

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 491/2012
(22) Anmeldetag: 23.04.2012
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2014

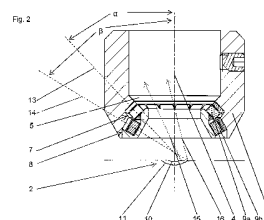
(51) Int. Cl. : **G01N 3/42** (2006.01)
G02B 21/00 (2006.01)
G02B 21/06 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 1445598 A2 DE 10320915 A1
FR 2688320 A1

(73) Patentinhaber:
QNESS GMBH
5440 GOLLING AN DER SALZACH (AT)

(54) **Beleuchtungsvorrichtung**

(57) Bei einer Vorrichtung zum Messen der Härte von Objekten (2), vorzugsweise zum Messen der Härte nach Brinell, mit einer Optik mit einer optischen Achse (4), sind um die optische Achse (4) wenigstens zwei Reihen (7, 8) von Beleuchtungseinrichtungen ringförmig angeordnet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen der Härte von Objekten, vorzugsweise zum Messen der Härte nach Brinell, mit einer Optik mit einer optischen Achse.

[0002] Bei einer solchen Vorrichtung wird zunächst unter definierten Bedingungen ein Eindruck im zu prüfenden Material erzeugt. Die Bestimmung der Härte erfolgt dann durch das Vermessen des erzeugten Eindrucks. Beim Messen der Härte nach Brinell wird dazu der Durchmesser eines näherungsweise kreisrunden Eindrucks vermessen.

[0003] Damit man den Durchmesser des Eindrucks vermessen kann, benötigt man eine Beleuchtung, um den Abdruck in einem Mikroskop sichtbar zu machen. Im Normalfall ist die Beleuchtung als Auflicht gestaltet, d. h. die Lichtstrahlen treffen in einem Winkel von ca. 90° zur Probenoberfläche auf. Der Großteil der Lichtstrahlen außerhalb des Eindrucks wird wieder in die Optik reflektiert, so dass dieser Bereich weiß erscheint, wogegen ein Großteil der Lichtstrahlen im Eindruck zur Seite reflektiert wird und nicht mehr in die Optik trifft, so dass dieser Bereich schwarz erscheint. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die Auflichtbeleuchtung bei tiefen Brinelleindrücken in weiches Material das Prüfergebnis verfälscht. Die Ursache ist eine Aufwerfung des Materials aufgrund der Materialverdrängung zum Rand des Eindrucks hin. Das hat zur Folge, dass die Lichtstrahlen auch noch außerhalb des eigentlichen Eindrucks, der in der Ebene der Werkstückoberfläche endet, zur Seite reflektiert werden, da der Eindruck durch die Aufwerfung praktisch tiefer wird. Zwar verläuft der durch die Aufwerfung entstehende Wall flacher als die Kugelkalotte des Eindrucks, aber bei Auflicht erscheint dieser dennoch schwarz, allenfalls grau. Daher wird ein zu großer Eindruck erkannt u. vermessen.

[0004] Die EP 1 445 598 A schlägt zur Lösung dieses Problems vor, die Beleuchtung auf Ringlicht bzw. Dunkelfeldbeleuchtung zu ändern, wie dies bei Mikroskopen schon länger bekannt ist. Dabei wird das Licht über Spiegel von außen bzw. seitlich auf den Eindruck gelenkt.

[0005] Jedoch hat jede Art von Ringlicht, egal ob es über Spiegel oder direkt auf den Eindruck gelangt, den Nachteil, dass es immer nur für einen eingeschränkten Härtebereich geeignet ist, da sich der Einfallswinkel und Reflexionswinkel am Rand des Eindrucks zwischen weichen und härteren Materialien aufgrund der unterschiedlich großen und tiefen Eindrücke verändert und somit eine Lichteinstellung nur für einen eingeschränkten Härtebereich verwendbar ist.

[0006] Dieses Problem kann dadurch gelöst werden, dass der Einfallswinkel verändert wird. Das geschieht im Stand der Technik durch manuelles Verschieben des Ringlichtes hin oder weg zur Probenoberfläche. Der Nachteil ist, dass dies zum einen per Hand erfolgen muss und zum anderen noch bevor der Eindruck ausgewertet wird, also bereits eine Schätzung über den zu erwartenden Härtewert vorliegen muss. Dieser Vorgang kann nach dem derzeitigen Stand der Technik auch nicht automatisiert werden.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, den präzise messbaren Härtebereich für Dunkelfeldbeleuchtung zu vergrößern, ohne eine manuelle Justierung der Beleuchtung vornehmen zu müssen.

[0008] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art, die dadurch gekennzeichnet ist, dass um die optische Achse wenigstens zwei Reihen von Beleuchtungseinrichtungen ringförmig angeordnet sind, die beide vorzugsweise gleichzeitig in Betrieb sind.

[0009] Unter Beleuchtungseinrichtungen wird im Sinne der Erfindung alles verstanden, was Licht auf ein Prüfobjekt bzw. einen darin erzeugten Eindruck werfen kann. Bei einer direkten Beleuchtung können dies also ringförmig um die optische Achse angeordnete Reihen von Leuchtmitteln, beispielsweise LED, sein. Bei einer indirekten Beleuchtung können aber beispielsweise auch durchgehend gebogene oder in mehrere Sektionen unterteilte Spiegel

vorgesehen sein, die das Licht einer oder mehrerer ringförmig angeordneter Lichtquellen auf das Prüfobjekt umlenken.

[0010] Die Anzahl der Lichtquellen oder Spiegelsegmente ist dabei für die Funktionalität weitgehend unerheblich, solange diese im Wesentlichen auf einem Kreis angeordnet sind. Allerdings hat sich, vor allem im Hinblick auf eine mögliche automatisierte bzw. elektronische Auswertung der erfassten Daten, gezeigt, dass eine möglichst gleichförmige Ausleuchtung des Eindrucks mit wenigstens vier, vorzugsweise mehr, Beleuchtungseinrichtungen, welche mit einer geringeren Anzahl von Spiegelsegmenten oder Leuchtmitteln nicht einwandfrei erreicht werden kann, zu bevorzugen ist.

[0011] Erfindungsgemäß wird also nicht wie bisher eine einzige ringförmige Beleuchtungseinrichtung, beispielsweise eine LED-Reihe, zur Probenoberfläche angeordnet, sondern beispielsweise zwei Reihen übereinander, die im Betrieb vorzugsweise gleichzeitig eingeschaltet sind. Somit entstehen wenigstens zwei verschiedene (ein flacherer u. ein steilerer) Einfallswinkel von Licht auf den Eindruck. Für hartes Material (flachere Eindrücke) treffen die Lichtstrahlen von der oberen Reihe der Beleuchtungseinrichtungen am Rand des Eindrucks in steilerem Winkel zur Oberfläche des Prüfobjekts ein, für weiches Material (tiefere Eindrücke) von der unteren Reihe in flacheren Winkel so dass, in beiden Fällen die reflektierten Lichtstrahlen nur so wenig von der Vertikalen abweichen, dass sie noch in die Optik treffen und somit für das Auswertesystem sichtbar sind. Überraschenderweise stören die zwei oder mehr Reihen die Messung nicht sondern verbessern sie.

[0012] Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist die Beleuchtungseinrichtung ein Spiegel, wobei der Spiegel die Form einer Mantelfläche einer zur optischen Achse coaxialen Schicht eines Rotationsellipsoids, insbesondere einer Kugel, hat, wobei die Seite mit dem größeren Radius zur Vorrichtung weist und eine Spiegelfläche des Spiegels der Innenseite der Mantelfläche entspricht, und dass die Reihen Schnitten zwischen Radialebenen der optischen Achse und der Mantelfläche entsprechen. Statt der zwei Reihen weist diese Ausführungsform daher unendlich viele Reihen auf, die allerdings jeweils zu den übrigen Reihen sowohl entlang der optischen Achse um einen, gegebenenfalls unendlich kleinen, Abstand versetzt sind als auch jeweils einen unterschiedlichen Radius aufweisen. Vorteilhaft an dieser Ausführungsform ist dabei die große Anzahl an unterschiedlichen Einfallswinkeln, in denen Lichtstrahlen auf das Prüfobjekt geworfen werden.

[0013] Bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der übrigen Unteransprüche.

[0014] Die Erfindung wird in der Folge unter Bezugnahme auf die Zeichnungen weiter erläutert. Es zeigt:

[0015] Fig. 1 eine Ansicht einer Ausführungsform der Erfindung,

[0016] Fig. 2 einen Schnitt durch die Ausführungsform der Erfindung, wie sie in Fig. 1 gezeigt ist,

[0017] Fig. 3 eine Aufnahme eines Eindrucks nach dem Stand der Technik,

[0018] Fig. 4 eine Aufnahme des Eindrucks von Fig. 3 mit einer Beleuchtung mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0019] Fig. 5 eine Aufnahme eines Eindrucks nach einem alternativen Stand der Technik und

[0020] Fig. 6 einen Schnitt durch einen Eindruck.

[0021] Die Fig. 1 zeigt in schematisierter Darstellung den Messkopf 1 eines Härteprüfgerätes von unten, also von einem zu prüfenden Objekt 2 aus. Das Härteprüfgerät ist abgesehen von den erfindungsgemäßen Änderungen wie im Stand der Technik üblich ausgeführt. Es wird daher nur allgemein angeführt, dass das Härteprüfgerät ein Mittel zum Erzeugen eines Eindrucks 10, 11 im Prüfobjekt 2 aufweist sowie eine Einrichtung, mittels welcher der Messkopf

1 nach dem Erzeugen des Eindrucks über das Prüfobjekt 2 bewegt werden kann. Ein derartiges Härteprüfgerät ist beispielsweise in der AT 509 629 A dargestellt und beschrieben.

[0022] Im in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Messkopf befindet sich eine Optik mit einem Objektiv 3 mit einer optischen Achse 4, das wenigstens eine Linse 5 aufweist sowie Blenden enthalten kann. Weiters ist eine nicht dargestellte Einrichtung vorgesehen, mit welcher durch das Objektiv 3 gelangendes Licht erfasst werden kann, beispielsweise ein CCD-Chip.

[0023] Um das Objektiv 3 herum befindet sich ein Gehäuse 6, in welchem in zwei Reihen 7, 8 Leuchtmittel 9a, 9b, beispielsweise LED, ringförmig angeordnet sind. Die Leuchtmittel 9a, 9b selbst weisen Leuchtmittelachsen 13, 14 auf, die den optischen Achsen der Leuchtmittel entsprechen.

[0024] Im dargestellten Ausführungsbeispiel weisen die Leuchtmittelachsen 13 der Leuchtmittel 9a der ersten Reihe 7 zur optischen Achse 4 einen Winkel α von 48° auf und die Leuchtmittelachsen 14 der Leuchtmittel 9b der zweiten Reihe 8 einen Winkel β von 56° . So wird erreicht dass unterschiedliche tiefe Eindrücke 10, 11 hinreichend ausgeleuchtet werden.

[0025] Dies kann in alternativen oder zusätzlichen Ausführungsformen auch bewerkstelligt werden, indem die beiden Reihen 7, 8 (oder auch mehr Reihen) axial entlang der optischen Achse 4 versetzt und/oder mit unterschiedlichem Radius angeordnet sind.

[0026] Die Fig. 2 zeigt zwei als Pfeile 15, 16 dargestellte beispielhafte Lichtstrahlen in den optischen Achsen 13, 14 der jeweiligen Leuchtmittel 9a, 9b, welche am Rand der Eindrücke 10, 11 reflektiert werden. Dabei repräsentiert der erste Eindruck 10 einen Eindruck in einem härteren Material und der zweite Eindruck 11 einen Eindruck in einem weicheren Material. Man kann sehen, wie durch die unterschiedliche Positionierung der Leuchtmittel 9a, 9b sowohl von Eindrücken 10 in hartem Material als auch von Eindrücken 11 in weichem Material Licht vom Rand der Eindrücke 10, 11 in das Objektiv 3 gelangt, da durch die unterschiedlichen Einfallswinkel der Lichtstrahlen exakt bis zum Rand reflektiertes Licht von den beiden Reihen 7, 8 bei einem breiten Spektrum an unterschiedlich tiefen Eindrücken 10, 11 in die Optik 3 gelangt.

[0027] Fig. 3 zeigt eine Aufnahme eines Eindrucks mit Auflicht nach dem Stand der Technik. Die Ränder des Eindrucks sind verschwommen und daher nicht exakt zu bestimmen. Wird der Eindruck vermessen, erscheint ein Durchmesser 17 größer als der Eindruck tatsächlich ist.

[0028] Die Aufnahme in Fig. 4 zeigt den selben Eindruck, wie er mit einer Beleuchtung mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung erscheint. Der mittels dieser Aufnahme ermittelte Durchmesser 18 ist deutlich kleiner als der Durchmesser 17 von Fig. 3. Ein weiterer Vorteil der Beleuchtung mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist, dass der Rand des Eindrucks deutlich zu erkennen ist, wodurch dieser eindeutig und wiederholbar automatisiert, beispielsweise von einer Bilderkennungssoftware, vermessen werden kann.

[0029] Die Fig. 5 zeigt eine weitere Aufnahme mit einer Beleuchtung nach dem Stand der Technik, mit einem einfachen Ringlicht. Man sieht die Verbesserung gegenüber Aufnahmen mit Auflicht gemäß Fig. 3, allerdings sind keine deutlichen Ränder gegeben, die für eine elektronische Auswertung geeignet wären, weil der Durchmesser 22 zwar dem korrekten Durchmesser entspricht aber der Ring nur sehr dünn ist und durch einen unregelmäßigen grauen Ring vom gut ausgeleuchteten inneren Ring getrennt ist und daher nicht von einer Auswertungssoftware korrekt erkannt wird.

[0030] Die Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch einen beispielhaften Eindruck 19. Dabei erkennt man deutlich die der Erfindung zugrunde liegende Problemstellung. Durch Materialverdrängung entsteht beim Erzeugen des Eindrucks an dessen Rand eine Aufwerfung 20. Diese Aufwerfung 20 lässt den Eindruck 19 tiefer erscheinen als er in der Ebene der Oberfläche 21 des Prüfobjekts 2 tatsächlich ist. Mit einer herkömmlichen Beleuchtung mit Auflicht wird daher ein größerer Durchmesser 17 ermittelt. Eine erfindungsgemäße Beleuchtung hingegen

zeigt den tatsächlichen Durchmesser 18 des Eindrucks 19 und nicht einen Durchmesser 17 auf der Aufwerfung 20.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Messen der Härte von Objekten (2), vorzugsweise zum Messen der Härte nach Brinell, mit einer Optik mit einer optischen Achse (4), **dadurch gekennzeichnet**, dass um die optische Achse (4) wenigstens zwei Reihen (7, 8) von Beleuchtungseinrichtungen ringförmig angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reihen (7, 8) koaxial angeordnet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Reihe (7) von Beleuchtungseinrichtungen in Richtung der optischen Achse (4) gegenüber der zweiten Reihe (8) von Beleuchtungseinrichtungen versetzt ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beleuchtungseinrichtungen der ersten Reihe (7) von der optischen Achse (4) einen kleineren Abstand aufweisen als die Beleuchtungseinrichtungen der zweiten Reihe (8).
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beleuchtungseinrichtungen Leuchtmittel (9a, 9b), beispielsweise LED, sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5 **dadurch gekennzeichnet**, dass erste Leuchtmittelachsen (13) von Leuchtmitteln (9a) der ersten Reihe (7) und zweite Leuchtmittelachsen (14) von Leuchtmitteln (9b) der zweiten Reihe (8) jeweils unterschiedliche Winkel zur optischen Achse (4) aufweisen, dass die erste Leuchtmittelachsen (13) von Leuchtmitteln (9a) der ersten Reihe (7) zur optischen Achse (4) einen Winkel von 45° bis 50° , vorzugsweise von 48° , aufweisen und dass die zweiten Leuchtmittelachsen (14) von Leuchtmitteln (9b) der zweiten Reihe (8) zur optischen Achse (4) einen Winkel von 55° bis 60° , vorzugsweise von $56,2^\circ$, aufweisen.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Beleuchtungseinrichtung wenigstens ein Spiegel vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei Spiegel vorgesehen sind und dass die Spiegel Flachspiegel mit zur optischen Achse (4) ausgerichteten Spiegelflächen sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei Spiegel vorgesehen sind und dass die Spiegel die Form eines Kegelstumpfes koaxial zur optischen Achse (4) haben, wobei die Seite des Kegelstumpfes mit dem größeren Radius zur Vorrichtung weist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9 **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei Spiegel vorgesehen sind und dass erste Oberflächen-Normalen von wenigstens einem Spiegel der ersten Reihe (7) und zweite Oberflächen-Normalen von wenigstens einem Spiegel der zweiten Reihe (8) jeweils unterschiedliche Winkel zur optischen (4) Achse aufweisen.
11. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spiegel die Form einer Mantelfläche einer zur optischen Achse (4) koaxialen Schicht eines Rotationsellipsoids, insbesondere einer Kugel, hat, wobei die Seite mit dem größeren Radius zur Vorrichtung weist und eine Spiegelfläche des Spiegels der Innenseite der Mantelfläche entspricht, und dass die Reihen Schnitten zwischen Radialebenen der optischen Achse (4) und der Mantelfläche entsprechen.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

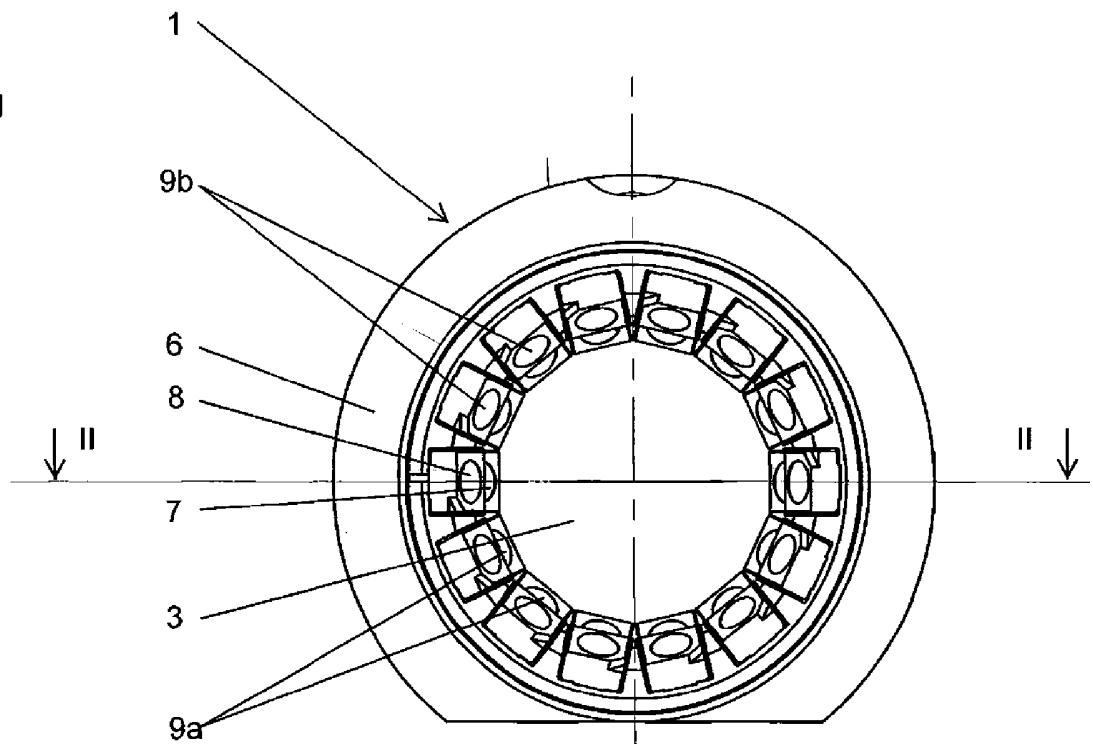


Fig. 2

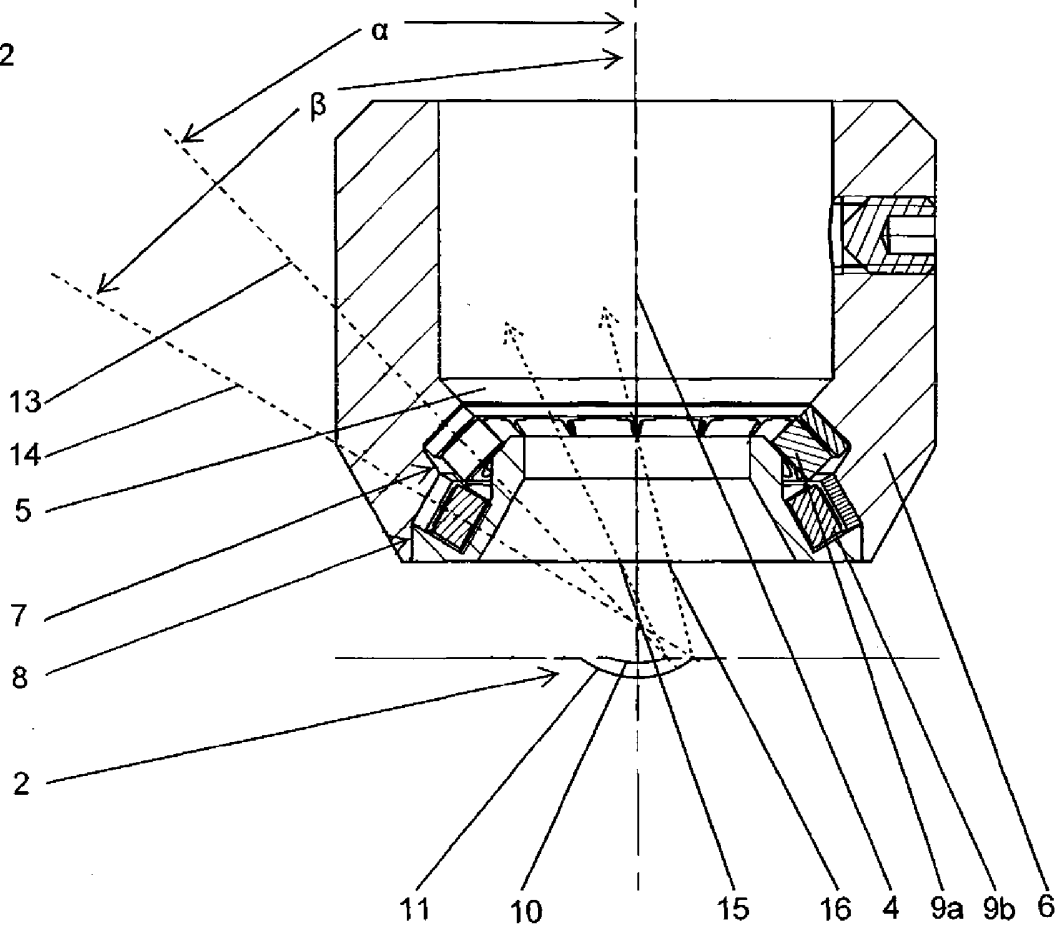


Fig. 3

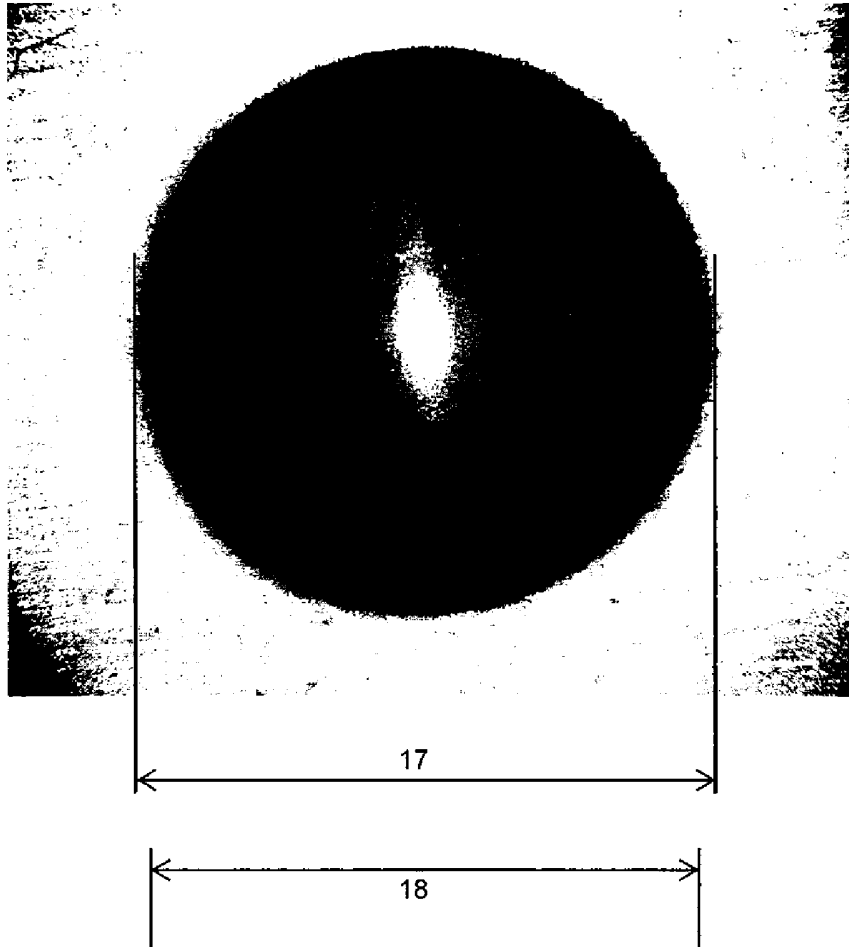


Fig. 4

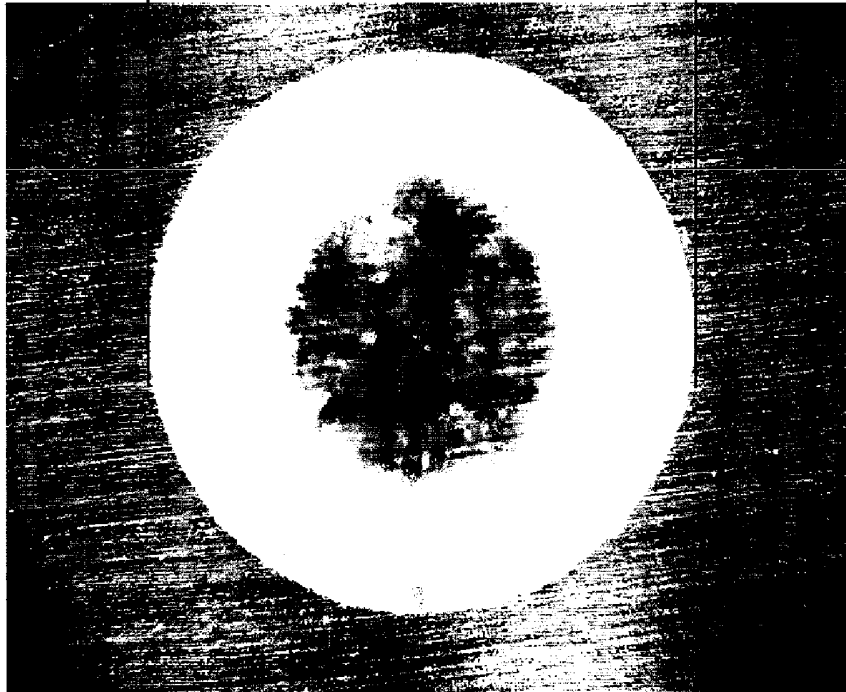


Fig. 5

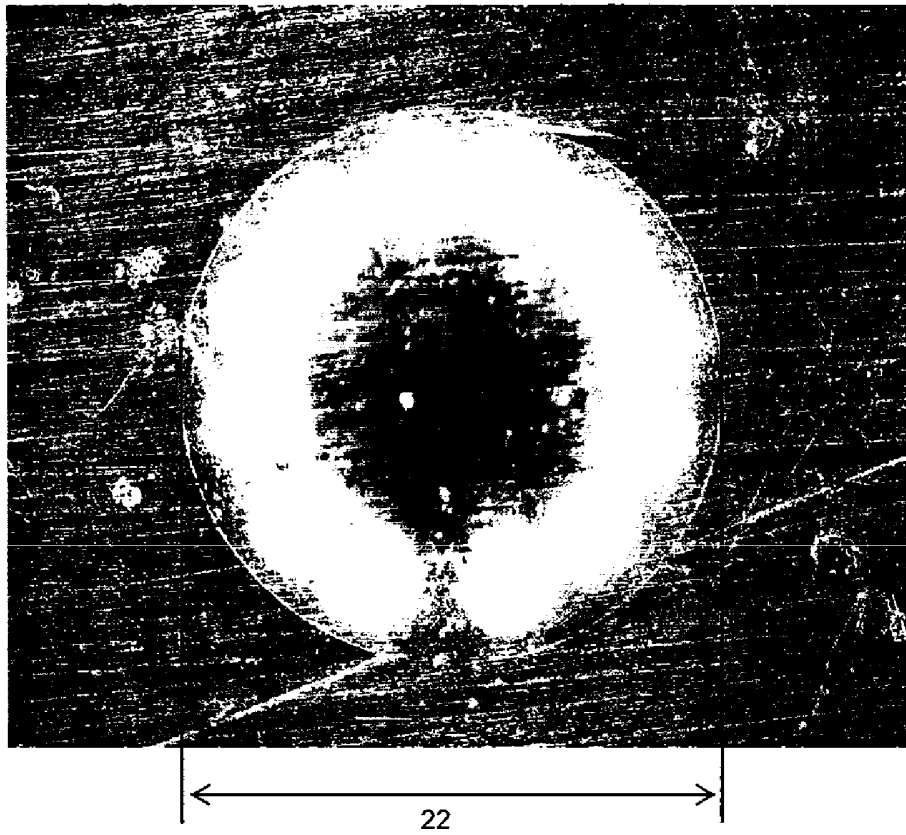


Fig. 6

