

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 501 022 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91120605.0**

(51) Int. Cl.⁵: **B24D 3/06, B24D 3/28, B24D 3/34**

(22) Anmeldetag: **29.11.91**

(30) Priorität: **26.02.91 DE 4106005**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.09.92 Patentblatt 92/36

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL

(71) Anmelder: **ERNST WINTER & SOHN (GMBH & CO.)**
Osterstrasse 58
W-2000 Hamburg 20(DE)
Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT**
ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V.
Leonrodstrasse 54
W-8000 München 19(DE)

(72) Erfinder: **Ferlemann, Felix, Dipl.-Ing.**

Neisser Strasse 5
W-4030 Ratingen(DE)

Erfinder: **Sauren, Josef, Dipl.-Ing.**
Riemenschneidstrasse 39
W-8510 Fürth(DE)

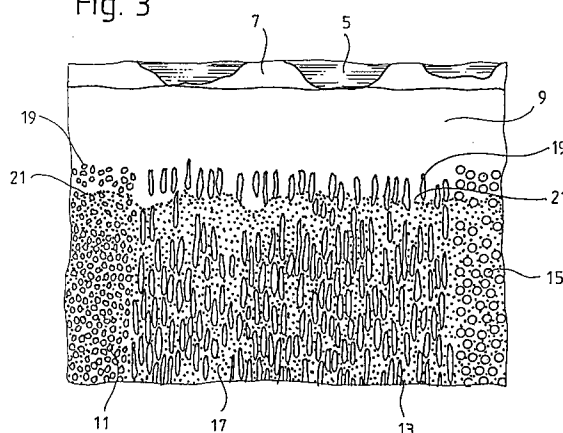
Erfinder: **von Benningsen-Mackiewicz,**
Theodor, Dr.Dr.rer.mat.
Lindenstrasse 69
W-2359 Henstedt-Ulzburg(DE)

(74) Vertreter: **Minetti, Ralf, Dipl.-Ing.**
Ballindamm 15
W-2000 Hamburg 1(DE)

(54) **Schleif- oder Trennwerkzeug und Verfahren seiner Herstellung.**

(57) Das Schleif- oder Trennwerkzeug weist einen faserverstärkten Grundkörper (3) mit einer Kunststoffmatrix auf sowie einen Belag (5, 7) aus Diamant- oder Bornitridschleifkörnern, die in einer Bindung (7) gehalten sind. Um die Verbindung zwischen dem Grundkörper (3) und dem Schleifbelag (5, 7) zu verstärken und das Werkzeug als Hochgeschwindigkeitswerkzeug einsetzen zu können, ist eine Zwischenschicht (9) aus Metall auf dem Grundkörper galvanisch oder stromlos aufgetragen, in welcher nach außen über den Kunststoff vorstehende und in dem Kunststoff verankerte elektrisch leitfähige Fasern (19) eingebettet sind. Diese Faserabschnitte (19) können durch ein Zurücksetzen der Kunststoffmatrix des Grundkörpers (3) freigelegt sein vor dem Auftrag der Zwischenschicht (9). Ein derartiges Zurückversetzen kann durch Ätzen erfolgen. Die Zwischenschicht (9) überdeckt dann die freigelegten Fasern (19). Anschließend wird der Schleifkornbelag (5, 7) auf der Zwischenschicht (9) aufgebracht.

Fig. 3



Die Erfindung betrifft ein Schleif- oder Trennwerkzeug mit einem faserverstärkten Grundkörper mit einer Kunststoffmatrix und einem Belag aus Hartstoff wie Diamant- oder Bornitridkörnern, die in einer Bindung gehalten sind.

Schleifwerkzeuge und Trennwerkzeuge wie Sägen bestehen im allgemeinen aus einem Belag, der den aktiven Hartstoff trägt, und einem Grundkörper auf dem der Belag aufgebracht ist. Neben diesen Hartstoffen enthält der Schleifbelag ein Bindemittel für die Hartstoffe, bei dem es sich um ein Metall, ein Kunstharz oder Keramik handeln kann. Unter Umständen enthält der Schleifbelag darüber hinaus verschiedenartige Füllstoffe, die das Einsatzverhalten des Diamantwerkzeuges mitbestimmen.

Die Grundkörper, die keine Hartstoffe enthalten, sondern lediglich als Träger des Hartstoffbelages dienen, bestehen entweder aus Metall wie z. B. Aluminium oder Stahl oder aus Kunstharz wie z. B. Phenol-, Epoxyd- oder Polyamidharz, wobei es auch bekannt ist, die Kunstharze mit Zusatzstoffen zu versehen, wie Metallpulver, Graphitpulver oder faserförmigen Komponenten wie Kohle- oder Glasfasern.

Sowohl die Schleifbeläge wie auch die Grundkörper müssen hohen Anforderungen hinsichtlich der Festigkeit, der Temperatur-, Hydrolyse- und Chemikalienbeständigkeit entsprechen. Darüber hinaus werden Ansprüche an die Wärmeleitfähigkeit und das Schwingungsdämpfungsverhalten gestellt. Diese Ansprüche können teilweise erfüllt werden durch die Verwendung von temperaturbeständigen Duroplastkunstharzen mit Zusätzen aus Metallpulvern oder Graphit.

In jüngerer Zeit richtet sich die Entwicklung auf eine Steigerung der Schnittgeschwindigkeit bzw. der Umfangsgeschwindigkeit insbesondere von Umfangsschleifscheiben und Sägen. Die Entwicklung von Hochgeschwindigkeitsschleif- und Trennwerkzeugen führt in der Regel zu größeren Durchmessern der Scheiben, da anderenfalls mit herkömmlichen Maschinen sehr hohe Umfangsgeschwindigkeiten von mehr als 250 m/s nicht problemlos zu erreichen sind. Andererseits lassen sich hohe Umfangsgeschwindigkeiten nur erzielen, wenn der Grundkörper einen hohen E-Modul (Elastizitätsmodul) bei geringer Dichte aufweist, damit sich das Werkzeug nicht wesentlich ausdehnt oder gesprengt wird, sondern vielmehr relativ niedrige Spannungen und Dehnungen in Kauf zu nehmen sind. Die jüngere Entwicklung geht deshalb zu der Verwendung von faserverstärkten Verbundwerkstoffen, die eine hohe Festigkeit bei geringem Gewicht ergeben. Dies gilt insbesondere für die Verwendung von kohlefaserverstärkten Kunstharzverbundwerkstoffen, wie sie auch allgemein als CFK benannt werden.

Bei derartigen faserverstärkten Grundkörpern

aus Kunststoff für Hochgeschwindigkeitswerkzeuge ergibt sich regelmäßig jedoch ein Problem hinsichtlich der Verbindung des Grundkörpers mit dem Schleifbelag. Bekannt ist die Möglichkeit, die Schleifbeläge mit Hilfe von Klebstoffen unmittelbar auf dem Grundkörper aufzubringen. Dabei lassen sich jedoch nur Festigkeiten erzielen, die vielfach den Erfordernissen des Hochgeschwindigkeitsschleifens nicht genügen. Es ist deshalb auch versucht worden, die Schleifbeläge mechanisch im Grundkörper zu verankern bzw. mit einem Steg in dem Grundkörper einzulaminieren. Derartige Lösungen sind jedoch aufwendig und führen zu einer Erhöhung der Masse des Werkzeuges und gegebenenfalls zu ungleichmäßigen Masseverteilungen, für die ein zusätzlicher Ausgleich geschaffen werden muß.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Verbindung zwischen dem Schleifbelag und dem faserverstärkten Grundkörper eines Hochgeschwindigkeitswerkzeuges gegenüber vorbekannten Lösungen zu verbessern, um dadurch die Gefahr eines Absprengens des Schleifbelages vom Grundkörper zu verhindern.

Um die Haftfestigkeit zwischen dem Belag und dem Grundkörper zu erhöhen sieht die Erfindung vor, daß zwischen dem Belag und dem Grundkörper eine auf dem Grundkörper galvanisch oder stromlos aufgetragene Zwischenschicht aus Metall angeordnet ist, in der nach außen über den Kunststoff vorstehende und in dem Kunststoff verankerte elektrisch leitfähige Fasern eingebettet sind, denn durch die mechanischen Eigenschaften, die Anordnung, Dichte und Dicke der verbindenden Fasern läßt sich die Haftfestigkeit wesentlich verbessern.

Auf die galvanisch oder stromlos aufgetragene Zwischenschicht läßt sich zwar ein Schleifbelag aufkleben, wobei eine bessere Haftung erzielt wird, als wenn ein Aufkleben auf dem Grundkörper aus Kunststoff stattfindet. Besonders vorteilhaft wirkt sich die metallische Zwischenschicht jedoch aus, wenn ein Schleifbelag galvanisch aufgebracht wird, bei dem die Hartkörner aus Diamant oder Bornitrid mit Hilfe des elektrischen Stromes in einer Metallmatrix verzugsweise aus Nickel oder Kupfer gebunden sind.

Statt einer elektrolytischen Metallabscheidung der Zwischenschicht auf dem Grundkörper kann eine stromlose Metallabscheidung durch reduktive Verfahren Anwendung finden. Eine stromlose Metallabscheidung von Nickel oder Kupfer läßt sich in einer wässrigen Lösung durchführen, die aus Nickel- oder Kupfersalzen besteht und ein Reduktionsmittel enthält wie z. B. Hypophosphit, wobei es sich letztlich um eine chemische, stromlose Abscheidung handelt.

Die für die Verbindung auszunutzenden elektrisch leitfähigen Fasern können aus Metall beste-

hen wie Stahl oder Aluminium oder Kupfer. In Betracht kommen jedoch insbesondere elektrisch leitfähige Kohlefasern, die durch ein Zurücksetzen der Kunststoffmatrix des Grundkörpers freizulegen sind. Dies kann durch Ätzen vorzugsweise unter Anwendung einer Säure wie Schwefelsäure erfolgen, wobei eine Rückversetzung der Kunststoffmatrix des Grundkörpers gegenüber den Spitzen der Fasern in einer Größenordnung von 20 bis 300 µm zweckmäßig sein kann. Der dadurch freigesetzte Raum wird bei einer Ausbildung der Zwischenschicht galvanisch metallisiert, wobei die vorübergehend freiliegenden Faserabschnitte in der Art einer Verankerung wirksam sind.

Die Fasern können dafür in unterschiedlicher Ausrichtung angeordnet sein und zwar vorzugsweise unter Verwendung von Fasergeweben oder Fasermatten, die nebeneinander liegend im Kunststoff eingebettet sind.

Um die Fasern definiert auszurichten und dadurch erhöhte Festigkeitseigenschaften zu erreichen, können vorimprägnierte Gewebe schichtweise angeordnet sein, die zusammen mit dem Kunststoff des Grundkörpers erhitzt werden, nach dem sie vom Kunststoff durchtränkt und mit diesem zusammengepreßt sind. Dabei läßt sich zunächst einmal eine größere Scheibe herstellen, aus der dann eine Mehrzahl von kleinen Grundkörpern gewonnen wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend unter Bezugnahme auf eine Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1: Eine Umfangsschleifscheibe im Schnitt;
 Figur 2: den Außenrandabschnitt der Schleifscheibe in vergrößerter Darstellung;
 Figur 3: einen Schnitt durch den Außenrand der Schleifscheibe in mehrhundertfacher Vergrößerung und
 Figur 4: eine mikroskopische Darstellung der Zwischenschicht.

Die in der Zeichnung wiedergegebene Umfangsschleifscheibe 1 besteht aus einem kohlefaserverstärkten Grundkörper 3 aus Kunststoff, welcher Diamantkörner 5 trägt. Die Diamantkörner 5 sind in einer metallischen Bindung gehalten, die beispielsweise aus Nickel oder Kupfer besteht und getragen wird von einer Zwischenschicht 9, welche galvanisch aufgetragen ist auf dem Grundkörper 3. In dem aus einem Epoxyd - Polyamid - oder einem Phenolharz bestehenden Grundkörper 3 sind Gewebematten 11, 13 und 15 aus elektrisch leitfähigen Kohlefasern eingebettet. Die Fasern der verschiedenen Gewebematten sind unterschiedlich zueinander ausgerichtet, das heißt die Fasern der Matte 11 sind beispielsweise anders ausgerichtet zu den Fasern der Matte 13 und den Fasern der Matte 15.

Für eine Verbesserung der Haftfähigkeit zwi-

schen dem Grundkörper 3 und dem aus den Hartkörnern 5 und der Bindung 7 bestehenden Belag ist eine auf den Grundkörper 3 galvanisch niedergeschlagene Zwischenschicht 9 vorgesehen, in die sich frei aus dem Grundkörper 3 vorstehende Faserabschnitte hinein erstrecken. Dafür ist die Kunststoffmatrix des Grundkörpers 3 durch Ätzen beispielsweise unter Anwendung einer Schwefelsäure um ein Ausmaß von beispielsweise bis zu 300 µm gegenüber den Faserendabschnitten zurückversetzt. In diesen Freiraum zwischen den freiliegenden Faserendabschnitten und der zurückgesetzten Kunststoffmatrix des Grundkörpers 3 erstreckt sich die galvanisch niedergeschlagene Zwischenschicht 9, die infolge der vergrößerten Haftoberfläche innig mit dem Grundkörper verbunden ist und geeignet ist für die Aufnahme des Belages aus Körnern 5 und Bindung 7. Sofern als Bindung ein Metall wie Nickel Anwendung findet, kann der Belag galvanisch auf dem Zwischenträger 9 aufgebracht werden. Grundsätzlich besteht jedoch auch die Möglichkeit nach dem Aufbringen der Zwischenschicht 9 ihre Außenseite zu bearbeiten, um anschließend einen Belag aus einem anderen Material aufzukleben oder aufzupressen. In allen Fällen ist der Vorteil gegeben, daß die Haftung zwischen dem Belag und dem Grundkörper 3 aus Kunststoff durch die Zwischenschicht größer ist, als bei einer Verbindung des Belages unmittelbar mit dem Grundkörper aus faserverstärktem Kunststoff.

Dem Schnittbild der Figur 3, das eine mikroskopische Darstellung in mehrhundertfacher Vergrößerung wiedergibt, ist zu entnehmen, daß die einzelnen Fasern in den verschiedenen Gewebematten 11, 13 und 15 jeweils gleichartig, jedoch zueinander unterschiedlich ausgerichtet sind und daß die Gewebematten durchtränkt sind von Kunststoff 17. Das Zurücksetzen der Kunststoffmatrix gegenüber den außenliegenden Faserabschnitten 19 erfolgt durch ein Ätzen in dem Ausmaß, daß sich eine Kunststoffaußenseite 21 ausbildet, über der die einzelnen Fasern 19 der verschiedenen Fasermatten freiliegend vorstehen. Der sich dabei ergebende zunächst freie Zwischenraum wird ausgefüllt durch einen galvanischen Niederschlag der Zwischenschicht 9, die aus Nickel aber auch beispielsweise aus Cobalt oder einem anderen Metall bestehen kann. Das setzt eine elektrische Leitfähigkeit der einzelnen Fasern der Gewebematten voraus, die vorzugsweise aus Kohle bestehen, das heißt als Kohlefasern ausgebildet sind und dadurch auch hohen mechanischen Beanspruchungen standhalten.

In der Figur 4 ist eine mikroskopische Darstellung desjenigen Abschnittes der Zwischenschicht gegeben, in welche sich die einzelnen Fasern 19 des Grundkörpers 3 erstrecken. Nach einem Ablösen eines kleinen Teiles einer Zwischenschicht

vom Grundkörper ist mikroskopisch erkennbar, daß sich röhrenartige Gebilde bzw. Kanäle 23 in der Zwischenschicht 9 ausgebildet haben, die durch Fasern 19 des Grundkörpers 3 gebildet sind.

Patentansprüche

1. Schleif - oder Trennwerkzeug mit einem faserverstärkten Grundkörper mit einer Kunststoffmatrix und einem Belag aus Diamant-oder Bornitridschleifkörnern, die in einer Bindung gehalten sind, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Belag (5, 7) und dem Grundkörper (3) eine auf den Grundkörper galvanisch oder stromlos aufgetragene Zwischenschicht (9) aus Metall angeordnet ist, in der nach außen über den Kunststoff vorstehende und in dem Kunststoff verankerte elektrisch leitfähige Fasern (19) eingebettet sind. 5
2. Schleifscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorstehenden Faserabschnitte (19) durch Zurücksetzen der Kunststoffmatrix des Grundkörpers (3) freigelegt sind. 10
3. Schleifscheibe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserabschnitte (19) durch Ätzen der Kunststoffmatrix freigelegt sind. 15
4. Schleifscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern (19) im Grundkörper (3) definiert angeordnet sind. 20
5. Schleifscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern (19) in Fasermatten (11, 13, 15), Fasergeweben oder als Einzelfasern unterschiedlich ausgerichtet angeordnet sind. 25
6. Schleifscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern (19) Kohlenstofffasern sind. 30
7. Schleifscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern aus einem elektrisch leitfähigen Kunststoff bestehen. 35
8. Schleifscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bindung (7) der Schleifkörner (5) aus dem Metall der Zwischenschicht (9) besteht. 40
9. Schleifscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (9) aus Nickel, Cobalt oder Kupfer besteht. 45
10. Schleifscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schleifbelag (5, 7) galvanisch auf der Zwischenschicht (9) aufgebracht ist. 50
11. Schleifscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schleifbelag (5, 7) auf der Zwischenschicht (9) aufgeklebt oder aufgepreßt ist. 55
12. Verfahren zum Herstellen von Schleif - oder Trennwerkzeugen, die einen faserverstärkten Grundkörper mit einer Kunststoffmatrix und einen Belag aus Diamant - oder Bornitridschleifkörnern aufweisen, welche in einer Bindung gehalten sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffmatrix (17) durch Ätzen zurückversetzt wird und die dadurch freigelegten elektrisch leitfähigen Faserabschnitte (19) in einer galvanisch niedergeschlagenen Zwischenschicht (9) eingebettet werden, welche die Fasern (19) überdeckt, und daß anschließend der Schleifkornbelag (5, 7) auf der Zwischenschicht (9) aufgebracht wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Schleifbelag (5, 7) galvanisch auf der Zwischenschicht (9) niedergeschlagen wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Schleifbelag (5, 7) auf der Zwischenschicht (9) durch Kleben oder Pressen aufgebracht wird.
15. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffmatrix (17) durch Ätzen mit einer Säure wie Schwefelsäure zu den außenliegenden Fasern (19) zurückversetzt wird.

Fig. 1

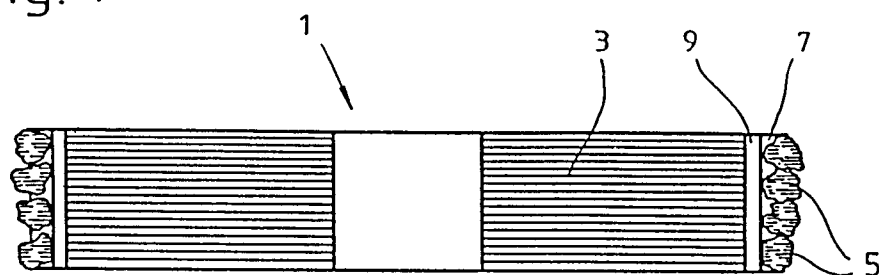


Fig. 2

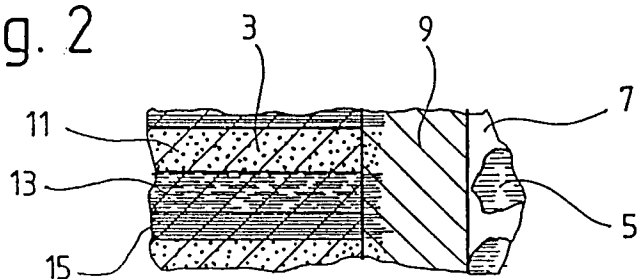


Fig. 3

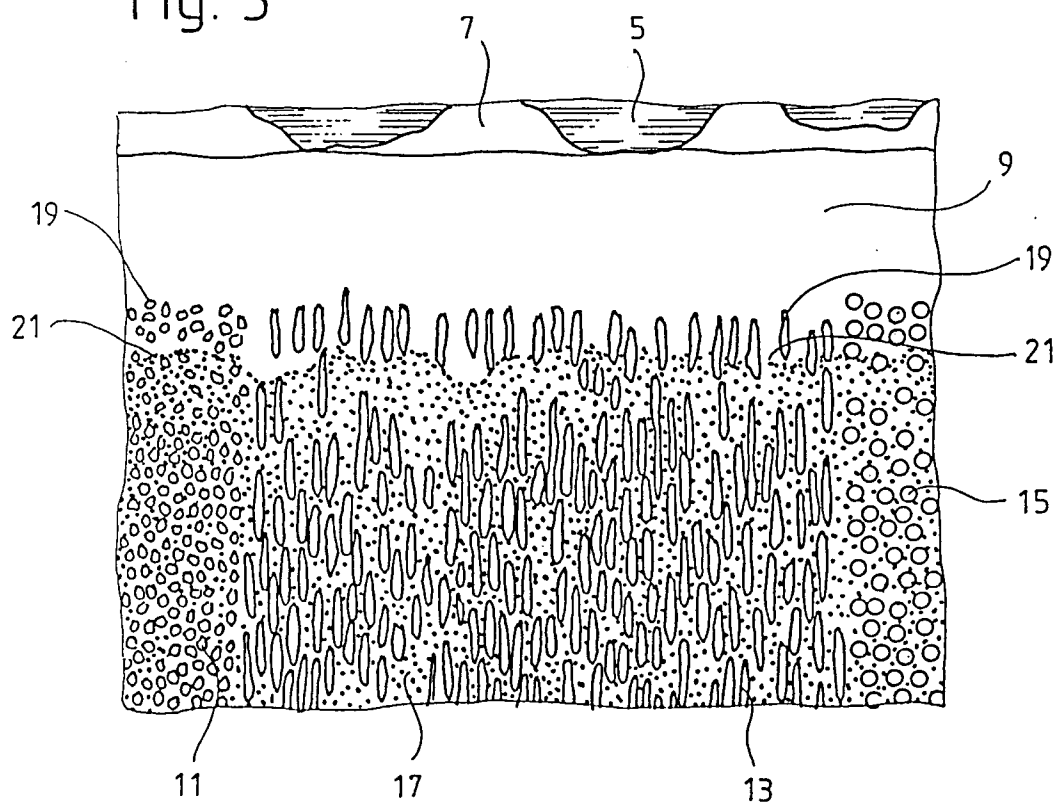


Fig. 4

