

(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
11. Oktober 2012 (11.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/136376 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B24D 13/14 (2006.01) **B24B 57/02** (2006.01)
B24B 29/00 (2006.01) **B24B 31/116** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/001534

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. April 2012 (05.04.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2011 004 912.4 6. April 2011 (06.04.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **DECKEL MAHO SEEBACH GMBH**
[DE/DE]; Neue Straße 61, 99846 Seebach (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **NÜBLEIN, Tobias**
[DE/DE]; Unterfeldweg 3, 82538 Geretsried / Gelting
(DE).

(74) Anwalt: **BEETZ & PARTNER**; Steinsdorfstraße 10,
80538 München (DE).

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

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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.

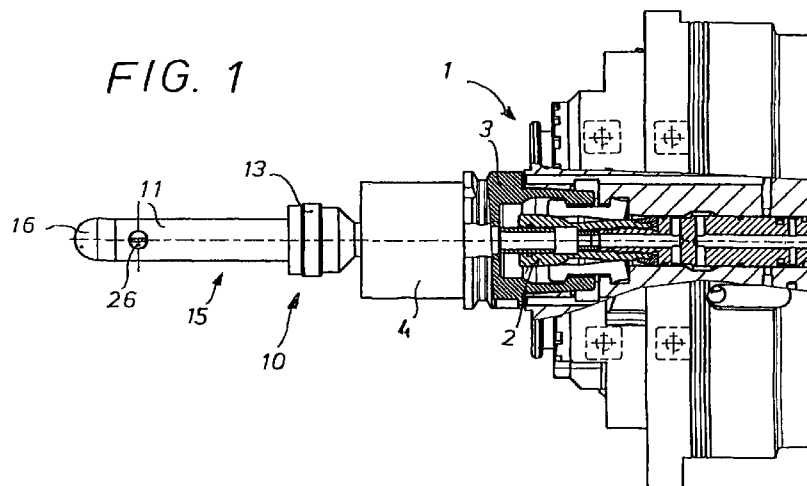
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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: DEVICE FOR POLISHING WORKPIECE SURFACES

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUM POLIEREN VON WERKSTÜCKOBERFLÄCHEN



(57) Abstract: The subject of the invention is a device for polishing metallic workpiece surfaces comprising a tool holder (4), which can be exchangeably fitted into a rotationally driven working spindle (1) of a program-controlled milling machine, comprising a polishing tool (10), which is fastened in the tool holder (4) and includes a tool shank (11, 12) and a polishing head (16) at the free end thereof, and comprising a polishing agent supply, by way of which viscous polishing agent arrives at the effective surface of the polishing head (16), wherein the tool shank (11, 12) contains a chamber (32), which can admit a pressure medium and is at least partially filled with the polishing agent, wherein this chamber (32) is in connection with the polishing head (16) by way of a channel and wherein the polishing head (16) contains passages (28) for the polishing agent that is forced out of the chamber (32).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/136376 A1



Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Polieren von metallischen Werkstückoberflächen mit einer Werkzeugaufnahme (4), die in eine drehangetriebene Arbeitsspindel (1) einer programmgesteuerten Fräsmaschine einwechselbar ist, mit einem in der Werkzeugaufnahme (4) befestigten Polierwerkzeug (10), das einen Werkzeugschaft (11, 12) und einen Polierkopf (16) an dessen freiem Ende enthält, und mit einer Poliermittelversorgung, über die viskoses Poliermittel zur wirksamen Oberfläche des Polierkopfes (16) gelangt, wobei der Werkzeugschaft (11, 12) eine mit einem Druckmittel beaufschlagbare Kammer (32) enthält, die zumindest teilweise mit dem Poliermittel gefüllt ist, wobei diese Kammer (32) mit dem Polierkopf (16) über einen Kanal in Verbindung steht und wobei der Polierkopf (16) Durchgänge (28) für das aus der Kammer (32) verdrängte Poliermittel enthält.

Vorrichtung zum Polieren von Werkstückoberflächen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Polieren von vorzugsweise metallischen Werkstückoberflächen, die ein in mehreren Achsen bewegbares Polierwerkzeug mit einem daran befestigten Polierkopf aufweist.

Obgleich eine Vielzahl von Poliermaschinen mit Feinschleif- und/oder Polierwerkzeugen zum Polieren verschiedenartigster Werkstücke bekannt ist, werden bisher die gespanten Oberflächen von in Bearbeitungszentren und programmgesteuerten Fräsmaschinen hergestellten Formen manuell hochglanzpoliert. Bei großvolumigen Formen für Pressen sind die von Hand durchzuführenden Polierarbeiten mit einem extrem hohen Zeitaufwand verbunden. Da ferner die Formen häufig komplexe Oberflächen mit Rundungen, Kanten und Wölbungen aufweisen, war bisher ein automatisiertes Polieren der Gesamtflächen incl. ihrer kritischen Bereiche mittels der programmgesteuerten Fräsmaschine nicht möglich. Das bis zum Hochglanz meist mehrstufig manuell oder auch unter Verwendung von Handmaschinen durchzuführende Polieren von Press- und Gussformen ist äußerst zeitaufwendig und verlangt ein hochqualifiziertes, erfahrenes Personal.

Zum Polieren von einfach gewölbten Glasflächen bei der Herstellung von optischen Linsen ist es aus der DE 103 14 625 B3 bekannt, einen gezielten Materialabtrag an der Werkstückoberfläche durch Feinschleifen oder Polieren mittels eines drehangetriebenen Polierwerkzeugs vorzunehmen. Das Polierwerkzeug enthält einen Werkzeugschaft, der

über eine Werkzeugaufnahme in einer Spindel einer speziellen Poliermaschine oder eines Roboters befestigt wird. Am Werkzeugschaft ist ein hohlzylindrischer Kopf montiert, in dessen nach außen offener Kammer ein zylindrisches Polierelement längsbeweglich aufgenommen ist. Die innere Rückseite des rotierend und oszillierend bewegten Polierelements wird von einer Poliersuspension beaufschlagt, die das Polierelement mit seiner ringzylindrischen Polierfläche gegen die gewölbte Oberfläche des Glas-Werkstücks drückt. Die Poliersuspension gelangt durch einen Ringspalt zwischen dem Polierelement und der Kammerwand auf die zu polierende Glasfläche. Diese Vorrichtung lässt sich nicht in programmgesteuerten Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren einsetzen und kann die bei Pressformen häufigen engen Wölbungen nicht mit der erforderlichen Genauigkeit bearbeiten.

Ferner ist aus der DE 10 2006 017 664 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung für die Formenherstellung bekannt, bei dem eine dreidimensionale Form aus einem Materialblock mittels einer Bearbeitungsmaschine herausgefräst und anschließend die Formoberfläche in mehreren Bearbeitungsvorgängen mittels der in fünf Achsen bewegbaren Arbeitsspindel durch Feinschleifen und Polieren geglättet wird. Die zum Polieren eingesetzten Werkzeuge weisen einen etwa kugelförmigen Kopf auf, der am freien Ende eines längs bewegbaren Stifts befestigt ist. Der Polierkopf besteht aus einem geeigneten in Grenzen verformbaren Werkstoff, beispielsweise aus Filz, Gewebefasern, Kunststoff, etc. Der Polierkopf wird durch ein eingebautes Federelement mit vorgegebenem Andruck an die zu glättende Formoberfläche des jeweiligen Werkstücks angedrückt, wobei die Größe dieses Andrucks über die Maschinensteuerung eingestellt werden kann. Allerdings ergeben sich bei diesen Poliervorgängen Probleme bei der wirksamen Zufuhr des Poliermittels zu dem zu bearbeitenden Oberflächenbereich.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein System zum automatisierten Polieren von insbesondere gespannten Werkstückoberflächen mittels einer programmgesteuerten Fräsmaschine zu schaffen, das in die Arbeitsabläufe der Fräsmaschine integrierbar ist und eine Optimierung der Poliervorgänge sowie eine geregelte Zuführung des Poliermittels zum bearbeiteten Oberflächenbereich gewährleistet.

Zur Lösung der vorgenannten Aufgabe ist Gegenstand der Erfindung eine Vorrichtung zum Polieren von spanend bearbeiteten Werkstücken, die ein in die Arbeitsspindel der Bearbeitungsmaschine einwechselbares Polierwerkzeug mit einem daran endseitig angeordneten Polierkopf aufweist, wobei der Werkzeugschaft des Polierwerkzeugs eine mit Druck beaufschlagte Kammer enthält, die zumindest teilweise mit Poliermittel gefüllt und mit dem Polierkopf verbunden ist, wobei dieser Polierkopf Durchgänge für das aus der Kammer verdrängte Poliermittel aufweist. Das über die Arbeitsspindel von der Werkzeugmaschine in mehreren Achsen, insbesondere in fünf Achsen, bewegbare mehrteilige Polierwerkzeug enthält einen Schaft und einen an dessen freiem Ende angeordneten Polierkopf. Der Werkzeugschaft ist an einer Werkzeugaufnahme, z.B. einem sog. Werkzeugkegel, montierbar, die in der Arbeitsspindel der CNC-gesteuerten Fräsmaschine in herkömmlicher Weise eingespannt wird. Der in vorgegebenen Drehzahlbereichen von einigen 1000 Upm über die Arbeitsspindel drehangetriebene Polierkopf besteht vorzugsweise aus einem verschleißfesten verformbaren Material und wird mittels der Arbeitsspindel mit einem praktisch konstanten leichten Andruck auf der zu bearbeitenden Werkstückfläche bewegt.

Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung ist darin zu sehen, dass das Polierwerkzeug bzw. auch eine Serie von unterschiedlichen Polierwerkzeugen in das Funktionssystem einer vorzugsweise in fünf Achsen arbeitenden programmgesteuerten Fräsmaschine integriert ist, sodass

nach Beendigung der Schleif- bzw. Schlichtarbeiten ein ggf. mehrstufiges Polieren an dem Werkstück in gleicher Aufspannung und ohne zeitliche Unterbrechung vorgenommen werden kann. In dem erfindungsgemäßen Bearbeitungssystem besteht die Möglichkeit, mehrere Polierwerkzeuge mit den entsprechenden Werkzeugaufnahmen in einem entsprechend ausgelegten Werkzeugmagazin vorzuhalten und diese bei Bedarf mittels des maschineneigenen Werkzeugwechslers in herkömmlicher Weise in die Arbeitsspindel ein- bzw. auszuwechseln. Da die Polierarbeiten, beispielsweise bestehend aus Vorpolitur und Hochglanzpolieren, eine erhebliche Zeit in Anspruch nehmen, empfiehlt es sich, das Polieren von größeren Werkstücken während der Nachtschicht vorzunehmen.

Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im Werkzeugschaft ein mit der Druckmittelversorgung der Werkzeugmaschine kommunizierender Druckmittelkanal ausgebildet, der entweder bis zum Schaftende oder aber bis zu einer Kammer im Schaft führt, die eine Kolben-Zylinder-Einheit bildet. Der Kolben dieser Kolben-Zylinder-Einheit wird über den Längskanal mit Druckmittel der Werkzeugmaschine beaufschlagt und drückt gegen eine Poliermittelfüllung, mit welcher die Zylinderkammer gefüllt ist. Durch den auf den in der Kammer längs verschiebbaren Kolben ausgeübten Druck wird das mehr oder weniger viskose Poliermittel über endseitig ausmündende Bohrungen im Werkzeugschaft in den Polierkopf ausgetrieben. Auf diese Weise wird der Polierkopf mit dem Poliermittel versorgt. Damit das Poliermittel in ausreichender und einstellbarer Menge an die Außenfläche des Polierkopfes gelangen kann, weist der Polierkopf Durchgänge für das Poliermittel auf, wobei hierzu der Polierkopf eine geeignete Porosität oder feine Durchgangsbohrungen aufweisen kann. Durch die bei der Rotation des Polierkopfes wirksamen Zentrifugalkräfte

te erfolgt eine gleichmäßige Verteilung des Poliermittels an der Kopf-
oberfläche.

Bei einer für die Praxis besonders zweckmäßigen Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Kolben-Zylinder-Einheit in Form einer auswechselbaren Kartusche ausgebildet, die in die Kammer des Werkzeugschaftes eingesetzt werden kann. Diese Kartusche besteht vorzugsweise aus einem geeigneten - preisgünstigen - Kunststoff und ihre Zylinderkammer unterhalb des Kolbens ist mit einer vorgegebenen Menge an Poliermittel gefüllt. Das Poliermittel kann eine für den jeweils durchzuführenden Poliervorgang gezielt ausgewählte Viskosität und Körnung haben.

Vorzugsweise kann der Werkzeugschaft aus mehreren Einzelteilen bestehen, beispielsweise aus einem maschinenseitigen Einspannteil, der Fixier- bzw. Spannelemente für den festen Einbau in eine Werkzeugaufnahme aufweist, sowie aus einem die Kolben-Zylinder-Einheit und den Polierkopf enthaltenden Schaftteil. Bei diesem Polierwerkzeug kann der außenseitige Schaftteil austauschbar sein, beispielsweise unterschiedliche Durchmesser und Längen haben, damit verschiedenartige Polierarbeiten ausgeführt werden können. Nach Lösen der Verbindungsmittel zum maschinenseitigen Einspannteil kann der außenseitige Schaftteil demontiert und die Kartusche gegen eine neue Kartusche mit gleichem oder anderem Poliermittel ausgetauscht werden.

Eine optimierte Anpassung an unterschiedliche Werkstückmaterialien und -formen kann gemäß einer anderen zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung erreicht werden, indem der Polierkopf aus geeigneten Faser-Verbund-Werkstoffen hergestellt wird. Durch eine lösbare Verbindung des Polierkopfes mit dem außenseitigen Schaftteil können

beispielsweise verschlissene Polierköpfe schnell und einfach ausgetauscht werden. Als hinsichtlich Abtragswirkung und Verschleiß besonders geeignete Materialien haben sich Verbundwerkstoffe erwiesen, bestehend aus einem elastisch verformbaren Innenkörper und einem auf dessen Oberfläche fest haftend aufgetragenen Gewebe aus extrem belastbaren, zugfesten und temperaturbeständigen synthetischen Fasern, wie sie beispielsweise als PBO-Gewebe unter dem Markennamen "Zylon" erhältlich sind. Mit diesem PBO-Gewebe kann der innere Gummitragkörper des Polierkopfes ein- oder mehrlagig versehen sein. Praktisch möglich ist auch die Anordnung einer ersten Lage aus einem verfilzten Fasermaterial und darauf einem grobmaschigen PBO-Gewebe als Verschleißschutz.

Bei den programmgesteuerten Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren, in denen die erfindungsgemäße Vorrichtung eingesetzt wird, sind die KS-Medien, wie interner Kühlschmierstoff, externer Kühlschmierstoff und äußere Blasluft, während der Polierbearbeitung gesperrt. Es wird lediglich die Blasluft durch die Spindelmitte der Arbeitsspindel verwendet, die den erforderlichen Druck auf den Kolben in der Kolben-Zylinder-Einheit und damit auch auf das Poliermittel ausübt. Die Regulierung dieser internen Blasluft erfolgt durch ein Druckregelventil, das von der Maschinensteuerung angesteuert wird und damit die aus der Kammer zum Polierkopf hin verdrängte Poliermittelmenge reguliert. Diese auf die wirksame Oberfläche des Polierkopfes geförderte Menge an Poliermittel kann je nach den Polieraufgaben, den zu bearbeitenden Materialien, der Zusammensetzung des Poliermittels sowie auch anderer Parameter des Poliervorgangs, z.B. des Andruckes des Polierkopfes an das Werkstück, über den Druck der Blasluft in der Arbeitsspindel oder auch mittels einer Einstelldüse eingestellt bzw. variiert werden, wobei letztere in dem Kanalabschnitt des äußeren Schaftteils zwischen der Zylinderkammer und dem Polierkopf angeordnet ist.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung im Einzelnen beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 den vorderen Teil einer Frässpindel, eine Werkzeugaufnahme und eine Ausführung eines Polierwerkzeugs in teilgeschnittener Seitenansicht;
- Fig. 2 ein Polierwerkzeug ohne Werkzeugaufnahme im Axialschnitt;
- Fig. 2a den vorderen Teil des Polierwerkzeugs nach Fig. 2 mit einem abgewandelten Polierkopf im Axialschnitt;
- Fig. 3, 4 in unterschiedliche Werkzeugaufnahmen eingespannte Polierwerkzeuge in teilgeschnittener Seitenansicht;
- Fig. 5 ein Schaltbild der inneren Blasluft-Steuerung der Arbeitsspindel mit einem Druckregelventil.

In Fig. 1 ist der Endteil einer Arbeitsspindel 1 im axialen Teilschnitt einer - nicht dargestellten - in z.B. fünf Achsen programmgesteuerten Fräsmaschine dargestellt, wobei diese Arbeitsspindel 1 als sog. Motorspindel ausgebildet ist. In dieser Arbeitsspindel 1 ist in ihrer durchgehenden Zentralbohrung eine hydraulisch spannbare Zange 2 axial verschiebbar gelagert, mit der eine Werkzeugaufnahme 4 über geeignete innere Spannglieder in der Arbeitsspindel 1 lösbar fixiert werden kann. Weiterhin enthält die Arbeitsspindel 1 zentrale Strömungskanäle für Kühlschmiermittel und Druckluft. Diese Medien werden während der Fräsbearbeitung durch das Fräswerkzeug hindurch auf die bearbeitete Werkstückfläche gespritzt. Die in Fig. 1 dargestellte Werkzeugaufnahme 4 entspricht der Ausführung WZ_HSK63 der Fig. 4. In entsprechender Weise kann statt dieser Werkzeugaufnahme 4 eine in Fig. 3 dargestellte Steilkegel-Werkzeugaufnahme WZ_SK40 eingesetzt werden - bei entsprechender Ausgestaltung der Arbeitsspindel 1. Beide Werk-

zeugaufnahmen können mittels eines gebräuchlichen Werkzeugwechslers automatisch in die Arbeitsspindel ein- und ausgewechselt werden.

In der Zeichnung ist als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Polierwerkzeug 10 dargestellt, das einen aus zwei Teilen 11, 12 über eine Muffe 13 zusammengebauten Werkzeugschaft 15 aufweist. Die beiden Schaftteile 11, 12 haben eine zylindrische Außenform und bestehen zur Erzielung einer ausreichenden Biegesteifigkeit aus Metall oder aus einem ausreichend festen und formbeständigen Kunststoff. Am freien Ende des äußeren Schaftteils 11 ist ein hier etwa halbkugelförmiger Polierkopf 16 befestigt, der einen geringfügig größeren Außendurchmesser als der äußere Schaftteil 11 haben kann.

Der Polierkopf 16 besteht aus einem geeigneten Material, beispielsweise aus verfestigtem Filz, aus einem schwammartigen oder bürstenartigen Werkstoff, einem in gewissen Grenzen formbaren Elastomer, einem Faserverbundwerkstoff od. dgl. In der Praxis hat sich ein Polierkopf besonders bewährt, der einen inneren Körper aus einem Gummi oder Elastomer von vorbestimmter Härte aufweist, auf dessen Oberflächenbereich ein Gewebe aus hochfesten synthetischen Fasern, z.B. aus einem PBO-Gewebe, befestigt ist. Diese Fasern sind unter dem Markennamen "Zylon" erhältlich.

In den Figuren 2, 2a sind zwei mögliche Ausführungen von Polierköpfen 16 im schematischen Axialschnitt dargestellt. Wie ersichtlich hat jeder Polierkopf 16 eine abgerundete bzw. kugelsegmentförmige Gestalt und kann am freien Endabschnitt des Schaftteils 11 lösbar oder auch dauerhaft beispielsweise durch Klebung oder Vulkanisation befestigt sein. Praktikabel ist auch ein Fräskopf mit einer rotierenden Drahtbürste, deren Drähte parallel zur Drehachse der Drahtbürste verlaufen und etwa senkrecht zur Werkstückoberfläche ausgerichtet sind.

Der Werkzeugschaft 15 des erfindungsgemäßen Polierwerkzeugs 10 kann mehrteilig oder auch einteilig ausgebildet sein, wobei ein zum Polieren benötigtes flüssiges oder pastöses Poliermittel geeigneter Viskosität auf die Außenfläche des Polierkopfes 16 kontinuierlich oder intermittierend aufgebracht wird. Der mehrteilige Werkzeugschaft 15 weist einen maschinenseitigen inneren Schaftteil 12 auf, in dem ein zentraler Längskanal 18 ausgebildet ist. Dieser Längskanal 18 ist an das Druckluftsystem der Fräsmaschine bzw. deren Arbeitsspindel angeschlossen. Die Zuleitung der Druckluft im Polierbetrieb erfolgt über eine in Fig. 5 schematisch dargestellte Druckregelung. Ein Druckregelventil 38 reguliert die Zufuhr der inneren Blasluft in die Arbeitsspindel 1. Die Zufuhr anderer Betriebsmittel wie Kühlschmierstoff zur Arbeitsspindel 1 bzw. zum Polierwerkzeug 10 ist während des Polierbetriebs gesperrt.

Wie aus Fig. 2 weiter ersichtlich, ist zur Drehsicherung in dem inneren Schaftteil 12 eine Fixierkerbe 19 ausgebildet, in die eine in die Werkzeugaufnahme 4 eingeschraubte Senkschraube 20 eintaucht (vgl. Fig. 4). In dem in Fig. 2 linken äußeren Schaftteil 11 ist eine zylindrische Kammer 22 in Form einer rechtsseitig offenen Ausnehmung ausgebildet, die sich über einen konischen Endabschnitt 23 zu einer Bohrung 24 von verringertem Durchmesser erstreckt. Stromab dieser Bohrung 24 befindet sich in einem axialen Kanal 25 ein hahnartiges Stellventil 26. Der Kanal 25 endet in einem vom Polierkopf 16 umgebenen trichterförmigen Druckraum 27, von dem mehrere Durchgangsbohrungen 28 im Polierkopf 16 bis zu dessen Außenseite verlaufen. Diese Bohrungen 28 bilden Durchgänge für ein aus der Kammer 22 durch Druckbeaufschlagung des in dieser Kammer 22 längs verschiebbar vorgesehene Kolbens 31 herausgedrücktes Poliermittels. Die Kammer 22 kann direkt mit einem flüssigen oder pastenförmigen Poliermittel gefüllt sein,

das durch Einwirkung von äußerem Druck auf den in der Kammer 22 längsverschiebbaren Verdrängerkolben 31 zum Polierkopf 16 gedrückt wird.

Bei dem Polierwerkzeug 10 nach Fig. 2 ist im Inneren der langgestreckten zylindrischen Kammer 22 im äußeren Schaftteil 11 der Kolben 31 in Axialrichtung verschiebbar angeordnet, dessen in Fig. 2 rechte Stirnseite von der inneren Blasluft der Arbeitsspindel beaufschlagt wird und gegen eine Füllung an Poliermittel in dem linken Abschnitt der Kammer drückt. Bei dieser Ausführung muss der Schaftteil 11 durch Lösen der Überwurfmutter 13 vom maschinenseitigen Schaftteil 12 getrennt werden, wenn das Poliermittel aufgebraucht ist und die Kammer 22 neu gefüllt werden muss; Gleiches gilt, wenn ein anderer Polierkopf 16 eingesetzt werden soll.

Eine vorteilhafte Variante ist der Fig. 2 entnehmbar. Bei dieser Ausführung ist in dem hohlzylindrischen Schaftteil 11, d.h. in der zylindrischen Kammer 22, eine preisgünstige Kartusche 30 aus z.B. Kunststoff eingesetzt, in welcher der Kolben 31 axial verschiebbar geführt ist. Diese Kartusche 30 erstreckt sich über die gesamte Länge der zylindrischen Kammer 22 bis in eine tiefe Ringnut im verbreiterten Endteil des in Fig. 2 rechten Schaftteils 12. Die in Fig. 2 linke Kammer 32 der Kartusche 30 ist mit einem geeigneten Poliermittel gefüllt. Druckluft wird über den zentralen Längskanal 18 in die Druckkammer 33 an der rechten Seite des Kolbens 31 entweder kontinuierlich oder in Form von zeitlich geregelten Druckstößen eingeführt, wodurch auf den Kolben 31 nach links gerichtete Druckkräfte ausgeübt werden. Die Kartusche 30 ist formschlüssig in der zylindrischen Kammer 22 des Schaftteils 11 gehalten und durch die Schraubmuffe 13 auch im Schaftteil 12 festgelegt. Vorzugsweise besteht die Kartusche 30 und auch der Kolben 31 aus einem geeigneten Kunststoff und kann nach dem vollständigen

Herausdrücken des Poliermittels auf einfache Weise lediglich durch Aufschrauben der Gewindemuffe 13 und Herausziehen der Kartusche 30 aus dem Schaftteil 11 ausgewechselt werden.

Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen besteht der Polierkopf 16 vorzugsweise aus einem Körper aus z.B. durch Fasereinlagen verfestigtem Elastomer, beispielsweise aus einem Gummi von vorgegebener Härte. Die Oberfläche des Polierkopfes 16 kann aufgeraut sein und/oder Vertiefungen in Form von Schlitzten, Kerben oder Einsenkungen aufweisen, die eine gewisse Depotfunktion für das Poliermittel haben.

Der Polierkopf 16 kann auch mehrere äußere Lagen enthalten, von denen eine Ausführung in Fig. 2a dargestellt ist. Der Körper dieses Polierkopfes 16 besteht ebenfalls aus einem ggf. durch kurze Fasern verstärkten Elastomer, auf dessen Oberseite eine Schicht 29a aus einem Faserwerkstoff, z.B. einem Filz, und auf dieser Schicht 29a ein Gewebe 29b aus hochfesten synthetischen Fasern dauerhaft befestigt sind. Diese Ausführung des Polierkopfes 16 ist außerordentlich verschleißfest, ergibt je nach der Maschenweite des Gewebes 29b gewünschte Abtragsraten und hat eine hervorragende Temperaturbeständigkeit. Vorzugsweise sind die beiden Lagen 29a und 29b in das gummiartige Elastomermaterial einvulkanisiert. Auch bei diesem Polierkopf 16 sind Durchgänge 28 für das Poliermittel in Form von feinen Bohrungen oder Kapillaren vorgesehen, über die das Poliermittel aus dem konischen bzw. trichterförmigen Druckraum 27 an die Außenseite des Polierkopfes gelangt.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel entspricht der Werkzeugschaft 15 des Polierwerkzeugs 10 dem in Fig. 2 dargestellten äußeren Schaftteil 11, d.h. der Werkzeugschaft 15 ist einteilig ausge-

bildet. Die Werkzeugaufnahme SK40 ist eine Steilkegel-Aufnahme, an deren integriertem Endteil 35 ein hohlzylindrischer Ansatz 36 angeformt ist. In diesen Ansatz 36 greift ein verdickter Endflansch des Schaftteils 11 ein, der mittels einer Überwurfmutter 13 fixiert wird. Die Funktionsweise dieses Ausführungsbeispiels entspricht derjenigen der Ausführung nach Fig. 2. Es kann eine Kartusche 30 mit darin längsbewegbarem Kolben 31 verwendet werden, die nach Aufschrauben der Überwurfmutter 13 ersetzt werden kann. Die Kartusche 30 kann auch weggelassen werden, wobei in diesem Fall die Poliermittel-Füllung direkt in die offene Kammer 22 des abgebauten Werkzeugschafts eingebracht und der Verdrängerkolben positioniert wird.

Die Fig. 4 zeigt das in die Werkzeugaufnahme 4 (WZ_HSK63) eingebaute Polierwerkzeug 10. Der maschinenseitige innere Schaftteil 12 sitzt in der zentralen Ausnehmung der Werkstückaufnahme 4 und wird durch den in die Nut 19 eingreifenden Schraubbolzen 20 fixiert. Der äußere Schaftteil 11 entspricht denen der Ausführungsbeispiele der Fig. 1 bis 3.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. So kann der Polierkopf 16 statt der dargestellten balligen Außenform auch zylinderförmig mit abgerundeter Randkante, konisch bzw. kegelförmig oder auch scheibenförmig sein. Weiterhin kann für den Polierkopf 16 ein poröses schwammartiges Material von ausreichender Festigkeit gewählt werden, das einen kontinuierlichen Durchgang des hierfür ausgewählten fließfähigen Poliermittels zulässt.

Mit der Erfindung wird ein Bearbeitungssystem geschaffen, mit welchem komplexe Spanflächen auch komplizierter Konturen automatisch und ohne manuelle Eingriffe unabhängig von der jeweiligen Form der Konturen in einer Aufspannung gefräst, geschliffen und bis auf Hoch-

glanz poliert werden können. Zu diesem Zweck werden die erfindungsgemäß ausgebildeten Polierwerkzeuge in der CNC-gesteuerten Fünf-Achs-Fräsmaschine wie die herkömmlichen Spanwerkzeuge genutzt, d.h. in einer entsprechenden Anzahl in dem jeweiligen Werkzeugmagazin vorgehalten und in die Arbeitsspindel eingewechselt. Da die Arbeitsspindeln der im Formenbau eingesetzten Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren in mehreren Achsen durch entsprechende Schwenkbewegungen des Spindelkopfes oder aber des Werkstücktisches arbeiten können, ergeben sich für das Polieren gleiche oder ähnliche Verhältnisse wie für die Fräsbearbeitung. Somit ergibt sich für die hochkomplexen programmgesteuerten Werkzeugmaschinen und Bearbeitungszentren eine weitere Nutzungsmöglichkeit, insbesondere während der Nachtschichten, durch die die zuvor in mehreren Fräsgängen gespannten Werkstücke geschliffen und letztendlich auch poliert werden können. Insbesondere die äußerst langwierigen Polierarbeiten ergeben eine beachtliche Zeit- und Kosteneinsparung. Bei dem Polierverfahren unter Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird ein in die Arbeitsspindel automatisch mittels der Maschinensteuerung und des Werkzeugwechslers eingewechseltes Polierwerkzeug drehangetrieben und in mehreren Achsen kontinuierlich oder zyklisch bewegt. Die einstellbaren Drehzahlen betragen in der Regel mehrere 1000 bis einige 10 000 Upm. Durch gesteuerte dreidimensionale Bewegungen der Arbeitsspindel und/oder des Werkstücks incl. der möglichen Schwenkbewegungen wird das Polierwerkzeug auf der zu bearbeitenden Werkstückfläche bewegt. Durch die Maschinensteuerung wird die jeweils optimierte Ausrichtung des Polierwerkzeugs bzw. des Werkzeugschafts vorgegeben, um damit sicherzustellen, dass die effektivsten Bereiche des Polierkopfes an der Werkstückoberfläche wirksam sind. Wesentlich für den Poliervorgang und auch für die erzielte Glätte ist, dass der Polierkopf mit einem nach vorgewählten Parametern optimalen praktisch konstanten Andruck an der Werkstückfläche bewegt

wird. Die Bewegungen werden hinsichtlich Geschwindigkeit, Bahnverlauf und Richtung von der Maschinensteuerung vorgegeben, wobei die Polierbewegungen auf der jeweiligen Fläche so oft wiederholt werden, bis der gewünschte Poliergrad erreicht ist. Der konstante leichte Andruck des Polierkopfes wird dadurch erreicht, dass im sogenannten "Untermaß" gearbeitet wird, d.h., die in der Maschinensteuerung abgelegten Abmessungen des Polierkopfes berücksichtigen eine gewollte Verformung des Kopfmaterials, die einem bestimmten Druckwert entspricht.

Der Druck, mit dem das Poliermittel aus der Zylinderkammer 32 herausgedrückt wird, entspricht dem Druck in der maschinenseitigen Kammer 33, der über den Kanal 18 aus der Arbeitsspindel 1 zugeführt wird. Während des Poliervorganges sind die Arbeitsmedien der Fräsmaschine, beispielsweise das Kühl- und Schmiermittel, die äußere Druckluft usw., abgeschaltet und nur die der Arbeitsspindel innen zugeführte Blasluft ist wirksam. Geregelt wird diese Blasluft durch ein in Fig. 5 dargestelltes Druckregelventil 38, das in die Druckluftzuleitung 39 zur Arbeitsspindel 1 eingeschaltet ist.

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Polieren von Werkstückoberflächen mit
 - einer Werkzeugaufnahme (4), die in eine Spindel einer programmgesteuerten Werkzeugmaschine einspannbar ist,
 - einem in der Werkzeugaufnahme (4) befestigten Polierwerkzeug (10), das einen Werkzeugschaft (15) und einen an dessen freiem Ende angeordneten Polierkopf (16) enthält und
 - einer Poliermittelversorgung zum Polierkopf (16),dadurch gekennzeichnet, dass
 - der Werkzeugschaft (15) eine mit einem Druck beaufschlagbare Kammer (22) enthält, die zumindest teilweise mit dem Poliermittel gefüllt ist,
 - die Kammer (22) mit dem Polierkopf (16) verbunden ist und
 - der Polierkopf (16) Durchgänge (28) für das aus der Kammer (32) verdrängte Poliermittel enthält.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zylinderförmige Kammer (22) im Werkzeugschaft (15) über einen Kanal (18) mit der Druckmittelversorgung der Fräsmaschine verbunden ist und einen einseitig mit dem Druckmittel beaufschlagten Verdrängerkolben enthält, der auf das Poliermittel in der Kammer (22) einwirkt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Polierwerkzeuge (10) aus einem Magazin mittels eines Werkzeugwechslers in die Arbeitsspindel (1) der programmgesteuerten Fräsmaschine wechselbar sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkzeugschaft (15) einteilig ausgebildet und für einen Zugang zur Kammer (22) mit der Werkzeugaufnahme (4) lösbar verbunden ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkzeugschaft (15) aus einem in der Werkzeugaufnahme (4) fixierbaren maschineninneren Schaftteil (12) und aus einem die Kammer (22) mit der Poliermittelfüllung enthaltenden äußeren Schaftteil (11) besteht, an dessen äußerem Ende der Polierkopf (16) befestigt ist, wobei die beiden Schaftteile (11, 12) lösbar miteinander verbunden sind.
6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Kammer (22) im Werkzeugschaft (15) eine auswechselbare Kartusche (30) aus vorzugsweise Kunststoff angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Polierkopf (16) zumindest teilweise aus einem Elastomer und einem Faser-Verbund-Werkstoff besteht
8. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Polierkopf (16) aus einem für das Poliermittel durchlässigen Werkstoff wie Filz, Schwamm, Stahlbürste, besteht oder Bohrungen (28) für den Durchgang des Poliermittels enthält.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Polierkopf (16) aus einem Kernelement aus ggf. faserverstärktem Elastomer besteht, das mit einer oder mehreren Lagen (29a, 29b) aus einem isolierenden Fasermaterial und aus einem hochfesten synthetischen Gewebe überzogen ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das in die Kammer (30, 33) eingeleitete Druckmittel die Kühlschmierflüssigkeit des Maschinensystems oder Druckluft ist.

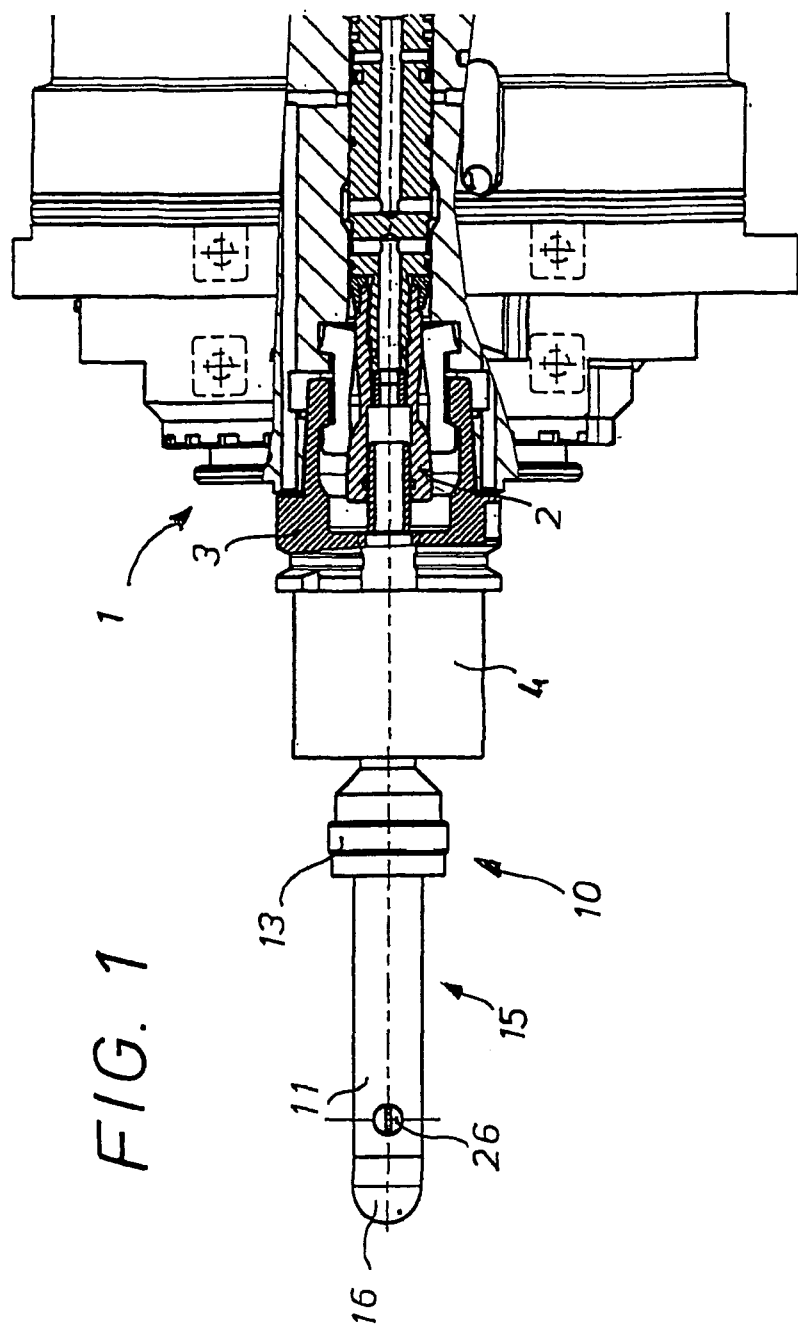


FIG. 2a

FIG. 2

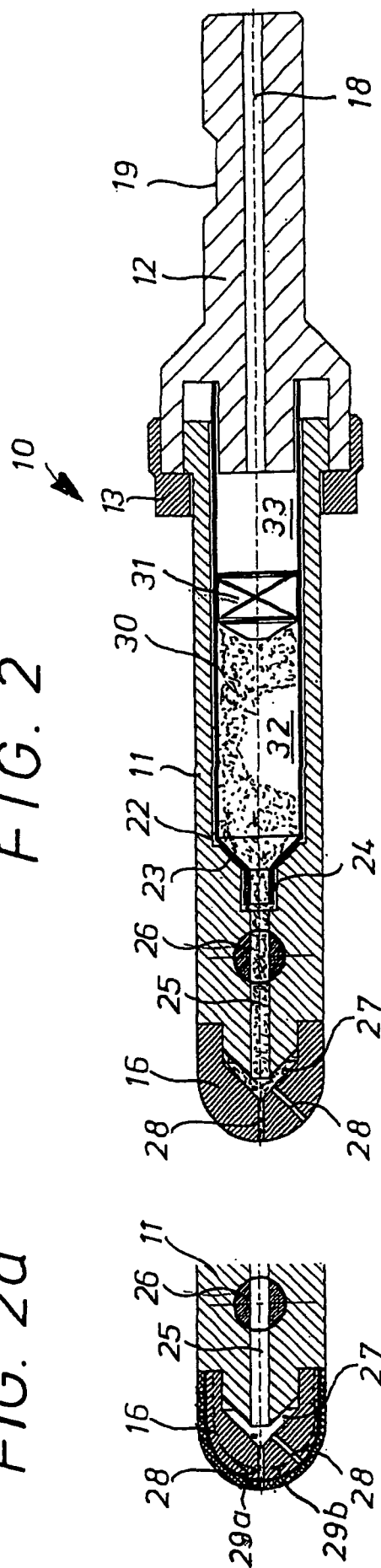


FIG. 3

WZ_SK40

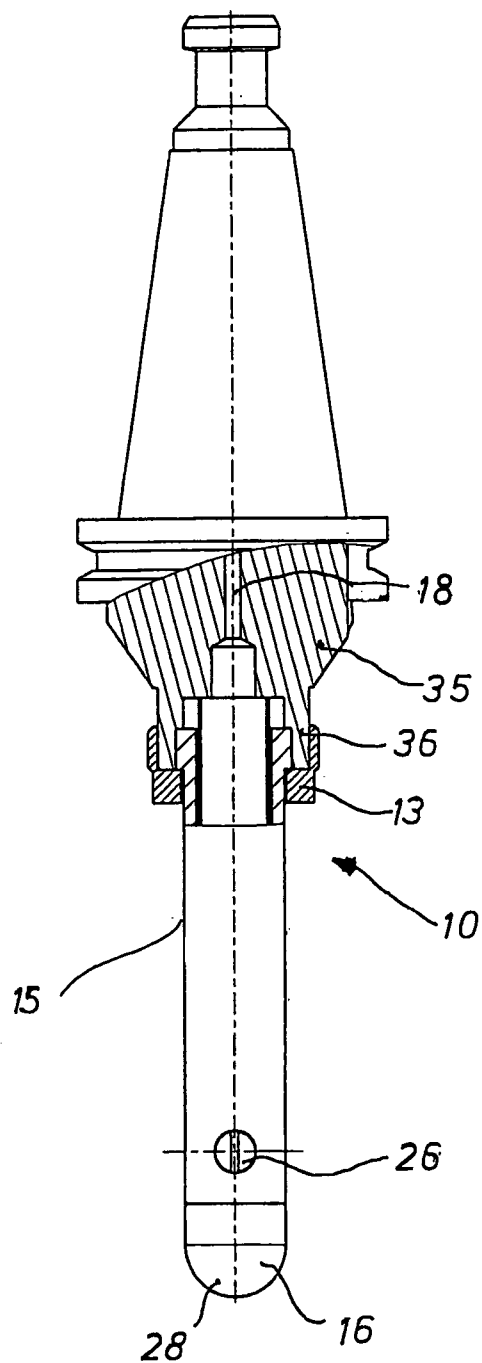
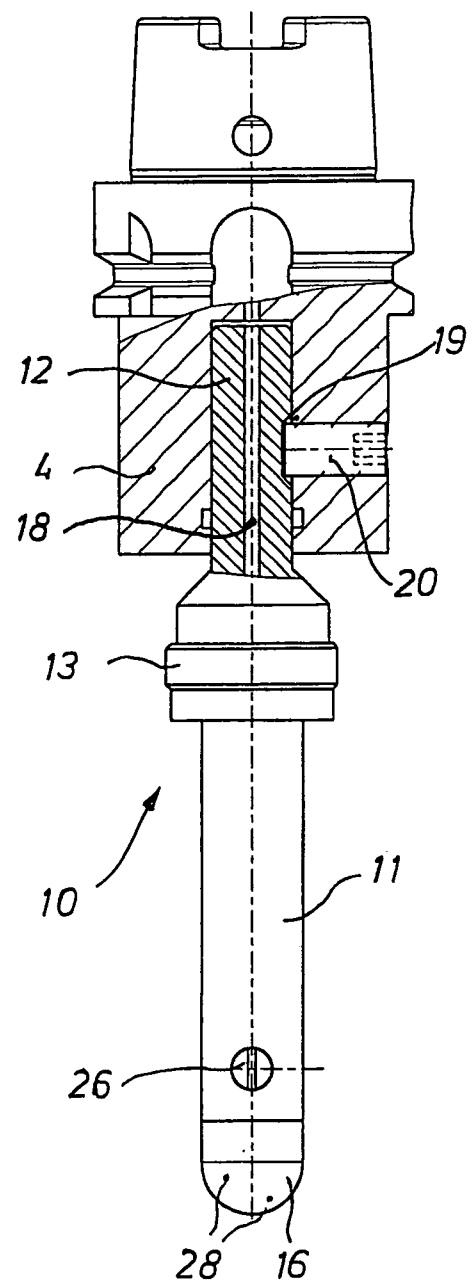
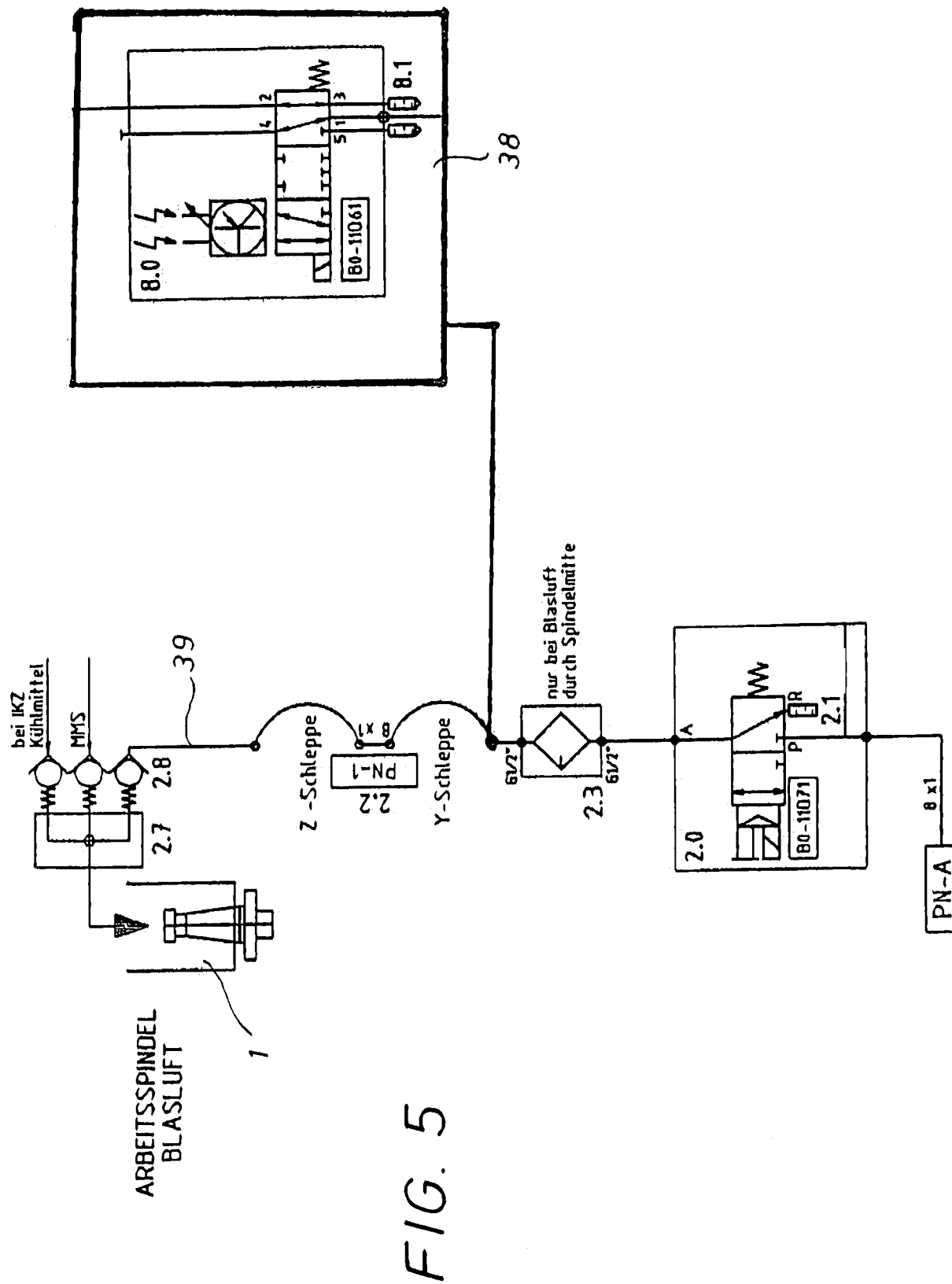


FIG. 4

WZ_HSK63





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/001534

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B24D13/14 B24B29/00 B24B57/02 B24B31/116
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)
B24D B24B

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 103 14 625 B3 (OPTOTECH OPTIKMASCH GMBH [DE]) 14 October 2004 (2004-10-14) cited in the application the whole document -----	1-10
A	EP 0 196 832 A2 (AGENCY IND SCIENCE TECHN [JP]; MIRACLE CO LTD [JP]) 8 October 1986 (1986-10-08) page 9, line 16 - page 14, line 16; figures 1,5 -----	1-10
A	DE 10 2006 017664 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 18 October 2007 (2007-10-18) cited in the application the whole document -----	1-10



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

21 June 2012

Date of mailing of the international search report

03/07/2012

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

Koller, Stefan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/001534

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10314625	B3	14-10-2004	NONE
EP 0196832	A2	08-10-1986	DE 3685360 D1 25-06-1992
			DE 3685360 T 25-06-1992
			EP 0196832 A2 08-10-1986
			HK 16595 A 10-02-1995
			JP 1746919 C 25-03-1993
			JP 4020726 B 06-04-1992
			JP 61219526 A 29-09-1986
DE 102006017664	A1	18-10-2007	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/001534

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B24D13/14 B24B29/00 B24B57/02 B24B31/116 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B24D B24B		
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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 103 14 625 B3 (OPTOTECH OPTIKMASCH GMBH [DE]) 14. Oktober 2004 (2004-10-14) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-10
A	EP 0 196 832 A2 (AGENCY IND SCIENCE TECHN [JP]; MIRACLE CO LTD [JP]) 8. Oktober 1986 (1986-10-08) Seite 9, Zeile 16 - Seite 14, Zeile 16; Abbildungen 1,5 -----	1-10
A	DE 10 2006 017664 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 18. Oktober 2007 (2007-10-18) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-10
☐ 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 21. Juni 2012		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 03/07/2012
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 Koller, Stefan

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/001534

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10314625	B3	14-10-2004	KEINE
EP 0196832	A2	08-10-1986	DE 3685360 D1 25-06-1992
			DE 3685360 T 25-06-1992
			EP 0196832 A2 08-10-1986
			HK 16595 A 10-02-1995
			JP 1746919 C 25-03-1993
			JP 4020726 B 06-04-1992
			JP 61219526 A 29-09-1986
DE 102006017664	A1	18-10-2007	KEINE