



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 808 693 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.12.2001 Patentblatt 2001/49

(51) Int Cl.7: **B24B 53/08**, B24B 49/18

(21) Anmeldenummer: **97102464.1**

(22) Anmeldetag: **15.02.1997**

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

Method and apparatus for dressing the CBN or diamond ring layer of a grinding wheel

Procédé et appareil, pour dresser la partie de CBN ou diamant d'une meule

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK FI FR GB IT LI SE

(30) Priorität: **24.05.1996 DE 19620972**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.11.1997 Patentblatt 1997/48

(73) Patentinhaber: **SAINT-GOBAIN Winter
Diamantwerkzeuge GmbH & Co. KG
22844 Norderstedt (DE)**

(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)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 460 282 US-A- 4 545 151
US-A- 4 899 718**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 017, no. 503 (M-1478), 10.September 1993 & JP 05 131364 A (NORITAKE CO LTD), 28.Mai 1993,
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 095, no. 009, 31.Oktober 1995 & JP 07 164319 A (ZEXEL CORP), 27.Juni 1995,

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 808 693 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bearbeiten eines ringförmigen CBN- oder Diamantbelags von Schleifscheiben am Umfang und/oder an der Stirnseite nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 4. Aus US 4 899 718 A sind eine solche Vorrichtung und ein solches Verfahren bekannt.

[0002] Aus US-A-4899718 ist eine Vorrichtung zum Abrichten einer Schleifscheibe bekannt geworden, bei der ein akustischer Sensor die Berührung zwischen der Werkzeug- und der Werkstückscheibe ermittelt. Durch ein Heranfahren der Werkzeugschleifscheibe an die Werkstückscheibe an verschiedenen axial beabstandeten Punkten wird die Position festgehalten und gespeichert, damit anschließend mit Hilfe einer Schablone das Abrichten stattfinden kann. Alternativ ist vorgesehen, den Schallsensor an der Spindel der Werkzeugscheibe unterzubringen.

[0003] Aus JP 5131 364 ist ein Verfahren zur Feststellung der Rundheit einer abzurichtenden Schleifscheibe bekannt geworden. Dies geschieht mit Hilfe der Ermittlung des Berührungsschalls, wobei die Rundheit dann als gegeben angesehen wird, wenn das gleichgerichtete Ausgangssignal des Sensors annähernd konstant ist.

[0004] 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.

[0005] Gemäß firmeninternem Stand der Technik erfolgte der beschriebene Arbeitsvorgang bisher auch 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 sicher gestellt. Bei dem bisher ausgeübten verfahren sind Fehler nicht auszuschließen. Außerdem ist es verhältnismäßig aufwendig.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bearbeiten

eines ringförmigen CBN- und Diamantbelags von Schleifscheiben zu schaffen, das vollständig automatisch durchgeführt werden kann und bei optimalen Fertigungszeiten einen geringen Aufwand verursacht.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 4 gelöst.

[0008] 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. Merkllich 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.

[0009] Die Bearbeitung erfolgt nach einem vorgegebenen Programm, das sich nach den geometrischen und Materialverhältnissen richten. 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.

[0010] Erfindungsgemäß können mindestens 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 Verarbeitungsvorgang beendet wird. Es ist auch denkbar, einen Ultraschallsensor für die Steuerung des Anfahrvorgangs und

den anderen für die Beendigung des Bearbeitungsvorgangs zu verwenden.

[0011] Die Ausgangssignale der Sensoren sind naturgemäß ein Gemisch verschiedener Frequenzen. Um sie besser zu analysieren, ist es erfindungsgemäß vorteilhaft, aus diesen eine Mittelwertkurve zu bilden. Steigt zum Beispiel die Mittelwertkurve relativ abrupt an, ist dies das Anzeichen dafür, dass die Werkzeugscheibe die Werkstückscheibe berührt hat. Liegt Planheit bzw. Rundheit vor, ist die Mittelwertkurve annähernd konstant. Der Bearbeitungsvorgang kann dann beendet werden.

[0012] 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 Werkstückscheibe nach Fig. 1 im nicht geglätteten (a) und geglätteten Zustand (b).

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

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

[0013] Eine Diamantschleifscheibe 10 in Fig. 1 (Werkstückscheibe) 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.

[0014] 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.

[0015] Die Werkstückschleifscheibe 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.

[0016] Zunächst wird die Werkstückschleifscheibe 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 Werkstückscheibe.

[0017] 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 (14) von über eine Spindel (30) rotierend angetriebenen Schleifscheiben (10) am Umfang und/oder an der Stirnseite, mit Hilfen einer rotierend angetriebenen Werkzeugschleifscheibe (18), insbesondere mit einem SiC-Belag, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei dem mit Hilfe von zwei oder mehr Ultraschallsensoren (34, 36) der von der Spindel (30) der Werkstückscheibe (10) erzeugte Körperschall gemessen und analysiert wird, bei dem ferner die Werkzeugscheibe (18) automatisch zunächst mit einer vorgegebenen ersten Geschwindigkeit gegen die Werkstückscheibe (10) gefahren wird, bis mindestens einer der Ultraschallsensoren (34, 36) mittels einer deutlich verstärkten Schwingungsamplitude der Spindel (30) eine Berührung der Werkzeugscheibe (18) feststellt, und die Werkzeugscheibe (18) mit einer zweiten viel geringeren Geschwindigkeit zugestellt wird, bis mindestens einer der Ultraschallsensoren (34, 36) die Rundheit bzw. Planheit des Schleifbelags der Werkstückscheibe (10), die sich in entsprechenden Schwingungen der Spindel (30) äußert, feststellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den Ausgangssignalen der Sensoren (34, 36) eine Mittelwertkurve gebildet wird und die Zustellung mit der zweiten Geschwindigkeit der Werkzeugscheibe (18) bzw. der Antrieb der Werkzeugscheibe (10) bzw. der Werkstückscheibe (18) gestoppt wird, wenn die Mittelwertkurve annähernd konstant ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorschubgeschwindigkeit bzw. die Zustellung der Werkzeugscheibe (18) während des Eingriffs mit der Werkstückscheibe (10) in Abhängigkeit von der Höhe des Körperschallsignals geregelt bzw. gesteuert wird.
4. Schleifvorrichtung zum Bearbeiten eines ringförmigen CBN- oder Diamantbelags von Schleifscheiben am Umfang und/oder an der Stirnseite, mit mindestens einer Werkzeugschleifscheibe (18), insbesondere mit einem Belag aus SiC, die von einem ersten Antrieb (32) drehend antreibbar ist und deren Halterung mit mindestens einem zweiten Antrieb (26) auf die Werkstückscheibe (10) zu oder von dieser fort verfahrbar ist, einer Aufnahme für die drehbare Lagerung der Werkstückscheibe (10), einem dritten Antrieb (32) zur Drehung der Werkstückscheibe (10) über einer Spindel (30) und mindestens einem Ultraschallsensor (34, 36) zur Messung der Berührung der Werkstückscheibe (18) mit der Werkzeugscheibe (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei der Spindel (30) zugeordnete Ultraschallsensoren (34, 36) vorgesehen sind, von denen einer mittels einer deutlich verstärkten Schwingungsamplitude der Spindel (30)

die Berührung der Werkzeugscheibe (18) und ein anderer die Rundheit bzw. Planheit des Schleifbelags der Werkstückscheibe (10), die sich in entsprechenden Schwingungen der Spindel (30) äußert, feststellt sowie eine Auswertevorrichtung (38, 40) für die Ausgangssignale der Ultraschallsensoren (34, 36) und eine Steuervorrichtung (42) für die Antriebe (24, 26, 32) zur Steuerung nach Maßgabe der Ausgangssignale der Ultraschallsensoren (34, 36).

Claims

1. A method for machining a circular CBN or diamond layer (14) of a grinding disc (10) at the circumference and/or the front side thereof, the disc being rotatably driven by a spindle, and the machining is carried out by means of a rotatably driven tool grinding disc (18), in particular having a SiC layer **characterized in that** by means of two or more ultrasonic sensors (34, 36) the vibration is measured and analyzed generated by the spindle (30) of the workpiece grinding disc (10), further the tool disc (18) is at first automatically moved against the workpiece grinding disc (10) with a predetermined first speed until at least one of the ultrasonic sensors (34, 36) determines a contact with the tool disc (18) by a significantly amplified vibration amplitude of spindle (30) and that the tool disc (18) is fed with a second much lower speed until at least one of the ultrasonic sensors (34, 36) determines the roundness or planeness of the grinding layer of the workpiece disc (10) which is expressed in corresponding vibrations of spindle (30).
2. The method of claim 1, **characterized in that** an average value curve is formed by the output signals of the sensors (34, 36) and the feed of the tool disc (18) with the second speed or the driving of the tool disc (18) or the workpiece disc (10) is stopped if the average curve is approximately constant.
3. The method of claim 1 or 2, **characterized in that** the feed speed or the feed of the tool disc (18) during its contact with workpiece disc (10) is controlled in dependence upon the height of the level of the vibration
4. An apparatus for machining a circular CBN or diamond layer at the circumference and/or the front side of a grinding disc, comprising at least one tool grinding disc (18), having in particular a layer of SiC, which is rotatably driven by a first driving means (32) and having holding means which can be moved towards and away with respect to the workpiece disc (10) by a second driving means (26), receiving means for the rotatable support of the workpiece disc (10), a third driving means (32) for rotating the

workpiece disc (10) through a spindle (30) and at least one ultrasonic sensor (34, 36) for the measurement of the contact of the workpiece disc (10) with the tool disc (18), **characterized in that** at least two ultrasonic sensors (34, 36) are associated with the spindle (30), one of the sensors detects the contact of the workpiece disc (18) by a significantly amplified vibration amplitude of spindle (30) and another sensor detects the roundness or the planeness of the grinding layer of the workpiece disc (10) which is expressed in corresponding vibration of spindle (30), **in that** evaluating means (38, 40) are provided for the output signals of the ultrasonic sensors (34, 36) and **in that** a control means (42) is provided for the driving means (24, 26, 32) for the control thereof in response to the output signals of the ultrasonic sensors (34, 36).

Revendications

1. Procédé pour travailler une garniture annulaire de CBN ou de diamant (14) de meules (10) entraînées en rotation au moyen d'une broche (30), sur la périphérie et/ou la face frontale, à l'aide d'une meule outil (18) rotative entraînée, qui porte en particulier une garniture de SiC, **caractérisé en ce qu'à** l'aide de deux ou plus de deux capteurs d'ultrasons (34, 36), le son propagé dans les solides produit par la broche (30) de la meule pièce (10) est mesuré et analysé, **en ce que**, en outre, la meule outil (18) est avancée vers la meule pièce (10) automatiquement, tout d'abord avec une première vitesse prédéterminée, jusqu'à ce qu'au moins l'un des capteurs d'ultrasons (34,36) détecte un contact avec la meule outil (18) sur la base d'une amplitude de vibrations nettement augmentée de la broche (30), et la meule outil (18) est rapprochée avec une deuxième vitesse très inférieure, jusqu'à ce qu'au moins l'un des capteurs d'ultrasons (34, 36) détecte la circularité ou la planéité du revêtement abrasif de la meule pièce (10), qui se manifeste par des vibrations correspondantes de la broche (30).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'une** courbe de valeurs moyennes est formée sur la base des signaux de sortie des capteurs (34, 36) et le rapprochement effectué avec la deuxième vitesse de la meule outil (18) ou l'entraînement de la meule outil (10) ou de la meule pièce (18) est interrompu lorsque la courbe des valeurs moyennes est approximativement constante.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la vitesse d'avance ou le rapprochement de la meule outil (18) est réglé ou commandé pendant la prise avec la meule pièce (10) en fonction de la hauteur du niveau du signal de son propagé

dans les solides.

4. Dispositif de meulage pour travailler une garniture annulaire de CBN ou de diamant (14) de meules (10) sur la périphérie et/ou la face frontale, à l'aide d'au moins une meule outil (18) qui porte en particulier une garniture de SiC, qui peut être entraînée en rotation par un premier entraînement (32) et dont la monture peut être déplacée par au moins un deuxième entraînement (26) dans le sens qui la rapproche de la meule pièce (10) ou dans le sens qui l'en éloigne, un logement pour le montage rotatif de la meule pièce (10), un troisième entraînement (32) pour faire tourner la meule pièce (10) au moyen d'une broche (30) et au moins un capteur d'ultrasons (34,36) pour mesurer le contact de la meule pièce (18) avec la meule outil (10), **caractérisé en ce qu'il** est prévu au moins deux capteurs d'ultrasons (34, 36) associés à la broche (30), dont l'un détecte le contact de la meule outil (18) sur la base d'une amplitude de vibrations nettement augmentée de la broche (30), et un autre détecte la circularité ou la planéité de la garniture abrasive de la meule outil (10), qui se manifeste par des vibrations correspondantes de la broche (30), ainsi qu'un dispositif d'analyse (38, 40) pour les signaux de sortie des capteurs d'ultrasons (34,36) et un dispositif de commande (42) pour les entraînements (24, 26, 32), destiné à commander en fonction des signaux de sortie des capteurs d'ultrasons (34,36).

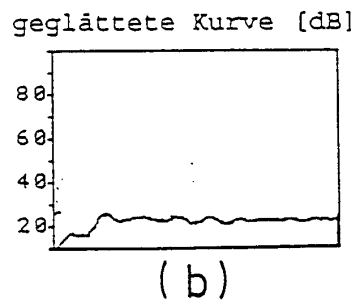
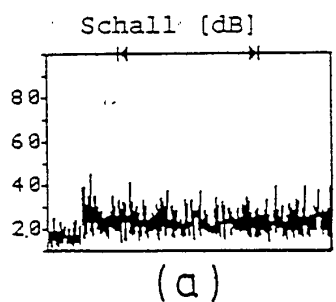
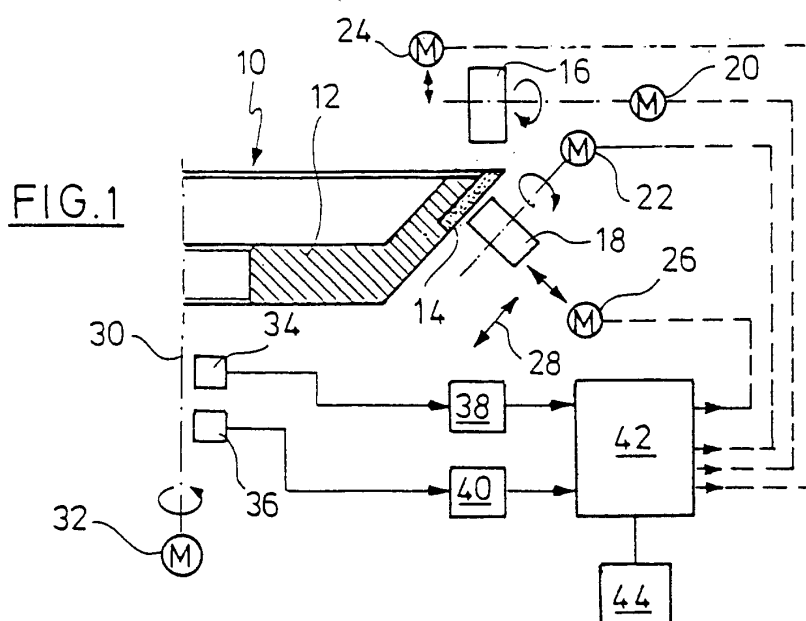


FIG.2

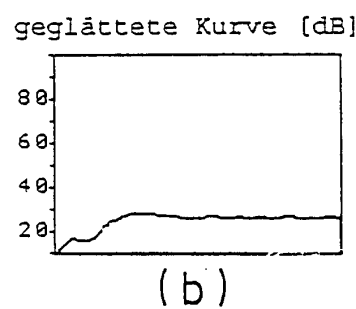
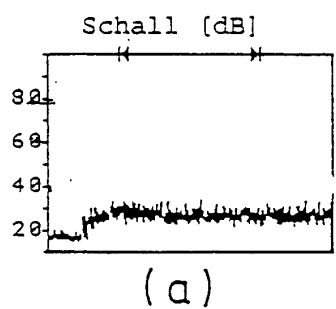


FIG.3

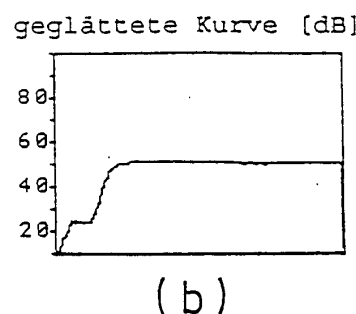
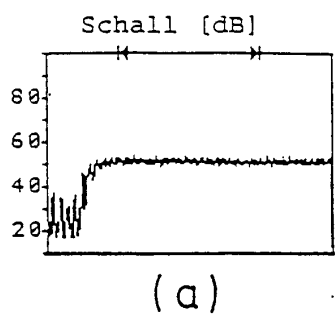


FIG.4