



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 236 539 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.09.2002 Patentblatt 2002/36

(51) Int Cl.7: **B24B 33/02, B24B 19/02**

(21) Anmeldenummer: **02004169.5**

(22) Anmeldetag: **26.02.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Weigmann, Uwe-Peter, Dr., Dr.-Ing.**
73207 Plochingen (DE)
• **Schüle, Peter, Dipl.-Ing.**
72622 Nürtingen (DE)

(30) Priorität: **02.03.2001 DE 10110200**

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner
Kronenstrasse 30
70174 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **NAGEL Maschinen- und
Werkzeugfabrik GmbH**
D-72622 Nürtingen (DE)

(54) **Verfahren zum Honbearbeiten**

(57) Ein Verfahren zur Honbearbeitung schlägt vor,
mit einem Dornhonwerkzeug entweder gleich oder im
Anschluss an ein Dornhonen mit dem gleichen Werk-
zeug eine Nachbearbeitung durchzuführen, bei der das

Verhältnis von Hubgeschwindigkeit zu Drehzahl des
Werkzeugs deutlich erhöht wird. Dadurch wird eine
Kreuzstruktur der Honspuren erreicht, die ein besseres
Ölhaltevermögen zulässt.

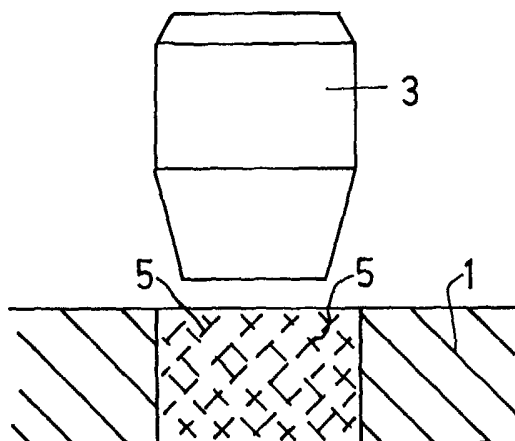


FIG. 5

EP 1 236 539 A2

Beschreibung

[0001] Es ist bekannt, Bohrungen mit höchster Formgenauigkeit mit Hilfe des Dornhons zu bearbeiten. Einsatzbeispiele sind die Bearbeitung kleinster Bohrungen für Einspritzsysteme für PkWs, die Bearbeitung von Bohrungen in Hydraulikkomponenten sowie die Bearbeitung des großen und kleinen Auges in Pleueln.

[0002] Beim Dornhon wird das auf den Enddurchmesser eingestellte Honwerkzeug mit hoher Drehzahl aber geringer Hubgeschwindigkeit mindestens einmal, höchstens dreimal durch die Bohrung hindurch bewegt. Infolge der im Verhältnis zur Hubgeschwindigkeit hohen Umfangsgeschwindigkeit des Honwerkzeugs ist der Honwinkel beim Dornhon sehr klein.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Honverfahren unter Beibehaltung der durch das Dornhon erzielten Vorteile im Hinblick auf eine tribologisch günstige Oberfläche topographie weiterzuentwickeln.

[0004] Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ein Verfahren mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen vor. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0005] Während bei normalen Dornhonen mit einem Dornhonwerkzeug die Bohrung mit hoher Umdrehungszahl nur langsam durchfahren wird schlägt die Erfindung vor, das Dornhonwerkzeug mindestens teilweise in einer Weise zu benutzen, die beim Dornhon nicht üblich ist. Bei geringem Aufmaß der zu bearbeitenden Bohrung kann beispielsweise schon der erste Hub mit dem Dornhonwerkzeug mit einem vergrößerten Verhältnis von Hubgeschwindigkeit zu Drehzahl durchfahren werden, anders ausgedrückt, sehr schnell.

[0006] Ist das Aufmaß nicht ganz so gering, kann beispielsweise der erste Hub, d. h. das Erstdurchfahren der Bohrung mit der üblichen Geschwindigkeit erfolgen, und anschließend das Werkzeug schnell zurückgezogen werden. Auch dadurch kann unter den genannten Voraussetzungen eine Kreuzstruktur erzeugt werden.

[0007] In Weiterbildung kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Bohrung in der üblichen Weise zunächst mit einem Hub und einem Rückhub bearbeitet wird, und dass erst anschließend das Dornhonwerkzeug in der unüblichen Weise verwendet wird.

[0008] Die zu bearbeitende Bohrung wird also in der gleichen Weise wie bisher üblich bearbeitet. Es wird ein Dornhonwerkzeug verwendet, das mit hoher Drehgeschwindigkeit aber geringer Hubgeschwindigkeit in mindestens einem Hub und einem Rückhub durch die Bohrung bewegt wird. Anschließend wird entweder die Umfangsgeschwindigkeit verändert oder die Hubgeschwindigkeit vergrößert. Dann wird mit dem gleichen Werkzeug die Bohrung nochmals bearbeitet, wobei sich jetzt aufgrund der höheren Hubgeschwindigkeit im Verhältnis zur Drehzahl ein größerer Winkel der Honspuren ergibt. Beim Zurückziehen kann dafür gesorgt werden, dass sich eine kreuzende Struktur ergibt, die dann zu den gewünschten verbesserten tribologischen Eigen-

schaften führt.

[0009] Beim Rückhub kann sich aufgrund der Eigenschaften eines Dornhonwerkzeugs, das sich entspannt, die Möglichkeit ergeben, dass der Abtrag tiefer wird als die Honspuren des

Vorwärtshubs. Dadurch kann unter Umständen die Gefahr bestehen, dass keine Kreuzstruktur entsteht. Um diese Gefahr unter allen Umständen auszuschließen, kann erfindungsgemäß in Weiterbildung vorgesehen sein, dass das Werkzeug vor dem Rückhub der Nachbearbeitung zurückgestellt und damit entspannt wird. Diese Rückstellung bzw. Entspannung kann so weit geschehen, dass die beim Rückhub entstehenden Honspuren die gleiche Tiefe aufweisen wie die beim Vorwärtshub entstandenen.

[0010] Es ist aber ebenfalls möglich und wird von der Erfindung vorgeschlagen, die Nachbearbeitung mit mehreren insbesondere schnellen Hübten durchzuführen, so dass dann aufgrund der mehreren Hübten auch Kreuzstrukturen gleicher Tiefe entstehen.

[0011] Dabei kann vorgesehen sein, das Werkzeug weiter zuzustellen, um die vorher entstandenen Spuren mit Sicherheit zu überdecken.

[0012] Es ist ebenfalls möglich, schon beim Abwärtshub den Abtrag so gering zu gestalten, dass bei festem Werkzeug im Aufwärtshub nicht alle Spuren des Abwärtshubs abgetragen werden.

[0013] In nochmaliger Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass anschließend an die Nachbearbeitung eine nochmalige Nachbearbeitung erfolgt, bei der die Spitzen der Oberflächenstruktur geglättet werden. Dies bildet eine Art Plateaubearbeitung, um eine bestimmte Tragstruktur herstellen zu können.

[0014] Für diese Glättung kann erfindungsgemäß das gleiche Werkzeug wie für die vorhergehende Nachbearbeitung verwendet werden.

[0015] Es ist aber ebenfalls möglich und wird von der Erfindung vorgeschlagen, dass die Glättung der Spitzen mit Hilfe eines anderen Werkzeugs mittels Dornhonen oder Normalhonen erfolgen kann.

[0016] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorzüge der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, den Patentansprüchen, deren Wortlaut durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht wird, sowie an Hand der Zeichnung. Hierbei zeigen:

Fig. 1 schematisch den Querschnitt durch eine Bohrung vor Beginn der von der Erfindung vorgeschlagenen Honbearbeitung;

Fig. 2 den Zustand der Bohrung nach dem ersten Hub;

Fig. 3 den Zustand der Bohrung nach dem ersten Rückhub;

Fig. 4 den Zustand der Bohrung nach dem ersten

Hub der Nachbearbeitung;

Fig. 5 den Zustand der Bohrung nach Beendigung der Nachbearbeitung.

[0017] Figur 1 zeigt schematisch den Querschnitt durch ein Werkstück 1 mit einer darin enthaltenen Bohrung 2. Die Bohrung 2 ist durch einen vorhergehenden Bearbeitungsschritt entstanden und durch Schleifen, Drehen oder ein sonstiges Bearbeitungsverfahren auf ein gewisses Maß gebracht worden. Die Bohrung 2 soll nun in ihrer Struktur geglättet und auf das endgültige Fertigmaß gebracht werden. Hierzu wird ein angedeutetes Honwerkzeug 3 verwendet, bei dem es sich um ein Dornhonwerkzeug handelt. Dieses Werkzeug 3 enthält eine vordere leicht konische Schneidzone 4, die in der schematischen Darstellung stark übertrieben dargestellt ist. Das Werkzeug 3 wird mit hoher Drehzahl und niedriger Hubgeschwindigkeit durch die Bohrung 2 hindurch bewegt. Dadurch erfolgt ein Abtrag der Wand der Bohrung 2, also der Oberfläche. Die Bohrung vergrößert sich in ihrem Durchmesser und weist nach dem Durchgang des Werkzeugs 3 eine Oberflächenstruktur mit Honspuren 5 auf. Der Zustand nach dem ersten Durchgang des Werkzeugs 3 durch die Bohrung 2 ist in Figur 2 dargestellt. Die Honspuren 5 verlaufen fast parallel zu der Oberfläche 6 des Werkstücks 1 oder anders ausgedrückt fast senkrecht zur Drehachse des Honwerkzeugs 3. Dieser nur geringfügig von Null abweichende Winkel ergibt sich aus der hohen Drehzahl des Werkzeugs im Verhältnis zur Hubgeschwindigkeit.

[0018] Nach dem ersten Durchfahren der Bohrung 2 wird das Werkzeug 3 dann wieder zurückgezogen, so dass es die in Figur 3 dargestellte Position einnimmt. Beim Zurückziehen werden neue Honspuren 5 erzeugt, die infolge der geschilderten Kinematik wiederum sehr flach verlaufen. Sie weisen jedoch jetzt eine andere Orientierung auf, da die beim Zurückziehen entstehenden Honspuren im dargestellten Beispiel tiefer sind als sie vorher erzeugten Honspuren. Dadurch bleiben nur die beim Rückhub entstandenen Honspuren sichtbar. Bis zu dieser Stelle entspricht das Honverfahren einem herkömmlichen Dornhonverfahren.

[0019] Nun wird in einem sich daran anschließenden Nachbearbeitungsvorgang die Drehzahl des Honwerkzeugs 3 verringert und/ oder seine Hubgeschwindigkeit vergrößert. Nach dem ersten Hub dieser Nachbearbeitung entsteht das in Figur 4 dargestellte Bild der Honspuren 5, die jetzt unter einem viel größeren Winkel verlaufen. Dieser Winkel entspricht dem Winkel bei einem herkömmlichen normalen Honverfahren, das mit vielen Hüben arbeitet. Zur Erzeugung dieser jetzt vorhandenen Struktur der Honspuren reicht jedoch ein einziger Hub aus, da der Abtrag des Materials in dem vorhergehenden Arbeitsgang mit Hilfe des Dornhons bereits erfolgte.

[0020] Das Werkzeug 3 muss nun wieder durch die Bohrung 2 zurückgezogen werden. Durch eine geringen

Durchmesserdiffereenz zwischen Werkzeug und Werkstück entsteht hier eine geringe Eindringtiefe der Schneidkörner. Die Spuren des vorhergehenden Abwärtshubes bleiben erhalten. Die geringe Durchmesserdiffereenz kann unter Umständen dadurch erreicht werden, dass das Werkzeug etwas entspannt wird, so dass sich sein Außendurchmesser leicht verringert. Dadurch wird es möglich, dass die beim Zurückziehen entstehenden Honspuren die gleiche Tiefe aufweisen können wie die vorher beim Vorwärtshub entstandenen Honspuren, die in Figur 4 dargestellt sind. Es ergibt sich also eine Struktur der Honspuren, wie sie in Figur 5 nach dem Zurückziehen des Honwerkzeugs dargestellt sind.

[0021] Die Erfindung vereint die Vorteile des Dornhons mit den Vorteilen des normalen Honens. Die Vorteile des Dornhons wie eine hohe Zylinderformgenauigkeit, geringe Werkzeugkosten, geringe Maschinenkosten und geringe Bearbeitungs- und Nebenzeiten können mit einer tribologisch geeigneten Oberflächeneigenschaft, wie sie mit Hilfe des normalen Honens erreicht werden können, verbunden werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bearbeiten der Oberfläche einer Bohrung (2), mit folgenden Verfahrensschritten:
 - 1.1 die Bohrung (2) wird mit einem Dornhonwerkzeug mit mindestens einem Hub und einem Rückhub bearbeitet,
 - 1.2 bei mindestens einem Hub bzw. Rückhub wird das Verhältnis von Hubgeschwindigkeit zu Drehzahl des Werkzeugs (3) gegenüber dem beim Dornhonen üblichen Verhältnis vergrößert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem schon beim ersten Hub das Verhältnis von Hubgeschwindigkeit zur Drehzahl des Werkzeugs (3) gegenüber dem beim Dornhonen üblichen Verhältnis vergrößert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der erste Hub mit einem beim Dornhonen üblichen Verhältnis von Hubgeschwindigkeit zu Drehzahl des Werkzeugs (3) durchgeführt wird, während beim ersten Rückhub das Verhältnis vergrößert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem nach dem Zurückziehen des Werkzeuges (3) aus der Bohrung (2) das Verhältnis von Hubgeschwindigkeit zu Drehzahl des Werkzeuges (3) vergrößert und die Bohrung (2) mit mindestens einem Hub und einem Rückhub nachbearbeitet wird.
5. Verfahren nach der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Werkzeug (3) vor dem Rückhub der

Nachbearbeitung auf ein kleineres Maß zurückgestellt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem in der Nachbearbeitung mehrere Hube durchgeführt werden. 5
7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem vor oder während der Nachbearbeitung mit der höheren Geschwindigkeit eine Zustellung des Honwerkzeugs erfolgt. 10
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem anschließend an die Nachbearbeitung die Spitzen der Oberflächenstruktur geglättet werden. 15
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem die Glättung der Spitzen der Oberflächenstruktur mit Hilfe des gleichen Werkzeugs (3) wie die vorherige Bearbeitung erfolgt. 20
10. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem die Glättung der Spitzen der Oberflächenstruktur mit Hilfe eines anderen Werkzeugs erfolgt. 25
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Dornhonen höchstens drei Hube und drei Rückhube umfasst. 30

35

40

45

50

55

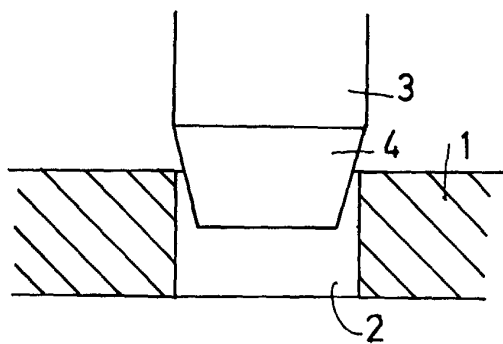


FIG. 1

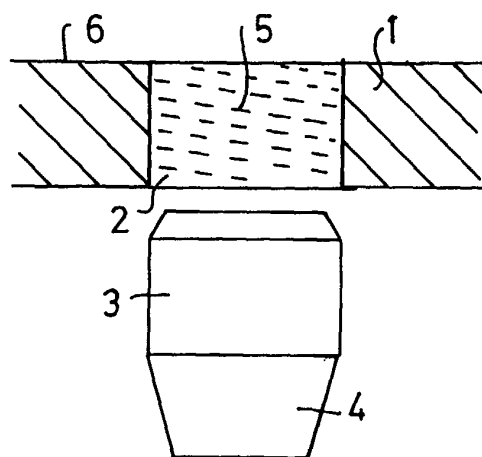


FIG. 2

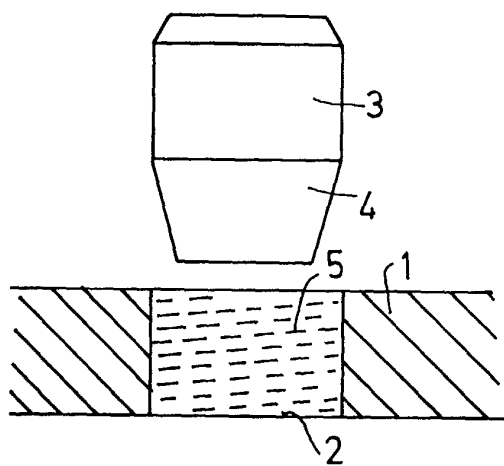


FIG. 3

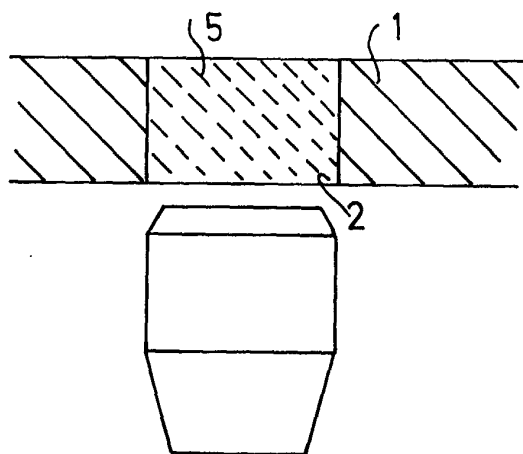


FIG. 4

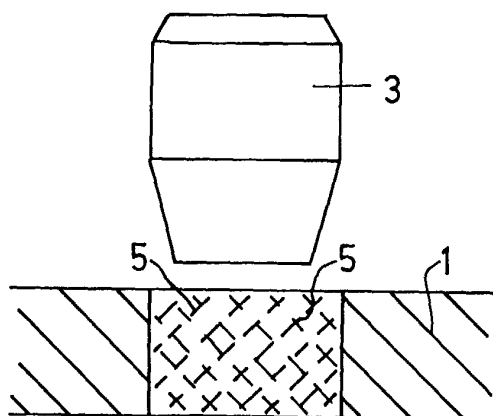


FIG. 5