

①⑨



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

①①

Veröffentlichungsnummer: **0 082 816
B1**

①②

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
11.05.88

⑤①

Int. Cl. 4: **B 24 B 31/10**

②①

Anmeldenummer: **82810535.3**

②②

Anmeldetag: **09.12.82**

⑤④

Verfahren und Vorrichtung zum Abrunden körniger Feststoffpartikel.

③⑩

Priorität: **23.12.81 CH 8244/81**

④③

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.06.83 Patentblatt 83/26

④⑤

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.05.88 Patentblatt 88/19

⑧④

Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE FR GB IT LI NL SE

⑤⑥

Entgegenhaltungen:
**DE - A - 1 427 553
DE - A - 2 329 335
DE - B - 1 202 171
DE - C - 459 595
FR - A - 2 157 555
GB - A - 1 389 380
US - A - 2 460 918
US - A - 3 436 868**

⑦③

Patentinhaber: **SCHWEIZERISCHE ALUMINIUM AG,
CH-3965 Chippis (CH)**

⑦②

Erfinder: **Borer, Werner J., Neustrasse 254,
CH-8247 Flurlingen (DE)**
Erfinder: **Lukacs, Janos, Am Homberg 22, D-7891 Ettlikon
(DE)**
Erfinder: **Spallinger, Hugo, Mettlerhof 4,
CH-8211 Hemmental (CH)**

EP 0 082 816 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abrunden von körnigen Feststoffpartikeln beliebiger Kornform, insbesondere von Hartstoffbruchgranulat.

Gerundete Partikel werden nach verschiedenen Verfahren bereits hergestellt. Ein sehr verbreitetes Verfahren ist das Verdüsen schmelzflüssigen Materials mittels eines Gasstrahls. Dieses Verfahren wird vorwiegend zur Herstellung von kugelförmigen Metallpulvern, aber auch zur Herstellung von Pulvern aus Refraktärmaterialien eingesetzt. Das Verfahren hat den Nachteil, dass es für Hartstoffe, worunter Oxide, Carbide, Boride und Nitride oder refraktäre Metalle mit einer Mohs'schen Härte von ≥ 7 verstanden werden, nicht generell einsetzbar ist, da diese Materialien teilweise sehr hohe Schmelzpunkte aufweisen und nicht alle im schmelzflüssigen Zustand chemisch stabil bleiben. Auch kann die Bildung von hohlkugelförmigen Partikeln bei der Verdüsung nicht immer verhindert werden.

Ein anderes bekanntes Verfahren zur Herstellung gerundeter Partikel ist das oberflächliche Anschmelzen und damit Runden von Feststoffen in einem Hochenergiestrahle, z.B. einem Plasmastrahl. Dieses Verfahren kann wieder nur für Materialien mit stabiler flüssiger Phase eingesetzt werden und ist zudem je nach Material auf Partikelgrößen von ca. 10–200 μm begrenzt.

Weiterhin können durch Agglomeration oder Aufbaugranulation von entsprechend feinen Ausgangspulvern und anschliessendes Sintern gemäss der DE-OS 29 48 584 gerundete Formkörper hergestellt werden. Ein derartiges Verfahren ist ebenfalls nachteilig, da das Material vorgängig auf ca. $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{1000}$ der schliesslich gewünschten Partikelgrösse gemahlen werden muss, damit überhaupt ein sinterfähiges Pulver entsteht, und dass der Durchmesserbereich des Endproduktes auf ca. 0,4 bis 5 mm begrenzt ist.

Weitere in Frage kommende Verfahren wie das Sol-Gel-Verfahren und die Sprühgranulation sind ebenfalls mit Nachteilen behaftet. Das Sol-Gel-Verfahren lässt sich wieder nur für gewisse Materialien anwenden. Es wird vorwiegend für die Herstellung von Oxidkügelchen im Bereich von $\leq 500 \mu\text{m}$ eingesetzt. Das Sprühverfahren liefert Produkte ungenügender Qualität. Meist können nur Partikel mit niedriger Dichte, bedingt durch den lockeren Aufbau, hergestellt werden.

Die US-PS 3 436 868 beschreibt einen Behälter mit mindestens einer Düse und einem Auslauf zum Abrunden von Diamanten oder sonstigen Steinen, indem diese in einer Flüssigkeit mit Hilfe eines aus einer Düse austretenden Flüssigkeitsstrahls in ständige Relativbewegung gehalten werden und dabei aneinander stossen. Grössere Mengen von Feststoffpartikeln lassen sich danach nicht in wirtschaftlicher Weise abrunden.

Die Erfinder haben sich daher die Aufgabe gestellt, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abrunden von körnigen Feststoffpartikeln beliebiger Kornform, insbesondere von Hartstoffbruch-

granulat, anzugeben, welche die oben genannten Nachteile nicht aufweisen. Das vorgeschlagene erfinderische Verfahren zeichnet sich nach dem Wortlaut des Anspruchs 1, die erfinderische Vorrichtung nach dem Wortlaut des Anspruchs 4 aus.

Vorteilhaft liegt die Partikelgrösse des Ausgangsmaterials im Bereich von 100 μm bis zu 5 mm. Als Flüssigkeit wird selbstverständlich eine solche gewählt, die die Ausgangskörnung nicht auf- oder anzulösen vermag. Aus wirtschaftlichen und praktischen Gründen wird vorzugsweise Wasser verwendet. Der Flüssigkeitsstrahl muss derart intensiv sein, dass durch das Aufeinanderprallen der einzelnen Partikel ein gegenseitiger Abrieb bewirkt wird.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen 2, 3 und 5 sowie der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele und der Zeichnung; diese zeigt schematisch im Schnitt die zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung.

An einem kegelförmigen Trichter 1 mit rohrförmigem seitlichen Auslass 11 befindet sich an dem unteren Ende eine Düse 2 zum Einspeisen der Flüssigkeit und am oberen Ende ein Überlauf 3. Die Düse 2 ist in ihrer einfachsten Ausführungsform ein zylindrisches Rohr. Vorteilhaft ragt dieses ins Innere des Trichters 1 hinein. Dadurch kann eine Erhöhung der Abrundungsleistung erreicht werden. Der kegelförmige Teil des Trichters 1 wird bei dieser Anordnung in seiner Höhe H in eine untere Zone A und eine obere Zone B eingeteilt. Die untere Zone A ist durch die Höhe h begrenzt, wobei diese der Länge des in dem kegelförmigen Teil des Trichters 1 hineinragenden Teils 22 der Düse 2 entspricht. Vorzugsweise ist die Höhe h etwa $\frac{1}{10}$ der Höhe H. Damit diejenigen Partikel, welche sich in der unteren Zone A befinden, auch am Abrundungsprozess beteiligt werden, wird mit Hilfe einer rohrförmigen Hilfsdüse 4 in zeitlichen Abständen zusätzlich Flüssigkeit eingespiessen, wodurch das in der unteren Zone A in Ruhe befindliche Material in die obere Zone B des Trichters 1, d.h. in die aktive Zone befördert wird. Das impulsweise Ein- und Ausschalten der Hilfsdüse 4 geschieht am einfachsten mit einem Magnetventil 5.

Der Überlauf 3 ist rinnenförmig ausgebildet und hat an einer Stelle einen Ablauf 6, wo die Flüssigkeit zusammen mit dem durch die Abrundung entstandenen feinen Abrieb abgeführt wird. Nach Trennen des Abriebs von der Flüssigkeit in an sich bekannter Weise kann die Flüssigkeit wieder der Düse 2 zugeführt werden. (Trennvorrichtung und Kreislaufführung der Flüssigkeit sind in der Zeichnung nicht enthalten.) Wenn das Ausgangsmaterial hinreichend abgerundet ist, wird die Flüssigkeitszufuhr für kurze Zeit unterbrochen und das Ventil 7, vorteilhaft ein Druckluftmembranventil, geöffnet, so dass das abgerundete Material ausfliessen kann und (nicht eingezeichnet) über eine Trennvorrichtung von der Flüssigkeit, die wieder in den Trichter zurückgepumpt wird, befreit wird.

Es hat sich gezeigt, dass die mittlere Sinkgeschwindigkeit der abzurundenden Teilchen in der verwendeten Flüssigkeit mindestens das 10-fache der Geschwindigkeit der Flüssigkeit im oberen Bereich b der oberen Zone B des Trichters 1, also in der Nähe des Überlaufs 3, betragen soll, um ein Austragen der abgerundeten Teilchen aus dem Trichter 1 zu verhindern.

Damit die Menge der pro Zeiteinheit abgerundeten Partikel möglichst gross wird und andererseits alle Partikel in möglichst gleichem Masse, d.h. homogen abgerundet werden, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, den halben Öffnungswinkel α des Trichters 1 zwischen 14 und 22° zu legen, denn bei zu grossem Öffnungswinkel verhardt ein Teil des abgerundeten Materials an der Trichterwand und wird nicht bewegt. Bei zu kleinem Öffnungswinkel wird andererseits der Durchsatz kleiner. Optimal ist ein Trichterwinkel von 18–19°. Damit die abzurundenden Partikel nicht den Trichter 1 über den Überlauf 3 verlassen können, ist weiterhin von Vorteil, die Höhe H des Trichters 1 so zu wählen, dass diese mindestens die 2,5fache Höhe der Kornschüttung des Ausgangsmaterials im Ruhezustand vor Beginn des Rundungsprozesses beträgt. Bei einer Höhe H von 150 cm wird die optimale Leistung erzielt, wenn die momentan im Trichter befindliche Materialmenge ca. 50 kg und der Massestrom des Flüssigkeitsstrahls 30 l/min betragen. Bei einem Massestrom des Flüssigkeitsstrahls von 50 l/min sind ca. 75 kg Ausgangsmaterial optimal, d.h. eine Erhöhung des Massestroms des Flüssigkeitsstrahls auf 50 l/min bringt eine etwa proportionale Erhöhung der Leistung mit sich, bzw. pro l/min bewegte Flüssigkeitsmenge können etwa 1,6 kg Ausgangsmaterial behandelt werden. Diese Beziehung ist praktisch vom Material unabhängig, wenn seine Dichte wenigstens 2 g/cm³ beträgt. Die Geschwindigkeit der Flüssigkeit in der oberen Zone B wird im Bereich b mit Hilfe der Düse 2 vorteilhaft so festgelegt, dass sie nicht mehr als $\frac{1}{20}$ der mittleren Sinkgeschwindigkeit der zu behandelnden Partikel in der verwendeten Flüssigkeit beträgt. Der Durchsatz der Flüssigkeitsmenge durch die Hilfsdüse 4 sollte vorteilhaft mindestens doppelt so gross sein wie der Durchsatz durch die Düse 2.

Im Betrieb mit Ansätzen von jeweils 50 kg abzurundendem Material bei Verwendung eines Trichters mit einer Höhe H von 150 cm und einem Winkel α von 18,5° konnte nach 55 Stunden Behandlung eine Rundheit (sphericity) nach Krummbein (W. Krummbein, Measurement and Geological Significance of Shape and Roundness of Sedimentary Particles; Journal of Sedimentary Petrology, 2, 64–72, 1941) von über 0,6 erreicht werden.

Beispiel 1

50 kg Siliziumcarbid-Schleifkorn der Körnung F 14 (nach FEPA*), entsprechend einem Körnungsbereich von 1,19–1,68 mm, wurden in einem mit Wasser gefüllten Trichter 1 mit 150 cm Höhe und

100 cm grösstem Durchmesser ($\alpha = 18,5^\circ$) eingegeben. Durch die zylindrische Düse 2, welche einen Innendurchmesser von 5 mm aufwies, wurden 30 l Wasser pro Minute eingespiesen. Die Hilfsdüse 4, welche einen Innendurchmesser von 4 mm aufwies und 12 cm in den Trichter 1 ragte, wurde in Abständen von jeweils 10 Minuten während je 20 Sekunden mit einer Durchflussmenge von 60 l/min in Betrieb genommen. Nach einer Behandlung von 48 Stunden wurde das verbliebene Material – 60% der anfangs eingesetzten Menge – aus dem Trichter entnommen. Es wies eine Rundheit von 0,6–0,7 nach der Krummbein-Skala auf. Die mittlere Korngrösse betrug 1,2 mm.

Beispiel 2

Bei Verwendung derselben Vorrichtung und unter gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 wurden 50 kg Korund, Korn SN 24 (nach FEPA), entsprechend einem Körnungsbereich von 0,6–0,84 mm, behandelt. Nach 138 Stunden konnte ein Material entnommen werden, welches eine Rundheit von 0,6 und eine Oberflächenglattheit (roundness) von 0,9 aufwies. Die Ausbeute an gerundetem Korn betrug 68%.

Höhere Ausbeuten konnten mit vorkubisiertem Korn als Ausgangsmaterial erreicht werden.

Der aus dem Überlauf 3 anfallende Abrieb wurde in einem Absatzbecken aufgefangen und für die Herstellung von Microkörnungen weiter verwendet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abrunden von körnigen Feststoffpartikeln beliebiger Kornform, insbesondere von Hartstoffbruchgranulat, durch ständige Relativbewegung der zu behandelnden Partikel in einem mit Flüssigkeit gefüllten Behälter (1) mit Hilfe eines aus einer Düse (2) austretenden Flüssigkeitsstrahls, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit in einem eine obere Zone (B) und eine untere Zone (A) aufweisenden sich nach oben erweiternden trichterförmigen Behälter (1) einer Höhe (H) mit in der unteren Zone (A) angeordneter Düse (2), deren in den Behälter (1) hineinragender Teil (22) einer Länge (h) die untere Zone (A) begrenzt, im oberen Bereich (b) der oberen Zone (B) nicht mehr als $\frac{1}{10}$, vorzugsweise $\frac{1}{20}$, der mittleren Sinkgeschwindigkeit der Partikel in der verwendeten Flüssigkeit beträgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer Hilfsdüse (4) in Zeitabständen das in der unteren Zone (A) des trichterförmigen Behälters (1) befindliche Material in die obere Zone (B) des Trichters (1) gebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchsatz der Flüssigkeitsmenge durch die Hilfsdüse (4) mindestens doppelt so gross ist wie der Durchsatz der Flüssigkeitsmenge durch die Düse (2).

4. Behälter (1) mit einer Düse (2) und einem Auslauf (11) zum Abrunden von körnigen Feststoffpartikeln beliebiger Kornform, insbesondere von

* Fédération européenne des fabricants de produits abrasifs.

Hartstoffbruchgranulat, durch ständige Relativbewegung der zu behandelnden Partikel in einer Flüssigkeit mit Hilfe eines aus der Düse (2) austretenden Flüssigkeitsstrahls, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (1) einer Höhe (H) trichterförmig ausgebildet ist, dessen halber Öffnungswinkel (α) zwischen 14 und 22° liegt, und der einen Überlauf (3) und in der Längsachse eine Düse (2), deren oberer Teil (22) maximal $\frac{1}{10}$ der Höhe (H) in den Behälter (1) hineinragt, sowie im Auslauf (11) eine Hilfsdüse (4) aufweist.

5. Behälter (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass seine Höhe (H) mindestens die 2.5-fache Höhe der Kornschüttung der Ausgangsfeststoffpartikel im Ruhezustand beträgt.

Claims

1. Process for the rounding of solid material particles of any desired grain shape, especially of broken granulate of hard material, by continuous relative movement of the particles to be treated in a container (1) filled with liquid with the help of a liquid jet emerging from a nozzle (2), characterised in that the speed of movement of the liquid in a funnel-shaped, upwardly widening container (1), having an upper zone (B) and a lower zone (A), of a height (H), with a nozzle (2) arranged in the lower zone (A), the part (22) of which, of a length (h), projecting into the container (1) limits the lower zone (A), amounts, in the upper region (b) of the upper zone (B), to not more than $\frac{1}{10}$ th, preferably $\frac{1}{20}$ th, of the average speed of sinking of the particles in the liquid used.

2. Process according to claim 1, characterised in that, by means of an auxiliary nozzle (4), at time intervals, the material present in the lower zone (A) of the funnel-shaped container (1) is brought into the upper zone (B) of the funnel (1).

3. Process according to claim 2, characterised in that the throughput of the amount of fluid through the auxiliary nozzle (4) is at least twice as great as the throughput of the amount of liquid through the nozzle (2).

4. Container (1) with a nozzle (2) and a run-off (11) for the rounding of granular solid material particles of any desired grain shape, especially of broken granulate of hard material, by continuous relative movement of the particles to be treated in a liquid with the help of a liquid jet emerging from a nozzle (2), characterised in that the container (1) of a height (H) is formed funnel-shaped, the half generating angle (α) of which lies between 14 and 22° and which has an overflow (3) and, in the longitudinal axis, a nozzle (2), the upper part (22) of which projects a maximum of $\frac{1}{10}$ th of the height (H) into the container (1), as well as an auxiliary nozzle (4) in the run-off (11).

5. Container (1) according to claim 4, characterised in that its height (H) amounts to at least the 2.5 fold height of the grain filling of the starting solid material particles in the resting state.

Revendications

1. Procédé pour arrondir des particules solides granulaires de forme quelconque, en particulier de granulats provenant de la cassure de matériaux à résistance mécanique élevée, par agitation constante les unes par rapport aux autres des particules à traiter dans un récipient (1) rempli d'un liquide, au moyen d'un jet de liquide sortant d'une buse (2), caractérisé en ce que la vitesse de déplacement du liquide dans un récipient (1) en forme d'entonnoir évasé à sa partie supérieure, ayant une hauteur H, présentant une zone supérieure (B) et une zone inférieure (A), ayant dans la zone inférieure (A) une buse (2) dont la partie (22) pénétrant dans le récipient (1) d'une longueur h limite la zone inférieure (A), ne représente pas plus de $\frac{1}{10}$, de préférence $\frac{1}{20}$, de la vitesse de sédimentation moyenne des particules dans le liquide utilisé.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau qui se trouve dans la zone inférieure (A) du récipient (1) en forme d'entonnoir est envoyé par intermittence dans la zone supérieure (B) de l'entonnoir (1) au moyen d'une buse auxiliaire (4).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le débit du liquide à travers la buse auxiliaire (4) représente au moins le double du débit du liquide à travers la buse (2).

4. Récipient (1) avec une buse (2) et une évacuation (11) pour arrondir des particules solides granulaires de forme quelconque, en particulier de granulats provenant de la cassure de matériaux à résistance mécanique élevée, par agitation constante les unes par rapport aux autres des particules à traiter dans un liquide, au moyen d'un jet de liquide sortant d'une buse (2), caractérisé en ce que le récipient (1) d'une hauteur (H) présente une configuration en entonnoir, que son demi-angle d'ouverture (α) est compris entre 14 et 22°, et qu'il présente un trop-plein (3) et, dans l'axe longitudinal, une buse (2), dont la partie supérieure (22) pénètre à l'intérieur du récipient (1) sur une longueur représentant au plus $\frac{1}{10}$ de la hauteur (H), de même qu'une buse auxiliaire (4) dans l'évacuation (11).

5. Récipient selon la revendication 4, caractérisé en ce que sa hauteur (H) représente au moins 2,5 fois la hauteur de remplissage des particules solides de départ au repos.

