



European Patent Office



EP 0 808 693 A1

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(51) Int. Cl.⁶: **B24B 53/08**, B24B 49/18

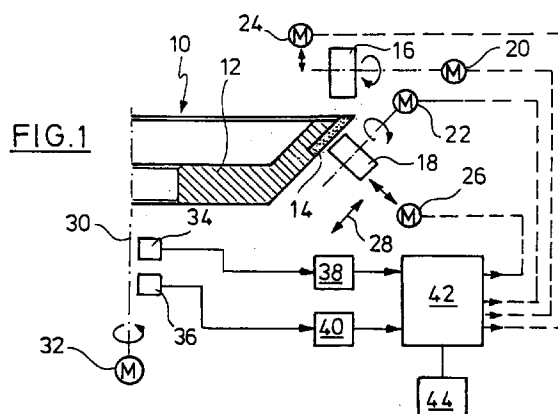
(22) Anmeldetag: 15.02.1997

(72) Erfinder:
Meyer, Hans-Robert, Dr.-Ing.
21723 Hollern-Twielenfleth (DE)

(74) Vertreter:
**Patentanwälte
Hauck, Graalfs, Wehnert,
Döring, Siemons
Neuer Wall 41
20354 Hamburg (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Bearbeiten eines ringförmigen CBN- oder Diamantbelags von Schleifscheiben**

(57) Verfahren zum Bearbeiten eines ringförmigen CBN- oder Diamantbelags von Schleifscheiben (10) am Umfang und/oder an der Stirnseite, mit Hilfe einer Werkzeugschleifscheibe (16), insbesondere mit einem SiC-Belag (14), bei dem die Werkzeugscheibe (16) zunächst mit einer ersten vorgegebenen Geschwindigkeit gegen die Werkstückscheibe (10) gefahren wird bis zur Berührung mit dieser und die Werkzeugscheibe (16) anschließend mit einer vorgegebenen reduzierten Geschwindigkeit oder vorgegebenen Stufen pro Zeiteinheit zugestellt wird, bis Rundheit bzw. Planheit des Schleifbelags (14) der Werkstückscheibe (10) erreicht worden ist, wobei mit Hilfe von einem oder mehreren Ultraschallsensoren (34,36) der von der Spindel (30) der Werkstückscheibe (10) erzeugte Körperschall gemessen und analysiert wird, daß das Verfahren der Werkzeugscheibe (16) gegen die Werkstückscheibe (10) bis zum Kontakt mit dieser automatisch mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit erfolgt und mit einer deutlich kleineren Geschwindigkeit fortgesetzt wird, wenn mindestens einer der beiden Ultraschallsensoren (34,36) eine Berührung der Werkzeugscheibe (10) mit der Werkstückscheibe (16) feststellt und der Schleifvorgang beendet wird, wenn mindestens einer der Sensoren (34,36) über mindestens eine Umdrehung der Werkstückscheibe (10) Rundheit bzw. Planheit feststellt.



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Bearbeiten eines ringförmigen CBN- oder Diamantbelags von Schleifscheiben am Umfang und/oder an der Stirnseite nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Das Plan- und Rundschleifen von CBN- und Diamantscheiben erfolgt üblicherweise mit SiC-Scheiben. Angestrebt wird, den Werkstückscheiben eine ausreichende Planheit an der Stirnfläche bzw. eine ausreichende Rundheit an der Umfangsfläche zu verleihen. Bei dieser Bearbeitung ist erwünscht, daß Rund- und Planlauf in der geforderten Toleranz liegen. Der Belag der Werkstückscheibe soll nur so weit abgetragen werden, wie für die Erzielung einer qualitativ zufriedenstellenden Endfläche unbedingt erforderlich. Eine über diesen Punkt hinausgehende Bearbeitung verlängert die Bearbeitungszeit und führt zu einem unerwünschten Abtrag an der Werkstück-, aber auch an der Werkzeugscheibe.

Bisher erfolgte der beschriebene Arbeitsvorgang von Hand. Der Bediener fährt die Werkzeugscheibe mehr oder weniger schnell gegen die rotierende Werkstückscheibe, wobei er Sorge dafür tragen muß, daß der Kontakt zwischen den Scheiben nicht stoßartig erfolgt, weil andernfalls eine zusätzliche Unrundheit oder Unebenheit erzeugt werden kann, die zu beseitigen die Bearbeitungszeit noch erhöht. Während des Bearbeitens wählt der Bediener die Zustellung nach "Gefühl" und beendet den Bearbeitungsvorgang, wenn er aufgrund seiner Erfahrung den Eindruck hat, daß ausreichende Rundheit und Planheit erreicht worden sind. Dies wird durch anschließende Prüfung sichergestellt. Bei dem bisher ausgeübten Verfahren sind Fehler nicht auszuschließen. Außerdem ist es verhältnismäßig aufwendig.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Bearbeiten eines ringförmigen CBN- und Diamantbelags von Schleifscheiben zu schaffen, das vollständig automatisch durchgeführt werden kann und einen geringeren Aufwand verursacht.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird der Schall gemessen, der von der die Werkstückscheibe antreibenden Spindel erzeugt wird. Bei vollkommener Rundheit von Spindel und Werkstückscheibe und bei unwuchtfreier Lagerung dürften bei freidrehendem Antrieb der Scheibe Schwingungen nicht auftreten. In der Praxis treten sie gleichwohl auf; sie können jedoch durch entsprechende Filterung oder dergleichen eliminiert werden. Merklieh meßbare und für die Steuerung ausnutzbare Schwingungen treten bei der Bearbeitung durch zwei Faktoren auf: Die Berührung der Werkzeugscheibe mit dem Werkstück und Unrundheit bzw. Unebenheit des Belages der Werkstückscheibe. Die durch Unrundheit verursachten Kraftänderungen, die beim Kontakt von Werkzeugscheibe und Werkstückscheibe bei ihren

Umdrehungen auftreten, bewirken entsprechende Schwingungen der Spindel. Wird die Werkzeugscheibe mit vorgegebener einstellbarer Vorschubgeschwindigkeit gegen den Werkstückbelag gefahren, dann kann dieser Vorgang sofort beendet werden, sobald der Sensor den Kontakt der abtragenden Scheibe mit der Werkstückscheibe feststellt. Das Signal der Sensoren wird analysiert, wobei relativ einfach zwischen dem berührungsfreien und dem Berührungszustand zwischen den Scheiben dadurch unterschieden werden kann, daß sich seine Amplitude signifikant ändert. Sobald eine Berührung festgestellt wird, wird ein entsprechendes Signal auf den Zustellantrieb gegeben. Dieser steuert die Geschwindigkeit auf einen deutlich reduzierten Wert herunter, der einer vorgegebenen Zustellgeschwindigkeit für die Bearbeitung entspricht. Es ist auch denkbar, die Zustellung stufenweise in vorgegebenen Zeiteinheiten vorzunehmen.

Die Bearbeitung erfolgt nach einem vorgegebenen Programm, das sich nach den geometrischen und Materialverhältnissen richtet. Solange Planheit bzw. Rundheit noch nicht erzielt sind, werden, wie beschrieben, an der Spindel für die Werkstückscheibe spezifische Schwingungen erzeugt, die zur Anzeige dieses Vorgangs herangezogen werden können. In dem Augenblick, in dem Rundheit bzw. Planheit erzielt worden ist, gehen die Schwingungen gegen Null. Der Schleifvorgang kann beendet und die Werkzeugscheibe in die Ausgangsstellung zurückgefahren werden.

Erfindungsgemäß können auch zwei Ultraschallsensoren verwendet werden. Sie können so eingesetzt werden, daß ihre Signale fakultativ oder summierend verwendet werden. Im letzteren Fall müssen jeweils beide Sensoren den gewünschten Zustand indizieren, damit der Anfahr- bzw. der Bearbeitungsvorgang beendet wird. Es ist auch denkbar, einen Ultraschallsensor für die Steuerung des Anfahrvorgangs und den anderen für die Beendigung des Bearbeitungsvorgangs zu verwenden.

Die Ausgangssignale der Sensoren sind naturgemäß ein Gemisch verschiedener Frequenzen. Um sie besser zu analysieren, ist es erfindungsgemäß vorteilhaft, aus diesen den Mittelwert durch Glättung zu bilden. Steigt zum Beispiel der Mittelwert relativ abrupt an, ist dies das Anzeichen dafür, daß die Werkzeugscheibe die Werkstückscheibe berührt hat. Liegt Planheit bzw. Rundheit vor, ergibt der Mittelwert eine Konstante. Wird über eine vorgegebene Zeit eine Konstante gemessen, kann der Bearbeitungsvorgang beendet werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch die Bearbeitung einer Diamantscheibe mit einer Werkzeugscheibe und einer entsprechenden Steuervorrichtung für die Werkzeugscheibe.

Fig. 2 zeigt das Ausgangssignal eines ersten Sensors bei einem Umfangsschleifen der Werk-

stücksscheibe nach Fig. 1 im nicht geglätteten (a) und geglätteten Zustand (b).

Fig. 3 zeigt das Ausgangssignal eines ersten Sensors für das Planschleifen der Werkstücksscheibe nach Fig. 1 im nicht geglätteten und geglätteten Zustand.

Fig. 4 zeigt das Ausgangssignal eines zweiten Sensors im geglätteten und nicht geglätteten Zustand.

Eine Diamantschleifscheibe 10 in Fig. 1 (Werkstücksscheibe) weist einen topfförmigen Trägerkörper 12 auf und einen kegelringförmigen Schleifbelag 14. Nach dem Pressen der Schleifscheibe 10 ist erforderlich, den Belag 14 zu bearbeiten, um ihm die gewünschte Planheit an der Stirnfläche und die gewünschte Rundheit an der Umfangsfläche zu verleihen. Entsprechendes gilt beim Abrichten der Schleifscheibe 10 nach einer gewissen Betriebszeit.

Das Schleifen des Belages 14 erfolgt mit Hilfe einer Siliziumkarbid-Schleifscheibe entweder in Position 16 oder 18, die von einem Motor 20 bzw. 22 drehend angetrieben sind. Die zugehörige Schleifmaschine ist nicht dargestellt. Sie enthält auch Motoren für das Zustellen der Scheibe 16 oder 18 (Werkzeugscheibe), die in Fig. 1 mit 24 bzw. 26 bezeichnet sind. Für den Quervorschub gemäß Pfeil 28 ist ein weiterer Motor erforderlich, der jedoch aus Vereinfachungsgründen nicht gezeigt ist.

Die Werkstücksschleifscheibe 10 wird mit Hilfe einer Spindel in der Schleifmaschine eingespannt. Die Spindel ist mit 30 angedeutet. Sie wird von einem Motor 32 angetrieben. Der Spindel 30 sind zwei Ultraschallsensoren 34, 36 zugeordnet. Die Ausgangssignale der Sensoren 34, 36 gehen auf Frequenz-Analysierstufen 38 bzw. 40. Deren Ausgang ist mit einer Steuervorrichtung 42 für die einzelnen Motoren verbunden. Dies ist durch gestrichelte Linien angedeutet. Der Steuervorrichtung 42 ist auch eine Programmierstufe 44 zugeordnet. Die gezeigte Anordnung arbeitet wie folgt.

Zunächst wird die Werkstücksschleifscheibe 10 in die Schleifmaschine eingespannt. Die Werkzeugschleifscheibe 16 oder 18 hat jeweils einen entsprechenden Abstand zum Schleifbelag 14. Dieser Abstand ist in Fig. 1 geringer eingezeichnet als er normalerweise besteht. Nach dem Starten der Schleifmaschine, was durch einen Bediener initiiert werden oder auch automatisch erfolgen kann, werden mit Hilfe des Motors 24 bzw. 26 die Werkzeugschleifscheibe 16 oder 18 in Richtung der Pfeile auf den Belag 14 gefahren. Aufgrund der geometrischen Verhältnisse ist der Weg bekannt, so daß der größte Teil des Weges mit relativ hoher Geschwindigkeit zurückgelegt werden kann. Der letzte Wegabschnitt kann dann im sogenannten Schleichbetrieb zurückgelegt werden. Unabhängig davon, ob ein Schleichbetrieb vorgesehen ist oder nicht, führt eine erste Berührung der beiden Werkzeugscheibe 16 oder 18 mit dem Belag

14 zu einer deutlich verstärkten Schwingungsamplitude der Spindel 30, was in Fig. 2a zu erkennen ist. In den Figuren 2 bis 4 sind die Signalkurven der Sensoren 34, 36 in Dezibel (dB) über die Zeit aufgetragen. Bezüglich der Scheibe 16 oder 18 wird bei entsprechender Glättung der Kurve nach Fig. 2a bzw. nach Fig. 3a die Kurve in Fig. 2b bzw. 3b erhalten. Der erste größere Sprung in der Kurve nach Fig. 2b bzw. 3b zeigt an, daß ein Kontakt der Schleifscheibe 16 oder 18 mit dem Belag 14 erfolgt ist. Nunmehr beginnt der eigentliche Bearbeitungsvorgang, der durch die Programmierstufe 44 vorgegeben ist. Da zunächst weder Planheit noch Rundheit des Belages 14 vorliegt, äußert sich dies in entsprechenden Schwingungen der Spindel 30. Dies ist am linken Ende der Kurve nach Fig. 4a zu erkennen. Sobald jedoch Rundheit eintritt, ergibt sich zwar ein höherer Schallpegel, der jedoch nur minimale Schwankungen aufweist. Eine Glättung der Kurve nach Fig. 4a ergibt beim erwünschten Bearbeitungsergebnis eine Konstante gemäß Fig. 4b. Sie ist ein Indiz dafür, daß Planheit bzw. Rundheit nunmehr erreicht ist. Die Steuervorrichtung 42 steuert die Antriebe entsprechend an, um den Bearbeitungsvorgang zu stoppen und die Schleifscheibe 16 oder 18 in ihre Ausgangsposition zurückzufahren für die Bearbeitung der nächsten Position bzw. der nächsten Werkstücksscheibe.

Es sei noch angemerkt, daß die Sensoren gemäß Fig. 1 Piezokristalle sein können, die den von der Spindel ausgehenden Schallpegeldruck messen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bearbeiten eines ringförmigen CBN- oder Diamantbelags von Schleifscheiben am Umfang und/oder an der Stirnseite, mit Hilfe einer Werkzeugschleifscheibe, insbesondere mit einem SiC-Belag, bei dem die Werkzeugscheibe zunächst mit einer ersten vorgegebenen Geschwindigkeit gegen die Werkstücksscheibe gefahren wird bis zur Berührung mit dieser und die Werkzeugscheibe anschließend mit einer vorgegebenen reduzierten Geschwindigkeit oder vorgegebenen Stufen pro Zeiteinheit zugestellt wird, bis Rundheit bzw. Planheit des Schleifbelags der Werkstücksscheibe erreicht worden ist, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe von einem oder mehreren Ultraschallsensoren der von der Spindel der Werkstücksscheibe erzeugte Körperschall gemessen und analysiert wird, daß das Verfahren der Werkzeugscheibe gegen die Werkstücksscheibe bis zum Kontakt mit dieser automatisch mit einer vorgegebenen ersten Geschwindigkeit erfolgt und mit einer zweiten, viel geringeren Geschwindigkeit fortgesetzt wird, wenn mindestens einer der beiden Ultraschallsensoren eine Berührung der Werkzeugscheibe mit der Werkstücksscheibe feststellt und der Schleifvorgang beendet wird, wenn mindestens einer der Sensoren über mindestens eine Umdrehung der Werkstücksscheibe Rundheit bzw. Planheit feststellt.

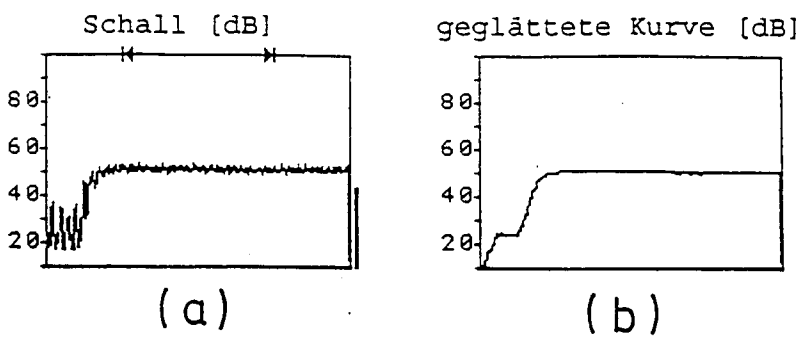
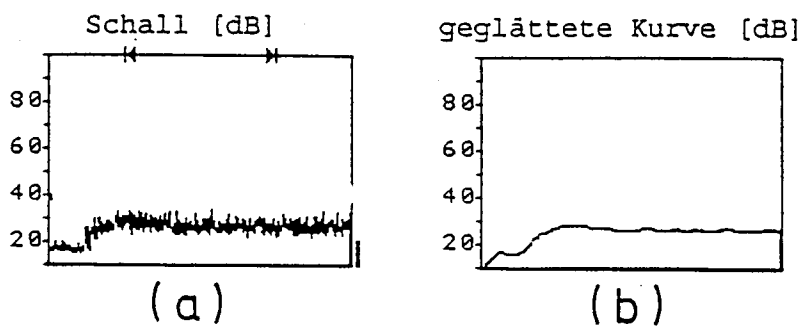
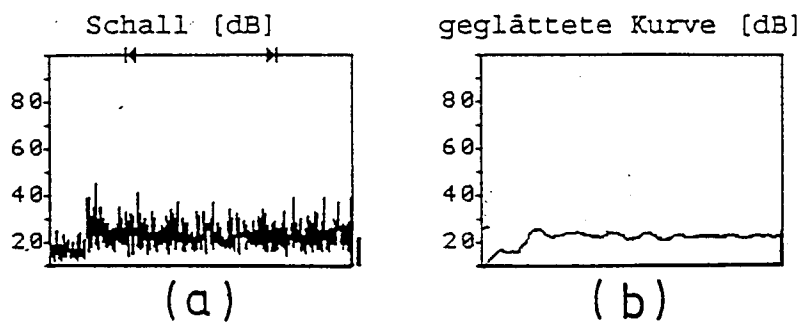
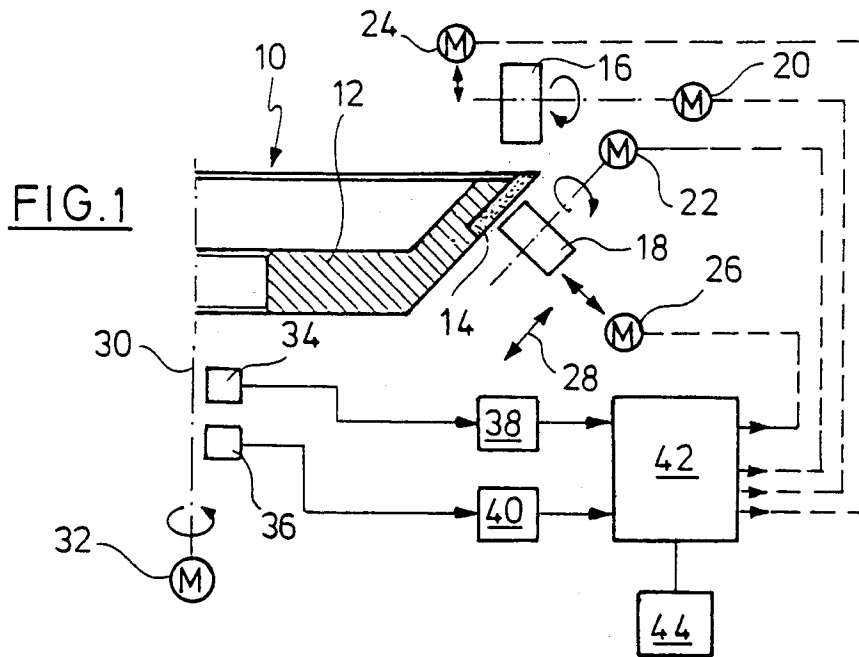
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Ausgangssignalen der Sensoren eine Mittelwertkurve gebildet wird und die Zustellung der Werkzeugscheibe bzw. der Antrieb der Werkzeugscheibe bzw. der Werkstückscheibe gestoppt wird, wenn die Mittelwertkurve annähernd konstant ist. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorschubgeschwindigkeit bzw. die Zustellung der Werkzeugscheibe während des Eingriffs mit der Werkstückscheibe in Abhängigkeit von der Höhe des Körperschallsignalpegels geregelt bzw. gesteuert wird. 10 15
4. Schleifvorrichtung zum Bearbeiten eines ringförmigen CBN- oder Diamantbelags von Schleifscheiben am Umfang und/oder an der Stirnseite, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit mindestens einer Werkzeugschleifscheibe, insbesondere mit einem Belag aus SiC, die von einem ersten Antriebsmotor drehend antreibbar ist und deren Halterung mit mindestens einem zweiten Antrieb auf die Werkstückscheibe zu oder von dieser fort verfahrbar ist, einer Aufnahme für die drehbare Lagerung der Werkstückscheibe, einem dritten Antrieb zur Drehung der Werkstückscheibe über eine Spindel, mindestens zwei der Spindel zugeordneten Ultraschallsensoren, einer Auswertevorrichtung für die Ausgangssignale der Ultraschallsensoren und einer Steuervorrichtung für die Antriebsmotoren zwecks Steuerung nach Maßgabe der Ausgangssignale der Ultraschallsensoren. 20 25 30 35

40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 10 2464

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 4 899 718 A (USUTANI ET AL.) 13.Februar 1990 * Spalte 4, Zeile 45 - Spalte 6, Zeile 40; Abbildungen *	1	B24B53/08 B24B49/18
Y	---	2-4	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 503 (M-1478), 10.September 1993 & JP 05 131364 A (NORITAKE CO LTD), 28.Mai 1993, * Zusammenfassung *	2,3	
Y	---		
Y	EP 0 460 282 A (NORITAKE CO LTD) 11.Dezember 1991 * Spalte 13, Zeile 53 - Spalte 14, Zeile 50 *	4	
A	---		
A	US 4 545 151 A (BLOCH ET AL.) 8.Oktober 1985 * Zusammenfassung; Abbildungen *	4	
A	---		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 009, 31.Oktober 1995 & JP 07 164319 A (ZEXEL CORP), 27.Juni 1995, * Zusammenfassung *	1	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		1.September 1997	Garella, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 01.82 (P04C03)