



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 60 2004 007 797 T2 2008.04.30

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 628 806 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 60 2004 007 797.6

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/IB2004/001747

(96) Europäisches Aktenzeichen: 04 735 052.5

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2004/106003

(86) PCT-Anmeldetag: 27.05.2004

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: 09.12.2004

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 01.03.2006

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 25.07.2007

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 30.04.2008

(51) Int Cl.⁸: B24D 17/00 (2006.01)

B24D 18/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

200304096 27.05.2003 ZA
200308698 07.11.2003 ZA

(73) Patentinhaber:

Element Six (PTY) Ltd., Springs, ZA

(74) Vertreter:

Mitscherlich & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 80331 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, TR

(72) Erfinder:

LANCASTER, Brett, Sunward Park, 1470
Boksburg, ZA; ROBERTS, Bronwyn Annette, 2193
Parkhurst, ZA; PARKER, Imraan, 7764 Cape Town,
ZA; TANK, Klaus, 2001 Johannesburg, ZA;
ACHILLES, Roy Derrick, 2007 Bedfordview, ZA;
VAN DER RIET, Clement David, 1609 Edenglen, ZA

(54) Bezeichnung: POLYKRISTALLINE ABRASIVE DIAMANTSEGMENTE

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 eingelebt, 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**Hintergrund der Erfindung**

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf polykristalline abrasive Diamantsegmente bzw. -elemente.

[0002] Polykristalline abrasive Diamantsegmente, auch bekannt als polykristalline Diamantkomplexe (PDC), umfassen eine Schicht aus polykristallinem Diamant (PCD), die im Allgemeinen mit einem Sinterkarbidsubstrat verbunden ist. Solche abrasiven Segmente werden bei einer großen Vielfalt von Bohr-, Abrasions-, Schneid-, Abzieh- und weitere solchen Anwendungen verwendet. PCD abrasive Segmente werden insbesondere als Schneideeinsätze oder Segmente in Bohrkronen verwendet.

[0003] Polykristalliner Diamant ist extrem hart und stellt ein exzellentes verschleißfestes Material bereit. Im Allgemeinen steigt die Verschleißfestigkeit des polykristallinen Diamanten mit der Packungsdichte der Diamantpartikel und dem Bindungsgrad zwischen den Partikeln. Die Verschleißfestigkeit steigt auch mit struktureller Homogenität und einer Verringerung der durchschnittlichen Diamantkorngröße. Dieser Anstieg in Verschleißfestigkeit ist wünschenswert, um bessere Lebensdauern der Schneiden zu erzielen. Wenn aber das PCD-Material verschleißfester gemacht wird, wird es typischerweise spröder und bruchanfälliger. PCD-Segmente, die für eine verbesserte Verschleißleistung ausgelegt wurden, werden daher dazu neigen, eine beeinträchtigte oder verringerte Festigkeit gegenüber Absplittern zu haben.

[0004] Durch Splitterverschleiß kann die Schneideeffizienz der Schneideeinsätze rapide verringert werden, und in Folge dessen verlangsamt sich die Eindringgeschwindigkeit der Bohrkrone in die Formation. Sobald das Absplittern beginnt, steigt das Maß der Schädigung an der Platte kontinuierlich als ein Ergebnis der erhöhten Normalkraft, die nun erforderlich ist, um die geforderte Schnitttiefe zu erreichen. Daher kann, wenn eine Schneidenschädigung auftritt und die Eindringgeschwindigkeit der Bohrkrone abnimmt, die Antwort auf das erhöhte Gewicht auf die Krone schnell zu weiterer Abnutzung und letztendlich zu katastrophalem Ausfall des abgesplittenen Schneidesegmentes führen.

[0005] Die JP 59-219500 lehrt, dass die Leistung von PCD-Werkzeugen verbessert werden kann, indem eine Eisenmetall bindende Phase in einem Umfang entfernt wird, der sich bis zu einer Tiefe von zumindest 0,2 mm von der Oberfläche eines gesinterten Diamantkörpers erstreckt.

[0006] Ein PCD-Schneidesegment wurde kürzlich auf dem Markt eingeführt, das eine stark verbesserte Lebensdauer der Schneide haben soll, indem die Verschleißfestigkeit erhöht wurde, ohne Verlust der Schlagfestigkeit. Die US-Patente US 6,544,308 und 6,562,462 beschreiben die Herstellung und das Verhalten solcher Schneiden. Das PCD-Schneidesegment ist inter alia durch einen der Schneideoberfläche benachbarten Bereich gekennzeichnet, der im Wesentlichen frei von katalysierendem Material ist. Katalysierende Materialien für polykristallinen Diamant sind im Allgemeinen Übergangsmetalle, wie beispielsweise Kobalt oder Eisen.

[0007] Typischerweise wird die metallische Phase unter Verwendung einer Säurelösung oder einer anderen vergleichbaren chemischen Technologie, um die metallische Phase auszulösen, entfernt. Das Entfernen der metallischen Phase kann sehr schwierig zu steuern sein und kann in einer Beschädigung der hoch angreifbaren Grenzflächenregion zwischen der PCD-Schicht und dem darunter liegenden Karbitsubstrat resultieren. Zusätzlich ist in vielen Fällen das Substrat anfälliger für einen Säureangriff als die PCD-Platte selbst, und ein Säureschädigung an der metallischen Phase in diesem Bauteil macht die Schneide nutzlos oder beeinträchtigt sie stark bei der Anwendung. Maskierungstechnologien werden eingesetzt, um den Großteil der PCD-Platte (wo Lösen nicht erforderlich ist) und des Karbitsubstrates zu schützen, aber diese sind nicht immer erfolgreich, besonders unter ausgedehnten Behandlungszeitspannen.

[0008] Die US-Patente 6,544,308 und 6,562,462 lehren, dass die beste Reaktion auf das Lösen der PCD-Schicht dort erreicht wird, wo die Lösetiefe 200 µm überschreitet. Die hochdichte Natur des typischerweise verarbeiteten PCDs erfordert extreme Behandlungsbedingungen und/oder Zeitspannen, um diese Lösetiefe zu erreichen. In vielen Fällen stellen die vorhandenen Maskierungstechnologien keinen ausreichenden Schutz vor Schädigung für alle Einheiten, die der Behandlung unterzogen werden, bereit.

[0009] Um PCD abrasive Segmente mit größerer Verschleißfestigkeit als jene zuvor erörterten, im Stand der Technik beanspruchten, bereitzustellen, wird beabsichtigt, ein Gemisch aus Diamantpartikeln, die sich in ihrer durchschnittlichen Partikelgröße unterscheiden, bei der Herstellung der PCD-Schichten bereitzustellen. Die US-Patente 5,505,748 und 5,468,268 beschreiben die Herstellung von solchen PCD-Schichten.

[0010] Die US 4,255,165, die als der nächstliegende Stand der Technik betrachtet wird, offenbart einen Verbundkompaßkörper, der eine oder mehrere Massen aus gebundenen Partikeln, einschließlich Diamant, umfasst, die zwischen zwei Massen aus Sinterkarbit, das an die Partikelmassen gebunden ist, eingelegt oder eingekapselt sind. Eine metallische Phase in den Partikelmassen erstreckt sich kontinuierlich in und über die Karbitmasse und die Partikelmassen. Die kontinuierliche metallische Phase bindet auch die zwei Massen zusammen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein polykristallines abrasives Diamantsegment bereitgestellt, insbesondere ein Schneidesegment, das eine Platte aus polykristallinem Diamant mit einer Arbeitsoberfläche umfasst und das entlang einer Grenzfläche an ein Substrat, insbesondere einem Sinterkarbitsubstrat, gebunden ist, wobei das polykristalline abrasive Diamantsegment dadurch gekennzeichnet ist, dass:

- i. die Grenzfläche nicht planar ist;
- ii. der polykristalline Diamant eine hohe Verschleißfestigkeit aufweist; und
- iii. der polykristalline Diamant einen Bereich benachbart zu der Arbeitsoberfläche aufweist, der arm an katalysierendem Material ist, und einen Bereich, der reich an katalysierendem Material ist, wobei der Bereich, der arm an katalysierendem Material ist, sich bis zu einer Tiefe von etwa 40 bis etwa 90 µm von der Arbeitsoberfläche erstreckt.

[0012] Die polykristalline Diamantplatte kann in Form einer einzelnen Schicht vorliegen, die eine hohe Verschleißfestigkeit besitzt. Dies kann erreicht werden und wird vorzugsweise dadurch erreicht, indem der polykristalline Diamant aus einer Masse aus Diamantpartikeln hergestellt wird, die zumindest drei und vorzugsweise zumindest fünf unterschiedliche Partikelgrößen haben. Die Diamantpartikel in diesem Gemisch aus Diamantpartikeln sind vorzugsweise fein.

[0013] Die durchschnittliche Partikelgröße der Schicht aus polykristallinem Diamant liegt vorzugsweise bei weniger als 20 µm, obwohl sie neben der Arbeitsoberfläche vorzugsweise weniger als 15 µm beträgt. Bei einem polykristallinen Diamant sind die individuellen Diamantpartikel in einem großen Ausmaß mit benachbarten Partikeln über Diamantbrücken oder -hälse verbunden. Die individuellen Diamantpartikel behalten ihre Identität oder haben allgemein verschiedene Orientierungen. Die durchschnittliche Partikelgröße dieser individuellen Diamantpartikel kann unter Verwendung von Bildanalysetechniken bestimmt werden. Die Bilder werden mit dem Rasterelektronenmikroskop aufgenommen und unter Verwendung von Standardbildanalysetechniken analysiert. Aus diesen Bildern ist es möglich, eine repräsentative Diamantpartikelgrößenverteilung für den gesinterten Kompaktkörper zu entnehmen.

[0014] Die Platte aus polykristallinem Diamant kann Bereiche haben, die sich voneinander in ihrer anfänglichen Mischung aus Diamantpartikeln unterscheiden. So gibt es vorzugsweise eine erste Schicht, die Partikel mit zumindest fünf unterschiedlichen durchschnittlichen Partikelgrößen enthält, auf einer zweiten Schicht, die Partikel mit zumindest vier unterschiedlichen durchschnittlichen Partikelgrößen aufweist.

[0015] Die polykristalline Diamantplatte weist einen Bereich neben der Arbeitsoberfläche auf, der arm an katalysierendem Material bis zu einer Tiefe von etwa 40 bis zu etwa 90 µm ist. Allgemein ist dieser Bereich im Wesentlichen frei von katalysierendem Material.

[0016] Die polykristalline Diamantplatte weist auch einen Bereich auf, der reich an katalysierendem Material ist. Das katalysierende Material ist als ein Sinterungsmittel bei der Herstellung der polykristallinen Diamantplatte vorhanden. Jedes Diamant katalysierende, dem Stand der Technik bekannte, Material kann verwendet werden. Bevorzugte katalysierende Materialien sind Übergangsmetalle der Gruppe VIII, wie zum Beispiel Kobalt und Nickel. Der Bereich, der reich an katalysierendem Material ist, hat im Allgemeinen eine Grenzfläche mit dem Bereich, der arm an katalysierendem Material ist, und erstreckt sich bis zu der Grenzfläche mit dem Substrat.

[0017] Der Bereich, der reich an katalysierendem Material ist, kann selbst einen oder mehrere Bereiche umfassen. Die Bereiche können sich in der durchschnittlichen Partikelgröße unterscheiden sowie in der chemischen Zusammensetzung. Diese Bereiche, wenn sie vorgesehen sind, liegen im Allgemeinen, jedoch nicht ausschließlich, in Ebenen, die parallel zu der Arbeitsoberfläche der polykristallinen Diamantschicht liegen. In einem anderen Beispiel können die Schichten rechtwinklig zu der Arbeitsoberfläche angeordnet sein, dass heißt, in konzentrischen Ringen.

[0018] Die polykristalline Diamantplatte hat typischerweise eine maximale gesamte Dicke von etwa 1 bis etwa 3 mm, vorzugsweise etwa 2,2 mm, wie an der Kante des Schneidewerkzeugs gemessen. Die Dicke der PCD-Schicht variiert signifikant unterhalb dieses Werts durch den Körper der Schneide als eine Funktion der Grenzschicht mit der nicht-planaren Grenzfläche.

[0019] Die Grenzfläche zwischen der polykristallinen Diamantplatte und dem Substrat ist nicht planar und besitzt vorzugsweise eine kreuzförmige Konfiguration. Die nicht-planare Grenzfläche ist in einer Ausführungsform dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Stufe an der Peripherie des abrasiven Segmentes aufweist, die einen Ring definiert, der sich um zumindest einen Teil der Peripherie des abrasiven Segmentes und in das Substrat hinein erstreckt, und dass sie eine kreuzförmige Ausnehmung aufweist, der sich in das Substrat hinein erstreckt und den peripheralen Ring schneidet. Die kreuzförmige Ausnehmung ist insbesondere in eine obere Oberfläche des Substrates und eine Bodenoberfläche des peripheralen Ringes eingeschnitten.

[0020] In einer alternativen Ausführungsform ist die nicht-planare Grenzfläche dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Stufe an der Peripherie des abrasiven Segmentes hat, das einen Ring definiert, der sich um zumindest einen Teil der Peripherie des abrasiven Segmentes und in das Substrat hinein erstreckt, und dass sie eine kreuzförmige Ausnehmung hat, der sich in das Substrat hinein erstreckt und der innerhalb der Ränder der Stufe verengt ist und den peripheralen Ring definiert. Ferner umfasst der peripherale Ring eine Vielzahl von Einbuchtungen in seiner Bodenoberfläche, wobei jede Einbuchtung benachbart zu entsprechenden Enden der kreuzförmigen Ausnehmung angeordnet ist.

[0021] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Verfahren nach Anspruch 17 zur Herstellung eines PCD-abrasiven Segmentes, wie zuvor beschrieben, die Schritte des Herstellens einer nicht verbundenen Anordnung durch zur Verfügung Stellen eines Substrates mit einer nicht-planaren Oberfläche, des Platzierens einer Masse aus Diamantpartikeln auf der nicht-planaren Oberfläche, wobei die Masse von Diamantpartikeln Partikel enthält, die zumindest drei und vorzugsweise zumindest fünf unterschiedliche durchschnittliche Partikelgrößen haben, des zur Verfügung Stellens einer Quelle an katalysierendem Material für die Diamantpartikel, des Unterwerfens einer nicht verbundenen Anordnung unter Bedingungen erhöhter Temperatur und Druck, der zur Herstellung einer polykristallinen Diamantplatte aus der Masse an Diamantpartikeln geeignet ist, wobei eine solche Platte mit der nicht-planaren Oberfläche des Substrates verbunden wird, und des Entfernen des katalysierenden Materials bis zu einer Tiefe von etwa 40 bis etwa 90 µm aus einem Bereich der polykristallinen Diamantplatte, der zu einer exponierten Oberfläche hiervon benachbart ist.

[0022] Das Substrat wird im Allgemeinen ein Sinterkarbitsubstrat sein. Die Quelle an katalysierendem Material ist im Allgemein das Sinterkarbitsubstrat. Es kann einiges zusätzliches katalysierendes Material mit den Diamantpartikeln eingemischt werden.

[0023] Die Diamantpartikel enthalten Partikel mit unterschiedlichen durchschnittlichen Partikelgrößen. Die Bezeichnung „durchschnittliche Partikelgröße“ bedeutet, dass ein großer Anteil der Partikel nahe an der Partikelgröße ist, obwohl es einige Partikel über und einige Partikel unter der spezifizierten Größe geben wird.

[0024] Das katalysierende Material wird aus einem Bereich der polykristallinen Diamantplatte, der zu einer exponierten Oberfläche hiervon benachbart ist, entfernt. Allgemein wird die Oberfläche auf einer Seite der polykristallinen Diamantplatte gegenüber zu der nicht-planaren Oberfläche sein und eine Arbeitsfläche für die polykristalline Diamantplatte bereitstellen. Das Entfernen des katalysierenden Materials kann durchgeführt werden, indem Verfahren, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, beispielsweise elektrolytisches Ätzen und Säurelösen, verwendet werden.

[0025] Die Bedingungen erhöhter Temperatur und Druck, die nötig sind, um die polykristalline Diamantplatte aus einer Masse von Diamantpartikeln herzustellen, sind aus dem Stand der Technik gut bekannt. Typischerweise liegen bei diesen Bedingungen die Drücke im Bereich von 4 bis 8 GPa und die Temperaturen im Bereich von 1.300 bis 1.700 °C.

[0026] Ferner wird gemäß der Erfindung eine Drehbohrkrone gemäß Anspruch 26 bereitgestellt, die eine Vielzahl von Schneideelementen enthält, die alle im Wesentlichen PCD-abrasive Segmente sind, wie oben beschrieben.

[0027] Es wurde entdeckt, dass die PCD-abrasiven Segmente der Erfindung eine Verschleißfestigkeit, eine Schlagfestigkeit und somit eine Schneidenlebensdauer aufweisen, die vergleichbar sind mit denen der PCD-abrasiven Segmente des Standes der Technik, während sie lediglich ungefähr 20 Prozent der Behand-

lungszeit, die bei den PCD-abrasiven Segmenten des Standes der Technik benötigt wurde, erfordern, um katalysierendes Material von der PCD-Schicht zu entfernen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0028] [Fig. 1](#) ist eine Schnittseitenansicht einer ersten Ausführungsform eines polykristallinen abrasiven Diamantsegmentes der Erfindung;

[0029] [Fig. 2](#) ist ein Grundriss des Sinterkarbitsubstrates des polykristallinen abrasiven Diamantsegmentes aus [Fig. 1](#);

[0030] [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Ansicht des Sinterkarbitsubstrates des polykristallinen abrasiven Diamantsegmentes aus [Fig. 1](#);

[0031] [Fig. 4](#) ist eine Schnittseitenansicht einer zweiten Ausführungsform eines polykristallinen abrasiven Diamantsegmentes der Erfindung;

[0032] [Fig. 5](#) ist ein Grundriss des Sinterkarbitsubstrates des polykristallinen abrasiven Diamantsegmentes aus [Fig. 4](#);

[0033] [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Ansicht des Sinterkarbitsubstrates des polykristallinen abrasiven Diamantsegmentes aus [Fig. 4](#);

[0034] [Fig. 7](#) ist ein Schaubild, das Vergleichsdaten einer ersten Reihe von vertikalen Bohrversuchen zeigt, wobei unterschiedliche polykristalline abrasive Diamantsegmente verwendet wurden; und

[0035] [Fig. 8](#) ist ein Schaubild, das Vergleichsdaten in einer zweiten Reihe von vertikalen Bohrversuchen zeigt, wobei unterschiedliche polykristalline abrasive Diamantsegmente verwendet wurden.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0036] Die polykristallinen abrasiven Diamantsegmente der Erfindung finden besonders als Schneidesegmente für Bohrkronen Anwendung. Für diese Anwendung haben sie sich als außerordentlich verschleißfest und schlagfest erwiesen. Diese Eigenschaften ermöglichen es ihnen, dass sie effektiv beim Drillen oder Bohren von unterirdischen Formationen mit hoher Druckfestigkeit eingesetzt werden.

[0037] Es werden nun Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) stellen eine erste Ausführungsform eines polykristallinen abrasiven Diamantsegmentes der Erfindung dar, und [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) stellen eine zweite Ausführungsform hiervon bereit. Bei diesen Ausführungsformen ist eine Schicht von polykristallinem Diamant mit einem Sinterkarbitsubstrat entlang einer nicht-planaren oder profilierten Grenzfläche verbunden.

[0038] Zunächst unter Bezug auf [Fig. 1](#) umfasst ein polykristallines abrasives Diamantsegment eine Schicht **10** aus polykristallinem Diamant (gezeigt in gestrichelten Linien), die mit einem Sinterkarbitsubstrat **12** entlang einer Grenzfläche **14** verbunden ist. Die polykristalline Diamantschicht **10** besitzt eine obere Arbeitsfläche **16**, die eine Schnittkante **18** aufweist. Die Kante ist als eine scharfe Kante dargestellt. Diese Kante kann auch abgeschrägt sein. Die Schnittkante **18** erstreckt sich um die gesamte Peripherie der Oberfläche **16**.

[0039] [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) stellen klarer das Sinterkarbitsubstrat dar, das in der ersten Ausführungsform der Erfindung, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, verwendet wird. Das Substrat **12** hat eine flache Bodenoberfläche **20** und eine profilierte obere Oberfläche **22**, die im Allgemeinen eine kreuzförmige Konfiguration aufweist. Die profilierte obere Oberfläche **22** besitzt die folgenden Merkmale:

- ein abgestufter peripheraler Bereich, der einen Ring **24** definiert. Der Ring **24** hat eine geneigte Oberfläche **26**, die an eine obere flache Oberfläche oder Bereich **28** der profilierten Oberfläche **22** anschließt.
- Zwei sich schneidende Nuten **30**, **32**, die eine kreuzförmige Ausnehmung definieren, die sich von einer Seite des Substrates zu der gegenüber liegenden Seite des Substrates erstrecken. Diese Nuten werden durch die obere Oberfläche **28** und auch die Bodenoberfläche **34** des Ringes **24** eingeschnitten.

[0040] Bezug nehmend nun auf [Fig. 4](#) umfasst ein polykristallines abrasives Diamantsegment einer zweiten Ausführungsform der Erfindung eine Schicht **50** aus polykristallinem Diamant (gezeigt in gestrichelten Linien),

die mit einem Sinterkarbitsubstrat 52 entlang einer Grenzfläche 54 verbunden ist. Die polykristalline Diamantschicht 50 besitzt eine obere Arbeitsfläche 56, die eine Schnittkante 58 aufweist. Die Kante ist als eine scharfe Kante dargestellt. Die Kante kann ebenso abgeschrägt sein. Die Schnittkante 58 erstreckt sich um die gesamte Peripherie der Oberfläche 56.

[0041] [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) stellen klarer das Sinterkarbitsubstrat dar, das in der zweiten Ausführungsform der Erfindung, wie in [Fig. 4](#) gezeigt, verwendet wird. Das Substrat 52 hat eine flache Bodenoberfläche 60 und eine profilierte obere Oberfläche 62. Die profilierte obere Oberfläche 62 weist folgende Merkmale auf:

- i. einen abgestuften peripheralen Bereich, der einen Ring 64 definiert. Der Ring 64 hat eine geneigte Oberfläche 66, die an eine obere flache Oberfläche oder Bereich 68 der profilierten Oberfläche anschließt.
- ii. Zwei sich schneidende Nuten 70, 72, wobei eine kreuzförmige Formation in der Oberfläche 68 gebildet wird.
- iii. Vier Aussparungen oder Einbuchtungen 74 in dem Ring 64, die an den gegenüberliegenden jeweiligen Enden der Nuten 70, 72 angeordnet sind.

[0042] Bei den Ausführungsformen der [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) weisen die polykristallinen Diamantschichten 10, 50 einen Bereich auf, der reich an katalysierendem Material ist, und einen Bereich, der arm an katalysierendem Material ist. Der Bereich, der arm an katalysierendem Material ist, erstreckt sich von der jeweiligen Arbeitsoberfläche 16, 56 in die Schicht 10, 50 bis zu einer Tiefe von etwa 60 bis 90 µm, was den Kern der Erfindung bildet. Falls die PCD-Kante abgeschrägt ist, folgt typischerweise der Bereich, der arm an katalysierendem Material ist, im Allgemeinen der Form dieser Schräge und erstreckt sich entlang der Länge der Schräge. Die Balance der polykristallinen Diamantschicht 10, 50, die sich bis zu der profilierten Oberfläche 22, 62 des Sinterkarbitsubstrates 12, 52 erstreckt, wird der Bereich sein, der reich an katalysierendem Material ist.

[0043] Im Allgemeinen wird durch Verfahren, die im Stand der Technik bekannt sind, die Schicht aus polykristallinem Diamant hergestellt und mit dem Sinterkarbitsubstrat verbunden. Danach wird das katalysierende Material von der Arbeitsoberfläche der jeweiligen Ausführungsform unter Verwendung eines aus einer Anzahl von bekannten Verfahren entfernt. Ein solches Verfahren ist die Verwendung einer heißen Mineralsäurenlösung, zum Beispiel einer heißen Salzsäurenlösung. Typischerweise liegt die Temperatur der Säure bei 110 °C, und die Auswaschzeiten liegen bei ungefähr fünf Stunden. Der Bereich der polykristallinen Diamantschicht, der nicht ausgewaschen werden soll, und das Karbitsubstrat werden auf geeignete Weise mit einem säurefesten Material maskiert.

[0044] Bei der Herstellung der oben beschriebenen polykristallinen abrasiven Diamantsegmente, und wie in den bevorzugten Ausführungsformen dargestellt, wird eine Schicht aus Diamantpartikeln, die optional mit etwas katalysierendem Material vermischt ist, auf der profilierten Oberfläche eines Sinterkarbitsubstrates angeordnet. Diese nicht verbundene Anordnung wird dann erhöhten Temperatur- und Druckbedingungen unterzogen, um einen polykristallinen Diamant aus den Diamantpartikeln zu erzeugen, der mit dem Sinterkarbitsubstrat verbunden ist. Die Bedingungen und Schritte, die benötigt werden, um dies zu erreichen, sind im Stand der Technik gut bekannt.

[0045] Die Diamantschicht umfasst ein Gemisch aus Diamantpartikeln, die sich in den durchschnittlichen Partikelgrößen unterscheiden. In einer Ausführungsform umfasst das Gemisch Partikel mit fünf unterschiedlichen durchschnittlichen Partikelgrößen wie folgt:

Durchschnittliche Partikelgröße (in Mikrometern)	Masseprozent
20 bis 25 (vorzugsweise 22)	25 bis 30 (vorzugsweise 28)
10 bis 15 (vorzugsweise 12)	40 bis 50 (vorzugsweise 44)
5 bis 8 (vorzugsweise 6)	5 bis 10 (vorzugsweise 7)
3 bis 5 (vorzugsweise 4)	15 bis 20 (vorzugsweise 16)
weniger als 4 (vorzugsweise 2)	weniger als 8 (vorzugsweise 5)

[0046] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst die polykristalline Diamantschicht zwei Schichten, die sich in ihrer Partikelmischung unterscheiden. Die erste Schicht, die der Arbeitsoberfläche benachbart ist, besitzt eine Partikelmischung des zuvor beschriebenen Typs. Die zweite Schicht, die zwischen der ersten Schicht und der profilierten Oberfläche des Substrates angeordnet ist, ist eine, bei der (i) der Großteil der Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße in dem Bereich 10 bis 100 µm aufweist und aus zumindest

drei unterschiedlichen Partikelgrößen besteht, und (ii) zumindest vier Masseprozent der Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von weniger als 10 µm aufweisen. Beide Diamantmischungen für die ersten und zweiten Schichten können auch zugemischtes Katalysatormaterial enthalten.

[0047] Ein polykristallines Diamantsegment wurde erzeugt, wobei ein Sinterkarbitsubstrat mit einer profilierten Oberfläche im Wesentlichen, wie durch [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) dargestellt, verwendet wurde. Die Diamantmischung, die bei der Herstellung der polykristallinen Diamantplatte in dieser Ausführungsform verwendet wurde, besteht aus zwei Schichten. Die Mischung der Partikel in den zwei Schichten war so, wie im Bezug auf die besonders bevorzugte obige Ausführungsform beschrieben, und besaß eine generelle Dicke von etwa 2,2 mm. Die durchschnittliche gesamte Diamantpartikelgröße wurde in der polykristallinen Diamantschicht nach dem Sintern zu 15 µm bestimmt. Dieses polykristalline Diamantschneidesegment wird als „Schneide A“ bezeichnet.

[0048] Ein zweites polykristallines Diamantsegment wurde hergestellt, indem ein Sinterkarbitsubstrat mit einer profilierten Oberfläche im Wesentlichen wie durch [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) dargestellt, verwendet wurde. Die Diamantmischung, die bei der Herstellung der polykristallinen Diamantplatte in dieser Ausführungsform verwendet wurde, bestand aus zwei Schichten. Die Partikelmischungen in den zwei Schichten war, wie sie in Bezug auf die besonders bevorzugte obige Ausführungsform beschrieben worden ist, und hatte ebenfalls eine generelle Dicke von etwa 2,2 mm. Die durchschnittliche gesamte Diamantpartikelgröße wurde in der polykristallinen Diamantschicht nach dem Sintern mit 15 µm bestimmt. Dieses polykristalline Diamantschneideelement wird als „Schneide B“ bezeichnet.

[0049] Beide polykristallinen Diamantschneideelemente A und B besaßen katalysierendes Material, in diesem Fall Kobalt, das von ihrer Arbeitsfläche entfernt wurde, um einen Bereich, der arm an katalysierendem Material ist, zu schaffen. Dieser Bereich erstreckt sich unter die Arbeitsoberfläche bis zu einer durchschnittlichen Tiefe von etwa 40 bis etwa 90 µm.

[0050] Die ausgelösten Schneideelemente A und B wurden dann in einem vertikalen Bohrversuch mit einem kommerziell erhältlichen polykristallinen Diamantschneidelement verglichen, das heißt, mit einem Bereich unmittelbar unter der Oberfläche, der arm an katalysierendem Material ist, obwohl in diesem Fall bis zu einer Tiefe von ungefähr 250 µm, in jedem Fall als „Schneide A nach Stand der Technik“ bezeichnet. Dieser Schneider besitzt nicht den hochverschleißfesten PCD, die optimierte Plattendicke oder die Substratgestaltung des Schneidelementes dieser Erfindung. Ein vertikaler Bohrversuch ist ein anwendungsbezogener Test, bei dem die Verschleißabflachung (oder die Menge an PCD, die während des Tests abgetragen wurde) als eine Funktion der Anzahl der Durchläufe des Schneideelementes gemessen wird, das sich in ein Werkstück bohrt, das einem Volumen von entferntem Fels gleichkommt. In diesem Fall war das Werkstück Granit. Dieser Test kann eingesetzt werden, um das Schneidenverhalten während Bohrungsvorgängen zu beurteilen. Die erhaltenen Ergebnisse sind grafisch in [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) dargestellt.

[0051] [Fig. 7](#) vergleicht die relative Leistung von Schneide A dieser Erfindung mit der kommerziell erhältlichen Schneide A des Standes der Technik. Da diese Kurve die Menge von entferntem PCD-Material als eine Funktion der Menge von in dem Versuch entferntem Fels zeigt, ist die Leistung der Schneide umso besser, je flacher der Gradient der Kurve. Schneide A zeigt eine Verschleißrate, die sehr vorteilhaft mit der der Schneide aus dem Stand der Technik verglichen werden kann.

[0052] [Fig. 8](#) vergleicht die relative Leistung von Schneide B der Erfindung mit der der kommerziell erhältlichen Schneide A des Standes der Technik. Es ist zu bemerken, dass diese Schneide auch vorteilhaft mit der Schneide aus dem Stand der Technik verglichen werden kann.

Patentansprüche

1. Polykristallin abrasives Diamantsegment, das eine Platte (10) aus polykristallinem Diamant mit einer Arbeitsoberfläche (16) umfasst und das entlang einer Grenzfläche (14) an ein Substrat (12) gebunden ist, wobei das polykristalline Diamantsegment **dadurch gekennzeichnet** ist, dass:

- i. die Schnittstelle (14) nicht planar ist;
- ii. der polykristalline Diamant eine hohe Verschleißfestigkeit aufweist;
- iii. der polykristalline Diamant einen Bereich benachbart zu der Arbeitsoberfläche (16) aufweist, der arm an katalysierendem Material ist, und einen Bereich, der reich an katalysierendem Material ist, wobei der Bereich, der arm an katalysierendem Material ist, sich bis zu einer Tiefe von etwa 40 bis etwa 90 µm von der Arbeitsoberfläche erstreckt.

2. Segment nach Anspruch 1, wobei die polykristalline Diamantplatte (10) in Form einer einzelnen Schicht vorliegt und aus einer Masse aus Diamantpartikeln, die zumindest drei unterschiedliche Partikelgrößen haben, hergestellt ist.

3. Segment nach Anspruch 2, wobei die polykristalline Diamantplatte (10) aus einer Masse aus Diamantpartikeln, die zumindest fünf unterschiedliche Partikelgrößen haben, hergestellt ist.

4. Segment nach Anspruch 1, wobei die Platte (10) aus polykristallinem Diamant zumindest eine erste Schicht aufweist, welche die Arbeitsoberfläche (16) definiert, und eine zweite Schicht, die zwischen der ersten Schicht und dem Substrat (12) angeordnet ist, wobei die erste Schicht aus polykristallinem Diamant eine höhere Verschleißfestigkeit aufweist als die zweite Schicht aus polykristallinem Diamant.

5. Segment nach Anspruch 5, wobei die erste Schicht aus polykristallinem Diamant aus einer Masse aus Diamantpartikeln hergestellt ist, die zumindest fünf unterschiedliche durchschnittliche Partikelgrößen aufweist, und die zweite Schicht aus einer Masse aus Diamantpartikeln mit zumindest vier unterschiedlichen durchschnittlichen Partikelgrößen hergestellt ist.

6. Segment nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die durchschnittliche Partikelgröße des polykristallinen Diamanten weniger als 20 Mikrometer beträgt.

7. Element nach Anspruch 6, wobei die durchschnittliche Partikelgröße des polykristallinen Diamanten, der zu der Arbeitsoberfläche benachbart ist, weniger als etwa 15 Mikrometer beträgt.

8. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die polykristalline Platte (10) eine maximale gesamte Dicke von 1 bis etwa 3 mm aufweist.

9. Segment nach Anspruch 8, wobei die polykristalline Diamantplatte (10) eine generelle Dicke von etwa 2,2 mm aufweist.

10. Segment nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die nicht-planare Grenzfläche (14) eine kreuzförmige Konfiguration aufweist.

11. Segment nach Anspruch 10, wobei die nicht-planare Grenzfläche (22) dadurch gekennzeichnet ist, dass sie eine Stufe (26) an der Peripherie des abrasiven Segments die einen Ring (24), der sich zumindest um einen Teil der Peripherie des abrasiven Elements und in das Substrat hinein erstreckt, und eine kreuzförmige Ausnehmung, die sich in das Substrat hinein erstreckt und den peripheralen Ring schneidet, aufweist.

12. Segment nach Anspruch 11, wobei die kreuzförmige Ausnehmung in eine obere Oberfläche (22) des Substrats (12) und eine Bodenoberfläche (34) des peripheralen Rings eingeschnitten ist.

13. Segment nach Anspruch 10, wobei die nicht-planare Grenzfläche dadurch gekennzeichnet ist, dass sie eine Stufe (66) an der Peripherie des abrasiven Segments, die einen Ring (64) definiert, welcher sich um zumindest einen Teil der Peripherie des abrasiven Segments und in das Substrat (52) hinein erstreckt, und eine kreuzförmige Ausnehmung, die sich in das Substrat hinein erstreckt und die innerhalb der Ränder der Stufe (66) verengt ist und den peripheralen Ring (64) definiert, aufweist.

14. Segment nach Anspruch 13, wobei der peripherale Ring (64) eine Vielzahl von Einbuchtungen (74) in seiner Bodenoberfläche umfasst, wobei jede Einbuchtung benachbart zu entsprechenden Enden der kreuzförmigen Ausnehmung angeordnet ist.

15. Segment nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei das abrasive Diamantsegment ein Schneidesegment ist.

16. Segment nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei das Substrat (12, 52) ein Sintercarbidsubstrat ist.

17. Verfahren zur Herstellung eines PCD abrasiven Segments gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, umfassend die Schritte des Herstellens einer nicht-verbundenen Anordnung durch zur Verfügung stellen eines Substrats (12) mit einer nicht-planaren Oberfläche (22), Platzierens einer Masse aus Diamantpartikeln auf der nicht-planaren Oberfläche, wobei die Masse von Diamantpartikeln Partikel enthält, die zumindest drei unterschiedliche durchschnitt-

liche Partikelgrößen haben, zur Verfügung Stellens einer Quelle an katalysierendem Material für die Diamantpartikel, Unterwerfens der nicht-verbundenen Anordnung unter Bedingungen erhöhter Temperatur und Druck, der zur Herstellung einer polykristallinen Diamantplatte (10) aus der Masse an Diamantpartikeln, geeignet ist, wobei eine solche Platte mit der nicht-planaren Oberfläche (22) des Substrats (12) verbunden wird, und Entfernens des katalysierenden Materials bis zu einer Tiefe von etwa 40 bis etwa 90 µm aus einem Bereich der polykristallinen Diamantplatte, der zu einer exponierten Oberfläche hiervon benachbart ist,.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die polykristalline Diamantplatte (10) in der Form einer Einzelschicht vorliegt und aus einer Masse aus Diamantpartikeln, die zumindest fünf unterschiedliche Partikelgrößen aufweisen, hergestellt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die polykristalline Diamantplatte (10) zumindest eine erste Schicht umfasst, welche die Arbeitsoberfläche definiert, und eine zweite Schicht, die zwischen der ersten Schicht und dem Substrat (12) angeordnet ist, wobei die erste Schicht aus polykristallinem Diamant eine höhere Verschleißfestigkeit aufweist als die zweite Schicht aus polykristallinen Diamant.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei die erste Schicht aus polykristallinem Diamant Diamantpartikel umfasst, die zumindest fünf unterschiedliche durchschnittliche Partikelgrößen aufweisen, und wobei die zweite Schicht Diamantpartikel mit zumindest vier unterschiedlichen durchschnittlichen Partikelgrößen aufweist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, wobei die nicht-planare Schnittstelle (22) eine kreuzförmige Konfiguration hat.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei die nicht-planare Grenzfläche (22) dadurch gekennzeichnet ist, dass sie eine Stufe (26) an der Peripherie des abrasiven Segments, welche einen Ring (24) definiert, der sich um zumindest einen Teil der Peripherie des abrasiven Segments und in das Substrat hinein erstreckt, und eine kreuzförmige Ausnehmung, die sich in das Substrat hinein erstreckt und den peripheralen Ring schneidet, aufweist.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei die kreuzförmige Ausnehmung in eine obere Fläche (22) des Substrats (12) und eine Bodenoberfläche (34) des peripheralen Rings eingeschnitten ist.

24. Verfahren nach Anspruch 21, wobei die nicht-planare Grenzfläche (62) dadurch gekennzeichnet ist, dass sie eine Stufe (66) an der Peripherie des abrasiven Segments, die einen Ring definiert (64), und die sich um zumindest einen Teil der Peripherie des abrasiven Segments und in das Substrat (52) hinein erstreckt, und eine kreuzförmige Ausnehmung (70, 72), die sich in das Substrat (52) hinein erstreckt und die innerhalb der Ränder der Stufe (66) verengt ist, die den peripheralen Ring (64) definiert, aufweist.

25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei der peripherale Ring eine Vielzahl von Einbuchtungen (74) in einer Bodenoberfläche hiervon umfasst, wobei jede Einbuchtung benachbart zu entsprechenden Enden der kreuzförmigen Ausnehmung angeordnet ist.

26. Drehbohrerkrone, welches eine Vielzahl von Schneide-Elementen umfasst, die im Wesentlichen alle polykristalline abrasive Diamantsegmente gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16 sind.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

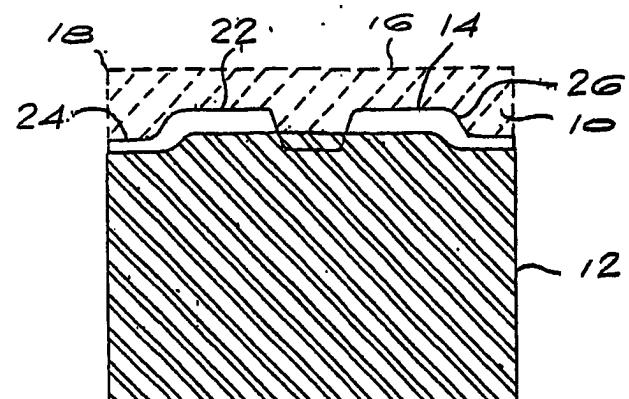


Fig.1

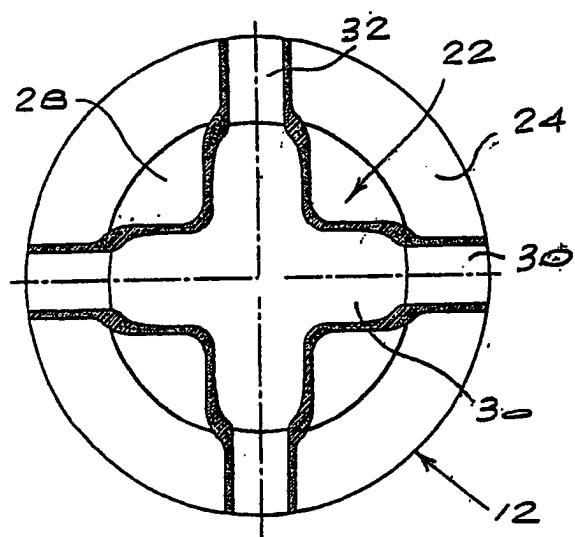


Fig.2

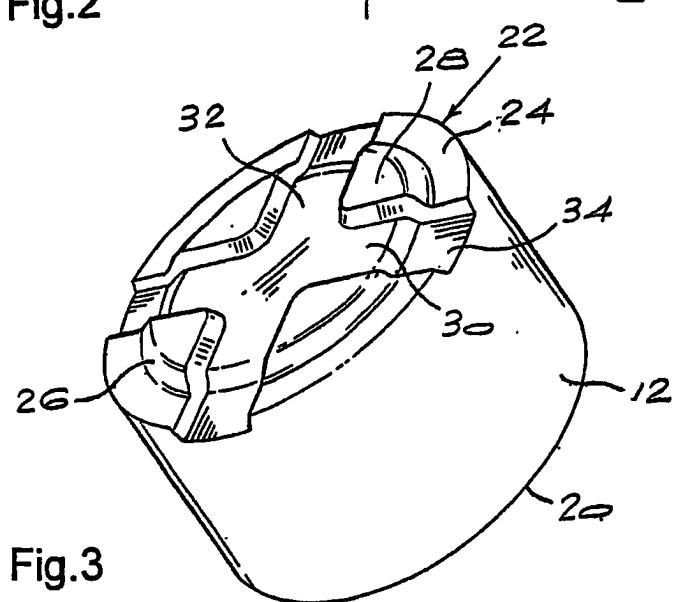


Fig.3

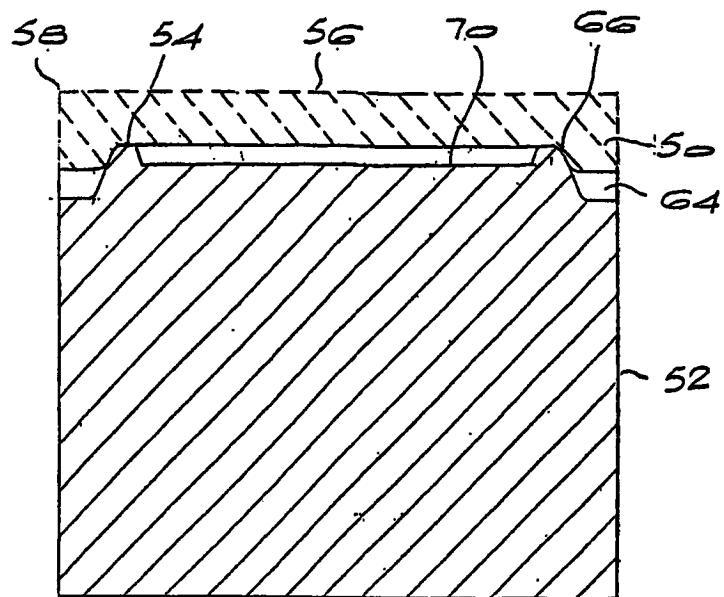


Fig.4

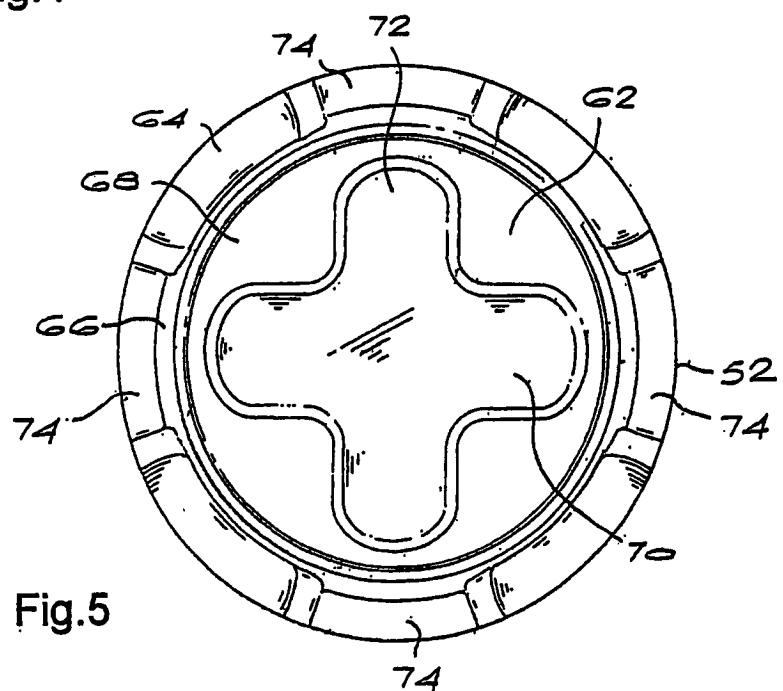


Fig.5

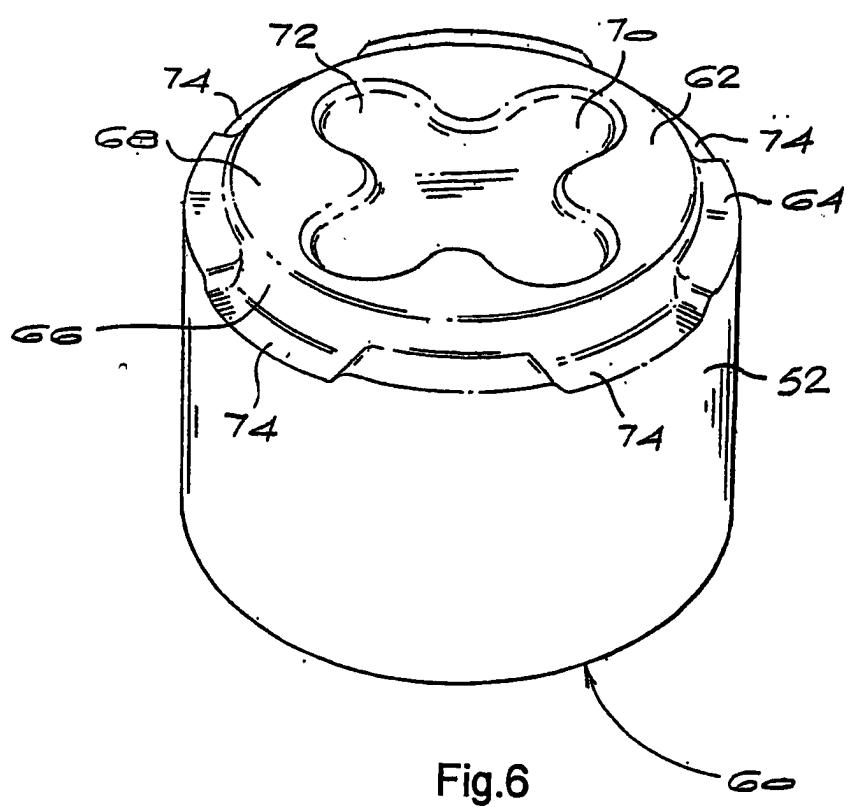


Fig. 7

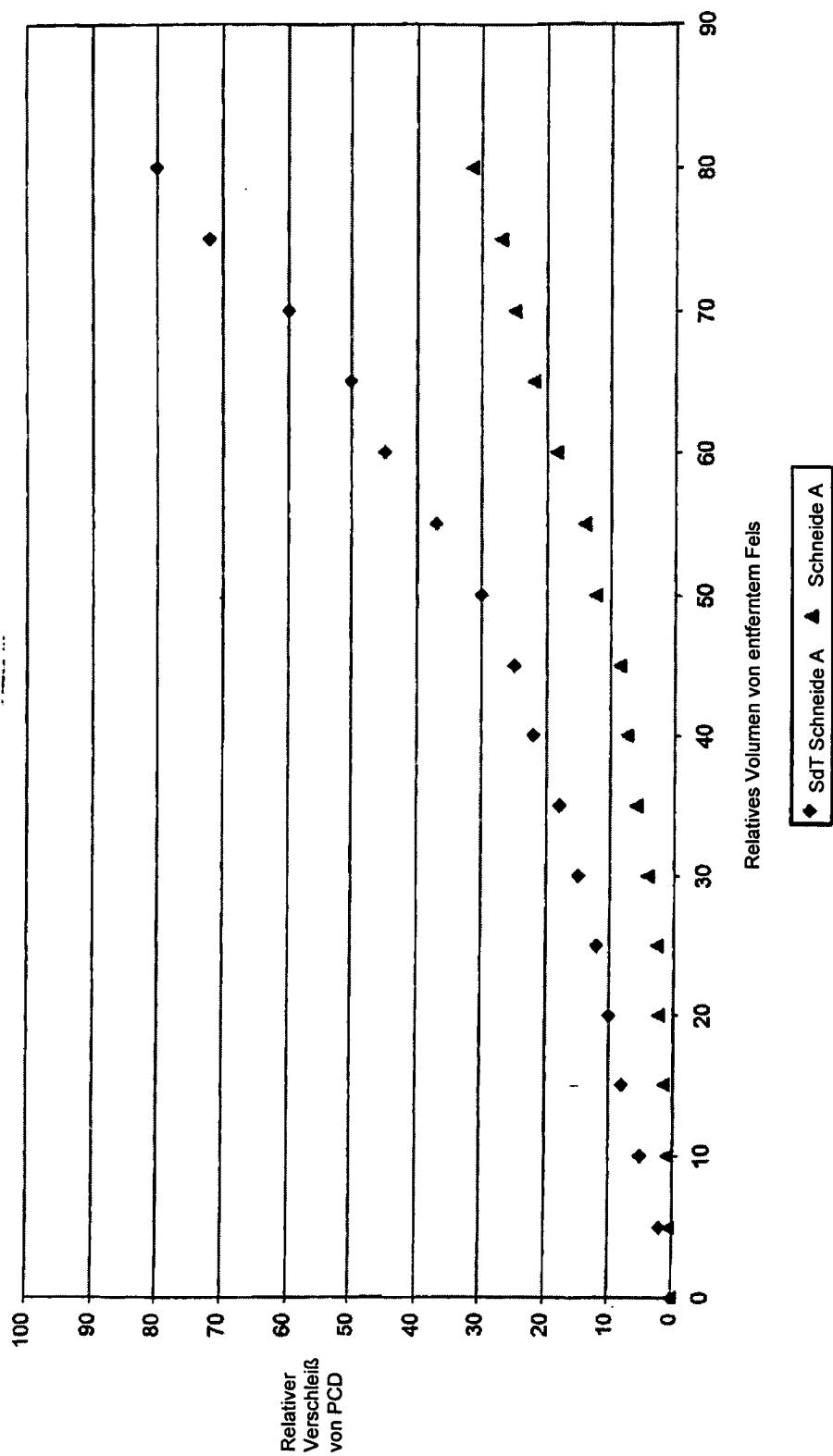


Fig.8

