



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 02 449 T2** 2004.02.26

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 159 109 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 02 449.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/03187**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 908 526.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/51788**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.02.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **08.09.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.12.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **02.05.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.02.2004**

(51) Int Cl.⁷: **B24D 3/00**

B24D 3/28, B24D 11/00, B24D 18/00

(30) Unionspriorität:

264386 05.03.1999 US

(73) Patentinhaber:

**3M Innovative Properties Co., Saint Paul, Minn.,
US**

(74) Vertreter:

Vossius & Partner, 81675 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**STOETZEL, William L., Saint Paul, US; PROVOW,
Ronald D., Saint Paul, US**

(54) Bezeichnung: **SCHLEIFMITTEL MIT SCHLEIFTEILCHEN ENTHALTENDEN BINDUNGSSYSTEMEN**

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Abrasiv- bzw. Schleifmittel mit Schleifagglomeratteilchen und einem Bindungssystem. Schleifmittel bzw. -artikel sind bisher verwendet worden, um Außenflächen eines Werkstücks zu verfeinern oder zu schleifen. In bestimmten Fällen werden in diesem Verfeinerungsverfahren große Materialmengen abgetragen, beispielsweise beim Hochdruckschleifen zum Entfernen von Angußstegen von Metallgußstücken. In anderen Fällen entstehen bei diesem Verfeinerungsverfahren äußerst feine Oberflächengüten, wie beim Polieren eines solchen Metallgußstücks. Die abtragenden Verfahren umspannen also einen Bereich von Fräsen bis Polieren.

[0002] Es gibt insgesamt eine Gemeinsamkeit zwischen allen Arten von abtragenden Mitteln und Verfahren. Diese Gemeinsamkeit ist das gegenläufige Verhältnis zwischen Abtragraten und Oberflächengüte. Der ideale Schleifartikel liefert hohe Abtragraten (d. h. Materialabtragraten) und erzeugt gleichzeitig eine feine Oberflächengüte auf dem zu schleifenden Werkstück. Schleifmittel, die zu hohen Abtragraten neigen, neigen jedoch im allgemeinen auch zu groben Oberflächengüten. Ebenso neigen Schleifartikel, die zu feineren Oberflächengüten neigen, im allgemeinen auch zu niedrigeren Abtragraten.

[0003] Normalerweise haben beschichtete Schleifartikel entweder eine oder zwei Schichten von Schleifkörnern, die mit der Trägerschicht verbunden sind, und diese Schleifkörner sind normalerweise so ausgerichtet, daß sie optimale Abtragraten erreichen. Bei nur einer oder zwei Schichten von Schleifkörnern ist die Lebensdauer eines beschichteten Schleifartikels möglicherweise nicht so lang wie gewünscht. In den letzten Jahren sind Versuche unternommen worden, die Lebensdauer von beschichteten Schleifmitteln durch Verbindung von Schleifagglomeraten mit einer Trägerschicht zu verlängern. Diese Schleifagglomerate weisen mehrere Schleifkörner auf, die durch ein Bindemittel miteinander verbunden sind, um ein Agglomeratteilchen zu bilden. Diese Agglomeratteilchen werden dann mit der Trägerschicht verbunden. Da diese Agglomeratteilchen im wesentlichen dreidimensional sind, stellen sie viele "Schichten" von Schleifkörnern bereit, die während des Schleifens am Prozeß teilnehmen. In bestimmten Fällen können beschichtete Schleifmittel mit Agglomeratteilchen eine längere Lebensdauer haben.

[0004] Die Erfindung stellt ein Schleifmittel bzw. -artikel mit Schleifagglomeratteilchen und einem Bindungssystem bereit. Die Schleifagglomeratteilchen weisen mehrere Schleifkörner auf, die durch ein erstes Bindemittel miteinander verbunden sind. Die Schleifagglomeratteilchen können mit einer Trägerschicht durch ein erstes Bindungssystem verbunden sein. Das erste Bindungssystem weist ein zweites Bindemittel und mehrere darin dispergierte, harte, anorganische Dispersionsteilchen auf. Ein zweites Bindungssystem kann auf die Schleifagglomeratteilchen aufgebracht werden. Das zweite Bindungssystem weist ein drittes Bindemittel und mehrere darin dispergierte, harte, anorganische Dispersionsteilchen auf. Die erfindungsgemäßen Bindungssysteme werden im allgemeinen durch Kombinieren mindestens eines härtbaren Bindemittelvorläufers mit harten, anorganischen Dispersionsteilchen hergestellt. Es versteht sich, daß sich die Begriffe "Einbettungsschicht", "Bindemittel" und "Bindungssystem" auf gehärtete oder hartgewordene Harzsysteme beziehen, die aus härtbaren Einbettungsschichtvorläufern, Bindemittelvorläufern und härtbaren Bindungssystemen ausgebildet sind.

[0005] Unter einem bevorzugten Aspekt der Erfindung ist die mittlere Teilchengröße der Schleifkörner, die in den Schleifagglomeraten verwendet wird, im wesentlichen die gleiche wie die mittlere Teilchengröße der anorganischen Dispersionsteilchen.

[0006] Entgegen der Erwartung ermöglicht diese Kombination einen beschichteten Schleifartikel, der relativ hohe Abtragraten bei relativ feinen Oberflächengüten erzeugt. Ebenso hat der erfindungsgemäße Schleifartikel eine ziemlich lange Lebensdauer. Außerdem verbessern die harten, anorganischen Dispersionsteilchen die Abtragsfähigkeit des Schleifagglomerats. Da die anorganischen Dispersionsteilchen im wesentlichen die gleiche mittlere Teilchengröße haben wie die Schleifkörner im Schleifagglomerat, erzeugt der resultierende beschichtete Schleifartikel eine relativ feine Oberflächengüte.

[0007] Unter einem Aspekt weist der erfindungsgemäße Schleifartikel auf:

einen Träger mit einer vorderen und hinteren Fläche;

ein Bindungssystem, das ein zweites Bindemittel und mehrere harte, anorganische Teilchen aufweist, die im zweiten Bindemittel dispergiert sind; und

mehrere getrennte Schleifagglomeratteilchen, die mit der vorderen Fläche des Trägers durch das Bindungssystem verbunden sind, wobei die Schleifagglomeratteilchen mehrere einzelne Schleifkörner aufweisen, die durch ein erstes Bindemittel miteinander verbunden sind, und wobei die mittlere Teilchengröße des Schleifkorns im wesentlichen die gleiche Größe ist wie die mittlere Teilchengröße der harten, anorganischen Teilchen.

[0008] Unter einem weiteren Aspekt der Erfindung weist der Schleifartikel auf:

einen Träger mit einer vorderen und hinteren Fläche;

eine Einbettungsschicht, die mit der vorderen Fläche des Trägers verbunden ist;

mehrere getrennte Schleifagglomeratteilchen, die mit der vorderen Fläche des Trägers durch die Einbettungsschicht verbunden sind, wobei die Schleifagglomeratteilchen mehrere einzelne Schleifkörner aufweisen, die durch ein erstes Bindemittel miteinander verbunden sind; und

ein Bindungssystem, das auf das Schleifagglomerat aufgebracht ist, wobei das Bindungssystem ein zweites Bindemittel und mehrere harte, anorganische Teilchen aufweist, die im zweiten Bindemittel dispergiert sind, wobei die mittlere Teilchengröße des Schleifkorns im wesentlichen die gleiche Größe ist wie die mittlere Teilchengröße der harten, anorganischen Teilchen.

[0009] Unter einem weiteren Aspekt der Erfindung weist der erfindungsgemäße Schleifartikel auf:

einen Träger mit einer vorderen und hinteren Fläche;

mehrere getrennte Schleifagglomeratteilchen, die mit der vorderen Fläche des Trägers verbunden sind, wobei die Schleifagglomeratteilchen mehrere einzelne Schleifkörner aufweisen, die durch ein erstes Bindemittel miteinander verbunden sind;

ein erstes Bindungssystem, das die Schleifagglomerate mit der vorderen Fläche des Trägers verbindet, wobei das erste Bindungssystem ein zweites Bindungssystem und mehrere harte, anorganische Teilchen aufweist, die im zweiten Bindemittel dispergiert sind; und

ein zweites Bindungssystem, das auf die Schleifagglomerate aufgebracht ist, wobei das zweite Bindungssystem ein drittes Bindemittel und mehrere harte, anorganische Teilchen aufweist, die im dritten Bindemittel dispergiert sind, und wobei die mittlere Teilchengröße des Schleifkorns im wesentlichen die gleiche Größe ist wie die mittlere Teilchengröße der harten, anorganischen Teilchen. Unter einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Schleifartikels mit folgenden Schritten bereit:

Auftragen eines Einbettungsschichtvorläufers auf eine Fläche eines Trägers;

Auftragen von getrennten Schleifagglomeratteilchen auf den Einbettungsschichtvorläufer, wobei die Schleifagglomeratteilchen mehrere einzelne Schleifkörner aufweisen, die durch ein erstes Bindemittel miteinander verbunden sind;

Aufbringen eines Bindungssystemvorläufers auf die Schleifagglomeratteilchen, wobei das mehrere harte, anorganische Teilchen aufweist, die in einem zweiten Bindemittelvorläufer dispergiert sind; und

Härten der Einbettungsschicht und des zweiten Bindungsvorläufers.

[0010] Unter einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung ein Verfahren zum Schleifen einer Fläche eines Werkstücks mit den folgenden Schritten bereit:

Reibberührung einer Fläche eines Schleifartikels mit einer Fläche des Werkstücks, wobei der Schleifartikel einen Träger mit einer vorderen und hinteren Fläche aufweist;

mehrere getrennte Schleifagglomeratteilchen, die mit der vorderen Fläche des Trägers verbunden sind, wobei die Schleifagglomeratteilchen mehrere einzelne Schleifkörner aufweisen, die durch ein erstes Bindemittel miteinander verbunden sind; und

ein Bindungssystem, das die Schleifagglomeratteilchen mit der vorderen Fläche der Trägerschicht verbindet, wobei das Bindungssystem ein zweites Bindemittel und mehrere harte, anorganische Teilchen aufweist, die im zweiten Bindemittel dispergiert sind, und wobei die mittlere Teilchengröße des Schleifkorns im wesentlichen die gleiche Größe ist wie die mittlere Teilchengröße der harten, anorganischen Teilchen.

[0011] Die Form des Schleifagglomeratteilchens kann genau oder unregelmäßig und beliebig sein. Genau geformte Schleifagglomeratteilchen können jede dreidimensionale Form haben, z. B. die einer Pyramide, eines Kegels, Blocks, Würfels, einer Kugel, eines Zylinders und dgl. Jede Kombination von Formen von Schleifagglomeratteilchen kann im erfindungsgemäßen Schleifartikel verwendet werden.

[0012] **Fig. 1** ist eine Schnittansicht einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schleifartikels, wobei die getrennten Schleifagglomeratteilchen eine beliebige Form haben und ein Bindungssystem haben, das auf die Schleifagglomeratteilchen aufgebracht ist.

[0013] **Fig. 2** ist eine Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schleifmittels, wobei die getrennten Schleifagglomeratteilchen eine genaue Form haben und ein Bindungssystem haben, das auf die Schleifagglomeratteilchen aufgebracht ist.

[0014] **Fig. 3** ist eine Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schleifartikels, wobei die getrennten Schleifagglomeratteilchen eine beliebige Form haben und mit einem Träger durch ein Bindungssystem verbunden sind.

[0015] **Fig. 4** ist eine Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schleifartikels, wobei die getrennten Schleifagglomeratteilchen eine genaue Form haben und mit einem Träger durch ein ein Bindungssystem verbunden sind.

[0016] **Fig. 5** ist eine Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schleifartikels, wobei die getrennten Schleifagglomeratteilchen eine beliebige Form haben und mit einem Träger durch ein erstes Bindungssystem verbunden sind und ein zweites Bindungssystem auf die Schleifagglomeratteilchen aufgebracht ist.

[0017] **Fig. 6** ist eine Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schleifartikels, wobei die getrennten Schleifagglomeratteilchen genau geformt sind und mit einem Träger durch ein erstes Bindungssystem verbunden sind und ein zweites Bindungssystem auf die Schleifagglomerate aufgebracht ist.

[0018] **Fig. 7** ist eine Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Schleifagglomeratteilchens, wobei die einzelnen Schleifkörner zwei verschiedene Teilchengrößen haben.

[0019] **Fig. 1** zeigt eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schleifartikels. Der Schleifartikel **10** weist einen Träger **12** mit einer Einbettungsschicht **13** darauf auf. Mehrere getrennte Schleifagglomeratteilchen **14** sind partiell in der Einbettungsschicht **13** eingebettet und mit dem Träger **12** verbunden. Die Schleifagglomeratteilchen **14** weisen Schleifkörner **15** auf, die durch ein erstes Bindemittel **16** miteinander verbunden sind. Die Schleifagglomeratteilchen **14** sind partiell mit einem Bindungssystem **17** überzogen (verleimt), das mehrere anorganische Schleifteilchen **18** aufweist, die in dem zweiten Bindemittel **19** dispergiert sind. Es wird bevorzugt, daß die mehreren Schleifagglomeratteilchen einzelne und getrennte Schleifteilchen sind, die mit einem Träger nach dem Zufallsprinzip verbunden sind.

[0020] **Fig. 2** zeigt einen erfindungsgemäßen Schleifartikel **20** im wesentlichen mit dem gleichen Aufbau wie der Schleifartikel in **Fig. 1**, außer daß die Schleifagglomeratteilchen **22** genau geformt sind.

[0021] **Fig. 3** zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schleifartikels. Der Schleifartikel **30** weist einen Träger **32** mit mehreren getrennten Schleifagglomeratteilchen **14** auf, die partiell in einem Bindungssystem **34** eingebettet sind. Das Bindungssystem **34** weist mehrere anorganische Schleifteilchen **18** auf, die in einem zweiten Bindemittel **36** dispergiert sind. Wie in **Fig. 1** gezeigt, weisen die Schleifagglomeratteilchen Schleifkörner **15** auf, die durch ein erstes Bindemittel **16** miteinander verbunden sind.

[0022] **Fig. 4** zeigt einen erfindungsgemäßen Schleifartikel **40** im wesentlichen mit dem gleichen Aufbau wie der Schleifartikel in **Fig. 3**, außer daß die Schleifagglomeratteilchen **42** genau geformt sind.

[0023] **Fig. 5** zeigt einen erfindungsgemäßen Schleifartikel **50** mit getrennten Schleifagglomeratteilchen **14**, die mit einem Träger **52** durch ein erstes Bindungssystem **54** verbunden sind. Das erste Bindungssystem **54** weist mehrere anorganische Schleifteilchen **51** auf, die in einem zweiten Bindemittel **53** dispergiert sind. Ein zweites Bindungssystem **55** ist auf die Schleifagglomeratteilchen **14** aufgebracht worden. Das zweite Bindungssystem **55** weist mehrere anorganische Schleifteilchen **18** auf, die in einem dritten Bindemittel **56** dispergiert sind. Das erste und zweite Bindungssystem können das gleiche oder ein anderes Bindemittel und anorganisches Teilchen aufweisen.

[0024] **Fig. 6** zeigt einen erfindungsgemäßen Schleifartikel **60** im wesentlichen mit dem gleichen Aufbau wie der Schleifartikel in **Fig. 5**, außer daß die Schleifagglomeratteilchen **62** genau geformt sind. Natürlich können die erfindungsgemäßen Schleifartikel auch eine Kombination aus beliebig und genau geformten Schleifagglomeratteilchen aufweisen.

[0025] **Fig. 7** zeigt ein bevorzugtes Schleifagglomeratteilchen **70** mit Schleifkörnern **72** und **74**, die in einem ersten Bindemittel **76** dispergiert und verbunden sind. Ein Schleifkorn **72** hat eine größere mittlere Teilchengröße als ein Schleifkorn **74**.

[0026] Die Schleifkörner **15** und die anorganischen Dispersionsteilchen **18** können in ihrer Zusammensetzung verschieden oder gleich sein. In bestimmten Ausführungsformen der Erfindung können die Schleifkörner **15** und die anorganischen Schleifteilchen **18** im wesentlichen in der Zusammensetzung gleich sein. Beispielsweise sind sowohl die Schleifkörner in den Schleifagglomeratteilchen als auch die anorganischen Schleifteilchen aus Aluminiumoxid. Das in beiden Fällen verwendete Aluminiumoxid kann entweder Elektrokorund bzw. geschmolzenes Aluminiumoxid oder Aluminiumoxid sein, das aus einem Sol-Gel-Verfahren abgeleitet ist. In einem weiteren Beispiel können die Schleifkörner aus Aluminiumoxid sein, und die anorganischen Dispersionsteilchen können aus Siliciumcarbid sein oder umgekehrt.

[0027] Es ist erforderlich, daß die durchschnittliche oder mittlere Teilchengröße des Schleifkorns **15** im wesentlichen die gleiche ist wie die mittlere Teilchengröße der anorganischen Schleifteilchen **18**. Der Begriff "im wesentlichen gleich", wie er hier verwendet wird, wenn er sich um die mittlere Teilchengröße handelt, bedeutet, daß die mittlere Teilchengröße des Schleifkorns und des anorganischen Teilchens jeweils innerhalb von 20%, mehr bevorzugt innerhalb von 15%, noch mehr bevorzugt innerhalb von 10% und noch mehr bevorzugt innerhalb von 5% des einen vom anderen liegen. Die mittlere Teilchengröße der Schleifkörner und Teilchen kann mit jeder herkömmlichen Technik gemessen werden, z. B. durch Siebanalyse, elektrische Widerstandsverfahren und dgl.

[0028] Bevorzugte Bindemittel zur Verwendung in den erfindungsgemäßen Bindungssystemen sind u. a. Phenolharze, Bismaleimidbindemittel, Vinyletherharze, Aminoplastharze mit angehängten ungesättigten Alpha,Beta-Carbonylgruppen, Urethanharze, Epoxidharze, Acrylharze, Acryl-Isocyanuratharze, Harnstoff-Formaldehyd-Harze, Isocyanuratharze, Acryl-Urethanharze, Acryl-Epoxidharze und Gemische daraus.

[0029] Viele verschiedene Trägermaterialien sind für den erfindungsgemäßen Schleifartikel geeignet, einschließlich flexibler Träger und Träger, die starrer sind. Beispiele für typische flexible Schleifträger sind u. a. Polymerfilme, vorbehandelte Polymerfilme, Metallfolien, Stoff, Papier, vulkanisierte Faser, Vliese und behandelte Versionen davon und Kombinationen daraus. Die Dicke eines Trägers reicht im allgemeinen von etwa 20 bis 5000 µm und vorzugsweise von 50 bis 2500 µm.

[0030] Beispiele für starrere Träger sind u. a. Metallplatten, Keramikplatten und dgl. Ein weiteres Beispiel für einen geeigneten Träger ist im US-Patent 5 417 726 (Stout et al.) beschrieben. Der Träger kann auch aus zwei oder mehreren Trägern, die miteinander laminiert sind, sowie aus Verstärkungsfasern bestehen, die in ein Polymermaterial gehüllt sind, wie in den US-Patenten 5 573 619 und 5 609 706 (Benedict et al.) offenbart.

[0031] Ein bevorzugter Träger ist ein behandelter Stoffträger. Der Stoff kann Stoffe aus Polyester, Nylon, Baumwolle, Rayon und dgl. umfassen. Der Stoff kann gewebt oder nähnagewirkt sein und kann mit verschiedenen Beschichtungen behandelt sein, um den Stoff zu verschließen und die physikalischen Eigenschaften des Stoffes nach Bedarf zu modifizieren.

[0032] Die erfindungsgemäßen Schleifdispersionsteilchen weisen einzelne Schleifkörner auf, die durch ein Bindemittel miteinander verbunden sind. Das Bindemittel weist einen Bindemittelvorläufer auf, der gehärtet worden ist. Die erfindungsgemäßen Schleifagglomeratteilchen können Schleifkörner verwenden, die mit den anorganischen Teilchen identisch oder von ihnen verschieden sind, und können Schleifkörner verwenden, die unterschiedliche mittlere Teilchengrößen haben, wie in **Fig. 7** gezeigt.

[0033] Die erfindungsgemäßen, beliebig geformten Schleifagglomerate können eine Größe von etwa 150 bis etwa 3000 µm in ihren größten Abmessungen haben. Die erfindungsgemäßen, genau geformten Schleifagglomeratteilchen haben vorzugsweise keine Abmessung, die größer ist als 2500 µm. Die bevorzugte Größe der genau geformten Agglomeratteilchen reicht von 25 bis 1500 µm und vorzugsweise von 50 bis 500 µm.

[0034] In bestimmten Fällen können die Schleifagglomeratteilchen sowohl "grobe" Schleifkörner als auch "feine" Schleifkörner enthalten. Das Gemisch der beiden verschiedenen Teilchengrößen der Schleifkörner in einem Schleifagglomeratteilchen führt zu einer verstärkten Bindemittel-Schleifstoff-Verbindung. Der Begriff "unterschiedlich groß" in bezug auf die einzelnen Schleifkörner bedeutet, daß jedes Teilchen eine unterschiedliche Teilchengrößenverteilung hat, die anhand von zwei unterschiedlichen Glockenkurven deutlich wird. Das Gemisch von Teilchen mit zwei verschiedenen Teilchengrößenverteilungen ist weiter beschrieben im US-Patent 5 942 015 (Culler et al.). Bei der Bestimmung der mittleren Teilchengröße eines Schleifagglomeratteilchens, das Teilchen mit verschiedenen Größen aufweist, beruht die mittlere Teilchengröße nur auf den Teilchen mit der größten Teilchengrößenverteilung. Bevorzugte Schleifkörner zur Verwendung in Schleifagglomeraten sind u. a.: Elektrokorund, wärmebehandeltes Aluminiumoxid, weißes Elektrokorund, schwarzes Siliciumcarbid, grünes Siliciumcarbid, Titandiborid, Borcarbid, Wolframcarbid, Titancarbid, Diamant (natürlich und synthetisch), Siliciumdioxid, Eisenoxid, Dichromoxid, Zirkoniumdioxid, Titandioxid, Silicate, Zinnoxid, kubisches Bornitrid, Granat, Elektrokorund-Zirkoniumdioxid, aus einem Sol-Gel-Verfahren abgeleitete Aluminiumoxidschleifteilchen und dgl.

[0035] Schleifkörner können mit Materialien beschichtet werden, um die Teilchen mit einer gewünschten Charakteristik zu versehen. Beispielsweise hat sich gezeigt, daß Materialien, die auf die Oberfläche eines Schleifkorns aufgebracht sind, die Haftung zwischen dem Schleifkorn und dem Bindemittel verbessern. Außerdem kann ein Material, das auf die Oberfläche eines Schleifkorns aufgebracht ist, die Dispersionsfähigkeit der Schleifkörner im Bindemittelvorläufer verbessern. Als Alternative können Oberflächenbeschichtungen die Abtragcharakteristik des resultierenden Schleifkorns verändern und verbessern. Solche Oberflächenbeschichtungen sind beispielsweise beschrieben in den US-Patenten 5 011 508 (Wald et al.); 1 910 444 (Nicholson); 3 041 156 (Rowse et al.); 5 009 675 (Kunz et al.); 4 997 461 (Markhoff-Matheny et al.); 5 213 951 (Celikkaya et al.); 5 085 671 (Martin et al.) und 5 042 991 (Kunz et al.).

[0036] Die in den erfindungsgemäßen Schleifagglomeratteilchen verwendeten Bindemittel können die gleichen oder andere als die Bindemittel sein, die im Bindungssystem verwendet werden. Die geeigneten Bindemittel sind u. a. solche Bindemittel und Bindemittelvorläufer, die in den erfindungsgemäßen Bindungssystemen als geeignet beschrieben sind. Bevorzugte Bindemittel zur Verwendung in den Schleifagglomeratteilchen sind u. a. solche, die durch Strahlungsenergie oder Wärmeenergie gehärtet werden können.

[0037] Das Schleifagglomeratteilchen kann auch eine genaue Form haben, wie in **Fig. 2, 4 und 6** gezeigt. Beispiele für solche genauen Formen sind u. a. Stäbe, Dreiecke, Pyramiden, Kegel, massive Kugeln, Hohlkugeln und dgl. Als Alternative kann das Schleifteilchen beliebig geformt sein.

[0038] Im allgemeinen bestehen die erfindungsgemäßen Schleifdispersionsteilchen aus etwa 10 bis 90 Gewichtsteilen Bindemittel und etwa 90 bis 10 Gewichtsteilen Schleifkörnern. Vorzugsweise weisen die erfindungsgemäßen Schleifagglomerate etwa 30 bis 70 Gewichtsteile Bindemittel und etwa 70 bis 30 Gewichtsteile Schleifkörner auf. Um die oben genannten Verhältnisse festzulegen, weist ein "Bindemittel" Harze, Füllstoffe und Schleifhilfsstoffe usw. auf.

[0039] Erfindungsgemäße, beliebig geformte Schleifagglomerate können hergestellt werden, indem zunächst mindestens ein Bindemittelvorläufer und Schleifkörner in einem Mischbehälter gemischt werden, um ein homogenes Gemisch auszubilden. Das Gemisch sollte eine Viskosität haben, die weder zu steif noch zu dünn ist. Wenn der Mischschritt beendet ist, läßt man das Gemisch erstarren, indem der Bindemittelvorläufer durch Einwirkung einer Form von Energie, vorzugsweise Wärme oder Strahlung, auf das Gemisch härtet. Wenn das Gemisch erstarrt ist, wird es zu Agglomeraten zerkleinert und klassiert. Geeignete Vorrichtungen zum Zerkleinern der festen Masse sind u. a. herkömmliche Backenbrecher und Rollenbrecher. Näheres zur Herstellung von Schleifagglomeraten ist im US-Patent 4 799 939 beschrieben.

[0040] Erfindungsgemäße, genau geformte Agglomeratteilchen können im allgemeinen hergestellt werden, indem ein Gemisch ausgebildet wird, das mindestens einen Bindemittelvorläufer und Schleifkörner aufweist, das Gemisch in genau geformte Hohlräume eines Produktionswerkzeugs eingebracht wird, der Bindemittelvor-

läufer zumindest partiell gehärtet wird und die genau geformten Teilchen dann den Hohlräumen des Produktionswerkzeugs entnommen werden. Das Gemisch kann unter Verwendung jeder herkömmlichen Technik ausgebildet werden, z. B. durch Mischen mit hohem Schub, Luftmischen oder Trommelmischen. Ein Vakuum kann während des Mischens auch verwendet werden, um Lufteinschlüsse zu minimieren. Das Gemisch kann in die Hohlräume des Produktionswerkzeugs unter Verwendung folgender Techniken eingebracht werden: z. B. Schwerkraftzuführung, Pumpen, Düsenbeschichtung oder Vakuum-Drop-Coating. Es wird bevorzugt, das Gemisch auf eine Temperatur von etwa 40 bis etwa 90°C zu erwärmen, um die Viskosität des Gemischs zu reduzieren, so daß das Gemisch ohne weiteres in die Hohlräume fließt. Das härtbare Gemisch muß nicht nur einen Teil des Hohlraums füllen, sondern vorzugsweise auch den Hohlraum des Produktionswerkzeugs vollständig füllen, um Fehler im resultierenden Schleifagglomerat zu minimieren. Das Gemisch wird partiell gehärtet, indem es einer Strahlungs- oder Wärmeenergie ausgesetzt wird, während es sich im Produktionswerkzeughohlraum befindet. Das Gemisch kann nachgehärtet werden, nachdem die Agglomeratteilchen aus den Hohlräumen entfernt sind. Die ausgebildeten Agglomeratteilchen können durch Ultraschallenergie, Vakuum, Luftbürste oder Kombinationen daraus aus den Hohlräumen entfernt werden. Wenn das Produktionswerkzeug aus Metall besteht, kann das Gemisch durch einen Wasser- oder Luftstrahl entfernt werden. Nachdem die Agglomeratteilchen aus den Hohlräumen entfernt sind, können die Teilchen direkt zu einem Beschickungstrichter, zu einer glatten Walze transportiert und dann entfernt werden oder direkt zu einer Trägerbahn. Das Gemisch kann als getrennte Teilchen aus den Hohlräumen oder als Bahn aus miteinander verbundenen Agglomeratschleifeteilchen, die danach getrennt werden, aus dem Produktionswerkzeug entfernt werden. Näheres zur Herstellung erfindungsgemäßer, genau geformter Agglomeratschleifeteilchen ist im US-Patent 5 500 273 (Holmes) beschrieben.

[0041] Schleifagglomerate zur Verwendung in den erfindungsgemäßen Schleifmitteln sind ferner beschrieben in den US-Patenten 4 311 489 (Kressner) und 4 652 275 (Bloecher et al.).

[0042] Harte anorganische Dispersionsteilchen werden mit einem härtbaren Bindemittelvorläufer kombiniert, um ein erfindungsgemäßes härtbares Bindungssystem auszubilden. Geeignete Bindemittelvorläufer sind nachstehend beschrieben.

[0043] Die harten anorganischen Dispersionsteilchen, die in den erfindungsgemäßen Schleifmitteln verwendbar sind, sollten eine Mohs-Härte von 5 oder mehr, vorzugsweise mehr als 7 und besonders bevorzugt mehr als 8 haben. In bestimmten Fällen kann die Mohs-Härte 9,5 betragen.

[0044] Die mittlere Teilchengröße der harten anorganischen Dispersionsteilchen kann von etwa 0,1 bis 1500 µm, normalerweise von 1 bis 500 µm und noch allgemeiner von 5 bis 500 µm reichen. Es ist normalerweise festgelegt, daß die Größe des harten anorganischen Dispersionsteilchens die längste Abmessung des Dispersionsteilchens ist. In den meisten Fällen gibt es eine Streubereichsverteilung der Teilchengrößen. In bestimmten Fällen wird bevorzugt, daß die Teilchengrößenverteilung so genau gesteuert wird, daß das resultierende Schleifmittel eine durchgehende Oberflächengüte auf dem zu schleifenden Werkstück aufweist.

[0045] Beispiele für herkömmliche, harte, anorganische Dispersionsteilchen sind u. a. Elektrokorund, wärmebehandeltes Aluminumoxid, weißes Elektrokorund, schwarzes Siliciumcarbid, grünes Siliciumcarbid, Titandiborid, Borcarbid, Wolframcarbid, Titancarbid, Diamant (natürlich und synthetisch), Siliciumdioxid, Eisenoxid, Dichromoxid, Cerdioxid, Zirkoniumdioxid, Titandioxid, Silicate, Zinnoxid, kubisches Bornitrid, Granat, Elektrokorund-Zirkoniumdioxid, Zirkonoxid, aus einem Sol-Gel-Verfahren abgeleitete Aluminiumoxidschleifeteilchen und dgl. Beispiele für aus einem Sol-Gel-Verfahren abgeleitete Aluminiumoxidschleifeteilchen finden sich in den US-Patenten 4 314 827 (Leitheiser et al.); 4 623 364 (Cottringer et al.); 4 744 802 (Schwabel); 4 770 671 (Monroe et al.) und 4 881 951 (Wood et al.).

[0046] Harte anorganische Teilchen können mit Materialien beschichtet sein, um die Teilchen mit einer gewünschten Charakteristik zu versehen. Beispielsweise hat sich gezeigt, daß Materialien, die auf die Oberfläche eines anorganischen Teilchens aufgebracht waren, die Haftung zwischen dem anorganischen Teilchen und dem Bindemittel verbessern. Außerdem kann ein Material, das auf die Oberfläche eines anorganischen Teilchens aufgebracht ist, die Dispersionsfähigkeit der anorganischen Teilchen im Bindemittelvorläufer verbessern. Als Alternative können die Oberflächenbeschichtungen die Abtragcharakteristik des resultierenden anorganischen Teilchens ändern und verbessern. Solche Oberflächenbeschichtungen sind beispielsweise beschrieben in den US-Patenten 5 011 508 (Wald et al.); 1 910 444 (Nicholson); 3 041 156 (Rowse et al.); 5 009 675 (Kunz et al.); 4 997 461 (Markhoff-Matheny et al.); 5 213 951 (Celikkaya et al.); 5 085 671 (Martin et al.) und 5 042 991 (Kunz et al.).

[0047] Die erfindungsgemäßen härtbaren Bindungssysteme weisen ein Gemisch aus harten anorganischen Teilchen und einem Bindemittelvorläufer auf. Das härtbare Bindungssystem enthält vorzugsweise einen organischen Bindemittelvorläufer. Die Bindemittelvorläufer können vorzugsweise so fließen, daß sie eine Oberfläche überziehen können. Die Erstarrung des Bindemittelvorläufers kann erreicht werden durch Härten (z. B. Polymerisation und/oder Vernetzung), durch Trocknen (z. B. Austreiben einer Flüssigkeit) und/oder einfach durch Kühlen. Der Bindemittelvorläufer kann eine Verbindung mit einem organischen Lösemittel, mit Wasser oder mit 100% Feststoffen (d. h. im wesentlichen lösemittelfrei) sein. Thermoplastische und/oder duroplastische bzw.

wärmehärtbare Polymere oder Materialien sowie Kombinationen daraus können als Bindemittelvorläufer verwendet werden. Bei der Härtung des Bindemittelvorläufers wird das härtbare Bindungssystem in das gehärtete Bindungssystem umgewandelt. Der bevorzugte Bindemittelvorläufer kann entweder ein kondensationshärtbares Harz oder ein additionspolymerisierbares Harz sein. Die additionspolymerisierbaren Harze können ethylenisch ungesättigte Monomere und/oder Oligomere sein.

[0048] Ein erfindungsgemäßes härtbares Bindungssystem weist in Gewichtsprozentanteilen zwischen etwa 1 Teil bis 90 Teile harte anorganische Teilchen und 10 bis 99 Teile Bindemittelvorläufer auf. Vorzugsweise kann ein Bindungssystem etwa 30 bis 85 Teile harte anorganische Teilchen und etwa 15 bis 70 Teile Bindemittelvorläufer aufweisen. Besonders bevorzugt kann ein Bindungssystem etwa 40 bis 70 Teile Schleifeteilchen und etwa 30 bis 60 Teile Bindemittelvorläufer aufweisen.

[0049] Die erfindungsgemäßen Bindungssysteme werden im allgemeinen hergestellt, indem harte, anorganische Teilchen in einen Bindemittelvorläufer gemischt und der Bindemittelvorläufer dann unter Verwendung von Mitteln gehärtet wird, die für den bestimmten Bindemittelvorläufer geeignet ist.

[0050] Die Bindemittelvorläufer sind vorzugsweise ein härtbares organisches Material (d. h. ein Monomer, Oligomer oder ein Material, das bei Einwirkung von Wärme und/oder anderen Energiequellen, z. B. durch ultraviolett Licht, sichtbares Licht usw., oder mit der Zeit bei Zugabe eines chemischen Katalysators, von Feuchtigkeit oder eines anderen Mittels, das das Polymer härten oder polymerisieren läßt, polymerisationsund/oder vernetzungsfähig ist). Bindemittelvorläuferbeispiele sind u. a. vernetzbare Materialien, z. B. Phenolharze, Bismaleimidbindemittel, Vinyletherharze, Aminoplastharze mit ungesättigten Alpha,Beta-Carbonylseitengruppen, Urethanharze, Epoxidharze, Acrylharze, Acrylisocyanuratharze, Harnstoff-Formaldehydharze, Isocyanuratharze, Acrylurethanharze, Acrylepoxidharze oder Gemische daraus. Andere Bindemittelvorläufer sind u. a. Aminopolymere oder Aminoplastpolymere, z. B. Alkylharnstoffformaldehydpolymere, Melaminformaldehydpolymere und Alkylbenzoguanamin-Formaldehydpolymer, Acrylpolymer, einschließlich Acrylate und Metacrylate, Alkylacrylate, Acrylepoxidharze, Acrylurethane, Acrylpolyester, Acrylpolyether, Vinylether, Acrylöle und Acrylsilicone, Alkydpolymere, z. B. Urethanalkylpolymere, Polyesterpolymere, reaktionsfreudige Urethanpolymere, Phenolpolymere, z. B. Resol- und Novolakpolymere, Phenol/Latexpolymere, Epoxypolymere, z. B. Bisphenolepoxypolymere, Isocyanate, Isocyanurate, Polysiloxanpolymere, einschließlich Alkylalkoxysilanpolymere, oder reaktionsfreudige Vinylpolymere. Die resultierenden Bindemittel können in Form von Monomeren, Oligomeren, Polymeren oder Kombinationen daraus vorkommen.

[0051] Es gibt zwei Typen von Phenolharzen, Resol und Novolak. Resolphenolharze haben ein Molverhältnis zwischen Formaldehyd und Phenol, das größer oder gleich 1 : 1, normalerweise zwischen 1,5 : 1,0 bis 3,0 : 1,0 ist. Novolakharze haben ein Molverhältnis zwischen Formaldehyd und Phenol von weniger als 1 : 1.

[0052] Typische Resolphenolharze enthalten einen Basenkatalysator. Das Vorhandensein eines Basenkatalysators beschleunigt die Reaktions- oder Polymerisationsrate des Phenolharzes. Der pH-Wert des Phenolharzes ist vorzugsweise etwa 6 bis etwa 12, besonders bevorzugt etwa 7 bis etwa 10 und am meisten bevorzugt etwa 7 bis etwa 9. Beispiele für geeignete Basenkatalysatoren sind u. a. Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, Calciumhydroxid, Magnesiumhydroxid, Bariumhydroxid und eine Kombination daraus. Typische Katalysatoren für die Reaktion von Formaldehyd mit Phenol sind aus den Metallsalzen der Gruppe I und II gewählt, im allgemeinen wegen ihrer hohen Reaktionsfähigkeit und ihren niedrigen Kosten. Amine werden auch verwendet, um die Phenol/Aldehydreaktion zu katalysieren. Der bevorzugte Basenkatalysator ist Natriumhydroxid. Die Menge des Basenkatalysators ist vorzugsweise etwa 5 Gew.-% oder weniger, mehr bevorzugt etwa 2 Gew.-% oder weniger, noch mehr bevorzugt etwa 1 Gew.-% oder weniger und am meisten bevorzugt etwa 0,5 Gew.-% bis etwa 0,9 Gew.-% des Phenolharzes.

[0053] Resolphenolharze bestehen normalerweise aus Phenol und Formaldehyd. Ein Teil des Phenols kann durch andere Phenole ersetzt werden, z. B. durch Resorcinol, m-Cresol, 3,5-Xylenol, t-Butylphenol und p-Phenylphenol. Ebenso kann ein Teil des Formaldehyds durch andere Aldehydgruppen ersetzt werden, z. B. durch Acetaldehyd, Chloral, Butylaldehyd, Furfural oder Acrolein. Der allgemeine Begriff "Phenol" bezeichnet Phenolformaldehydharze sowie Harze mit anderen von Phenolen abgeleiteten Verbindungen und Aldehyden. Phenol und Formaldehyd sind die am meisten bevorzugten Bestandteile im Phenolharz, und zwar aufgrund ihrer hohen Reaktionsfähigkeit, begrenzten Anzahl von Seitenkettenreaktionen und niedrigen Kosten. Resolphenol- und Harnstoffaldehydharze sind vorzugsweise zu etwa 30 bis etwa 95% Feststoffe, besonders bevorzugt etwa 60 bis etwa 80% Feststoffe, haben vor Zugabe eines Verdünnungsmittels eine Viskosität von etwa 750 cps (0,75 mPa·s) bis etwa 1.500 cps (1,5 mPa·s) (Brookfield-Viskosimeter, Spindel Nr. 2, 60 U/min, 25°C) und haben ein Molekulargewicht (Mittelwert) von etwa 200 oder mehr, vorzugsweise im Bereich von etwa 200 bis etwa 700.

[0054] Das Phenolharz weist vorzugsweise etwa 70 bis etwa 85% Feststoffe auf und besonders bevorzugt etwa 72 bis etwa 82% Feststoffe. Wenn der Prozentsatz der Feststoffe sehr niedrig ist, dann ist mehr Energie erforderlich, um das Wasser und/oder das Lösemittel zu entfernen. Wenn der Prozentsatz von Feststoffen sehr hoch ist, dann ist die Viskosität des resultierenden Phenolharzes zu hoch, was zu Verarbeitungsproblemen führt. Der Rest des Phenolharzes kann Wasser und/oder ein organisches Lösemittel sein. Besonders bevor-

- zugt ist der Restbestandteil des Phenolharzes Wasser im wesentlichen ohne organisches Lösemittel, und zwar aufgrund von Umweltschutzbedenken bei der Herstellung von Phenolharzen und Schleifmitteln.
- [0055] Zusätzlich zu den duroplastischen bzw. wärmehärtbaren Polymeren können auch thermoplastische Bindemittel verwendet werden. Beispiele für geeignete thermoplastische Polymere sind u. a. Polyamide, Polyethylene, Polypropylene, Polyester, Polyurethane, Polyetherimid, Polysulfon, Polystyrol, Acrylnitril-Butadien-Styrol-Blockcopolymer, Styrol-Butadien-Styrol-Blockcopolymere, Styrol-Isopren-Styrol-Blockcopolymere, Acetalpolymere, Polyvinylchlorid und Kombinationen daraus.
- [0056] Wasserlösliche Bindemittelvorläufer, die wahlweise mit einem wärmehärtbaren Harz gemischt sind, können verwendet werden. Beispiele für wasserlösliche Bindemittelvorläufer sind u. a. Polyvinylalkohol, Hautleim oder wasserlösliche Celluloseether, z. B. Hydroxypropylmethylcellulose, Methylcellulose oder Hydroxyethylmethylcellulose. Diese Bindemittel sind im US-Patent 4 255 164 (Butkze et al.) aufgeführt.
- [0057] Bei Bindemittelvorläufern, die ethylenisch ungesättigte Monomere und Oligomere enthalten, können Polymerisationsinitiatoren verwendet werden. Beispiele sind u. a. organische Peroxide, Azoverbindungen, Quinone, Nitrosoverbindungen, Acylhalide, Hydrazone, Mercaptoverbindungen, Pyryliumverbindungen, Imidazole, Chlortriazine, Benzoin, Benzoinalkylether, Diketone, Phenone oder Gemische daraus.
- [0058] Ein geeignetes Initiatorsystem kann einen Photosensibilisator aufweisen. Repräsentative Photosensibilisatoren können Carbonylgruppen oder tertiäre Aminogruppen oder Gemische daraus aufweisen. Bevorzugte Photosensibilisatoren mit Carbonylgruppen sind Benzophenone, Acetophenone, Benzil, Benzaldehyd, o-Chlorbenzaldehyd, Xanthon, Thioxanthon, 9,10-Anthraquinon oder andere aromatische Ketone. Bevorzugte Photosensibilisatoren mit tertiären Aminen sind Methyl-diethanolamin, Ethyl-diethanolamin, Triethanolamin, Phenylmethylethanolamin oder Dimethylaminethylbenzoat.
- [0059] Im allgemeinen kann der Anteil des Photosensibilisators oder Photoinitiatorsystems von etwa 0,01 bis 10 Gew.-%, besonders bevorzugt von 0,25 bis 4,0 Gew.-% des Bindemittelvorläufers variieren.
- [0060] Außerdem wird bevorzugt, den Initiator in dem Bindemittelvorläufer vor Zugabe irgendeines Teilchenmaterials, z. B. anorganische Teilchen, Schleifkörner und/oder Füllstoffteilchen, zu dispergieren (vorzugsweise gleichmäßig).
- [0061] Kationische Initiatoren können verwendet werden, um eine Polymerisation auszulösen, wenn das Bindemittel auf einem Epoxidharz oder Vinyetherfunktionsharz beruht. Beispiele für kationische Initiatoren sind u. a. Oniumkationensalze, z. B. Arylsulfoniumsalze, sowie organometallische Salze, z. B. Ionenarensysteme. Weitere Beispiele sind in den US-Patenten 4 751 138 (Thumey et al.); 5 256 170 (Harmer et al.); 4 985 340 (Palazotto) und 4 950 696 aufgeführt.
- [0062] Die Einbettungsschicht wird verwendet zum Befestigen oder Verbinden der Agglomerate mit dem Träger einer Ausführungsform eines Schleifartikels gemäß der Erfindung. Die Einbettungsschicht besteht aus oben beschriebenen härtbaren Bindemittelvorläufern, die später gehärtet werden. Der Begriff "Einbettungsschicht", wie er hier verwendet wird, enthält kein anorganisches Teilchen, wie oben definiert. Bevorzugte erfindungsgemäße Einbettungsschichten sind u. a. solche Schichten, die Phenolharze einschließlich der oben beschriebenen Resolund Phenolharze, aufweisen.
- [0063] Die Schleifagglomeratteilchen, die Bindungssysteme und die Einbettungsschichten gemäß der Erfindung können auch Zusätze enthalten, z. B. Füllstoffe, Schleifhilfsstoffe, Fasern, Schmiermittel, Benetzungsmittel, oberflächenaktive Stoffe, Pigmente, Farbstoffe, Haftvermittler, Weichmacher, antistatische Mittel und Suspensionsmittel. Beispiele für Füllstoffe sind u. a. Holzzellstoff, Vermiculit und Kombinationen daraus, Metallcarbonate, z. B. Calciumcarbonat, Kreide, Kalkspat, Mergel, Travertin, Marmor und Kalkstein, Calciummagnesiumcarbonat, Natriumcarbonat, Magnesiumcarbonat; Siliciumdioxid, z. B. amorphes Siliciumdioxid, Quarz, Glasperlen, Glasblasen und Glasfasern; Silicate, z. B. Talkum, Ton, Feldspat, Glimmer, Calciumsilikat, Calciummetasilikat, Natriumaluminiumsilikat, Natriumsilikat; Metallsulfate, z. B. Calciumsulfat, Bariumsulfat, Natriumsulfat, Aluminiumnatriumsulfat, Aluminiumsulfat; Gips; Holzmehl; Aluminiumtrihydrat; Metalloxide, z. B. Calciumoxid, Aluminiumoxid, Titandioxid, und Metallsulfite, z. B. Calciumsulfid.
- [0064] Ein Schleifhilfsmittel ist als Teilchenmaterial definiert, dessen Zugabe zu einem Schleifmittel eine bedeutende Wirkung auf die chemischen und physikalischen Prozesse des Schleifens hat, wodurch die Leistung verbessert wird. Insbesondere nimmt man an, daß das Schleifhilfsmittel (1) die Reibung zwischen den Schleifteilchen und dem zu schleifenden Werkstück verringert, (2) verhindert, daß die Schleifteilchen mit Metallteilchen "überzogen" werden, (3) die Grenzflächentemperatur zwischen den Schleifteilchen und dem Werkstück vermindert oder (4) die Schleifkräfte verringert. Beispiele für Mahlhilfsmittel sind u. a. Wachse, organische Halidverbindungen, Halidsalze und Metalle und deren Legierungen. Beispiele für organische Halide sind u. a. chlorierte Wachse, z. B. Tetrachlornaphthalen, Pentachlornaphthalen und Polyvinylchlorid. Beispiele für Halidsalze sind u. a. Natriumchlorid, Kaliumcryolit, Natriumcryolit, Ammoniakcryolit, Kaliumtetrafluorborat, Natriumtetrafluorborat und Magnesiumchlorid. Beispiele für Metalle sind u. a. Zinn, Blei, Wismut, Kobalt, Antimon, Cadmium, Eisen und Titan. Andere Schleifhilfsmittel sind u. a. Schwefel, organische Schwefelverbindungen, Graphit und Metallsulfide.
- [0065] Beispiele für Haftvermittler sind u. a. Organosilane, Zirconaluminat und Titanate. Beispiele für anti-

statische Mittel sind u. a. Graphit, Ruß, leitende Polymere, Feuchthaltemittel, Vanadiumoxid und dgl. Die Anteile dieser Materialien können so eingestellt werden, daß die gewünschten Eigenschaften erreicht werden. Die harten, anorganischen Teilchen und/oder Schleifkörner können vor dem Mischen mit dem Bindemittelvorläufer mit einem Haftvermittler vorbehandelt werden. Als Alternative kann ein Haftvermittler dem Bindemittelvorläufer direkt zugesetzt werden.

[0066] Erfindungsgemäße Schleifartikel können hergestellt werden, indem zunächst ein Träger mit einer Vorder- und Rückseite bereitgestellt wird. Entweder wird ein Einbettungsschichtvorläufer, wie er hier definiert ist, oder ein erster Bindungssystemvorläufer durch herkömmliche Mittel, z. B. durch eine Walze, eine Übertragung, ein Messer oder eine Schmelzbeschichtung, auf eine Fläche des Trägers aufgebracht. Schleifagglomeratteilchen werden durch Aufbringen auf das Bindungsmedium durch Drop-Coating oder elektrostatische Beschichtung, vorzugsweise Drop-Coating, aufgebracht. Die gesonderten Schleifagglomeratteilchen können auf dem Träger beliebig aufgebracht oder aufgetragen sein. Der Bindungsmediumvorläufer wird dann partiell verfestigt oder gehärtet, um die Schleifagglomeratteilchen auf dem Träger zu verankern. Das Bindungsmedium ist normalerweise durch Einwirkung einer Energiequelle, z. B. Wärme- oder Strahlungsenergie, mindestens partiell verfestigt oder gehärtet. Ein zweiter Bindungssystemvorläufer kann durch herkömmliche Mittel auf die verankerten Schleifagglomeratteilchen aufgebracht werden. Der zweite Bindungssystemvorläufer kann vor oder nach der Verfestigung oder Härtung des Schleifagglomeratteilchenbindungsmediums unter Verwendung herkömmlicher Mittel aufgebracht werden, z. B. durch Aufsprühen oder Walzenbeschichtung. Weiche Gummiwalzen sind mitunter zur Walzenbeschichtung geeignet. Das zweite Bindungssystem verbindet ferner die Schleifagglomeratteilchen mit dem Träger. Es wird im allgemeinen bevorzugt, daß die harten anorganischen Teilchen gleichmäßig im Bindemittelvorläufer dispergiert werden. Als Wahlmöglichkeit können zusätzliche Beschichtungen oder Bindungssysteme auf die Schleifagglomeratteilchen und das zweite Bindungssystem aufgebracht werden.

[0067] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleifen eines Werkstücks. Dieses Verfahren weist folgenden Schritt auf: Versetzen eines erfindungsgemäßen Schleifartikel in Reibkontakt mit einer Fläche des Werkstücks. Der Begriff "Schleifen" bedeutet, daß ein Teil des Werkstücks durch das Schleifmittel abgetragen oder entfernt wird. Erfindungsgemäße Schleifartikel haben beim Schleifen vieler verschiedener Werkstücke einen verbesserten Abtrag. Das Werkstück kann aus jeder Art von Material sein, z. B. Metall, Metallegierungen, exotische Metallegierungen, Keramik, Glas, Holz, holzartige Materialien, Verbundstoffe, lackierte Fläche, Kunststoff, verstärkter Kunststoff, Stein oder Kombinationen daraus. Ein bevorzugtes Werkstück ist ein Stahlwerkstück. Das Werkstück kann flach sein oder eine Form oder Kontur haben, die dieser Form nahekommt. Beispiele für Werkstücke sind u. a. Metallteile, Kunststoffteile, Spanplatte, Nockenwellen, Kurbelwellen, Möbel, Turbinenblätter und dgl. Die erfindungsgemäßen Schleifmittel können in feuchten oder trockenen Anwendungen verwendet werden.

[0068] Je nach Anwendung kann beim Schleifen eine Flüssigkeit vorhanden sein. Die Flüssigkeit kann Wasser, Wasser, das herkömmliche rosthemmende Verbindungen oder eine organische Verbindung aufweist, z. B. ein Schmiermittel, Öl, Seifen, Schneidflüssigkeit und dgl. sein. Diese Flüssigkeiten können Schaumhemmer, Entfetter oder dgl. enthalten.

[0069] Je nach Anwendung kann die Kraft an der Schleifberührungsfläche von etwa $0,345 \text{ N/cm}^2$ bis über $689,5 \text{ N/cm}^2$ reichen. Im allgemeinen liegt diese Kraft in einem Bereich von etwa $0,69 \text{ N/cm}^2$ bis etwa $68,8 \text{ N/cm}^2$ an der Schleiffläche.

[0070] Die erfindungsgemäßen Schleifartikel können manuell oder in Kombination mit einer Maschine verwendet werden. Zumindest eines oder beide, nämlich der Schleifartikel und das Werkstück, werden beim Schleifen relativ zueinander bewegt. Die erfindungsgemäßen Schleifartikel können zu einem Band, einem Streifen, einer Rolle, einer Scheibe oder einer Bahn und dgl. verarbeitet werden. Bei Bandanwendungen werden zwei freie Enden einer Papierbahn unter Verwendung bekannter Verfahren miteinander verbunden, und ein Spleiß wird ausgebildet. Ein klebstellenloses Band, wie im US-Patent 5 573 619 beschrieben, kann auch verwendet werden. Im allgemeinen läuft das Endlosschleifband über mindestens eine Umlenkrolle und ein Trägeroder Kontaktwalze. Die Härte der Träger- oder Kontaktwalze wird reguliert, um die gewünschte Abtragrate und Werkstückoberflächengüte zu erreichen. Die Geschwindigkeit des Schleifbandes reicht von etwa 60 bis etwa 37000 Flächenmeter pro Minute und im allgemeinen von etwa 600 und etwa 3700 Flächenmeter pro Minute. Die Bandabmessungen können von etwa 5 bis 1000 μm Breite und etwa 5 bis 10000 μm Länge reichen. Schleifbänder sind endlos langen Schleifmittel. Sie können in der Breite von etwa 1 bis etwa 1000 μm , im allgemeinen von 5 bis 250 μm reichen. Schleifbänder sind normalerweise abgewickelt, laufen über ein Auflage, die das Band gegen das Werkstück drückt und laufen dann zurück. Die Schleifbänder können kontinuierlich über die Schleifberührungsfläche geführt und können weitergerückt werden. Die Schleifscheibe, die auch als "Scheibe" bezeichnet wird, kann einen Durchmesser von 50 bis 1000 μm haben. Normalerweise sind Schleifscheiben Träger mit einer Befestigungseinrichtung auf einem fest angeordnet. Diese Schleifscheiben können mit 110 bis 20000 U/min, normalerweise 1000 bis 15000 U/min drehen.

Beispiele

[0071] Die nachstehenden nichteinschränkenden Beispiele beschreiben die Erfindung weiter. Alle Teile, Prozentangaben, Anteile usw. in den Beispielen sind gewichtsbezogen, wenn nichts anderes angegeben ist.

[0072] Die folgenden Abkürzungen und Handelsnamen, die in Tabelle 1 nachstehend aufgeführt sind, werden in allen Beispielen verwendet.

Tabelle 1 – Materialbezeichnungen

Bezeichnung	Material
BAO	brauner Elektrokorund-Schleifsand, vertrieben von Treibacher Schleifmittel
CAB	Siliciumdioxid, vertrieben von Cabot Corporation, Cambridge, MA, unter der Handelsbezeichnung "CAB-O-SIL" M5
CaCO ₃	Calciumcarbonatfüllstoff mit einer mittleren Teilchengröße von etwa 15 µm

CRY	Natriumaluminiumfluorid-Schleifhilfsmittelteilchen, vertrieben von Washington Mills, Niagara Falls, NY
CAO1	Keramikaluminiumoxid-Schleifkorn mit Alpha-Aluminiumoxid-, Magnesiumoxid- und Seltenerdoxidmodifikatoren, vertrieben von Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, MN, unter der Handelsbezeichnung "321 Cubitron"-Schleifkorn
KB1	2,2-Dimethoxy-1,2-Diphenylethanon, vertrieben von Lamberti S.P.A., vertrieben von Sartomer, Exton, PA, unter der Handelsbezeichnung "ESACURE KB1"
MSCA	3-Methacryloxypropyl-Trimethoxysilan-Haftvermittler, vertrieben von Witco Corporation, Friendly, WV, unter der Handelsbezeichnung "A-174"
OX-50	amorphe Siliciumoxidteilchen mit einer mittleren Oberfläche von $50 \text{ m}^2/\text{g}$, vertrieben von Degussa Corp., Richfield Park, NJ, unter der Handelsbezeichnung "OX-50"
PRO	ein 60/40/1-Gemisch aus TMPTA/TATHEIC/KB1

RPR	Ein Resolphenolharz mit 75 % Feststoffen in Wasser, kaliumhydroxidgehärtet und mit einer Viskosität von annähernd 2000 Centipoise bei 25 °C
TATHEIC	Tris(hydroxyethyl)isocyanurat-Triacrylat, vertrieben von Sartomer, unter der Handelsbezeichnung "Sartomer 368"
TMPTA	Trimethylolpropan-Triacrylat, vertrieben von Sartomer, unter der Handelsbezeichnung "Sartomer 351"
W	behandelter Calciummetasilicat-Füllstoff, vertrieben von NYCO, Willsboro, NY, unter der Handelsbezeichnung "WOLLASTOCOAT"
WAO	weißer Elektrokorund-Schleifsand, vertrieben von Treibacher Schleifmittel, Villach, Österreich

Messung der Oberflächengüte

[0073] Die Oberflächengüte (Ra) der Prüfplatten, die in den Beispielen verwendet werden, wurde am Ende

jedes Schleifversuchs gemessen. Ra ist der arithmetische Mittelwert der Kratztiefe in μm . Ra wurde mit einem Mahr Perthometer-Profilmeßgerät (Modell M4P, vertrieben von Mahr Corporation, Cincinnati, OH) gemessen.

Prüfablauf 1

Naßschwingtrommelprüfung

[0074] Die Schleifartikel wurden zu Bahnen von 10,2 mal 15,2 cm verarbeitet. Diese Schleifmittelbahnen wurden vor der Prüfung für mindestens 12 Stunden bei Raumtemperatur mit Wasser getränkt. Diese Proben wurden in einer zylindrischen Stahltrommelprüfmaschine installiert, die sich in einem kleinen Bogen hin und herbewegt (schwingt), wobei ein Verschleißweg von 1,3 mal 10,1 cm entsteht. Das Werkstück ist im wesentlichen senkrecht zum Schleifartikel und in Reibkontakt mit diesem. Der Schleifartikel schloß das feststehende Kohlenstoffstahlwerkstück vom Typ 1018 mit den Abmessungen von 1,3 mal 1,3 cm mal 15,2 cm anfängliche Höhe. Es wurden annähernd 60 Überstreichbewegungen pro Minute auf diesem Verschleißweg durchgeführt. Die über einen Hebelarm an das Werkstück angelegte Last betrug 3,6 kg. Während der Prüfung tropfte Wasser mit einer Rate von einem Tropfen pro Sekunde auf jeden Verschleißweg, um die Probe feucht zu halten. Die Gesamtmenge des abgetragenen Kohlenstoffstahls nach 500 Zyklen (wobei ein Zyklus eine Hin- und Herbewegung ist) wurde als Gesamtabtrag aufgezeichnet. Die Ergebnisse sind in den Tabellen unten als Mittelwert von 4 Proben eingetragen.

Prüfablauf 2

[0075] Der Schleifartikel wurde zu einem Endlosband von 7,6 mal 203 cm verarbeitet und an einer Pendelschleifmaschine mit konstanter Geschwindigkeit (Schleifmaschine Thompson Typ C12, vertrieben von Waterbury Farrel Technologies, Cheshire, CT) installiert. Die effektive Abtragfläche des Schleifbandes war 2,54 mal 203 cm. Das mit diesen Bändern geschliffene Werkstück war 2,54 cm breit, 17,8 cm lang und 10,2 cm hoch. Das Schleifen erfolgte entlang der Fläche von 2,54 mal 17,8 cm. Das Werkstück war auf einem Pendeltisch angeordnet. Die Geschwindigkeit des Schleifbandes betrug 610 Flächenmeter pro Minute. Die Tischgeschwindigkeit, mit der sich das Werkstück verschob, war 7,6 m/min. Der schrittweise Tiefenvorschub des Schleifbandes war 2,54 μm pro Durchlauf des Werkstücks. Das verwendete Verfahren war ein herkömmliches Planschleifen, bei dem das Werkstück unter dem sich drehenden Schleifband pendelte, wobei nach jedem Durchlauf ein schrittweiser Tiefenvorschub erfolgte. Dieses Schleifen erfolgte feucht. Jedes Band wurde verwendet, bis eine Normalkraft erzeugt wurde, die größer als 445 N war. An diesem Punkt war die Betriebslebensdauer des Schleifmittels beendet. Diese Prüfung ist geeignet, die Lebensdauer eines Schleifbandes zu messen, wenn das Band Befeuchtungs- und Konstantgeschwindigkeitsschleifbedingungen bei Metallbearbeitungsanwendungen ausgesetzt ist.

Prüfablauf 3

[0076] Der Schleifartikel wurde zu einem Endlosband verarbeitet. Das Band wurde an der Flachkopfschlichtvorrichtung ACME unter Verwendung der unten in Tabelle 2 beschriebenen Bedingungen installiert. Die effektive Abtragfläche des Bandes war 15 mal 244 cm, und die geschliffene Fläche des Werkstücks betrug 15 cm mal 1,2 m. Die Werkstücke wurden der Maschine auf einem Förderband zugeführt, das mit 10,7 m/min lief, und die Güte wurde gemessen, nachdem jeweils ein Fünfundzwanzigstel des Werkstücks geschliffen war. Die Prüfung erfolgt, bis 1500 Fuß (457 m) der Werkstückplatten geschliffen waren. Die abgetragene Materialmenge und die resultierende Güte wurden aufgezeichnet, und die verbliebene Schließlebensdauer des Schleifbandes wurde abgeschätzt. Die lineare Lebendauerschätzung beruht auf der Differenz zwischen der Dicke des Trägers und der Menge des Materials, das auf dem Schleifband auf dem Verschleißweg verblieb, im Vergleich zur Dicke des Schleifbandes, das nicht in das Schleifen einbezogen war. Eine bessere Schätzung der Schleifbandlebensdauer wurde unter den Bedingungen bestimmt, die unten beschrieben sind, außer daß die Werkstücke der Maschine kontinuierlich zugeführt werden, bis die Abtragsrate zu niedrig ist oder die Güte nicht mehr gleichmäßig ist und übermäßige Schwankungen zeigt.

Tabelle 2

Schleifbandgröße	30 mal 244 cm
Maschine	30 cm (12 Zoll) (ACME Flachkopfschlichtvorrichtung, ACME Manufacturing Co., Detroit, MI)
Schleifgeschwindigkeit	1311 Flächen-m/min
Förderbandgeschwindigkeit	10,7 m/min
Kontaktrad	60A Durometer, Kerbverzahnung 1:1
Schleifdruck	0,2 A/cm
Werkstück	Platten aus Edelstahl 304 (15,2 cm mal 1,2 m mal ca. 0,3 cm)
Kühlmittel	5,5 - 6 % Castrol Safety Kool 709

Allgemeines Verfahren zur Herstellung von genau geformten Agglomeratteilchen

[0077] Die genau geformten Agglomeratteilchen wurden im wesentlichen so hergestellt, wie in der PCT-Veröffentlichung WO 98/10 896 beschrieben. Die genau geformten Teilchen wurden mit der Vorrichtung hergestellt, die der in **Fig. 8** in der oben beschriebenen Anmeldung gleicht, außer daß ein Ultraschallhorn auf der Rückseite des Trägers installiert war. Ein Produktionswerkzeug war in Form einer Endlosbahn vorgesehen, das eine Serie von Hohlräumen mit festgelegten Abmessungen aufwies. Die Hohlräume waren in einer vorbestimmten Reihenfolge oder Anordnung angeordnet, so daß das Produktionswerkzeug im wesentlichen das Gegenstück der gewünschten Form und Abmessungen der genau geformten Agglomeratteilchen war. Das Produktionswerkzeug bestand aus einem thermoplastischen Polypropylenmaterial, das vorher durch Prägen des Polypropylenmaterials auf ein Musterwerkzeug geprägt worden war. Das Nickelmusterwerkzeug enthielt außerdem eine Serie von Hohlräumen mit festgelegten Abmessungen und festgelegter Form. Das Nickelmusterwerkzeug wurde in einem Trennrändelverfahren hergestellt. Das Produktionswerkzeug hatte ein Muster von Hohlräumen in Form von Pyramiden, die quadratische Grundflächen aufwiesen und so angeordnet waren, daß die Grundflächen aneinander angrenzten. Die Höhe der Pyramide war etwa 810 µm, und die Grundflächenlänge jeder Seite der Grundfläche war etwa 1950 µm. Die Oberfläche des Produktionswerkzeugs, das die Hohlräume enthält, gleicht dem Segment des in **Fig. 6** in der oben genannten Patentanmeldung beschriebenen Werkzeugs.

[0078] Während das Produktionswerkzeug die Abwickelstation mit einer Spannung von etwa 30 psi (210 kPa) verließ, verließ eine 51 µm dicke Polyesterfilmträgerbahn eine zweite Abwickelstation. Der Polyesterfilm enthielt einen Ethylenacrylsäure-Copolymerprimer. Ein Bindemittelvorläufer wurde mit einer Walzenraketstreichmaschine mit einem festen Spalt von etwa 76 µm in die Hohlräume des Produktionswerkzeugs eingebracht. Der Abschnitt des Produktionswerkzeugs, der den Bindemittelvorläufer enthielt, wurde mit der Trägerbahn mittels einer Andruckwalze in Kontakt gebracht, die einen Anpreßdruck von etwa 60 psi (420 kPa) hatte. Der Abschnitt des Produktionswerkzeugs, der den Bindemittelvorläufer enthielt, und die Trägerbahn wurden gegen eine Spindel gedrückt, die sich um eine Achse drehte. Als nächstes wurde Strahlungsenergie durch das Produktionswerkzeug und in den Bindemittelvorläufer emittiert. Die Quelle der Strahlungsenergie waren vier Ultraviolettlampen, vertrieben von Fusion UV Systems Inc. Gaithersburg, MD, die einen "D"-Kolben enthielten und mit 600 Watt/Zoll (240 Watt/cm) arbeiteten. Bei Einwirkung der Energiequelle wurde der Bindemittelvorläufer in ein erstarrtes, handhabbares Bindemittel umgewandelt. Das Produktionswerkzeug, das das erstarrte, handhabbare Bindemittel enthielt, und die Trägerbahn wurden mittels der Spindel kontinuierlich durch die Här-

tungszone bewegt. Die Trägerbahn wurde in der Nähe einer Andruckwalze vom Produktionswerkzeug getrennt, das das Bindemittel enthielt. Ein Ultraschallhorn (Modell 108, vertrieben von Branson Ultrasonics Corp., Danbury, CT) wurde direkt hinter der Trägerbahn angeordnet. Das Ultraschallhorn arbeitete mit einer hohen Einstellung und trug dazu bei, die Entfernung der Teilchen von der Trägerbahn zu erleichtern. Als nächstes wurde die Trägerbahn auf einer Aufwickelstation mit einer Spannung von etwa 100 psi (700 kPa) aufgewickelt. Dies war ein kontinuierlicher Prozeß, der mit etwa 130 Fuß/min (40 m/min) bis 180 Fuß/min (55 m/min) ablief. [0079] Diese Agglomeratteilchen wurden von der Trägerbahn auf eine von zwei Weisen entfernt, nämlich als getrennte Teilchen oder als Teilchenfolie. Diese getrennten Teilchen wiesen auch Dubletten oder Tripletten aus einzelnen Teilchen auf. Es wurde bevorzugt, die Teilchen als getrennte Teilchen zu entfernen. Wenn 25% der Teilchen oder weniger von der Trägerbahn als Teilchenfolien entfernt wurden, dann wurden die resultierenden Teilchen (einschließlich getrennte Teilchen und Teilchenfolien) zuerst gesiebt, um die getrennten Teilchen von den Teilchenfolien zu trennen. Dann wurden die Teilchenfolien in einem Zementmischer unter Verwendung von Stahl- oder Keramikstücken kugelmahlen. Die Stücke waren ein Zoll (2,54 cm) lang mal 3/4 Zoll (1,9 cm) im Durchmesser. Das Kugelmahlen erfolgte vorsichtig, um Schaden an den getrennten Teilchen zu vermeiden. Nach dem Kugelmahlen wurden die Teilchen ein zweites Mal gesiebt. Wenn 25% der Teilchen oder mehr von der Trägerbahn als Teilchenfolien entfernt waren, wurden die resultierenden Teilchen auf die gleiche Weise wie oben beschrieben kugelmahlen. Nach dem Kugelmahlen wurden die Teilchen gesiebt.

Allgemeines Verfahren zur Herstellung von beschichteten Schleifartikeln

[0080] Das Verfahren zur Herstellung der beschichteten Schleifartikel der Beispiele war ein Fließverfahren, und die resultierende Bahn des beschichteten Schleifartikels wurde mit herkömmlichen Mitteln zu einem gespleißten Endlosschleifband verarbeitet. Die Träger waren herkömmlicher Y-Gewicht-Polyesterstoff mit einem Satinbindung. Dieser Stoffträger wurde auf herkömmliche Weise mit Phenol- und Phenol/Latexstoffbehandlungen behandelt, um den Träger zu verschließen und die physikalischen Eigenschaften des Trägers zu verbessern. Eine Einbettungsschicht wurde auf die vordere Fläche des Trägers aufgebracht. Der verwendete Einbettungsschichtvorläufer war ein herkömmliches, mit Calciumcarbonat aufgefülltes Resolphenolharz (48% Harz, 52% CaCO_3), und das Beschichtungsgewicht der Trägerschicht war etwa 290 g/m². Die genau geformten Schleifagglomeratteilchen wurden durch Drop-Coating in die Einbettungsschicht oder den Bindungssystemvorläufer eingebracht. Der resultierende Aufbau wurde erwärmt, um das Resolphenolharz partiell zu härten. Als nächstes wurde ein Bindungssystemvorläufer oder ein herkömmlicher Haftschriftvorläufer auf die Schleifteilchen aufgebracht. Der Haftschriftvorläufer war ein konventionelles, mit Calciumcarbonat aufgefülltes Resolphenolharz (48% Harz, 52% CaCO_3). Alle resultierenden beschichteten Schleifmittel wurden vor der Prüfung einer Wechselbiegung unterzogen. Die gesamten Beschichtungsgewichte, die nachstehend aufgeführt sind, sind als Feuchtbeschichtungsgewichte angegeben. Die Verfahrensbedingungen sind in Tabelle 3 unten zusammengefaßt.

Tabelle 3

Produktionsliniengeschwindigkeit (m/min)	23
Einbettungsbeschichtungsverfahren	Quetschwalze
anorganische(s) Beschichtungsverfahren	Drop-Coating
Einbettungsschichtvorhärtungsbedingungen	20 min bei 185 °F (85 °C), 70 min bei 195 °F (91 °C)
Haft/Bindungssystemhärtungsbedingungen	40 min bei 175 °F (79 °C), 70 min bei 195 °F (91 °C)
Aushärtungsbedingungen	11 h bei 210 °F (99 °C)
Wechselbiegungsanforderungen	2,54 cm aufliegend

Beispiele 1 und 2

[0081] Eine Schlammformulierung zur Herstellung genau geformter Schleifagglomeratteilchen wurde aus 15,6 Gewichtsteilen Vorgemisch (Tabelle 4 unten), 7,2 Gewichtsteilen WAO der Korngröße P100 und 7,2 Gewichtsteilen WAO der Korngröße P320 unter Verwendung des Allgemeinen Verfahrens zur Herstellung von genau geformten Agglomeratteilchen hergestellt. Die Schleifmittel wurden nach dem Allgemeinen Verfahren zur Herstellung von beschichteten Schleifmitteln hergestellt.

[0082] In Beispiel 1 enthielt das Bindungssystem, das auf die Schleifagglomeratteilchen aufgebracht wurde, anorganische BAO-Teilchen der Korngröße 120, während das Bindungssystem in Beispiel 2 anorganische BAO-Teilchen der Korngröße 150 verwendete. Tabelle 5 zeigt die allgemeine Formulierung der verwendeten Bindungssysteme.

[0083] Die Endlosbänder der Beispiele 1 und 2 wurden entsprechend dem Prüfablauf 2 feucht betrieben, mit einem Tiefenvorschub von 1 mil/Durchlauf (25,4 µm/Durchlauf). Die Endlosbänder der Beispiele 1 und 2 wurden bis zu einer Normalkraft von mehr als 445 N am Endpunkt betrieben. Die Endlosbänder im Beispiel 1 hielten 444 Durchläufe, während die Endlosbänder im Beispiel 2 374 Durchläufe hielten. Die Ergebnisse zeigen, daß größere anorganische Teilchen im Bindungssystem eine längere Schleifleistung erbrachten als feinere anorganische Teilchen im Bindungssystem.

Tabelle 4 – Vorgemisch

Bestandteil	Gewichtsteile
PRO	54,8
KB1	0,27
MSCA	2,73
OX-50	1,1
W	41,1

Tabelle 5

Bestandteile	Gewichtsteile
RPR	12800
BAO	6400
OX-50	255
Wasser	865

Vergleichsbeispiel A und Beispiele 3 und 4

[0084] Ein Vergleichsbeispiel A wurde so aufgebaut, wie im oben erwähnten Allgemeinen Verfahren zur Herstellung von beschichteten Schleifartikeln ausgeführt, und hat den gleichen Aufbau wie Beispiel 1, außer daß eine Haftbeschichtung aus RPR bestand und Calciumcarbonat anstelle des Bindungssystems verwendet wurde. Beispiel 3 wurde wie in Beispiel 1 unter Verwendung der Bindungssystemformulierung hergestellt, die in Tabelle 6 gezeigt ist. Beispiel 4 war mit Beispiel 3 identisch, außer daß ein zusätzliches Bindungssystem (identisch mit dem Bindungssystem in Beispiel 3) auf das Bindungssystem in Beispiel 3 aufgebracht wurde. Das heißt, das erste Bindungssystem funktionierte wie eine "Haftschicht", und das zweite Bindungssystem funktionierte wie eine "Superhaftschicht".

Tabelle 6

Bestandteile	Gewichtsteile
RPR	863
BAO (Qualität 100)	984
Wasser	153
OX-50	25,8

[0085] Der Prüfablauf 1 erfolgte mit dem Vergleichsbeispiel A und den Beispielen 3 und 4 mit insgesamt 3000 Überstreichbewegungen, um die Abtragleistung zu bestimmen. Das Vergleichsbeispiel A trug 0,58 g, das Beispiel 3 1,24 g und das Beispiel 4 1,07 g ab. Die Ergebnisse zeigen, daß die Verwendung des Bindungssystems in Beispiel 3 zu mehr als einer Verdopplung des Gesamtabtrags im Vergleich zum Vergleichsbeispiel A führte, das kein Schleifmineral in der Einbettungsschicht hatte. Beispiel 4 hatte keine so gute Leistung wie Beispiel 3, wahrscheinlich aufgrund der Überbindung mit dem zweiten Bindungssystem; der niedrige Druck, der bei dieser Prüfung verwendet wurde, hat offensichtlich das zweite Bindungssystem nicht abgetragen, um die Schleifagglomeratteilchen freizulegen.

[0086] Der Prüfablauf 2 erfolgte auch mit dem Vergleichsbeispiel A und den Beispielen 3 und 4 mit einem Tiefenvorschub von 25,4 µm pro Durchlauf. Die Ergebnisse waren, daß das Vergleichsbeispiel A 210 Durchläufe hielt, das Beispiel 3 521 Durchgänge und das Beispiel 4 639 Durchgänge. Die Ergebnisse zeigen die dramatische Verbesserung des Bindungssystems in Beispiel 3 im Vergleich zu der herkömmlichen Haftbeschichtung des Vergleichsbeispiels A. Das Beispiel 4 hatte auch eine bessere Leistung als das Vergleichsbeispiel A.

Beispiele 5 bis 7

[0087] Die Beispiele 5 bis 7 wurden hergestellt, wie in den Beispielen 1 und 2 beschrieben, mit der Bindungssystemformulierung, die in Tabelle 7 gezeigt ist, mit einem Verhältnis zwischen Phenolfeststoffen und dem Mineral von 35 : 65. Das Beispiel 5 verwendete BAO der Korngröße 100 im Bindungssystem, das Beispiel 6 verwendete BAO der Korngröße 80 im Bindungssystem, und das Beispiel 7 verwendete BAO der Korngröße 60 im Bindungssystem.

Tabelle 7

Bestandteile	Gewichtsteile
RPR	780
BAO	1100
Wasser	20
OX-50	23,4

[0088] Die Beispiele 5 bis 7 wurden entsprechend dem Prüfablauf 1 mit 3000 Überstreichbewegungen geprüft. Die Ergebnisse waren folgende: Beispiel 5 – 0,93 g; Beispiel 6 – 0,90 g; Beispiel 7 – 1,29 g. Die Beispiele 5 bis 7 wurden auch entsprechend dem Prüfablauf 2 geprüft. Die Ergebnisse waren wie folgt: Beispiel 5 hielt 586 Durchläufe, Beispiel 6 hielt 1015 Durchläufe, und Beispiel 7 trug noch bei 1200 Durchläufen mit etwa 223 N Normalkraft ab, als die Prüfung beendet war. Die Ergebnisse des Prüfablaufs 2 zeigen, daß gröbere anorganische Teilchen im Bindungssystem die Abtraglebensdauer und somit die Lebensdauer verbessern.

Vergleichsbeispiel B und Beispiele 8 bis 9

[0089] Das Vergleichsbeispiel B wurde so hergestellt, wie im oben erwähnten Allgemeinen Verfahren beschrieben. Das Beispiel B wurde hergestellt wie Beispiel 8, außer daß eine Haftbeschichtung aus RPR bestand und Calciumcarbonat anstelle des Bindungssystems verwendet wurde. Das Beispiel 8 wurde wie Beispiel 1 unter Verwendung eines Bindungssystems mit Verwendung folgender Formulierung hergestellt: 9200 g RPR, 270 g OX-50 im Beispiel 8, 1650 g Wasser und 13000 g WAO der Korngröße 180. Beispiel 9 wurde hergestellt wie Beispiel 8, außer daß 205 g CAB anstelle von OX-50 verwendet wurden. Die Beschichtungsgewichte für das Vergleichsbeispiel B und die Beispiele 8 bis 9 sind in Tabelle 8 gezeigt.

[0090] Das Vergleichsbeispiel B und die Beispiele 8 und 9 wurden entsprechend dem Prüfablauf 3 geprüft. Der Gesamtabtrag beruhte auf 1500 Linearfuß (457 m) nichtrostenden Stahlblechen. Die Ergebnisse zeigten, daß die Beispiele 8 und 9 eine viel höhere Abtragsrate, eine längere geschätzte Lebensdauer und im Vergleich zum Vergleichsbeispiel B eine gröbere Oberflächengüte haben. Die Enddicke der Schleifproben wurde mit der Hand in μm gemessen. Der Prozentanteil der verwendeten Schleifbandprobe beruhte auf den Banddickendaten. Es wurde eine Enddicke von 0,0635 μm (0,0025 Zoll) für den YF-Träger angenommen. Eine nachfolgende Verschleißprüfung zeigte, daß die Schleifbänder eine viel größere Schleiflebensdauer haben, als die lineare Schätzung ergibt. Die Verschleißprüfung setzte sich mit dem Schleifen des Bandes fort, bis die Abtragsrate eine unakzeptable Rate erreicht hat oder die Güte nicht mehr ausreichend war. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 unten gezeigt.

Tabelle 8

	Vergl.-Bsp. (g/m ²)	Beispiel 8 (g/m ²)	Beispiel 9 (g/m ²)
Träger	437	437	437
Haftbeschichtung	289	289	289
Schleifagglomerat	733	733	733
Haft/Bindungssystem	666	800	837

Tabelle 9

Prüfbandbeschreibung	Gesamtabtrag g (%)	Ra-Oberflächengüte (μm) (Anfang > Ende)	Enddicke (mm)	verbrauchtes Band (%) *
Vergl.-Bsp. B	1175	1,32 > 1,03	0,94	76,0
Beispiel 8	1718 (46 % mehr)	1,55 > 1,14	1,19	56,0
Beispiel 9	1778 (51 % mehr)	1,61 > 1,11	1,24	52,0

*auf der Grundlage des Banddicke

Beispiele 10 bis 12

[0091] Die Beispiele 10 bis 12 wurden nach dem Allgemeinen Verfahren zur Herstellung von Schleifartikeln hergestellt. Die Beschichtungsgewichte für die Beispiele 10 bis 12 sind in Tabelle 10 unten dargestellt, und die Bindungssystemformulierungen sind in Tabelle 11 dargestellt. Die Schlämmeformulierung zur Herstellung genau geformter Schleifagglomeratteilchen wurde aus 15,9 Gewichtsteilen Vorgemisch (Tabelle 4 oben), 4,7 Gewichtsteilen WAO der Klasse F360 und 9,4 Gewichtsteilen WAO der Korngröße P150 in den Beispielen 10 und

11 und 9,4 Gewichtsteilen BAO der Korngröße P150 in Beispiel 12 unter Verwendung des Allgemeinen Verfahrens zur Herstellung von genau geformten Agglomeratteilchen hergestellt.

[0092] Die Beispiele 10 bis 12 wurden nach der Prüfvorschrift 3 geprüft. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 gezeigt. Die Daten für den Gesamtabtrag und die Ra-Oberflächengüte sind für 1500 (457 m) und 6000 (1829 m) Linearfuß des Werkstücks dargestellt. Das Beispiel 10 hat einen geringeren Abtrag als die Beispiele 11 und 12. Die Oberflächengüte des Beispiels 10 mit BAO der Korngröße 220 im Bindungssystem glich der Oberflächengüte im Beispiel 11 mit BAO der Korngröße 150 im Bindungssystem. Der WAO in den genau geformten Schleifagglomeratteilchen in Beispiel 11 führte zu einer feineren Oberflächengüte als der BAO in den genau geformten Schleifagglomeratteilchen in Beispiel 12.

Tabelle 10

	Beispiel 10 (g/m ²)	Beispiel 11 (g/m ²)	Beispiel 12 (g/m ²)
Haftbeschichtung	293	293	310
Schleifagglomerat	680	680	733
Bindungssystem	900	864	766

Tabelle 11

Rohmaterial	Beispiel 10 (g)	Beispiele 11-12 (g)
RPR	9200	9200
CAB	169	169
Wasser	1650	1650
WAO der Korngröße 220	13000	
WAO der Korngröße 150		13000

Tabelle 12

Prüfband-Beschreibung	Gesamt-abtrag (g) 457 m, 1829 m	Ra-Oberflächen-güte bei 1829 m (μm) (Anfang>Ende)	Ra-Oberflächen-güte bei 457 m (μm) (Anfang>Ende)	verwendetes Band (%)
Bsp. 12	1575		1,55 > 1,09	
Bsp. 13	1894, 6708	1,56 > 1,07	1,56 > 1,10	100 %
Bsp. 14	1898		1,75 > 1,24	unbekannt

Patentansprüche

1. Schleifartikel (30) mit:

einem Träger (32) mit einer vorderen und hinteren Fläche;
 einem Bindungssystem (34), das ein zweites Bindemittel (36) und mehrere harte, anorganische Teilchen (18) aufweist, die in dem zweiten Bindemittel dispergiert sind; und
 mehreren getrennten Schleifagglomeratteilchen (14), die mit der vorderen Fläche des Trägers durch das Bindungssystem verbunden sind, wobei die Schleifagglomeratteilchen mehrere einzelne Schleifkörner (15) aufweisen, die durch ein erstes Bindemittel (16) miteinander verbunden sind, und wobei die mittleren Teilchengrößen der Schleifkörner und der harten anorganischen Teilchen innerhalb von 20% zueinander liegen.

2. Schleifartikel (10) mit:

einem Träger (12) mit einer vorderen und hinteren Fläche;
 einer Einbettungsschicht (13), die mit der vorderen Fläche des Trägers verbunden ist;
 mehreren Schleifagglomeratteilchen (14), die mit der vorderen Fläche des Trägers durch die Einbettungsschicht (13) verbunden sind, wobei die Schleifagglomeratteilchen mehrere einzelne Schleifkörner (15) aufweisen, die durch ein erstes Bindemittel (16) miteinander verbunden sind; und
 einem Bindungssystem (17), das auf die Schleifagglomeratteilchen aufgebracht ist, wobei das Bindungssystem ein zweites Bindemittel (19) und mehrere harte, anorganische Teilchen (18) aufweist, die in dem zweiten Bindemittel dispergiert sind, und wobei die mittleren Teilchengrößen der Schleifkörner und der harten, anorganischen Teilchen innerhalb von 20% zueinander liegen.

3. Schleifartikel (50) mit:

einem Träger (52) mit einer vorderen und hinteren Fläche;
 mehreren getrennten Schleifagglomeratteilchen (14), die mit der vorderen Fläche des Trägers verbunden sind, wobei die Schleifagglomeratteilchen mehrere einzelne Schleifkörner (15) aufweisen, die durch ein erstes Bindemittel (16) miteinander verbunden sind;
 einem ersten Bindungssystem (54), das die Schleifagglomeratteilchen mit der vorderen Fläche des Trägers verbindet, wobei das erste Bindungssystem ein zweites Bindemittel (53) und mehrere harte, anorganische Teilchen (51) aufweist, die in dem zweiten Bindemittel dispergiert sind; und
 einem zweiten Bindungssystem (55), das auf die Schleifagglomeratteilchen aufgebracht ist, wobei das zweite Bindungssystem ein drittes Bindemittel (56) und mehrere harte, anorganische Teilchen (18) aufweist, die im dritten Bindemittel dispergiert sind, und wobei die mittleren Teilchengrößen der Schleifkörner und der harten, anorganischen Teilchen innerhalb von 20% zueinander liegen.

4. Schleifartikel nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, wobei die Schleifkörner aus der Gruppe gebildet sind, die aus geschmolzenem Aluminiumoxid, wärmebehandeltem Aluminiumoxid, weißem geschmolzenem Aluminiumoxid, schwarzem Siliciumcarbid, grünem Siliciumcarbid, Titandiborid, Borcarbid, Wolframcarbid, Titancarbid, Diamant (natürlich und synthetisch), Siliciumdioxid, Eisenoxid, Dichromoxid, Zirconiumdioxid, Titandioxid, Silicate, Zinnoxid, kubischem Bornitrid, Granat, geschmolzenem Aluminiumoxid-Zirconiumdioxid, aus einem Sol-Gel-Verfahren abgeleiteten Aluminiumoxidschleifteilchen und Kombinationen daraus besteht.

5. Schleifartikel nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, wobei die mittlere Teilchengröße der Schleifkörner innerhalb von 25% der durchschnittlichen Teilchengröße der harten, anorganischen Teilchen liegt.

6. Schleifartikel nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, wobei die harten, anorganischen Teilchen eine Mohs-Härte von 5 oder mehr haben.

7. Schleifartikel nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, wobei die harten, anorganischen Teilchen aus der Gruppe gewählt sind, die aus geschmolzenem Aluminiumoxid, wärmebehandeltem Aluminiumoxid, weißem geschmolzenem Aluminiumoxid, schwarzem Siliciumcarbid, grünem Siliciumcarbid, Titandiborid, Borcarbid, Wolframcarbid, Titancarbid, Diamant (natürlich und synthetisch), Siliciumdioxid, Eisenoxid, Dichromoxid, Zirconiumdioxid, Titandioxid, Silicate, Zinnoxid, kubischem Bornitrid, Granat, geschmolzenem Aluminiumoxid-Zirconiumdioxid, aus einem Sol-Gel-Verfahren abgeleiteten Aluminiumoxidschleifteilchen und Kombinationen daraus besteht.

8. Schleifartikel nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das Bindungssystem gewichtsbezogen etwa 1 Teil bis 90 Teile harte, anorganische Teilchen und 10 bis 99 Teile Bindemittel aufweist.

9. Schleifartikel nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, wobei das zweite Bindemittel aus der Gruppe ge-

bildet ist, die aus Phenolharzen, Bismaleimidbindemitteln, Vinyletherharzen, Aminoplastharzen mit ungesättigten Alpha,Beta-Carbonylseitengruppen, Urethanharzen, Epoxidharzen, Acrylharzen, Acrylisocyanuratharzen, Harnstoff-Formaldehydharzen, Isocyanuratharzen, Acrylurethanharzen, Acrylepoxidharze und Gemischen daraus besteht.

10. Schleifartikel nach Anspruch 3, wobei das zweite und dritte Bindemittel aus der Gruppe gebildet ist, die aus Phenolharzen, Bismaleimidbindemitteln, Vinyletherharzen, Aminoplastharzen mit ungesättigten Alpha,Beta-Carbonylseitengruppen, Urethanharzen, Epoxidharzen, Acrylharzen, Acrylisocyanuratharzen, Harnstoff-Formaldehydharzen, Isocyanuratharzen, Acrylurethanharzen, Acrylepoxidharzen und Gemischen daraus besteht.

11. Schleifartikel nach Anspruch 3, wobei die Bindungssysteme gewichtsbezogen etwa 1 Teil bis 90 Teile harte, anorganische Teilchen und 10 bis 99 Teile Bindemittel aufweisen.

12. Verfahren zur Herstellung eines Schleifartikels nach Anspruch 2 mit den Schritten:
Auftragen eines Einbettungsschichtvorläufers auf eine Fläche eines Trägers;
Auftragen von getrennten Schleifagglomeratteilchen auf den Einbettungsschichtvorläufer, wobei die Schleifagglomeratteilchen mehrere einzelne Schleifkörner aufweisen, die durch ein erstes Bindemittel miteinander verbunden sind;
Aufbringen eines Bindungssystemvorläufers auf die Schleifagglomeratteilchen, wobei das Bindungssystem mehrere harte, anorganische Teilchen aufweist, die in einem zweiten Bindemittelvorläufer dispergiert sind; und
Härten der Einbettungsschicht und des zweiten Bindungsvorläufers.

13. Verfahren nach Anspruch 12, ferner mit dem Schritt:
mindestens partielles Hartwerden oder Härten des Einbettungsschichtvorläufers durch Einwirkung einer Energiequelle vor dem Schritt des Aufbringens des Bindungssystems.

14. Verfahren zum Schleifen einer Fläche eines Werkstücks mit dem Schritt:
Reibberührung einer Oberfläche eines Schleifartikels nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3 mit einer Fläche des Werkstücks.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

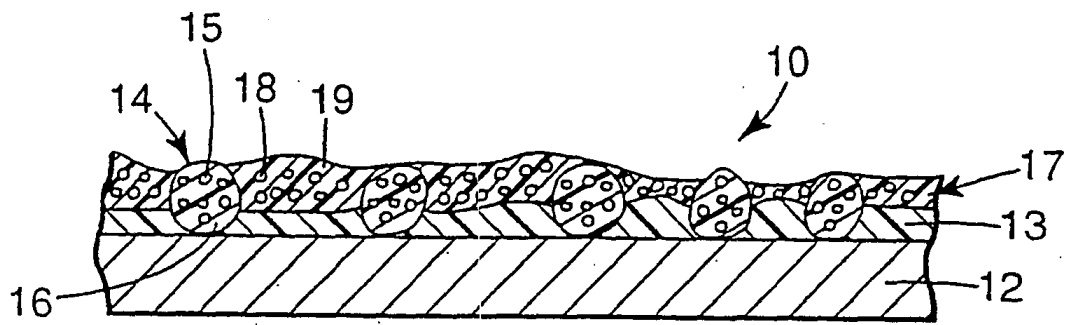


Fig. 1

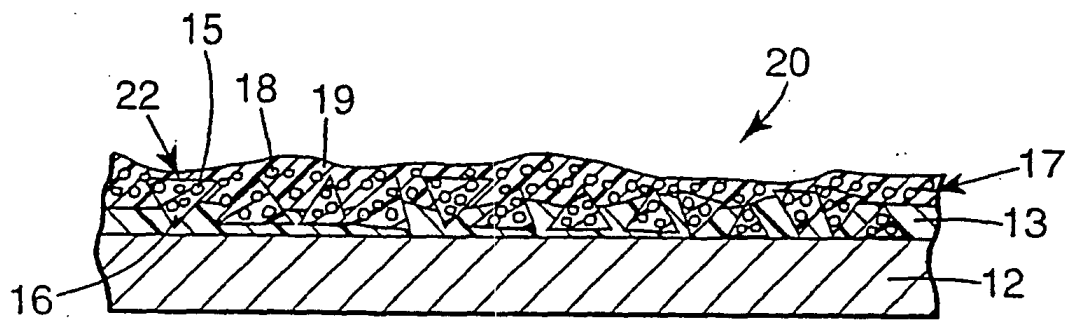


Fig. 2

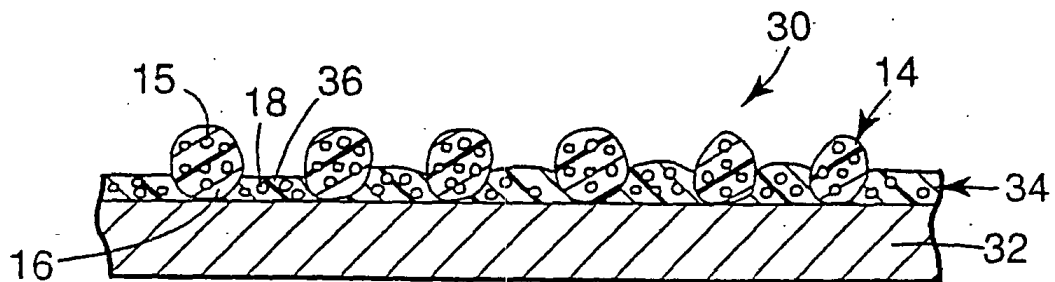


Fig. 3

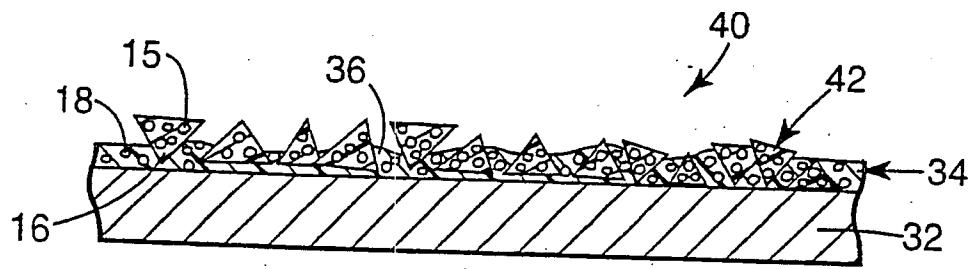


Fig. 4

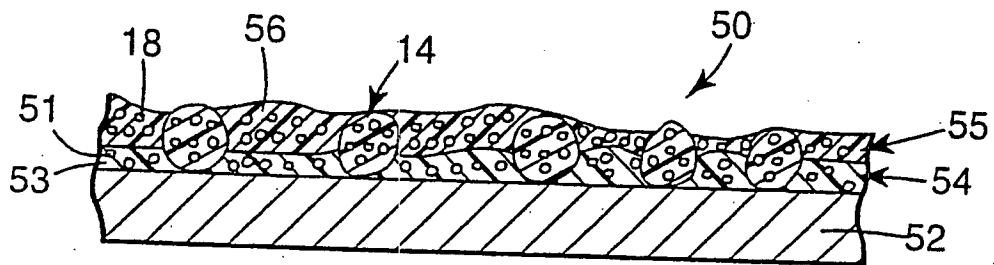


Fig. 5

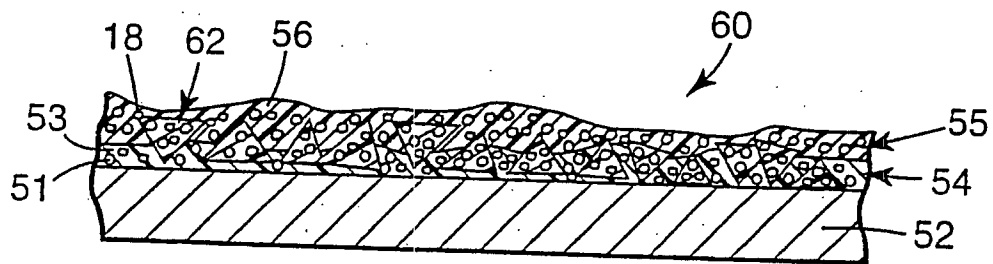


Fig. 6

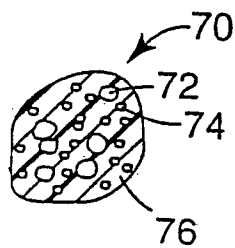


Fig. 7