



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983

in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

(11) DD 296 024 A5

5(51) B 24 D 3/00
B 24 D 11/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD B 24 D / 341 988 7 (22) 22.06.90 (44) 21.11.91

(71) siehe (73)

(72) Kelly, Robert G., US

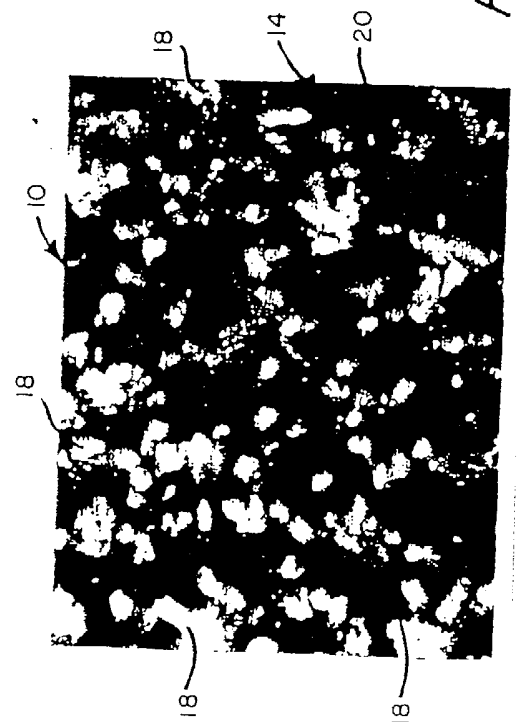
(73) Norton Company, Worcester, MA 01615-0008, US

(74) Böbel & Röhncke, Patentanwälte, Hoher Wallgraben 45, O - 1157 Berlin, DE

(54) Schleifblattmaterial

(55) Schleifblattmaterial; Trägerschicht; Kontaktschicht;
Schleifmittelschicht; faserförmiger Schleifpartikel;
einheitlicher Querschnitt; Längenverhältnis;
 α -Aluminiumoxidkristall

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Schleifblattmaterial.
Durch die erfindungsgemäße Lösung soll ein
Schleifblattmaterial geschaffen werden, welches eine
verbesserte Schleifleistung ermöglicht. Erfindungsgemäß
geschieht dieses dadurch, daß das Schleifblattmaterial aus
einer Trägerschicht und einer Schleifmittelschicht besteht,
wobei die Schleifmittelschicht eine Kontaktschicht sowie
eine Schicht aus einer Vielzahl von vorgeformten,
faserförmigen Schleifpartikeln mit einem im wesentlichen
einheitlichen Querschnitt aufweist, die an der
Trägerunterlage durch die Kontaktschicht haften, und daß
die Schleifpartikel untereinander einen im wesentlichen
einheitlichen Querschnitt aufweisen sowie ein
Längenverhältnis zu diesem von mindestens 1:1 besitzen
und aus gesintertem α -Aluminiumoxidkristallen bestehen,
deren Größe vorzugsweise 2 μm und höchstens 10 μm
beträgt. Fig. 1



Patentansprüche:

1. Schleifblattmaterial, **dadurch gekennzeichnet**, daß dieses aus einer Trägerunterlage (12) und einer Schleifmittelschicht (14) besteht, wobei die Schleifmittelschicht (14) eine Kontaktschicht (16) sowie eine Schicht aus einer Vielzahl von vorgeformten, faserförmigen Schleifpartikeln (18), mit einem im wesentlichen einheitlichen Querschnitt aufweist, die an der Trägerunterlage (12) durch die Kontaktschicht (16) haften, und daß die Schleifpartikel (18) untereinander einen im wesentlichen einheitlichen Querschnitt sowie ein Längenverhältnis zu diesem von mindestens 1:1 besitzen sowie aus gesinterten α -Aluminiumoxidkristallen bestehen, deren Größe vorzugsweise 2 μ m beträgt.
2. Schleifblattmaterial nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die faserförmigen Schleifpartikel (18) aus Sol-Gel- α -Aluminiumoxidkristallen mit einer Dichte von mindestens 90%, vorzugsweise 95% der theoretischen Dichte bestehen.
3. Schleifblattmaterial nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die faserförmigen Schleifpartikel (18) eine Härte von mindestens 16 GPa haben.
4. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die faserförmigen Schleifpartikel (18) einen runden Querschnitt besitzen.
5. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die faserförmigen Schleifpartikel (18) auf der Trägerunterlage (12) ein Längenverhältnis von mindestens 2:1 haben.
6. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die faserförmigen Schleifpartikel (18) eine Härte von mindestens 18 GPa haben.
7. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder faserförmige Schleifpartikel (18) einen Durchmesser von etwa 0,05 bis etwa 0,5 mm hat und/oder die α -Aluminiumoxidkristalle geimpfte Sol-Gel-Kristalle sind und eine Größe von höchstens etwa 1 μ m haben.
8. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die faserförmigen Schleifpartikel (18) aus Aluminiumoxid zu mindestens 95% aus im allgemeinen gleichachsigen Kristallen bestehen, deren Kristallgröße höchstens etwa 0,5 μ m beträgt.
9. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die faserförmigen Schleifpartikel (18) eine Bruchfestigkeit von mindestens 8000 kg/cm² haben.
10. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die vorgeformten Schleifpartikel als Schleiffasern (18) ausgebildet sind und bis zu 15 Gewichtsanteile in % eines Bestandteils aus der Gruppe enthalten, die aus Spinell, Mullit, Mangandioxid, Titandioxid, Magnesiumoxid, Zerdioxid, Zirkondioxid, Vorläufer der Oxide und deren Mischungen besteht.
11. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die α -Aluminiumkristalle geimpfte Sol-Gel- α -Aluminiumoxidkristalle sind, deren Größe unter 1 μ m liegt.
12. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest einige der faserförmigen Schleifpartikel (18) auf Aluminiumoxidbasis in ihrer Längsabmessung gekrümmt sind.
13. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest einige der Schleiffasern (18) in ihrer Längsabmessung verdreht sind.
14. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die vorgeformten Schleifpartikel als Schleiffasern (18) mit kreisförmigem Querschnitt ausgebildet sind und jede Schleiffaser (18) einen Durchmesser von vorzugsweise etwa 0,33 μ m hat.
15. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Oberfläche der Trägerunterlage (12) zwischen 40 und 60% der theoretischen Masse der für die Bildung einer geschlossenen Schleifmittelschicht (14) erforderlichen faserförmigen Schleifpartikel (18) aus gesintertem Aluminiumoxid aufnimmt.
16. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Schleifmittelschichten angeordnet sind und mindestens die zuletzt aufgebrachte Schicht faserförmige Schleifpartikel (18) enthält.

17. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schleifmittelschicht (14) einen Massenanteil von bis zu 40 % der Masse des vorhandenen Schleifmittels aus nicht faserförmigen Schleifpartikeln enthält.
18. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil der faserförmigen Schleifpartikel (18) in der Anwendung einen Spanwinkel von annähernd null in bezug auf ein Werkstück hat.
19. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil der Schleiffasern (18) in Gruppen angeordnet ist, in denen sich die jeweiligen Schleiffasern (18) aneinanderanliegen und einander stützen.
20. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Schleifhilfsstoffschicht auf der Schleifmittelschicht (14) aufgetragen ist.
21. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Bindemittelschicht (20) nach Aufbringen der faserförmigen Schleifpartikel (18) aufgetragen ist und die Kontaktschicht (16) und die Bindemittelschicht (20) ein Phenolharz enthalten.
22. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Schleifblatt ein rundes Schleifblatt ist und die Trägerunterlage (12) aus Vulkanfiber besteht.
23. Schleifblattmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schleiffasern (18) ein mittleres Längenverhältnis von 2:1 bis 12:1 haben.

Hierzu 9 Seiten Zeichnungen

Schleifblattmaterial

Diese Erfindung betrifft ein Schleifblattmaterial. Seit ihrer Einführung vor einigen Jahren haben Sol-Gel-Korundschleifmittel beträchtliche Vorteile gegenüber anderen Premiumschleifmitteln in weiten Bereichen der Anwendung bei Schleifblattmaterialien nachgewiesen. Es ist bekannt, derartige Schleifmittel durch Trocknen und Sintern eines Aluminiumhydroxid-Gels herzustellen, das auch unterschiedliche Mengen von Zusatzstoffen wie MgO oder ZrO₂ enthalten kann. Das getrocknete Material wird entweder vor oder nach dem Sintern gebrochen, um unregelmäßige, brockenartig geformte polykristalline Schleifkörner eines gewünschten Größenbereichs zu erhalten. Anschließend können die Schleifkörner in Schleifblattmaterialien wie runde Schleifblätter oder Schleifbänder eingearbeitet werden. Durch die US-P 4314827 ist es bekannt, Schleifkörner herzustellen, bei dem die gesinterten Schleifkörner unregelmäßige, „schneeflockenartig“ geformte Al₂O₃-Kristalle enthalten, deren Durchmesser bei 5 bis 10 µm liegt. Der Raum zwischen den Armen einer „Schneeflocke“ und zwischen benachbarten „Schneeflocken“ wird von anderen Phasen wie z.B. einem feinkristallinen Aluminiumoxid-Magnesia-Spinell besetzt.

Durch die US-P 4623364, veröffentlicht am 18. November 1986 und übertragen auf die Norton Company, ist ein Sol-Gel-Verfahren zur Herstellung von Aluminiumoxidschleifkörnern und von Schleifkörnern abweichenden Erzeugnissen wie Beschichtungen, Dünnschichten, Fasern, Stäben oder kleinformatigen Teilen mit verbesserten Eigenschaften bekannt. Entsprechend diesem Patent wird die Umwandlung des Aluminiumhydroxids zu α-Aluminiumoxid durch Einbringen von Impfmateriel in das Gel oder den Gel-Vorläufer vor dem Trocknen erleichtert. Dieses kann mit einer Naßvibrationsmahlung des Gels oder Gel-Vorläufers mit α-Aluminiumoxidbindemitteln oder mit einer direkten Zugabe von hochfeinen Keimteilchen in Pulver- oder anderer Form verbunden sein. Dieses auf diese Art gewonnene α-Aluminiumoxid (im weiteren häufig als SG-Korn bezeichnet) hat eine sehr feine, einheitliche Kristallitstruktur, bei der die Größe aller Kristallite im wesentlichen unter etwa 1 µm liegt. Etwas größere Kristallite lassen sich durch längeres Brennen erzielen, was jedoch im allgemeinen nicht erwünscht ist. Für die Herstellung von Schleifkörnern wird das geimpfte Gel getrocknet, gebrochen und gebrannt. Die so hergestellten Schleifkörner können für die Herstellung von Schleifprodukten wie runder Schleifblätter und Schleifscheiben verwendet werden. Für die Herstellung von Formteilen oder Stäben kann das Material auch durch Extrudieren vor dem Brennen profiliert oder geformt werden. Beim Extrudieren von Stäben werden die Stäbe später in die geeigneten Längen geschnitten oder gebrochen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Schleifblattmaterial zu schaffen, mit welchem eine verbesserte Schleifleistung erreicht wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das Schleifblattmaterial aus einer Trägerunterlage und einer Schleifmittelschicht besteht, wobei die Schleifmittelschicht eine Kontaktschicht sowie eine Schicht aus einer Vielzahl von vorgeformten, faserförmigen Schleifpartikeln mit einem im wesentlichen einheitlichen Querschnitt aufweist, die an der Trägerunterlage durch die Kontaktschicht haften, und daß die Schleifpartikel untereinander einen im wesentlichen einheitlichen Querschnitt sowie ein Längenverhältnis zu diesem von mindestens 1:1 besitzen und aus gesinterten α-Aluminiumoxidschleifpartikeln bestehen, deren Größe vorzugsweise 2 µm und höchstens 10 µm beträgt.

Die Schleifpartikel haben eine Mindesthärte von 14, besser 16 und in der am meisten bevorzugten Ausführungsform 18 GPa und/oder ein mittleres Längenverhältnis von mindestens etwa 1:1, vorzugsweise 2:1 und/oder einen Vorzugsdurchmesser von etwa 0,33 mm. Das Längenverhältnis ist das Verhältnis zwischen Länge und Querschnitt der faserförmigen Schleifpartikel. Vorzugsweise mindestens 80 %, besser 95 % der genannten faserförmigen Aluminiumoxidschleifpartikel erscheinen als allgemein gleichachsige Kristalle mit einer Größe von höchstens 0,5 µm, vorzugsweise 0,4 µm.

Weitere Merkmale der erfindungsgemäßen Lösung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die erfindungsgemäße Lösung umfaßt eine Schleifmittelschicht. Das erfindungsgemäße Schleifblattmaterial enthält polykristalline Schleiffasern. Es gewährleistet eine lange Standzeit und erfordert durch die Verwendung einer besonderen Form von Sol-Gel-Aluminiumoxidschleifkorn einen geringeren Kraftaufwand bei einem gegebenen Spanabtrag. Das erfindungsgemäße Schleifblattmaterial hat außerdem bessere Freischneideigenschaften und entwickelt weniger Wärme während des Schleifens.

Mit dem erfindungsgemäßen Schleifblattmaterial wird eine gleichmäßigere Abtragung erreicht und dabei dem zu bearbeitenden Werkstück eine gleichbleibendere Oberflächengüte über eine ungewöhnlich lange Standzeit verliehen.

Mit der vorliegenden Erfindung wird ein Schleifblattmaterial geschaffen, bei dem die Schleifkörnung aus gesinterten Sol-Gel- α -Aluminiumoxidfasern besteht, deren Querschnitt über die Länge im wesentlichen gleichbleibend ist. Durchschnittlich haben die Schleiffasern ein Längenverhältnis von mindestens etwa 1:1, vorzugsweise von mindestens 2:1 bis 9:1, wobei auch ein Längenverhältnis bis 12:1 und darüber möglich ist. Die α -Aluminiumoxidfasern können Zusatzstoffe wie MgO oder andere Spinell-Aluminiumoxidbildner, ZrO_2 bzw. andere verträgliche Stoffe enthalten. Sie werden mit einem Sol-Gel-Verfahren und vorzugsweise aus einem geimpften Sol-Gel hergestellt. Die Schleiffasern bestehen zu vorzugsweise mindestens 95%, besser mindestens 98% aus α -Aluminiumoxidkristalliten und sind im wesentlichen frei von Verunreinigungen, die beim Brennen amorphe oder „glasartige“ Stoffe bilden. Die Kristallite sind etwa bis zu 2 μm groß, wobei jedoch die Vorzugsfasern Kristallite enthalten, die kleiner als 1 μm und in der am meisten bevorzugten Ausführung kleiner als 0,5 μm sind.

Mit einem Faserende sind die Schleiffasern an einer flexiblen Trägerunterlage mittels einer klebenden Kontaktschicht befestigt. Im allgemeinen verlaufen die Schleiffasern in gegengesetzter Richtung zur Unterlage und sind vorteilhafter Weise mit einer Bindemittelschicht überzogen, die ihre Verankerung in der Trägerunterlage verstärkt. Als Trägerunterlage eignet sich jede bekannte Unterlage für Schleifblattmaterialien wie beispielsweise Web- oder Malimoware, Folie oder Papier. Für die Gewebeappretur und Papierveredlung der Trägerunterlage sind in Abhängigkeit von der Anwendung alle üblichen Verfahren und Materialien für Schleifblätter einsetzbar. Ebenso können alle bekannten, bei der Herstellung von beschichteten Schleifblättern eingesetzten üblichen Kontaktschichten verwendet werden.

Ist das Längenverhältnis der erfindungsgemäßen Schleiffasern relativ klein, z. B. im Mittel mindestens etwa 1:1, vorzugsweise etwa 2:1 bis etwa 5:1, kann die Bindemittelschicht mit den an sich bekannten Walzbeschichtungsverfahren aufgetragen werden. Wenn die Schleiffasern ein größeres Längenverhältnis aufweisen, wird anderen Beschichtungsverfahren, wie der Spritzbeschichtung, bei denen die Fasern nicht übermäßig heruntergedrückt werden, der Vorzug gegeben. Auch die für die Bindemittelschicht verwendeten Materialien können alle bekannten, in der Schleifmittelindustrie für Schleifblattmaterialien verwendeten Arten sein. Es wurde festgestellt, daß die Schleifprodukte mit den faserförmigen Schleifpartikeln eine wesentliche längere Standzeit als jene aufweisen, die ein gebrochenes Schleifkorn der bekannten Art enthalten. Im Vergleich zu den an sich bekannten Schleifblattmaterialien wird auch eine Tendenz zu einem weniger unbeständigen Abtrag und zu einer weniger unbeständigen Oberflächengüte des bearbeiteten Werkstücks über zumindest einen Teil ihrer Standzeit deutlich.

Überraschend wurde ebenfalls festgestellt, daß die Anwendung der erfindungsgemäßen Schleifblattmaterialien besonders wirksame Ergebnisse beim Schleifen mit geringem Druck hervorbringen. Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist darin begründet, daß nicht nur Schleifprodukte in Form von Schleifblattmaterialien mit faserförmigen Schleifpartikeln von unterschiedlicher gewünschter Länge geschaffen werden können, sondern auch die Korngrößenverteilung für ein spezielles Anwendungsgebiet so genau oder so variabel wie erforderlich sein kann – eine Möglichkeit, die bisher mit walzengebrochenem Schleifkorn nicht gegeben war. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß Schleiffasern einsetzbar sind, die in verschiedene Längen oder Längenverhältnisse geschnitten sind, um eine Normalfasermischung gemäß CAMI-Klassierung nachzubilden. Ebenso können die Schleifblattmaterialien mit einer festgelegten Mischung von Schleiffasern mit Über-, Vergleichs- und Feinkorndurchmesser enthalten.

Bei dem Einsatz von Schleifpartikeln mit vorherbestimmter Konfiguration zur Herstellung der Schleifblattmaterialien besteht ein weiterer Vorteil darin, daß eine höhere Wirtschaftlichkeit und Effektivität gegeben ist.

Es ist ebenfalls vorteilhaft, daß die Schleifprodukte mit einer geringeren Korndichte auf der Oberfläche häufig bessere Leistungen aufweisen als solche mit einer höheren Anzahl von Körnern je Flächeneinheit.

Die erfindungsgemäßen Schleifblattmaterialien können in unterschiedlichen Formen hergestellt werden, wie Bänder, runde oder mehreckige Schleifblätter sowie Spezialausführungen.

Bei den Tests wurden speziell runde Schleifblätter eingesetzt und es zeigte sich, daß diese bei vielen Schleifaufgaben eine bessere Leistung haben.

Es wurde ebenfalls festgestellt, daß sich die erfindungsgemäßen Schleifblattmaterialien besonders gut für einen wirksamen Einsatz von Schleifhilfsstoffen eignen. In der Regel werden diese auf die Oberfläche des Schleifmittels in Form einer Beschichtung aufgetragen. Dabei begrenzt das geringe Profil das herkömmlichen Schleifkornes die aufbringbare Schleifhilfsstoffmenge, da die einzelnen Schleifkörner nicht bedeckt sein sollten. Aufgrund des hohen Profils der in der vorliegenden Erfindung verwendeten faserförmigen Schleifpartikel ist es jedoch möglich, weitaus mehr Schleifhilfsstoff aufzutragen, was äußerst vorteilhafte Ergebnisse zeitigt. Dabei ergibt sich auch die Möglichkeit, den Schleifhilfsstoff in einer reaktionsfähigeren Form etwa als Schaum anstelle einer Mischung in einer Harzschicht aufzutragen.

Zu den Schleifhilfsstoffen können alle diejenigen gehören, deren Wirksamkeit bekannt ist, wie z. B. KBF_4 , K_2TiF_6 , NaCl, Schwefel und ähnliche Stoffe.

Die Erfindung wird an Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1: die Fotografie einer Draufsicht auf einen Teilbereich eines erfindungsgemäßen Schleifblattmaterials mit einer Schleifmittelschicht aus faserförmigen Schleifpartikeln;

Fig. 2: die Fotografie eines Querschnittes durch ein Schleifblattmaterial nach Fig. 1;

- Fig. 3: die Fotografie eines Querschnittes durch ein weiteres erfindungsgemäßes Schleifblattmaterial, bei dem die faserförmigen Schleifpartikel ein größeres mittleres Längenverhältnis als die Schleifpartikel in Fig. 2 aufweisen;
- Fig. 4: die Fotografie eines Querschnittes durch ein Schleifblattmaterial, bei dem die faserförmigen Schleifpartikel ein etwas geringeres mittleres Längenverhältnis als die Schleifpartikel in Fig. 2 aufweisen;
- Fig. 5: die Fotografie eines Querschnittes durch ein Schleifblattmaterial in an sich bekannter Weise durch Walzenbrechen hergestellte Schleifkörner;
- Fig. 6 (a), (b), (c), (d), (e) und (f): die Fotografien von walzengebrochenen Sol-Gel-Aluminiumoxidschleifkörnern der Körnung 50 (a), an sich bekannten walzengebrochenen Elektrokorundschleifkörnern der Körnung 50 (b) sowie faserförmigen Sol-Gel-Schleifpartikeln der Körnung 50 mit ungeordnetem (c) und ansteigendem (d, e, f) mittleren Längenverhältnis, die bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Schleifblattmaterials angewendet werden;
- Fig. 7: eine grafische Darstellung der Auswirkung eines steigenden Längenverhältnisses der faserförmigen Schleifpartikel auf den Gesamtabtrag mit runden Schleifblättern;
- Fig. 8: eine weitere grafische Darstellung der Auswirkung des Längenverhältnisses der faserförmigen Schleifpartikel auf die Abtragsdaten von runden Schleifblättern;
- Fig. 9: eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (100fache Vergrößerung) der Oberfläche eines erfindungsgemäßen Schleifblattmaterials mit Darstellung der Einbettung der Schleifpartikel in eine Bindemittelschicht;
- Fig. 10: eine 100fach vergrößerte rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der Oberfläche eines Erzeugnisses mit an sich bekanntem gebrochenen, geimpften Sol-Gel-Schleifkorn in einer Bindemittelschicht;
- Fig. 11: eine 50fach vergrößerte rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des Spanes aus der Anwendung eines erfindungsgemäßen Schleifblattmaterials nach Fig. 9;
- Fig. 12: eine 50fach vergrößerte rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des Spanes aus der Anwendung eines an sich bekannten Schleiferzeugnisses nach Fig. 10.

In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßes Schleifblattmaterial 10 dargestellt, welches eine Trägerunterlage 12 sowie eine Schleifmittelschicht 14 auf dieser aufweist. Der Aufbau des Schleifblattmaterials 10 ist dabei der Fig. 2 deutlicher entnehmbar. Die Schleifmittelschicht 14 ist durch eine Kontaktschicht 16 und an ihr haftende faserförmige Schleifpartikel 18 bzw. Schleiffasern 18 gebildet, wobei eine die Schleiffasern 18 einbettende Bindemittelschicht 20 vorgesehen sein kann. Im Sinne der Erfindung wird der Begriff faserförmige Schleifpartikel 18 oder Schleiffasern 18 für längliche keramische Schleifmittelkörper verwendet, die jeweils einen im allgemeinen gleichbleibenden Querschnitt über ihre Länge aufweisen und deren durchschnittliche Länge vorzugsweise etwa das Doppelte der Höchstabmessung des Querschnitts beträgt. Dieses Längenverhältnis kann wie nachstehend beschrieben, entsprechend den Einsatzbedingungen jedoch sehr unterschiedlich sein. Die Schleiffasern 18 können so gebogen oder gedreht sein, daß die Länge entlang des Körper statt unbedingt geradlinig gemessen wird.

Im allgemeinen werden die Schleiffasern 18 vorzugsweise durch Extrudieren oder Spinnen eines vorzugsweise geimpften Gels aus Aluminiumhydroxid zu Endlosfasern, Trocknen der so hergestellten Endlosfasern, Schneiden oder Brechen derselben in die gewünschten Längen und nachfolgendes Brennen der Fasern bei einer Temperatur bis zu 1500°C hergestellt. Unterschiedliche Sol-Gel-Verfahren zur Herstellung von Gelen aus Aluminiumhydroxid sind zum Beispiel in den US-P 4314827 und 4623364 beschrieben. Wie in den genannten Patenten offenbart, kann das Sol neben dem Aluminiumhydroxid bis zu 10 bis 15 Gewichtsanteile in % Spinell, Mullit, Mangandioxid, Titandioxid, Magnesiumoxid, Zerdioxid, Zirkondioxid in Pulverform enthalten, oder es können auch deren Vorläufer in größeren Mengen, z. B. 40% oder mehr sowie andere geeignete Zusatzstoffe oder deren Vorläufer zugefügt werden. Dabei wird jedoch bevorzugt, daß das Gel im wesentlichen frei von Stoffen ist, die beim Brennen ein amorphes glasartiges Material bilden. Das für das erfindungsgemäße Schleifblattmaterial verwendete gebrannte Sol-Gel-Korn sollte daher vorzugsweise zu mindestens 95 Gewichtsanteile in % und besser noch zu mindestens 98 Gewichtsanteile in % α -Aluminiumoxid bestehen. Bei der am meisten bevorzugten Anwendungsform enthält das Sol oder Gel ein dispergiertes submikroskopisches kristallines Impfmateriale oder dessen Vorläufer in einer wirksamen Menge, um die Umwandlung der Aluminiumhydroxidpartikel zu α -Aluminiumoxid beim Sintern zu erleichtern. Dieses Verfahren wird als geimpftes Sol-Gel-Verfahren bezeichnet. Die Menge des Impfmateriale sollte etwa 10 Gewichtsanteile in % des Aluminiumhydroxids nicht überschreiten, und normalerweise ergeben Mengen über etwa 5% keinerlei Vorteile. Ist das Impfmateriale ausreichend fein, können Mengen von etwa 0,5% bis 10% eingesetzt werden, wobei 1 bis 5% den Vorzugsbereich darstellen.

Im allgemeinen kann bei einer Zugabe von größeren Mengen Impfmateriale, zum Beispiel mehr α -Aluminiumoxid, die Stabilität des Gels beeinträchtigt und die Extrusion sehr erschwert werden. Dazu kommt, daß große Mengen von bereits im Extrudat enthaltenden α -Aluminiumoxid höhere Temperaturen für das Sintern erfordern. Wie oben jedoch gezeigt, führen höhere Temperaturen zum Kristallwachstum, und solche Schleifkörper sind im allgemeinen minderwertig.

Beispiele für feste, mikrokristalline Impfmateriale sind β -Aluminiumoxid, α -Eisen(III)-oxid, α -Aluminiumoxid, γ -Aluminiumoxid, Chromoxid und anderer Feinbruch, welcher zur Keimungsstelle für die Bildung des α -Aluminiumoxidkristalls wird, wobei α -Aluminiumoxid bevorzugt wird. Die Zugabe der Keime kann auch in Form eines Vorläufers wie z. B. einer Eisen(III)-nitratlösung erfolgen. Im allgemeinen sollte das Impfmateriale die gleiche Struktur wie α -Aluminiumoxid und ähnliche Abmessungen des Kristallgitters (etwa innerhalb von 15%) aufweisen und im getrockneten Gel bei Temperaturen vorhanden sein, bei denen die Umwandlung zu α -Aluminiumoxid stattfindet (etwa 1000 bis 1100°C).

Die grünen Schleiffasern können mit vielfältigen Verfahren wie Extrudieren oder Spinnen aus dem Gel geformt werden. Dabei eignet sich das Extrudieren am besten für Fasern von etwa 0,25 bis 1,5 mm Durchmesser, die nach dem Trocknen und Brennen vom Durchmesser her in etwa den Siebgrößen für eine Trennung von Schleifkörnern der Körnung 100 bis zu 24 entsprechen. Das Spinnen eignet sich am besten für gebrannte Fasern mit einem ungefähren Durchmesser von unter 100 μ m.

Mittels Spinnen wurden bereits gebrannte Schleiffasern mit einem Durchmesser bis zu 0,1 μ m (0,001 mm) entsprechend der Erfindung hergestellt. Beim Brennen schwinden die grünen Fasern bis auf etwa 50% ihres extrudierten Durchmessers.

Die Gele, welche am besten für die Extrusion geeignet sind, weisen einen Feststoffanteil von etwa 30 bis 65% und vorzugsweise von etwa 45 bis 64% auf. Der optimale Feststoffanteil ändert sich im direkten Verhältnis zum Durchmesser der extrudierten Faser,

wobei etwa 60% Feststoffanteil für Fasern bevorzugt wird, deren gebrannter Durchmesser etwa der Siebgröße für gebrochene Schleifkörner der Körnung 50 entspricht (etwa 0,28 mm).

Zum Spinnen in Übereinstimmung mit der Erfindung kann eine Gel-Menge auf einer Scheibe angeordnet werden, die dann in schnelle Drehung versetzt wird und grüne Schleiffasern auswirft, die fast unmittelbar lufttrocknen. Ebenso läßt sich das Gel in eine Vollmantelzentrifuge mit Bohrlöchern oder Schlitzen in der Wandung einbringen, wobei dann die Formgebung der Fasern durch Rotation des Vollmantels mit beispielsweise 5000 U/min erfolgt. Für die Formgebung der grünen Fasern können auch andere bekannte Verfahren zum Spinnen angewendet werden. Beim Spinnen liegt der günstigste Feststoffanteil bei etwa 20 bis 45%, wobei etwa 35 bis 40% den Vorzugsbereich darstellt.

Werden die Fasern durch Spinnen geformt, ist es ratsam, dem Sol, aus dem das Gel gebildet wird, etwa 1 bis 5% Spinnhilfsmittel wie Polyethylenoxid zuzufügen, um dem Gel die erforderlichen viskos-elastischen Eigenschaften für die Formung der Schleiffasern, zu verleihen. Die optimale Menge des Spinnhilfsmittels steht im umgekehrten Verhältnis zum Feststoffanteil des Gels. Während des Kalzinierens oder Brennens wird das Spinnhilfsmittel aus den Fasern ausgebrannt. Da nur sehr geringe Mengen desselben zugefügt werden müssen, beim Extrudieren in der Regel gar nichts, werden die Eigenschaften der gebrannten Fasern nicht wesentlich beeinflusst.

Den extrudierten Gel-Fasern können unterschiedliche vorbestimmte Formen verliehen werden, in dem beim Extrudieren Mundstücke eingesetzt werden, deren Querschnitt dem gewünschten Faserquerschnitt entspricht, beispielsweise quadratisch, sternförmig, oval, dreieckig oder sogar hohlröhrenförmig. Haben die Gel-Fasern einen relativ großen Querschnitt oder wurden sie aus einem Gel mit hohem Wasseranteil hergestellt, kann es notwendig oder ratsam sein, sie bei einer Temperatur unter 100°C für 24 bis 72 Stunden zu trocknen, ehe sie einer Erwärmung über 100°C ausgesetzt werden. Wenn die Gel-Fasern einen relativ kleinen Querschnitt oder Kern aufweisen und aus Gelen mit sehr hohem Feststoffanteil hergestellt werden, kann sich die Trocknung erübrigen.

Die geformten Endlosfasern werden anschließend in Längen gebrochen oder geschnitten, die für die vorgesehene Schleifaufgabe erwünscht sind. Im allgemeinen lassen sich die notwendigen Formgebungs- und Trennarbeiten zur Herstellung von einzelnen Fasern aus den Endlosfasern oder zur Änderung ihrer Form am vorteilhaftesten im Gel- oder im getrockneten Zustand durchführen, da hierfür wesentlich geringere Aufwendungen und Kosten notwendig sind als bei der Bearbeitung der viel härteren und festeren Fasern nach dem endgültigen Brennen. Die beim Extrudieren aus dem Mundstück des Extruders austretenden Endlosfasern können in an sich bekannter Weise in Fasern gewünschter Länge unterteilt werden. Dieses kann beispielsweise mit einem rotierenden Drahtschneider erfolgen, der an der Stirnseite des Mundstückes angeordnet ist. Die getrockneten Fasern lassen sich ebenfalls leicht brechen oder zermahlen und danach in die gewünschten Längenbereiche klassieren.

Nachdem die Gel-Fasern die gewünschte Querschnittsform erhalten haben, geschnitten oder nach dem Trocknen gebrochen sind, wird ihnen in einem geregelten Brennvorgang ihre endgültige Faserform verliehen. Durch das Brennen soll im wesentlichen das gesamte Aluminiumoxid in den Gel-Fasern in kristallines α -Aluminiumoxid umgewandelt werden, wobei jedoch übermäßige Brenntemperaturen oder -zeiten zu vermeiden sind, da ein zu starkes Brennen ein unerwünschtes Korn- oder Kristallwachstum fördern kann. Im allgemeinen wird das Brennen bei einer Temperatur von 1200°C bis 1350°C über eine Zeitspanne von 5 Minuten bis zu einer Stunde durchgeführt. Bei größeren Fasern geht dem Brennen vorzugsweise eine Trocknung bei etwa 400 bis 600°C über eine Zeit von etwa 10 Minuten bis zu mehreren Stunden voraus, um die restlichen flüchtigen Bestandteile und gebundenes Wasser zu entfernen, die beim Brennen zur Rißbildung in den Fasern führen könnten. Besonders bei Fasern, die aus geimpften Gelen geformt werden, führt ein zu starkes Brennen schnell dazu, daß größere Körner die meisten oder sogar alle sie umgebenden kleineren Körner absorbieren und damit die Gleichmäßigkeit des Feingefüges im Schleifkörper verringern. Die erfindungsgemäßen Schleiffasern weisen ein Längenverhältnis von mindestens 1:1 und vorzugsweise von mindestens 2:1 auf. Das Längenverhältnis wird bestimmt durch das Maß der tatsächlichen Länge der Schleiffaser im Verhältnis zu dem Maß ihres Durchmessers bzw. Querschnittes senkrecht zur Längsrichtung. Bei einem nicht runden Querschnitt, beispielsweise polygonal, wird der Bestimmung des Längenverhältnisses das größte Maß senkrecht zur Längsrichtung zugrunde gelegt. Dabei kann das tatsächlich erreichbare Längenverhältnis in einem bestimmten Los von Schleiffasern bis zu einem gewissen Grad von der speziellen Art der Fasertrennung abhängig sein. So kann ein bestimmtes Los einige Schleiffasern mit Längenverhältnissen unter 2:1 und einige mit Verhältnissen über 2:1 enthalten. Für das erfindungsgemäße Schleifblattmaterial sollten die eingesetzten Schleiffasern im Durchschnitt ein Längenverhältnis von vorzugsweise mindestens 2:1 aufweisen.

Ein bevorzugter Bereich des Längenverhältnisses liegt zwischen 2:1 und 8:1. Dabei können auch längere Schleiffasern in vielen Anwendungsbereichen von Nutzen sein. Im allgemeinen sind ein Schleifblattmaterial mit Schleiffasern, deren Längenverhältnis gering ist, für Schleifarbeiten unter hohem Druck gut geeignet, während Schleiffasern mit einem höherem Längenverhältnis für Schleifarbeiten unter niedrigem Druck besser geeignet sind. Die für die erfindungsgemäße Verwendung am besten geeigneten Schleiffasern haben eine Härte von mindestens 16 GPa und vorzugsweise mindestens 18 GPa (Vickers-Härte 500 g Last) und eine theoretische Dichte von vorzugsweise mindestens 90%, in der Regel am besten von mindestens 95%. Im Vergleich hierzu hat ein reines, dichtes α -Aluminiumoxid eine Härte von etwa 20 bis 21 GPa. Es ist dabei auch möglich, daß die verwendeten Schleiffasern in Längsrichtung gedreht oder etwas gekrümmt oder gebogen sein können.

Es wurde ermittelt, daß das erfindungsgemäße Schleifblattmaterial, mit Schleiffasern dem Schleifblattmaterial mit in an sich bekanntem gebrochenem Schleifkorn weit überlegen ist, auch wenn Material und Feingefüge sowie Durchmesser gleich sind. Die Herstellung des erfindungsgemäßen Schleifblattmaterials 10 kann in unterschiedlicher Weise mit traditionellen, aber auch mit technisch hochentwickelten Verfahren erfolgen. Die Trägerunterlage 12 kann aus jedem Material bestehen, das gegenwärtig in der Produktion von Schleifblättern üblicherweise verwendet wird. Dazu gehören Papier, Folie, Web- und Nähwirkwaren, solche aus Chemieseide, Baumwolltüll, Nylon und Polyester, Vulkanfaser, formstabile Polyesterfolie und dergleichen. Diese Trägerunterlage kann mit einer Appretur oder Grundierbeschichtung aus unterschiedlichen Materialien, im wesentlichen abhängig vom vorgesehenen Verwendungszweck sein. Diese Grundierbeschichtung kann Binde- als auch Füllstoffe enthalten. Dabei kann Stärke, Leim oder ein Harz wie Phenolaldehyd verwendet werden. Auf dieser Trägerunterlage ist eine Schleifmittelschicht 14 angeordnet. Diese besteht aus einer Kontaktschicht 16 sowie einer Vielzahl vorgeformter faserförmiger Schleifteilchen 18.

Die Bindelage oder Kontaktschicht 16 kann aus einem Harz wie z. B. Phenolaldehyd, Epoxidharz und ähnlichen Stoffen bestehen. Bei Bedarf kann diese Kontaktschicht 16 von einer weiteren Bindemittelschicht 20 bedeckt sein. Besteht die Bindemittelschicht 20 aus einem wärmegehärteten Harz, kann die Kontaktschicht 16 je nach Bedarf aus einem Klebstoff oder einem Harz sein. In diese Schichten sind die Schleiffasern 18 eingelagert, wobei sie sich gegenseitig durchdringen. Beispielsweise besteht ein konventioneller Kontaktkleber aus einer Lösung mit 48% Phenolformaldehydharz als Feststoffanteil und 52% Calciumkarbonat-Füllstoff. Nach dem Auftragen der Kontaktschicht 16 auf der Trägerunterlage 12 kann das Harz der Kontaktschicht 16 in Abhängigkeit vom Mischungsansatz in der üblichen Weise zum Beispiel 30 Minuten bei 107°C vorgehärtet werden. Danach werden die Schleiffasern 18 in einem üblichen elektrostatischen Verfahren aufgebracht, wobei das aufwärts gerichtete Aufschleudern oder Aufwerfen bevorzugt wird. Dem kann sich dann das Auftragen der Bindemittelschicht 20 anschließen, wofür eine herkömmliche Lösung mit 48% Phenolformaldehydharz und 52% Calciumcarbonat-Füllstoff ein Beispiel ist. Anschließend wird das Schleifblattmaterial einer Endhärtung in der Regel bei 107°C für einen Zeitraum von 10 Stunden unterzogen, damit das Harz in der Kontaktschicht 16 und der Bindemittelschicht 20 in gewünschter Weise aushärtet. Normale, durch Bestrahlung aushärtbare (E-Strahlung oder UV) und bei der Herstellung von Schleifblattmaterialien eingesetzte Harze können bei Bedarf ebenfalls für einige oder alle gewebeappretierenden oder Klebschichten verwendet werden. Im allgemeinen erfolgt das Auftragen der Klebschichten auf die Unterlage mit an sich bekannten Beschichtungsverfahren, z. B. Walzbeschichten. Werden jedoch relativ lange Schleiffasern 18 verwendet, kann es günstiger sein, die Bindemittelschicht 20 in einer Spritzbeschichtung oder anderen, von der Walzbeschichtung abweichenden Techniken aufzubringen, um so ein unerwünschtes Brechen oder Herunterdrücken der Schleiffasern 18 zu vermeiden.

In Fig. 5 ist vergleichsweise ein an sich bekanntes Schleifblattmaterial 22 dargestellt, welches Schleifkörner 24 enthält, die in diesem an sich bekannten Walzenbrechverfahren hergestellt wurden. Daraus wird leicht der unterschiedliche Aufbau im Vergleich zum Schleifblattmaterial gemäß den Darstellungen in Fig. 1 bis 4 deutlich. Die unterschiedliche Konfiguration der in der Herstellung des erfindungsgemäßen Schleifblattmaterials verwendeten Schleiffasern 18 wird noch deutlicher aus den Figuren 6a bis 6f ersichtlich. In Fig. 6a ist unregelmäßig dreidimensional geformtes, durch herkömmliches Walzenbrechen von Sol-Gel-Aluminiumoxid-Schleifmittel gewonnenes Schleifkorn 26 dargestellt. Im Hinblick auf ihre Form ähneln die unregelmäßig geformten einzelnen Schleifkörner 26 Elektrokorundkörnern 28 entsprechend Fig. 6b, die mittels herkömmlicher Walzenbrechverfahren hergestellt werden. In den Fig. 6c; d; e; f sind verschiedene Lose von Schleiffasern 18 dargestellt, die bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Schleifblattmaterials verwendet werden. Fig. 6c zeigt ein Los Schleiffasern 18 mit ungeordneten Längenverhältnissen, bei dem keinerlei Klassierung der Schleiffasern 18 nach ihrer Länge erfolgte. Diese Schleiffasern 18 haben ein mittleres Längenverhältnis von 4,1:1. In Fig. 6d; 6e; 6f weisen die Schleiffasern 18 mittlere Längenverhältnisse von 3,6:1, 5,1:1 bzw. 8,5:1 auf. Aus den Fig. 6c bis 6f ist ersichtlich, daß die Sol-Gel-Schleiffasern 18 einen im wesentlichen gleichbleibenden runden Querschnitt über ihre Länge besitzen. Dagegen weisen die walzengebrochenen Sol-Gel-Schleifkörner 26 wie auch die walzengebrochenen, Elektrokorundkörner 28 stark unregelmäßige Formen auf. Manche sind relativ lang und andere haben brockenartige Formen. Von einer gleichbleibenden Querschnittsform kann in keinem Fall die Rede sein.

In den Fig. 9 und 10 sind deutlich die Unterschiede in der äußeren Erscheinung der Oberfläche des erfindungsgemäßen Schleifblattmaterials und der an sich bekannten Ausführung sichtbar.

In den Fig. 11 und 12 ist der Schleifabfall dargestellt, der von den in den Fig. 9 und 10 dargestellten Gefügen erzeugt wird. Dabei wird sichtbar, daß das erfindungsgemäße Schleifblattmaterial einen glatten stetigen Abfall erzeugt, der einen ausgezeichneten Abtrag widerspiegelt. Dagegen zeigt Fig. 12 einen splittigen Schleifabfall, gemischt mit kleinen Kügelchen aus geschmolzenem Metall, was ein Hinweis auf eine relativ schlechte Schleifleistung ist. Es ist deutlich geworden, daß erfindungsgemäße Schleifblattmaterialien eindeutige Vorteile gegenüber der bekannten Ausführung haben, bei der die Formen weniger regelmäßig sind und die das Werkstück mit vielfältigen Konfigurationen bearbeiten. Dabei ergeben sich viele Vorteile unmittelbar aus der Form des Schleifkornes. In Schleifprüfungen mit einer Vielzahl von Drücken und Schleifblättern in Band- und Rundblattform, wurde eine enge Wechselbeziehung zwischen der Leistungsverbesserung und den Werten für das Längenverhältnis der Schleiffasern 18 festgestellt. Doch nur bis zu einem bestimmten Wert, der von der Art des Schleifblattmaterials, dem Druck und anderen Prüfbedingungen abhängig war, erhöhte sich der Gesamtabtrag bei ansteigendem Längenverhältnis. So führte beispielsweise eine Erhöhung des Längenverhältnisses auf einen Wert über 3:1 bei den Schleiffasern 18 in einer Bandprofilschleifprüfung mit 80 psi (11 603 MPa) zu keiner Leistungssteigerung. Bei steigenden Werten für das Längenverhältnis setzte sich der Leistungsanstieg nicht unbegrenzt fort, da die größere Länge der Schleiffaser 18 zu einem größeren Momentarm am Kornfuß führte und die sich daraus ergebende innere Beanspruchung sehr schnell den Bruch des Schleifkornes nach sich zog. Bei Rundblättern mit Vulkanfiberunterlage und einem geringeren Druck von etwa 5 psi (725,2 MPa) ergab sich erst bei einem wesentlich höheren Längenverhältnis ein Leistungsabfall.

Es wurde festgestellt, daß ein höheres Längenverhältnis die Mechanismen der Schleifleistung auf vier Arten beeinflusst, indem es:

- zu einer breiteren Verteilung der Schneidkanten;
- zu weniger Berührungsstellen je Flächeneinheit;
- zu höheren Schleifspanabständen;
- zu gegenseitiger Stützung oder Ballung der Schleiffasern führt.

Bei höheren Längenverhältnissen verteilen sich die Schneidkanten über eine größere Höhe oder Dicke über der Trägerunterlage, wodurch das Schleifblattmaterial eine Schleifschicht mit mehreren Gruppen von Schneidkanten in verschiedenen Höhen erhält und entsprechend schleift. Dabei wird schließlich die erste Gruppe von Schleiffasern mit den größten Längenverhältnissen aufgrund der inneren Faserbeanspruchung versagen, und eine neue Gruppe von kürzeren, nicht verschlissenen Schleiffasern wird freigelegt und beginnt zu schneiden. Wenn die Kantenbeanspruchungen örtlich die Beanspruchung der Schleiffasern übersteigt, so splittieren die Kanten, was zu neuen Kanten und einem Nachschärfungs-Effekt führt. Zunächst sind die Schleiffasern mit einem hohen Längenverhältnis in erster Linie durch Freilegen von neuem Schleifkorn wirksam; später wird bei Verringerung des Momentarms eine Nachschärfungsfunktion für die Kanten vorherrschender.

Diese Interpretation des Mechanismus wird durch mehrere Experimente und Prüfungen unterstützt. Während der Prüfungen erhöhte sich der Masseverlust je Zyklus bei einem Anstieg des Längenverhältnisses von 2:1 auf 3:1. Bei Prüfungen von runden Schleifblättern mit geringem Druck und von Schleifbändern mit hohem Druck in zeitlich abgesetzten Zyklen zur Beobachtung von Kornverschleiß und -versagen traten die oben beschriebenen Bruchvorgänge während des Schleifens auf. Die Sichtprüfungen sowie die Profilmessungen der Oberfläche zeigten außerdem, daß die Kornspitzen in den erfindungsgemäßen Schleifblattmaterialien über einen größeren Höhenbereich als bei solchen mit an sich bekannten gebrochenen SG-Korn verteilt sind und daß sich der Bereich bei ansteigendem Längenverhältnis vergrößert. Dazu kommt, daß sich auch die Oberflächengüte (R_a bzw. arithmetischer Mittenrauhwert) und Arbeitsbereich bei ansteigendem Längenverhältnis erhöhten. Der Arbeitsbereich wird bestimmt, indem der Mittelwert aus den höchsten und niedrigsten Spitzen aus zehn verschiedenen Zyklen festgestellt und daraus die Differenz gebildet wird. Mit dem Arbeitsbereich läßt sich besser ausdrücken, wieviel Material über der Bindemittelschicht für die Schleifarbeit zur Verfügung steht.

Bei identischen Kornmassen besitzt ein erfindungsgemäßes Schleifblattmaterial eine „offenere“ Beschichtung, d.h. weniger Schleifkörner je Flächeneinheit auf der Unterlage, da die Spitzen über eine größere Höhe verteilt sind und jedes Schleifkorn schwerer ist. Die geringere Anzahl potentieller Berührungsstellen je Flächeneinheit führt zu einer höheren Kraft je Schleifkorn. Wenn das Schleifkorn der erhöhten Belastung standhält, so erfolgt ein tieferer und damit kühlerer und wirksamerer Schnitt. Während jede Kornkante mehr Material entfernt als eine gebrochene, pyramidenförmige Kornspitze, schneidet der ein gebrochenes Schleifkorn enthaltende Schleifkörper mit einer größeren Anzahl von Kornspitzen, wodurch der anfängliche Abtrag etwa gleichhoch ist oder das gebrochene Schleifkorn anfänglich sogar einen etwas höheren Abtrag aufweist. Dagegen wird mit den Schleifkörnern in Form von Schleiffasern die bei dem erfindungsgemäßen Schleifblattmaterial verwendet werden, ein höherer Abtrag beibehalten und die Standzeit der Schleifkörner ist länger. Durch die Feststellung, daß im Schleifabfall stärkere, breitere Teilchen enthalten sind, wird dieser Mechanismus bestätigt (siehe zum Beispiel Fig. 11 und 12). Mit Profilmessungen wurde auch nachgewiesen, daß die Spitzendichte (Anzahl der Spitzen/cm) bei steigendem Längenverhältnis abnimmt. Weiterhin wird der dritte Mechanismus wirksam, der zu größeren Schleifspanabständen infolge der rauheren und offeneren Beschichtung des Schleifblattmaterials führt. Bei Tests von Rundscheibblättern mit einer Trägerunterlage aus Vulkanfaser und einer großen Berührungsfläche erhöht sich die Länge der von dem erfindungsgemäßen Schleifblattmaterial erzeugten Späne bei ansteigendem Längenverhältnis der Schleiffasern infolge der größeren Schleifspanabstände. Während des Tests wiesen die Rundscheibblätter mit Vulkanfaser keine Anzeichen von Verschmieren bis zum Abschluß des Tests auf. Ein Verschmieren bedeutet eine Anreicherung von Metall auf der Schleifmittelschicht. Sie behindert den Schneidvorgang und schränkt die Standzeit ein.

Bei ansteigendem Längenverhältnis legen sich die Schleiffasern aneinander und stützen sich gegenseitig, wobei dieser Vorgang einer Ballung gleichkommt. Während des Schneidens unterstützen sich dadurch die Korngruppen; sie haben zwar eine große Masse, aber die erzielte Oberflächengüte des Werkstücks wird von der Größe der Schneidkanten an den einzelnen Schleifkörnern bestimmt.

Mit dem höheren Längenverhältnis allein läßt sich die überlegene Leistung des faserförmigen Schleifkorns oder der faserförmigen Schleifpartikel nicht vollständig erklären. Selbst bei einem geringen mittleren Längenverhältnis von 1,9:1 wiesen die faserförmigen Schleifkörner immer noch eine höhere Leistung auf als an sich bekannte gebrochene Sol-Gel-Schleifkörner mit einem nur etwas geringeren mittleren Längenverhältnis von 1,5:1. Daraus ergibt sich offenbar, daß auch die regelmäßige, zylindrische Kornform für die Schleifleistung Bedeutung hat. Die zylindrische Form beeinflusst die Schleifleistung in vierfacher Hinsicht:

- Mehr Schleifkörner mit einem Spanwinkel von null oder nahe null
- Einheitlichere Verteilung der Beanspruchung im Schleifkorn
- Längere, stetige Schneidkanten
- Spanabführung kontrolliert aus der Schneidzone abgeführt.

Bei richtiger Ausrichtung wird mit den faserförmigen Schleifkörnern ein Spanwinkel in bezug auf das zu bearbeitende Werkstück und der Kornschneidfläche von null oder annähernd null erreicht. Der Spanwinkel wird auch unabhängig von der Drehorientierung um die Kornachse null bleiben, sofern das faserförmige Schleifkorn eine radialsymmetrische Form hat. Mit einem Spanwinkel von null kann das Korn einen streifenartigen Span schneiden, womit sich Wärme, Reibung und Verschleiß verringern. Dabei wirkt das Schleifkorn eher wie ein Miniatur-Schneidwerkzeug als wie ein an sich bekanntes gebrochenes Schleifkorn. Der negative Spanwinkel des typischen pyramidenförmigen gebrochenen Korns bedeutet, daß sich die Kornspitze pflugartig durch das Metall bricht, was zum Schmelzen, Reißen und Verschmieren und weniger zum Schneiden führt. Entsprechend vielen Berichten in der Fachliteratur und Beobachtungen der metallurgischen Veränderungen im Material des Werkstücks sind die sich während des Schleifvorgangs entwickelnden Temperaturen und Drücke extrem hoch. Jeder Mechanismus, mit dem der Schleifabfall aus der Schneidzone entfernt wird, bedeutet einen geringeren Verschleiß der Schneidkanten sowie eine höhere Haltbarkeit und Standzeit. In den rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen der Fig. 11 und 12 sind die Unterschiede zwischen dem Schneid- und dem pflugartigen Vorgang dargestellt. Damit bestätigt sich, daß die faserförmigen Schleifkörner in den erfindungsgemäßen Schleifblattmaterial das Werkstückmaterial in einem Schneidvorgang und nicht auf pflugartige Weise entfernen.

Bei richtiger Orientierung trägt die zylindrische Kornform dazu bei, die Späne von der Schneidzone weg zu lenken. Fig. 11 zeigt, daß die Späne eine konkave Rille an der Schnittfläche aufweisen. Die konvexe zylindrische Kornoberfläche keilt den Span und begrenzt damit die Bewegung des Spanes in bezug auf die Schneidkante und das Werkstück. Durch die regelmäßige zylindrische Form kommt es auch zu einer einheitlicheren Beanspruchungsverteilung im Vergleich zu dem sehr scharfen, unregelmäßig gebrochenen SG-Schleifkorn. Da eine konvexe zylindrische Oberfläche in das Werkstück eindringt, entwickeln sich Druckbeanspruchungen in einigen Bereichen der Kornfläche. Häufig weist das an sich bekannte, gebrochene Sol-Gel-Schleifkorn infolge seiner Tendenz zum muscheligen Bruch konkave Oberflächen und konkave Schuppenformen auf. Wenn die konkaven Formen in das Werkstück eindringen, kommt es oft zu Zugbeanspruchungen in einigen Regionen des gebrochenen Schleifkornes. Keramiken können unter Druck weitaus höhere Belastungen als unter Zug aufnehmen. Folglich weist das Schleifkorn bei Druckbeanspruchungen eine höhere Standfestigkeit auf. Damit besitzen die faserförmigen Schleifkörner eine gute Standzeit bei einer möglichen relativ tiefen Spanabnahme. Dagegen weisen gebrochene Schleifkörner auf ihrer Oberfläche

viele Risse und Kerben oder andere Unregelmäßigkeiten auf, die Beanspruchungen vergrößern oder konzentrieren. Mit den an sich bekannten Verfahren zum Brechen ist es nicht möglich, Hohlf lächen und Beanspruchungen konzentrierende Einkerbungen auszuschließen. Zwar führen bei Tests mit Schleifbändern die schärferen Kanten gebrochener Körner zu einem anfänglich höheren Abtrag, jedoch zerfallen die gebrochenen Schleifkörner infolge höherer örtlicher Beanspruchungen leichter unter der Einwirkung der Schleifkräfte.

Die bei dem erfindungsgemäßen Schleifblattmaterial verwendeten zylindrischen Schleifkörner haben lange, durchgehende Schneidkanten, die im Vergleich zu den kürzeren, zackigen Kanten an sich bekannter gebrochener Körner breitere Späne erzeugen und den Verschleiß auf eine längere Arbeitskante verteilen. Die längeren Schneidkanten stumpfen relativ langsam ab und sind daher sehr standfest. Aus Beobachtungen im Verlauf von zeitlich abgesetzten Schleiftests geht hervor, daß die Verschleißplateaus an der Oberseite der faserförmigen Schleifkörner bzw. Schleifpartikel langsamer als beim gebrochenen SG-Korn.

Die folgenden Beispiele veranschaulichen bestimmte spezifische Anwendungsformen der Erfindung. Sie dienen jedoch nur zur Verdeutlichung derselben und sind nicht als deren Beschränkung zu verstehen.

Beispiel 1

Bewertung der Leistung von Schleiffasern im Vergleich mit walzengebrochenen Sol-Gel-Aluminiumoxidkörnern

In diesem Beispiel wurden runde Schleifblätter mit Aluminiumoxid-Schleiffasern, hergestellt aus geimpftem Gel („SG“) mit einem mittleren Durchmesser von 0,33 mm (0,013“), was annähernd einer CAMI-Klassierung der Korngröße 50 entspricht (0,35 mm: 0,01369“), im Vergleich mit Aluminiumoxid-Schleifkörnern aus geimpftem Gel bewertet, die in an sich bekannter Weise durch Walzenbrechen des getrockneten Gels gewonnen wurden. In jedem Fall lag die Kristallitgröße unter 1 µm (die Messung aller hierin erwähneter Kristallitgrößen erfolgt mit dem „intercept-Verfahren“). Die Schleiffasern wurden in unterschiedlichen Längen und Längenverhältnisse von etwa 2:1 bis 12:1 auf eine solche Weise bereitgestellt, die annähernd der unterschiedlichen Längenverteilung von Schleifkörnern entspricht, die durch Walzenbrechen und Klassieren gewonnen werden. Dennoch sollte beachtet werden, daß sich die Schleiffasern eigentlich für eine solche Klassierung nicht eignen. Bei Schleiffasern sind im Gegensatz zu herkömmlichen walzengebrochenen Körnern zwei der Abmessungen aller Fasern gleich. Das walzengebrochene Gel-Material hatte eine Korngrößenverteilung von +8,2 +3,1.

Es wurden runde Schleifblätter mit einem Durchmesser von 177,8 mm (7“) und einer Bohrung mit einem Durchmesser von Ø 22,2 mm (7/8) hergestellt. Hierbei wurden an sich bekannte Verfahren angewendet. Die Trägerunterlage ist eine 0,76 mm (0,03“) dicke Vulkanfiberunterlage.

Die Kontaktschicht besteht aus einer mit Calciumcarbonat-Füllstoff versehenen Resol-Grundsicht (48% Harz, 52% Füllstoff) und Resol-Bindemittelschicht (48% Harz, 52% Füllstoff) eingesetzt wurden. Bei dem in der Bindemittelschicht verwendeten Füllstoff handelte es sich jedoch um Kryolith anstelle von Calciumcarbonat. Nach dem Aufbringen der Schleiffasern wurde das Harz der Kontaktschicht 5 Stunden bei 107,22°C (225°F) vorgehärtet, woran sich nach Aufbringen der Leimschicht eine 10stündige Endhärtung bei ebenfalls 107,22°C (225°F) anschloß. Der Auftrag erfolgte unter Verwendung an sich bekannter Walzbeschichtungsverfahren in einem Durchgang, wobei die Härtung in einem Umluftofen erfolgte. Die Masse der Harzbeschichtung (auf Naßbasis) betrug für die Kontaktschicht 6,8 kg/Ries (15 lbs./Ries) und für die Bindemittelschicht 10,4 kg/Ries (23 lbs./Ries). Ein Ries entspricht 30,7 m² (330 Quadratfuß) Beschichtungsfläche. Die Beschichtung der walzengebrochenen Schleifkörner und der faserförmigen Schleifpartikel erfolgte mit an sich bekannten Verfahren unter Anwendung eines elektrostatischen Aufwerfverfahrens. In Tabelle 1 sind die Mengen für die Schleifmittelschicht für die verschiedenen geprüften runden Schleifblätter angegeben:

Tabelle 1

Merkmale der runden Schleifblätter mit einer Vulkanfiberunterlage für die Prüfung zur Bewertung von faserförmigen Schleifmitteln im Vergleich mit walzengebrochenen Körnern

Schleifblatt Nr.	Art des Schleifmittels	Elektrostatische Aufwerfzeit (Sekunden)	Masse des Schleifmittels (Gramm)
1.	Walzengebrochene SG-Körner (Vergleich)	5	52
2.	Extrudierte SG-Fasern # 645	5	65
3.	Extrudierte SG-Fasern # 645 ¹⁾	20	84–87

¹⁾ Die normale Zykluszeit für die elektrostatische Kornbeschichtung, d. h. bei walzengebrochenen Körnern, beträgt 5 Sekunden. Nach dieser Beschichtungszeit wurde jedoch festgestellt (Blatt Nr. 2), daß die Schicht sehr offen war, so daß eine zweite Probe (Blatt Nr. 3) mit einer Beschichtungszeit von 20 Sekunden hergestellt und ebenfalls geprüft wurde.

Die walzengebrochenen Schleifkörner (Vergleichsschleifkörner, Blatt Nr. 1) hatten folgende Normalzusammensetzung:

Bestandteil	Gewichtsanteile in %
Al ₂ O ₃	99,58
SiO ₂	0,12
Fe ₂ O ₃	0,03
TiO ₂	0,20
CaO	0,04
MgO	0,02
Na ₂ O	0,01
	100,00

Sonstige Eigenschaften: Dichte 3,89 (Wasserpyknometer); 3,88 (Heliumpyknometer); Härte 20,7 (GPa); und mittlere Kristallitgröße 0,17 µm.

Die Schleiffasern hatten die gleiche Normalzusammensetzung bei einem Längenverhältnis von etwa 2:1 bis 12:1 (mittleres Längenverhältnis 6:1 bis 7:1). Wie aus den oben genannten Daten hervorgeht, führte die längere Aufwerfzeit zu einer beträchtlichen Erhöhung der Masse der aufgetragenen Beschichtung.

Nach dem Zuschneiden wurden die gehärteten Rundblätter zunächst mit einer Gummirollen-Abknickvorrichtung normal um 90°C abgelenkt, um die harte Harzbindung (Kontakt- und Bindemittelschicht) auf kontrollierte Weise zu spalten, danach erfolgte eine Korrektur der Welligkeit mit an sich bekannten Verfahren; danach wurden sie den üblichen Abstumpfungsprüfungen für die Bewertung von runden Schleifblättern auf einer Vulkanfaserunterlage unter niedrigem (112 DsIII) und hohem Schleifdruck (112 Dsh, 112 Dss) unterzogen. Im allgemeinen beinhalten solche Tests die Montage des runden Schleifblattes auf einer mittelharten Gummiunterlage, die ihrerseits an einem waagrecht angeordneten Motorspindelvorrichtung angeordnet ist, die auf einem Wagen montiert wird, der sich frei in horizontaler Richtung auf reibungsfreien Lagern nach innen zu einem hydraulischen Probenhalter und von diesem weg bewegen kann. Der Probenhalter ist so gestaltet, daß er entweder einen Winkel in den Abmessungen 25,4 mm × 25,4 mm × 247,7 mm × 3,2 mm (1" × 1" × 9 3/4" × 1/8") oder ein Blech in den Abmessungen 76,2 mm × 4,8 mm × 381 mm (3" × 3/16" × 15") aufnehmen kann, er bewegt sich waagrecht in 90°-Richtung zur Spindel, wobei er eine Hin- und Herbewegung mit einer festgelegten Geschwindigkeit über eine festgelegte Strecke ausführt. Das Prüfgerät ist auf einem festen Stahltisch montiert, der während des Betriebs die Stabilität gewährleistet. Zum Aufbringen der Schleifkraft wird eine Totlast an ein Rollensystem angehängt, das am beweglichen Wagen befestigt ist, an dem die Motorspindelvorrichtung mit dem Schleifblatt angeordnet wurde. Das runde Schleifblatt wird in einem um 10° von der Parallelen zum Probenhalter abweichenden Winkel ausgerichtet. Die Prüfung 112 Dsh ist eine Abstumpfungsprüfung mit hohem Druck 2,25 N (10 lbs force-Körnung 50; 2,7 Nf 12 lbs force-Körnung 36), in der das runde Schleifblatt mit Vulkanfaserunterlage zum Schleifen 3,2 mm der (1/8") starken Kante eines Winkels aus Kohlenstoffstahl 1018 mit den Abmessungen 25,4 mm × 25,4 mm × 247,7 mm × 3,2 mm (1" × 1" × 9 3/4" × 1/8") verwendet wird. Zunächst wird der Winkel gewogen und dann am Probenhalter befestigt, der sich über eine Strecke von 247,7 mm (9 3/4") mit 8 1/2 Hüben/min und einer Längsgeschwindigkeit von 2,14 m/min (7 ft./min) hin- und herbewegt. Das Schleifblatt rotiert mit 3450 U/min. Der Schleifzyklus beträgt zwei Minuten, nach deren Ablauf die winkelförmige Probe entfernt und der Masseverlust registriert wird. Danach wird dieser Zyklus mit neuen, entsprechend den Forderungen eingesetzten Winkelproben wiederholt, bis ein Mindestschleifabtrag von 10 g/min erreicht ist. Damit ist die Prüfung abgeschlossen. Die Registrierung der Daten erfolgt in Gramm (g) entferntes Material je zweiminütigem Zyklus, Anzahl der Zyklen bis zum Ende des Tests sowie Gesamtabtrag (g) des zu bewertenden Rundblatts. In der Regel werden die Ergebnisse der Prüfung in % zu einem Vergleichsblatt angewiesen.

Prüfung 112 Dss – Die Prüfung 112 Dss ist mit der Prüfung 112 Dsh mit Ausnahme der Tatsache identisch, daß als Probe ein Winkel aus rostfreiem Stahl 304 anstelle des Winkels aus Kohlenstoffstahl 1018 verwendet wird, der Schleifzyklus eine Minute beträgt und die Prüfung nach 10 Zyklen beendet wird. Außerdem beträgt die Schleifkraft 1,58 N (7 lbs force) für Schleifblätter der Körnung 50 und 2,25 N (10 lbs force) für solche der Körnung 36.

Prüfung 112 DsIII – Diese Prüfung ähnelt der Prüfung 112 Dsh mit Ausnahme der Tatsache, daß sie eine Prüfung mit geringem Schleifdruck ist – 2,25 N (10 lbs. force) – und es sich bei der Probe um ein kaltgezogenes Blech aus Kohlenstoffstahl 1018 mit den Abmessungen 76,2 mm × 4,8 mm × 381 mm (3" × 3/16" × 15") handelt, das so in der Aufnahme befestigt ist, daß von dem runden Schleifblatt mit der Vulkanfaserunterlage die Stirnfläche der 76,2 mm (3") langen Seite des Blechs bearbeitet wird. Der Schleifzyklus beträgt eine Minute, und die Prüfung wird beendet, sobald der Abtrag 3 g/min unterschreitet.

Tabelle 2

Bewertung der Leistung des faserförmigen Schleifmittels im Vergleich zu walzengebrochenen Körnern
Gesamtabtrag (in Gramm)

Blatt Nr.	Art des Schleif- mittels	112 Dsh Stahl- winkel 1018	112 Dss Rostfr. Stahlw. 304	112 DsIII 3"-Blech Stahl 1018 (Los B)	112 DsIII 3"-Blech Stahl 1018 (Los C)
1.	walzengebr. SG 5 s Aufwerfbeschichtg.	618	50	117	365
BK	2xtrudK 14 # 645 5 s Aufwerfbeschichtg.	860	43	486	992
3.	Extrud. SG # 645 20 s Aufwerfbeschichtg.	1 192	–	–	937

Die Prüfung mit geringem Druck wurde an zwei verschiedenen Stahl-Losen (Los B und Los C) durchgeführt, die zu unterschiedlichen Zeiten eingegangen waren. Wie angegeben zeigen sie unterschiedliche Schleifcharakteristiken, die aus dem Gesamtabtrag gemäß Tabelle 2 hervorgehen.

In der folgenden Tabelle 3 sind die Ergebnisse der oben genannten Schleifprüfungen im Verhältnis zum Vergleichsblatt, d. h. Blatt Nr. 1 angegeben.

Tabelle 3

Prozentuale Ergebnisse der Schneidleistung des faserförmigen Schleifmittels in Relation zu walzengebrochenen Körnern

Blatt Nr.	Art des Schleifmittels	112 Dsh Stahlwinkel 1018	112 Dss Rostfr. Stahlw. 304	112 DsIII 3"-Blech Stahl 1018 (Los B)	112 DsIII 3"-Blech Stahl 1018 (Los C)
1.	walzengebr. SG 5 s Aufwerfbeschichtg.	100 %	100 %	100 %	100 %
2.	Extrud. SG # 645 5 s Aufwerfbeschichtg.	139 %	86 %	400 %	479 %
3.	Extrud. SG # 645 20 s Aufwerfbeschichtg.	193 %	— ¹⁾	— ¹⁾	264 %

1 Diese Tests wurden infolge der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Zahl vorbereiteter Schleifblätter nicht durchgeführt.

Aus den oben gezeigten Ergebnissen geht eindeutig hervor, daß bei Kohlenstoffstahl 1018 die Rundblätter mit Vulkanfaserunterlage und darin enthaltenen Schleiffasern eine bedeutend bessere Schleifleistung zeigen als die Blätter mit geimpftem Gel-Aluminiumoxid-Schleifkorn der Norton Company, die mit an sich bekannten Brechverfahren hergestellt wurden. Blatt Nr. 2 mit 5 Sekunden Aufwerfbeschichtung ergab 39% mehr Abtrag im Test mit hohem Druck und 179 bis 300% mehr Abtrag im Test mit geringem Druck auf Stahlblech. Darüber hinaus führte die größere Menge von Schleiffasern (Blatt Nr. 3) zu einer noch besseren Schneidleistung mit hohem Druck, während keine Verbesserung beim Test mit niedrigem Druck zu beobachten war. Aus den Gesamtergebnissen des Tests ergibt sich, daß Schleiffasern beim Schleifen unter hohem Druck dauerbeständiger sind. Bei Kohlenstoffstahl 1018 und niedrigem Druck sind sie außerdem vielseitiger und haben bessere Freischneideeigenschaften als walzengebrochene SG-Schleifkörner.

Die Herstellung des faserförmigen Schleifmittels erfolgte durch 5minütiges Mischen von 3,2 kg Pural® NG-Aluminiummonohydrat der Firma Condea Chemie GmbH mit 1,3 kg Mischwasser und 22 g α -Aluminiumoxidkeimen in einem an sich bekannten V-Doppelmantelmischer, bis ein im wesentlichen gleichmäßiges Sol vorhanden war. Dann wurden 200 g 70%ige Salpetersäure, verdünnt mit 750 cm³ destilliertem Wasser zugegeben und das Mischen weitere fünf Minuten fortgesetzt, um ein Gel mit 59% Feststoffanteil und gleichmäßiger Keimverteilung zu erhalten. Die im Gel verwendeten Impfkörner wurden durch Mahlen einer Charge aus destilliertem Wasser und 88%igem Aluminiumoxidschleifmittel normaler Körnung (jeweils 12 mm Durchmesser und 12 mm Länge) der Firma Diamonite Products Company, Shreve, Ohio in einer Sweco-Mühle Modell 45 hergestellt, bis die Partikel (Aluminiumoxidkeime) im Wasser eine Oberflächenkennzahl von mindestens 100 m²/g aufwiesen.

Das eingesetzte Pural®-NG-Pulver hatte eine Reinheit von etwa 99,6% mit geringen Mengen von Kohlenstoff, Siliciumdioxid, Magnesiumoxid und Eisenoxid.

Danach wurde das geimpfte Gel durch ein weichwandiges Extrudermundstück mit Vielfachöffnungen extrudiert, dessen Öffnungen einen Durchmesser von 0,60 mm zur Herstellung der Endlosgefäsern hatten. Nach dem Trocknen wurden die extrudierten Faserbündel in Längen von durchschnittlich 2 mm gebrochen und danach fünf Minuten bei 1320°C gebrannt. Nach dem Brennen zur Umwandlung des Materials der Schleiffasern in α -Aluminiumoxid wiesen die einzelnen Fasern einen mittleren Querschnitt auf, der einem Schleifmittel der Normalkörnung 50 entsprach. Zumindest einige der Schleiffasern waren in ihrer Länge gebogen und gedreht.

Im wesentlichen bestanden die Schleiffasern aus reinem α -Aluminiumoxid mit einer oben genannten mittleren Kristallitgröße von 0,3 μ m und einer Härte von etwa 16 GPa.

Beispiel 2

Vergleich der Schneidleistung von Schleiffasern und walzengebrochenen Körnern

In diesem Beispiel wird die Schneidleistung und Oberflächengüte faserförmiger Schleifpartikel aus geimpftem Aluminiumoxid-Gel mit SG-Schleifkörnern verglichen, die durch an sich bekanntes Walzenbrechen gewonnen wurden. Die faserförmigen Schleifpartikel wiesen einen mittleren Durchmesser von 0,33 mm (0,013") auf, was in etwa Schleifkörnern der Körnung 50 entspricht 0,35 mm (0,01369) und hatten ungeordnete Längenverhältnisse von etwa 2:1 bis 8:1. Wie unten angegeben führte dabei jedoch die eingesetzte chargenweise Klassierung zu einigen sehr langen Fasern und einem unverhältnismäßig hohen Anteil von Feinkorn. Die Schleiffasern und walzengebrochenen SG-Vergleichskörner der Körnung 50 hatten dieselbe Normalzusammensetzung wie bereits im Beispiel 1 angegeben.

Ergebnisse der Klassierung von walzengebrochenen Körnern und Schleiffasern

Art des Korns	Serien-Nummer	Körnung	Klassierung
Walzengebrochen	08D168.3	50	+3,2 +1,9
Schleiffasern	08D168.7	50	–2,5 +30,9

Wie aus der oben dargestellten Tabelle hervorgeht, gab es beträchtliche Unterschiede zwischen der Klassierung der beiden Kornarten. Die Angabe "+3,2 +1,9" bedeutet, daß die Probe walzengebrochenen Schleifkorns 3,2% übermäßiges Korn und 1,9% Feinkorn enthielt, wie die Prüfung mit dem Klassiersiebsystem gemäß CAMI ergab. Dieses liegt innerhalb des zulässigen

Toleranzbereiches für SG-Schleifkörner der Körnung 50. Andererseits verweist die Angabe „–2,5 +30,9“ für die Schleiffaserprobe darauf, daß mit 2,5% zu wenig übermäßiges Korn und mit 30,9% zuviel Feinkorn enthalten waren, was einen unverhältnismäßig hohen Wert darstellt. Die hohe Angabe für Feinkorn ist das Endergebnis der Tatsache, daß alle Schleiffasern („Körner“) annähernd denselben Durchmesser haben, der unter der Siebgröße des Vergleichssiebs für die Körnung 50 liegt. Es wurden runde Schleifblätter mit Vulkanfaserunterlage gemäß der Beschreibung in Beispiel 1 hergestellt. Die Beschichtungsmassen betrugen in annähernd: Kontaktschicht 6,8kg/Ries (15 lbs./Ries); Bindemittelschicht 104 kg/Ries (23 lbs./Ries); Schleiffasern 65g, walzengebrochene Körner 52g. Nach dem üblichen Knicken wurden die runden Schleifblätter mit Vulkanfaserunterlage zunächst in der bereits beschriebenen Abstumpfungsprüfung mit niedrigem Schleifdruck bewertet (Prüfung DsIII). In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die Abtrags- und Oberflächenergebnisse vergleichsweise dargestellt:

Tabelle 4
Vergleich des Abtrags und der Oberflächengüte von faserförmigen Schleifmitteln und walzengebrochenen Körnern bei 76,2 mm (3")-Blech

Zyklus Nr.	Abtrag				Oberflächengüte					
	SG-Vergl. Körnung 50		faserförmig Körnung 50		SG-Vergl. Körnung 50			faserförmig Körnung 50		
	Abtrag/ Zyklus	Ges.- Ab- tr.	Abtrag/ Zyklus	Ges.- Ab- tr.	Oberflächengüte			Oberflächengüte		
					Ra	Rtm	Pc	Ra	Rtm	Pc
	(g)	(g)	(g)	(g)						
1	29	29	20	20	164	1 005	227	125	995	211
2	25	55	16	37	105	736	255	103	855	233
4	18	94	15	68	80	625	163	109	757	156
6	12	119	10	92	48	414	115	53	386	82
8	8	136	9	112	37	331	103	33	268	73
10	41	46	8	128	34	282	96	28	222	91
12	–	–	7	143				28	193	92
14	–	–	5	154				40	297	81

Ra = Abweichung von der mittleren Linie in µm
Rtm = mittlere Rauhtiefe in µm
Pc = Anzahl der Spitzen

Üblicherweise wird die Oberflächengüte eines Metallwerkstücks mit den Ra- und RT-Werten angegeben, die an den Schleifmarken an unterschiedlichen Stellen (z. B. in der Mitte, linke, rechte Kante) entlang des bearbeiteten Werkstücks gemessen werden. Den Fachleuten ist die Bedeutung dieser statistischen Parameter gut bekannt. Sie sind eindeutig in einer Publikation mit dem Titel „An Introduction to Surface Texture and Part Geometry“ (Einführung in die Oberflächenbeschaffenheit und Werkstückgeometrie) der Firma Industrial Metal Products Incorporated (IMPCO) definiert. Im allgemeinen ist Ra ein Maß der mittleren Oberflächenrauheit. Da viele Oberflächen unterschiedlicher Topographie gleiche Ra-Werte haben können, wird diese Zahl in der Regel durch andere Parameter ergänzt, die auf derselben Oberfläche gemessen werden. In der Metalloberflächenbearbeitung wird Rt oft als Ergänzung der Ra-Messung verwendet. Der Rt-Wert ist ein Maß für die Tiefe von Spuren oder Kratzern, die nach der Oberflächenbearbeitung möglicherweise auf der Werkstückoberfläche verbleiben. Bei der Angabe Pc handelt es sich um eine Zahl, die im allgemeinen die Kratzerhäufigkeit angibt.

Wie aus den obengenannten Daten hervorgeht, wiesen die runden Schleifblätter mit Schleiffasern eine höhere Abtragsleistung als die mit an sich bekannten gebrochenen Schleifkorn auf. In den ersten Zyklen schnitt das Schleifblatt mit den faserförmigen Schleifmitteln zunächst mit einem etwas geringeren Abtrag ab, dann jedoch wurde ein Abtrag über eine wesentlich längere Zeit erreicht. Die mit den Schleiffasern erzeugte Oberflächengüte scheint in etwa der mit dem walzengebrochenen Schleifkorn erzeugten zu entsprechen. Dennoch sollte nochmals darauf verwiesen werden, daß die chargenweise Klassierung der faserförmigen Schleifpartikel, wie oben dargelegt, einen unverhältnismäßig hohen Anteil von Feinkorn und einige sehr lange Schleiffasern hervorbrachte. Bei einer kontrollierteren „Klassierung“ würde sich voraussichtlich eine andere Oberflächengüte ergeben.

Durchgeführt wurde eine weitere Prüfung (112Dsl), um einen Vergleich zwischen dem Abtrag und der Oberflächengüte aus der Verwendung von Schleiffasern einerseits und walzengebrochenem Schleifkorn der Körnungen 50 und 36 andererseits zu ermöglichen. In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die Ergebnisse dargestellt. Diese Prüfung gleicht der Prüfung DsIII mit Ausnahme des Prüfkörpers, der eine 25,4 mm („1“) dicke Stirnfläche aufwies.

Tabelle 5

Vergleich des Abtrags und der Oberflächengüte von Schleiffasern und walzengebrochenem Schleifkorn auf einer 25,4 mm („1“) Stahlstirnfläche

Zyklus Nr.	Abtrag			Oberflächengüte								
	SG-V. Körng. 50	952 ¹⁾ Körng. 50	SG-V. ¹⁾ Körng. 36	SG-Vergl.- korn Körnung 50			952 ¹⁾ Körng. 50			SG-Vergl.- korn ¹⁾ Körnung 36		
	Gesamtatrag in Gramm			Oberfläche			Oberfläche			Oberfläche		
				Ra	Rtm	Pc	Ra	Rtm	Pc	Ra	Rtm	Pc
1	41	31	44	152	1 053	214	407	1 455	149	226	1 181	163
5	215	189	256	154	852	195	196	1 279	173	205	1 079	224
10	438	419	526	119	839	233	158	1 019	179	135	840	177
15	627	640	779	136	1 018	243	136	714	159	128	711	284
20	799	859	1 001	63	599	353	124	730	196	129	820	145
25	880	1 060	1 181	41	420	320	92	581	230	75	526	179
30	926	1 228	1 334	41	254	100	80	423	152	73	534	181
35	—	1 350	1 437	—	—	—	87	477	139	54	394	168
40	—	1 444	1 506	—	—	—	48	431	200	70	359	181
44	—	1 496	1 541	—	—	—	73	489	96	80	503	115
48	—	1 532	—	—	—	—	65	347	90	—	—	—

1 Schleiffasern.

Ra = Abweichung von der mittleren Linie in μm

Rtm = mittlere Rauhtiefe in μm

Pc = Anzahl der Spitzen

Wie aus den oben genannten Ergebnissen hervorgeht, erzielten die Schleiffasern der Körnung 50 nicht nur bessere Abtragsleistungen als die walzengebrochenen Schleifkörner der Körnung 50, sondern der Abtrag entsprach auch dem der Kontrollkörnung 36. Wiederum war der Abtrag der Schleiffasern anfänglich etwas geringer als bei den walzengebrochenen Schleifkörnern, er setzte sich jedoch gleichbleibend über eine längere Zeit fort. Bei dieser Prüfung mit 25,4 mm („1“) dickem Blech erzeugten die faserförmigen Schleifpartikel eine Oberflächengüte, die der Vergleichskörnung 36 gleichkam.

Beispiel 3

Vergleich der Schneidleistung von Schleiffasern mit steigendem Längenverhältnis und walzengebrochenem Schleifkorn. In diesem Beispiel werden runde Schleifblätter mit Schleiffasern unterschiedlicher Längenverhältnisse einer Prüfung im Vergleich mit walzengebrochenen Schleifkörnern ähnlicher Zusammensetzung unterzogen, um die Auswirkung des Längenverhältnisses auf die Schneidleistung zu bewerten.

Wie bereits dargelegt wurde geimpftes Sol-Gel-Schleifmittel hergestellt und dann durch ein feines Rundmundstück mit einer Vielzahl von Öffnungen stranggepreßt. Die Schleiffasern wurden getrocknet und in einem Backenbrecher leicht gebrochen, um unterschiedliche Schleiffaserlängen zu erhalten. Nach dem Brennen wurde das Los kurzzeitig über verschiedene Sieböffnungen gesiebt, damit unterschiedliche Schleiffaserlängen getrennt werden konnten. Es wurde das mittlere Längenverhältnis ermittelt, das nachfolgend angegeben ist. In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der chemischen Analyse der verschiedenen Proben und andere physikalische Eigenschaften dargestellt.

Tabelle 6

Bezeichnung der Probe	1015 ¹⁾	1016	1017	1018	Vergleichs- probe
Masse (lbs)	10	24	13,5	12,5	0,01
Chemische Zusam- mensetzung					
Na ₂	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
MgO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,12
SiO ₂	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04
CaO	0,02	0,02	0,03	0,02	0,20
TiO ₂	0,17	0,17	0,21	0,18	0,03
Fe ₂ O ₃	0,15	0,21	0,11	0,12	3,89
Dichte					
(Wasserpyknom.)	3,91	3,91	3,91	3,91	3,88
(Heliumpyknom.)	3,94	3,96	3,96	3,95	20,7
Härte	19,6	20,1	20,4	19,6	0,17
Mittl. Kristallgröße	0,139	0,135	0,125	0,135	
Mittl. Längenver- hältnis	4,2:1	3,6:1	5,1:1	8,5:1	

Der mittlere Korndurchmesser betrug bei allen 4 Proben 0,011 bis 0,013“.

1 Keine Siebung, d. h. voller Größenbereich.

2 Gewichtsanteile in %, Rest Al₂O₃.

Entsprechend dem in Beispiel 1 offenbartem Verfahren wurden runde Schleifblätter mit Vulkanfiberunterlage hergestellt. Die Ergebnisse der bereits beschriebenen Schleifprüfungen sind in der nachfolgenden Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7

Ergebnisse				Masseverlust der Blätter				
Blatt	Körn.	Längen- ver- hält- nis	LPD ¹	Prüfung 112 Dsh	Prüfung 112 Dss	Prüfung 112 DslII	Prüfung 112 DslII	Prüfung 112 Ds
				warm- gewalzt. Stahl 1020	Rostfr. Stahl 304	Stahl 1018	Masseverlust d. Rundblätter mit Schleifmittel auf Unterlage	
SG- Vergl.	50	1,4:1	180,7	705 g 100 %	48 g 100 %	180 g 100 %	0,5 g 100 %	1,8 g 100 %
SG- 1015	50	4,2:1	189,2	1 434 g 203 %	55 g 115 %	624 g 347 %	2,6 g 520 %	6,2 g 344 %
SG- 1016	50	3,6:1	197,9	1 185 g 168 %	57 g 119 %	401 g 223 %	1,5 g 300 %	3,8 g 211 %
SG- 1017	50	5,1:1	180,3	1 617 g	56 g 117 %	465 g 258 %	2,3 g 460 %	7,2 g 400 %
SG	50	8,5:1	163,9	1 346 g 191 %	53 g 110 %	639 g 355 %	2,7 g 540 %	9,5 g 528 %

¹ LPD = Schleifprüfung mit geringem Schleifdruck

Wie oben angegeben weisen die Schleiffasern enthaltenden Rundblätter im Gegensatz zum Vergleichsblatt mit walzengebrochenen Schleifkörnern einen deutlich besseren Abtrag in den Prüfungen 112Dsh und 112DslII auf Stahl 1020 und 1018 auf. Vergleichsweise wesentlich geringer war jedoch der Leistungsanstieg beim Schleifen von rostfreiem Stahl (Prüfung 112Dss). Wie in der Abstumpfungsprüfung mit hohem Druck haben die Schleiffasern enthaltenden Blätter offenbar eine hohe Wirksamkeit beim Schleifen mit geringem Schleifdruck. Der Schleifkörper mit ungesiebttem Schleifmittel (Probe 1015) erzielte in der Prüfung 112DslII einen Gesamtabtrag von 347 % im Vergleich zum Abtrag der Vergleichsprobe.

Wie in Fig. 7 der Zeichnungen dargestellt, erhöht sich in der Prüfung 112Dsh mit warmgewalztem Stahl 1020 der Abtrag bis zu einem Längenverhältnis von 5,1:1 (Probe 1017) und verringert sich anschließend. Während des Tests wurde ein Wegfliegen von Schleiffasern vom runden Schleifblatt beobachtet. Ohne es darauf zu beschränken ist dieses offenbar ein Ergebnis dessen, daß sich der Momentarm erhöht und damit die Beanspruchungswerte in dem Schleifkorn, d. h. den Schleiffasern verändert werden. Der Schleiffaserverlust in Abhängigkeit vom Längenverhältnis wird durch die Werte in der Tabelle 7 bestätigt. So erhöht sich beispielsweise im Test 112Dsh der Masseverlust des beschichteten Schleifblatts bei ansteigendem Längenverhältnis: 9,5 g bei einem Verhältnis von 8,5:1 gegenüber 3,8 g bei einem Längenverhältnis von 3,6:1. Dennoch zeigt Fig. 7, daß die Probe 1018 bei einem mittleren Längenverhältnis von 8,5:1 in ihrer Leistung noch immer das Vergleichsschleifblatt mit an sich bekannten walzengebrochenen Schleifkorn übertraf. Wie ebenfalls aus der Tabelle 7 ersichtlich, beeinflußt das Längenverhältnis offenbar nicht die Leistung beim Schneiden von rostfreiem Stahl (Test 112Dss).

Aus der Fig. 8 geht hervor, daß sich bei der Abstumpfungsprüfung mit geringem Druck (112DslII) der Abtrag bei ansteigendem Längenverhältnis erhöht, wobei als Ausnahme beim Längenverhältnis 4,1:1 der Probe 1015 ein einzelner Spitzenwert im Abtrag erscheint. Diese Probe ist die einzige einer Gruppe von Proben, die der Prüfung in diesem Beispiel 3 in ungesiebter Form unterzogen wurde. Eine kleine Anzahl von Schleiffasern nämlich 25 Stück wurden aus der Probe 1015 zufällig ausgewählt, wobei deren Durchmesser optisch bestimmt wurden. Bei diesen Schleiffasern bewegte sich das Längenverhältnis zwischen 2,58 und 12,66. Damit wird angenommen, daß dieser Abtragsunterschied der Probe 1015 möglicherweise das Ergebnis der breiteren Längenverteilung in der ungesiebten Probe ist, während die anderen Proben sämtlich gesiebt wurden. Durch das Sieben wird die Längenverteilung verändert oder verkleinert. Bei ungesiebtten Schleiffasern berühren sich dagegen einige lange Schleifkörner (Fasern), was zu einem höheren Einheitsdruck je Korn führt. Obwohl in Tabelle 7 nicht ausdrücklich ausgewiesen, haben die Schleifblätter mit Schleiffasern wie in den bereits aufgeführten Beispielen anfänglich einen geringeren Abtrag als die SG-Vergleichsprobe, behalten jedoch in jedem Fall eine höhere Abtragsleistung für eine wesentlich längere Zeit bei. Das SG-Vergleichsschleifblatt schnitt bis zum 8. Zyklus 10 g/min, während mit der Probe 1015 bis zum 30. Zyklus ein Abtrag von mehr als 10 g/min erzielt wurde.

Beispiel 4

Schneidleistung von Schleifblättern mit Schleiffasern der Körnung 36 und walzengebrochenen Körnern der Körnung 36. In diesem Beispiel wurde ein rundes Schleifblatt mit Vulkanfiberunterlage und geimpftem Sol-Gel-Aluminiumoxidschleifmittel der Körnung 36 bewertet, dessen nachfolgend angegebene Zusammensetzung dieselbe wie für die Herstellung herkömmlicher Schleifkörner durch normales Walzenbrechen und Faserextrusion war:

Bestandteil	Gewichtsanteile in %
Al ₂ O ₃	99,52
Na ₂ O	0,01
MgO	0,01
SiO ₂	0,06
CaO	0,04
TiO ₂	0,19
Fe ₂ O ₃	0,17

Die walzengebrochenen Schleifkörner und Fasern hatten folgende physikalische Eigenschaften: Dichte (Pyknometer, Wasser) – 3,89; Dichte (Pyknometer, Helium) – 3,92; Härte – 20,3; Kristallgröße (mittlere) – 0,149 µm.

Dieses Schleifmittel wurde auf einen Durchmesser von 0,41 mm (0,016") extrudiert (etwa Körnung 36) und in ungeordnete Längen von etwa 0,8 mm bis etwa 4 mm geschnitten. Damit lagen die Längenverhältnisse dieser Schleiffasern etwa zwischen 2:1 und 10:1.

Es wurden runde Schleifblätter mit Vulkanfiberunterlage gemäß Beispiel 1 hergestellt, wobei jedoch die Beschichtungsmassen betrugen: Kontaktschicht 7,7 kg/Ries (17 lbs./Ries), Bindemittelschicht 12,7 kg/Ries (28 lbs./Ries), Schleifkörner/-fasern 27,2 kg/Ries (60 lbs./Ries).

Die Klassierung des eingesetzten Schleifmittels und die resultierende Schneidleistung sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8

Mittel	Körnung	Klassierung	LPD ¹	Ergebnisse der Prüfung		
				Gamm Abtrag/Zeit in % vom Vergleichsblatt		
				112 Ds Stahl 1018	112 Dss Rostfr. Stahl	112 DsIII 3"-Blech
Vergl.- probe	35	–0,7 + 13,2	185,1	1214/100	80/100	264/100
Schleif- fasern	35	–15,6 + 70,8	208,4	1842/152	91/112	465/176

¹ Abstumpfungsprüfung mit geringem Schleifdruck

Wie bei den bereits durchgeführten Prüfungen ist bei jeder Prüfung mit dem erfindungsgemäßen Schleifmittel auf Unterlagen der Abtrag anfänglich geringer als mit den Vergleichskörnern, er wird aber über eine wesentlich längere Zeit beibehalten. Entsprechend einer nicht gefestigten Theorie kann ein solcher, anfänglich niedriger Abtrag möglicherweise mit der relativ geringen Anzahl extrem langer Schleiffasern beim anfänglichen Kontakt zusammenhängen.

In der Prüfung mit rostfreiem Stahl, die normalerweise nach 10 Minuten beendet wird, erreichte das SG-Vergleichsschleifblatt einen Abtrag von sechs Gramm je Minute, wobei der Gesamtabtrag 80 Gramm betrug. Dagegen betrug am Ende der 10 Minuten der Abtrag der Schleifblätter mit Schleiffasern 8 Gramm je Minute und der Gesamtabtrag lag bei 91 Gramm. Das Schleifen mit diesem Rundschleifblatt auf Vulkanfiberunterlage wurde solange fortgesetzt, bis der Abtrag auf sechs Gramm je Minute gesunken war. Dafür waren nochmals 10 Minuten Schleifzeit erforderlich, und der Gesamtabtrag nach 20 Minuten betrug 163 Gramm.

Obwohl die erfindungsgemäße Lösung speziell im Hinblick auf Schleiffasern mit einem annähernd kreisförmigen Querschnitt beschrieben wurde, wird ersichtlich, daß sie nicht darauf beschränkt ist. Die in der praktischen Anwendung dieser Erfindung eingesetzten faserförmigen Schleifmittel können jeden gewünschten Querschnitt aufweisen, z. B. rund, quadratisch, dreieckig, rautenförmig, polygonal, oval, kreuzförmig usw. sein. Die Hauptforderung ist, daß diese Schleifmittel eine wie bereits offenbarte längliche Form aufweisen müssen. Dabei brauchen solche faserförmigen Schleifmittel nicht unbedingt eine geradläufige Konfiguration zu haben. Sie können in ihrer Längsrichtung gedreht sein oder bei Bedarf andere nichtlineare Formen haben. Dazu kommt, daß runde Schleifblätter mit Mischungen von Schleiffasern unterschiedlicher Formen oder unterschiedlicher Größen hergestellt werden können; so kann z. B. das Schleifblattmaterial runde Schleiffasern mit zwei verschiedenen Durchmessern enthalten. Außerdem können Schleiffasern mit herkömmlich gebrochenen Schleifkörnern vermischt werden. Es ist auch möglich, Schleiffasern aus Sol-Gel-Al₂O₃ mit Schleifkörpern anderer Zusammensetzung zu mischen, z. B. mit gesintertem Al₂O₃, Granat usw. Weiterhin kann das Schleifblattmaterial auch mit an sich bekannten getrennten Beschichtungsverfahren hergestellt werden, z. B. kann die Grundbeschichtung aufgetragen werden, und anschließend ein billigeres Schleifkorn oder ein Füllstoff durch Fallbeschichtung und danach die Schleiffasern durch die elektrostatische Beschichtung. Es können klassierte Schleifmittel durch getrennte Beschichtungsverfahren geschaffen werden, indem z. B. zuerst eine feine Körnung durch Fallbeschichtung aufgebracht wird, auf die danach gröbere Schleiffasern mittels elektrostatische Beschichtung folgen. Die erfindungsgemäße Lösung wurde ausführlich anhand von runden Schleifblättern mit Vulkanfiberunterlage dargelegt, ist aber nicht auf diese beschränkt. Verschiedene an sich bekannte Schleifblattmaterialien können geschaffen werden, z. B. Bänder, rechteckige Schleifblätter, Profil- und Lamellen-Schleifscheiben.

Beispiel 5

In diesem Beispiel wird die Auswirkung unterschiedlicher Kristallgrößen auf die Leistung der erfindungsgemäßen Schleiffasern dargestellt.

Die Schleiffasern wurden auf runde Schleifblätter mit Vulkanfiberunterlage und 177,8 mm (7") Durchmesser aufgetragen, die den Standardprüfverfahren für Schleifblätter 112 DsH, 112 DsIII und 113 DsI unterzogen wurden. Die beiden ersten Tests wurden

beschrieben. Die Prüfung 113 Dsl ist ein Test mit mittlerem Schleifdruck, bei der die gleiche Ausrüstung wie in der Prüfung 112 DsH und als Prüfkörper ein Stab aus Stahl 1018 mit den Abmessungen 25,4 mm × 63,5 mm × 247,7 mm (1" × 2 1/2" × 9 3/4") verwendet wird. Der Stab und das Schleifblatt sind so zueinander angeordnet, daß die 25,4 mm (1") dicke Stirnfläche des Stabs geschliffen wird. Der Schleifzyklus beträgt jeweils zwei Minuten; nach jedem Schleifen wird der Stab entfernt und zur Bestimmung des Masseverlusts gewogen. Während der Prüfung werden abwechselnd vier Stäbe verwendet. In allen anderen Gesichtspunkten gleicht die Prüfung der Prüfung 112 DsH. In der nachfolgenden Tabelle 9 sind die Ergebnisse dargestellt. Bei dem geprüften Vergleichsmuster handelt es sich um ein normales kommerzielles, geimpftes Sol-Gel-Schleifmittel mit brockenartigen Körnern, welches durch Brechen und Klassieren hergestellt wurde.

Tabelle 9

Probe	Kristallgröße (µm)	Längenverhältnis	112 DsH* (Stahl 1018)	112 DsIII* (3"-Stahlblech)	113 Dsl* (Stahl 1018)
Vergl.-muster (SG)	nicht verfügbar	nicht verfügbar	100 %	100 %	100 %
5-1	(nicht geimpft) > 2	2,5:1	14 %	42 %	8 %
5-2	1,16	2,5:1	127 %	127 %	119 %
5-3	0,65	2,5:1	148 %	118 %	109 %
5-4	0,54	2,5:1	156 %	154 %	108 %
5-5	0,42	2,5:1	158 %	129 %	118 %
5-6	0,39	2,5:1	193 %	136 %	134 %
5-7	0,26	2,5:1	211 %	183 %	151 %

* ausgedrückt in % zum kommerziellen Vergleichsmuster

Aus den oben angegebenen Daten wird der bedeutende Vorteil einer Anwendung der kleinstmöglichen Kristallgröße in den Schleifteilchen klar ersichtlich. Deutlich wird auch, daß mit einem nicht geimpften Schleifmittel überhaupt keine guten Leistungen zu erzielen sind.

Beispiel 6

In diesem Beispiel wird ein Produkt mit einem Schleifkorn quadratischen Querschnitts mit einem Produkt verglichen, das unter Verwendung des normalen, gebrochenen SG-Schleifkorns hergestellt wurde. In jedem Fall wurden das Schleifkorn aus geimpftem Sol-Gel geformt, wobei die Kristallgröße unter 1 µm lagen. Bei dem SG-Schleifkorn der Körnung 80 und dem erfindungsgemäßen Schleifblattmaterial wurden Schleifkörper mit quadratischem Querschnitt verwendet, die einer Körnung 80 entsprachen. Das Längenverhältnis betrug 4:1.

Die Ergebnisse sind in % in bezug auf die Leistung des SG-Vergleichsschleifkörpers ausgedrückt. Die erzielten Ergebnisse waren wie folgt:

	112 DsIII 3"-Blech	113 Dsl 1"-Stahlstab
SG-Vergleichsschleifprodukt (Körnung 80)	100 %	100 %
Schleiffaser mit quadratischem Querschnitt (Körnung 80)	339 %	249 %

Damit wird deutlich, daß auch Schleifkorn mit anderen Querschnitten als den oben beschriebenen Rundformen in den erfindungsgemäßen Schleifblattmaterial wirksam sind.

Beispiel 7

Dieses Beispiel zeigt die Auswirkung der Kornmenge auf die Wirksamkeit eines Schleifprodukts. Es wurden eine Reihe von Schleifoperationen durchgeführt, um die Auswirkung unterschiedlicher Parameter auf die Schleifleistung von erfindungsgemäßen Schleifprodukten zu bewerten. Bei den untersuchten Parametern handelte es sich um das Längenverhältnis, die Kornmasse, Mischungen verschiedener Körner und das Verfahren der Kornaufbringung. Sofern nicht anders angegeben, bestand die verwendete Trägerunterlage aus 2079 (7,3oz.) schwerem Polyesteratlas mit einer Oberflächengüte von 775, die Kontakt- und Bindemittelschicht wurden nach folgendem Ansatz hergestellt:

Kontaktschicht		Bindemittelschicht	
Varcum 2535	30,0 %	Varcum 2535	27,3 %
BM-42	13,6 %	BM-42	14,4 %
Dura	54,5 %	Kryolith	49,1 %
A-1100	0,25 %	A-1100	0,25 %
Wasser	1,6 %	Wasser	8,9 %

In Tabelle 10 sind die hergestellten Schleifprodukte und die Ergebnisse der Schleifprüfungen zusammengefaßt. Bei einer Untersuchung der Prüfungsergebnisse wird deutlich, daß die Schleifprodukte mit den höchsten Leistungen das Längenverhältnis enthielten. Darüber hinaus wurde ein positiver Effekt schon dadurch erzielt, daß man die Menge dieses Schleifkorns bei dem Produkt einfach verringerte. Bei dem Produkt mit den besten Ergebnissen (308 %) waren nur 66 % der Oberfläche mit den Schleiffasern mit einem Längenverhältnis 3,1:1 beschichtet. Die mit dem Längenverhältnis 2,1:1 erreichten Ergebnisse waren nicht so hervorstechend wie beim Längenverhältnis 3,1:1, aber mit 172 % immer noch wesentlich besser als die des Vergleichskornes. Deutlich wurde die gleiche Leistungsverbesserung durch Verringerung der Schleiffasern mit dem Längenverhältnis 2,1:1 erreicht. Offenbar führen Kornmassenwerte zwischen etwa 40 und 60 % zu den besten Ergebnissen für jedes der beiden bewerteten Längenverhältnisse. Interessanterweise verursachte die Anordnung der Schleiffasern mit dem Längenverhältnis 2,1:1 auf dem Schleifblattmaterial beträchtliche Leistungsunterschiede. Bei dem Schleifblattmaterial 7-11 wurden Schleiffasern mit einem Längenverhältnis 3,1:1 als erste Schicht und das SG-Korn der Körnung 50 als zweite Schicht aufgetragen, während das Schleifblattmaterial 7-12 als erste Schicht das SG-Korn der Körnung 50 und als zweite Schicht die Schleiffasern des Längenverhältnisses 3,1:1. Die Ergebnisse der Prüfung 112 Ds (80) zeigen, daß 7-11 etwas bessere Leistungen (115 %) als die Vergleichsprobe hatte, während 7-12 einen Wert von 292 % gegenüber des Vergleichskornes erreichte. Dabei sollte beachtet werden, daß die hierbei hergestellten Schleifkörper mit dem Längenverhältnis 3,1:1 zwar einen Teilchendurchmesser von 0,33 mm hatten, der annähernd einer Körnung 50 entspricht, aber die Leistung der Krönung 36 (siehe 34R984) in dem Test 112 Ds (80) um das 2,5fache und in dem Test mit festem Vorschub um das 2fache übertrafen.

Tabelle 10

Schl.- pro- dukt	Ver- fah- ren	Korn- art	Premium- körnung lbs./ Ries	Gesamt- körnung lbs./ Ries	Prz.An- teil d. geschloss. Schicht	Ergebnisse der Prüfungen im Verhältnis zum Normal	
						122 Ds (80/psi) Stahl 1018	Fenster Vorschub Stahl 4140
Normal	1. Schicht (Sch.)	SG, Kör- nung 50	39	39	100 %	100 %	100 %
7-1	1-Sch.	LV 3,1	55,8	55,8	100 %	269 %	450 %
7-2	1-Sch.	LV 3,1	47	47	84 %	299 %	–
7-3	1-Sch.	LV 3,1	37	37	66 %	308 %	406 %
7-4	1-Sch.	LV 2,1	50	50	100 %	136 %	163 %
7-5	1-Sch.	LV 2,1	42	42	84 %	151 %	–
7-6	1-Sch.	LV 2,1	29	29	58 %	164 %	184 %
7-7	1-Sch.	LV 2,1	22,5	22,5	45 %	172 %	131 %
7-8	1-Sch.	LV 3,1/EK	30,4	47,4	100 %	261 %	325 %
7-9	1-Sch.	LV 3,1/EK	36	43,8	100 %	256 %	–
7-10	1-Sch.	LV 3,1/EK	30,4	47,4	100 %	191 %	–
7-11	1. Sch.	LV 3,1	28,2	47	100 %	115 %	97 %
	2. Sch.	SG-50	18,8				
7-12	1. Sch.	SG-50	21	47	100 %	292 %	–
	2. Sch.	LV 3,1	26				
7-14	1-Sch.	LV 2,1/NZ	44	44	100 %	138 %	–
7-15	1-Sch.	LV 2,1 SiC	26,8	41,8	100 %	136 %	–

In jedem Fall wurde ein elektrostatisches Aufwerfverfahren für die Kornbeschichtung eingesetzt. Die SG-Körner der Körnung 50 hatten eine geringe Dichte von 1,73 und enthielt +16,0 übermäßiges Korn und –4,6 Feinkorn. EK steht für ein Elektrokorundschleifmittel der Körnung 50. (Dieses ist keine Premiumkörnung) NZ steht für Norzon®-Körner, Körnung 50 der Firma Norton Company. (Dies ist eine Premiumkörnung) SiC steht für Siliciumcarbidkörner der Körnung 50. (Dieses ist keine Premiumkörnung) „Proz. Anteil d. geschloss. Schicht“ steht für den prozentualen Anteil der tatsächlichen Masse der Schleifmittelschicht von der höchst möglichen Masse der Schleifmittelschicht.

Aus den oben dargestellten Ergebnissen scheint deutlich zu sein, daß bei Verwendung eines faserförmigen Kornes dieses vorzugsweise in der Oberschicht liegen sollte, falls Mehrfachsichten eingesetzt werden. Danach ist klar, daß zur Erzielung optimaler Leistungen eine Beschichtung mit faserförmigem Schleifkorn vorzugsweise nur etwa 40 bis 60 % einer geschlossenen Schleifmittelschicht ausmachen sollte, wobei der Rest durch Nicht-Premiumschleifkorn oder besser noch durch einen von Luft ausgefüllten Freiraum aufweisen.

Beispiel 8

In diesem Beispiel wird die Auswirkung einer in-situ-Herstellung des α -Aluminiumoxids in Faserform im Gegensatz zum Strangpressen der α -Aluminiumoxidpartikel in einem geeigneten Medium und nachfolgendem Sintern zur Bildung eines zusammenhängenden Gefüges dargestellt.

Es wurden geimpfte Sol-Gel-Fasern durch zweiminütiges Mischen von Böhmit („Dispersal“ von Condea), Wasser und submikroskopischer α -Aluminiumoxid mit 1 Gewichtsanteil in % Böhmit in einem V-Mischer hergestellt. Danach wurden 18 % Gewichtsanteile in % Salpetersäurelösung zugegeben, was eine Salpetersäurelösung von 7,2 % Gewichtsanteile in % auf der Grundlage des Böhmits ergab. Das Mischen wurde für weitere fünf Minuten fortgesetzt, um ein Böhmit-Gel zu erzeugen. Danach wurde für Vergleichszwecke eine Reihe von Schleifprodukten hergestellt, die den oben genannten mit Ausnahme der Tatsache entsprachen, daß mehr α -Aluminiumoxid (als Impfmateriale der oben verwendeten Art) zugefügt wurde, so daß die Gesamtmischung wesentlich höhere Gewichtsanteile an Aluminiumoxid enthielt. Das Böhmit wurde beibehalten, um die Mischung extrudierbar zu machen. In der nachfolgenden Tabelle 11 sind die Mischungsansätze beschrieben.

Tabelle 11

Chargenstreuung	Feststoffanteil in %	
Vergleichsprobe A	30 % α -Aluminiumoxid	70 %
Vergleichsprobe B*	30 % α -Aluminiumoxid	70 %
Vergleichsprobe D	90 % α -Aluminiumoxid/	10 % Gel
Vergleichsprobe E	60 % α -Aluminiumoxid/	40 % Gel
Vergleichsprobe F	60 % α -Aluminiumoxid/	40 % Gel
Beispiel 1	1 % α -Aluminiumoxid (Keim)	62 %
Beispiel 2	1 % α -Aluminiumoxid (Keim)	58 %
Beispiel 3	1 % α -Aluminiumoxid (Keim)	59 %

* Mit zusätzlicher Ultraschallmischung der Aufschlämmung.

Danach wurden diese Materialien zu Fasern extrudiert, die unter den unten beschriebenen Bedingungen getrocknet und gesintert wurden. Für das Sintern der Vergleichschargen mit hohem α -Aluminiumoxidanteil waren höhere Temperaturen erforderlich als für jene, die mit dem geimpften Sol-Gel-Verfahren hergestellt wurden. Im Anschluß daran wurden Proben von Schleiffasern auf ihre Festigkeit mit einem einfachen Dreipunkt-Verfahren geprüft, bei dem ein Instron-Prüfgerät mit einer Traversengeschwindigkeit von 0,2 cm/min eingesetzt wurde. Die Schleiffaser ruhte auf zwei Schneiden mit einem Abstand von 1 cm (0,9 cm bei den Vergleichsproben C, D und E). In der Mitte zwischen diesen beiden Punkten wurde mit einer Schneidkante ein abwärts gerichteter Druck aufgebracht. Allmählich wurde der Druck bis zum Faserbruch erhöht, und dieser Druck, dividiert durch die Querschnittsfläche der Schleiffasern, ist in der nachfolgenden Tabelle 12 als die Bruchfestigkeit ausgewiesen.

Tabelle 12

Charge	Brenntemper./ Brenndauer		Faser- durch- messer (mm)	Bruchfestigkeit kg/cm ²	
				Mittel	Maximum
Vergl. A	1500 °C	30 min	0,32	6831	7465
Vergl. B	1550 °C	30 min	0,3175	6162	6268
Vergl. C	1450 °C	60 min	1,00	5424	6646
Vergl. D	1300 °C	6 min	0,88	3430	4036
Vergl. E	1350 °C	6 min	0,87	2378	2436
Beisp. 1	1370 °C	4 min	0,054	11197	13239
Beisp. 2	1350 °C	30 min	0,043	14366	15986
	1350 °C	5 min	0,046	14154	17112
	1325 °C	30 min	0,046	14296	16549
	1350 °C	30 min	0,053	10281	14859
Beisp. 3	1350 °C	30 min	0,020	16000	18169

Die Schleiffasern der Vergleichschargen waren wesentlich stärker da es äußerst kompliziert war, feinere formstabile Schleiffasern durch Extrudieren vor dem Brennen zu erhalten. Es wurde festgestellt, daß höhere Anteile von α -Aluminiumoxid dieses Problem noch wesentlich verschärfen.

Wie aus dem Vergleich der oben genannten Daten ersichtlich wird, wiesen die Vergleichsfasern eine wesentlich geringere Bruchfestigkeit auf, wobei angenommen wird, daß dies ein Ausdruck der schwächeren Sinterbindungen zwischen den α -Aluminiumoxidkristallen als Ergebnis des Sintervorgangs ist. Daher haben die Vorzugsfasern für einen Einsatz in den erfindungsgemäßen Schleifmitteln eine Bruchfestigkeit von mindestens 8000 und vorzugsweise mindestens 10000 kg/cm².

Querschnittsfläche, gemessen mit der in Beispiel 8 beschriebenen Prüfung. Dies steht im Gegensatz zu Schleifmitteln, die durch Sintern von vorgeformtem α -Aluminiumoxid hergestellt und bei denen wesentlich geringere Festigkeiten erzielt werden.

Umrechnungstabelle

1 psi	= 145,083 MPa
1 Inch	= 2,54 cm
1 Quadratfuß	= 929,03 cm ²
1 lb. Kraft	= 2,205 kg Kraft $\triangleq$ 0,102 N
1 lb.	= 0,4536 kg
1 ft/min	= 0,305 m/min
1 oz.	= 28,35 g
225 °F	= 107,22 °C

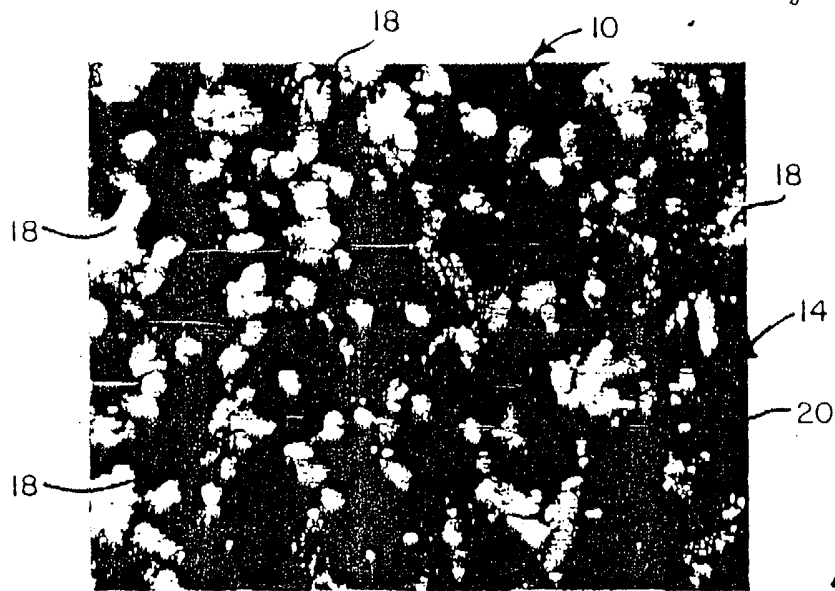


Fig. 1

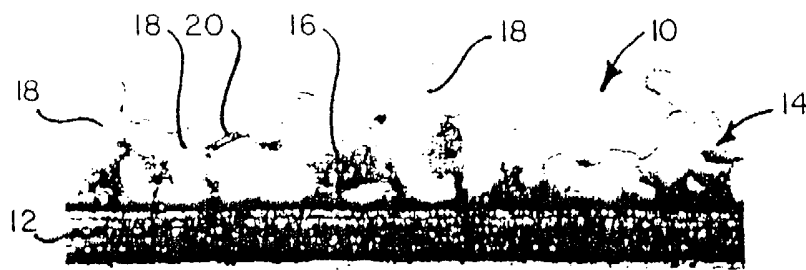


Fig. 2

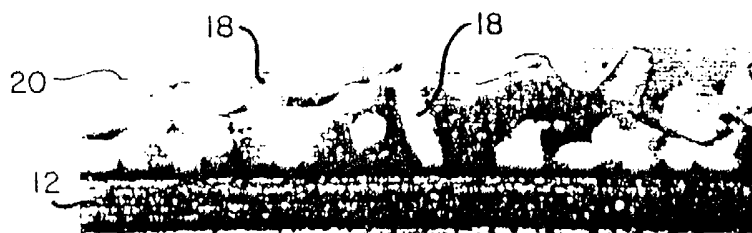


Fig. 3

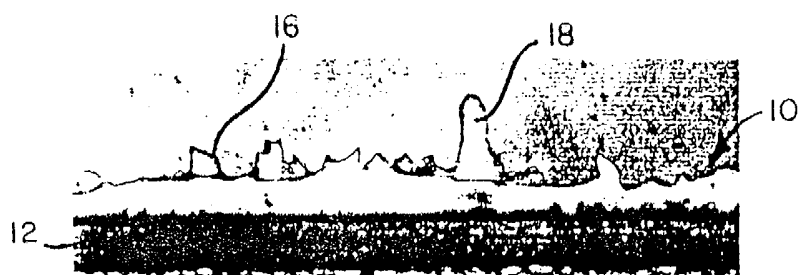


Fig. 4

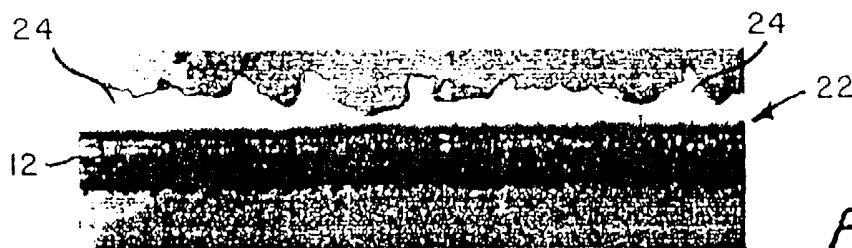


Fig. 5

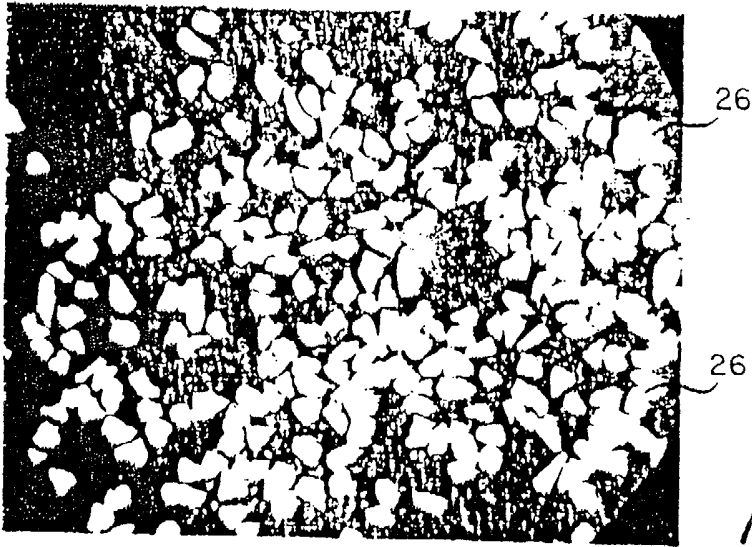


Fig. 6a



Fig. 6b

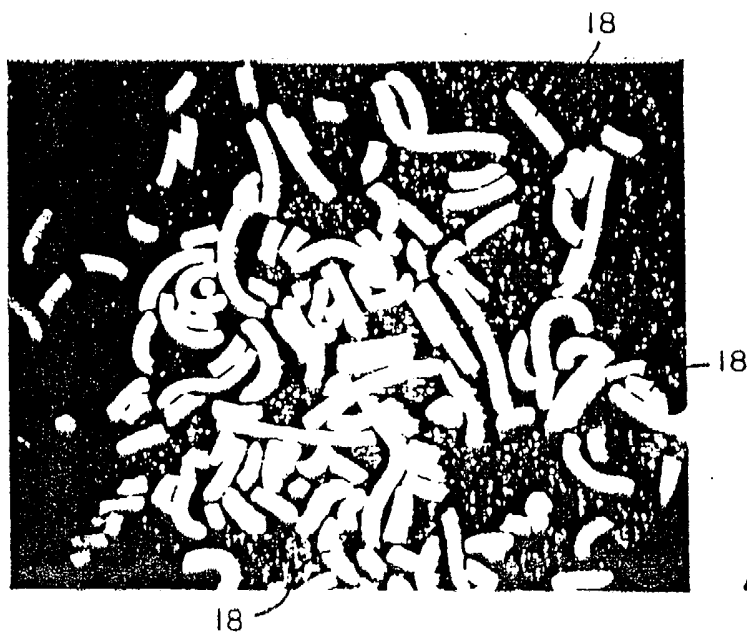


Fig. 6c

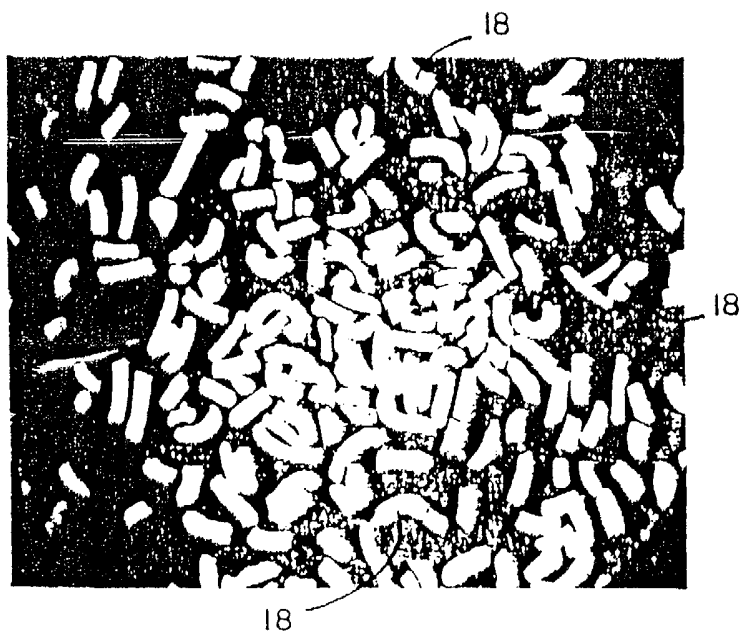


Fig. 6d

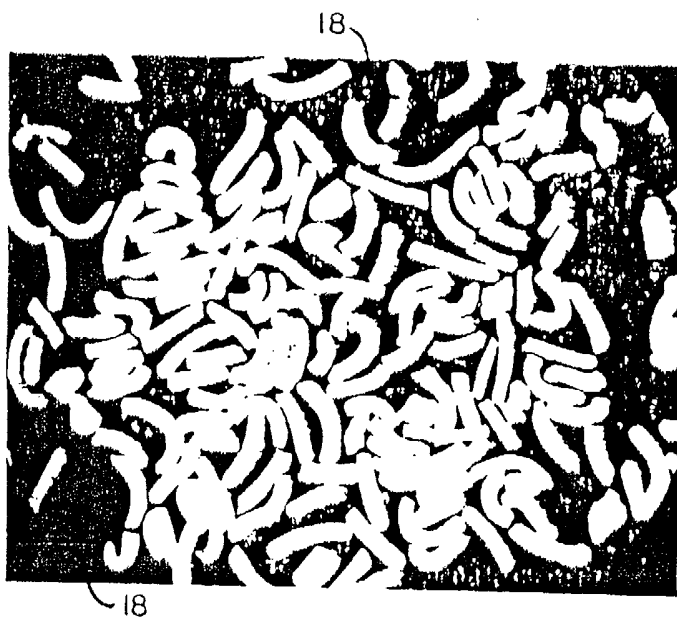


Fig. 6e

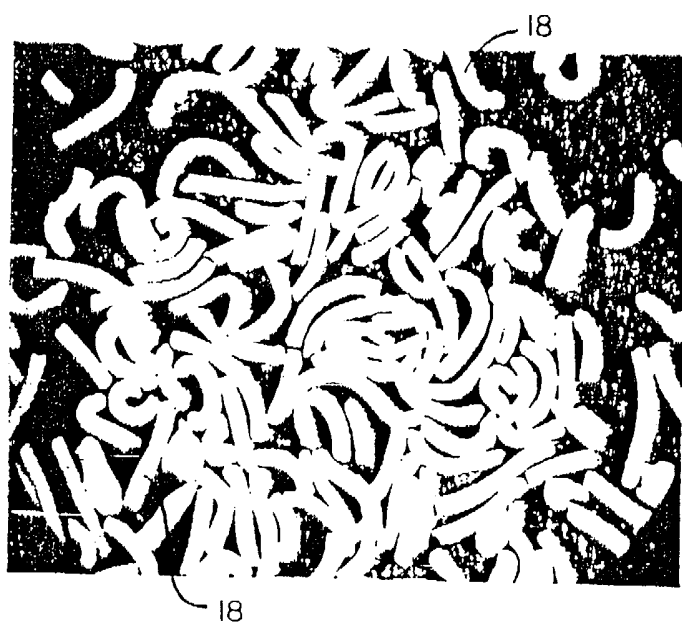


Fig. 6f

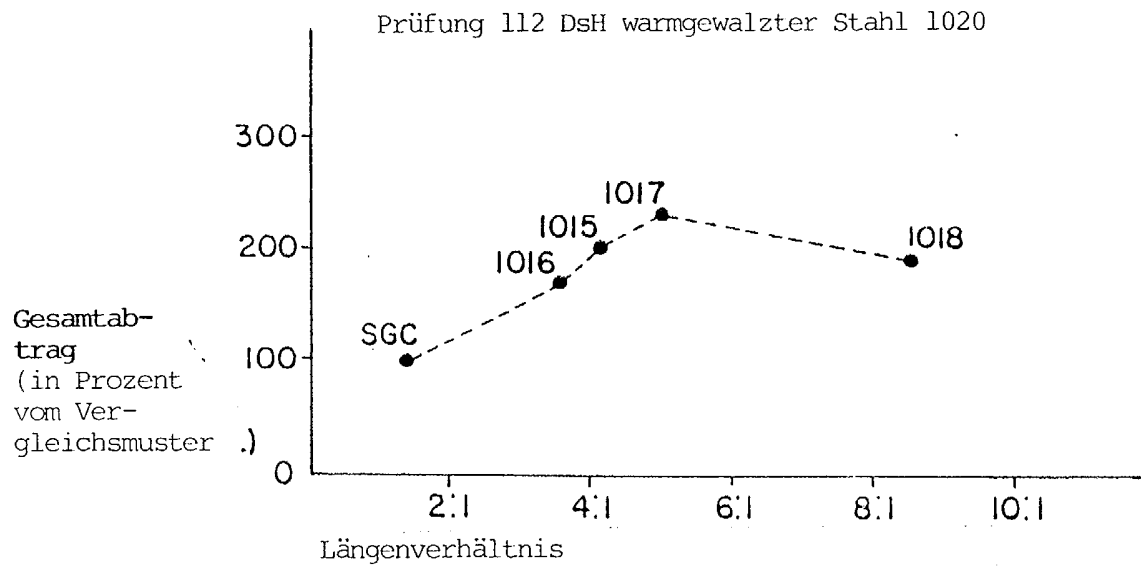


Fig. 7

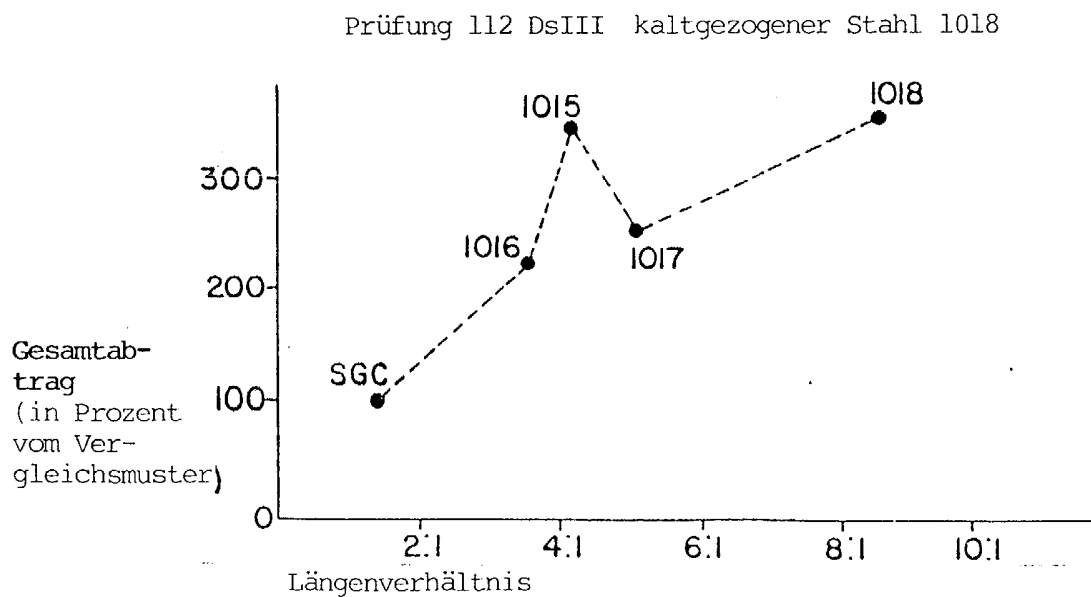


Fig. 8

4-10-90

296024

-24-

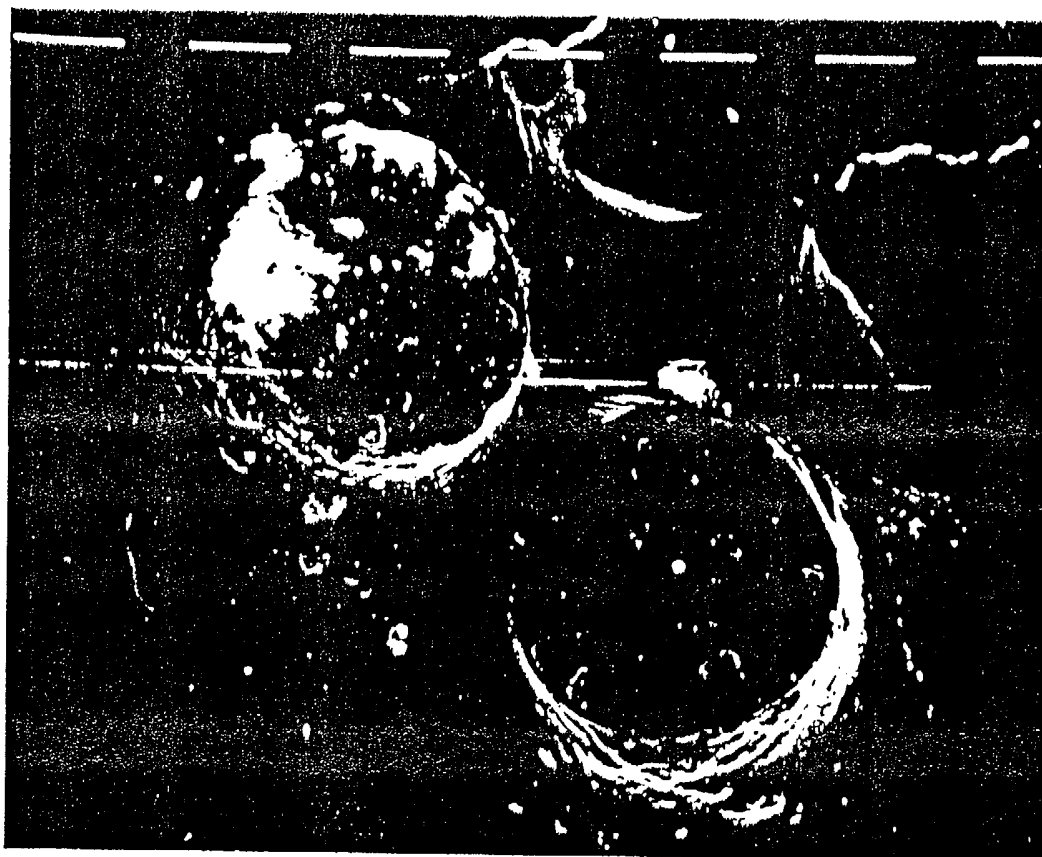


FIG. 9



FIG. 10

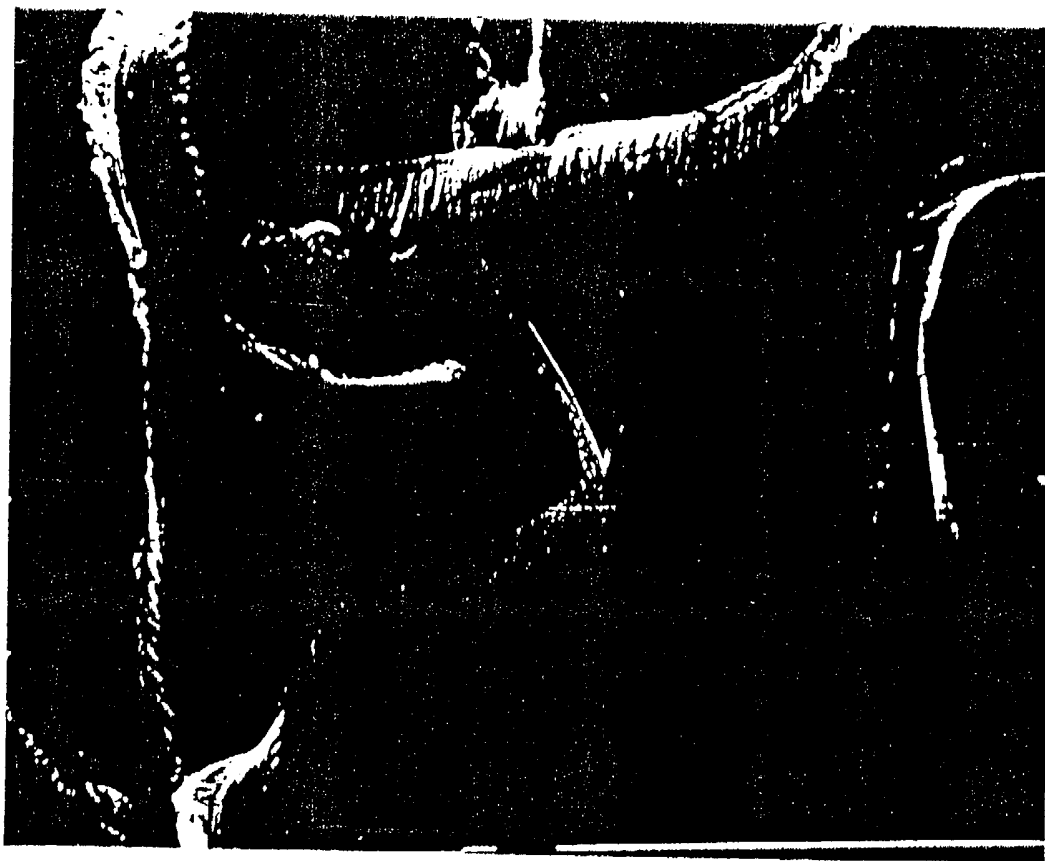


FIG. 11



FIG. 12