von CBN-Scheifscheiben verbietet sich dabei schon, weil diese aufgrund hoher Abrichtkräfte bei dünnen Schleifdörnen kaum mit Diamantprofilrollen abgerichtet werden können. Aufgrund nichtbefriedigender Schleifleistungen wird damit zwangsläufig die benötigte Innenschleifmaschinenkapazität, d. h. die Anzahl der erforderlichen Schleifmaschinen, relativ gross.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, das Schleifen von Innengewinde, insbesondere von Kugelgewinde, weiter zu verbessern.

Erfindungsgemäss wird das durch ein Verfahren dadurch erreicht, dass das Schleifen des Innengewindes bei einem Schleifwinkel der Schleifspindel erfolgt, der kleiner ist als der Steigungswinkel des zu schleifenden Gewindes, und dass beim Abrichten der Schleifscheibe eine Profilkorrektur vorgenommen wird.

Das Verfahren besteht weiterhin darin, dass die Schleifscheibe mit einer Diamantprofilrolle abgerichtet wird bei einem Abrichtwinkel, der grösser ist als der Steigungswinkel des Gewindes.

Eine Innenschleifmaschine ist demnach erfindungsgemäss dadurch gekennzeichnet, dass die Schleifspindel in einem Schleifwinkel zur Werkstückachse angeordnet ist, der kleiner als der Steigungswinkel des Gewindes ist, und dass eine Abrichteinrichtung vorgesehen ist, mit der eine entsprechende Profilkorrektur der Schleifscheibe durchführbar ist.

Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass die Abrichteinrichtung aus einer Diamantprofilrolle besteht, deren Achse in einem Abrichtwinkel zur Schleifspindel angeordnet ist, welcher grösser ist als der Steigungswinkel.

Hierdurch ist es möglich, den Schleifdorndurchmesser erheblich zu vergrössern. Das bringt mit sich, dass die Steifigkeit an der Verbindungsstelle von Schleifspindel und Schleifdorn erhöht werden kann, beispielsweise durch die Verwendung eines Zentrierkegels und einer Plananlage, so dass nun eine stärker dimensionierte Schleifspindel überhaupt erst sinnvoll wird. Das ermöglicht es praktisch, eine stärkere Einheitsschleifspindel für kleine und grosse Gewinde zu schaffen, so dass eine flexible Fertigung mit nur einer Schleifspindel bzw. mit einer sehr stark reduzierten Anzahl von Schleifspindelvarianten realisierbar ist. Ausserdem sind Schleifscheiben für höhere Schleifleistungen einsetzbar. Da die kritische Schleifspindeldrehzahl der verstärkten Schleifspindel höher liegt, wird die Schleifleistung pro Maschine höher, so dass wesentlich weniger Maschinenkapazität bei gleichem Produktausstoss erforderlich ist.

Eine günstige Ausführung besteht darin, dass die Diamantprofilrollenachse und die Werkstückachse horizontal und unschwenkbar angeordnet sind und dass die Schleifspindel in die Schleif- und in die Abrichtposition schwenkbar angeordnet ist.

Eine derartige Anordnung bedarf also lediglich einer Schleifspindelschwenkung, während eine Schwenkmöglichkeit für die Diamantprofilrollenachse nicht erforderlich ist. Bei Verschwenken der Schleifspindel um einen Schleifwinkel (Schleifstellung) unterhalb einer Horizontalen, in der sowohl die Werkstückachse als auch die Diamantrollenachse liegen, ist für die Einstellung der Abrichtposition nur eine Verschwenkung der Schleifspindel um einen Abrichtwinkel nötig, der um einen durch die Grösse des Schleifwinkels verminderten Betrag oberhalb der Horizontalen liegt. Somit wird die maximale Ausschwenkung der Schleifspindelachse um die Horizontale reduziert.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung besteht darin, dass die Schleifscheibe aus kubischem Bornitrid (CBN) besteht. Wie schon erwähnt, lassen sich mit der Verstärkung des Schleifdornes und mit

einer insgesamt stärkeren Schleifspindel leistungsfähigere Schleifscheiben einsetzen. CBN-Schleifscheiben werden also nun in ihrem Einsatz wirtschaftlich, da ihr Leistungspotential und ihre Vorteile ausgeschöpft werden können.

Das Abrichten von CBN-Schleifscheiben mit einer Diamantprofilrolle wird infolge der Erfindung auch bei ungünstigen, aber relativ häufigen Fällen bezüglich des erwähnten Gewindeabmessungsverhältnisses (Gewindelänge: Gewindekerndurchmesser) möglich. Dabei kommt es vorteilhafterweise auch zu einer Einsparung an Diamantprofilrollenvarianten, weil eine profilgleiche Diamantrolle, unabhängig vom Schleifscheiben-Schleifwinkel, sowohl für Aussens als auch für Innengewinde verwendbar ist. Vorteilhaft ist weiterhin ein geringerer Abrichtzeitanteil pro Werkstück, wofür die längere Standzeit der CBN-Schleifscheibe und das schnellere Abrichten mit der Diamantprofilrolle ursächlich sind.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die Zeichnungen zeigen in schematischer Darstellung:

Figur 1 das Schleifen des Innengewindes einer Kugelgewindemutter,

Figur 2 die Anordnung einer Schleifscheibe und einer Diamantprofilrolle zueinander für ein Abrichten unter der für ein Schleifen nach Figur 1 notwendigen Profilkorrektur,

Figur 3 das Schleifscheibenprofil nach der Profilkorrektur (idealisiert),

Figur 4 die Lage einer Wälzkugel im Gewindeprofil einer Kugelgewindemutter,

Figur 5 eine Ausführung einer Schleifanordnung in Schleif- und Abrichtposition,

Figur 6 ein Mehrprofildiamantrolle.

In Figur 1 ist ein Werkstück 1, in diesem Falle eine Kugelgewindemutter 2, wie sie zum Beispiel für Kraftfahrzeug-Lenkspindeln verwendet wird, gezeigt, in welches ein Innengewinde 3 geschliffen wird.

Da die Erfindung im wesentlichen bestimmt ist durch die Zuordnung des Werkstückes 1, des Schleif- und des Abrichtwerkzeuges zueinander, soll der übrige maschinelle Teil einer von ihrem Aufbau her grundsätzlich bekannten Innenschleifmaschine hier nicht gezeigt und beschrieben werden.

Beim Schleifprozess führt das Werkstück 1 eine rotierende Bewegung um seine Achse 4 aus. Hierzu ist das Werkstück 1 mittels einer üblichen Spanneinrichtung am Werkzeugspindelstock gehalten. Das Schleifwerkzeug besteht aus einer CBN-Schleifscheibe 6, die fest auf einem Schleifdorn 7 einer um ihre Achse 8 rotierenden Schleifspindel 9 angeordnet ist. Die Vorschubbewegung in X-Richtung kann in üblicher Weise durch eine Längsbewegung des Werkstückspindelstockes oder des Schleifspindelstockes, in welchem die Schleifspindel 9 gelagert ist, erfolgen.

Beim Schleifen eines Innengewindes 3 wurde in bisher üblicher Weise die Schleifscheibe 6 im Steigungswinkel γ des Gewindes 3 angestellt, d. h. der Schleifwinkel ε , den die Schleifspindelachse 8 gegenüber der Werkstückachse 4 einnahm, entsprach dem Steigungswinkel γ .

Gemäss der Erfindung wird nun ein Schleifwinkel ε eingestellt, der um den Betrag δ kleiner ist als der Steigungswinkel γ des zu schleifenden Innengewindes 3, was in Figur 1 gut erkennbar ist. Es wird deshalb beim Abrichten der Schleifscheibe 6 eine Profilkorrektur

vorgenommen, derart, dass, wie in Figur 2 ersichtlich ist, die Schleifscheibe 6 mit einer Diamantprofilrolle 11 abgerichtet wird, deren Achse 12 zur Schleifspindelachse 8 einen Abrichtwinkel ϕ einnimmt, der grösser ist als der Steigungswinkel γ des Gewindes 3. Die erfindungsgemässen Schleif- und Abrichtbedingungen bestehen also darin, dass der Schleifwinkel ε kleiner und der Abrichtwinkel ϕ grösser als der Steigungswinkel γ ist. Nach dem Abrichten entsteht ein korrigiertes Schleifscheibenprofil 6a in Spitzbogenform, wie es aus Figur 3 ersichtlich ist und wie es dem Kugelgewindeprofil entspricht, in welchem die zwischen der Kugelgewindemutter 2 und einer in dieser laufenden, nicht gezeigten Kugelgewindespindel befindlichen Wälzkugeln 13 punktartige Berührungen mit den Prof flanken 14, 14a haben (Figur 4). In Figur 5 ist nochmals der Gesamtzusammenhang zwischen Werkstück, Schleifwerkzeug und Abrichtwerkzeug gezeigt, wobei die Abrichtsituation als Vollinie und die Schleifsituation gestrichelt dargestellt ist. Dabei stellt die hier gezeigte Anordnung eine günstige Ausführung dahingehend, dar, so dass nur die Schleifspindel 7, 9 schwenkbar ausgebildet zu sein braucht. Die Werkstückachse 4 und die Diamantrollenachse 12 liegen unverswenkbar in der Horizontalen. Dabei liegt jedoch die Diamantrollenachse 12 — senkrecht zur Zeichnungsebene gesehen — vor der Werkstückachse 4, denn das Abrichten der Innengewindeschleifscheibe 6 erfolgt ja bekanntermassen ausserhalb des Werkstückes 1, d. h. die Schleifscheibe 6 muss herausgefahren und vor die Schleifspindel 7, 9 aus der Horizontalen nach unten geschwenkt und nimmt zu dieser den Schleifwinkel ε ein. In die Abrichtposition wird die Schleifspindel 7, 9 aus dieser Stellung um den Abrichtwinkel ϕ nach oben geschwenkt, so dass die maximale Ausschwenkung der Schleifspindel 7, 9 gegen die Horizontale $\phi - \varepsilon$ beträgt.

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass die optimalen Einstellparameter, d. h. der Schleifwinkel ε und der Abrichtwinkel ϕ , für ein bestimmtes Werkstück nach einem bestimmten Algorithmus individuell rechnerisch ermittelt werden.

Der sich aus der Änderung des Schleifscheibenradius infolge des Abrichtens der Schleifscheibe ergebende Einfluss ist ebenfalls rechnerisch zu berücksichtigen. Mit kleiner werdender Schleifscheibenkrümmung muss nämlich der Abrichtwinkel ϕ geändert werden, während der gewählte Schleifwinkel ε konstant bleibt.

Zusätzlich zu den bereits an anderer Stelle genannten, aus der durch die Erfindung möglichen Schleifdornverstärkung resultierenden Vorteilen, ergibt sich mit den Parametern $\varepsilon < \gamma$ und $\phi > \gamma$ noch ein weiterer Vorteil. Es wird nämlich eine sogenannte Überdeckung der Schleifkornbahnen an den Gewindeprofilflanken erreicht, wodurch die Rauhtiefe deutlich kleiner wird. Der Überdeckungsgrad der Schleifkornbahnen ist abhängig vom Vorhaltewinkel δ (Figur 1), der sich als Differenz von Steigungswinkel γ und Schleifwinkel ε ergibt ($\delta = \gamma - \varepsilon$).

Als Diamantprofilrolle 11 kann auch eine Mehrprofildiamantrolle 11a verwendet werden, wie sie in Figur 6 gezeigt ist.

Eine solche Mehrprofildiamantrolle 11a weist neben einem Innengewindeabrichtprofil 21, welches für das beschriebene erfindungsgemässe Innengewindeschleifen erforderlich ist, auch ein Abrichtprofil 22 für die zylindrische Mantellinie von Aussenschleifscheiben, ein Abrichtprofil 23 für die planseitige Abrichtung von Aussenrundscheiben und ein Aussengewindeabrichtprofil 24 auf.

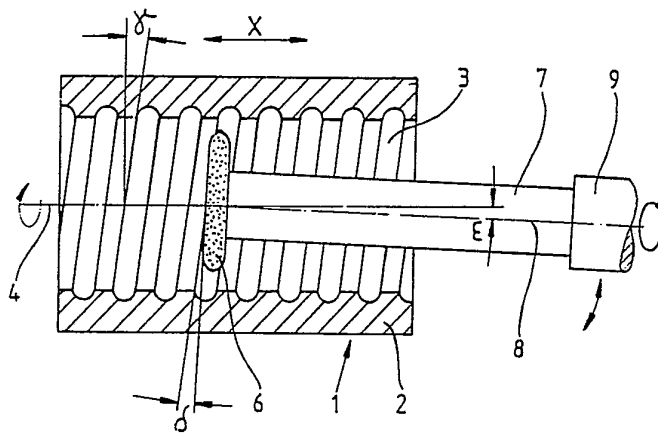


Fig. 1

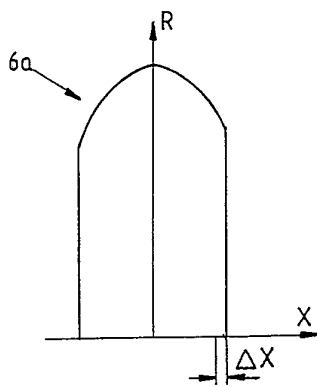


Fig. 3

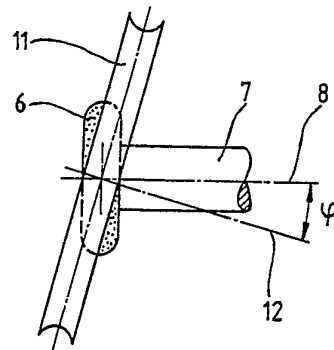


Fig. 2

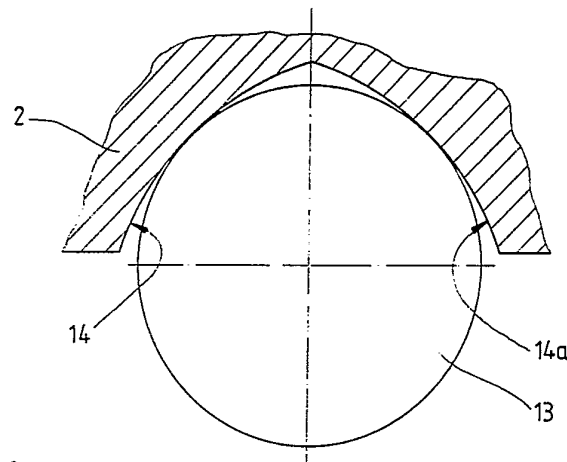


Fig. 4

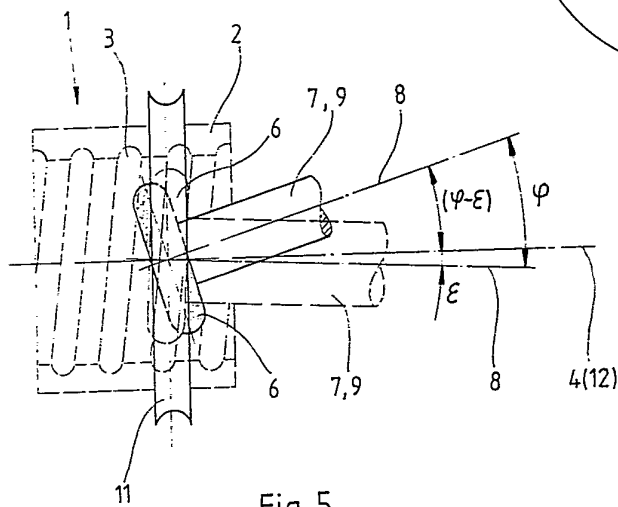


Fig. 5

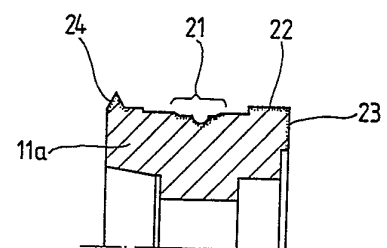


Fig. 6