

# PATENTSCHRIFT 1 42 3 10

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

			Int. Cl. <sup>3</sup>
(11)	142 310	(44)	18.06.80 3(51) B 24 D 3/10
(21)	WP B 24 D / 211 450	(22)	08.03.79

---

(71) siehe (72)

(72) Auerswald, Manfred, Dr.-Ing.; Solondz, Detlef, Dipl.-Phys.;  
Herrmann, Harry, DD

(73) siehe (72)

(74) Peter Jäger, VEB Sachsenring Automobilwerke Zwickau, Büro für  
Schutzrechte und Lizenzen, 9500 Zwickau 1, PSF 311-13

---

(54) Diamantbeschichtetes Schneidwerkzeug und Verfahren zu seiner  
Herstellung

---

(57) Das Diamantwerkzeug dient zur Bearbeitung von gehärteten Zahn-  
rädern. Ziel der Erfindung ist es, ein Werkzeug mit geometrisch  
definierter Anordnung der Diamantkörner zu schaffen. Die technische  
Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe eines Verfahrens zur  
Herstellung von diamantbeschichteten Werkzeugen, bei dem durch  
getrenntes Aufbringen von Diamant und Bindemittel eine definierte  
geometrische Anordnung der Schneidkörner erleichtert wird, ohne eine  
innige Verbindung zwischen Bindemittel und Diamantkorn zu beeinträch-  
tigen. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß auf einen Werkzeug-  
grundkörper ein Klebstoffraster aufgedruckt wird, welches zur Lage-  
fixierung der nachfolgend aufzubringenden Diamantkörner dient. Dies  
geschieht unter Ausnutzung der Energie eines elektrischen Feldes. Für  
das nachfolgende galvanische Abscheiden einer metallischen Stütz-  
schicht wird zunächst durch Hochvakuumbedampfung eine dünne Metall-  
schicht als elektrisch leitende Zwischenschicht aufgedampft. Sie  
garantiert eine enge Verbindung zwischen Stüttschicht und Diamantkorn  
und somit dessen mechanische Festigkeit auf dem Werkzeug. Die Schneid-  
fähigkeit des Werkzeuges wird abschließend durch einen Abrichtvorgang  
erzeugt. - Fig.1 bis Fig.7 -



**Titel der Erfindung**

Diamantbeschichtetes Schneidwerkzeug und Verfahren zu seiner Herstellung

**Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft ein diamantbeschichtetes Schneidwerkzeug und dessen Herstellungsverfahren zur Feinbearbeitung von gehärteten Zahnrädern. Dabei werden die Werkzeuge, welche Schleifkörner in einer metallischen oder nichtmetallischen Bindung enthalten, im Ziehschleifverfahren eingesetzt. Mit dem Einsatz von Diamantkörnern als Schleifmittel werden möglichst kurze Bearbeitungs- und hohe Standzeiten bei Gewährleistung der erforderlichen Bearbeitungsgenauigkeit angestrebt.

**Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Es sind Verfahren zur Herstellung von spanabhebenden Werkzeugen mit Diamantkörnern oder anderen Schneidkörnern bekannt.

Bei diesen Verfahren werden die Schneidkörner mit einem Bindemittel vermengt und somit eingebettet.

Nach einem in der DE - OS 2 542 103 angegebenen Verfahren wird ein solches Gemenge direkt auf einen Werkzeuggrundkörper in einer Preßform aufgepreßt.

Bekannt ist entsprechend der Patentschrift CH - PS 594 484 auch ein Verfahren, wonach zunächst aus einem Gemisch von Schleifkörnern und metallischem Bindemittel Plättchen hergestellt werden, die anschließend auf einen Werkzeuggrundkörper aufgelötet werden. Bei recht komplizierter Herstellungstechnologie bestehen die Nachteile der Werkzeuge, die nach einem der genannten Verfahren gefertigt sind, darin, daß der Eingriff des Werkzeuges in das Werkstück durch die in sich geschlossene Werkzeugschneidfläche auf einer relativ großen Fläche erfolgt. Dies erniedrigt zunächst den Auflagedruck auf der Werkstückfläche und verringert somit den Spanabtrag. Weiterhin fehlt ein genügend großer Raum für die Aufnahme der abgetragenen Späne. Diese Nachteile führen letzten Endes zu geringerer Produktivität und zu Bearbeitungsfehlern.

Aus der DE - OS 2 542 103 ist weiterhin bekannt, daß ein solches Schneidkorn-Bindemittel-Gemenge während des Einfüllens in die Preßform einem Kraftfeld ausgesetzt wird, um eine gerichtete Anordnung der Schneidkörner zu erhalten. Von Nachteil sind bei einem solchen Verfahren unter Verwendung eines magnetischen Kraftfeldes die notwendige vorherige Ummantelung der einzelnen Körner mit einem ferromagnetischen Metall bzw. bei Anwendung eines elektrischen Feldes die bei der notwendigen Größe der Preßform auftretenden Isolationsprobleme infolge der benötigten hohen Feldstärke. Aus sowjetischer Literatur sind des weiteren Untersuchungen zum Übergang vom Diamant im elektrostatischen Feld bekannt. Die Patentschrift CH - PS 546 626 beschreibt einen abrasiven Gegenstand bzw. dessen Herstellungsverfahren, bei dem sich Diamantkörner auf einem speziellen Trägermaterial, z. B. in Form eines Bandes, befinden, welches an definierten Stellen die Oberfläche eines Werkzeuggrundkörpers, in dem es befestigt ist, erreicht. Der Mangel eines solchen Werkzeuges besteht in seiner komplizierten Montage aus verschiedenen, diskreten Einzelteilen.

Ziel der Erfindung ist es, ein diamantbeschichtetes Zieh-  
schleifwerkzeug für die Endbearbeitung gehärteter Werk-  
stücke zu schaffen, wobei nach einem vereinfachten Ver-  
fahren die abrasiven Diamantkörner geometrisch definiert  
auf der Werkzeugoberfläche angeordnet werden, um zu hohem  
Spanabtrag bei erforderlicher Bearbeitungsgenauigkeit zu  
gelangen.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Die technische Aufgabe, die durch die Erfindung gelöst  
werden soll, besteht darin, ein Herstellungsverfahren für  
diamantbeschichtete Ziehschleifwerkzeuge so auszulegen,  
daß durch getrenntes Aufbringen von Diamantkörnern und  
Bindemittel eine geometrisch definierte Schneidkornanord-  
nung erleichtert wird, ohne auf die zum mechanischen Ab-  
stützen der Schneidkörner notwendige innige Verbindung  
zwischen diesen und dem Bindemittel verzichten zu müssen.

Die Merkmale der Erfindung bestehen darin, daß auf eine  
maßhaltig bearbeitete Fläche eines Werkzeuggrundkörpers  
zunächst mit Hilfe von Siebdrucktechnik ein Klebstoff-  
raster aufgedruckt wird. Auf die frisch bedruckte Fläche  
werden anschließend Diamantkörner aufgebracht, indem die-  
se aufgestreut werden oder unter Zuhilfenahme der Energie  
eines elektrostatischen Kraftfeldes gerichtet auf die  
klebstoffbedruckten Bereiche gelangen. In weiterer vor-  
teilhafter Gestaltung des Herstellungsverfahrens wird  
nach dem Aushärten des Klebers und der damit verbundenen  
Lagefixierung der Diamantkörner mittels chemischer Fällung  
bzw. Hochvakuumbedampfung eine der Kontur der klebstoffbe-  
druckten und diamantbeschichteten Grundkörperoberfläche  
genau folgende dünne Metallschicht abgeschieden. Diese  
dünne Metallschicht garantiert ordnungsgemäß, daß die me-  
tallische Stützschiicht, die nachfolgend durch galvanisches  
Beschichten erzeugt wird, enge Verbindung mit den Diamant-

körnern und der übrigen Kontur der vorbehandelten Grundkörperoberfläche eingeht. Anschließend werden die vollkommen in der Stützschrift eingebetteten Diamantkörner durch einen Abrichtvorgang mit ihren Spitzen freigelegt und erhalten somit ihre abrasiven Eigenschaften zurück.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden.

In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Figur 1 - 4: schematische Werkzeugdarstellung nach verschiedenen Verfahrensschritten

Figur 5 - 7: Beispiel für Druckmuster des Klebstoffrasters

Eine maßhaltig bearbeitete Oberfläche des Grundkörpers 1 wird z. B. zunächst mechanisch so vorbehandelt, daß eine genügende Haftfestigkeit zum aufzubringenden Kleber bzw. zu den Metallschichten gewährleistet wird. Die vorbehandelte Oberfläche des Grundkörpers 1 wird nun mit einem Klebstoffraster 2 bedruckt (Figur 1). Dies geschieht durch ein Siebdruckverfahren, bei dem ein Drucksieb Verwendung findet, welches nach einem an sich bekannten fotolithografischen Verfahren hergestellt wird. Dieses Drucksieb enthält ein rasterförmiges Muster von klebstoffdurchlässigen Gebieten. Entsprechend Figur 5 - 7 lassen sich beispielsweise kreisförmige Kleberflächen 6, streifenförmige Kleberflächen 7 oder in sich verbundene Kleberflächen mit kreisförmigen oder rechteckigen kleberfreien Flächen 8 herstellen. Es wird ein nicht sofort aushärtender Klebstoff verwendet, um einerseits das Anhaften der anschließend aufzutragenden Diamantkörner zu gewährleisten und um andererseits mehrere Druckprozesse ohne Zwischensäuberung des Drucksiebes durchzuführen. Beispielsweise eignen sich

dafür 2-Komponenten-Epoxidharze mit Topfzeiten der Größenordnung  $t_p \approx 1$  Stunde. Die Höhe der aufgedruckten Klebstoffschicht ist dabei abhängig von der Maschenweite des Drucksiebes, der Kleberkonsistenz sowie von den Bedingungen des Druckvorganges selbst. Die abrasiven Diamantkörner 3 werden nun auf die mit Klebstoff versehene Oberfläche des Grundkörpers 1 beispielsweise aufgestreut. Überschüssige Körner, die dabei auf klebstofffreien Gebieten zu liegen kommen, werden durch Wenden des Grundkörpers 1 abgeschüttelt. Bei einer solchen Verfahrensweise ist die Diamantkornanordnung als liegend zu bezeichnen. Um die erhöhte Schneidfähigkeit der Kornspitzen von vorwiegend länglichen Diamantkörnern 3 anwenden zu können, erfolgt der Beschichtungsvorgang vorzugsweise unter Ausnutzung der Energie eines elektrostatischen Feldes. Dazu werden zwei metallische Platten als elektrisch voneinander isolierte Elektroden eines Kondensators so angeordnet, daß der Feldstärkevektor  $E$  des homogenen elektrischen Feldes, welches sich beim Anlegen einer elektrischen Spannung zwischen den Kondensatorplatten aufbaut, parallel bzw. antiparallel zum Vektor der Erdbeschleunigung  $g$  liegt. Beispielsweise wird nun vor dem Anlegen der Spannung auf die untere als Bechor ausgebildete Platte Diamantpulver aufgestreut, während der zu beschichtende Grundkörper 1 mit einer metallischen Halterung die obere Platte bildet. Als Dielektrikum dient Luft. Bei genügend hoher angelegter Spannung im Bereich mehrerer Kilovolt und einem Elektrodenabstand einiger Millimeter gehen nun die länglichen Diamantkörner 3 unter an sich bekannter Wirkung des elektrischen Feldes zum Grundkörper 1 über und ordnen sich dort mit ihren Längsachsen parallel zum Feldstärkevektor  $E$  auf dem Klebstofftraster 2 an (Figur 2). Nach dem Aushärten des Klebers, welches beispielsweise bei kaltaushärtenden 2-Komponenten-Epoxidklebern durch erhöhte Temperatur beschleunigt werden kann, wird erfindungsgemäß im nächsten Verfahrensschritt eine dünne Metallschicht 4 auf die mit Klebstofftraster 2 und Diamantkörnern 3 beschichtete Oberfläche des Grundkörpers 1 abgeschieden.

Neben der möglichen Abscheidung durch chemische Fällung wird die dünne Metallschicht 4 vorzugsweise durch Bedampfen der Werkzeugoberfläche unter Hochvakuum hergestellt. Hierzu wird beispielsweise in einer kommerziellen Hochvakuumbedampfungsanlage die Oberfläche des Grundkörpers 1 so über einem mit dem aufzubringenden Metall beschickten Hochstromverdampfer angeordnet, daß bei Schrägstellung und Rotation der Oberfläche des Grundkörpers 1 während des Bedampfungsvorganges eine dünne Metallschicht 4 entsteht, die genau der Kontur der diamantbeschichteten Oberfläche folgt.

An sich bekannt ist die Möglichkeit des Bedampfens mit fast allen Metallen. Vorzugsweise wird für die sich anschließende Ni-Abscheidung beim Aufbau der Stützschiicht mit Kupfer bedampft. Zweck dieser dünnen Metallschicht 4 ist es, einen elektrisch leitenden Überzug zu schaffen, der die lückenlose Abscheidung des Stützschiichtmaterials im nachfolgenden galvanischen Prozeß garantiert (Figur 3). Erfindungsgemäß beträgt die Dicke dieser dünnen Metallschicht 4 etwa  $10^{-3}$  ...  $10^{-6}$  m, um eine gute Haftfestigkeit auf der Unterlage zu gewährleisten.

Die Stützschiicht 5 wird vorzugsweise als Ni-Schiicht aus einem galvanischen Bad abgeschieden, wobei als Abscheidungsbedingungen die für bekannte Bäder erprobten angenommen werden. Die Dicke der Stützschiicht 5 wird erfindungsgemäß so gewählt, daß nach dem abschließenden Abrichtvorgang, mit dem die schneidfähigen Spitzen der Diamantkörner 3 freigelegt werden, Spanräume zur Aufnahme des abgetragenen Materials während des Bearbeitungsprozesses erhalten bleiben (Figur 4).

### Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Herstellung eines diamantbeschichteten Schneidwerkzeuges, bei welchem auf einen Grundkörper die Diamantschicht in geometrisch definierter Form aufgebracht ist, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Oberfläche des Grundkörpers (1) ein Klebstoffraster (2) mittels an sich bekannter Siebdrucktechnik bei Verwendung von Drucksieben, die nach einem fotolithografischen Verfahren hergestellt werden, mit einem Muster aufgedruckt wird, welches zur Lagefixierung der aufzubringenden Diamantkörner (3) dient, die nachfolgend mit einer die Kontur der beschichteten Oberfläche exakt nachbildenden dünnen Metallschicht (4) beschichtet und zusammen mit dieser in eine metallische Stützschiicht (5) eingebettet werden.

2. Verfahren zur Herstellung eines diamantbeschichteten Schneidwerkzeuges nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Klebstoffraster (2) aus einem nicht sofort aushärtenden Klebstoff besteht und in einem beliebigen Muster, beispielsweise als kreis- oder streifenförmige Kleberflächen (6, 7) oder als in sich verbundene Kleberflächen mit kreisförmigen oder rechteckigen kleberfreien Flächen (8) ausgeführt ist.

3. Verfahren zur Herstellung eines diamantbeschichteten Schneidwerkzeuges nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Diamantkörner (3) entweder durch Aufstreuen oder durch Aufbringen unter an sich bekannter Wirkung eines elektrostatischen Feldes auf das Klebstoffraster (2) aufgebracht werden.

4. Verfahren zur Herstellung eines diamantbeschichteten Schneidwerkzeuges nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die dünne Metallschicht (4) als elektrisch leitende Schicht entweder durch chemische Fällung oder durch Hochvakuumbedampfung auf die gesamte Oberfläche des Grund-

körpers (1) und damit auf die Diamantkörner (3) aufgebracht wird.

5. Verfahren zur Herstellung eines diamantbeschichteten Schneidwerkzeuges nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die metallische Stützschiicht (5) durch Galvanisieren eng auf die dünne Metallschicht (4) aufwächst und dabei die Diamantkörner (3) vollkommen in sich einschließt, deren Spitzen durch einen abschließenden Abrichtvorgang wieder freigelegt werden.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

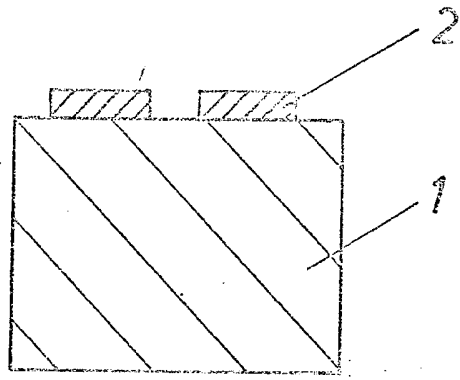


Fig. 1

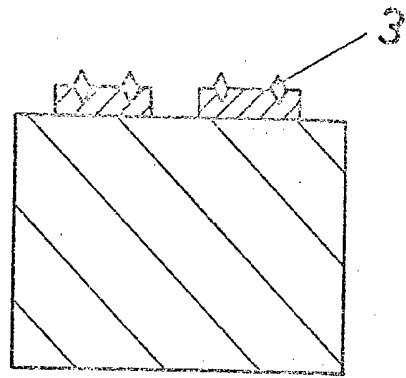


Fig. 2

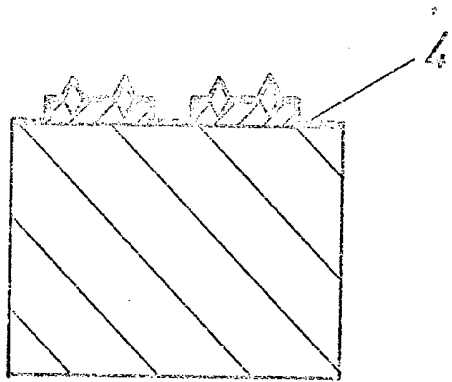


Fig. 3

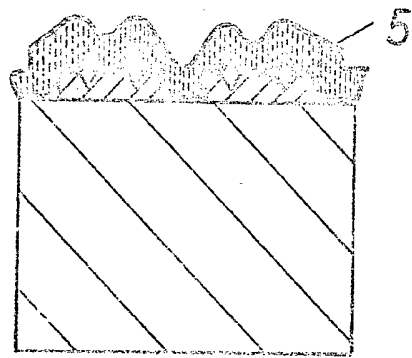


Fig. 4

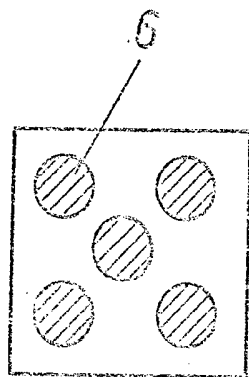


Fig. 5

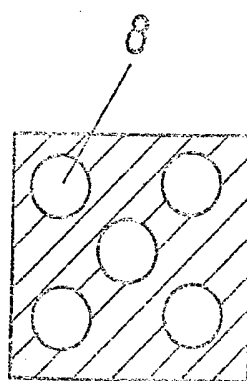


Fig. 6

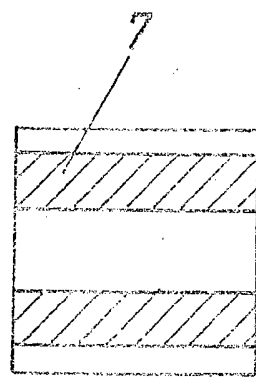


Fig. 7