

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum

19. September 2013 (19.09.2013)



WIPO | PCT



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2013/135392 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23D 43/02 (2006.01) B21D 28/34 (2006.01)

B23D 37/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/000803

(22) Internationales Anmeldedatum:

15. März 2013 (15.03.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

1020120051191.3 16. März 2012 (16.03.2012) DE

102012007514.6 17. April 2012 (17.04.2012) DE

(71) Anmelder: AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).
JAKOB LACH GMBH & CO. KG [DE/DE];
Donaustrasse 17, 63452 Hanau (DE).

(72) Erfinder: KOPTON, Peter; Am Eixelberg 3, 85092
Kösching (DE). MAURER, Eugen; Adam-Geck-Strasse
10, 61239 Ober-Mörlen (DE).

(74) Anwalt: NEUHAUSEN, Marc-Alexander; AUDI AG,
Patentabteilung, D-85045 Ingolstadt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

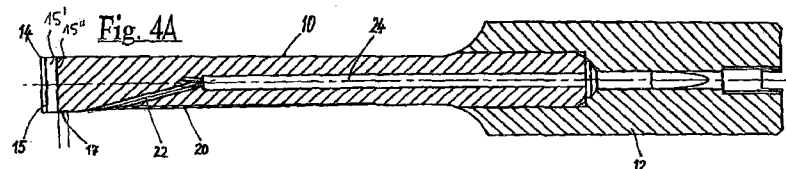
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND TOOL FOR PRODUCING AN EXACT-FIT CYLINDRICAL BORE BY REMOVAL OF MATERIAL
FROM AN EXISTING BORE WITH A FINISHING ALLOWANCE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND WERKZEUG ZUR SPANENDEN HERSTELLUNG EINER PASSGENAUEN,
ZYLINDRISCHEN BOHRUNG AUS EINER BESTEHENDEN BOHRUNG MIT FERTIGBEARBEITUNGSZUGABE



(57) Abstract: The provided method and material-removing tool serve for producing an exact-fit cylindrical bore with a high degree of surface quality and a length that may be a multiple of the diameter from an existing bore with a finishing allowance. In order to reduce the time taken for the finishing by means of a reamer to be performed, it is proposed to use a tool in the form of an impact ram (10), which is formed at the front end with a circular or substantially circular cutting edge (14), the diameter of which corresponds to the nominal diameter of the bore to be produced, and which tapers from directly behind the cutting edge (14) or behind a front region (16) of a certain length.

(57) Zusammenfassung: Das vorgesehene Verfahren und spanabhebende Werkzeug dienen zur Herstellung einer passgenauen, zylindrischen Bohrung mit hoher Oberflächengüte und einer Länge, die ein Vielfaches des Durchmessers betragen kann, aus einer bestehenden Bohrung mit einer Fertigbearbeitungszugabe. Um die Dauer der Fertigbearbeitung mittels Reibahle zu verkürzen, wird der Einsatz eines Werkzeugs in Form eines Stoßstempels (10) vorgeschlagen, der am vorderen Ende mit einer kreisrunden oder im Wesentlichen kreisrunden Schneidkante (14) ausgebildet ist, deren Durchmesser dem Nenndurchmesser der herzustellenden Bohrung entspricht, und der sich, beginnend unmittelbar hinter der Schneidkante (14) oder hinter einem vorderen Bereich (16) bestimmter Länge, verjüngt.



WO 2013/135392 A1

**Verfahren und Werkzeug zur spanenden Herstellung einer passgenauen,
zylindrischen Bohrung aus einer bestehenden Bohrung mit
Fertigbearbeitungszugabe**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Werkzeug zur spanenden Herstellung einer passgenauen, zylindrischen Bohrung mit hoher Oberflächengüte und einer Länge, die ein Vielfaches des Durchmessers betragen kann, aus einer bestehenden Bohrung mit einer auf den Radius bezogenen Fertigbearbeitungszugabe.

Zur Herstellung unrunder Bohrungen, z. B. mit Vierkant-Querschnitt, Keilnuten oder Vielkeilprofil, werden Räumnadeln und Räumdorne eingesetzt, die normalerweise von vorn nach hinten gestaffelt mehrere stufenförmig weiter vorspringende Schneidzähne haben. Räumwerkzeuge dienen typischerweise der Profilierung, nicht der Fertig- und Feinbearbeitung zylindrischer Bohrungen mit hoher Oberflächengüte.

Wenn zylindrische Bohrungen im letzten Arbeitsschritt feinbearbeitet werden sollen, kommen Reibahlen zum Einsatz, mit denen eine bestehende Bohrung, die noch über eine Reibzugabe von einigen Zehntel mm verfügt, aufgebohrt wird. Das Reiben ist ein verhältnismäßig langsamer Vorgang, bei dem die Reibahle axial längs der Bohrungsachse und gleichzeitig rotierend angetrieben wird. Wenn der axiale Vorschub z. B. 0,1 mm pro Umdrehung beträgt, also 380 Umdrehungen für das Reiben einer 38 mm langen Bohrung gebraucht werden, und mit 800 Upm gearbeitet wird, dauert der Arbeitsvorgang etwa eine halbe Minute. Die lange Bearbeitungszeit fällt insbesondere dann stark ins Gewicht, wenn in Großserie Werkstücke, wie z. B. Motoren, produziert werden, die jeweils eine Vielzahl von sehr genau und mit hoher Oberflächengüte zu bearbeitender Bohrungen haben, beispielsweise für die Führung der Ein- und Auslassventile der Zylinder eines Vier- oder Sechs-Zylindermotors.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und Werkzeug der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, das ohne Einbuße bei der Präzision und Oberflächengüte der zu erzeugenden zylindrischen Bohrungen eine beträchtliche Reduzierung der Bearbeitungsdauer im Vergleich mit dem herkömmlichen Reibvorgang ermöglicht.

Vorstehende Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens erfindungsgemäß im Wesentlichen dadurch gelöst, dass die Fertigbearbeitungszugabe während eines axialen Arbeitshubs eines Stoßstempels mit einer kreisrunden oder im Wesentlichen kreisrunden Schneidkante an seinem vorderen Ende auf den Nenndurchmesser der fertigen Bohrung abgeschält wird.

Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur spanenden Herstellung einer passgenauen, zylindrischen Bohrung mit hoher Oberflächengüte und einer Länge, die ein Vielfaches des Durchmessers betragen kann, aus einer bestehenden Bohrung mit einer Fertigbearbeitungszugabe, dass sich dadurch auszeichnet, dass die Fertigbearbeitungszugabe während eines axialen Arbeitshubs eines Stoßstempels mit einer kreisrunden oder im Wesentlichen kreisrunden Schneidkante an seinem vorderen Ende auf den Nenndurchmesser der fertigen Bohrung abgeschält wird, wobei der axiale Arbeitshub von einer Drehbewegung überlagert wird, wobei entweder das Verhältnis von Arbeitshub und Drehzahl konstant ist oder variiert.

Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird gemäß der Erfindung ein Werkzeug vorgeschlagen, das die Form eines Stoßstempels hat, der am vorderen Ende mit einer kreisrunden oder im Wesentlichen kreisrunden Schneidkante ausgebildet ist, deren Durchmesser dem Nenndurchmesser der herzustellenden Bohrung entspricht. Vorzugsweise verjüngt sich der Stoßstempel beginnend unmittelbar hinter der Schneidkante oder hinter einem vorderen Bereich bestimmter Länge. Unter einer im wesentlichen kreisrunden Schneidkante ist hier eine Schneidkante zu verstehen, die eine im wesentlichen zylindrische Bohrung zur passgenauen Aufnahme und Führung einer zylindrischen Welle oder Achse erzeugt, wobei kleine Vorsprünge zur Erzeugung

flacher Züge in der Oberfläche der Bohrung, die nur den Schmierfilm örtlich beeinflussen, unberücksichtigt bleiben.

Für die Fertigbearbeitung der vorgearbeiteten Bohrung einer Länge von z. B. 38 mm benötigt der Stoßstempel nur einen einzigen Vor- und Rückhub und eine Bearbeitungsdauer von z. B. etwa 0,6 sec. Das ist nur etwa 1/50 der Dauer der beispielhaft erwähnten Reibbearbeitung mit einer Reibahle. Während des Vorhubs schält die Schneidkante des Stoßstempels die Reib- bzw. Fertigbearbeitungszugabe von der Bohrungswand ab, so dass diese auf den Nenndurchmesser erweitert wird. Beim Rückhub kann das Material der Bohrungswand durch den Stoßstempel verdichtet und geglättet werden. Das ergibt einen hohen Traganteil. Spuren und Oberflächenstrukturen, die das Werkzeug beim Vor- und Rückhub auf der Bohrungswand hinterlässt, erstrecken sich axial, d. h. in Richtung der Bewegung der Ventilschäfte, sofern eine rein axiale Stoßbewegung durchgeführt wird. Demgegenüber verlaufen die Spuren und Oberflächenstrukturen nach der Bearbeitung mittels einer Reibahle quer zur Bewegungsrichtung der Ventile, so dass es schon beim Einfahren des Motors infolge der Reibung der Ventilschäfte quer zu den Oberflächenstrukturen zu einem Erstverschleiß kommt.

Die Schnittgeschwindigkeit bei der Fertigbearbeitung der Bohrungen mit dem Stoßstempel kann ohne Weiteres 5 m/min bis 150 m/min, vorzugsweise 30 bis 60 m/min oder mehr betragen.

Die Dicke der Reib- bzw. Fertigbearbeitungszugabe ist abhängig vom Durchmesser der Bohrung und vom Material. Sie muss sich mit einem einzigen Hub, also Stoß abschälen lassen, und danach muss die Schnittfläche die vorbestimmte Oberflächengüte haben. Bei Bohrungsdurchmessern bis 20 mm wird die Fertigbearbeitungszugabe normalerweise, auf den Radius bezogen, 0,01 mm bis 0,5 mm betragen, sie kann aber auch kleiner oder größer gewählt werden. Damit der Stoßstempel die von der Bohrungswand abgeschälten Späne selbst aus der Bohrung herauschieben kann, ist der Stoßstempel vorzugsweise etwas länger als die herzustellende Bohrung. Die Spanbildung findet an der Schneidkante am vorderen Ende des Stoßstempels statt.

Beginnend entweder unmittelbar hinter der Schneidkante oder hinter einem vorderen, zylindrischen Bereich bestimmter Länge, z. B. 0,1 – 0,4 mm, ist der Stoßstempel im Verhältnis zu seinem Querschnitt an der Schneidkante verjüngt. Das Maß der Verjüngung sollte einerseits ausreichen, dass er hinter einem vorderen Bereich bestimmter Länge nicht an der Bohrungswand reibt, andererseits aber steif bleibt, um die Schneidkante sicher zu führen.

Eine Führung des Stoßstempels erfolgt auch an der Bohrungswand, und zwar am vorderen Teil des Stoßstempels, wo der Durchmesser ebenso groß wie oder nur geringfügig kleiner ist als der Durchmesser der Schneidkante. Der vordere Teil des Stoßstempels kann deshalb auch die Funktion übernehmen, beim Rückhub Material, das während des Schneidvorgangs radial nach außen verdrängt worden ist und danach in die Bohrung zurückdrängt, wieder nach außen zu drücken und dabei zu verfestigen und zu glätten. Dies gilt nicht nur für Werkzeuge, deren Stoßstempel sich erst hinter einem vorderen Bereich bestimmter Länge verjüngt, sondern auch für solche, bei denen die Verjüngung bereits unmittelbar hinter der Schneidkante beginnt, aber dort noch sehr schwach ausgeprägt ist.

Eine Besonderheit gilt für Werkzeuge für verhältnismäßig lange, enge Bohrungen. Hier hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, die äußere Umfangsfläche des Stoßstempels auf einige verhältnismäßig schmale, axiale Stege zu reduzieren, über deren Länge im Bereich der Bohrung keine oder nur eine sehr geringe radiale Verjüngung vorgenommen wird, so dass auf ganzer oder einem großen Teil der Länge eine Abstützung und Führung des Stoßstempels an der Bohrungswand erfolgen kann. In den Umfangsbereichen zwischen den Stegen lassen sich vorzugsweise Einsenkungen mit einer Tiefe von einigen Hundertstel bis zu einigen Zehntel mm einarbeiten, z. B. einschleifen. In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung münden Kühlschmiermittelkanäle in den vorderen Bereichen der Einsenkungen, in einer anderen Ausführung alternativ oder zusätzlich auch in der vorderen Stirnfläche des Stoßstempels.

Um die Schmierung der Ventilschäfte in der Bohrung zu fördern, kann eine weitere Verbesserung des erfindungsgemäßen Werkzeugs darin bestehen, dass im vorderen Bereich des Stoßstempels, hinter der am vorderen Ende ausgebildeten Schneidkante, über den Umfang verteilt, mehrere radiale Vorsprünge angebracht sind, die z. B. 1 bis 3 Hundertstel mm radial über die Schneidkante herausragen und entsprechende Züge in die zylindrische Bohrungswand einschneiden oder eindrücken, die eine geringe Menge Öl halten können. Die Vorsprünge können an dem Stoßstempel angeformt, angebracht oder mittels Laser aus radial außerhalb der Schneidkante vorhandenem Material herausgearbeitet sein.

Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangt man, wenn die am vorderen Ende des Stoßstempels ausgebildete Schneidkante ein insgesamt einer Kreisform angenähertes Polygon ist, wobei der Radius in den Eckbereichen des Polygons z. B. etwa 2 bis 3 Hundertstel mm größer ist als in den mittleren Umfangsbereichen zwischen den Eckbereichen.

In einer bevorzugten Ausführung haben die zuletzt genannten radialen Vorsprünge bzw. die Eckbereiche einer im Wesentlichen insgesamt kreisrunden, polygonalen Schneidkante schraubengangförmige axiale Verlängerungen auf der Umfangsfläche des Stoßstempels und dieser wird bei der Erzeugung der Bohrung nicht nur axial, sondern gleichzeitig auch entsprechend der Steigung der Schraubengänge in Drehrichtung angetrieben. Auf diese Weise erzeugt man in der Bohrungswand Züge mit Drall, die bewirken können, dass ein Ventil bei jedem Hub ein wenig gedreht und dadurch über den Umfang gleichmäßiger belastet wird.

Um eine Haftreibung zu vermeiden bzw. zu reduzieren, also im Wesentlichen eine Gleitreibung zu erzielen, ist vorgesehen, dass zu der Stoßbewegung, die durch den Hub des Stoßstempels erzeugt wird, eine Drehbewegung hinzu kommt. Die Drehbewegung kann mit der Stoßbewegung synchron oder asynchron verlaufen. Synchron bedeutet, dass die Stoßbewegung von der Drehbewegung überlagert wird, wobei Verhältnis von Hub und Drehzahl konstant ist. Bei einem asynchronen Verlauf besteht zwischen der Stoßgeschwindigkeit und der Drehzahl kein Bezug, d. h. ein konstantes Verhältnis liegt

nicht vor. Die Drehzahl kann einer üblichen Maschinendrehzahl zwischen 1 und 22 000 U/min entsprechen. Umdrehungszahlen von 30 000 U/min oder mehr können auch in Frage kommen. Der Hub beläuft sich insbesondere auf 5 m/min bis 60 m/min oder mehr.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das vordere Ende des Stoßstempels mit der Schneidkante sowie ggf. auch der vordere Bereich mit dem gleichen oder nur geringfügig kleineren Durchmesser ohne oder mit radialen Vorsprüngen aus Hartmetall, polykristallinem Diamant (PKD), kubischem Bornitrid (CBN), oder einer im CVD-Verfahren (Chemical Vapor Deposition) hergestellten Diamantschicht besteht. Die Diamantschicht steht als Solidmaterial zur Verfügung und wird entweder auf einen Hilfsträger oder unmittelbar auf dem Stoßstempel insbesondere im Vakuum aufgelötet. Die Dicke der im CVD-Verfahren hergestellten Schicht kann 0,5 mm betragen.

Durch die Schneidmaterialien wird für eine der Großserienproduktion angemessene Standzeit des vorgeschlagenen Werkzeugs gesorgt.

Insbesondere ist vorgesehen, dass der Stoßstempel vollständig aus Hartmetall besteht oder stirnseitig eine die Schneidkante bildende zylindrische Scheibe aus Hartmetall oder eine zylindrische Scheibe aus Schneidstoffmaterial, wie PKD oder CBN oder eine im CVD-Verfahren hergestellte Diamantschicht aufweist. Zumindest das Schneidstoffmaterial PKD und CBN ist auf einem Träger aus Hartmetall aufgebracht wie aufgelötet, der seinerseits mit dem Stoßstempel z. B. durch Löten stoffschlüssig verbunden ist. Dabei sollte die Verbindungs- wie Lötzone zumindest im Abstand von zumindest 3 mm, insbesondere im Abstand zwischen 3 mm und 8 mm zu der Stirnfläche verlaufen, die aus dem Schneidstoffmaterial besteht. Zumindest in der Verbindungs- wie Lötzone weist der Stoßstempel einen im Vergleich zum Träger geringeren Durchmesser auf, so dass sich die Verbindungs- wie Lötzone außerhalb der Anschmiegezone, also des Bereichs befindet, in dem sich das Material in dem die Bohrung herzustellen ist, an das Werkzeug anschmiegen könnte.

Sofern eine im CVD-Verfahren hergestellte Diamantschicht als Schneidstoffmaterial verwendet wird, wird diese entweder mit einem Träger aus Hartmetall verbunden und sodann auf den Stoßstempel oder unmittelbar auf den Stoßstempel insbesondere im Vakuum aufgelötet. Die Verbindungs- wie Lötzone sollte gleichfalls außerhalb der Anschmiegzone verlaufen.

Des Weiteren ist in Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Dicke des Schneidstoffs, also das Hartmetall als Schneidmaterial bzw. die Schichtdicke des PKD, CBN oder der im CVD-Verfahren hergestellten Diamantschicht, zwischen 0,1 mm bis 3 mm oder mehr liegt, wobei die Dicke in Abhängigkeit von der elastischen Anschmiegung des Werkstücks bestimmt sein sollte, durch das die Bohrung gestoßen werden soll. Hierdurch soll sichergestellt sein, dass der Stoßstempel ungeachtet des Anschmiegens des Werkstoffs an den Stoßstempel im Bereich des Schneidstoffs problemlos zurückgezogen werden kann.

Ist die Schneidkante peripherer Bereich einer aus dem Schneidstoff bestehenden Planfläche, die die Stirnfläche des Stoßstempels ist, so kann auch ein Ring aus dem Schneidstoff benutzt werden, der stirnseitig auf dem Werkzeug verläuft.

Alle vorstehend erwähnten Ausführungsbeispiele gestatten eine Beeinflussung der Schneidbedingungen und der Spanbildung durch zweckentsprechende Gestaltung der vorderen Stirnfläche des Stoßstempels dahingehend, dass sie an der Schneidkante wahlweise einen positiven oder negativen Spanwinkel bildet. Ebenfalls unabhängig von dem jeweiligen Ausführungsbeispiel kann das Werkzeug einteilig, z. B. aus Hartmetall oder vergütetem Werkzeugstahl, oder zweiteilig, z. B. aus einem hinteren Einspannschaft aus Stahl und einem vorderen Stoßstempel aus Hartmetall bestehen, der in eine passende Bohrung im Einspannschaft eingelötet und ggf. am vorderen Ende durch Löten mit einer Schneidplatte aus z. B. PKD auf einer Tragschicht aus Hartmetall verbunden ist.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen – für sich und/oder in

Kombination -, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

- Fig. 1A einen mittleren Längsschnitt durch ein spangebendes Werkzeug zur Fertigbearbeitung von Führungsbohrungen für Kraftfahrzeugventile,
- Fig. 1B einen Ausschnitt aus Fig. 1A im Bereich der Schneidkante des Werkzeugs in größerem Maßstab,
- Fig. 1C eine perspektivische Ansicht des Werkzeugs nach Fig. 1A,
- Fig. 1D einen Ausschnitt aus Fig. 1C im Bereich des vorderen Endes des Werkzeugs in größerem Maßstab;
- Fig. 2A einen mittleren Längsschnitt durch ein gegenüber Fig. 1 dahingehend abgewandeltes Werkzeug, dass sein Stoßstempel axiale Stege und zwischen diesen Einsenkungen aufweist, in denen Kühlschmiermittelkanäle münden,
- Fig. 2B einen Querschnitt durch den Stoßstempel des Werkzeugs gemäß Schnittlinie C-C in Fig. 2 C,
- Fig. 2C eine Seitenansicht des Werkzeugs nach Fig. 2A,
- Fig. 2D eine perspektivische Ansicht des Werkzeugs nach Fig. 2A – C;
- Fig. 3A einen mittleren Längsschnitt durch ein gegenüber Fig. 2A dahingehend abgewandeltes Ausführungsbeispiel, dass das vordere Ende des Stoßstempels aus PKD besteht,
- Fig. 3B einen Querschnitt durch den Stoßstempel gemäß Schnittlinie C-C in Fig. 3C,
- Fig. 3C eine Seitenansicht des Werkzeugs nach Fig. 3A,
- Fig. 3D eine perspektivische Ansicht des Werkzeugs nach Fig. 3A – C;
- Fig. 4A einen mittleren Längsschnitt durch ein gegenüber Fig. 3A dahingehend abgewandeltes Werkzeug, dass hinter der Schneidkante radiale Vorsprünge vorhanden sind, die in der Bohrungswand Züge erzeugen,
- Fig. 4B eine Seitenansicht des Werkzeugs nach Fig. 4A,

- Fig. 4C einen Querschnitt durch den Stoßstempel gemäß Schnittlinie C – C in Fig. 4B,
- Fig. 4D einen vergrößerten Ausschnitt eines Querschnitts des Stoßstempels nach Schnittlinie E-E in Fig. 4B,
- Fig. 4E einen Ausschnitt aus Fig. 4B in größerem Maßstab,
- Fig. 4F einen Ausschnitt einer Stirnansicht des Stoßstempels in größerem Maßstab,
- Fig. 4G eine perspektivische Ansicht des Werkzeugs nach Fig. 4A – F,
- Fig. 4H das vordere Ende des Stoßstempels nach Fig. 4G in größerem Maßstab;
- Fig. 5A einen mittleren Längsschnitt durch ein gegenüber Fig. 1A dahingehend abgewandeltes Werkzeug, dass der Stoßstempel eine einer Kreisform angenäherte, polygonale Schneidkante hat und im vorderen Bereich des Stoßstempels Kühlschmiermittelkanäle in der Umfangsfläche münden,
- Fig. 5B eine Seitenansicht des Werkzeugs nach Fig. 5A,
- Fig. 5C einen Teilquerschnitt durch den vorderen, polygonalen Bereich des Stoßstempels gemäß Schnittlinie C – C in Fig. 5B in größerem Maßstab,
- Fig. 5D eine perspektivische Ansicht des Werkzeugs nach Fig. 5A – C,
- Fig. 5E das vordere Ende des Stoßstempels nach Fig. 5D in größerem Maßstab;
- Fig. 6A einen mittleren Längsschnitt durch ein gegenüber Fig. 1A dahingehend abgewandeltes Werkzeug, dass axial vor der am vorderen Ende des Stoßstempels ausgebildeten Schneidkante ein Fräskopf mit kleinerem Durchmesser zum Planfräsen des Bodens einer mit dem Stoßstempel bearbeiteten Sackbohrung angebracht oder ausgebildet ist,
- Fig. 6B eine Stirnansicht des Fräskopfes des Werkzeugs nach Fig. 6 A,
- Fig. 6C,D Seitenansicht und Stirnansicht eines anstelle des Fräskopfes nach Fig. 6 A,B verwendeten Bohrkopfes,
- Fig. 6E,F Seitenansicht und Stirnansicht eines unmittelbar vor dem Stoßstempel angebrachten oder ausgebildeten Fräskopfes zum Planfräsen des Bodens eines Sacklochs und
- Fig. 6G,H Seitenansicht und Stirnansicht eines anstelle des Fräskopfes nach Fig. 6 E, F verwendeten Bohrkopfes.

Das in Fig. 1A gezeigte Werkzeug besteht aus einem im Querschnitt kreisrunden Stoßstempel 10 aus Hartmetall, der mit seinem hinteren Ende in eine passende Bohrung in einem Einspannschaft 12 eingelötet ist. Der Einspannschaft 12 besteht z. B. aus einem vergüteten Werkzeugstahl. Mit dem Werkzeug soll eine vorgebohrte Bohrung in einem Werkstück z. B. aus Messing- oder Stahlbronze durch spangebendes Abtragen einer Reibzugabe von z. B. 0,1 bis 0,5 mm Dicke auf den Nenndurchmesser der fertigen Bohrung erweitert und dabei die Oberflächengüte wie bei einer Bearbeitung mit einer Reibahle erzielt werden. Derartige Qualitätsanforderungen werden z. B. an Bohrungen zur Ventilführung bei Verbrennungsmotoren gestellt.

Der Stoßstempel nach Fig. 1A ist an seinem vorderen Ende mit einer im Wesentlichen kreisrunden Schneidkante 14 ausgebildet, deren Durchmesser dem Nenndurchmesser der herzustellenden Bohrung entspricht. Wie in Fig. 1B gezeigt, schließt sich an die Schneidkante 14 ein vorderster Bereich bzw. Abschnitt 16 mit einer axialen Länge von z.B. 0,1-0,2 mm an, in dem der Stoßstempel 10 zylindrisch mit demselben Durchmesser wie die Schneidkante 14 ausgebildet ist. Hinter dem zylindrischen Bereich 16 verjüngt sich dann der weiterhin im Querschnitt kreisrunde Stoßstempel 10 konisch, wobei der Neigungswinkel α zwischen einer im Längsschnitt in der Umfangsfläche liegenden Geraden und einer Parallelen zur Mittellängsachse im Beispiel $0,5^\circ$ beträgt. Die konische Verjüngung erstreckt sich über eine größere Länge als die Länge der herzustellenden Bohrung, z.B. über 40,5 mm bei einer Bohrungslänge von 38 mm. Durch die Verjüngung wird erreicht, dass der Stoßstempel nicht mit seinem hinteren Bereich an der Bohrungswand reibt.

Anders als vorstehend beschrieben, kann die Verjüngung des Stoßstempels auch bereits unmittelbar an der Schneidkante 14 beginnen. Die Konizität der Verjüngung wird man dann jedoch deutlich kleiner wählen, z. B. nur mit ein bis zwei μ auf Längenabschnitten von 20 mm. In diesem Fall wirkt sich die Verjüngung unmittelbar hinter der Schneidkante nur minimal aus, so dass davon ausgegangen werden kann, dass der vorderste Abschnitt 16 gemäß Fig. 1B praktisch immer noch denselben Durchmesser hat wie die kreisrunde Schneidkante 14. Daher behält auch bei dieser Version der vorderste Bereich 16 des Stoßstempels 10 seine führende und glättende Funktion.

Im Unterschied zu Fig. 1A ist bei der Ausführung nach Fig. 2A der Stoßstempel 10 im Querschnitt nicht kreisrund, sondern hat eine äußere Umfangsfläche, die auf mehrere sich axial erstreckende Stege 18 (siehe Fig. 2B-D) reduziert ist. Zwischen diesen Stegen befinden sich Einsenkungen 20 mit einer Tiefe von z. B. 0,05 bis 0,5 mm, die ggf. auch flacher oder tiefer sein können, wobei vorzugsweise in deren vorderen Bereichen jeweils ein Kühlschmiermittelkanal 22 mündet. Die Kühlschmiermittelkanäle 22 haben Anschluss an einen sich zentral durch den Stoßstempel erstreckende Hauptzufuhrkanal 24. Für die radial äußere Fläche der Stege 18 gilt dasselbe wie für die Umfangsfläche des Stoßstempels 10 nach Fig. 1A. Auch längs der Stege 18, insbesondere an der Schneidkante 14 beginnend, findet von vorne nach hinten eine radiale Verjüngung statt, allerdings wird diese vorzugsweise nur gering bemessen, z.B. nur mit ein bis zwei μ auf 20 mm Länge. Mit dieser Ausführung ist man bestrebt, insbesondere bei langen Bohrungen mit verhältnismäßig kleinem Durchmesser den Lochstempel auf einem großen Teil seiner Länge an der Bohrungswand zu führen. Die dabei auftretende Reibung wird durch die mit Kühlschmiermittel versorgten Einsenkungen 20 zwischen den Stegen 18 reduziert.

Die Umfangsfläche des Stoßstempels 10 sollte entsprechend der Darstellung gemäß Fig. 1A – D außerhalb der stirnseitigen Schneidkante schneidkantenfrei sein.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 3A ist ähnlich gestaltet wie das nach Fig. 2A, bietet jedoch den Vorteil, dass das vordere Ende des Stoßstempels 10, wo sich die Schneidkante 14 befindet, aus einer Schicht oder Platte 15 aus polykristallinem Diamant (PKD) oder einem anderen extrem harten Schneidmaterial wie kubischem Bornitrid (CBN) oder aus einer im CVD-Verfahren hergestellten Diamantschicht besteht. Auch das PKD oder das CBN ist auf einem Träger befestigt, der insbesondere aus Hartmetall besteht und die Geometrie einer Zylinderscheibe aufweist. Eine solche ist in Fig. 3A mit 15' gekennzeichnet.

Die Dicke der Schicht aus PKD oder CBN oder einer im CVD-Verfahren hergestellten Diamantschicht sollte zwischen 0,1 bis 3 mm liegen, ohne dass hierdurch die Erfindung

eingeschränkt wird. Die Dicke der Schicht hängt davon ab, in welchen Werkstoff die Bohrung eingebracht werden soll, also von dessen Elastizität, damit beim Zurückziehen des Stoßstempels 10 das elastische Anschmiegen des Werkstoffs im Wesentlichen auf das Schneidmaterial einwirkt. Des Weiteren sollte der Abstand zwischen der Verbindungs- wie Lötzone 15'' und dem Hartmetallträger 15', der mit dem Stoßstempel 10 stoffschlüssig verbunden ist, in einem Abstand zwischen 3 und 8 mm von der Stirnfläche der Hartmetallschicht 15 verlaufen, um unerwünschte Krafteinwirkungen beim Zurückziehen durch das elastische Zurückstellen des Werkstoffs, in den die Bohrung eingebracht wird, zu vermeiden. Insbesondere sollte der Abstand zumindest 3,2 mm oder mehr betragen. Die Verbindungs- wie Lötzone 15'' verläuft in dem Bereich des Schafts des Stoßstempels 10, in dem dieser im Vergleich zur Schneidkante einen geringeren Durchmesser aufweist.

Wenn sich im Einzelfall herausstellt, dass auch der vorderste Abschnitt des Stoßstempels in dem Bereich verschleißt, wo der Durchmesser noch im Wesentlichen ebenso groß ist wie der Durchmesser der Schneidkante 14, weil sich die Verjüngung erst dahinter praktisch bemerkbar macht, sollte man zweckmäßigerweise den gesamten stark beanspruchten vorderen Bereich des Stoßstempels aus extrem harten Schneidmaterial herstellen.

Das in Fig. 4A-F dargestellte Werkzeug, das weitgehend mit dem nach Fig. 3A-D übereinstimmt, wird dadurch gewonnen, dass der Stoßstempel an seinem vorderen Ende hinter der dort angelöteten Platte 15 aus PKD auf Hartmetallunterlage auf einem Abschnitt 17 von z. B. 4 mm Länge zunächst einen etwas größeren Durchmesser (z.B. 6,05 mm) hat als die Schneidkante (z.B. 6,0 mm) aus PKD. Dann werden, gleichmäßig über den Umfang verteilt, auf dem genannten Umfangsabschnitt 17, am Umfang nebeneinander liegend, z.B. 20 sich axial erstreckende Vertiefungen 26 mit Laser eingearbeitet, die jeweils in ihrem mittleren Bereich unter dem Durchmesser der Schneidkante 14 liegen, während zwischen den Vertiefungen 26 radiale Vorsprünge 27 stehen bleiben, die z.B. 0,01 bis 0,5 mm radial über den Durchmesser der Schneidkante 14 vorstehen (siehe Fig. 4D,F,H). Sie erzeugen daher bei dem Arbeitshub des Werkzeugs flache Züge in der Bohrungswand, die für die Schmierung der Ventilschäfte

vorteilhaft sind. Die radialen Vorsprünge 27 zwischen den gelaserten Vertiefungen 26 auf dem vorderen Abschnitt 17 des Stoßstempels 10 gemäß Fig. 4D, F brauchen sich auch nicht unbedingt axial gradlinig zu erstrecken, sondern können gemäß Fig. 4H schraubengangförmig verlaufen. Wenn das Werkzeug beim Vor- und Rückhub entsprechend gedreht wird, entstehen in der Bohrungswand Züge mit Drall, was sich positiv auf die Bewegung der in den erzeugten Bohrungen geführten Ventile auswirken kann.

Anstelle der in Fig. 4D, F gezeigten, mittels Laser eingearbeiteten Vertiefungen 26 könnte auch durch spanende Bearbeitung des Umfangs des Stoßstempels 10 in dem genannten Bereich 17 eine ähnliche Ausformung von radial über den Durchmesser der Schneidkante vorstehenden Vorsprüngen gewonnen werden.

Bei der Ausführung nach Fig. 5A-E wird schon die Schneidkante 14 so geschliffen, dass sie eine an eine kreisrunde Form mit dem Nenndurchmesser D_n angenäherte, aus den Nenndurchmesser (z. B. 6 mm) berührenden Kreisabschnitten 26' mit größerem Durchmesser (z. B. 10 mm) und Eckbereichen 27' zusammengesetzte, polygonale Form erhält. Man erreicht dies, indem man das Werkzeug 10, 12 beim Schleifen der Schneidkante 14 nacheinander z. B. um 12 exzentrische Drehachsen rotieren lässt, die z. B. auf einem Kreis mit 2 mm Durchmesser um die Mittellängsachse des Werkzeugs 10, 12 liegen, so dass sich während eines Umlaufs jeweils der Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Schleifscheibe und der Mittellängsachse des Stoßstempels 10 ändert und durch die 12 Schleifoperationen insgesamt ein Polygon mit 12 konvexen Seitenkanten 26' und ein wenig außerhalb des Nenndurchmessers D_n liegenden Ecken 27' entsteht.

Die polygonale Form der Schneidkante ist am besten aus Fig. 5C ersichtlich und kommt auch in Fig. 5E deutlich zum Ausdruck. Diese Form des Werkzeugs eignet sich ebenfalls dafür, in der herzustellenden Bohrungswand Züge ohne oder mit Drall zu erzeugen, indem die Ecken 27' entweder mit einer axial geradlinigen oder einer schraubengangförmigen Verlängerung ausgebildet werden. Die nur beispielhaft

genannte Zahl von 12 konvexen Seitenkanten des Polygons kann auch kleiner oder größer gewählt werden.

Ist zuvor erläutert worden, dass zur Herstellung einer passgenauen Bohrung der die Schneidkante 14 aufweisende Stoßstempel 10 im Wesentlichen ausschließlich einen axialen Hub ausführt, der ggfs. von einer einen Drall in der Innenwandung der Bohrung ausbildenden Drehbewegung überlagert wird derart, dass sich in der Innenwandung der Bohrung spiralförmig verlaufende Riefen oder Züge ergeben, wobei der Steigungswinkel zwischen 1° und 75° , vorzugsweise zwischen 10° und 15° liegen sollte.

Neben der Hubbewegung sollte auch eine Drehbewegung insbesondere mit hoher Umdrehungszahl durchgeführt wird. Die Drehbewegung kann mit der Stoßbewegung synchron oder asynchron verlaufen. Synchron bedeutet, dass die Stoßbewegung von der Drehbewegung derart überlagert wird, dass das Verhältnis von Hubgeschwindigkeit und Drehzahl konstant ist. Bei einem asynchronen Verlauf variiert das Verhältnis von Stoßgeschwindigkeit und Drehzahl. Hierdurch kann Vorschub und das Zurückziehen erleichtert werden. Es wird eine Haftreibung vermieden bzw. in einem Umfang reduziert, dass dem Grunde nach nur eine Gleitreibung auftritt. So besteht die Möglichkeit, den Stoßstempel 10 während des Stoßens mit einer Drehzahl von z. B. 2 000 U/min oder mehr oder weniger, insbesondere Umdrehungen von 30 000 U/min oder mehr zu drehen. Der Hub sollte dabei im Bereich von 5 m/min oder mehr, insbesondere bis zu 150 m/min betragen. Durch die Zahlenwerte wird jedoch die erfindungsgemäße Lehre nicht eingeschränkt.

Es kann im Einzelfall zweckmäßig oder notwendig sein, eine mit einem Stoßstempel fertig zu bearbeitende Bohrung als Sackbohrung auszubilden. Für solche Anwendungsfälle wird ein Werkzeug nach Fig. 6A-H vorgeschlagen. Es hat einen Stoßstempel 10 nach Fig. 1A-D, Fig. 2A-D oder Fig. 3A-D mit den vorstehend beschriebenen Eigenschaften, Variationen und Funktionen. Der Stoßstempel 10 ist lediglich kombiniert mit einem Fräskopf 30 zum Planfräsen des Bodens der Sackbohrung oder mit einem Bohrkopf 32, dessen Schneidkanten einen Scheitelwinkel

von z.B. 90° oder 120° oder einen anderen geeigneten spitzen oder stumpfen Winkel bilden. Sie könnten auch derart gerundet geschliffen sein, dass der damit erzeugte Boden der Sackbohrung nicht die Form eines Hohlkonus sondern einer Kalotte erhält.

Der Fräs- oder Bohrkopf 30 bzw. 32 kann einstückig mit dem Stoßstempel 10 ausgebildet oder einzeln hergestellt und am vorderen Ende des Stoßstempels 10 fest angebracht, z. B. angelötet sein. Er sollte im Durchmesser nicht größer, vorzugsweise etwas kleiner als die Schneidkante 14 sein. Bei den Ausführungsbeispielen nach Fig. 6A-D ist ein ringförmig eingesenkter Übergangsbereich 33 zwischen der Schneidkante 14 und dem Fräs- bzw. Bohrkopf 30, 32 vorgesehen, bei den Ausführungen nach Fig. 6E,F und 6 G,H befindet sich der Fräskopf 30 bzw. Bohrkopf 32 unmittelbar vor dem Stoßstempel 10. Es versteht sich, dass die Sackbohrung nur soweit stoßend und passgenau fertigtbearbeitet ist, wie der Stoßstempel 10 axial vorfährt. Bis zu ihrem Boden bleibt ein bestimmter Abschnitt der Bohrungswand ohne diese Feinbearbeitung. Versuche haben gezeigt, dass der Stoßstempel 10 mit Fräs- oder Bohrkopf 30 bzw. 32 auch schon während des Stoßhubs rotierend angetrieben werden kann, vorzugsweise mit niedriger Drehzahl.

Da die Oberfläche des Bodens der Sackbohrung durch Drehantrieb mit axialem Vorschub des Werkzeugs bearbeitet wird, können die im Zusammenhang mit Fig. 4A-H und Fig. 5A-E erwähnten Züge in der Bohrungswand zur Beeinflussung der Schmierung und ggf. zur Erzielung eines Dralls nur auf dem Längenabschnitt der Bohrung realisiert werden, den die radial über den Nenndurchmesser vorstehenden Vorsprünge 27 bzw. polygonalen Eckbereiche 27' während des Stoßhubs des Stoßstempels 10 passieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur spanenden Herstellung einer passgenauen, zylindrischen Bohrung mit hoher Oberflächengüte und einer Länge, die ein Vielfaches des Durchmessers betragen kann, aus einer bestehenden Bohrung mit einer Fertigbearbeitungszugabe, dadurch gekennzeichnet, dass die Fertigbearbeitungszugabe während eines axialen Arbeitshubs eines Stoßstempels (10) mit einer kreisrunden oder im Wesentlichen kreisrunden Schneidkante (14) an seinem vorderen Ende auf den Nenndurchmesser der fertigen Bohrung abgeschält wird.
2. Verfahren zur spanenden Herstellung einer passgenauen, zylindrischen Bohrung mit hoher Oberflächengüte und einer Länge, die ein Vielfaches des Durchmessers betragen kann, aus einer bestehenden Bohrung mit einer Fertigbearbeitungszugabe, dadurch gekennzeichnet, dass die Fertigbearbeitungszugabe während eines axialen Arbeitshubs eines Stoßstempels (10) mit einer kreisrunden oder im Wesentlichen kreisrunden Schneidkante (14) an seinem vorderen Ende auf den Nenndurchmesser der fertigen Bohrung abgeschält wird, wobei der axiale Arbeitshub von einer Drehbewegung überlagert wird, wobei entweder das Verhältnis von Arbeitshub und Drehzahl konstant ist oder variiert.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnittgeschwindigkeit während des Arbeitshubs 5 m/min bis 150 m/min, insbesondere 30 bis 90 m/min, bei Bohrungsdurchmessern bis 20 mm vorzugsweise 50 bis 80 m/min beträgt.
4. Verfahren nach zumindest einer der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass während des Arbeitshubs das vordere Ende (16) des Stoßstempels (10) hinter der Schneidkante (14) an der Bohrungswand geführt wird.

5. Verfahren nach zumindest einer der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass während des auf einen Arbeitshub folgenden Rückhubs des Stoßstempels (10) die Oberfläche der Bohrungswand durch den axial an die Schneidkante (14) angrenzenden, im Durchmesser ebenso groß wie der Nenndurchmesser der Bohrung oder nur minimal kleiner als dieser bemessenen Abschnitt (16) des Stoßstempels verdichtet und/oder geglättet wird.
6. Verfahren nach zumindest einer der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass während des Arbeits- und Rückhubs die Reibung zwischen der Bohrungswand und dem Stoßstempel (10) durch dessen Verjüngung auf sein vorderes Ende (16) begrenzt wird.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch über den Umfang verteilte, am Stoßstempel (10) hinter der Schneidkante (14) angeordnete, nur wenige Hundertstel mm radial über diese herausragende Vorsprünge (27) den Schmierfilm in der fertigen Bohrung beeinflussende Züge in der Bohrungswand erzeugt werden.
8. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass durch über den Umfang verteilte, an der Schneidkante (14) ausgebildete, nur wenige Hundertstel mm radial über den Nenndurchmesser herausragende Vorsprünge (27') den Schmierfilm in der fertigen Bohrung beeinflussende Züge erzeugt werden.
9. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass während des Arbeits- und Rückhubs durch Drehung des Stoßstempels (10) Züge mit Drall in der Bohrungswand erzeugt werden, wobei insbesondere ein Zug mit einer Steigung von z. B. 1° bis 75° , insbesondere 10° bis 15° erzeugt wird.
10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanbildung während des Arbeitshubs des Stoßstempels

- (10) durch Gestaltung von dessen vorderer Stirnfläche im äußeren Umfangsbereich als Konus- oder Hohlkonusfläche beeinflusst wird.
11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung einer Sackbohrung ein wahlweise rotierend angetriebener Stoßstempel (10) mit einem axial vor der Schneidekante (14) angebrachten Fräs- oder Bohrkopf (30, 32) verwendet wird, durch den der Boden der Sackbohrung spanend bearbeitet wird.
 12. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der axiale Arbeitshub mit einer Drehbewegung zwischen 1 U/min und 10.000 U/min oder mehr überlagert wird.
 13. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stoßstempel (10) während des Arbeitshubs in Drehung versetzt wird, wobei die Umdrehung vorzugsweise zumindest 2.000 U/min, bevorzugt zumindest 30.000 U/min beträgt.
 14. Spanabhebendes Werkzeug, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 13 zur Herstellung einer passgenauen, zylindrischen Bohrung mit hoher Oberflächengüte und einer Länge, die ein Vielfaches des Durchmessers betragen kann, aus einer bestehenden Bohrung mit einer Fertigbearbeitungszugabe, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug die Form eines Stoßstempels (10) hat, der am vorderen Ende mit einer kreisrunden oder im Wesentlichen kreisrunden Schneidkante (14) ausgebildet ist, deren Durchmesser dem Nenndurchmesser der herzustellenden Bohrung entspricht, und der sich, beginnend unmittelbar hinter der Schneidkante (14) oder hinter einem vorderen Bereich (16) bestimmter Länge, verjüngt.
 15. Werkzeug nach zumindest Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Verjüngung des Stoßstempels (10) hinter einem vorderen Bereich (16) mit einer axialen Länge von 0,1 mm bis 0,4 mm beginnt.

16. Werkzeug nach zumindest Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Verjüngung konisch ist und, gemessen im mittleren Längsschnitt durch den Stoßstempel (10) als Winkel zwischen der die Umfangsfläche darstellenden Linie und der Mittellängsachse, $0,3^{\circ}$ bis $0,7^{\circ}$ beträgt.
17. Werkzeug nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Verjüngung des Stoßstempels (10) unmittelbar hinter der Schneidkante (14) beginnt, einen konischen Verlauf hat und, gemessen am Radius, vorzugsweise $1\text{ }\mu$ bis $10\text{ }\mu$ auf 20 mm Länge beträgt.
18. Werkzeug nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Umfangsfläche des Stoßstempels (10) auf mehrere über den Umfang verteilte, sich axial erstreckende Stege (18) reduziert ist, deren Höhe sich entsprechend der Verjüngung von vorn nach hinten verringert, und zwischen denen Einsenkungen (20) mit einer Tiefe von vorzugsweise 0,05 mm bis 0,5 mm unterhalb des Nenndurchmessers der herzustellenden Bohrung vorhanden sind.
19. Werkzeug nach zumindest Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass im vorderen Bereich der Einsenkungen (20) Zufuhrkanäle (22) für ein Kühlschmiermittel münden.
20. Werkzeug nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass axial hinter der an der Vorderkante des Stoßstempels (10) ausgebildeten Schneidkante (14), über den Umfang verteilt, mehrere radiale Vorsprünge (27) vorhanden sind, die 0,01 mm bis 0,5 mm über den Radius der Schneidkante vorstehen und entsprechend flache Züge in der zylindrischen Bohrungswand erzeugen.
21. Werkzeug nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die am vorderen Ende des Stoßstempels (10) ausgebildete Schneidkante (14) ein einer Kreisform angenähertes Polygon (26', 27') ist, wobei der auf die Mittellängsachse des Stoßstempels (10) bezogene Radius in den

Eckbereichen (27') des Polygons 0,01 mm bis 0,5 mm größer ist als in den mittleren Umfangsbereichen (26') zwischen den Eckbereichen (27').

22. Werkzeug nach zumindest Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorsprünge (27) bzw. polygonalen Eckbereiche (27') mit einer schraubengangförmigen, axialen Verlängerung zur Erzeugung von Zügen mit Drall in der Bohrungswand ausgebildet sind.
23. Werkzeug nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneidkante (14) am vorderen Ende des Stoßstempels (10) und vorzugsweise auch dessen vorderer Bereich (16) aus Hartmetall, hartem Schneidmaterial wie PKD, CBN oder einer im CVD-Verfahren hergestellten Diamantschicht besteht.
24. Werkzeug nach zumindest einem der Ansprüche 13 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das harte Schneidmaterial auf einem vorzugsweise die Form einer Zylinderscheibe aufweisendem Träger (15) befestigt ist, der insbesondere durch Löten mit dem Schaft des Stoßstempels (10) verbunden ist, wobei Abstand zwischen Verbindungs- wie Lötzone (15'') und Schneidkante (14) insbesondere zumindest 3 mm, bevorzugterweise zwischen 3 mm und 8 mm beträgt.
25. Verfahren nach zumindest Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Verbindungs- wie Lötzone (15') kleiner als der Durchmesser der kreisrunden oder im Wesentlichen kreisrunden Schneidkante (14) ist.
26. Werkzeug nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die vordere Stirnfläche des Stoßstempels (10) durch Hohlchliff an der Schneidkante (14) einen positiven Spanwinkel bildet.
27. Werkzeug nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die vordere Stirnfläche des Stoßstempels (10) an der Schneidkante (14) einen negativen Spanwinkel bildet.

28. Werkzeug nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bearbeitung des Bodens einer Sackbohrung vor der Schneidkante (14) des Stoßstempels (10) ein Fräs- oder Bohrknopf (30; 32) ausgebildet oder angebracht ist, dessen Durchmesser höchstens so groß wie der Durchmesser der Schneidkante (14) ist.

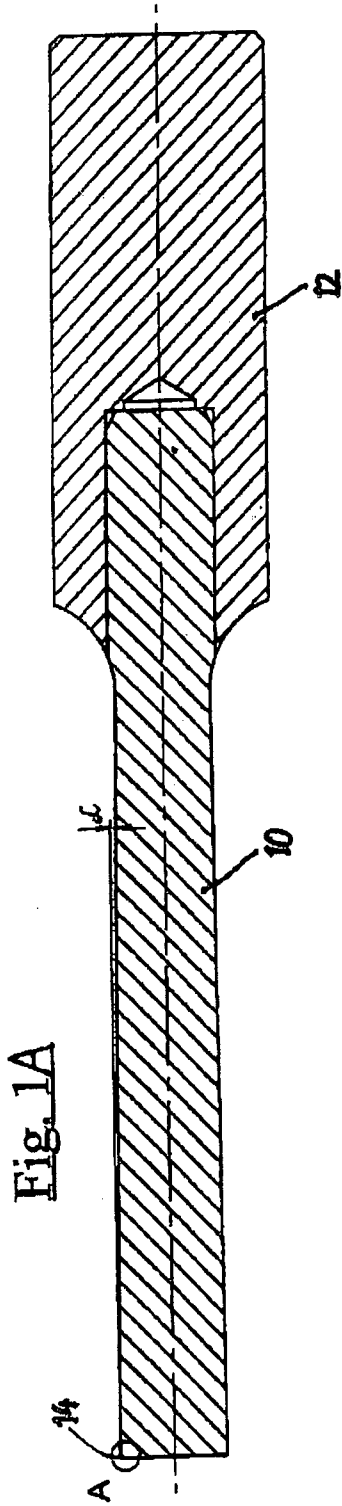


Fig. 1B

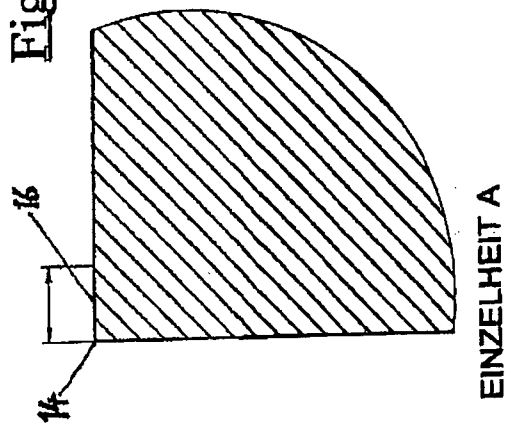


Fig. 1D

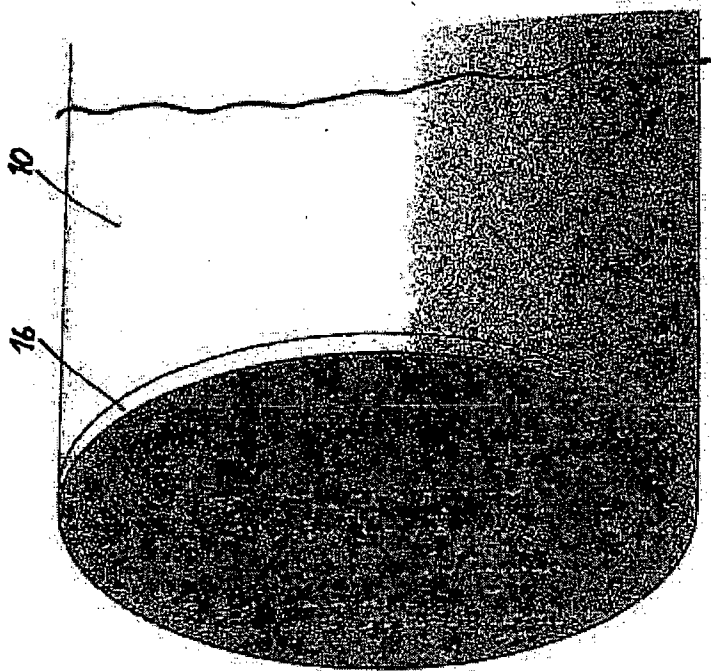
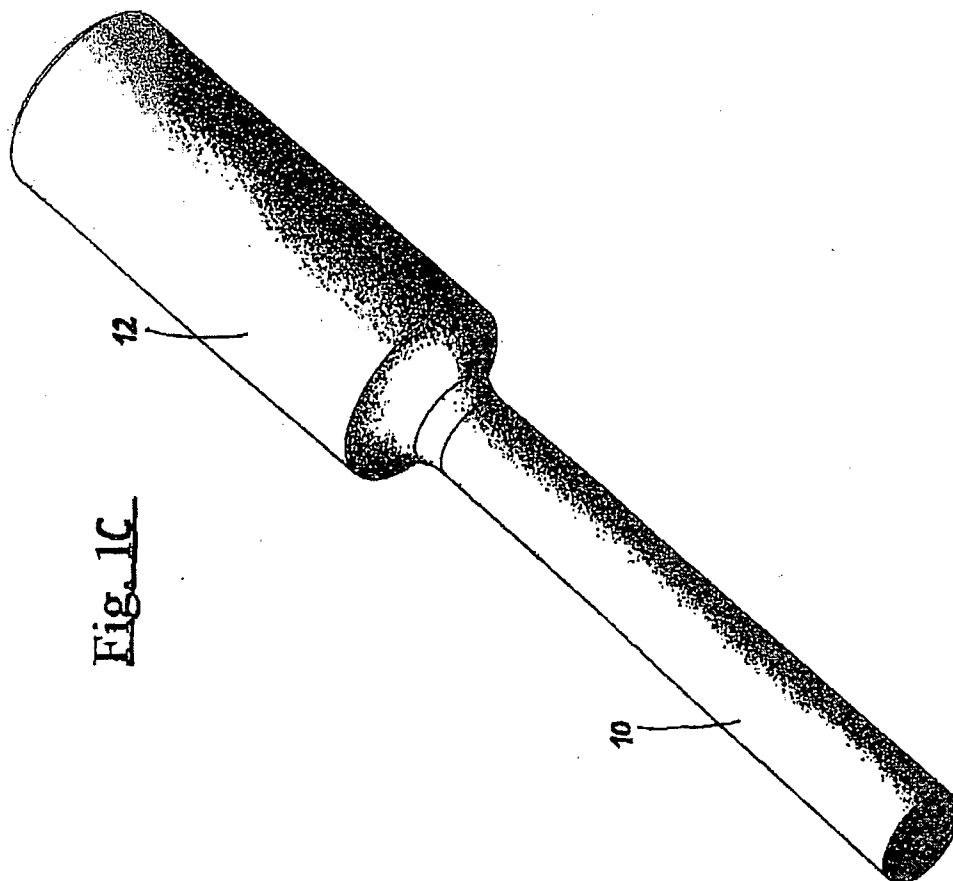
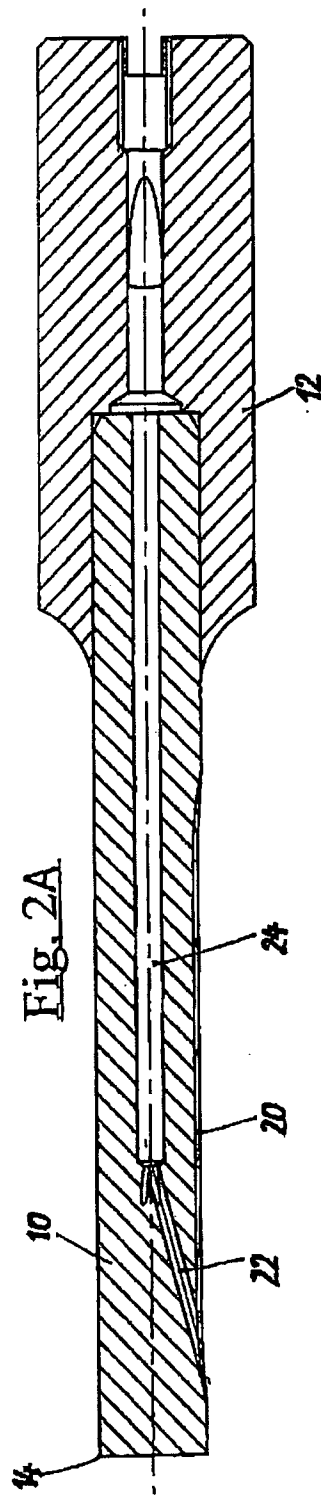
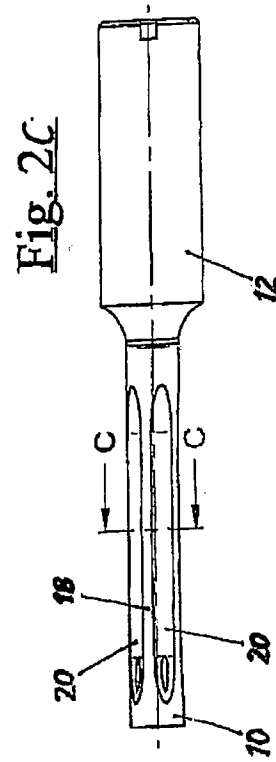
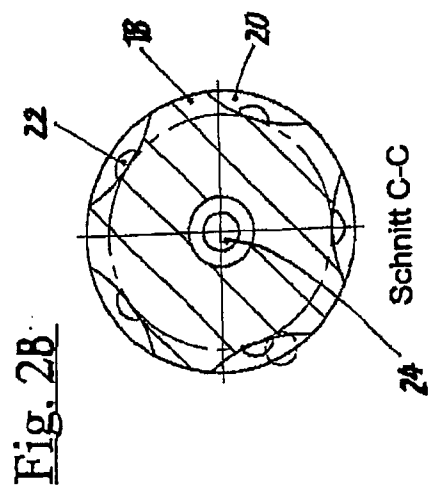
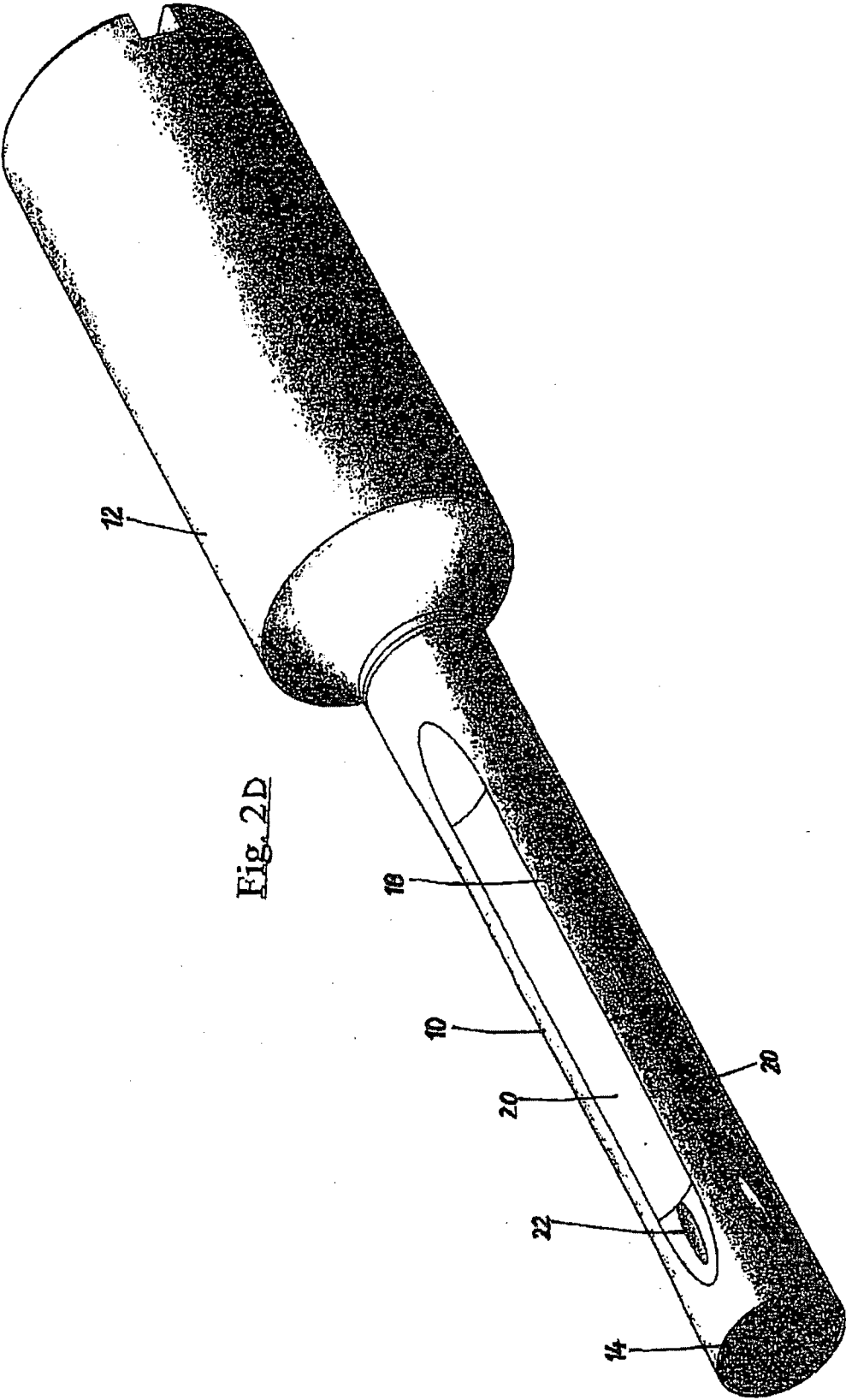
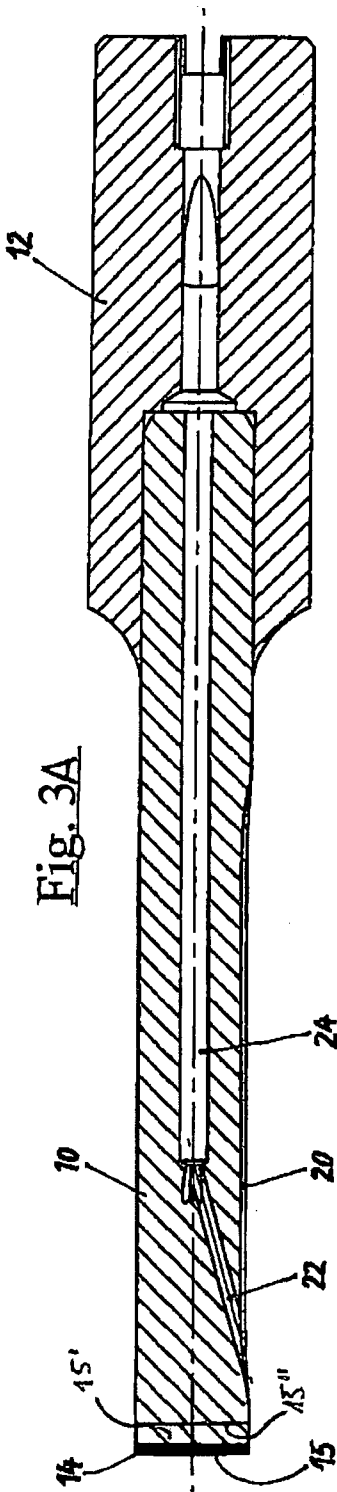
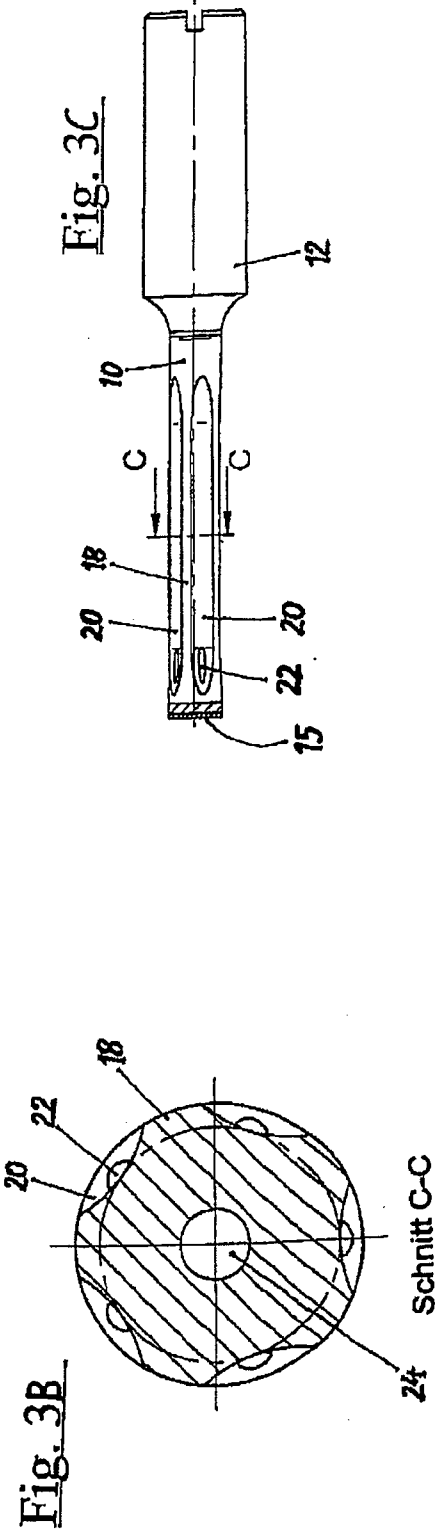


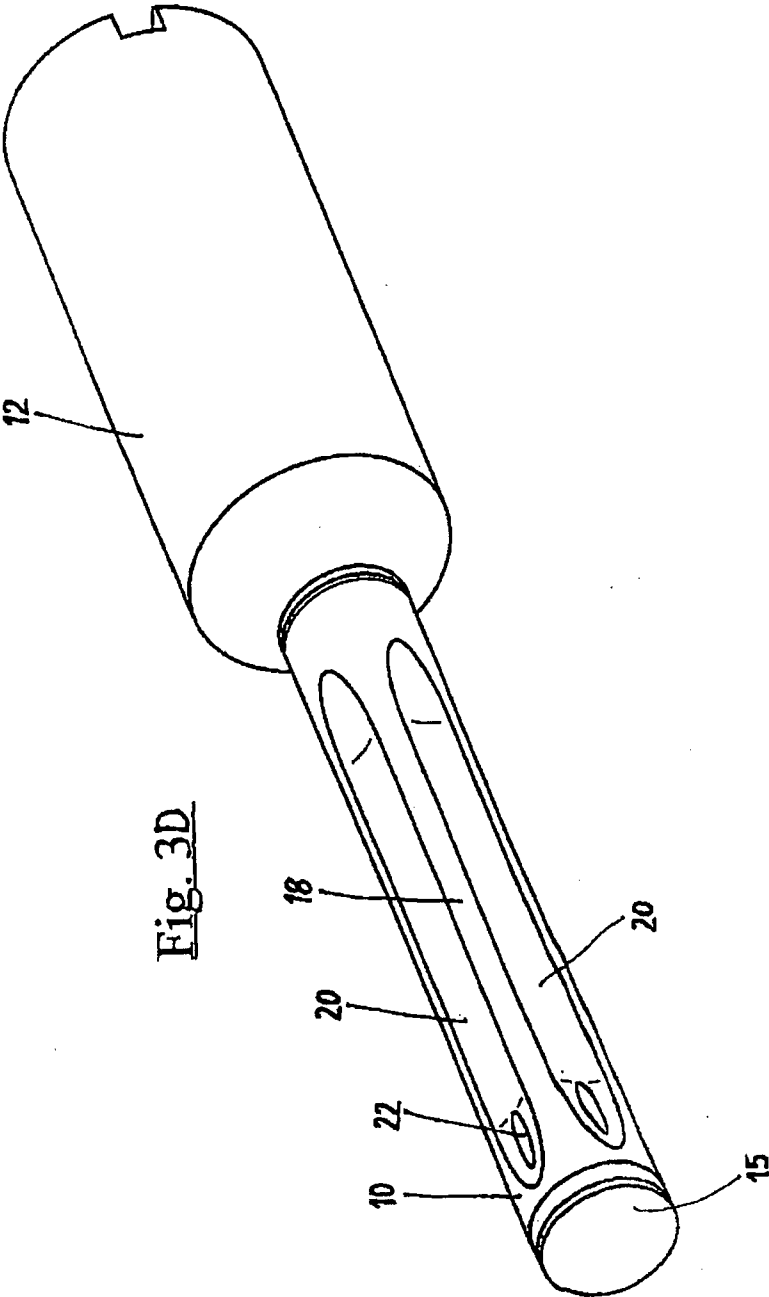
Fig. 1C

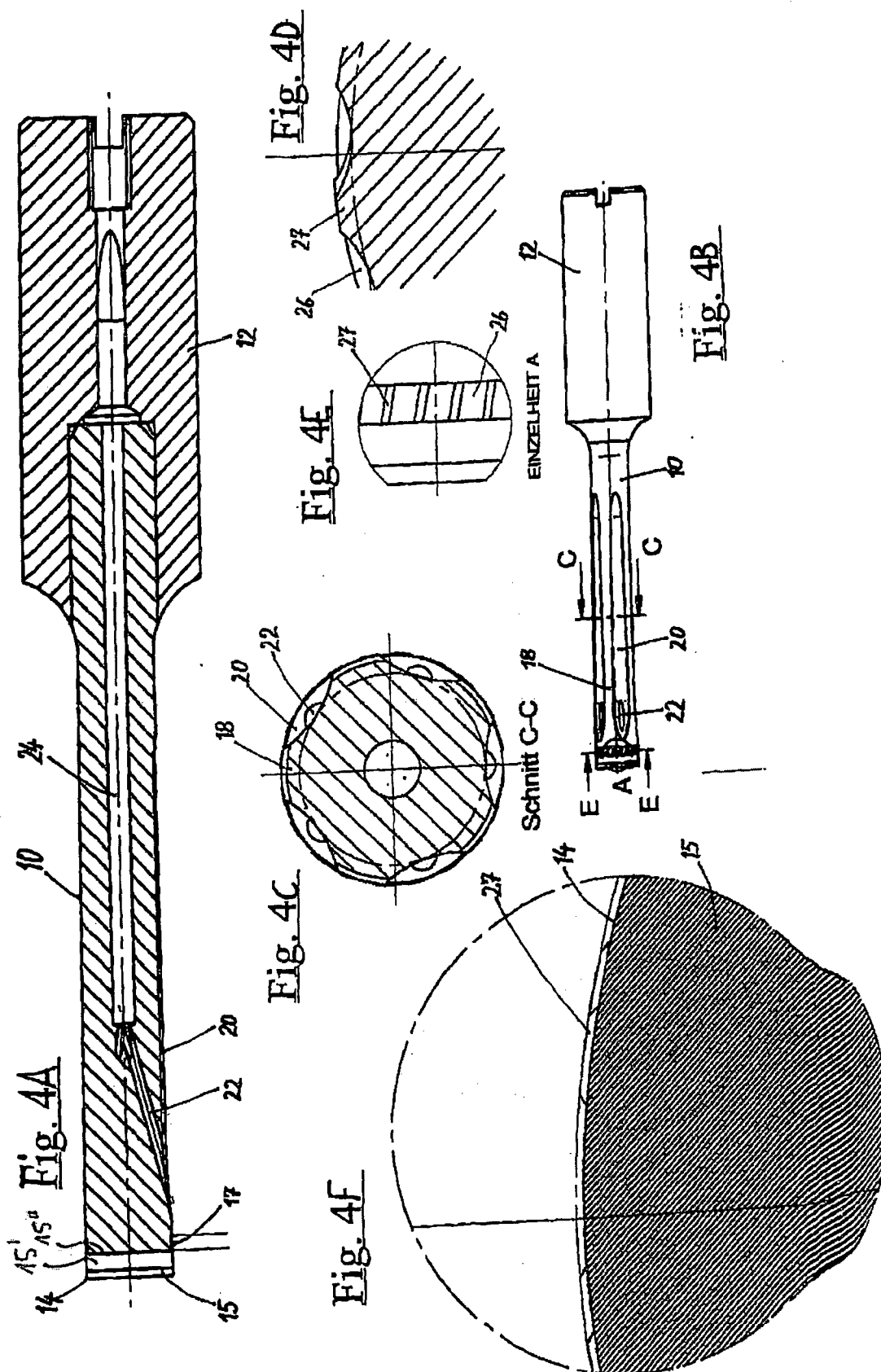


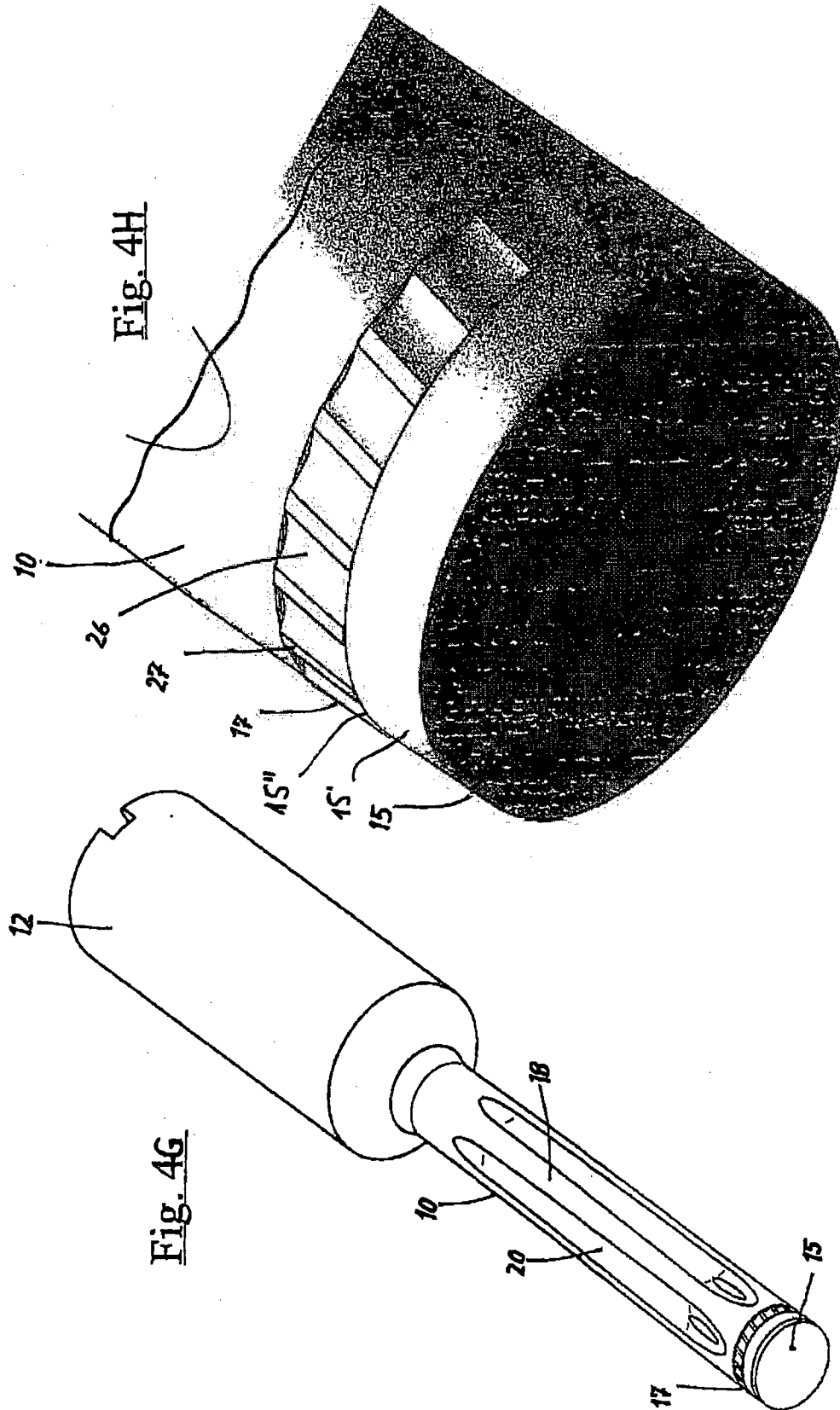


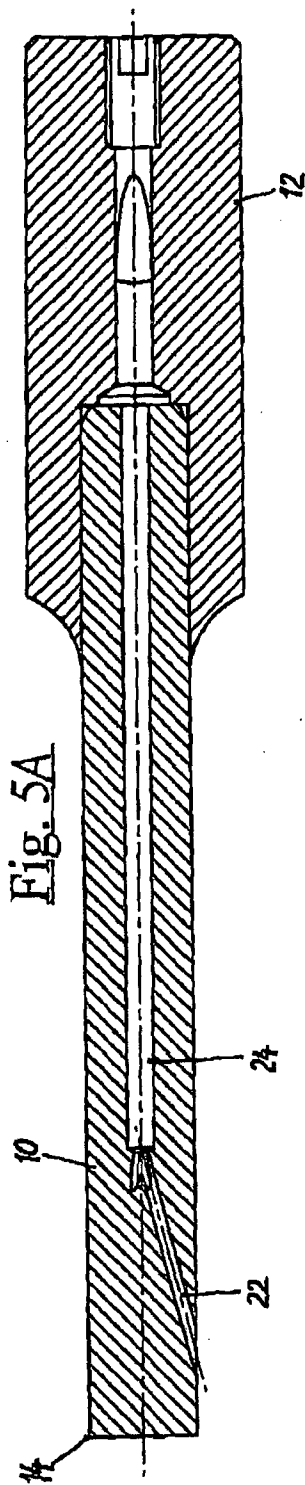
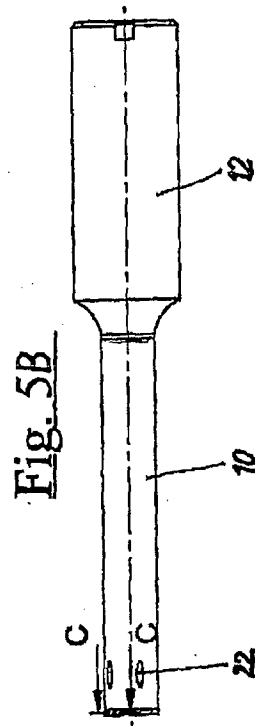
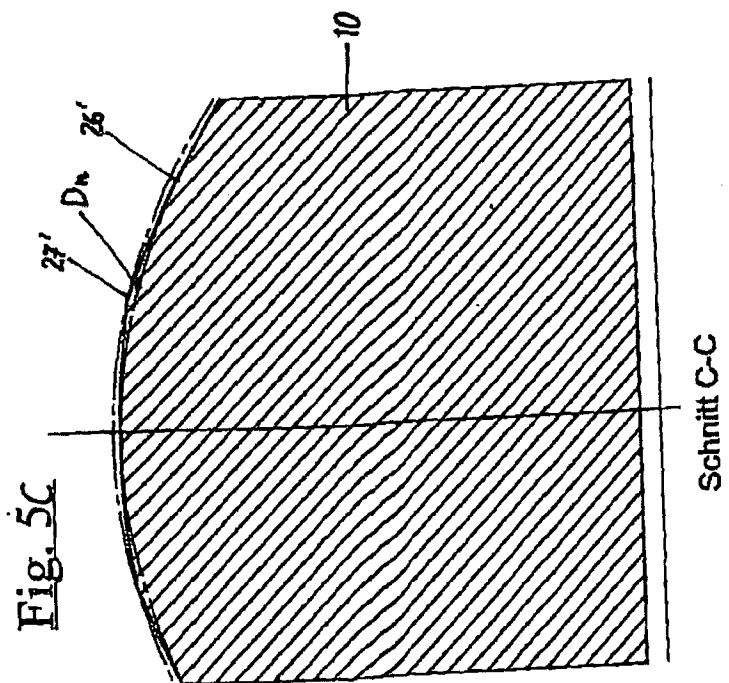












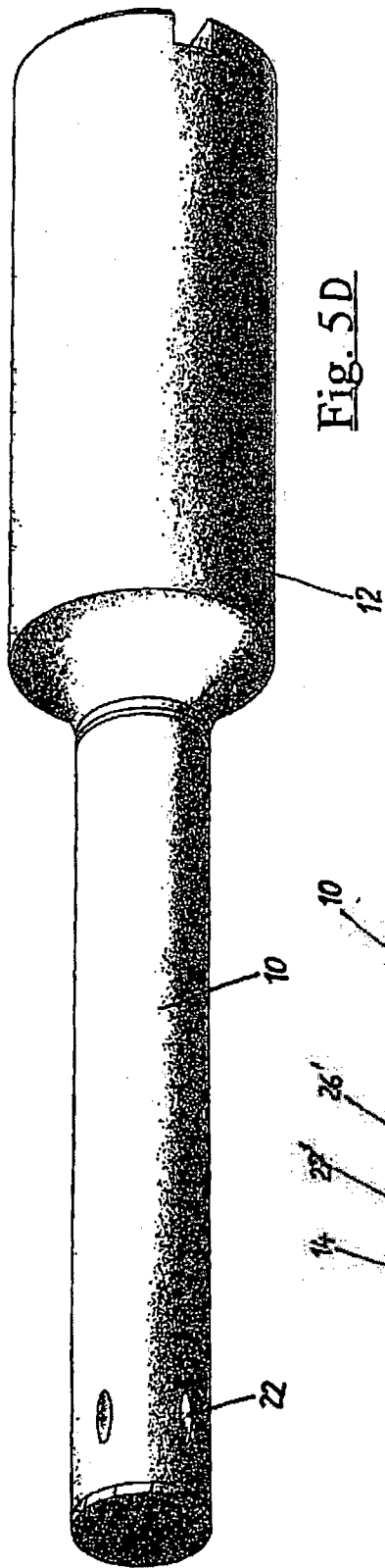


Fig. 5D

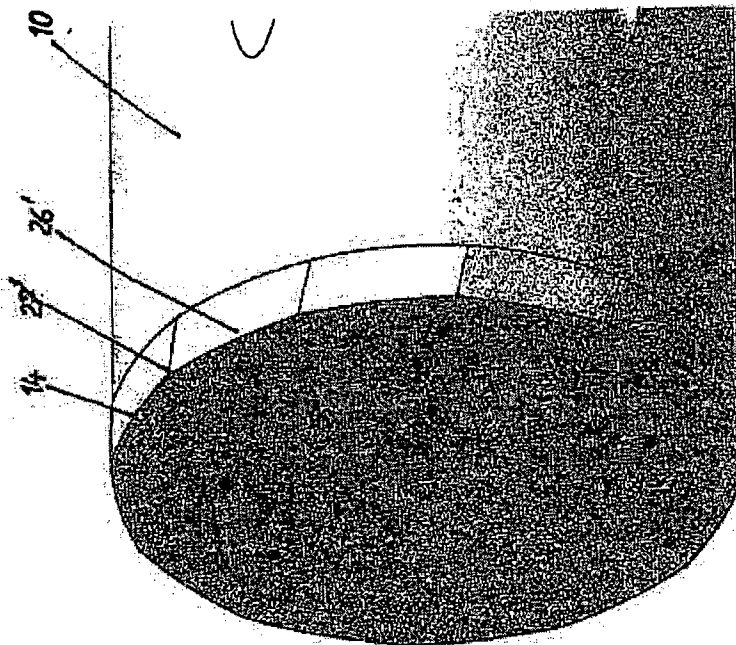


Fig. 5E

Fig. 6A

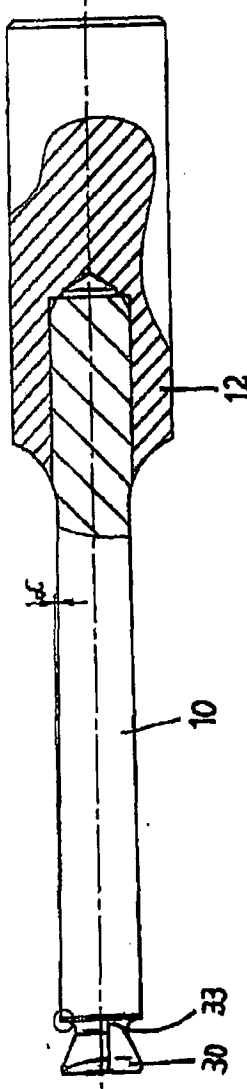


Fig. 6B

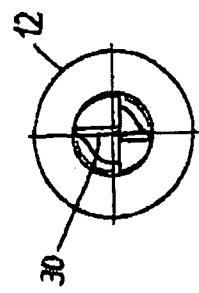


Fig. 6E

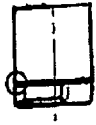


Fig. 6F

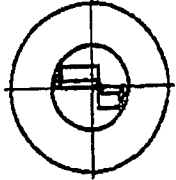


Fig. 6C

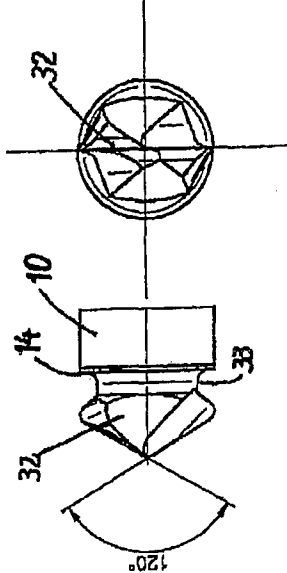


Fig. 6D

Fig. 6G

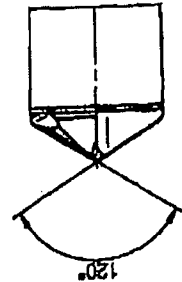
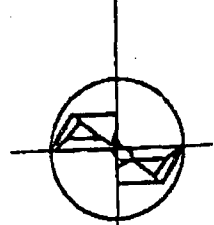


Fig. 6H



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/000803

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B23D43/02 B23D37/22 B21D28/34
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23D B21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2011/029967 A2 (ESTAMPACIONES IND S A [ES]; FERRADAS HERRERA SANTIAGO [ES]) 17 March 2011 (2011-03-17)	1-15, 17-28
Y	page 3, line 27 - page 4, line 19 abstract figures 1,2	16
X	US 2006/075871 A1 (LOCKHART ANTHONY [US] ET AL) 13 April 2006 (2006-04-13) the whole document	1,14
Y	US 4 526 077 A (DEGUVERA EMMETT W [US]) 2 July 1985 (1985-07-02) the whole document	16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 June 2013

Date of mailing of the international search report

03/07/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mioc, Marius

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/000803

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011029967 A2	17-03-2011	ES 1071078 U WO 2011029967 A2	18-12-2009 17-03-2011
US 2006075871 A1	13-04-2006	CA 2582812 A1 US 2006075871 A1 US 2008000338 A1 WO 2006044182 A2	27-04-2006 13-04-2006 03-01-2008 27-04-2006
US 4526077 A	02-07-1985	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B23D43/02 B23D37/22 B21D28/34 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B23D B21D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2011/029967 A2 (ESTAMPACIONES IND S A [ES]; FERRADAS HERRERA SANTIAGO [ES]) 17. März 2011 (2011-03-17)	1-15, 17-28
Y	Seite 3, Zeile 27 - Seite 4, Zeile 19 Zusammenfassung Abbildungen 1,2	16
X	US 2006/075871 A1 (LOCKHART ANTHONY [US] ET AL) 13. April 2006 (2006-04-13) das ganze Dokument	1,14
Y	US 4 526 077 A (DEGUVERA EMMETT W [US]) 2. Juli 1985 (1985-07-02) das ganze Dokument	16
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
25. Juni 2013		03/07/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Mioc, Marius

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/000803

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011029967 A2	17-03-2011	ES 1071078 U WO 2011029967 A2	18-12-2009 17-03-2011
US 2006075871 A1	13-04-2006	CA 2582812 A1 US 2006075871 A1 US 2008000338 A1 WO 2006044182 A2	27-04-2006 13-04-2006 03-01-2008 27-04-2006
US 4526077 A	02-07-1985	KEINE	