



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 744 247 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.11.1996 Patentblatt 1996/48

(51) Int. Cl.⁶: **B24D 5/12**, B24D 3/06,
B28D 1/12, B23D 61/02,
B24D 18/00

(21) Anmeldenummer: 96200066.7

(22) Anmeldetag: 12.01.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: **Tyrolit Schleifmittelwerke
Swarovski KG
A-6130 Schwaz (AT)**

(30) Priorität: 22.05.1995 AT 855/95

(72) Erfinder: **Egger, Franz
A-6134 Vomp (AT)**

(54) **Schleifwerkzeug, insbesondere Trennschleifwerkzeug und Verfahren zur Herstellung eines solchen Werkzeuges**

(57) Die Erfindung betrifft ein Trennschleifwerkzeug zum Bearbeiten von Natur- und Kunststein, bestehend aus einem Stahlkern und einem daran durch Sintern befestigten, diamanthaltigen Schleifbelag mit einem hochschmelzenden metallischen Bindemittel. Der Stahlkern ist aus der Gruppe der hochfesten Vergütungsstähle ausgewählt. Das zugehörige, erfindungsgemäße Herstellverfahren ersetzt das nach dem Stand der Technik bei derartigen Werkzeugen meist vorgesehene vergleichsweise teurere, Instandhaltungsintensive

Verschweißen des Schleifbelags mit dem Stahlträgerkörper mittels Laserschweißen durch gleichzeitiges Verdichten des Belages, Befestigen des Belages am Stahlkern und Wärmebehandeln des Trägers. Mit dem erfindungsgemäßen Trennschleifwerkzeug sind namentlich im mittleren Nenndurchmesserbereich mindestens gleich gute Gebrauchseigenschaften gekennzeichnet durch Verschleißschutz und hohe dynamische Steifigkeit bei verminderten Herstellkosten erreichbar.

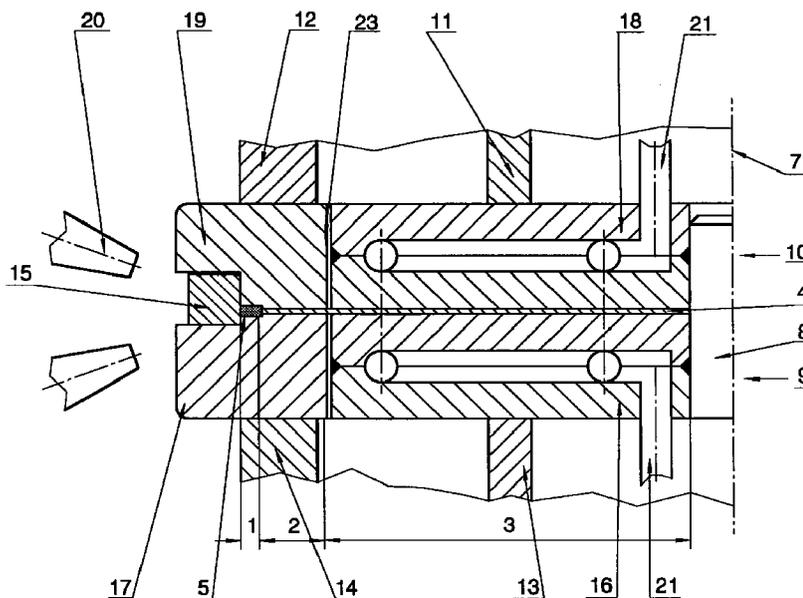


Fig. 3

EP 0 744 247 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Trennschleifwerkzeug mit einem Stahlträgerkörper und einem unmittelbar daran durch Sintern befestigten, bevorzugt Diamant als Schleifkörner in einer Sinterbindung enthaltenden, segmentierten oder nicht segmentierten Schleifbelag, wobei die Sinterbindung aus einem oder mehreren hochschmelzenden Metallen wie Kobalt, Eisen oder dergleichen besteht. Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren zur Herstellung eines Trennschleifwerkzeuges.

Trennschleifwerkzeuge zum Bearbeiten von Natur- und Kunststein bestehen im allgemeinen aus einem segmentierten oder nicht segmentierten, Hochleistungsschleifmittel wie Diamant enthaltenden, sintermetallischen Schneidbelag und einem Stahlträgerkörper, wobei die Verbindung von Schneidbelag und Trägerkörper nach folgenden Methoden erfolgen kann:

- a) Löten;
- b) Schweißen, vornehmlich Schweißen mit Laserstrahl;
- c) direktes Versintern von Schleifbelag und Stahlträgerkörper.

Trennschleifen mit derartigen Werkzeugen mit händisch geführten Maschinen wird sehr oft bei 80 m/s Umfangsgeschwindigkeit des Werkzeuges und im Trokenschnitt durchgeführt. Die Anforderungen an die Verbindung des diamanthaltigen Schleifbelages mit dem Stahlträgerkörper sind dabei so hoch, daß Löten aus Gründen der Arbeitssicherheit aufgrund zu geringer erreichbarer Warmfestigkeit nicht mehr ausreichend ist. Dagegen ist die dauerhafte Verbindung von Schleifbelag und Trägerkörper durch Laserstrahlschweißen gut eingeführt. Die hohe Energiebündelung auf die eng begrenzte Schweißzone im Laserstrahl ermöglicht dabei eine Schweißbarkeit von Trägerkörperstählen bis maximal etwa 0,25 Gewichtsprozent Kohlenstoff, ohne Beeinträchtigung des im Vormaterial festgelegten Festigkeitsniveaus durch Neuhärtungs- bzw. Anlaßvorgänge.

Die Laserstrahlschweißtechnologie hat sich insbesondere im mittleren Durchmesserbereich der handgeführten Trennschleifeinsätze auf Natur- und Kunststein bewährt. Charakteristische Nenndurchmesser des mittleren Arbeitsbereiches sind zwischen 180 und 300 mm Durchmesser. Dabei hat die durch Laserstrahlschweißen ermöglichte Ausnützung der dynamischen Festigkeit von kalt- oder warmverfestigten Trägerkörperstahlwerkstoffen mit bis zu 0,25 Gewichtsprozent Kohlenstoff eine günstige Wirkung auf die Anwendbarkeit dieser Werkzeuge beim Hochleistungs-Trockentrennschleifen von Gesteinswerkstoffen.

Im Anwendungsbereich des Trockentrennschleifens von Gesteinswerkstoffen mit keinem Nenndurchmesser der Werkzeuge bis 150 mm werden im

allgemeinen unlegierte Kohlenstoffstähle mit Glühfestigkeiten von 450 bis 700 N/mm² entsprechend 20 HRC aufgrund der geringen dynamischen Belastung anwendbar. Dadurch wird weiters gemeinsames Versintern von Schneidbelag und Trägerkörper in diesem Durchmesserbereich nach dem Stand der Technik anwendbar aufgrund des geometrisch günstigen Verhältnisses von Nenndurchmesser des Werkzeuges zu Stärke des Trägerkörpers.

Die Schwierigkeiten bei der dauerhaften Verbindung von Schleifbelägen und Stahlträgerkörpern für hochbeanspruchte abrasive Diamantbearbeitungswerkzeuge für Kunst- und Naturstein wurden für die Methode des Schweißens und des Lötens erkannt und zu lösen versucht. Die JP-A-61 257777 (Osaka Diamond) schlägt Eisen als Bindungsstoff bzw. eine Eisenzwischen-schicht zwischen Schneidbelag und Stahlträgerkörper vor. Zumindest sollen Bindungsgemische auf Eisenbasis die Schweißbarkeit erhöhen. Auch das Verlöten derart ausgebildeter Schneidsegmente mit dem Stahlträgerkörper soll nach dieser Veröffentlichung verbessert werden.

Diese Veröffentlichung beschreibt weiters den allgemeinen Stand der Technik betreffend den Aufbau von Zwischenschichten gleichen Bindungsmaterials, jedoch ohne Gehalt an Diamantschleifkörnern zwischen dem eigentlichen Schneidbelag und dem Stahlträgerkörper. Demnach wirkt sich Diamant störend in der Kontaktfläche zwischen Schneidbelag und Trägerkörper aus. Weiters wird auf Störungsmöglichkeiten beim Schweißen von Bindungen eingegangen, welche niedrigschmelzende, flüssigphasenbildende Bestandteile aufweisen.

Dieser Stand der Technik kann bei schwierigen Anwendungsfällen, auf welche die gegenständliche Erfindung zielt, außer Betracht gelassen werden, da die darin vorgeschlagenen Maßnahmen beispielsweise für das Hochleistungs-Trockentrennschleifen mit 80 m/s Umfangsgeschwindigkeit bei erhöhten Werkzeugdurchmessern nicht ausreichen.

Bemerkenswert ist bei dieser Veröffentlichung zum Stand der Technik die ausdrückliche Beschränkung der Anwendung auf die kleineren Durchmesser bei händischem bzw. handgeführtem Trennschleifen.

Laserstrahlschweißen als Stand der Technik bezüglich der dauerhaften Verbindung von sintermetallgebundenen Schneidbelägen, welche mit einer neutralen Zwischenschicht gegenüber dem Stahlträgerkörper versehen sind, zeigt auch die CA-A-1214984 (Norton Co).

Die US-A-4624237 zeigt einige Ausführungsbeispiele von Trennschleifwerkzeugen, welche eine dauerhafte Verbindung des Schleifbelags mit dem Stahlträgerkörper durch direktes Aufsintern aufweisen. Die verschiedenen Ausführungsformen von Schleifbelägen darin beabsichtigen eine verbesserte Luftzirkulation und damit verbesserte Schleifstaubentfernung durch seitliche Ausnehmungen in Belag und Trägerkörper. Dabei können sich die Ausnehmungen im Schleifbelag im Trägerkörper fortsetzen, was zusätzlich den

Vorteil einer Versteifung ergeben soll. Eine Versteifung ist jedoch nur möglich, wenn eine höhere Blattstärke vorgesehen werden könnte, welche das Widerstandsmoment gegen Biegung erhöht und nicht durch Wegnahme von Material in den Rillen der Seitenflächen des Trägerkörpers bei gegebener Blattstärke. Trennschleifwerkzeuge dieser Bauart werden nach dieser Veröffentlichung im mittleren Durchmesserbereich bis 300 mm vorgesehen. Für darüberhinausgehende Durchmesser wird ein segmentierter Belag und Lötung nach dem Stand der Technik vorgeschlagen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Trennschleifwerkzeuge der eingangs beschriebenen Art so zu verbessern, daß mit verhältnismäßig geringem fertigungstechnischen Aufwand, einer Verringerung der Fertigungszeit und damit einer Verringerung der Fertigungskosten hochdauerstandfeste Trennschleifwerkzeuge zur Verfügung gestellt werden. Insbesondere bezieht sich die Verbesserung auf den Verschleißwiderstand im schleifbelagsnahen Rand des Trägerkörpers gegenüber den Abspannprodukten, auf die Biegegeweichselbstfestigkeit des Trägerkörpers und auf die Sicherheit der dauerhaften Verbindung zwischen Schleifteil und Trägerkörper, insbesondere im Nenndurchmesserbereich der Werkzeuge von größer als 125 mm.

Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem die erfindungsgegenständlichen Trennschleifwerkzeuge einfach und kostengünstig hergestellt werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß ein Trennschleifwerkzeug mit folgenden Merkmalen vorgesehen:

Der Trägerkörper besteht aus einem lufthärtenden, hochanlaßbeständigen Vergütungsstahlblech;

der Trägerkörper weist eine schleifbelagseitige, äußere Härtingszone mit einer Breite von 3-60 mm, bzw. mit einer Breite, welche die größte radiale Tiefe der vorgesehenen Entspannungsöffnungen im Trägerkörper überdeckt und eine aufnahmebohrungsseitige, thermisch weitgehend unbeeinflusste, innere Zone mit dem Vergütungsgefüge des Vormaterials auf, wobei diese Zonen im Metallgefüge unterscheidbar sind;

die äußere, schleifbelagseitige Zone des Trägerkörpers ist durch Härtung aus der Sinterhitze mit nachfolgendem Anlassen auf eine Härte von HRC = 30-45, bevorzugt auf HRC = 34-40, vergütet;

die aufnahmebohrungsseitige, innere Zone des Trägerkörpers, die durch den Sintervorgang und durch die nachfolgende Anlaßbehandlung des Trennschleifwerkzeugs weitgehend unbeeinflusst bleibt, besitzt eine Härte von 30-45 HRC, bevorzugt von 34-40 HRC entsprechend der Ausgangshärte des Trägerkörpervormaterials und

der Schleifbelag ist mit Rücksicht auf eine Härtung der schleifbelagseitigen Zone des Trägerkörpers bei Austenitisierungstemperatur des verwendeten Stahls des Trägerkörpers druckgesintert und dauerhaft mit dem Trägerkörper verbunden.

Es versteht sich, daß bei einem erfindungsgemäßen Trennschleifwerkzeug die Auswahl des Stahlvormaterials eine entscheidende Rolle spielt bei der Annahme der vorgesehenen Härte in den unterschiedlichen Zonen des Trägerkörpers. Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß eine Härtesteigerung in der schleifbelagsnahen Zone und eine Erhöhung der dynamischen Biegegeweichselbstfestigkeit des Werkzeuges bei der Anwendung in erster Linie durch eine Steigerung des Kohlenstoffgehaltes erreicht werden muß. Eine solche Steigerung des Kohlenstoffgehaltes schließt jedoch ein Schweißverfahren zur Verbindung mit dem Schleifbelag aus. Deshalb ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß das Verdichten der Schleifbelagsbindung durch Drucksintern, das dauerhafte Befestigen des Schleifbelages am Stahlträgerkörper durch Drucksintern und das Härten des Stahls des Trägerkörpers aus der Temperatur des Drucksinterns in einem Arbeitsgang erfolgt.

Die Steigerung des Kohlenstoffgehaltes allein ist jedoch nicht ausreichend zur Härtesteigerung in der schleifbelagsnahen Trägerkörperzone, wo durch Härtesteigerung dem verstärkten Angriff durch Schleifabrieb begegnet werden soll. Gerade diese Zone ist aber durch die Sintertemperatur erheblich beeinflusst und geschädigt, wenn nicht geeignete Legierungsmaßnahmen leichte Härbarkeit und hohe Anlaßbeständigkeit herbeiführen, wie dies mit der erfindungsgemäßen Zusammensetzung laut Unteransprüchen erfolgt.

Namentlich die nickellegierten Vergütungsstähle ermöglichen die Merkmale des Erfindungsgegenstandes. Es können aber auch Vergütungsstähle mit einer Kombination von 2 oder mehreren der die Durchvergütung und Anlaßbeständigkeit erhöhenden Legierungselemente wie Chrom, Nickel, Molybdän und Vanadium erfindungsgemäß vorgesehen werden. Wichtig ist dabei, daß die günstigen Eigenschaften dieser Legierungselemente auf die Durchvergütbarkeit und Anlaßbeständigkeit, wie sie von großdimensionierten, dynamisch beanspruchten Bauteilen im vergüteten Zustand bekannt sind, auf die extrem dünnwandigen Bauteile, wie sie Trägerkörper für Trennschleifwerkzeuge darstellen, übertragbar werden.

Die Erfindung hat erkannt, daß die hochwertigen Vergütungsstähle, welche üblicherweise in weit entfernt liegenden Anwendungsgebieten, beispielsweise im Maschinenbau, eingesetzt werden, als Stahlblechvormaterial für die Erzeugung von Trennschleifwerkzeugen mit ihrem charakteristischen extremen Verhältnis von Durchmesser zu Stärke besser geeignet sind, wenn ein geeignetes Herstellverfahren gefunden werden kann.

Dementsprechend ist Gegenstand der Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung eines Trennschleif-

werkzeuges, welches gekennzeichnet ist durch die folgenden Verfahrensschritte:

aus einem auf eine Härte von HRC (Härte Rockwell C) = 30-45 vergüteten Bandstahl wird durch Laserstrahltrennen, Stanzen und/oder Formschleifen ein Trägerkörper hergestellt;

der Trägerkörper wird mit dem kaltvorgepreßten Schleifbelagsgrünling in eine radial zweiteilige Drucksinterform mit einer um die Werkzeugachse konzentrisch angeordneten Preßzone für den Schleifbelagsgrünling, einer schleifbelagseitigen Erhitzungszone und einer bohrungsseitigen Kühlzone zwischen einem Preßring und einem Zentrierdorn eingelegt;

das Schließen der radial zweiteiligen Drucksinterform erfolgt bevorzugt getrennt bezüglich der die Kühlzone des Trägerkörpers umfassenden Preßplatten und bezüglich der die Preßzone des Schleifbelags und die Erhitzungszone des Trägerkörpers umfassenden Preßstempel, wobei die Preßplatten am Trägerkörper und die Preßstempel am Schleifbelagsgrünling axial zur Anlage kommen;

die Preßzone des Schleifbelags und die Erhitzungszone des Stahlträgerkörpers innerhalb der Preßstempel werden induktiv durch eine Induktorspule auf eine Temperatur erhitzt, welche die Austenitisierungstemperatur (AC3) des verwendeten Trägerkörperstahls um 5 bis 100°C, vorzugsweise um 20 bis 30°C übersteigt, wodurch der Schleifbelagsgrünling bis zum Anliegen der Preßstempel in der Erhitzungszone des Trägerkörpers druckgesintert und gleichzeitig mit dem Trägerkörper verbunden wird;

durch Luftabkühlung der Preßstempel samt dem in der Preßzone des Schleifbelags und in der Erhitzungszone für den Trägerkörper befindlichen Trennschleifwerkzeug wird der Trägerkörper im Bereich der Erhitzungszone aus der Sinterhitze gehärtet;

mehrere nach diesen Verfahrensschritten hergestellte Trennschleifwerkzeuge werden zu einem Paket gespannt und einer Anlaßbehandlung bei einer Temperatur von 550 bis 620°C unterzogen, wodurch die Härte des Trägerkörpers radial annähernd gleich verlaufend auf einen Wert zwischen 30 und 40 HRC eingestellt wird und wodurch mögliche härteverzugsbedingte Geometriefehler der Trägerkörper beseitigt werden.

Das Verfahren kann ergänzend so geführt werden, daß zwecks Kühlung des bohrungsseitigen Bereichs des Trägerkörpers zur Unterstützung und Vergleichmäßigung der Produktion eine Kühlmitteldurchströmung

der Preßplatten vorgesehen ist. Die Erfindung lehrt, daß auch die langsame, kontinuierliche Abkühlung, wie sie in einem dickwandigen Bauteil vorkommt, für die Neuhärtung der schleifbelagsseitigen Zone des Trägerkörpers herangezogen werden kann. Dabei genügt die Luftvergütungseigenschaft der erfindungsgemäßen Trägerkörperstähle zur Härteannahme bei Luft- bzw. Preßluftkühlung der Sinterpreßform, welche das fertiggepreßte Trennschleifwerkzeug nach Abschaltung der induktiven Wärmequelle noch enthält. Erfindungsgemäß kann auch vorgesehen sein, daß die Preßstempel zur Vergleichmäßigung und Beschleunigung der Produktion unterstützend durch Kühlmittelkanäle innengekühlt werden.

Im einzelnen sind im Rahmen der Erfindung maschinenmäßige und vorrichtungsmäßige Ergänzungen bzw. Ausgestaltungen möglich. Das gilt insbesondere für Werkstückzu- und -abtransport und konstruktive Details der Preß- und Spannwerkzeuge der einzelnen Verfahrensschritte.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, wobei lediglich ein mögliches Ausführungsbeispiel schematisch dargestellt ist. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einem Längsschnitt durch eine Preßform vor Beginn des Sinterpressens, wobei die Darstellung auch noch die Anordnung der Zonen zeigt,

Fig. 2 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einem Längsschnitt durch eine Sinterpreßform wie in Fig. 1 gegen Ende des Sinterpressens,

Fig. 3 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einem Längsschnitt durch eine Preßform mit Innenkühlung,

Fig. 4 den Temperaturverlauf und den Härteverlauf über dem Werkzeugdurchmesser eines erfindungsgemäßen Beispiels.

Die in der Fig. 1 dargestellte Sinterpreßform ist der Hauptbestandteil einer Drucksinterpresse. Die Hauptbestandteile der Sinterpreßform sind dabei ein Preßring (15) zur Formung der Umfangskontur des Schleifbelags (5), ein oberer Preßstempel (17) und ein unterer Preßstempel (19) zur Drucksinterung des Schleifbelagsgrünlings (6) bis zum Anschlag am Trägerkörper (4) in einer Zone (2). Beim Drucksinterprozeß wird gleichzeitig der Trägerkörper (4) im Bereich der Zone (2) und der Schleifbelag (5) im Bereich der Zone (1) auf annähernd die gleiche Temperatur gebracht. Die inneren Preßplatten (16, 18) kommen sofort bei Beginn des Drucksinterprozesses zur Anlage in der Zone (3) des Trägerkörpers (4), betätigt durch die inneren Preßklötze (11 und 13). Dadurch wird der vorgefertigte Rohling des

Trennschleifwerkzeuges, bestehend aus dem Trägerkörper (4) und dem Schleifbelagsgrünling (6) in der Sinterpreßform positioniert. Die Betätigung der Sinterpreßform erfolgt getrennt durch die äußeren Preßklötze (12, 14) gegenüber den inneren Preßklötzen (11, 13).

In Fig. 1 ist schematisch eine erfindungsgemäße Herstellmethode berücksichtigt mit der Möglichkeit zur getrennten, jeweils gezielten Wärmebehandlung in den Zonen (2) und (3) des Trägerkörpers (4) und für die gleichzeitige Drucksinterung des Schleifbelagsgrünlings (6) in Zone (1). Der Herstellvorgang beginnt mit dem bezüglich der Werkzeugachse (7) konzentrischen Einlegen über den Dorn (8) eines nach dem Stand der Technik hergestellten Rohlings des Trennschleifwerkzeuges, bestehend aus einem Stahlträgerkörper und einem mit den üblichen temporären Bindern versehenen, kalt vorgepreßten Schleifbelagsgrünling (6), wobei wie meist üblich, am Außenumfang des Trägerkörpers (4) eine Verzahnung oder ähnliches ganz oder teilweise die radiale Ausdehnung des Schleifbelagsgrünlings (6) durchragen kann.

In der Fig. 2 erkennt man das erfindungsgemäße Trennschleifwerkzeug im Stadium gegen Ende des Drucksinterpressens und gleichzeitigen Erhitzens auf Austenitisierungstemperatur in der schleifbelagsnahen Zone (2) des Trägerkörpers (4). Die Induktorspule (22) erwärmt die Preßstempel (17, 19), den Preßring (15) und vor allem die schleifbelagsnahe Zone (2) des Trägerkörpers (4) und den Schleifbelag (5) auf ein annähernd gleiches Temperaturniveau, wodurch die genannten Bauteile zu einer thermischen Einheit gekoppelt sind und gegenüber der zweiten thermischen Einheit, bestehend aus den beiden Preßplatten (16, 18) mit dazwischen in enger Anlage befindlichen Zone (3) des Trägerkörpers (4), entkoppelt ist.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Zone (2) des Trägerkörpers (4) durch kontinuierliche Kühlung an Luft bzw. mit Preßluftunterstützung aus der Sinter- bzw. Austenitisierungstemperatur gehärtet wird. Erfindungsgemäß muß dabei ein Stahl als Trägerkörpermaterial gewählt werden, der sich durch eine hohe Härtebarkeit auszeichnet, welche bei einer Abkühlgeschwindigkeit von weniger als 200°C pro Minute im Bereich zwischen Austenitisierungstemperatur und 250°C gegeben sein muß. Dies entspricht einer kontinuierlichen Kühlzeit von mehr als 3 Minuten.

Bei der Verwirklichung des erfindungsgemäßen Prozeßgedankens kann die radiale Verteilung der Zonen (1, 2) im Trägerkörper (4) in Abhängigkeit des Anwendungsfalls verändert werden. Solche Veränderungen bzw. Anpassungen können beispielsweise in Abhängigkeit des Nenndurchmessers des Werkzeuges erfolgen, aber auch in Abhängigkeit von der Form des Schleifbelages (5). So ist der Radius des Trennspaltes (23) zwischen den Preßstempeln (17, 19) und den Preßplatten (16, 18) kleiner zu wählen als der kleinste Radius bezüglich der Werkzeugachse (7), gebildet von den Entspannungsöffnungen (24) bei segmentiertem

Schleifbelag (5). Dadurch wird eine volle und gleichmäßige Härteausbildung in der Zone (2) des Trägerkörpers (4) erreicht, um dem Erfindungsgedanken zu genügen, wonach höherer Verschleißschutz gegenüber Abriebpartikeln in der schleifbelagsnahen Zone (2) des Trägerkörpers (4) in besonderem Maße erreicht werden soll.

Eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit der Erfindung fußt auf einem einteiligen Formunterteil und einem einteiligen Formoberteil in der Form, daß sich die beiden Preßstempel (17) und (19) bis zum Dorn (8) erstrecken.

Der erfindungsgemäße Herstellprozeß kann dadurch in einem einteiligen Formoberteil (10) und in einem einteiligen Formunterteil (9) ohne Trennspalt (23) durchgeführt werden. Dabei verlängern sich allerdings die Aufheizzeiten auf Drucksinter- und Härtetemperatur entsprechend der erhöhten Masse des zu erwärmenden Formwerkstoffes.

Bei der Ausgestaltung einer Sinterpreßform zur Durchführung des erfindungsgemäßen Herstellverfahrens kann ein Teil des Formunterteils (9) und des Formoberteils (10), ausgehend vom Aufnahmebohrungsbereich des Trägerkörpers (4) zusätzlich mit Kühlmittelbohrungen (21) versehen sein, durch welche eine ständige oder in Abhängigkeit des Pressenzyklus absperrbare Durchströmung mit einem Kühlmittel erfolgen kann wie in Fig. 3 schematisch gezeigt.

Fig. 4 zeigt den Verlauf von Temperatur und Härte über dem Durchmesser des Trennschleifwerkzeugs eines Produktionsbeispiels. Der Kurvenverlauf QT für die Härtetemperatur zeigt den annähernden Gleichlauf der Temperatur während des Drucksinterns im Schleifbelag (5) entsprechend Zone (1) und in der Zone (2) des Trägerkörpers (4).

Nachstehend werden die zugehörigen weiteren Einzelheiten des Beispiels angeführt. Das Werkzeug hatte einen Nenndurchmesser von 230 mm, eine Trägerkörperstärke von 1,6 mm, eine Bohrung von 22,23 mm und wies 18 Schneidsegmente auf, welche durch die Entspannungsöffnungen beabstandet waren. Die Segmenthöhe war 5 mm und die Segmentbreite war 2,4 mm.

Als Trägerkörpermaterial wurde eine Ronde aus Stahl 50CrV4 nach Euronorm mit der Stoff-Nr. 1.8159 im auf 37 HRC vergüteten Zustand eingesetzt. Der Umfang der Ronde war als Haftungsverstärkung zum Schleifbelag wie üblich angefast und gerändelt, aber noch nicht mit den Entspannungsöffnungen versehen.

Das Bindungsgemisch enthielt Diamantschleifkorn der Korngröße FEPA D601 vom Typ SDA DXTY der Firma De Beers, wobei die Menge auf eine Konzentration von 0,8 Karat pro Kubikzentimeter Schleifbelag am Endprodukt bemessen wurde. Das Sinterpulver für die Bindung war "Cobalt extra fine" der Fa. Hoboken.

Es wurde zunächst ein Werkzeugrohling auf übliche Weise durch Kaltpressen des Bindungsgemisches auf den Stahlträgerkörper hergestellt. Dabei wurde die

Kaltpresse mit 1100 kN Preßkraft beaufschlagt. Danach wurde der Werkzeugrohling in die Sinterform der Sinterpresse eingelegt und die bohrungsseitige und die schleifbelagsseitige Zone der Sinterform zur Anlage am Stahlträgerkörper bzw. am Schleifbelagsgrünling gebracht.

Die induktive Erwärmung von Zone 1 und Zone 2 erfolgte innerhalb von 8 Minuten auf 850 C. Danach wurde ein Sinterdruck von 230 kN aufgebracht und 4 Minuten bei 850 C gehalten.

Danach erfolgte die gemeinsame, kontinuierliche Abkühlung des Werkzeuges innerhalb der Preßstempel mit Preßluft auf 250 C innerhalb von 8 Minuten. Die Härte im Neuhärtungsbereich des Stahlträgerkörpers war danach 37 bis 40 HRC und im Bohrungsbereich entsprechend dem Vormaterialzustand 37 HRC.

Am gehärteten Rohwerkzeug wurden durch Laserstrahltrennen 18 Entspannungsöffnungen am Umfang ausgeschnitten. Die Anlaßbehandlung erfolgte bei 570 C und einer Haltedauer von 2 Stunden im Schutzgas mit nachfolgender Ofenabkühlung. Dabei wurden 10 Werkstücke abwechselnd mit Beilageplatten zu einem Paket gespannt. Die Trennschleifwerkzeuge lagen danach mit einer Härte von 31 bis 34 HRC vor und waren frei von Geometriefehlern.

Mit dem so hergestellten Trennschleifwerkzeug konnten folgende Vorteile nachgewiesen werden:

Die erfindungsgemäßen Werkzeuge ermöglichen hochdauerstandfesten Aufbau des Trägerkörpers, bedingt durch erhöhten Verschleißschutz gegenüber Schleiffabrieb ohne zusätzliche konstruktive Maßnahmen in der Randzone des Trägerkörpers. Dies wirkt sich bei der Bearbeitung von Asphalt, Beton und dergleichen besonders günstig aus. Die erhöhte dynamische Steifigkeit der erfindungsgemäßen Werkzeuge durch den verwendeten hochwertigen, auf hohe Härteverwerte vergüteten Trägerkörperstahl erlaubt hohe Schnittleistung und damit Arbeitserleichterung für den Verwender.

Mit den Produktionsverfahren nach dem Stand der Technik konnte man die gegenläufigen Forderungen an die Werkzeuge wie hohe Trägerkörperhärte und -festigkeit bei höchster Ablösesicherheit der Schleifbeläge nicht erfüllen.

Beim erfindungsgegenständlichen Herstellverfahren entfällt eine komplette Produktionsstufe wie der gesonderte Fügeprozeß Löten oder Schweißen. Die erhöhten Kosten für das Stahlvormaterial können durch den Entfall gesonderter Fügekosten mehr als ausgeglichen werden. Die übliche Erleichterung des Fügevorgangs durch die Anordnung von schleifmittellosen Zwischenschichten im Schleifbelag kann entfallen.

Ein Vorteil ergibt sich auch beim Einwalzen von Vorspannungen auf erfindungsgegenständlichen Trennschleifwerkzeugen. Die Annahme und der Behalt der aufgetragenen Spannungen ist wesentlich verbessert. Bei Stahlträgerkörpern nach dem Stand der Technik mit rippenförmigen Einprägungen ist ein Aufbringen von

Spannungen durch Spannungswalzen gar nicht möglich.

Der Vorteil des Stahlträgerkörpers ohne rippenförmige Einprägungen erleichtert auch ganz wesentlich die Anlaßbehandlung und die dabei gleichzeitig durchgeführte Geometriefehlerbeseitigung, da einfache, gerade Spannplatten verwendbar sind.

Liste der verwendeten Bezugszeichen

10	1	Zone 1
	2	Zone 2
15	3	Zone 3
	4	Trägerkörper
	5	Schleifbelag
20	6	Schleifbelagsgrünling
	7	Werkzeugachse
25	8	Dorn
	9	Formunterteil
	10	Formoberteil
30	11	Preßklotz innen oben
	12	Preßklotz außen oben
35	13	Preßklotz innen unten
	14	Preßklotz außen unten
	15	Preßring
40	16	Preßplatte innen unten
	17	Preßstempel außen unten
45	18	Preßplatte innen oben
	19	Preßstempel außen oben
	20	Düse
50	21	Kühlmittelbohrung
	22	Induktorspule
55	23	Trennsplatt
	24	Entspannungsöffnung
	25	Aufnahmebohrung

- D Nenndurchmesser
- AT Anlaßtemperatur
- QT Härtetemperatur
- AH Anlaßhärte
- QH Ansprunghärte

5

10

Patentansprüche

1. Trennschleifwerkzeug mit einem Trägerkörper (4) aus Stahl und einem unmittelbar daran durch Sintern befestigten, bevorzugt Diamantschleifkörner in einer Sinterbindung enthaltenden, segmentierten oder nichtsegmentierten Schleifbelag (5), wobei die Sinterbindung aus einem oder mehreren hochschmelzenden Metallen wie Kobalt, Eisen oder dergleichen besteht, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

15

20

A) Der Trägerkörper (4) besteht aus einem an sich bekannten, lufthärtenden, hochanlaßbeständigen Vergütungsstahl;

25

B) der Trägerkörper (4) weist eine schleifbelagsseitige, äußere Härtingszone, Zone (2) mit einer Breite von 3-60 mm, beziehungsweise mit einer Breite, welche die größte radiale Tiefe der vorgesehenen Entspannungsöffnungen (24) im Trägerkörper (4) überdeckt und eine aufnahmebohrungsseitige, thermisch weitgehend unbeeinflusste, innere Zone (3) mit dem Vergütungsgefüge des Vormaterials auf, wobei Zone (2) und Zone (3) im Metallgefüge unterscheidbar sind;

30

35

C) die äußere, schleifbelagsseitige Zone (2) des Trägerkörpers (4) ist durch Härtung aus der Sinterhitze mit nachfolgendem Anlassen auf eine Härte von HRC (Härte Rockwell C) = 30-45, bevorzugt auf HRC = 34-40, vergütet;

40

D) die aufnahmebohrungsseitige Zone (3), die durch den Sintervorgang und durch die nachfolgende Anlaßbehandlung des Trennschleifwerkzeugs weitgehend unbeeinflusst bleibt, besitzt eine Härte von 30-45 HRC, bevorzugt von 34-40 HRC, entsprechend der Ausgangshärte des Trägerkörpervormaterials;

45

50

E) der Schleifbelag (5) ist mit Rücksicht auf eine Härtung der Zone (2) des Trägerkörpers (4) bei Austenitisierungstemperatur des verwendeten Stahls des Trägerkörpers (4) wie an sich bekannt druckgesintert und dauerhaft mit dem Trägerkörper (4) verbunden.

55

2. Trennschleifwerkzeug nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Trägerkörperausgangswerkstoff ein auf HRC 30-45 vergüteter Vergütungsstahl ist.

3. Trennschleifwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß der Trägerwerkstoff ein bei einer Abkühlgeschwindigkeit von 40 bis 200°C pro Minute lufthärtender, legierter Vergütungsstahl ist.

4. Trennschleifwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß der Trägerwerkstoff ein Vergütungsstahl mit 0,3-0,6 Gewichtsprozent Kohlenstoff mit den üblichen Prozentsätzen der Eisenbegleiter Mn, Si, P, S und mit einer Kombination von mindestens 2 der folgenden Legierungselemente entsprechend der angegebenen Gewichtsanteile ist:

Chrom	Gewichtsprozent	0,50-2,50
Nickel	Gewichtsprozent	1,20-3,50
Molybdän	Gewichtsprozent	0,10-1,0
Vanadium	Gewichtsprozent	0,20-0,50

5. Trennschleifwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß der Trägerkörper (4) aus Blech der Gruppe der legierten Vergütungsstähle, bevorzugt aus einem Stahl entsprechend den DIN Werkstoffnummern 1.6580, 1.6582, 1.6511, 1.8159, 1.7228, 1.7225 oder 1.7227 gefertigt ist.

6. Verfahren zur Herstellung eines Trennschleifwerkzeugs mit einem Trägerkörper (4) aus Stahlblech und einem sintermetallgebundenen Schleifbelag (5), wobei eine dauerhafte Verbindung zwischen Trägerkörper und Schleifbelag durch Sintern hergestellt wird, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

a) aus einem auf eine Härte von HRC = 30-45 vergüteten Bandstahl wird durch Laserstrahl-trennen, Stanzen und/oder Formschleifen ein Trägerkörper (4) hergestellt;

b) der Trägerkörper (4) wird mit dem kaltvorgepreßten Schleifbelagsgrünling (6) in eine radial zweiteilige Drucksinterform mit einer um die Werkzeugachse (7) konzentrisch angeordneten Preßzone (1) für den Schleifbelagsgrünling (6), einer schleifbelagsseitigen Erhitzungszone, entsprechend Zone (2) und einer bohrungsseitigen Kühlzone, entsprechend Zone (3) zwi-

schen einem Preßring (15) und einem Dorn (8) eingelegt;

c) das Schließen der radial zweiteiligen Drucksinterform erfolgt getrennt bezüglich der die Zone (3) umfassenden Preßplatten (16, 18) und bezüglich der die Preßzone (1) und die Zone (2) umfassenden Preßstempel (17, 19), wobei die Preßplatten (16, 18) am Trägerkörper (4) und die Preßstempel (17, 19) am Schleifbelagsgrünling (6) axial zur Anlage kommen;

d) die Preßzone (1) und die Zone (2) innerhalb der Preßstempel (17, 19) werden induktiv durch die Induktorspule (22) auf eine Temperatur erhitzt, welche die Austenitisierungstemperatur (AC3) des verwendeten Trägerkörperstahls um 5 bis 100°C, vorzugsweise um 20 bis 30°C, übersteigt, wodurch der Schleifbelagsgrünling (6) bis zum Anliegen der Preßstempel (17, 19) am Trägerkörper (4) wie an sich bekannt druckgesintert und gleichzeitig mit dem Trägerkörper (4) verbunden wird;

e) durch Luftabkühlung der Preßstempel (17, 19) samt dem in der Preßzone (1) und in der Zone (2) befindlichen Trennschleifwerkzeug wird der Trägerkörper (4) im Bereich der Zone (2) aus der Sinterhitze gehärtet;

f) mehrere nach den Verfahrensschritten a) bis e) hergestellte Trennschleifwerkzeuge werden zu einem Paket gespannt und einer Anlaßbehandlung bei einer Temperatur von 550 bis 620°C unterzogen, wodurch die Härte der Zonen (2) und (3) des Trägerkörpers (4) auf annähernd denselben Wert von jeweils 30 bis 40 HRC eingestellt wird und wodurch mögliche härteverzugsbedingte Geometriefehler der Trägerkörper (4) beseitigt werden.

7. Verfahren zur Herstellung eines Trennschleifwerkzeuges nach Anspruch 6, gekennzeichnet dadurch, daß die Kühlzone, d.h. die Zone (3) des Trägerkörpers (4) während des Drucksinterprozesses durch Anliegen an den metallischen Massen der Preßplatten (16, 18) auf Temperaturen unterhalb der Anlaßtemperatur des Trägerkörperwerkstoffes gehalten wird, wobei vorzugsweise eine Kühlmitteldurchströmung durch die Kühlkanäle (21) vorgesehen sein kann.

8. Verfahren zur Herstellung eines Trennschleifwerkzeuges nach Anspruch 6 oder 7, gekennzeichnet dadurch, daß der lufthärtende, legierte Vergütungsstahl des Trägerkörpers (4) bei einer Abkühlgeschwindigkeit von 40 bis 200°C pro Minute gehärtet wird.

9. Verfahren zur Herstellung eines Trennschleifwerkzeuges nach einem der Ansprüche 6 bis 8, gekennzeichnet dadurch, daß das fertiggepreßte Trennschleifwerkzeug gemeinsam mit der geschlossen bleibenden Drucksinterform (9, 10) innerhalb von 3 bis 15 Minuten von Sinteremperatur auf 250°C abgeschreckt wird, wobei als Abschreckmedium vorzugsweise Luft oder Preßluft verwendet wird.

Fig. 1

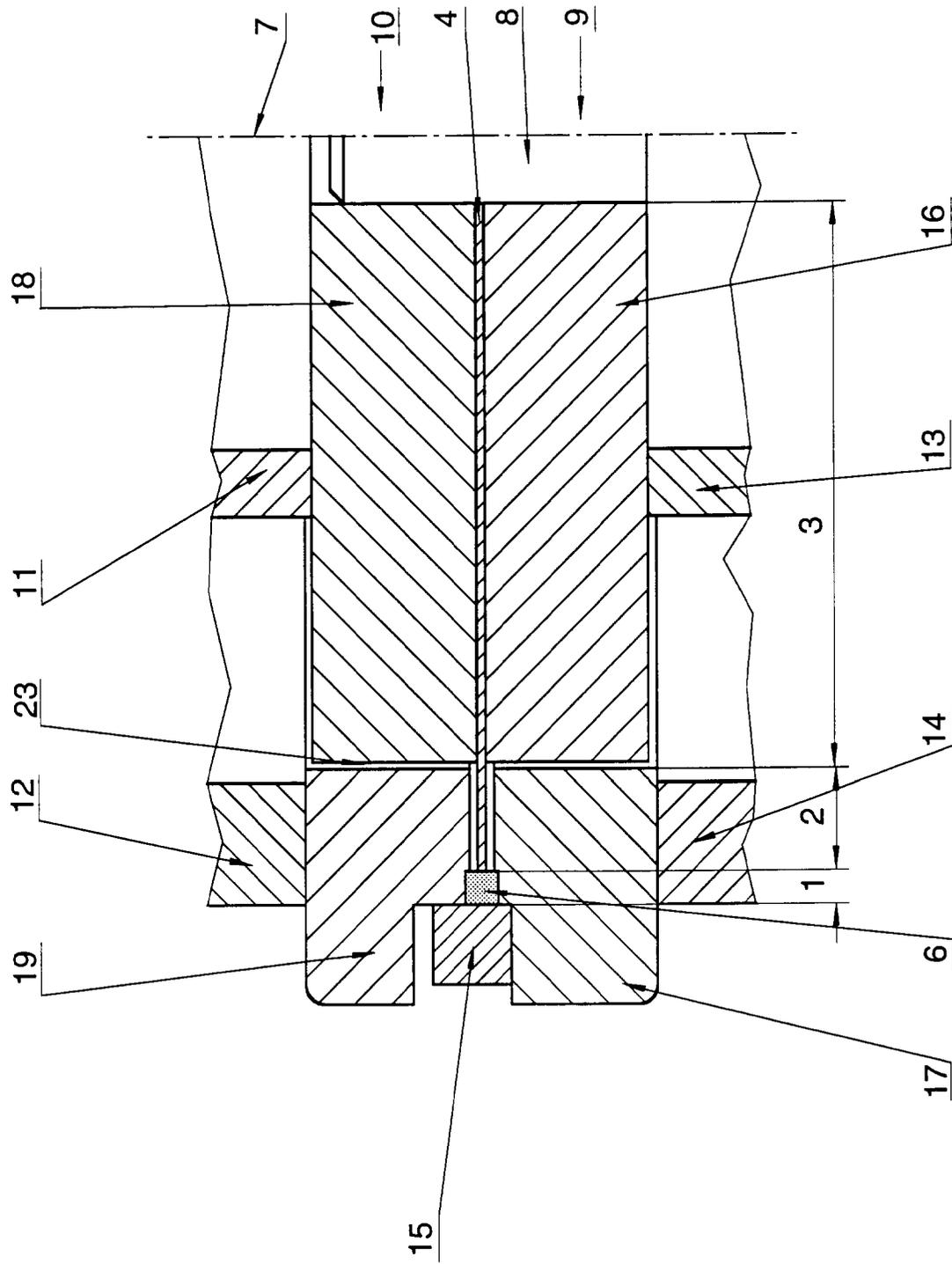


Fig. 3

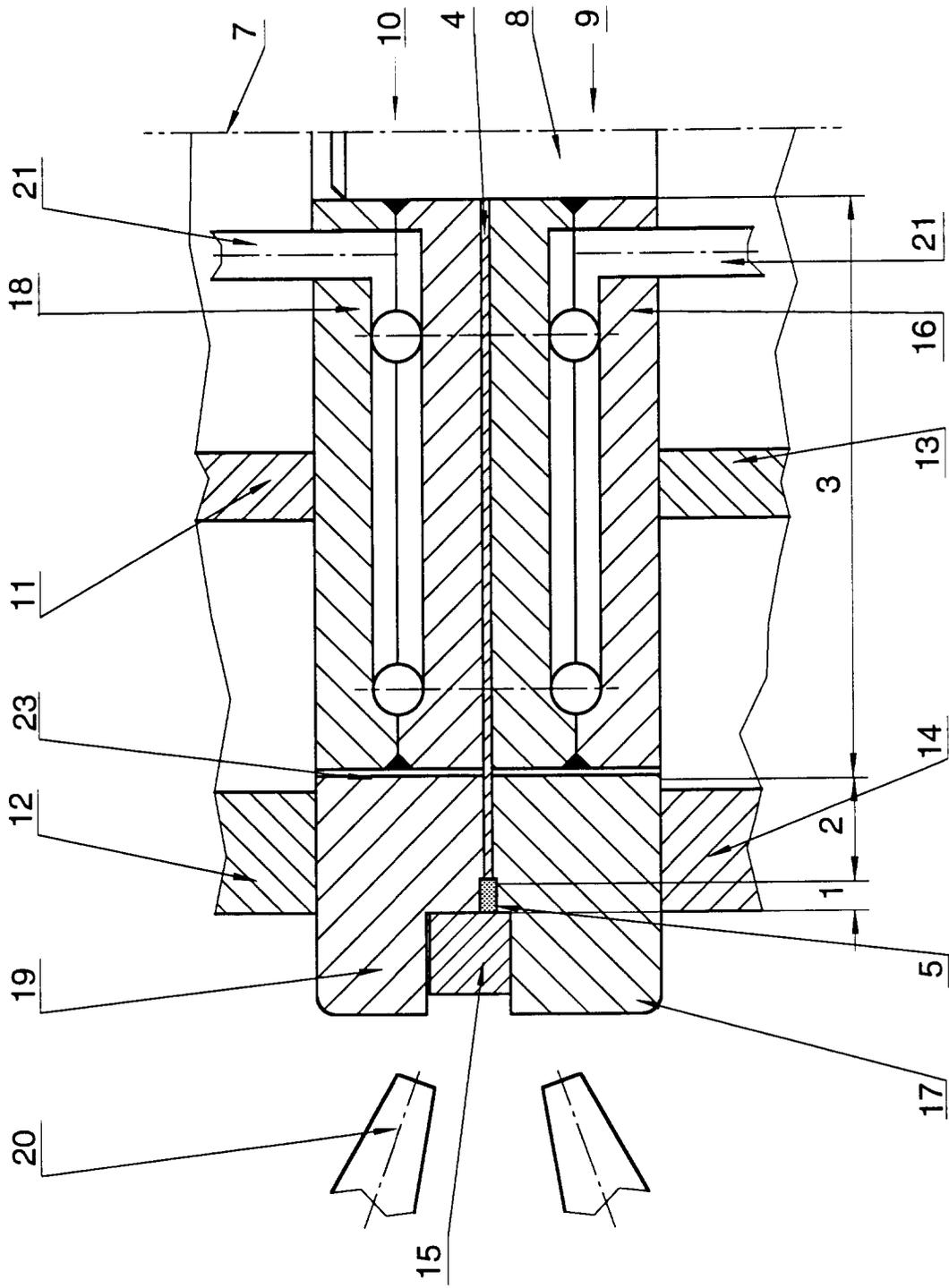
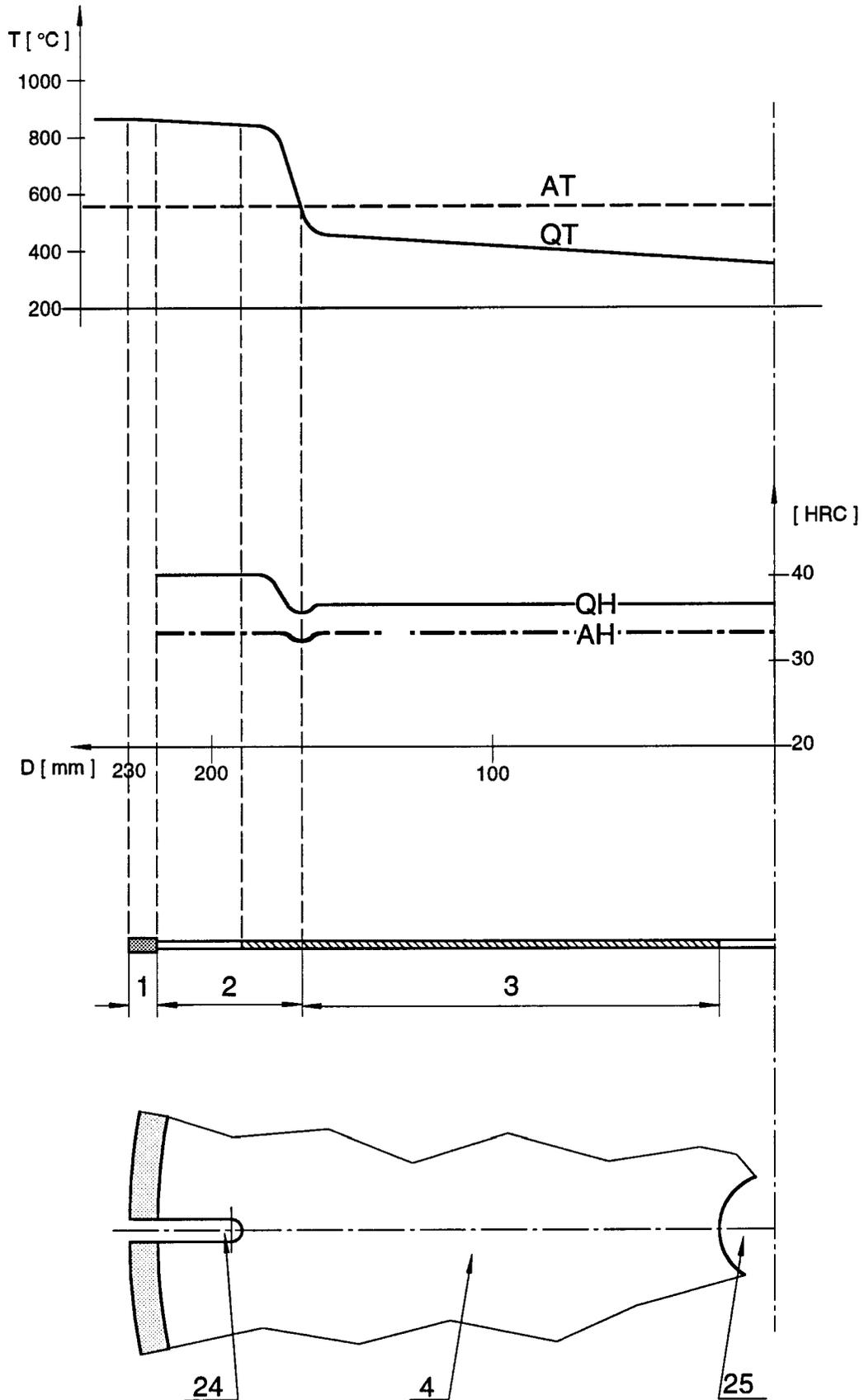


Fig. 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 20 0066

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US-A-3 201 902 (D.H. BENSON ET AL.) 24.August 1965 * Spalte 5, Zeile 8 - Zeile 29; Abbildungen 1-3 *	1,6	B24D5/12 B24D3/06 B28D1/12 B23D61/02 B24D18/00
A	US-A-3 756 796 (MILLER H) 4.September 1973 * Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 5; Abbildung 10 *	1,6	
A	DE-C-36 26 464 (NIPPON TENSHASHI K.K.) 15.Oktober 1987 * Spalte 2, Zeile 57 - Zeile 68; Abbildungen *	1,2,6	
A	US-A-4 140 524 (OBERHOLTZER JAMES R ET AL) 20.Februar 1979 * Zusammenfassung *	2,4	
A	EP-A-0 452 526 (HITACHI METALS LTD) 23.Oktober 1991 * Zusammenfassung *	4	
A	WO-A-91 08080 (CHO KYONG YANG) 13.Juni 1991		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) B24D B28D B23D
A	US-A-3 343 308 (P. FESSEL) 26.September 1967		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 15.Mai 1996	Prüfer Eschbach, D
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P/4C03)