



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 24 836 T3 2010.02.18**

(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 193 000 B2**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 24 836.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 122 463.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **20.09.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.04.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **29.11.2006**

(97) Veröffentlichungstag
des geänderten Patents beim EPA: **11.11.2009**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.02.2010**

(51) Int Cl.⁸: **B07B 7/083 (2006.01)**

Patentschrift wurde im Einspruchsverfahren geändert

(30) Unionspriorität: 670884 27.09.2000 US	(84) Benannte Vertragsstaaten: DE, NL
(73) Patentinhaber: Xerox Corp., Rochester, N.Y., US	(72) Erfinder: Morales-Tirado, Juan A., Rochester, New York 14623, US; Kumar, Samir, Penfield, New York 14526, US; Vanderwinckel, Judith M., Livonia, New York 14487, US; Higuchi, Fumii, Mississauga, Ontario, Canada L4Y 2H4, CA
(74) Vertreter: Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80802 München	

(54) Bezeichnung: **Element, Vorrichtung, Verfahren und Bausatz zur Trennung von Partikeln**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Artikel und eine Vorrichtung zur Klassifikation von festen Partikeln, ein Klassifikationsrad, einem Bausatz und einem Prozess zum Trennen und Klassifizieren von Partikeln.

[0002] WO 97/09130 offenbart ein Klassifikationsrad mit einer Scheibe, die dessen Ausgangsöffnung bedeckt und die entweder auf dem Rad oder auf einem Gehäuse einer entsprechenden Klassifikationsvorrichtung angeordnet ist.

[0003] US 2,367,906 offenbart die Konstruktion einer Scheibe als ein getrenntes Element, das mit Befestigungseinrichtungen bereitgestellt wird.

[0004] Auf dem Fachgebiet der Partikelverarbeitung, beispielsweise für die Erzeugung von feinen und gleichförmig verteilten Partikelmaterialien gibt es verschiedene Ausrüstungen und mechanische Prozesse, um die selektive Trennung von partikelförmigen Pulvern in zu verwendende und nicht zu verwendende Partikelgrößenbestandteile oder -bereiche zu erzielen und die insgesamt als Klassifizierer oder Klassifikationsausrüstung und -prozess bezeichnet werden.

[0005] Bei der Herstellung von partikelförmigen Pulvern, wie etwa elektrostatografischen Tonerzusammensetzungen wird eine Klassifikationsvorrichtung, die ein rotierendes Rad verwendet, allgemein eingesetzt, um die Klassifikation zu erreichen. Im Allgemeinen erzeugt das sich schnell drehende Klassifikationsrad eine dynamische Fluidvortex, die die notwendigen Kräfte bereitstellt, um die Trennung von Partikeln größer als eine bestimmte Größe von Partikeln kleiner als eine bestimmte Größe zu erreichen.

[0006] Das Ausmaß oder die Schärfe für die Trennung der Partikel von unterschiedlichen Größen, die durch den Klassifizierer erreicht wird, ist ein wichtiges Maß für die Qualität der Trennausrüstung und des -prozesses und wird allgemein bei der Qualität der resultierenden Partikel betrachtet, beispielsweise die physikalischen Leistungscharakteristika und Eigenschaften der Partikel. Die Schärfe für die Trennung ist ebenso ein Maß, wie gut der Klassifizierer zwischen Teilchen ähnlicher Größe unterscheiden kann. Idealerweise wird ein Klassifizierer einen zugeführten Partikelstrom, der eine Mischung aus feinen und groben Partikelgrößen enthält, in zwei getrennte Ströme trennen: einen groben Strom und einen feinen Strom mit wenig oder gar keiner Überlappung bei der Größenverteilung.

[0007] Das Ausmaß der Trennschärfe wird beispielsweise durch Verwendung einer Berechnung zur Grobgraduierungseffizienz gemessen. Die Berechnung gibt an, welcher Bruchteil von Partikeln mit einer bestimmten Größe zu dem groben Strom geführt wird und welcher Anteil zu dem feinen Strom geführt wird. Ein Verhältnis der Größe, bei welcher 25% der Partikel zu dem groben Strom (D_{25}) geführt werden und der Größe bei der 75% der Partikel zu dem groben Strom geführt werden (D_{75}) wird als ein nominelles Maß der Schärfe (D_{25}/D_{75}) verwendet. Eine ideale Trennung stellt eine Schärfe (D_{25}/D_{75}) gleich 1 bereit. Bei derzeit im Handel erhältlicher Klassifikationsausrüstung wird ein Schärfeindex, der einen Wert von 0,7 übersteigt, beispielsweise von ungefähr 0,7 bis ungefähr 1,0, als ausgezeichnet betrachtet und es wird als schwierig erachtet, diesen ohne herausragende Anstrengung und Betriebsbedingungen zu erreichen. Andere Klassifikationsgrößen schließen (D_{84}/D_{50}) ein, die als obere geometrische Größenverteilung (Upper Geometric Size Distribution: UGSD) bezeichnet wird. Diese Größe wird aus dem Feinstoffstrom eines bestimmten Volumenmedians und -verteilung bestimmt, die aus der Trennung resultiert und ist ein guter Indikator der Trennschärfe. Je geringer die obere geometrische Größenverteilung für eine bestimmte Volumenmediangröße ist, desto größer ist im Allgemeinen der Schärfeindex.

[0008] Im Handel erhältliche Klassifikationsräder stellen im Allgemeinen wenig oder gar keine Profilbildung bereit, oder stellen nur ein Profil bereit, welches eine konstante Radhöhe oder konstante radiale Geschwindigkeit des Luftflusses aufrechterhalten. Diese Bedingungen resultieren typischerweise in einer Partikel-Ab schnittspunktsituation, welche sich zu dem Partikelausgang hin verringert und von welcher angenommen wird, dass diese zu einem unerwünschten Aufbau von Feststoffkonzentration in dem freien Vortexgebiet führen. Von diesem Aufbau von Feststoffkonzentration in dem freien Vortexgebiet wird angenommen, dass dieser einen schlechten Einfluss auf den Schärfeindex aufweist.

[0009] Das in Besitz befindliche und erteilte US-Patent Nr. 5,927,510 für Leute et al., erteilt am 27. Juli 1999, offenbart eine Vorrichtung für die Klassifikation von festen Partikeln, die in ein Fluid eingebracht sind, die umfasst: ein Gehäuse, das mit einem Zuführanschluss ausgestattet ist, einen Feinfraktionsausgang und einen Grobfraktionsausgang; und ein Klassifikationsrad, das eine obere und eine untere Fläche und eine Vielzahl von

Flügelschaufeln aufweist, die die obere Fläche und die untere Fläche an den Umfangskanten der oberen Fläche und der unteren Fläche verbinden und wobei das Rad eine Punktgeometrie konstanten Schnittes aufweist.

[0010] US-Patent Nr. 5,244,481, erteilt am 14. September 1993 für Nied, offenbart einen vertikalen Luftseparatator mit einem rotierenden Separatorrad, an welchem trennende Luft aufprallt, die mit feinen Bestandteilen beladen ist, die von außenseitigen zu innenseitigen Stoßflächen fließen, von welchen die sich trennende Luft axial durch eine Ausgangsverbindungsleitung fließt, um für ihre weitere Verwendung beispielsweise in ein Filter oder ähnliches geleitet zu werden, wobei das trennende Rad mit einer Deckplatte für den Strom nach unten und einer zweiten Deckplatte ausgestattet ist, die axial von derselben beabstandet ist und wobei die Schneiden zwischen zwei Deckplatten an ihrem Umfang angeordnet sind, und das Abgabeeende der Ausgangsverbindung, das von dem trennenden Rad weggerichtet ist, in eine Auslasskammer entleert wird, deren Querschnitt ausgesprochen größer ist als der Querschnitt der Ausgangsverbindungsleitung, so dass eine abrupte Änderung des Querschnittes zwischen der Ausgangsverbindungsleitung und der Ausgangskammer vorhanden ist. Es wird ein Rad mit konstanter Radialgeschwindigkeit beschrieben, wobei die Luftflussgeschwindigkeit unabhängig von der radialen Position in dem Rad konstant ist, Bezug Spalte 7, Zeilen 21–32.

[0011] US-Patent Nr. 5,377,843 für Schumacher erteilt am 3. Januar 1995, offenbart ein Klassifikationsrad für einen Luftklassifizierer mit Zentrifugalrad, durch welches die klassifizierende Luft von der Außenseite zu der Innenseite entgegen dessen zentrifugaler Wirkung fließt. Das Rad weist Schaufeln auf, die in einem Ring angeordnet sind, der sich parallel zu der Rotationsachse des Rades erstreckt. Die Schaufeln sind zwischen einer kreisförmigen Scheibe angeordnet, die die Nabe des Klassifikationsrades trägt und einer ringförmigen Abdeck scheibe. Das Klassifikationsrad ist vollständig in einem Stück und aus einem abnutzungsfesten, gesinterten Material hergestellt. Die Flusskanäle des Klassifikationsrades werden durch die Oberflächen der Schaufeln des Klassifikationsrades ausgebildet, die sich parallel zueinander und in Richtung der Rotationsachse des Rades erstrecken. Der Schnittpunkt des Feinproduktes kann durch Variieren der Rotationsgeschwindigkeit der Turbine präzise gesteuert werden. Dieser wartungsfreie Aufbau erzeugt eine nicht abgestimmte Schärfe in der Schnittgröße. Das Fehlen von internen Dichtungen macht „Leckage“ von Übergröße unmöglich und ermöglicht, dass Luftströmungen maximiert werden, wodurch extrem hohe Produktausbeuten erzielt werden.

[0012] Ein Klassifizierer entsprechend dem Stand der Technik ist in der DE 38 38 871 A1 beschrieben.

[0013] US-Patent Nr. 5,366,095 für Martin erteilt am 22. November 1994, offenbart ein Luftklassifikationssystem, das aus zweifachen zylindrischen Kammern besteht, die mechanisch getrennt sind, um eine Zone atmosphärischer Luft zwischen denselben zu ermöglichen. Eine primäre Klassifikationskammer ist vertikal unter einer konzentrischen, sekundären Klassifikationskammer angeordnet. Eine Turbine mit parallel rotierenden Schaufeln ist in der unteren primären Kammer angeordnet, um zentrifugale Partikelklassifikation für ein Zuführ material zu bewirken, das in einem Luftstrom eng vermischt ist. Ein röhrenförmiger Auslass, der mit der Turbine verbunden ist, die durch die Zone atmosphärischer Luft durchreicht, die die zweifachen Kammern trennt, und erstreckt sich in die obere zweite Kammer, deren Ausgänge das klassifizierte Produkt sammeln und aus dem System abgeben. Ein Klassifizierer von diesem Aufbau ist in der Lage, ultrafeine Partikel ohne Streumengen von Übergröße mit extrem hoher Feinproduktausbeute zu separieren.

[0014] Bei den Partikeltrennungs- und Klassifikationsprozessen aus dem Stand der Technik bestehen verschiedene erhebliche Probleme, beispielsweise Schwierigkeiten bei der Vorhersage oder Steuerung sowohl der Partikelgröße und der Partikelgrößenverteilung der erzeugten partikelförmigen Produkte. Weitere Nachteile, die mit Verfahren zur Trennung von partikelförmigen Materialien nach dem Stand der Technik verbunden sind, bestehen darin, dass diese typischerweise Produkte mit einer stark variablen Partikelgröße und/oder Partikelgrößenverteilungseigenschaften bereitstellen. Diese und andere Nachteile werden mit der Vorrichtung und den Prozessen der vorliegenden Erfindung vermieden oder minimiert.

[0015] Daher verbleibt ein Bedarf für eine Partikelseparationsvorrichtung und entsprechende Prozesse, welche für eine einfache und preiswerte Präparation, Separation und Klassifikation von partikelförmigem Material, beispielsweise pigmentierte Harzpartikel, sorgen, die in Anwendungen von Trockentoner und Flüssigtinte verwendet werden. Fachleute auf dem Gebiet haben lange nach einer preiswerten, effizienten und umweltwirksamen Einrichtung zur Erzeugung von engen Partikelgrößenverteilungen gesucht, die herkömmliche Klassifikations- und Separationsausrüstungen verwenden, die bedienersteuerbare oder auswählbare Partikelgröße und Partikelgrößenverteilungseigenschaften aufweisen.

[0016] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen Artikel und eine Vorrichtung für die Klassifikation von festen Partikeln, ein Klassifikationsrad, einen Bausatz und ein Verfahren zur Trennung und Klassifikation von

Partikeln bereitzustellen, die für eine preiswerte, effiziente und umweltgünstige Möglichkeit für die Herstellung von engen Partikelgrößenverteilungen sorgen.

[0017] Gemäß der Erfindung wird dieses Ziel durch die Gegenstände der Ansprüche 1, 4, 5, 6 und 7 erreicht.

[0018] Demnach stellt die vorliegende Erfindung verbesserte Geometrien der Klassifikationskammer, wie etwa einen verringerten oder variablen Ausgangsdurchmesser für feine Partikel bereit und deren Durchmesser ein hohes Ausmaß für die Steuerung der Physik des Separationsprozesses in dem Klassifizierer, wie etwa eine Partikelgröße und Quellität der Partikelseparation ermöglichen und hierdurch stellt die Erfindung eine unerwartete und überragende Qualität der Partikelgrößenseparation in einem Klassifizierer bereit. Weiterhin liefert die vorliegende Erfindung die Komponenten und ein Verfahren zur Herstellung einer günstigen Nachrüstung oder Anpassung einer bestehenden, herkömmlichen Klassifikationsvorrichtung, um die Vorteile der vorliegenden Erfindung bereitzustellen.

[0019] Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert, in denen:

[0020] [Fig. 1](#) ein Querschnittsprofil eines Klassifikationsrades mit einer Explosionsansicht eines beispielhaften Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex nicht entsprechend der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0021] [Fig. 2](#) veranschaulicht eine Bodenansicht eines Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex nicht entsprechend der vorliegenden Erfindung.

[0022] [Fig. 3](#) veranschaulicht ein Querschnittsprofil eines Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex mit einer Öffnung von festem Durchmesser nicht entsprechend der vorliegenden Erfindung.

[0023] [Fig. 4](#) veranschaulicht ein Querschnittsprofil eines beispielhaften Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex mit einer irisartigen Öffnung von variabilem Durchmesser nicht entsprechend der vorliegenden Erfindung.

[0024] [Fig. 5](#) veranschaulicht ein Querschnittsprofil eines beispielhaften Ringeinsetzartikels mit einer irisartigen Öffnung von variabilem Durchmesser für Hochdrehzahlvortex nicht entsprechend der vorliegenden Erfindung

[0025] [Fig. 6](#) veranschaulicht ein Querschnittsprofil eines beispielhaften Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex mit einer zentrifugalartigen Öffnung von variabilem Durchmesser gemäß der vorliegenden Erfindung

[0026] [Fig. 7](#) veranschaulicht eine Unteransicht des Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex mit der zentrifugalartigen Öffnung von variabilem Durchmesser der [Fig. 6](#) der vorliegenden Erfindung

[0027] [Fig. 8](#) veranschaulicht eine Unteransicht eines beispielhaften Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex mit einer inversen zentrifugalartigen Öffnung von variabilem Durchmesser gemäß der vorliegenden Erfindung

[0028] [Fig. 9](#) veranschaulicht ein Querschnittsprofil einer Pulverisierungs-Klassifizierungsvorrichtung, die einen Ringeinsetzartikel für Hochdrehzahlvortex nicht entsprechend der vorliegenden Erfindung einschließt.

[0029] [Fig. 10](#) ist eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen der Klassifikationsradgeschwindigkeit und des Volumenmedians der separierten Artikel bei unterschiedlichen Auslassdurchmessern bei einem Pulverisierungsdruck von 120 p. s. i. g.

[0030] [Fig. 11](#) ist eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen der normalisierten, differenziellen Volumenverteilung und dem Volumenmedian oder Durchmesser der separierten Partikel für Ausführungen der vorliegenden Erfindung.

[0031] [Fig. 12](#) ist eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen der oberen geometrischen Größenverteilung separierter Partikel und dem Volumenmedian der separierten Partikel, ermittelt für zwei unterschiedliche Ringdurchmesser für Hochdrehzahlvortex in Ausführungen der vorliegenden Erfindung.

[0032] Der Partikelklassifikationsartikel, die Separationsvorrichtung und die Prozesse desselben der vorliegenden Erfindung einschließlich eines Bausatzes zur Aufrüstung eines bestehenden Klassifikationsrades, um die Ausführungen der vorliegenden Erfindung zu ermöglichen, können verwendet werden, um eine Vielfalt von Partikelmaterialien zu verarbeiten und zu präparieren, einschließlich Tonerpartikel für die Verwendung bei Markierungsanwendungen mit flüssigem oder trockenem Entwickler auf eine kostengünstige Art. Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass die Vorrichtung und die Prozesse derselben ein hohes Ausmaß an Kontrolle über die Partikelgröße und die Eigenschaften der Partikelgrößenverteilung der resultierenden getrennten Feinpartikelprodukte bedingt und verbesserte Effizienz bereitstellt.

[0033] Mit Bezug auf die Figuren veranschaulicht die [Fig. 1](#) ein Querschnittsprofil eines Beispieles für ein Klassifikationsrad **10** mit einer Explosionsansicht eines beispielhaften Ringeinsetzartikels **24** für Hochdrehzahlvortex nicht entsprechend der vorliegenden Erfindung. Das Rad **10** kann ein bekanntes Klassifikationsrad mit herkömmlichen Komponenten wie etwa einem Feinpartikelauslass mit Durchmesser **12** und Radius **14** oder R_0 , einer oberen Fläche **18**, einer unteren Fläche **20** und einer Vielzahl von internen Flügeln **22** der Höhe **15** oder H sein, die die oberen und unteren Flächen verbinden und abstützen und einen inneren Durchmesser oder R_1 erzeugen und weiterhin einen Hohlraum bereitstellen, welcher die Ausbildung einer Vortexströmungsgeometrie innerhalb des Rades für die Trennung von feinem Partikelmaterial unterstützt. Der Ringeinsetzartikel für die Hochdrehzahlvortex kann dem Klassifikationsrad **10** an der Feinpartikel-Auslassöffnung **12** mit einer oder mehreren herkömmlichen Befestigungseinrichtungen wie etwa einer Schraube oder Schrauben, einer Klammer oder Klammern, einem Kleber oder Klebern, einer Presspassung und ähnlichen Befestigungseinrichtungen und Kombinationen derselben befestigt sein. Der befestigte Einsetzartikel **24** stellt eine Feinpartikelauslassöffnung **26** von einem zweiten oder verringerten Durchmesser mit Radius **17** oder R_2 bereit, die eine verbesserte Partikeltrennungseigenschaften ermöglicht.

[0034] Die [Fig. 2](#) veranschaulicht eine Bodenansicht eines Ringeinsetzartikels **24** für Hochdrehzahlvortex nicht entsprechend vorliegenden Erfindung und zeigt den Feinpartikelauslass oder -apertur von reduziertem Durchmesser und sechs beispielhafte Befestigungslöcher.

[0035] Die [Fig. 3](#) veranschaulicht einen Querschnitt einer beispielhaften Öffnung mit festem Durchmesser eines Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex der [Fig. 2](#). In Beispielen kann die Öffnung oder Apertur **26** der [Fig. 1](#) angeschrägt sein, um eine Öffnung **36** mit Zwischengrößendurchmesser von Radius **38** oder R'_2 bereitzustellen.

[0036] Die [Fig. 4](#) veranschaulicht ein Querschnittsprofil eines Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex mit einem beispielhaften variablen oder anpassbaren Durchmesser oder einer irisförmigen Öffnung nicht entsprechend der vorliegenden Erfindung. Der Artikel mit einer irisartigen Öffnung von anpassbarem Durchmesser kann weiterhin einen erhabenen Rand oder Phase (nicht gezeigt) ähnlich zu dem in [Fig. 3](#) gezeigten einschließen. Die irisförmige Öffnung ist analog zu denjenigen, die man beispielsweise in Lichtlinsenkameras findet und kann beispielsweise durch Anpassen irgendeines bekannten und im Handel erhältlichen Irisventils an den Ringeinsetzartikel der vorliegenden Erfindung aufgebaut werden, einschließlich, beispielsweise durch Überlappen der einstellbaren Paneelen oder Lamellen **51** und einer versenkten Einstellschraube **52**, die im Eingriff steht mit einem umfänglichen Einstellrad **53** des Hauptdurchmessers. Die [Fig. 5](#) veranschaulicht eine Querschnittsansicht des Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex mit variablem oder anpassbarem Durchmesser oder irisförmiger Öffnung der [Fig. 4](#) einschließlich der überlappenden, einstellbaren Blätter **51** und einer versenkten Einstellschraube **52**, die im Eingriff steht mit einem anpassbaren umlaufenden Durchmessermechanismus **53**.

[0037] Die [Fig. 6](#) veranschaulicht eine Ansicht eines beispielhaften Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex mit einer Öffnung mit zentrifugal variablem Durchmesser. Der Artikel **62** ist an der Öffnung **60** des Rades **10** befestigt und seine Öffnung **61** vergrößert ihren Durchmesser beispielsweise proportional wie sich die Geschwindigkeit des Klassifikationsrades vergrößert. Wenn die Rotationsgeschwindigkeit der Antriebswelle **65** oder einer vergleichbaren Antriebseinrichtung und folglich des Klassifikationsrades **10** beispielsweise niedrig ist, ist daher der Durchmesser des Feinpartikelauslasses oder der Feinpartikelöffnung **61** relativ klein oder alternativ dazu am kleinsten. Wenn die Rotationsgeschwindigkeit des Rades **10** hoch ist, ist der Durchmesser der Öffnung vergleichsweise relativ groß **64** oder nimmt bis zu einem Gleichgewichtsdurchmesser zu. In Ausführungen kann die variable Öffnung beispielsweise durch eine oder mehrere Federelemente **66** begrenzt werden, die zentrifugal für die Rotationsgeschwindigkeit des Klassifikationsrades und den befestigten Vortexring **62** empfindlich sind. Die Federn drücken sich gemäß und in Proportion zu der resultierenden Zentrifugalkraft zusammen, die auf dieselben ausgeübt wird und ermöglicht dadurch einen größeren effektiven Öffnungs durchmesser. Mit nachfolgendem Bezug auf die [Fig. 7](#) wird eine Bodenansicht des Ringeinsetzartikels **62** für Hochdrehzahlvortex mit einer Öffnung von zentrifugal variablem Durchmesser der zugehörigen [Fig. 6](#) veranschau

licht. Der vorstehend erwähnte Gleichgewichts-Öffnungsduchmesser wird als der Balancepunkt zwischen den zentrifugalen Kräften, die auf die kleine Vortexringöffnung (72, in gestrichelten Linien) und die große Vortexringöffnung 74 wirken und die entgegengesetzten Kräfte von der Feder 76, welche jeweils in einer langsamen oder Öffnung 73 von kleinem Durchmesser (gestrichelte Linien) und der schnellen Öffnung 75 von großem Durchmesser resultieren.

[0038] Umgekehrt veranschaulicht die [Fig. 8](#) eine Ansicht eines Ringeinsetzartikels für Hochdrehzahlvortex mit einer Öffnung von „umgekehrt“ zentrifugal variablem Durchmesser, bei dem beispielsweise, wenn die Rotationsgeschwindigkeit der Radantriebswelle (nicht gezeigt) oder einer vergleichbaren Antriebseinrichtung und daher des Klassifikationsrades (nicht gezeigt) gering ist, der Durchmesser des Feinpartikelauslasses oder der Feinstofföffnung beispielsweise relativ groß ist 85. Wenn die Rotationsgeschwindigkeit des Rades hoch ist, ist der Durchmesser der Öffnung vergleichsweise relativ klein, beispielsweise 86. In Ausführungen kann die variable Öffnung beispielsweise durch einen oder mehrere hin und her schwenkende Hebel oder Federelemente 82 begrenzt werden, die an Elemente 83 von hoher Dichte angebracht sind, die zentrifugal empfindlich sind für die Rotationsgeschwindigkeit des Klassifikationsrades und die nach außen oder weg von der Drehachse des Klassifikationsrades in Reaktion auf eine Zunahme der Radgeschwindigkeit und der resultierenden Zentrifugalkraft, die auf dieselben ausgeübt wird, gedrückt werden können, die verursachen, dass Gegengewichtselement(e) von geringerer Dichte 84 sich nach innen zu der Rotationsachse des Klassifikationsrades bewegen und die Vortexringöffnung berühren, wodurch eine Kontraktion des Auslasses in dem Vortexring verursacht wird und eine kleinere effektive Öffnung oder Durchmesser bei einer Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit des Klassifikationsrades bewirkt wird. Wenn sich umgekehrt das Klassifikationsrad langsam dreht, dehnt sich der kontrahierte Vortexring 86 zu dem ausgedehnten Vortexring 85 aus, um dessen effektiven Durchmesser proportional zu der Radgeschwindigkeit zu vergrößern. Bei den vorstehend erwähnten Ausführungen mit variablem Durchmesser wird der Fachmann sofort würdigen, dass die Fläche zwischen dem Umfang des Einsatzartikels und dem Vortexring von variablem Durchmesser beispielsweise jedes passende Material wie etwa flexibles Metall, Kunststoff, Gummi und ähnliches blattförmiges Material sein kann, welches die Änderung im Durchmesser der Öffnung des Vortexringartikels zur Verfügung stellen kann. Wenn der Vortexringartikel eine Lippen- oder Randstruktur oder Phase, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, anwendet, kann in ähnlicher Weise die Lippen- oder Randstruktur aus einem passenden Material aufgebaut werden, um zu ermöglichen, dass die Lippe oder die Randstruktur proportional zur Änderung des Ringdurchmessers sich ausdehnt oder kontrahiert, beispielsweise ein verschiebbarer hohler Ring, welcher einen teilweisen Kollaps des Ringes auf oder in sich selbst erlaubt.

[0039] Die [Fig. 9](#) veranschaulicht einen Querschnitt einer Schleifer-Klassifikationsvorrichtung 1, die einen mit einem Ring für Hochdrehzahlvortex modifizierten Klassifizierer 10 einschließt, wie er beispielsweise in [Fig. 1](#) gezeigt ist, in Kombination mit anderen bekannten Schleif-Klassifikationskomponenten, wie etwa ein Klassifikationsrad und einer Baugruppe 8 zur Feinanteilsammlung, welche ein Sammelement 24 für Feinanteil und ein Transportelement 26 für Feinanteil einschließt, eine Ausstoßdüse oder Düsen 20 und zugehörige Installationselement 2, 3, 4, 5 und 6 mit Bezug beispielsweise auf das vorstehend erwähnte, im Eigentum befindliche US-Patent Nr. 5,927,510 in dem die Pfeile 12 und 14 die jeweiligen Separationsströme des Feinpartikelschnitts und des Grobpartikelschnitts zeigen.

[0040] Die [Fig. 10](#) ist eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen der Klassifikationsradgeschwindigkeit bei zwei unterschiedlichen festen Aperturdurchmessern und dem Volumenmedian der getrennten Feinpartikel bei unterschiedlichen Auslassdurchmessern und bei einem konstanten Schleifdruck von 120 p. s. i. g. Die Kurve 72 stellt einen modifizierten Vortexauslass mit einem Durchmesser von ungefähr 135 mm dar und die Kurve 74 stellt einen modifizierten Vortexauslass mit einem Durchmesser von ungefähr 106 mm dar. Die Beziehung zwischen der Radgeschwindigkeit und dem Volumenmediandurchmesser des Partikelprodukts erscheint nahezu invers, d. h. wenn die Radgeschwindigkeit zunimmt, nimmt der Volumenmedianschnitt des Feinanteils im Durchmesser ab.

[0041] Die [Fig. 11](#) ist eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen der normalisierten differenziellen Volumenverteilung und dem Volumenmedian oder Durchmesser der separierten Partikel. Die durchgehende Kurve 82 stellt das Partikelmaterial des Feinanteils dar, das von einer AFG Modell Alpine 200-Fluiddüsenmühle erhalten wird. Die gestrichelte Kurve 84 stellt das Partikelmaterial des Feinanteils dar, das von einer AFG Modell Alpine 800-Fluiddüsenmühle erhalten wird. Die AFG Modell Alpine 800-Fluiddüsenmühle weist einen Aufskalierungsfaktor von ungefähr 30 in Bezug auf die AFG Modell Alpine 200 auf. Der Aufskalierungsfaktor wird aus der Leistung bestimmt, die durch die Gasphase geliefert wird, die bei zwei Skalen aus den Düsen austritt, basierend auf der Thermodynamik der adiabatischen Expansion eines Gases. Andere relevante Unterschiede zwischen den zwei Düsenmühlen schließen die Anzahl der Strahlströme und die Anzahl der Klassifikationsrä-

der ein. Die AFG Modell Alpine 800-Fluiddüsenmühle kann beispielsweise 4 oder 5 Strahlströme, abhängig von der Anwendung, aufweisen, während die AFG Modell Alpine 200 nur 3 aufweist. Die AFG Modell Alpine 800-Fluiddüsenmühle kann typischerweise drei residente Klassifikationsräder aufweisen. Die AFG Modell Alpine 200 weist nur ein residentes Klassifikationsrad auf. Weiterhin sind die Höhe und die Breite der AFG Modell Alpine 800-Fluiddüsenmühle ungefähr dreimal die Höhe und die Breite der AFG Modell Alpine 200-Fluiddüsenmühle. Diese Ergebnisse, wenn verglichen mit denjenigen, die mit einem unmodifizierten Klassifikationsrad erhalten werden, zeigen an, dass die Vortexringe für Hochdrehzahl der vorliegenden Erfindung es erlauben, eine engere Partikelgrößenverteilung von feinen Tonerpartikeln oder solchen von geringer Größe zu erhalten, verglichen mit den Partikelgrößenverteilungen, die ohne Verwendung der Vortexringe für Hochdrehzahl erhalten werden.

[0042] Die [Fig. 12](#) ist eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen der Größenverteilung separierter Partikel und dem Volumenmedian der separierten Partikel, die für zwei unterschiedliche Vortexringdurchmesser für Hochdrehzahl erhalten werden. Die Kurve **92** stellt die Beziehung des Feinanteil-Partikelmaterials dar, das mit einem modifizierten Vortexring von 127 mm Durchmesser erhalten wird, die Kurve **94** stellt die Beziehung des Feinanteil-Partikelmaterials dar, das mit einem modifizierten Vortexring von 100 mm erhalten wird.

[0043] Die vorliegende Erfindung stellt einen Artikel, wie er in Anspruch 1 definiert wird, bereit. In Ausführungen kann der Vortexeinsatz weiterhin eine Lippe oder Randstruktur umfassen, die vorzugsweise unmittelbar angrenzend an die kreisförmige Öffnung ist, und wobei die Lippe oder der Rand eine Dicke von beispielsweise ungefähr 1,5 bis ungefähr 5 Mal die Dicke der Scheibe aufweisen kann. In Beispielen nicht entsprechend der vorliegenden Erfindung kann der Durchmesser der kreisförmigen Öffnung fest sein und durch physisches Entfernen oder Ersetzen des Vortexringes geändert oder angepasst werden, beispielsweise durch einen Betreiber oder einen Roboter. In Ausführungen entsprechend der vorliegenden Erfindung kann der Durchmesser der kreisförmigen Öffnung in dem Vortexring oder Scheibe variabel oder einstellbar sein. Beispiele für manuell oder in Ferneinwirkung einstellbare Vortexringstrukturen sind ein zentrifugal empfindlicher oder abhängiger Aperturwert, d. h. wenn die Umdrehungen pro Minute des Klassifikationsrades ansteigen, steigt der Durchmesser der Apertur entsprechend an, siehe auch [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#); ein umgekehrt zentrifugaler Aperturwert, d. h. wenn die Umdrehungen pro Minute des Klassifikationsrades ansteigen, nimmt der Durchmesser der Apertur entsprechend ab, siehe [Fig. 8](#). In Ausführungen kann der Durchmesser der kreisförmigen Öffnung beispielsweise von ungefähr 5,0 cm bis ungefähr 13,5 cm betragen. Der Durchmesser des Vortexringes oder -scheibe kann beispielsweise von ungefähr 7 cm bis ungefähr 24 cm sein. Die Befestigungseinrichtung oder Befestigungseinrichtungen, die den Vortexring an dem bestehenden Klassifikationsrad befestigen, können beispielsweise eine oder mehrere Schrauben oder Muttern sein, eine oder mehrere Klammern, eine oder mehrere passende Verklebungen und ähnliche Befestigungseinrichtungen und Kombinationen derselben sein.

[0044] Die vorliegende Erfindung stellt weiterhin ein Klassifikationsrad gemäß Anspruch 4 bereit.

[0045] Das Klassifikationsrad kann ein herkömmliches oder bekanntes Klassifikationsrad sein, wobei Bezug zu nehmen ist auf die vorstehend erwähnten Patente und das Rad kann eine interne Höhe H von beispielsweise ungefähr 10,0 cm bis ungefähr 20 cm aufweisen. Das Rad kann einen unteren Flächendurchmesser D von ungefähr 20 cm bis ungefähr 30,5 cm aufweisen, der sowohl die untere Fläche als auch die Auslassöffnung einschließt. Die zweite kreisförmige Öffnung des Vortexringes kann einen Durchmesser d aufweisen von beispielsweise ungefähr 5 cm bis ungefähr 13,5 cm. In Ausführungen können die obere Fläche und die untere Fläche im Wesentlichen parallel sein. In weiteren Ausführungen können die obere Fläche und die untere Fläche von etwa den Umfangsrändern des Rades nach innen gekrümmmt sein bis ungefähr zu der Mitte des Rades.

[0046] Die vorliegende Erfindung stellt weiterhin eine Vorrichtung zur Klassifikation von festen Partikeln, die in einem Fluid mitgerissen werden, gemäß Anspruch 5 bereit. Das Fluid kann komprimierte Luft oder andere passende Gase sein, wie etwa inerte Gase, wie etwa Stickstoff oder Argon. Die festen Partikel können jegliches bröckelige Material mit gemischten Partikelgrößen sein. Die festen Partikel sind vorzugsweise eine Ton-erzusammensetzung einschließlich, beispielsweise, eine Mischung aus einem Pigment und einem Harz.

[0047] Die vorliegende Erfindung stellt weiterhin ein Verfahren zur Trennung und Klassifikation von Partikeln gemäß Anspruch 6 bereit.

[0048] Die Partikel in der Fluidströmung werden vorzugsweise kontinuierlich innerhalb der Vorrichtung klassifiziert, um eine separierte Feinanteil-Partikelfraktionierung zu ermöglichen mit einem mittleren Gewichtspartikeldurchmesser von beispielsweise ungefähr 1,0 bis ungefähr 10 μm und vorzugsweise von ungefähr 1 bis ungefähr 5 μm und mit einer Standardabweichung von ungefähr 0,1 bis ungefähr 0,5 μm . Die Separations- und

Klassifikationsprozesse der vorliegenden Erfindung können für kleine, mittlere und große Chargen durchgeführt werden, beispielsweise wo von ungefähr 10 bis ungefähr 30000 Pound der Feinanteil-Partikelfraktion von der Mischung der Partikelgrößen in ungefähr 1 Stunde bis ungefähr 24 Stunden separiert wird.

[0049] Die vorliegende Erfindung stellt weiterhin einen Bausatz bereit, beispielsweise für die Nachrüstung eines bestehenden Klassifikationsrades oder Klassifikationsvorrichtung, um die Partikelseparation und Klassifikationsausführungen der vorliegenden Erfindung gemäß Anspruch 7 zu ermöglichen.

[0050] In Ausführungen stellt die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung eine konstante oder variable Schnittpunktgeometrie bereit, die die Beziehung

$$d_T = \sqrt{\frac{18\eta QR^2}{8\rho\pi^3 R_i^4 n^2 H}}$$

erfüllt, wobei d_T der Schnittpunkt ist, η die dynamische Viskosität ist, Q die volumenbezogene Luftströmungsrate ist, ρ die Dichte des Partikelmaterials ist, n die Radgeschwindigkeit in Umdrehungen pro Zeit ist, H die Radhöhe bei einem radialen Abstand R ist, und der Index i den inneren Rand der Radschaufel bezeichnet.

[0051] Durch Variieren oder Modifizieren, beispielsweise Reduzieren des Durchmessers der Klassifizierer- oder der Schleifradflügel-Auslassöffnung oder -apertur mit einem entfernbaren Vortexring für hohe Umdrehung erlaubt in Ausführungen eine größere Kontrolle über das Grobende oder die Grobfraktion der Partikelgrößenverteilung des partikelförmigen Materials. Die Abwandlung oder Modifikation der Radauslassöffnung oder -apertur kann beispielsweise durch Anbringen oder Befestigen des Vortexringartikels für Hochdrehzahl an der Auslassöffnung oder dem Ausgang eines bestehenden Fluidbettes eines Strahlmühlen-Klassifikationsrades, beispielsweise ein AFG Modell, erhältlich von Alpine erreicht werden. Diese Steuerung der Partikelgrößenseparation und Verteilung kann, in Ausführungen, die Notwendigkeit für jegliche Grobpartikelentfernung oder Separation in der Klassifikationsstufe der Herstellung von Tonern enger Größenverteilung eliminieren und bringt dadurch erhebliche Zeit- und Kosteneinsparungen bei der Herstellung von Feintoner und verwandten partikelförmigen Materialien mit sich.

[0052] Das Konzept des Hochdrehzahl-Vortexringes der vorliegenden Erfindung kann ebenso eine kleinere Schnittgröße bei der Schleifer- oder Klassifikationseinrichtung bereitstellen verglichen mit ähnlichen Radgeschwindigkeiten, wobei dieser Vorteil einen erhöhten Radgeschwindigkeitsbereich für Separationen kleinerer Partikelgröße mit sich bringt. Die Möglichkeit, die Radgeschwindigkeiten beispielsweise durch Verwendung eines Maximums an Schleifluft zu vergrößern, ist bei der Erzielung von hohen oder maximalen Partikeldurchsatzraten wesentlich, insbesondere, beispielsweise, bei der Herstellung von ultrafeinen Tonerpartikeln wie etwa von ungefähr 1 bis ungefähr 5 µm im Durchmesser mit sehr engen Größenverteilungen.

[0053] Die Partikelgröße und Qualität der Partikelseparation, die in der vorliegenden Erfindung erzielt werden kann, kann unter Verwendung von beispielsweise der Coulter Sizing Technik, wie etwa die vorstehend erwähnte Größe D_{25}/D_{75} oder die Größe D_{84}/D_{50} , gemessen und quantifiziert werden.

[0054] Dem Fachmann wird sofort klar sein, dass die relative Ausrichtung der unteren und oberen Flächen des zusammengebauten Klassifikationsrades im Raum nicht kritisch ist und zufrieden stellend arbeiten kann, wenn dieselben in irgendeiner Richtung ausgerichtet sind. Im Betrieb kann die Partikelzuführung zu der Vorrichtung auf verschiedene bekannte Arten bereitgestellt werden, beispielsweise als ein Fluid, das suspendierte Partikel enthält, oder als ein fluidförmiger Partikelstrom. Ein bevorzugtes Fluid ist ein Gas, beispielsweise trockene Luft, bei oder nahe atmosphärischer Temperatur und Druck. Die festen Partikel können jegliches Material sein, welches durch das Klassifikationsrad leicht trennbar und vorzugsweise bröckelig ist, nicht oder nur schwach agglomerierend, beispielsweise eine Tonerzumassenzusammensetzung, die Partikel einer Mischung eines Pigmentes und eines Harzes umfasst. Das Klassifikationsrad der vorliegenden Erfindung kann bei Rotationsgeschwindigkeiten zufrieden stellend betrieben werden, die bei herkömmlichen Klassifikationsseparatoren verwendet werden, beispielsweise von ungefähr 500 bis ungefähr 25000 Umdrehungen pro Minute, und vorzugsweise von ungefähr 500 bis ungefähr 5000 Umdrehungen pro Minute mit dem Ergebnis, dass die Separation der feinen Partikeln von groben Partikeln verglichen mit Radgeometrien aus dem Stand der Technik erheblich verbessert wird.

[0055] Die Beschreibung von beispielhaften Separationen, die mit der vorliegenden Erfindung erzielt wurden, folgt nun. Partikel kleiner als ungefähr 12 µm werden aus einer Population von Partikeln separiert, die sich im Bereich von mittleren Größendurchmessern von ungefähr 0,1 bis ungefähr 1000 µm befinden, wie etwa durch-

geführt, beispielsweise, in einem Fluidbettschleifer, in dem die größeren Partikel kontinuierlich geschliffen werden, bis diese ausreichend klein sind, um durch das Klassifikationsrad entfernt zu werden. Partikel kleiner als ungefähr 4 µm werden von einer Population von Partikeln separiert, die im Bereich eines mittleren Größendurchmessers von ungefähr 1 µm bis ungefähr 12 µm liegen, wie beispielsweise in einem Klassifizierer durchgeführt, in dem Partikel minderer Größe entfernt werden.

[0056] In Ausführungen der vorliegenden Erfindung werden eine Vorrichtung und ein Partikelseparationsverfahren desselben bereitgestellt, mit einem Separationsschärfeindex, der einen Wert von ungefähr 0,7 übersteigt, beispielsweise von ungefähr 0,7 bis ungefähr 1,0.

[0057] Der Schnittpunkt der Vorrichtung und eines Klassifikationsprozesses entspricht der nominellen Partikelgröße, bei der zwei entgegengesetzte und konkurrierende Kräfte im Wesentlichen gleiche Größen aufweisen. Die Größe der zwei Kräfte, die auf einen individuellen Partikel in einem Klassifizierer wirken, beispielsweise der Luftstrom und die Zentrifugalkraft, können unter Verwendung herkömmlicher Gleichungen der Fluidynamik berechnet werden. Diese Kräfte und, besonders wesentlich, deren relative Größen ändern sich mit der Position innerhalb eines Klassifikationsrades. Es kann der Schnittpunkt dt gegen die radiale Position R aufgetragen werden. Eine derartige grafische Analyse wurde durch R. Nied und Sickel durchgeführt und in einem Beitrag „Modern Air Classifiers“, in Powder Handling and Processing, Vol. 4, Nr. 2, Juni 1992 berichtet.

[0058] Tonerzusammenstellungen können durch eine Anzahl von bekannten Verfahren hergestellt werden, wie etwa das Beimischen und Erhitzen von Harzpartikeln, die mit den Prozessen der vorliegenden Erfindung erhalten werden, wie etwa wasserlösliche Styrolbutadien-Copolymerederivate, Pigmentpartikel wie etwa Magnetit, Kohlenstoffschwarz oder Mischungen derselben und Cyan, Gelb, Magenta, Grün, Braun, Rot oder Mischungen derselben und vorzugsweise von 0 bis ungefähr 5% von ladungsverbessernden Additiven in einer Tonerextrusionseinrichtung wie etwa ZSK53, erhältlich von Werner Pfleiderer und Entfernung der ausgebildeten Tonerzusammensetzung von der Einrichtung. Nachfolgend auf die Abkühlung wird die Tonerzusammensetzung einem Schleifprozess unterworfen unter Verwendung von einem Sturtevant Micronizer beispielsweise, zu dem Zweck, Tonerpartikel mit einem mittleren Volumendurchmesser von weniger als ungefähr 25 µm zu erhalten und vorzugsweise von ungefähr 4 bis ungefähr 12 µm, wobei die Durchmesser durch einen Coulter Counter bestimmt werden. Nachfolgend können die Tonerzusammensetzungen beispielsweise unter Verwendung eines Donaldson Model B Classifier klassifiziert werden, um den Tonerfeinanteil zu entfernen, d. h., Tonerpartikel kleiner als ungefähr 4 µm mittlerer Volumendurchmesser. Alternativ werden die Tonerzusammensetzungen mit einer Fluidbett-Schleifeinrichtung geschliffen, die mit einem Klassifikationsrad ausgestattet ist, das gemäß der vorliegenden Erfindung konstruiert ist, und daraufhin werden dieselben unter Verwendung eines Klassifizierers klassifiziert, der mit einem Klassifikationsrad ausgestattet ist, das gemäß der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

[0059] Veranschaulichende Beispiele von Harzen, die für Toner und Entwicklerzusammensetzungen der vorliegenden Erfindung geeignet sind, schließen verzweigte Styrolacrylate, Styrolmethacrylate, Styrolbutadiene, Vinylharze, einschließlich verzweigte Homopolymere und Copolymere von zwei oder mehr Vinylmonomeren; Vinylmonomere einschließlich Styrol, p-Chlorostyrol, Butadien, Isopren und Myrcen; Vinylester wie etwa Ester von Monocarboxylsäuren einschließlich Methylacrylat, Ethylacrylat, n-Butylacrylat, Isobutylacrylat, Dodecylacrylat, n-Octylacrylat, Phenylacrylat, Methylmethacrylat, Ethylmethacrylat und Butylmethacrylat; Acrylonitril, Methacrylonitril, Acrylamid; und Ähnliche ein. Bevorzugte Tonerharze schließen Styrolbutadien-Copolymere, Mischungen derselben und Ähnliches ein. Weitere bevorzugte Tonerharze schließen Styrol/n-Butylacrylat-Copolymere, PLIOLITES®; suspensionspolymerisierte Styrolbutadiene ein, man nehme Bezug auf US-Patent 4,558,108.

[0060] Bei Tonerzusammensetzungen sind die Harzpartikel in einer ausreichenden aber effektiven Menge vorhanden, beispielsweise von ungefähr 70 bis ungefähr 90 Gew.-%. Wenn 1 Gew.-% des ladungsverbessernden Additivs vorhanden ist und 10 Gew.-% des Pigmentes oder Farbmittels, wie etwa Kohlenstoffschwarz, darin enthalten ist, wird daher ungefähr 89 Gew.-% von Harz ausgewählt. Das ladungsverbessernde Additiv kann ebenso auf den Pigmentpartikel aufgeschichtet werden. Wenn es als eine Beschichtung verwendet wird, ist das ladungsverbessernde Additiv in einer Menge von ungefähr 0,1 Gew.-% bis ungefähr 5 Gew.-% und vorzugsweise von ungefähr 0,3 Gew.-% bis ungefähr 1 Gew.-% vorhanden.

[0061] Eine Vielzahl von gut bekannten, geeigneten Pigmenten oder Farbstoffen kann als das Farbmittel für die Tonerpartikel ausgewählt werden, einschließlich, beispielsweise, Kohlenstoffschwarz wie etwa REGAL 330®, Nigrosine-Farbstoff, Anilinblau, Magnetit oder Mischungen derselben. Das Pigment, das vorzugsweise Kohlenstoffschwarz ist, sollte in einer ausreichenden Menge vorhanden sein, um die Tonerzusammensetzung

höchst farbig zu machen. Im Allgemeinen sind die Pigmentpartikel in Mengen von ungefähr 1 Gew.-% bis ungefähr 20 Gew.-% vorhanden und vorzugsweise von ungefähr 2 bis ungefähr 10 Gew.-% basierend auf dem Gesamtgewicht der Tonerzusammensetzung; es können jedoch geringere oder größere Mengen von Pigmentpartikeln ausgewählt werden.

[0062] Wenn Pigmentpartikel Magnetite umfassen, wodurch einkomponentige Toner in einigen Fällen möglich sind, wobei die Magnetite eine Mischung aus Eisenoxiden ($FeO \cdot Fe_2O_3$) sind, die diejenigen im Handel erhältlichen wie etwa MAPICO BLACK® einschließen, sind diese in der Tonerzusammensetzung in einer Menge von ungefähr 10 Gew.-% bis ungefähr 70 Gew.-% vorhanden und vorzugsweise in einer Menge von ungefähr 10 Gew.-% bis ungefähr 50 Gew.-%. Mischungen aus Kohlenstoffschwarz und Magnetit mit ungefähr 1 bis ungefähr 15 Gew.-% von Kohlenstoffschwarz und vorzugsweise von ungefähr 2 bis ungefähr 6 Gew.-% von Kohlenstoffschwarz und Magnetit wie etwa MAPICO BLACK® in einer Menge von beispielsweise ungefähr 5 bis ungefähr 60 und vorzugsweise von ungefähr 10 bis ungefähr 50 Gew.-% können ausgewählt werden.

[0063] Zu den Tonerzusammensetzungen der vorliegenden Erfindung können ebenso externe additive Partikel zugemischt werden, einschließlich Additive zur Flussverbesserung, wobei dieselben üblicherweise an der Oberfläche derselben vorhanden sind. Beispiele dieser Additive schließen kolloidale Silikate wie etwa AEROSIL®, Metallsalze und Metallsalze von fettigen Säuren einschließlich Zinkstearat, Aluminiumoxide, Ceriumoxide und Mischungen derselben ein, wobei die Additive im Allgemeinen in einer Menge von ungefähr 0,1 Gew.-% bis ungefähr 10 Gew.-% und vorzugsweise in einer Menge von ungefähr 0,1 Gew.-% bis ungefähr 5 Gew.-% vorhanden sind. Mehrere der vorstehend erwähnten Additive sind in US-Patenten 3,590,000 und 3,800,588 veranschaulicht.

[0064] Mit weiterem Bezug auf die vorliegende Erfindung können kolloidale Silikate wie etwa AEROSIL® mit Ladungsadditiven in einer Menge von ungefähr 1 bis ungefähr 30 Gew.-% und vorzugsweise 10 Gew.-% oberflächenbehandelt werden, gefolgt durch die Zugabe derselben zu dem Toner in einer Menge von 0,1 bis 10 und vorzugsweise 0,1 bis 1 Gew.-%.

[0065] In die Tonerzusammensetzungen können ebenso Wachse von niedrigem Molekulargewicht wie etwa Polypropylene und Polyethylene, im Handel erhältlich von Allied Chemical und Petrolite Corporation, EPOLENE N-15®, im Handel erhältlich von Eastman Chemical Products, Inc., VISCOL 550-P®, ein Polypropylen von niedrigem mittlerem Molekulargewicht, erhältlich von Sanyo Kasei K. K. und ähnliche Materialien eingeschlossen werden. Die ausgewählten, im Handel erhältlichen Polyethylene, haben ein Molekulargewicht von ungefähr 1000 bis ungefähr 1500, während die für Tonerzusammensetzungen verwendeten, kommerziell erhältlichen Polypropylene vermutlich ein Molekulargewicht von ungefähr 4000 bis ungefähr 5000 aufweisen. Viele der Polyethylen- und Polypropylenzusammensetzungen, die für die vorliegende Erfindung günstig sind, werden in dem britischen Patent Nr. 1,442,835 veranschaulicht.

[0066] Die Wachsmaterialien von geringem Molekulargewicht sind optional in der Tonerzusammensetzung oder den Polymerharzklumpen der vorliegenden Erfindung in verschiedenen Mengen vorhanden, wobei diese Wachse jedoch allgemein in der Tonerzusammensetzung in einer Menge von ungefähr 1 Gew.-% bis ungefähr 15 Gew.-% und vorzugsweise in einer Menge von ungefähr 2 Gew.-% bis ungefähr 10 Gew.-% vorhanden sind und in Ausführungen als Ablöseagenzien für die Schmelzwalze arbeiten.

[0067] Im Umfang der vorliegenden Erfindung sind farbige Toner und Entwicklerzusammensetzungen eingeschlossen, die aus Tonerharzpartikeln, Trägerpartikeln, den ladungsverbessernden, hier veranschaulichten Additiven und als Pigmenten, rot, blau, grün, magenta, cyan und/oder gelben Partikeln ebenso wie Mischungen derselben bestehen. Insbesondere in Bezug auf die Erzeugung von Farbbildern unter Verwendung einer Entwicklerzusammensetzung mit ladungsverbessernden Additiven schließen veranschaulichende Beispiele von Magentamaterialien, die als Pigmente ausgewählt werden können, beispielsweise 2,9-Dimethyl-substituiertes Chinacridon und Anthrachinonfarbstoff, der in dem Colorindex als CI 60710, CI Dispersed Red 15 identifiziert wird, Diazofarbstoff im Colorindex identifiziert als CI 26050, CI Solvent Red 19 und Ähnliche ein. Veranschaulichende Beispiele für Cyanmaterialien, die als Pigmente verwendet werden können, schließen Kupfertetra-4-(octadecylsulfonamid)phthalocyanin, X-Kupferphthalocyanin-Pigment, aufgelistet in dem Colorindex als CI 74160, CI Pigment Blue und Anthrathren Blue, aufgelistet in dem Colorindex als CI 69810, Special Blue X-2137 und Ähnliche ein; während veranschaulichende Beispiele für gelbe Pigmente, die ausgewählt werden können, Diarylidgelb-3,3-dichlorbenzidenacetanilide, ein Monoazopigment, identifiziert in dem Colorindex als CI 12700, CI Solvent Yellow 16, ein Nitrophenylaminsulfonamid identifiziert in dem Colorindex als Furon Yellow SE/GLN, CI Dispersed Yellow 33, 2,5-Dimethoxy-4-sulfonanilidphenylazo-4'-chloro-2,5-dimethoxyacetanilid und Permanent Yellow FGL sind. Die vorgenannten Pigmente werden in die Tonerzusammensetzung eingeschlossen.

setzung in verschiedenen geeigneten effektiven Mengen aufgenommen, vorausgesetzt, die Ziele der vorliegenden Erfindung werden erreicht. In einer Ausführung sind die farbigen Pigmentpartikel in der Tonerzusammensetzung in einer Menge von ungefähr 2 Gew.-% bis ungefähr 15 Gew.-%, berechnet in Bezug auf das Gewicht der Tonerharzpartikel, vorhanden.

[0068] Für die Rezeptur der Entwicklerzusammensetzungen werden Trägerkomponenten mit den Tonerpartikeln vermischt, insbesondere diejenigen, die in der Lage sind, triboelektrisch eine entgegengesetzte Polarität zu denjenigen der Tonerzusammensetzung anzunehmen. Dementsprechend werden die Trägerpartikel mit einer negativen Polarität ausgewählt, die es den Tonerpartikeln, die positiv geladen sind, erlaubt, an den Trägerpartikeln anzuhaften und diese zu umgeben. Veranschaulichende Beispiele von Trägerpartikeln schließen Eisenpulver, Stahl, Nickel, Eisen, Ferrite, einschließlich Kupferzinkferrite, und Ähnliche ein. Weiterhin können als Trägerpartikel Nickelbeeren-Träger (nickel berry carriers), wie in US-Patent 3,847,604 veranschaulicht, ausgewählt werden. Die ausgewählten Trägerpartikel können mit oder ohne einer Beschichtung verwendet werden, wobei die Beschichtung allgemein Terpolymere von Styrol, Methylmethacrylat und einem Silan, wie etwa Triethoxysilan, enthalten, siehe US-Patent 3,526,533, US-Patent 4,937,166 und US-Patent 4,935,326, einschließlich beispielsweise KYNAR® und Polymethyl methacrylatmischungen (40/60). Die Beschichtungsgewichte können wie in diesen aufgeführt variieren; allgemein wird jedoch ein Beschichtungsgewicht von ungefähr 0,3 bis ungefähr 2 und vorzugsweise von ungefähr 0,5 bis ungefähr 1,5 Gew.-% ausgewählt.

[0069] Weiterhin beträgt der Durchmesser der Trägerpartikel, die vorzugsweise kugelförmig sind, allgemein von ungefähr 50 µm bis ungefähr 1000 µm und in Ausführungen ungefähr 175 µm, wodurch ermöglicht wird, dass diese eine ausreichende Dichte und Trägheit besitzen, um ein Anhaften an den elektrostatischen Bildern während des Entwicklungsprozesses zu vermeiden. Die Trägerkomponente kann mit der Tonerzusammensetzung in verschiedenen passenden Kombinationen gemischt werden, die besten Ergebnisse werden jedoch erzielt, wenn ungefähr 1 bis 5 Teile pro Toner bis ungefähr 10 bis ungefähr 200 Gewichtsteile der Träger ausgewählt werden.

[0070] Die Tonerzusammensetzung der vorliegenden Erfindung kann durch eine Anzahl bekannter Verfahren wie hier aufgezeigt hergestellt werden, einschließlich ein Extrusionsschmelzvermischen der Tonerharzpartikel, der Pigmentpartikel oder Farbmittel und eines ladungsverbessernden Additivs, gefolgt durch mechanische Abrieb. Andere Verfahren schließen diejenigen im Stand der Technik gut bekannten ein, wie etwa Sprührocknen, Schmelzdispersion, Emulsionsaggregation und Extrusionsverarbeitung. Wie weiterhin hier aufgeführt, kann die Tonerzusammensetzung ohne das ladungsverbessernde Additiv in der Tonermasse hergestellt werden, gefolgt durch die Addition von ladungsadditiven oberflächenbehandelten, kolloidalen Silikaten.

[0071] Die Toner- und Entwicklerzusammenstellungen können für die Verwendung in elektrostatografischen, bilderzeugenden Vorrichtungen ausgewählt werden, die in denselben herkömmliche Fotoaufnehmer enthalten, vorausgesetzt, dass diese in der Lage sind, positiv oder negativ geladen zu werden. Daher können die Toner- und Entwicklerzusammenstellungen mit geschichteten Fotoaufnehmern verwendet werden, die in der Lage sind, negativ geladen zu werden, wie etwa die in US-Patent 4,265,990 beschriebenen. Veranschaulichende Beispiele von anorganischen Fotoaufnehmern, die für bilderzeugende und druckende Prozesse ausgewählt werden können, schließen Selen ein; Selenlegierungen wie etwa Selenarsen, Selentellur und Ähnliche; halogendotierte Selensubstanzen, halogendotierte Selenlegierungen.

[0072] Folgend auf die Präparation werden die Tonerzusammensetzungen üblicherweise gestrahlt und klassifiziert, um Tonerpartikel zu erhalten mit einem bevorzugten mittleren Durchmesser von ungefähr 5 bis ungefähr 25 µm, besonders vorzugsweise von ungefähr 8 bis ungefähr 12 µm und ganz besonders vorzugsweise von ungefähr 5 bis ungefähr 8 µm. Weiterhin besitzen die Tonerzusammenstellungen vorzugsweise eine triboelektrische Ladung von ungefähr 0,1 bis ungefähr 2 Femtocoulombs pro Mikrometer, wie sie mit dem bekannten Ladungsspektrograph bestimmt werden. Die Mischzeit für Toner sind vorzugsweise von ungefähr 5 Sekunden bis 1 Minute und insbesondere von ungefähr 5 Sekunden bis ungefähr 15 Sekunden, wie es durch den bekannten Ladungsspektrograph bestimmt wird. Diese Tonerzusammenstellungen mit schnellen Mischegenschaften ermöglichen beispielsweise die Entwicklung von Bildern in elektrofotografischen, bilderzeugenden Vorrichtungen, deren Bilder im Wesentlichen keine Hintergrundablagerungen auf denselben aufweisen, selbst bei hohen Tonerabgaberaten in einigen Fällen, beispielsweise 20 Gramm pro Minute übersteigend; und weiterhin können derartige Tonerzusammenstellungen für elektrofotografische Vorrichtungen von hoher Geschwindigkeit ausgewählt werden, d. h. solche, die 70 Kopien pro Minute übersteigen.

[0073] Ebenso besitzen die Tonerzusammenstellungen, die in Ausführungen der vorliegenden Erfindung hergestellt werden, wünschenswert enge Ladungsverteilungen, optimale triboelektrische Ladungswerte, vorzugs-

weise von 10 bis ungefähr 40 und besonders vorzugsweise von ungefähr 10 bis ungefähr 35 Mikrocoulombs pro Gramm, wie sie durch bekannte Faraday Käfig-Verfahren bestimmt werden, mit ungefähr 0,1 bis ungefähr 5 Gew.-% von Ladungsverbesserndem Additiv in einer Ausführung; und schnelle Misch-/Ladungszeiten, wie sie in dem Ladungsspektrograph bestimmt werden, von weniger als 15 Sekunden, und besonders vorzugsweise in einigen Ausführungen von ungefähr 1 bis ungefähr 14 Sekunden.

[0074] Die Klassifikationsvorrichtung der vorliegenden Erfindung kann in Ausführungen unter Verwendung von bekannten Materialien und Techniken wie hier veranschaulicht gebaut werden. In Ausführungen kann ein herkömmlicher Klassifizierer oder Fluidbettschleifer mit Klassifikationsradgeometrien von konstantem Schnittpunkt gemäß der vorliegenden Erfindung angepasst oder nachgerüstet werden, um die vorstehenden Nutzen und Vorteile zu erreichen, wie sie hier veranschaulicht sind. In Ausführungen kann das Klassifikationsrad der vorliegenden Erfindung mit abnutzungsfestem Material aufgebaut oder beschichtet werden, beispielsweise Keramik, Ceramer, Verbundstoff und Ähnliche, abriebfeste Oberflächenbeschichtungen.

[0075] Die Erfindung wird weiterhin in dem nachfolgenden, nicht begrenzenden Beispiel veranschaulicht, wobei anzumerken ist, dass dieses Beispiel nur veranschaulichend gedacht ist und dass die Erfindung nicht auf die Materialien, Bedingungen, Prozessparameter und Ähnliche, die hier zitiert werden, begrenzt sein soll. Anteile und Prozentangaben sind gewichtsbezogen, soweit nicht anderweitig ausgeführt.

Beispiel I

[0076] Die vorliegende Erfindung kann beispielsweise verwendet werden bei der Herstellung der Xerox Model DC 250 und DC 265 Schwarztoner. Die Erfindung kann einen engeren Grobrest der Tonerpartikel-Größenverteilung ermöglichen, die unerwartete und hervorragende xerografische Druckqualitätsvorteile mit sich bringt. Daten, die die verbesserte Partikelgrößenverteilung veranschaulichen und die mit einem Schleifrad erhalten werden können, das mit einem Vortexring für hohe Drehzahl (high sein vortex ring: HSVR) der vorliegenden Erfindung ausgestattet ist.

Reaktion	Schleifrad mit HSVR	Schleifrad ohne HSVR
D ₅₀ (Volumenmedian)	8,8 +/- 0,1	8,9 +/- 0,2
UGSD (D ₈₄ /D ₅₀)	1,28 +/- 0,01	1,32 +/- 0,02

Beispiel II

Präparation von magnetischem Toner und Evaluation

[0077] Ein Polymerharz (74 Gew.-% der gesamten Mischung), das durch die Freiradikal-Polymerisation von Mischungen aus Styrol und Butadien erhalten wird, kann schmelzextrudiert werden mit 10 Gew.-% von REGAL 330® Kohlenstoffschwarz und 16 Gew.-% von MAPICO BLACK® Magnetit bei 120°C und das extrudierte Material wird in einem WARING-Mischer pulverisiert und gestrahlt und klassifiziert zu 8 µm mittlere Partikelgröße, wie sie durch einen Counter Counter mit einer Klassifikationsausrüstung mit einem Klassifikationsrad wie hierin veranschaulicht, gemessen werden, Bezug ist beispielsweise [Fig. 1](#). Ein positiv geladener magnetischer Toner kann durch Oberflächenbehandlung des gestrahlten Toners (2 Gramm) mit 0,12 Gramm von 1:1 Gewichtsverhältnis von AEROSIL R972® (DEGUSSA) und TP-302, einem Naphthalinsulfonat und quaternärem Ammoniumsalz (Nachem/Hodogaya SI) Ladungskontrollagens.

[0078] Die Entwicklerzusammenstellungen können daraufhin durch Beimischen von 3,34 Gewichtsteilen der vorstehend genannten Tonerzusammensetzung mit 96,66 Gewichtsteilen eines Trägers präpariert werden, der aus einem Stahlkern mit einer Polymermischung über demselben besteht, die 70 Gew.-% von KYNAR®, einem Polyvinylidenfluorid und 30 Gew.-% von Polymethylmethacrylat enthält; das Beschichtungsgewicht ist ungefähr 0,9%. Es kann eine Kaskadenentwicklung verwendet werden, um einen Xerox Model D Fotoaufnehmer unter Verwendung eines „negativen“ Auffängers zu entwickeln. Die Belichtung kann zwischen 5 und 10 Sekunden eingestellt werden und eine negative Vorspannung kann verwendet werden, um eine Dunkelübertragung des positiv mit Toner versehenen Bildes von dem Fotoaufnehmer auf Papier zu erreichen.

[0079] Die Bewertungen des Aufschmelzens können mit einer Xerox Corporation 5028®-Soft-Silikon-Schmelzwalze ausgeführt werden, die mit 7,62 cm (3 Inch) pro Sekunde betrieben wird. Die tatsächlichen Temperaturen der Schmelzwalze können unter Verwendung eines Omegapyrometers bestimmt werden und wurden mit Wachspapierindikatoren geprüft. Das Ausmaß, mit dem ein entwickeltes Tonerbild nach dem Auf-

schmelzen an dem Papier anhaftet, wird unter Verwendung einer Scotch®-Tapeprüfung ermittelt. Das Fixierungsniveau wird als ausgezeichnet erwartet und vergleichbar zu der Fixierung, die mit Tonerzusammensetzungen erreicht wird, die mit anderen Verfahren zur Herstellung von Tonern präpariert werden. Typischerweise verbleiben mehr als 95% des Tonerbildes nach dem Entfernen eines Bandstreifens auf dem Kopierblatt fixiert, wie es mit einem Densitometer bestimmt wird. Alternativ dazu kann das Fixierungsniveau unter Verwendung der bekannten Fettprüfung quantifiziert werden, Bezug ist US-Patent Nr. 5.312, 704.

[0080] Es können Bilder in einer xerografischen bildzeugenden Prüffixierung mit einem negativ geladenen, geschichteten bildzeugenden Element entwickelt werden, das aus einem Trägersubstrat aus Aluminium, einer fotozeugenden Schicht aus trigonalem Selen und einer Ladungstransportschicht aus 45 Gew.-% von Arylamin-N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)1,1'-biphenyl-4,4'-diamin besteht, das in 55 Gew.-% des Polycarbonats MAKROLON® dispergiert wird, man nehme Bezug auf US-Patent 4,265,990; Bilder von Tonerzusammensetzungen, die aus den Copolymeren hergestellt wurden, die beispielsweise von Beispiel XI abgeleitet wurden, sollten von ausgezeichneter Qualität sein, ohne Hintergrundablagerungen und von hoher Auflösung über eine ausgedehnte Zahl von bildzeugenden Zyklen, vermutlich mehr als ungefähr 75000 bildzeugenden Zyklen.

Beispiel III

[0081] Die vorliegende Erfindung kann bei in der Herstellung von Partikelmaterialien wie etwa elektrofotografischen Farbtonerpartikeln angewandt werden. Typische spezifische Farbtonerharze schließen Styrolacrylate, Styrolmethacrylate, Polyester, PLIOLITES®, PLIOTONES®, erhältlich von Goodyear Chemical Company, Styrolbutadienpolymere, insbesondere Styrolbutadien-Copolymere ein, wobei der Styrolanteil in einer Menge von ungefähr 83 bis ungefähr 93 Gew.-% vorhanden ist und vorzugsweise ungefähr 88 Gew.-% und wobei der Butadienanteil in einer Menge von ungefähr 7 bis ungefähr 17 Gew.-% und vorzugsweise ungefähr 12 Gew.-% vorhanden ist, wie etwa Harze, die als POLIOLITE® oder POLIOTONE® von Goodyear im Handel erhältlich sind. Die Polyesterharze schließen FE-208, geliefert durch Dianippon, FAC115, geliefert von Kao Corp. zusammen mit Inden/Propenyltoluol-Copolymer mit Anteilen von 0,2 bis 11 Gew.-%, geliefert durch Mitsui Chemical.

[0082] Die Farbtonerzusammenstellung kann beispielsweise aus den vorstehenden Harzkombinationen und Farbzusätzen für die Vollfarbenentwicklung bestehen. Das färbende Agens kann beispielsweise C.I. Pigment Yellow 17, C.I. Pigment Yellow 180, C.I. Pigment Red 57:1, C.I. Pigment Red 122, C.I. Pigment Blue 15:3 und ähnliche Farbmittel einschließen. Die Menge des färbenden Agens ist vorzugsweise von ungefähr 0,1 bis ungefähr 12% oder Gewichtsteilen, basierend auf 100% oder Teilen des Harzgewichtes.

Farbtoner	K	M	C	Y	K	C	Y	M
Basistonerrezept (Gew.-%)								
Polyesterharz	90–95	80–90	80–90					
Kohlenstoffschwarz	3–6							
Inden/Propenyltoluol-Co-polymer	0,2–3	4–7	4–7	2–5				
C.I. Pigment Red 122		3–5						
C.I. Pigment Red 57:1		2–4					3–5	
C.I. Blue Pigment 15:3			3–5			3–5		
C.I. Pigment Yellow 180				5–12			4–7	
FE 208 Harz					90–100	85–95	85–95	85–95
Kohlenstoffschwarz 25B					1–5			

wobei: K = schwarzer Toner; M = Magentatoner; C = Cyantoner; und Y = Gelbtoner

[0083] Weitere Tonerzusammensetzungen können mit herkömmlichen Mitteln aus den pigmentierten thermoplastischen Harzpartikeln und mit verbesserter Klassifikationsvorrichtung und Prozesse derselben gemäß der vorliegenden Erfindung leicht hergestellt werden, einschließlich gefärbte Toner, einkomponentige Toner, vielkomponentige Toner, Toner mit speziellen Leistungsadditiven und Ähnliche hergestellt werden.

[0084] Die vorliegende Erfindung kann ebenso für die Pulververarbeitung von feinen Körnungen, Mehl und

keramischen Pulvern verwendet werden. In Ausführungen können die Vorrichtung und die Prozesse der vorliegenden Erfindung ausgewählt werden für und angewandt werden in der Trennklassifikation von bröckeligen und nicht bröckeligen Materialien, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, kristalline, halbkristalline und amorphe Materialien, beispielsweise organische Materialien, anorganische Materialien, Zusammensetzungen derselben und Mischungen derselben. Organische Materialien schließen beispielsweise Harze, Polymere, Elastomere, Farbstoffe, Pigmente, Pharmazeutika, Latexpartikel und Ähnliche ein. Anorganische Materialien schließen beispielsweise Metalle, Metalloxide, Mineralien und Ähnliches ein und Mischungen derselben wie etwa Magnetite und Silikate. Verbünde schließen beispielsweise verbundene oder physikalische Mischungen von organischen Verbindungen und anorganischen Verbindungen ein.

Patentansprüche

1. Artikel (**24**), umfassend:

eine Scheibe mit einer kreisförmigen Öffnung (**26**) in der Mitte der Scheibe; und eine Befestigungseinrichtung, die eingerichtet ist, die Scheibe an die Partikelauslassöffnung eines Klassifikationsrades konzentrisch anzubringen, wobei die Dicke der Scheibe nahe dem Partikelauslass dicker ist und dünner ist nahe dem Umfang der Scheibe, wobei der Durchmesser der kreisförmigen Öffnung (**26**) einstellbar ist und wobei die kreisförmige Öffnung (**26**) durch ein oder mehrere Federelemente (**66**) begrenzt wird, die zentrifugal für eine Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe empfindlich sind.

2. Artikel gemäß Anspruch 1, umfassend eine Lippe oder einen Rand angrenzend an die kreisförmige Öffnung (**26**), die/der eine Dicke von ungefähr 1,5 bis ungefähr 5 Mal die Dicke der Scheibe aufweist.

3. Artikel gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 und 2, wobei der Durchmesser der kreisförmigen Öffnung (**26**) von ungefähr 1 cm bis ungefähr 10 cm ist.

4. Klassifikationsrad (**10**), umfassend:

eine obere feste Fläche (**18**) und eine untere Fläche (**20**) mit einer ersten kreisförmigen Öffnung (**12**) in derselben; eine Vielzahl von Flügelschaufeln (**22**), die die obere Fläche (**18**) mit der unteren Fläche (**20**) an den Umfangsrändern der oberen und unteren Flächen (**18, 20**) verbinden, und den Artikel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, der an der unteren Fläche (**20**) befestigt ist, und der eine zweite kreisförmige Öffnung (**26**) in der ersten kreisförmigen Öffnung (**12**) ausbildet und den Durchmesser der ersten kreisförmigen Öffnung (**12**) verringert.

5. Vorrichtung (**10**) zur Klassifikation von festen Partikeln, die in einem Fluid mitgerissen werden, umfassend:

ein Gehäuse, das mit einem Beschickungseinlass, einem Feinfraktionsauslass und einem Grobfraktionsauslass ausgestattet ist; und ein Klassifikationsrad gemäß Anspruch 4.

6. Prozess zur Trennung und Klassifikation von Partikeln in einer Vorrichtung gemäß Anspruch 5, umfassend:

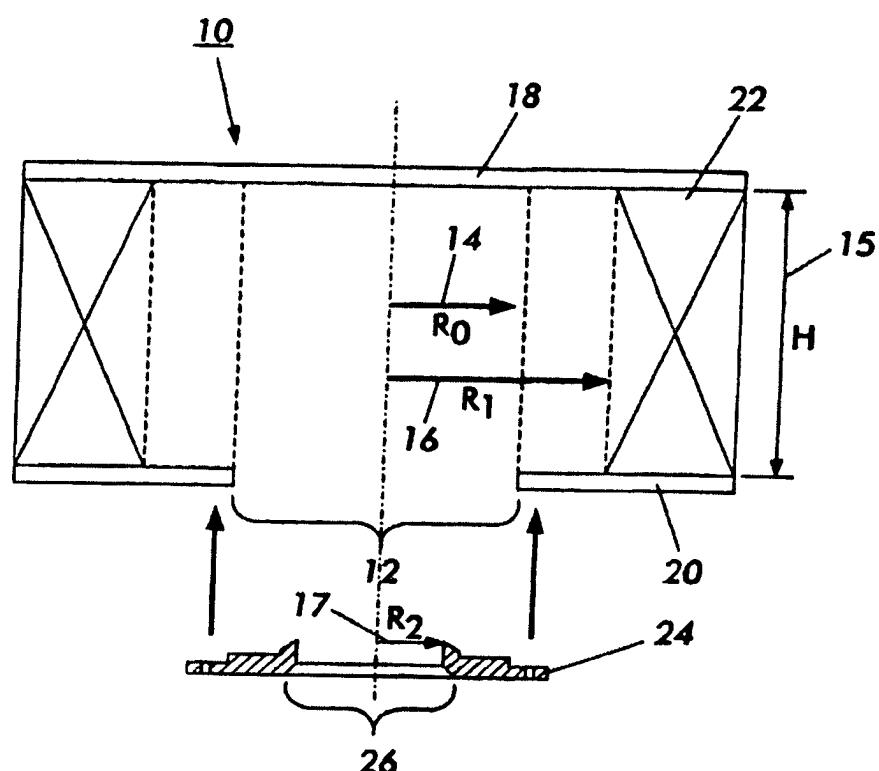
Drehen des Klassifikationsrades mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 500 bis ungefähr 5000 Umdrehungen pro Minute; und Einleiten einer Festpartikelbeschickung in die Vorrichtung, wobei die Beschickung eine Fluidströmung umfasst, die Partikel von ungefähr 0,1 bis ungefähr 10000 µm im Durchmesser enthält, wobei die feinen Partikel in der Partikelbeschickung sich zu der Mitte des Rades bewegen und danach das Klassifikationsrad und das Gehäuse über die Feinfraktionsauslassöffnung verlassen, und die groben Partikel sich zu dem Umfang des Rades bewegen und das Rad über den Grobfraktionsauslass verlassen.

7. Bausatz, umfassend:

eine Scheibe mit einer kreisförmigen Öffnung (**26**) in der Mitte der Scheibe; und mindestens eine Befestigungseinrichtung, die eingerichtet ist, die Scheibe an den Feinpartikelauslass eines Klassifikationsrades anzubringen, wobei die Dicke der Scheibe nahe dem Partikelauslass dicker ist und dünner ist nahe dem Umfang der Scheibe; wobei der Durchmesser der kreisförmigen Öffnung (**26**) einstellbar ist und wobei die kreisförmige Öffnung (**26**) durch ein oder mehrere Federelemente (**66**) begrenzt wird, die zentrifugal für eine Rotationsgeschwindigkeit

der Scheibe empfindlich sind.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

**FIG. 1**

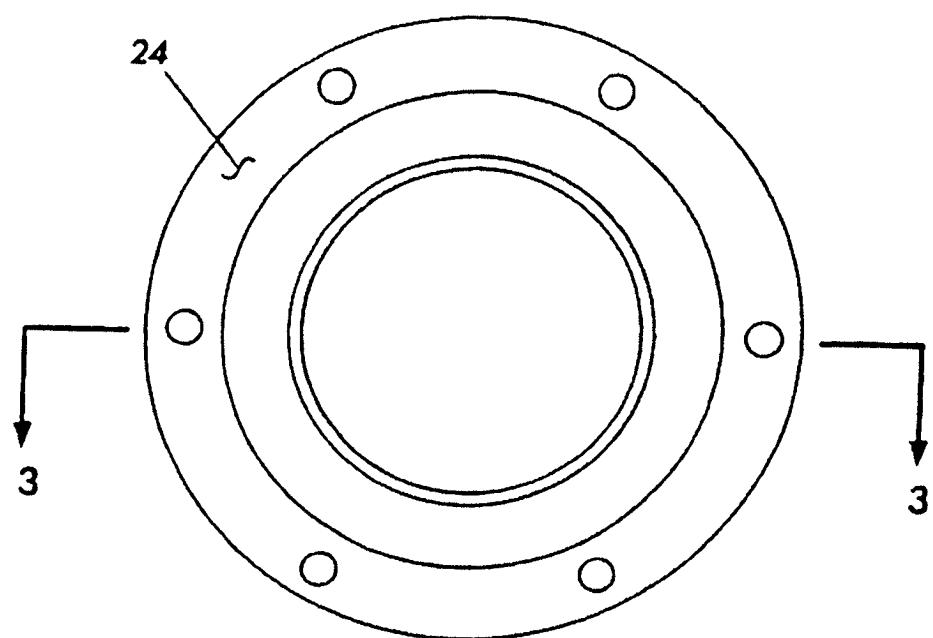


FIG. 2

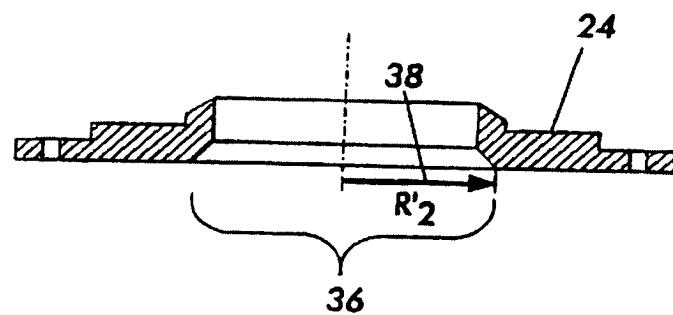
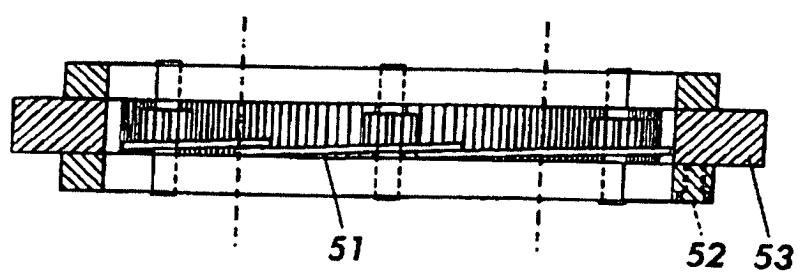
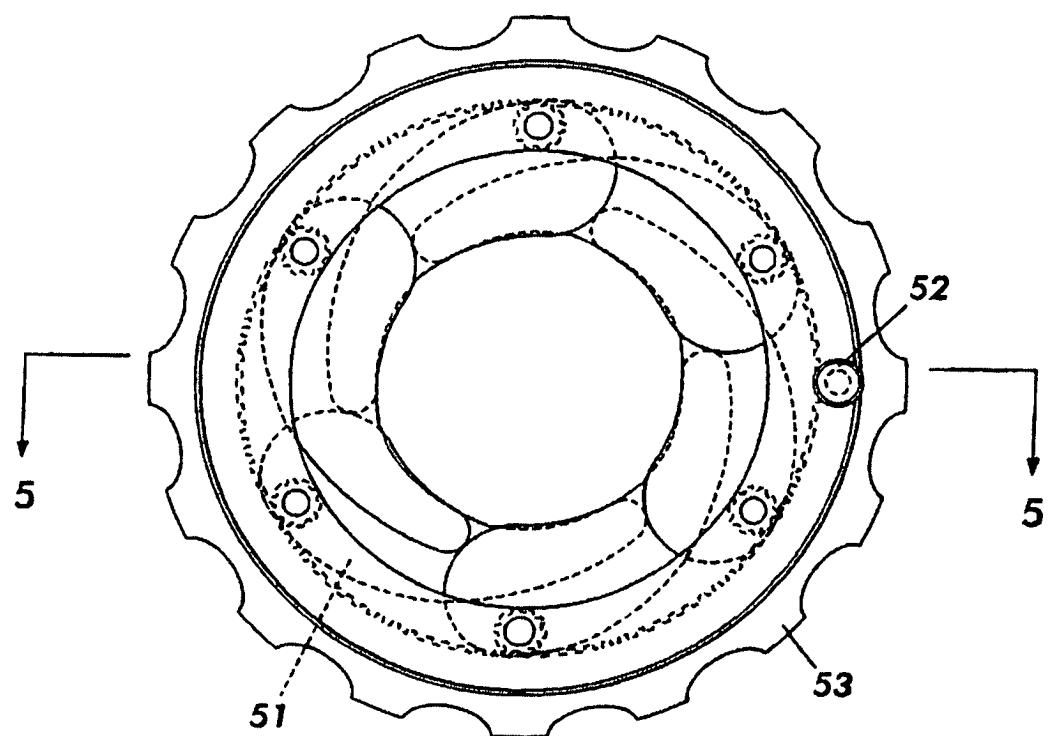


FIG. 3



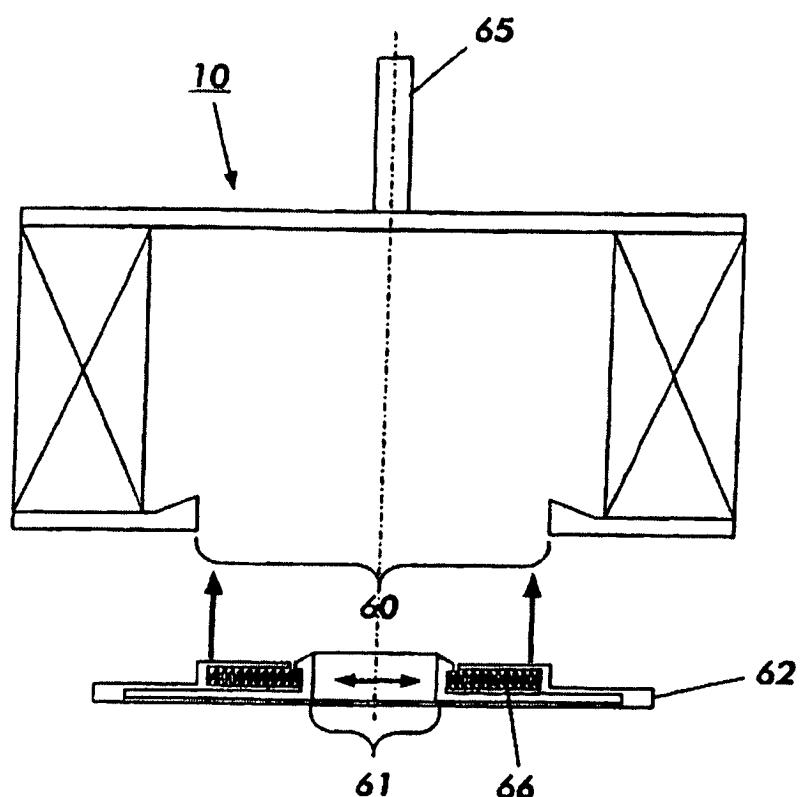


FIG. 6

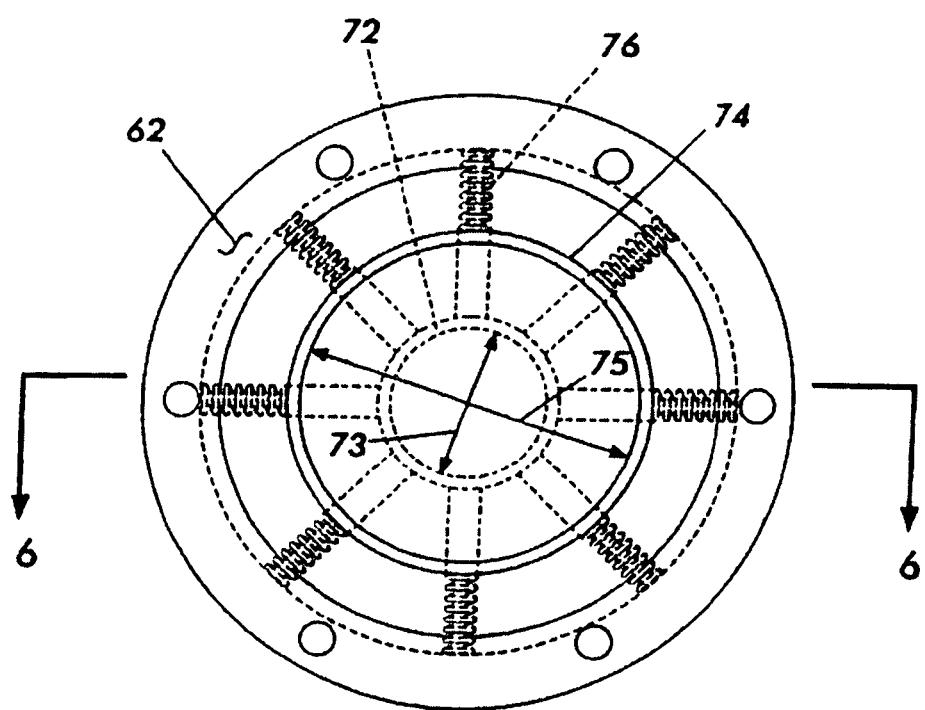


FIG. 7

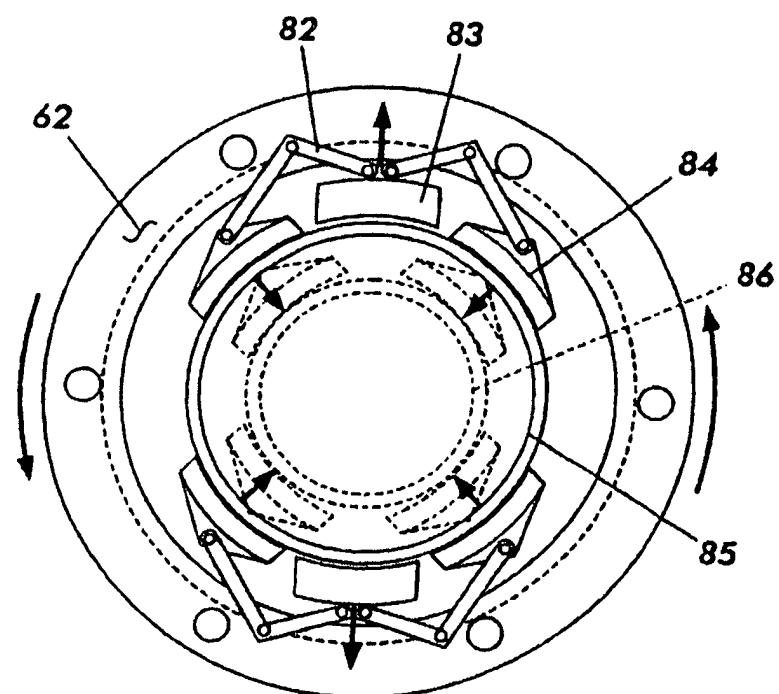


FIG. 8

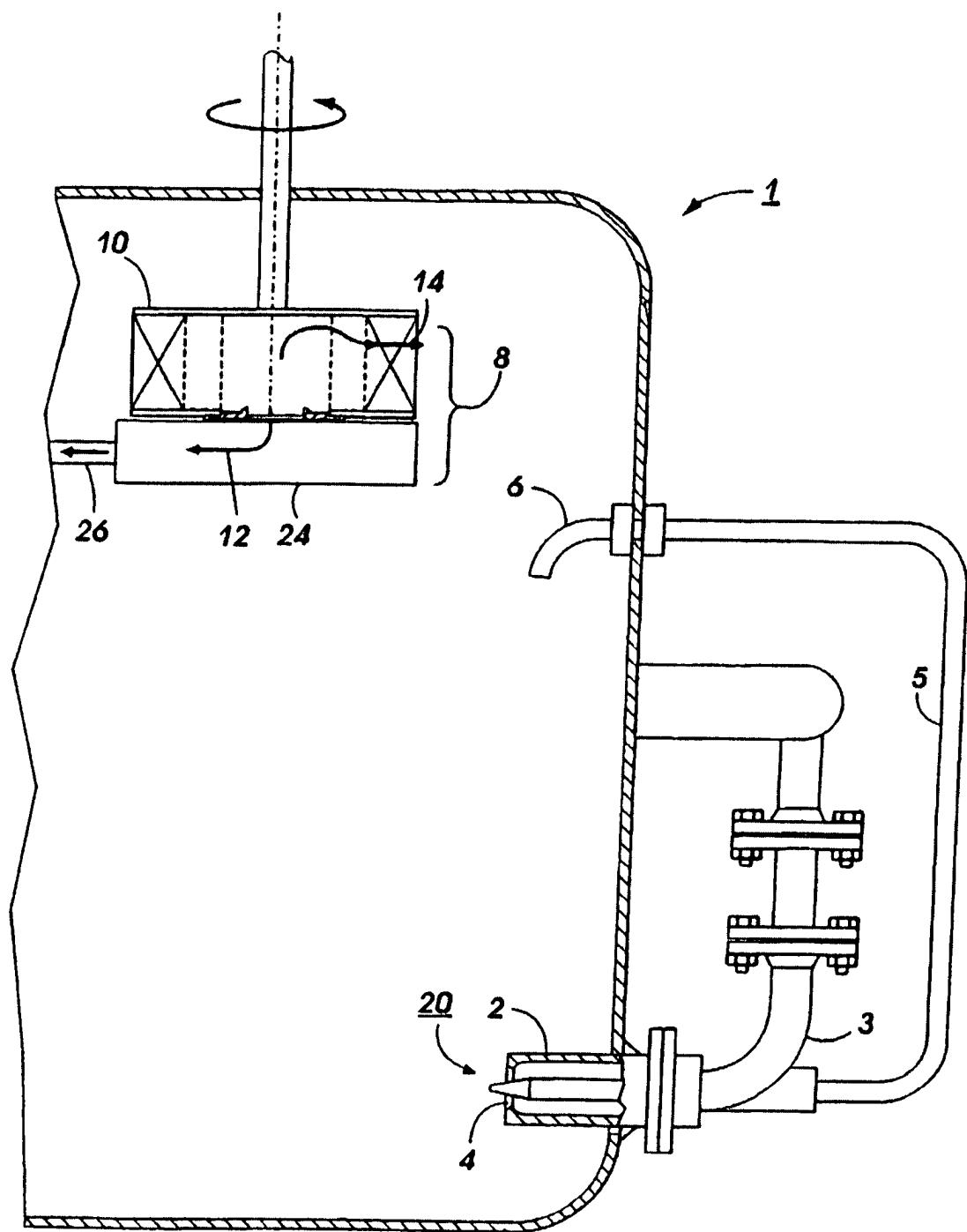


FIG. 9

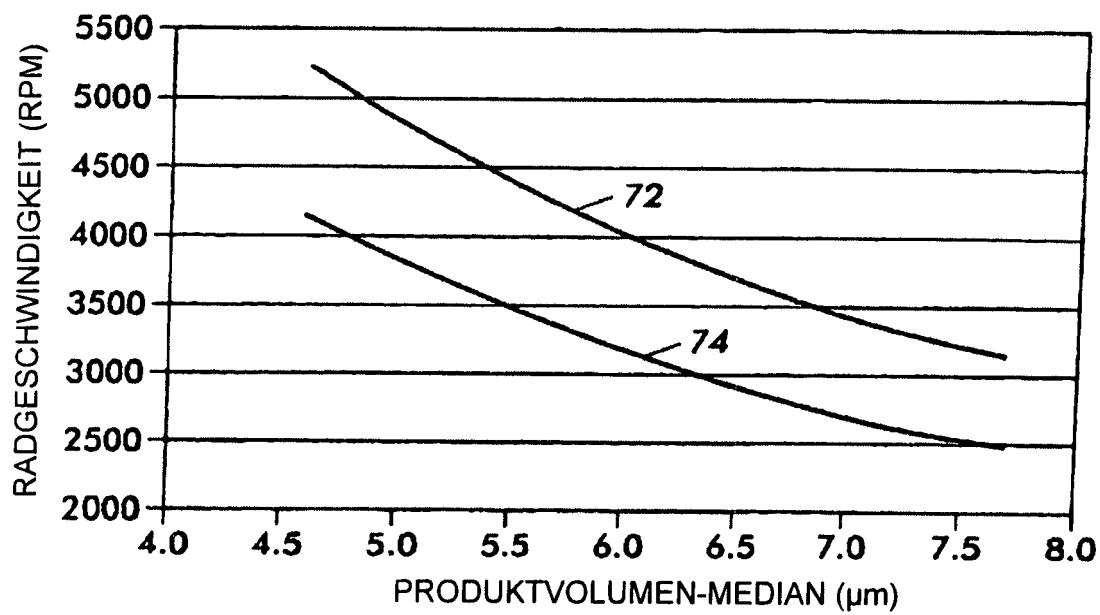


FIG. 10

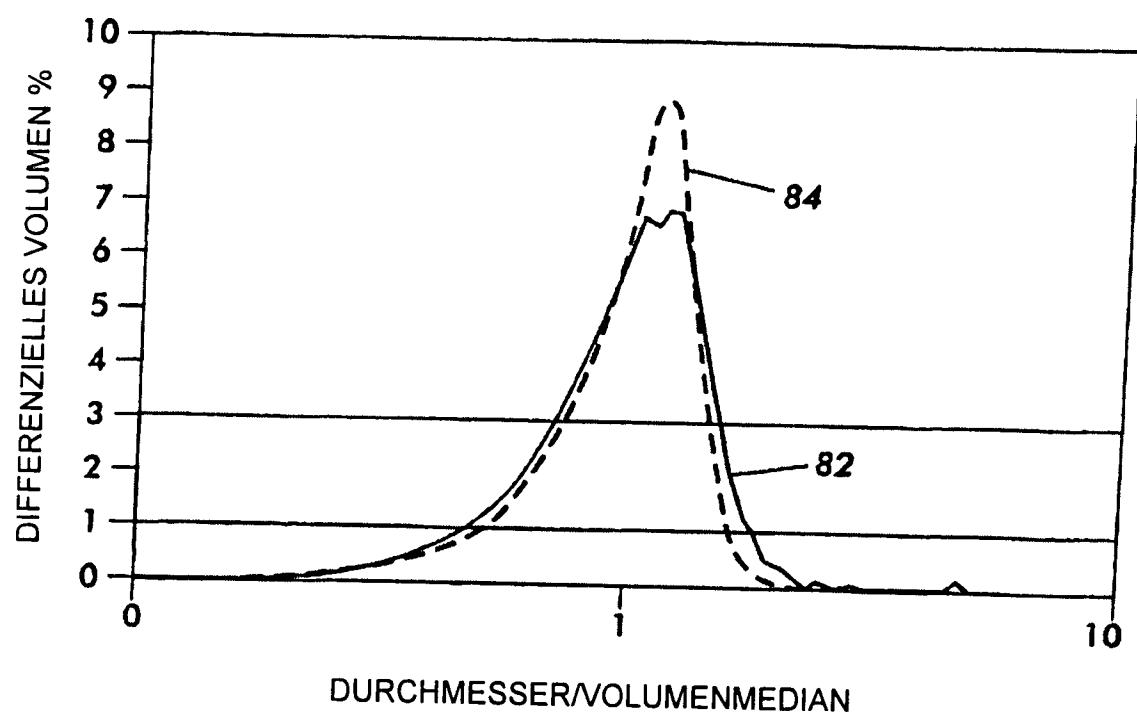


FIG. 11

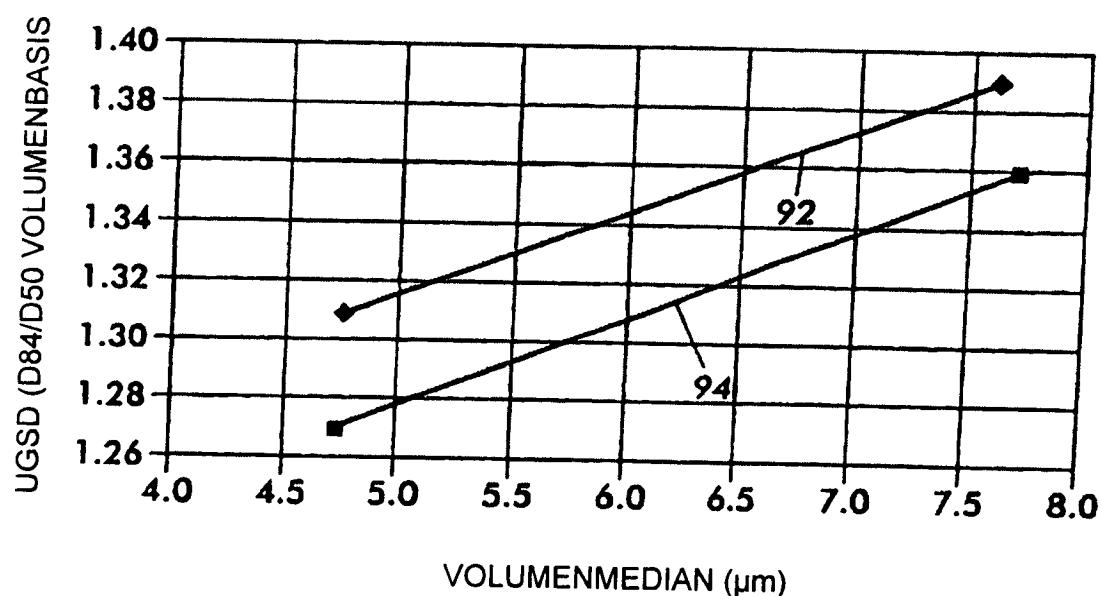


FIG. 12