

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Juni 2020 (18.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/120677 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B02C 13/18 (2006.01) B02C 25/00 (2006.01)
B02C 18/12 (2006.01) B02C 23/24 (2006.01)
B02C 19/00 (2006.01) B02C 23/36 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/084896

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Dezember 2019 (12.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 221 845.5
14. Dezember 2018 (14.12.2018) DE

(71) Anmelder: MIMPLUS TECHNOLOGIES GMBH &
CO. KG [DE/DE]; Turnstr. 22, 75228 Ispringen (DE).

(72) Erfinder: BURKHARDT, Carlo; Schönblickstr. 42,
75331 Engelsbrand (DE).

(74) Anwalt: KORDEL, Mattias et al.; Gleiss Große Schrell
und Partner mbB, Leitzstr. 45, 70469 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

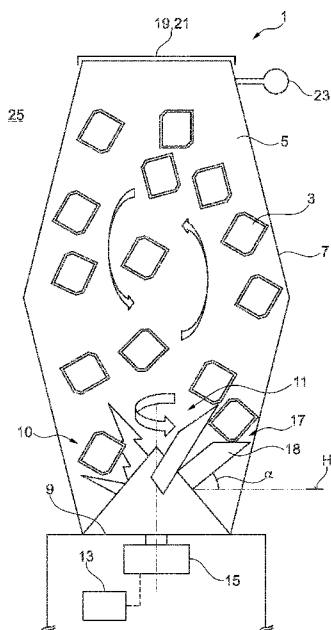
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu
beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR MACERATING ELECTRICAL OR ELECTRONIC COMPONENTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM AUFSCHLIEßEN ELEKTRISCHER ODER ELEKTRONISCHER
KOMPONENTEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for macerating electrical or elec-
tronic components (3), wherein – at least one electrical or electronic component
(3) is arranged in an enclosed comminution chamber (5), wherein – the at least one
electrical or electronic component (3) is comminuted by a comminution tool (11),
which is rotatably arranged in a lower region (10) of the comminution chamber
(5), by – the comminution tool (11) being driven to move in a rotating manner
at intervals.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufschließen
elektrischer oder elektronischer Komponenten (3), wobei – zumindest eine elek-
trische oder elektronische Komponente (3) in einem umschlossenen Zerkleiner-
ungsraum (5) angeordnet wird, wobei – die zumindest eine elektrische oder elek-
tronische Komponente (3) durch ein in einem unteren Bereich (10) des Zerklei-
nerungsraums (5) drehbar angeordnetes Zerkleinerungswerkzeug (11) zerkleinert
wird, indem – das Zerkleinerungswerkzeug (11) intervallartig zu einer Drehbewe-
gung angesteuert wird.

Figur

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

BESCHREIBUNG

Verfahren und Vorrichtung zum Aufschließen elektrischer oder elektronischer 5 Komponenten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufschließen elektrischer oder elektronischer Komponenten.

Bei der Aufbereitung von Elektro- und Elektronikschrott besteht das Problem, dass edle, teure und/oder seltene metallische Materialien wie beispielsweise Gold, Wolfram, und insbesondere
10 hartmagnetische Materialien, die beispielsweise, aber nicht ausschließlich, für Lautsprecher, insbesondere von mobilen Geräten, beispielsweise Smartphones, Tablets und dergleichen verwendet werden, kaum, häufig nur mühsam und oftmals nicht mit hoher Reinheit zurückgewonnen werden können. Insoweit besteht das Problem, dass solche, aber auch andere elektrische oder elektronische Komponenten häufig gekapselt verbaut sind, also ringsherum
15 geschlossen, wobei das Kapselmaterial geöffnet werden muss, um an die entsprechenden Komponenten zu kommen. Bei hartmagnetischen Materialien tritt hinzu, dass diese typischerweise oxidationsempfindlich sind und insbesondere hochreaktive Legierungselemente aufweisen, die während des Zerkleinerungsprozesses oxidieren können. Derart rezyklierte Magnetwerkstoffe haben dann deutlich schlechtere Energieprodukte als Neumaterial.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zu schaffen, bei welchen die genannten Nachteile nicht auftreten.

Die Aufgabe wird gelöst, indem die vorliegende technische Lehre bereitgestellt wird, insbesondere die technische Lehre der unabhängigen Ansprüche sowie der in den abhängigen Ansprüchen sowie der Beschreibung offenbarten Ausführungsformen.

25 Die Aufgabe wird insbesondere gelöst, indem ein Verfahren zum Aufschließen elektrischer oder elektronischer Komponenten geschaffen wird, wobei zumindest eine elektrische oder elektronische Komponente in einem umschlossenen Zerkleinerungsraum angeordnet wird. Die zumindest eine elektrische oder elektronische Komponente wird durch ein in einem unteren

Bereich des Zerkleinerungsraums drehbar angeordnetes Zerkleinerungswerkzeug zerkleinert, indem das Zerkleinerungswerkzeug intervallartig zu einer Drehbewegung angesteuert wird. Auf diese Weise ist eine höchste effektive Zerkleinerung und somit ein äußerst effizientes Aufschließen der elektrischen oder elektronischen Komponenten möglich.

- 5 Dass das Zerkleinerungswerkzeug intervallartig zu einer Drehbewegung angesteuert wird, gewährleistet einen guten Kontakt des Zerkleinerungswerkzeugs zu den elektrischen oder elektronischen Komponenten, die im Folgenden auch als Zerkleinerungsgut bezeichnet werden. Bei längeren, ununterbrochenen Rotationsphasen des Zerkleinerungswerkzeugs besteht nämlich die Gefahr, dass das Zerkleinerungsgut – insbesondere abhängig von seiner Masse – entweder
- 10 auf dem Zerkleinerungswerkzeug tanzt oder zu einem Boden des Zerkleinerungsraums absinkt, wobei es in beiden Fällen nicht mehr effektiv mit dem Zerkleinerungswerkzeug in Kontakt kommt, um zerkleinert zu werden. Wird nun das Zerkleinerungswerkzeug intervallartig angesteuert, setzt sich das Zerkleinerungsgut in Pausen der Rotationsbewegung des Zerkleinerungswerkzeugs ab, und wird anschließend bei einem erneuten Starten der
- 15 Rotationsbewegung aufgewirbelt, wobei es von dem Zerkleinerungswerkzeug erfasst und zerkleinert wird. Somit kann nicht zuletzt auch die insgesamt für einen bestimmten Zerkleinerungsgrad benötigte Zeit reduziert werden.

Die intervallartige Ansteuerung des Zerkleinerungswerkzeugs verringert auch im Vergleich zu einer durchgängigen Drehansteuerung die in das Zerkleinerungsgut eingebrachte Prozesswärme.

- 20 Dadurch kann insbesondere ein Anschmelzen von Kunststoffbestandteilen an andere Bestandteile der Komponenten verhindert werden.

Unter einer elektrischen oder elektronischen Komponente wird ein Bauteil oder ein Teil von einem Bauteil verstanden, welches für eine elektrische oder elektronische Schaltung oder in einer elektrischen oder elektronischen Schaltung verwendbar ist oder verwendet wird. Eine solche

25 Komponente weist insbesondere einen metallischen Bestandteil und einen nicht-metallischen Bestandteil, beispielsweise einen Kunststoff- oder Keramikbestandteil auf. Häufig ist der metallische Bestandteil in dem nicht-metallischen Bestandteil gekapselt oder zumindest bereichsweise von dem nicht-metallischen Bestandteil umgriffen. Der metallische Bestandteil weist bevorzugt ein edles und/oder seltenes und/oder teures Metall auf oder besteht aus einem

30 solchen Metall. Besonders bevorzugt weist eine solche elektrische oder elektronische Komponente magnetische Eigenschaften, insbesondere hartmagnetische Eigenschaften auf, wobei ein magnetisches, insbesondere hartmagnetisches Material typischerweise in ein nicht-

magnetisches, insbesondere Kunststoff oder Keramik aufweisendes Material eingebettet, zumindest teilweise von diesem nicht-magnetischen Material umgriffen, oder in dem nicht-magnetischen Material gekapselt ist.

Unter einem Aufschließen wird hier ein Öffnen, insbesondere Aufschneiden, Aufschlagen, 5 Aufbrechen, ein Zerteilen, oder in anderer Weise ein Zugänglichmachen eines Inneren des nicht-metallischen, insbesondere nicht-magnetischen Bestandteils der elektrischen und/oder elektronischen Komponente verstanden, um Zugang zu dem metallischen Bestandteil der elektrischen oder elektronischen Komponente zu erhalten. Ziel des Verfahrens ist es dabei insbesondere, diesen metallischen, insbesondere edlen, seltenen und/oder teuren, vorzugsweise 10 magnetischen, insbesondere hartmagnetischen Bestandteil, zurückzugewinnen.

Dass der Zerkleinerungsraum umschlossen ist, bedeutet insbesondere, dass der Zerkleinerungsraum in zumindest zwei Richtungen, insbesondere in Umfangsrichtung entlang einer Umfangslinie und vertikal nach unten, verschlossen ist, insbesondere durch eine Umfangswandung einerseits und durch einen Boden andererseits. Somit wird ein Wegschleudern 15 des Zerkleinerungsguts durch das Zerkleinerungswerkzeug vermieden.

Vorzugsweise ist der Zerkleinerungsraum in der wenigstens einen verbleibenden Richtung verschließbar, beispielsweise vertikal nach oben durch einen Deckel. Besonders bevorzugt ist der Zerkleinerungsraum dabei derart verschließbar, dass eine Gasströmung von einer äußeren Umgebung des Zerkleinerungsraums in den Zerkleinerungsraum verhindert wird, entweder 20 durch einen definierten Leakage-Spalt, durch den hindurch eine Gasströmung vom Inneren des Zerkleinerungsraums nach Außen erzeugt wird, beispielsweise durch Anlegen einer kontinuierlichen Strömung oder durch Erzeugen eines Überdrucks in dem Zerkleinerungsraum, oder aber indem der Zerkleinerungsraum gasdicht verschlossen wird, sodass kein Gasaustausch mit der Umgebung möglich ist. Eine solche Ausgestaltung ermöglicht insbesondere das 25 Erzeugen einer gasförmigen Schutzumgebung in dem Zerkleinerungsraum.

Dass das Zerkleinerungswerkzeug in einem unteren Bereich des Zerkleinerungsraums angeordnet ist, bedeutet insbesondere, dass das Zerkleinerungswerkzeug bevorzugt unterhalb einer gedachten Höhenlinie von 75 % der Höhe des Zerkleinerungsraums angeordnet ist, bevorzugt in einer unteren Hälfte, bevorzugt in einem unteren Drittel, bevorzugt in einem 30 unteren Viertel des Zerkleinerungsraums. In besonders bevorzugter Weise ist das Zerkleinerungswerkzeug an einem Boden des Zerkleinerungsraums drehbar angeordnet,

insbesondere drehbar an dem Boden befestigt und/oder durch den Boden drehbar hindurchgeführt. Das Zerkleinerungswerkzeug ist insbesondere so in dem unteren Bereich des Zerkleinerungsraums angeordnet, dass durch das Zerkleinerungswerkzeug hochgeschleudertes Zerkleinerungsgut gravitationsgetrieben wieder in den Bereich des Zerkleinerungswerkzeugs zurückfällt und dort erneut in Kontakt mit dem Zerkleinerungswerkzeug kommt.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Zerkleinerungswerkzeug als Messerwerkzeug mit wenigstens einem Messer, vorzugsweise mit einer Mehrzahl von Messern ausgebildet. Unter einem Messer wird dabei ein langgestrecktes Klingenteil verstanden, welches eingerichtet ist, um Zerkleinerungsgut zu zerkleinern oder zu zerschlagen. Eine Klinge oder Messerschneide des Messers kann dabei scharf geschliffen sein. Dies ist aber nicht zwingend erforderlich, vielmehr kann auch eine stumpfe Klinge geeignet sein, Zerkleinerungsgut zumindest in gewissem Umfang zu zerschneiden und/oder insbesondere zu zerschlagen.

Dass das Zerkleinerungswerkzeug intervallartig zu der Drehbewegung angesteuert wird, bedeutet insbesondere, dass es in Intervallen drehbewegt wird. Zwischen ersten Phasen einer Drehbewegung mit einer Rotationsgeschwindigkeit oberhalb einer bestimmten Grenz-Rotationsgeschwindigkeit sind demnach zweite Phasen mit einer Rotationsgeschwindigkeit unterhalb der vorbestimmten Grenz-Rotationsgeschwindigkeit vorgesehen, wobei in diesen zweiten Phasen die Rotationsgeschwindigkeit insbesondere auch Null sein kann. Es wird also bevorzugt eine intermittierende, vorzugsweise unterbrochene Drehbewegung erzeugt.

Das Zerkleinerungswerkzeug wird vorzugsweise durch einen Antrieb, insbesondere einen motorischen Antrieb, zu der intermittierenden Drehbewegung angetrieben. Der Antrieb kann dabei insbesondere ein elektromotorischer Antrieb oder ein anderer geeigneter Antrieb sein.

In bevorzugter Ausgestaltung werden die elektronischen oder elektrischen Komponenten vor deren Anordnung in dem umschlossenen Zerkleinerungsraum vorsortiert, sodass eine hohe Sortenreinheit nach dem Aufschließen gewährleistet werden kann. Insbesondere werden bevorzugt ferromagnetische Komponenten oder ferromagnetische Bestandteile aufweisende Komponenten von hartmagnetischen Komponenten oder hartmagnetische Bestandteile aufweisenden Komponenten getrennt, wobei die so erhaltenen Fraktionen, nämlich eine ferromagnetische Fraktion und eine hartmagnetische Fraktion, anschließend getrennt voneinander zerkleinert werden. Auf diese Weise wird vermieden, dass Komponentenbestandteile miteinander vermengt werden, die anschließend nur schwer getrennt

werden können. Insbesondere könnten zerkleinerte hartmagnetische Bestandteile ansonsten an ferromagnetischen Bestandteilen anhaften, wobei sie dort typischerweise eine Verunreinigung darstellen, die kaum noch abtrennbar ist. Somit bewirkt eine Fraktionstrennung insbesondere der hartmagnetische Bestandteile aufweisenden Komponenten von den ferromagnetische Bestandteile aufweisenden Komponenten vor der Zerkleinerung eine hohe Rückgewinnungsquote bei zugleich hoher Reinheit.

In bevorzugter Ausgestaltung wird nach einem Zerkleinerungsdurchgang, entweder noch in dem Zerkleinerungsraum oder nach Entfernen der zerkleinerten Komponenten aus dem Zerkleinerungsraum, eine magnetische Fraktion von einer nicht-magnetischen Fraktion der zerkleinerten elektrischen oder elektronischen Komponenten, bevorzugt mittels eines Magnetabscheiders, getrennt. Insbesondere auf diese Weise können sehr reine hartmagnetische Materialien zurückgewonnen werden.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Zerkleinerungswerkzeug wiederholt in einer Ruhephase stillsteht und in einer auf die Ruhephase folgenden Arbeitsphase gedreht wird. In spezieller Ausgestaltung bedeutet eine intervallartige Ansteuerung des Zerkleinerungswerkzeugs also, dass dieses wechselweise rotiert und stillsteht. Die verschiedenen Phasen, nämlich Arbeitsphasen und Ruhephasen, folgen dabei bevorzugt unmittelbar anschließend aneinander. Es ist aber gemäß einer anderen Ausgestaltung auch möglich, dass zwischen wenigstens einer Arbeitsphase und einer auf die Arbeitsphase folgenden Ruhephase, oder zwischen einer Ruhephase und einer auf die Ruhephase folgenden Arbeitsphase, wenigstens eine Zwischenphase zwischengeschaltet ist. In einer solchen Zwischenphase kann beispielsweise das Zerkleinerungswerkzeug mit einer von der Arbeitsphase abweichenden Rotationsgeschwindigkeit oder einem abweichenden Rotationsgeschwindigkeitsprofil, oder mit einer abweichenden Rotationsrichtung gedreht, zu einer ruckartigen Bewegung angesteuert oder in anderer Weise anders als einerseits in der Arbeitsphase und andererseits in der Ruhephase angesteuert werden. In der Ruhephase kann das durch das Zerkleinerungswerkzeug aufgeschleuderte Zerkleinerungsgut gravitationsbedingt zurückfallen, wobei es dann in einer nachfolgenden Arbeitsphase erneut in innigen Kontakt mit dem Zerkleinerungswerkzeug gelangt. Insbesondere durch das Abwechseln von Ruhephasen einerseits und Arbeitsphasen andererseits kann vermieden werden, dass das Zerkleinerungsgut sich unterhalb des Zerkleinerungswerkzeugs sammelt oder auf dem Zerkleinerungswerkzeug tanzt und so außer Kontakt mit dem Zerkleinerungswerkzeug kommt.

Wird das Zerkleinerungswerkzeug nach einer Ruhephase erneut in Rotation versetzt, prallt es typischerweise mit hohem Impuls gegen das Zerkleinerungsgut, wodurch dieses besonders effizient aufgeschnitten und/oder aufgebrochen wird. Insbesondere die dabei wirkenden Prallkräfte ermöglichen ein effizientes Aufbrechen des Zerkleinerungsguts.

- 5 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Rotationsrichtung des Zerkleinerungswerkzeugs in allen Arbeitsphasen gleich ist. Dies stellt eine besonders einfache Ausgestaltung des Verfahrens dar, wobei gute Zerkleinerungsergebnisse erzielt werden.

Alternativ ist es gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung aber auch möglich, dass die Rotationsrichtung des Zerkleinerungswerkzeugs in wenigstens einer ersten Arbeitsphase
10 verschieden gewählt ist zu der Rotationsrichtung in wenigstens einer zweiten Arbeitsphase. Ein solcher Wechsel der Rotationsrichtung ermöglicht eine noch günstigere Verteilung des Zerkleinerungsguts in dem Zerkleinerungsraum relativ zu dem Zerkleinerungswerkzeug und damit eine noch effizientere Zerkleinerung. Außerdem können gegebenenfalls verschiedene Zerkleinerungsmechanismen ausgenutzt werden, insbesondere wenn das
15 Zerkleinerungswerkzeug asymmetrisch ausgestaltete Messer aufweist. Diese können beispielsweise eine Klingengeometrie aufweisen, die einseitig scharf geschliffen und an einer anderen Seite stumpf ausgebildet ist, wobei die Messer in der ersten Arbeitsphase bei einer ersten Rotationsrichtung mit der scharf geschliffenen Seite der Klinge in Kontakt mit dem Zerkleinerungsgut kommen und dieses eher schneiden, wobei sie in der zweiten Arbeitsphase bei
20 einer zweiten, der ersten Rotationsrichtung entgegengesetzten Rotationsrichtung mit der stumpfen Seite der Klinge in Kontakt mit dem Zerkleinerungsgut kommen und dieses eher zerschlagen oder aufbrechen. Diese verschiedenen Zerkleinerungsmechanismen können gezielt, insbesondere abwechselnd, ausgenutzt werden, beispielsweise um zunächst bereichsweise angeschnittenen Zerkleinerungsgut in einem nachfolgenden Schritt aufzubrechen.

- 25 Insbesondere ist es möglich, dass sich erste Arbeitsphasen und zweite Arbeitsphasen fortlaufend abwechseln. Dies bedeutet insbesondere, dass die Rotationsrichtung nach jeder Ruhephase geändert wird.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass sich an eine Ruhephase oder an eine Arbeitsphase eine Vorbereitungsphase – als Zwischenphase – anschließt, in der das
30 Zerkleinerungswerkzeug in einer Gegenrotationsrichtung gedreht wird, der eine Rotationsrichtung in der vorhergegangenen und/oder in der vorausliegenden Arbeitsphase

entgegengesetzt ist. Hierdurch kann das Zerkleinerungswerkzeug vor der nachfolgenden Arbeitsphase in eine andere geometrische Position relativ zu dem Zerkleinerungsgut gebracht werden, als wenn die neue Arbeitsphase direkt aus der zum Ende der vorhergegangenen Arbeitsphase erreichten Stillstandsposition heraus begonnen würde.

- 5 Das Zerkleinerungswerkzeug wird dabei in der Vorbereitungsphase bevorzugt mit einer im Vergleich zu der vorhergegangenen und/oder vorausliegenden Arbeitsphase reduzierten Rotationsgeschwindigkeit gedreht. Besonders bevorzugt wird die reduzierte Rotationsgeschwindigkeit dabei so gewählt, dass keine Zerkleinerungswirkung auf das Zerkleinerungsgut gegeben ist. Auf diese Weise kann in der Vorbereitungsphase eine Verteilung
10 des Zerkleinerungsguts relativ zu dem Zerkleinerungswerkzeug geändert werden. Insbesondere ist es möglich, die Messer des Zerkleinerungswerkzeugs in einem bestimmten Winkelabstand zu dem Zerkleinerungsgut anzuordnen, also von dem Zerkleinerungsgut zu entfernen. Wird dann die nächste Arbeitsphase gestartet, beschleunigen die Messer des Zerkleinerungswerkzeugs zunächst in Richtung des Zerkleinerungsguts ohne mit diesem in Kontakt zu sein, wobei sie
15 bereits einen hohen Impuls aufweisen, wenn sie mit dem Zerkleinerungsgut in Kontakt treten. Dies verstärkt die Prallkräfte, die beim Auftreffen der Messer des Zerkleinerungswerkzeugs auf das Zerkleinerungsgut wirken. Ist die Arbeitsphase abgeschlossen, sinkt das Zerkleinerungsgut typischerweise unmittelbar vor den Messern des Zerkleinerungswerkzeugs ab. Wird dieses nun mit reduzierter Rotationsgeschwindigkeit um einen bestimmten Winkelbereich entgegen der
20 vorhergehenden oder vorausliegenden Rotationsrichtung gedreht, wird der zuvor beschriebene Abstand erzeugt.

- Die Drehung in Gegenrotationsrichtung in der Vorbereitungsphase erfolgt bevorzugt nur über einen begrenzten Winkelbereich, der insbesondere kleiner ist als eine volle Umdrehung; vorzugsweise wird das Zerkleinerungswerkzeug in der Vorbereitungsphase um höchstens 180°,
25 vorzugsweise um höchstens 90°, vorzugsweise um höchstens 70°, vorzugsweise um höchstens 50°, vorzugsweise um höchstens 40°, vorzugsweise um höchstens 30°, vorzugsweise um höchstens 20°, vorzugsweise um höchstens 10° gedreht.

- Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Verhältnis einer Ruhephasendauer zu einer Arbeitsphasendauer von mindestens 1:100 bis höchstens 100:1,
30 vorzugsweise von mindestens 1:10 bis höchstens 3:1, vorzugsweise von mindestens 1:3 bis höchstens 2:1, vorzugsweise von mindestens 1:1,25 bis höchstens 1:1, vorzugsweise von

mindestens 1:10 bis höchstens 1:3, beträgt. Diese Intervalle ermöglichen ein besonders effizientes Zerkleinern des Zerkleinerungsguts.

Unter einer Ruhephasendauer wird dabei die zeitliche Länge einer einzelnen Ruhephase verstanden. Entsprechend wird unter einer Arbeitsphasendauer eine zeitliche Länge einer einzelnen Arbeitsphase verstanden.

Es ist in besonders bevorzugter Ausgestaltung möglich, dass die Arbeitsphasendauer gleich der Ruhephasendauer ist, dass also das Verhältnis von Arbeitsphasendauer zu Ruhephasendauer 1:1 beträgt.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass ein Zerkleinerungsdurchgang, auch als Zerkleinerungszyklus bezeichnet, eine Mehrzahl von Intervallen aufweist, wobei unter einem Intervall eine Abfolge von genauer einer Arbeitsphase und genau einer Ruhephase, gegebenenfalls mit wenigstens einer Zwischenphase, insbesondere einer Vorbereitungsphase, verstanden wird. Dabei weist der Zerkleinerungsdurchgang bevorzugt eine Mehrzahl zusammenhängender Intervallgruppen mit jeweils wenigstens einem Intervall auf, wobei sich die verschiedenen Intervallgruppen im Hinblick auf wenigstens einen Parameter des Verfahrens unterscheiden. Beispielsweise ist es möglich, dass das Verhältnis zwischen der Arbeitsphasendauer und der Ruhephasendauer in einer ersten Intervallgruppe anders gewählt ist als in einer zweiten Intervallgruppe. Insbesondere ist es möglich, dass das Verhältnis der Arbeitsphasendauer zu der Ruhephasendauer in einer ersten Intervallgruppe kleiner ist als 1, wobei es in einer zeitlich nachfolgenden, zweiten Intervallgruppe größer als 1 oder gleich 1 ist. Insbesondere ist es möglich, dass ein Zerkleinerungsdurchgang genau zwei Intervallgruppen aufweist, wobei das Verhältnis von Arbeitsphasendauer zu Ruhephasendauer in der ersten Intervallgruppe kleiner als 1 und in der zweiten Intervallgruppe größer als 1 oder gleich 1 ist.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in dem Zerkleinerungsraum eine Schutzumgebung bereitgestellt wird. Durch die Schutzumgebung kann vorteilhaft eine chemische Umsetzung, insbesondere Oxidation, reaktiver Bestandteile, insbesondere von hartmagnetischen Materialien, vermieden werden. Insbesondere das Energieprodukt von hartmagnetischen Materialien kann auf diese Weise erhalten bleiben, sodass solche hartmagnetischen Materialien nicht nur mit hoher Rückgewinnungsquote, sondern auch mit hervorragenden, gleichsam neuwertigen Eigenschaften rezykliert werden können. Der metallische Bestandteil der elektrischen oder elektronischen Komponente kann so in möglichst

reiner sowie möglichst unverschlechterter, insbesondere nicht in chemischen Reaktionen, beispielsweise Oxidation, umgesetzter Form zurückgewonnen werden.

Unter einer Schutzumgebung wird eine Umgebung für das Zerkleinerungsgut in dem Zerkleinerungsraum verstanden, welche das Zerkleinerungsgut vor chemischen Reaktionen
5 insbesondere mit der Umgebungsluft, insbesondere mit atmosphärischen Gasen, ganz besonders vor Oxidation, schützt. Die Schutzumgebung kann dabei gasförmig ausgebildet sein oder zumindest ein Gas, insbesondere Schutzgas, aufweisen. Die Schutzumgebung kann aber auch durch eine Flüssigkeit gebildet werden, insbesondere zumindest eine Flüssigkeit aufweisen oder aus mindestens einer Flüssigkeit bestehen. Das Zerkleinerungsgut wird vorzugsweise innerhalb
10 der Schutzumgebung in dem Zerkleinerungsraum angeordnet. Die Schutzumgebung kann bereitgestellt werden, nachdem das Zerkleinerungsgut in dem Zerkleinerungsraum angeordnet ist, jedoch vorzugsweise bevor das Zerkleinerungswerkzeug aktiviert wird; die Schutzumgebung kann aber auch bereitgestellt werden, bevor das Zerkleinerungsgut in dem Zerkleinerungsraum angeordnet wird, wobei dann das Zerkleinerungsgut direkt in der Schutzumgebung angeordnet
15 wird.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schutzumgebung ein gasförmiges Medium aufweist oder aus einem gasförmigen Medium besteht. Das gasförmige Medium weist bevorzugt wenigstens ein Inertgas oder eine Mischung von Inertgasen auf oder besteht aus einem Inertgas oder aus einer Mischung von Inertgasen. Unter einem Inertgas wird
20 dabei insbesondere ein reaktionsträges oder nicht reaktives Gas verstanden, insbesondere ein Gas, ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Stickstoff, Kohlendioxid, und einem Edelgas, insbesondere Helium, Neon, Argon, Krypton oder Xenon.

Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, dass die Schutzumgebung ein flüssiges Medium aufweist oder aus einem flüssigen Medium besteht. Das flüssige Medium ist vorzugsweise ein
25 inertes Medium, wobei unter einem inerten Medium insbesondere ein reaktionsträges oder nicht reaktives Medium verstanden wird. In bevorzugter Ausgestaltung weist die Schutzumgebung wenigstens ein unpolares organisches Lösungsmittel auf oder besteht aus einem unpolaren organischen Lösungsmittel. Die Schutzumgebung kann auch ein Gemisch von wenigstens zwei unpolaren organischen Lösungsmitteln aufweisen oder aus einem solchen Gemisch bestehen.
30 Das wenigstens eine unpolare organische Lösungsmittel ist bevorzugt ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Hexan, Heptan und Cyclohexan.

Mithilfe der wenigstens ein gasförmiges und/oder wenigstens ein flüssiges Medium aufweisenden Schutzumgebung kann wirksam insbesondere eine Oxidation, aber auch andere chemische Umsetzungen, von wiederzugewinnenden Materialien, insbesondere hartmagnetischen Materialien, der elektrischen oder elektronischen Komponenten vermieden werden.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Anzahl der Arbeitsphasen für einen Zerkleinerungsdurchgang von mindestens 1 bis höchstens 100, vorzugsweise von mindestens 3 bis höchstens 50, vorzugsweise von mindestens 5 bis höchstens 25, vorzugsweise von mindestens 10 bis höchstens 14, beträgt.

- 10 Alternativ oder zusätzlich beträgt die Rotationsgeschwindigkeit des Zerkleinerungswerkzeugs während einer Arbeitsphase von mindestens 60 Umdrehungen pro Minute bis höchstens 50000 Umdrehungen pro Minute, bevorzugt von mindestens 500 Umdrehungen pro Minute bis höchstens 5000 Umdrehungen pro Minute.

- 15 Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Rotationsgeschwindigkeit während einer Arbeitsphase konstant. Es ist aber auch möglich, dass für wenigstens eine Arbeitsphase ein Rotationsgeschwindigkeitsprofil gewählt wird, beispielsweise in Form einer Rotationsgeschwindigkeitsrampe oder einer anderweitig variierenden Rotationsgeschwindigkeit. So kann die Rotationsgeschwindigkeit während einer Arbeitsphase insbesondere zu- und/oder abnehmen.

- 20 Alternativ oder zusätzlich ist bevorzugt vorgesehen, dass die Arbeitsphasendauer einer einzelnen Arbeitsphase von mindestens 0,1 Sekunden bis höchstens 20 Sekunden, vorzugsweise von mindestens 0,2 Sekunden bis höchstens 15 Sekunden, vorzugsweise von mindestens 0,5 Sekunden bis höchstens 3 Sekunden, vorzugsweise von mindestens 0,7 Sekunden bis höchstens 2 Sekunden, vorzugsweise von mindestens 1 Sekunde bis höchstens 1,5 Sekunden, vorzugsweise
25 von mindestens 1,1 Sekunden bis höchstens 1,2 Sekunden beträgt.

Die Gesamtdauer eines Zerkleinerungsdurchgangs beträgt bevorzugt von mindestens 15 Sekunden bis höchstens 30 Sekunden, vorzugsweise von mindestens 20 Sekunden bis höchstens 27 Sekunden, bevorzugt von mindestens 22 Sekunden bis höchstens 26 Sekunden, bevorzugt 23 Sekunden, 24 Sekunden, 25, Sekunden oder 26 Sekunden.

Es können somit sehr rasch hervorragende Zerkleinerungsergebnisse unter Erhalt eines unverschlechterten Rezyklierungsmaterials mit hoher Rückgewinnungsquote erhalten werden.

Bevorzugt wird wenigstens ein Parameter des Verfahrens abhängig von dem zu zerkleinernden Zerkleinerungsgut bestimmt wird. Der wenigstens eine Parameter ist bevorzugt ausgewählt aus
5 einer Gruppe, bestehend aus dem Verhältnis einer Ruhephasendauer zu einer Arbeitsphasendauer, dem Anwenden oder Weglassen einer Schutzumgebung, der Art der gewählten Schutzumgebung, der Anzahl der Arbeitsphasen für einen Zerkleinerungsdurchgang, der Rotationsgeschwindigkeit des Zerkleinerungswerkzeugs während einer Arbeitsphase, und der Arbeitsphasendauer einer einzelnen Arbeitsphase. Auf diese Weise kann das Verfahren auf
10 das konkret zu zerkleinernde Zerkleinerungsgut abgestimmt werden, insbesondere um in möglichst kurzer Prozesszeit möglichst gute Zerkleinerungsergebnisse zu erhalten.

Dabei spielt insbesondere die Masse des Zerkleinerungsguts, insbesondere die Masse der einzelnen elektrischen oder elektronischen Komponenten, eine Rolle bei der konkreten Wahl der Parameter. Zum Beispiel wird bevorzugt die Arbeitsphasendauer einer einzelnen Arbeitsphase
15 kürzer gewählt für leichtere Komponenten, da diese eher dazu neigen, auf den Boden des Zerkleinerungsraums abzusinken und so nicht mehr mit dem Zerkleinerungswerkzeug in Kontakt zu sein. Insbesondere um dies zu verhindern oder zumindest zu verlangsamen werden besonders leichte, zu zerkleinernde Komponenten bevorzugt in einem flüssigen Medium zerkleinert, sodass das Absinken der Komponenten zumindest verlangsamt wird, oder diese in dem flüssigen
20 Medium schweben oder schwimmen. Besonders bevorzugt wird für solche Komponenten eine Schutzumgebung gewählt, die wenigstens ein flüssiges Medium aufweist.

Die Aufgabe wird auch gelöst, indem eine Vorrichtung zum Aufschließen elektrischer oder elektronischer Komponenten geschaffen wird, die einen umschlossenen Zerkleinerungsraum aufweist, wobei in dem Zerkleinerungsraum in einem unteren Bereich des Zerkleinerungsraums,
25 vorzugsweise bodenseitig, ein Zerkleinerungswerkzeug drehbar angeordnet ist. Die Vorrichtung weist eine Steuereinrichtung auf, die eingerichtet ist zur Ansteuerung des Zerkleinerungswerkzeugs sowie zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens oder einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen des Verfahrens. In Zusammenhang mit der Vorrichtung ergeben sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit dem
30 Verfahren erläutert wurden.

Die Vorrichtung ist bevorzugt zumindest bezüglich eines Merkmals so ausgestaltet, wie dies zuvor in Zusammenhang mit dem Verfahren für die dort verwendete Vorrichtung erläutert wurde.

Insbesondere ist das Zerkleinerungswerkzeug bevorzugt drehbar an dem Boden des
5 Zerkleinerungsraums befestigt oder durch diesen drehbar hindurchgeführt.

Die Vorrichtung weist bevorzugt eine Antriebseinrichtung zum maschinellen Antreiben des Zerkleinerungswerkzeugs auf, wobei die Antriebseinrichtung mit dem Zerkleinerungswerkzeug drehmomentübertragend wirkverbunden ist. Die Antriebseinrichtung kann in bevorzugter Ausgestaltung ein Elektromotor sein, aber grundsätzlich auch jede andere Art von geeigneter
10 maschineller Antriebseinrichtung; für größere Mengen zu zerkleinernder elektrischer oder elektronischer Komponenten beispielsweise auch eine Brennkraftmaschine.

Die Vorrichtung weist vorzugsweise ein Verschließelement, insbesondere einen Deckel, auf, mit welchem der Zerkleinerungsraum zumindest teilweise, bevorzugt vollständig, verschließbar ist. Vorzugsweise ist der Zerkleinerungsraum durch den Deckel derart verschließbar ist, dass eine
15 Gasströmung von einer äußeren Umgebung des Zerkleinerungsraums in den Zerkleinerungsraum vermieden wird. Besonders bevorzugt ist das Verschließelement zum gasdichten Verschließen des Zerkleinerungsraums ausgebildet und eingerichtet.

Alternativ oder zusätzlich ist dem Zerkleinerungsraum ein Einlass und/oder eine Quelle für eine Schutzumgebung zugeordnet. Über den Einlass kann die Schutzumgebung in den
20 Zerkleinerungsraum hineingeleitet oder geführt werden. Die Quelle stellt die Schutzumgebung für den Zerkleinerungsraum bereit. In besonders bevorzugter Ausgestaltung ist die Quelle eingerichtet, um eine kontinuierliche Strömung eines gasförmigen Mediums der Schutzumgebung zu bewirken, insbesondere um eine definierte Leakageströmung aus dem Zerkleinerungsraum in die äußere Umgebung zu schaffen, sodass aufgrund dieser
25 Leakageströmung kein Gas aus der äußeren Umgebung in den Zerkleinerungsraum hineingelangen kann. In bevorzugter Ausgestaltung ist es möglich, dass die Quelle eingerichtet ist, um in dem Zerkleinerungsraum einen Überdruck im Vergleich zu der äußeren Umgebung des Zerkleinerungsraums zu erzeugen. Es ergibt sich dann entweder eine gewollte, vorherbestimmte Leakageströmung, oder es wird beim Auftreten einer ungewollten Leakage aus
30 dem ansonsten gasdicht verschlossenen Zerkleinerungsraum vermieden, dass Gas aus der äußeren Umgebung in den Zerkleinerungsraum eindringen kann.

Bevorzugt ist das Zerkleinerungswerkzeug auswechselbar in dem Zerkleinerungsraum angeordnet. Auf diese Weise kann es einerseits ausgetauscht werden, wenn es verschlissen sein sollte; andererseits ist es möglich, für verschiedene Zerkleinerungsaufgaben, insbesondere verschiedenes Zerkleinerungsgut, verschiedene Zerkleinerungswerkzeuge einzusetzen.

- 5 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Zerkleinerungswerkzeug mindestens ein Messer aufweist.

Bevorzugt weist das Zerkleinerungswerkzeug von mindestens einem Messer bis höchstens 12 Messer, vorzugsweise von mindestens 3 bis höchstens 6 Messer auf.

- 10 Die Messer sind bevorzugt in Umfangsrichtung und/oder in Axialrichtung zueinander versetzt angeordnet. Eine Axialrichtung ist dabei eine Richtung, die sich parallel zu der Rotationsachse des Zerkleinerungswerkzeugs erstreckt oder mit dieser zusammenfällt. Eine Umfangsrichtung umgreift die Axialrichtung konzentrisch. Eine radiale Richtung steht senkrecht auf der Axialrichtung.

- 15 Sind die verschiedenen Messer in Umfangsrichtung und/oder axial zueinander versetzt, ergibt sich ein besonders inniger Kontakt mit dem Zerkleinerungsgut, sodass dieses sehr effizient zerkleinert werden kann. Weiterhin ist es auf diese Weise möglich, eine Förderwirkung für das Zerkleinerungswerkzeug zu erzielen, sodass das Zerkleinerungsgut während der Rotation des Zerkleinerungswerkzeugs durch die Drehbewegung in einer bestimmten Richtung, insbesondere entlang der Rotationsachse, vorzugsweise von unten nach oben, gefördert wird. Es kann so in
20 besonders bevorzugter Weise erzielt werden, dass das Zerkleinerungsgut in Zentrumsnähe des Zerkleinerungswerkzeugs von unten nach oben durch das Zerkleinerungswerkzeug hindurch gefördert wird, und radial außerhalb des zentralen Bereichs des Zerkleinerungswerkzeugs wieder nach unten absinkt, sodass es im Ergebnis zyklisch durch das Zerkleinerungswerkzeug hindurch gefördert wird. So kann außerdem eine definierte Strömung in einem flüssigen Medium,
25 insbesondere in einer ein flüssiges Medium aufweisenden Schutzumgebung, erzeugt werden, was die Zerkleinerungseffizienz nochmals steigert, insbesondere da das Zerkleinerungsgut durch die Strömungsbewegung des flüssigen Mediums mitgerissen und gefördert wird.

Die Messer, insbesondere deren Klingen oder Messerschneiden, weisen bevorzugt eine geometrische Form auf, welche die hier angesprochene Förderwirkung unterstützt oder erzeugt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Anstellwinkel von wenigstens einer Messerschneide oder Klinge eines Messers des Zerkleinerungswerkzeugs zu einer gedachten Horizontalen von mindestens 10° bis höchstens 80° , vorzugsweise von mindestens 30° bis höchstens 60° , beträgt. Unter einer Horizontalen wird dabei eine Gerade oder
5 Ebene verstanden, die sich senkrecht zu einer vertikalen Richtung, hier insbesondere zur Axialrichtung, erstreckt. Die entsprechende Anstellung der wenigstens einen Messerschneide bewirkt in vorteilhafter Weise eine besonders hohe Zerkleinerungseffizienz und bevorzugt die zuvor beschriebene Förderwirkung.

Die Axialrichtung, also die Rotationsachse des Zerkleinerungswerkzeugs, erstreckt sich bei
10 bestimmungsgemäßem Einbau des Zerkleinerungsraums an der Vorrichtung bevorzugt in vertikaler Richtung. Somit steht die Rotationsachse und damit die Axialrichtung senkrecht auf einer gedachten horizontalen Ebene. Diese geometrische Ausgestaltung ermöglicht eine besonders effiziente Zerkleinerungswirkung, insbesondere da die Gravitation für den Zweck der effizienten Zerkleinerung nutzbar gemacht wird.

15 Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt die einzige Figur eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zum Aufschließen elektrischer oder elektronischer Komponenten.

Die einzige **Fig.** zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung 1 zum Aufschließen elektrischer oder elektronischer Komponenten 3, die
20 vorzugsweise metallische, insbesondere teure, seltene und/oder edle, besonders bevorzugt magnetische, insbesondere hartmagnetische Bestandteile aufweisen.

Die Vorrichtung 1 weist einen umschlossenen Zerkleinerungsraum 5 auf, der hier insbesondere in Umfangsrichtung durch eine Umfangswandung 7 sowie vertikal nach unten durch einen Boden 9 eingehaust ist. In einem unteren Bereich 10 des Zerkleinerungsraums 5 ist ein
25 Zerkleinerungswerkzeug 11 drehbar angeordnet. Besonders bevorzugt ist das Zerkleinerungswerkzeug 11 bodenseitig in dem Zerkleinerungsraum 5 angeordnet, insbesondere an dem Boden 9 befestigt und/oder durch den Boden 9 drehdurchgeführt. Die Vorrichtung 1 weist außerdem eine Steuereinrichtung 13 auf, die eingerichtet ist zur Ansteuerung des Zerkleinerungswerkzeugs 11 und insbesondere zum Durchführen eines im Folgenden näher
30 beschriebenen Verfahrens.

Bevorzugt ist dem Zerkleinerungswerkzeug 11 eine Antriebseinrichtung 15 zum maschinellen Drehantreiben des Zerkleinerungswerkzeugs 11 zugeordnet, wobei die Antriebseinrichtung 15 mit dem Zerkleinerungswerkzeug 11 drehmomentübertragend wirkverbunden ist. Die Antriebseinrichtung 15 kann insbesondere als Elektromotor ausgebildet sein. Die
5 Steuereinrichtung 13 ist insbesondere mit der Antriebseinrichtung 15 zu deren Ansteuerung wirkverbunden.

Das Zerkleinerungswerkzeug 11 weist mindestens ein Messer, hier eine Mehrzahl von Messern 17, auf, insbesondere eine Mehrzahl von Messern 17 mit Messerschneiden 18, bevorzugt von mindestens einem bis höchstens zwölf Messer 17, vorzugsweise von mindestens drei bis
10 höchstens sechs Messer 17.

Ein Anstellwinkel α der wenigstens einen Messerschneide 18 zu einer gedachten Horizontalen H beträgt bevorzugt von mindestens 10° bis höchstens 80° , vorzugsweise von mindestens 30° bis höchstens 60° .

Nach oben ist der Zerkleinerungsraum 5 bevorzugt durch ein Verschließelement 19,
15 insbesondere einen Deckel 21 verschließbar, vorzugsweise gasdicht verschließbar, oder verschließbar mit vorbestimmter Leckage.

In bevorzugter Ausgestaltung weist die Vorrichtung 1 eine Quelle 23 für eine Schutzumgebung auf, insbesondere für eine gasförmige Schutzumgebung, wobei der Zerkleinerungsraum 5 in bevorzugter Ausgestaltung mittels der gasförmigen Schutzumgebung unter Überdruck gesetzt
20 werden kann. Bevorzugt ist es auch möglich, eine vorbestimmte Strömung, insbesondere eine vorbestimmte Leckagerate nach außen zu erzeugen, sodass jedenfalls vermieden wird, dass Gas aus einer äußeren Umgebung 25 des Zerkleinerungsraums 5 in diesen gelangt.

Im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die elektrische oder elektronische Komponente 3, insbesondere eine Mehrzahl solcher elektrischer oder
25 elektronischer Komponenten 3, in dem Zerkleinerungsraum 5 angeordnet. Bevorzugt wird außerdem in dem Zerkleinerungsraum 5 eine Schutzumgebung bereitgestellt. Die elektrischen oder elektronischen Komponenten 3 werden durch das Zerkleinerungswerkzeug 11 zerkleinert, indem dieses mittels der Steuereinrichtung 13 intervallartig zu einer Drehbewegung angesteuert wird. Dadurch kann eine besonders effiziente Zerkleinerung der elektrischen oder elektronischen
30 Komponenten 3, mithin des Zerkleinerungsguts, gewährleistet. Wird die Schutzumgebung

bereitgestellt, kann zugleich eine Umsetzung, insbesondere Oxidation bestimmter Bestandteile der elektrischen oder elektronischen Komponenten vermieden werden.

Bevorzugt wird das Zerkleinerungswerkzeug 11 so betrieben, dass es wiederholt in einer Ruhephase stillsteht und in einer auf die Ruhephase folgenden Arbeitsphase gedreht wird.

- 5 Bevorzugt wird eine Rotationsrichtung für das Zerkleinerungswerkzeug 11 in allen Arbeitsphasen gleich gewählt. Alternativ ist es möglich, dass die Rotationsrichtung in wenigstens einer ersten Arbeitsphase verschieden gewählt ist im Vergleich zu wenigstens einer zweiten Arbeitsphase.

- 10 Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung schließt sich an eine Ruhephase oder an eine Arbeitsphase eine Vorbereitungsphase an, in der das Zerkleinerungswerkzeug 11 in einer Gegenrotationsrichtung gedreht wird, der eine Rotationsrichtung der vorhergegangenen und/oder vorausliegenden Arbeitsphase entgegengesetzt ist, wobei das Zerkleinerungswerkzeug 11 in der Vorbereitungsphase vorzugsweise mit einer im Vergleich zu der vorhergegangenen und/oder vorausliegenden Arbeitsphase reduzierten Rotationsgeschwindigkeit gedreht wird.

- 15 Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung wird ein Verhältnis einer Ruhephasendauer zu einer Arbeitsphasendauer von mindestens 1:100 bis höchstens 100:1, vorzugsweise von mindestens 1:10 bis höchstens 3:1, vorzugsweise von mindestens 1:3 bis höchstens 2:1, vorzugsweise von mindestens 1:1,25 bis höchstens 1:1, vorzugsweise von mindestens 1:10 bis höchstens 1:3, gewählt.

- 20 Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung wird eine Schutzumgebung in dem Zerkleinerungsraum 5 verwendet, die ein gasförmiges und/oder ein flüssiges Medium aufweist. Vorzugsweise weist die Schutzumgebung wenigstens ein Inertgas, insbesondere Stickstoff, Kohlendioxid oder ein Edelgas, und/oder wenigstens ein unpolares organisches Lösungsmittel, insbesondere ein Lösungsmittel, das ausgewählt ist aus einer Gruppe, bestehend aus Hexan, Heptan, und
25 Cyclohexan, auf.

Im Rahmen einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird die Anzahl der Arbeitsphasen für einen Zerkleinerungsdurchgang von mindestens 1 bis höchstens 100 gewählt, vorzugsweise von mindestens 3 bis höchstens 50, vorzugsweise von mindestens 5 bis höchstens 25, vorzugsweise von mindestens 10 bis höchstens 14.

Alternativ oder zusätzlich wird die Rotationsgeschwindigkeit des Zerkleinerungswerkzeugs 11 in einer Arbeitsphase von mindestens 60 Umdrehungen pro Minute bis höchstens 50000 Umdrehungen pro Minute gewählt, bevorzugt von mindestens 500 Umdrehungen pro Minute bis höchstens 5000 Umdrehungen pro Minute.

- 5 Alternativ oder zusätzlich wird die Arbeitsphasendauer einer einzelnen Arbeitsphase bevorzugt von mindestens 0,1 Sekunden bis höchstens 20 Sekunden gewählt. Vorzugsweise von mindestens 0,2 Sekunden bis höchstens 15 Sekunden, vorzugsweise von mindestens 0,5 Sekunden bis höchstens 3 Sekunden, vorzugsweise von mindestens 0,7 Sekunden bis höchstens 2 Sekunden, vorzugsweise von mindestens 1 Sekunde bis höchstens 1,5 Sekunden, vorzugsweise
10 von mindestens 1,1 Sekunden bis höchstens 1,2 Sekunden.

Insgesamt kann mithilfe des hier vorgeschlagenen Verfahrens sowie der Vorrichtung 1 ein effektives Aufschließen elektrischer oder elektronischer Komponenten und damit insbesondere eine effektive Rezyklierung, insbesondere von hartmagnetischen Materialien in solchen elektrischen oder elektronischen Komponenten, bevorzugt ohne Gefahr einer Verschlechterung
15 durch chemische Reaktionen, insbesondere Oxidation, ermöglicht werden.

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Aufschließen elektrischer oder elektronischer Komponenten (3), wobei
 - 5 – zumindest eine elektrische oder elektronische Komponente (3) in einem umschlossenen Zerkleinerungsraum (5) angeordnet wird, wobei
 - die zumindest eine elektrische oder elektronische Komponente (3) durch ein in einem unteren Bereich (10) des Zerkleinerungsraums (5) drehbar angeordnetes Zerkleinerungswerkzeug (11) zerkleinert wird, indem
 - 10 – das Zerkleinerungswerkzeug (11) intervallartig zu einer Drehbewegung angesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zerkleinerungswerkzeug (11) wiederholt in einer Ruhephase stillsteht und in einer auf die Ruhephase folgenden Arbeitsphase gedreht wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine
 - 15 Rotationsrichtung des Zerkleinerungswerkzeugs (11) in allen Arbeitsphasen gleich ist, oder in wenigstens einer ersten Arbeitsphase verschieden gewählt ist zu wenigstens einer zweiten Arbeitsphase.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich an eine Ruhephase oder an eine Arbeitsphase eine Vorbereitungsphase anschließt, in der das
 - 20 Zerkleinerungswerkzeug (11) in einer Gegenrotationsrichtung gedreht wird, die einer Rotationsrichtung der vorhergegangenen und/oder vorausliegenden Arbeitsphase entgegengesetzt ist, wobei das Zerkleinerungswerkzeug (11) in der Vorbereitungsphase vorzugsweise mit einer im Vergleich zu der vorhergegangenen und/oder vorausliegenden Arbeitsphase reduzierten Rotationsgeschwindigkeit gedreht wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein
 - 25 Verhältnis einer Ruhephasendauer zu einer Arbeitsphasendauer von mindestens 1:100 bis

höchstens 100:1, vorzugsweise von mindestens 1:10 bis höchstens 3:1, vorzugsweise von mindestens 1:3 bis höchstens 2:1, vorzugsweise von mindestens 1:1,25 bis höchstens 1:1, vorzugsweise von mindestens 1:10 bis höchstens 1:3, beträgt.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Zerkleinerungsraum (5) eine Schutzumgebung bereitgestellt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schutzumgebung ein gasförmiges Medium und/oder ein flüssiges Medium aufweist, wobei die Schutzumgebung vorzugsweise wenigstens ein Inertgas und/oder wenigstens ein unpolares organisches Lösungsmittel, vorzugsweise ein Edelgas und/oder ein Lösungsmittel, ausgewählt
10 aus einer Gruppe bestehend aus Hexan, Heptan, und Cyclohexan, aufweist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- a) die Anzahl der Arbeitsphasen für einen Zerkleinerungsdurchgang von mindestens 1 bis höchstens 100, vorzugsweise von mindestens 3 bis höchstens 50, vorzugsweise von mindestens 5 bis höchstens 25, vorzugsweise von mindestens 10 bis höchstens 14,
15 beträgt, und/oder
- b) die Rotationsgeschwindigkeit des Zerkleinerungswerkzeugs (11) während einer Arbeitsphase von mindestens 60 Umdrehungen pro Minute bis höchstens 50000 Umdrehungen pro Minute, bevorzugt von mindestens 500 Umdrehungen pro Minute bis höchstens 5000 Umdrehungen pro Minute beträgt, und/oder
- 20 c) die Arbeitsphasendauer einer einzelnen Arbeitsphase von mindestens 0,1 s bis höchstens 20 s, vorzugsweise von mindestens 0,2 s bis höchstens 15 s, vorzugsweise von mindestens 0,5 s bis höchstens 3 s, vorzugsweise von mindestens 0,7 s bis höchstens 2 s, vorzugsweise von mindestens 1 s bis höchstens 1,5 s, vorzugsweise von mindestens 1,1 s bis höchstens 1,2 s.
- 25 9. Vorrichtung (11) zum Aufschließen elektrischer oder elektronischer Komponenten (3), mit
- einem umschlossenen Zerkleinerungsraum (5), wobei

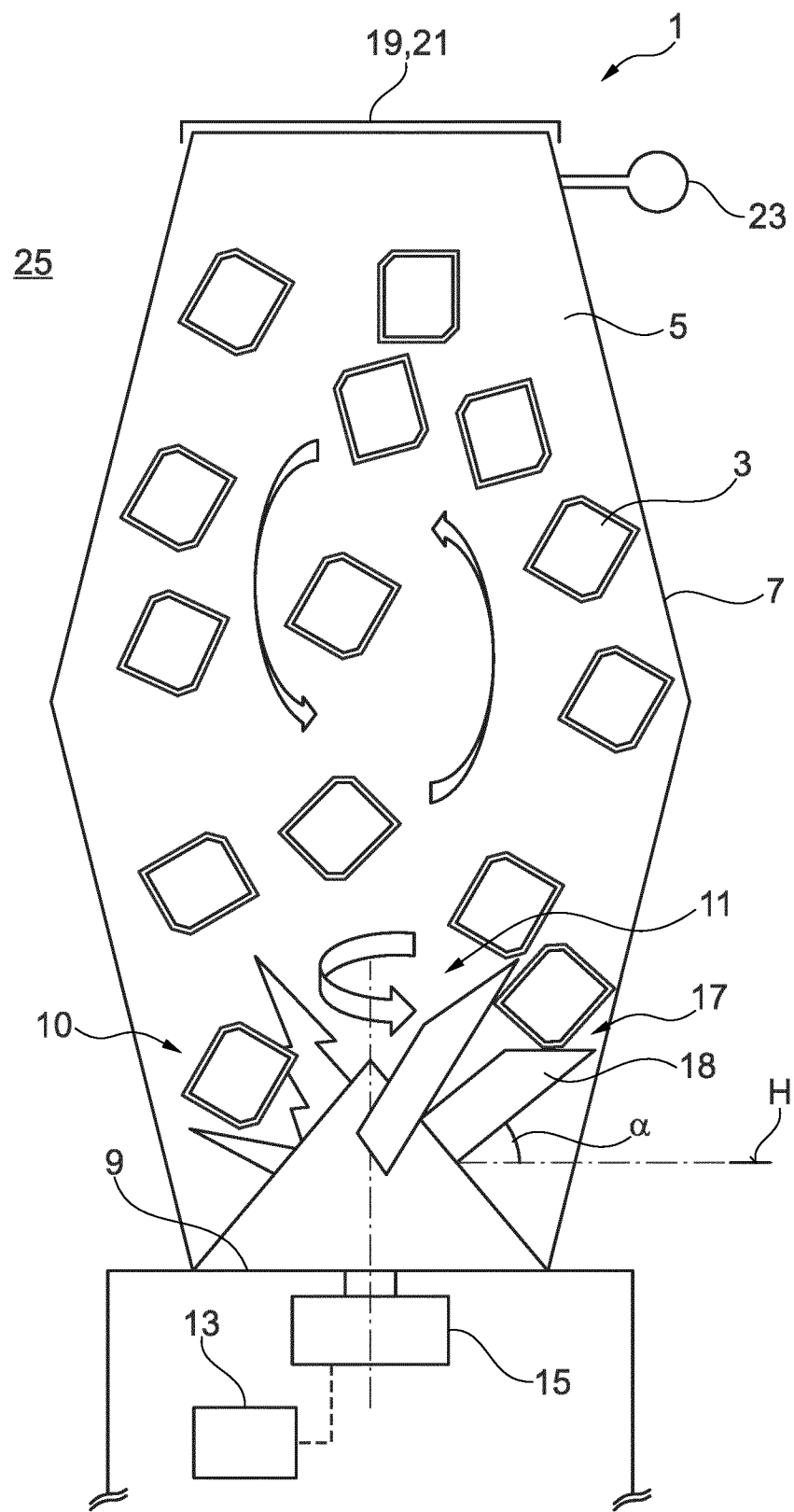
- in einem unteren Bereich (10) des Zerkleinerungsraums (5) ein Zerkleinerungswerkzeug (11) drehbar angeordnet ist, und mit
- einer Steuereinrichtung (13), die eingerichtet ist zur Ansteuerung des Zerkleinerungswerkzeugs (11), und zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

5

10. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zerkleinerungswerkzeug (11) mindestens ein Messer (17) aufweist, vorzugsweise von mindestens 1 bis höchstens 12 Messer (17), vorzugsweise von mindestens 3 bis höchstens 6 Messer (17).

- 10 11. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Anstellwinkel (α) von wenigstens einer Messerschneide (18) oder Klinge eines Messers (17) des Zerkleinerungswerkzeugs (11) zu einer gedachten Horizontalen (H) von mindestens 10° bis höchstens 80° , vorzugsweise von mindestens 30° bis höchstens 60° beträgt.

1/1



Figur

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/084896

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B02C 13/18</i> (2006.01)i; <i>B02C 18/12</i> (2006.01)i; <i>B02C 19/00</i> (2006.01)i; <i>B02C 25/00</i> (2006.01)i; <i>B02C 23/24</i> (2006.01)n; <i>B02C 23/36</i> (2006.01)n According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B02C Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010057604 A1 (BOMATIC UMWELT UND VERFAHRENST [DE]; KROEGER ANDREAS [DE]) 27 May 2010 (2010-05-27) page 1, line 1 - page 3, line 22; figures 1,4-6	1-8
A	WO 0072972 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]; HISAZUMI TAKAO [JP] ET AL.) 07 December 2000 (2000-12-07) page 5, line 7 - line 19; figures 1,2	1-8
X	US 2003230657 A1 (DORSCHT JOHN [CA]) 18 December 2003 (2003-12-18) paragraph [0017]; figures 1,2	9-11
X	EP 0532773 A1 (FLAMENT GREGORY J [US]) 24 March 1993 (1993-03-24) column 4, line 55 - column 5, line 3; figures 1,2,4,5	9-11
X	DE 3910115 A1 (DUESTERLOH GMBH [DE]) 26 October 1989 (1989-10-26) column 2, line 32 - column 3, line 17; figures 8,9	9-11
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 02 March 2020		Date of mailing of the international search report 10 March 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Swiderski, Piotr Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/084896

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2010057604	A1	27 May 2010	EP	2358473	A1	24 August 2011
				WO	2010057604	A1	27 May 2010
WO	0072972	A1	07 December 2000	CN	1310643	A	29 August 2001
				DE	60034644	T2	16 August 2007
				EP	1100619	A1	23 May 2001
				JP	3591412	B2	17 November 2004
				JP	2003010706	A	14 January 2003
				KR	20010072122	A	31 July 2001
				MY	122585	A	29 April 2006
				TW	581714	B	01 April 2004
				US	6685116	B1	03 February 2004
				WO	0072972	A1	07 December 2000
US	2003230657	A1	18 December 2003	US	2003230657	A1	18 December 2003
				US	2005127219	A1	16 June 2005
EP	0532773	A1	24 March 1993	EP	0532773	A1	24 March 1993
				US	5048764	A	17 September 1991
DE	3910115	A1	26 October 1989	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B02C13/18	B02C18/12 B02C19/00 B02C25/00
ADD.	B02C23/24	B02C23/36
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B02C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2010/057604 A1 (BOMATIC UMWELT UND VERFAHRENST [DE]; KROEGER ANDREAS [DE]) 27. Mai 2010 (2010-05-27) Seite 1, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 22; Abbildungen 1,4-6	1-8
A	WO 00/72972 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]; HISAZUMI TAKAO [JP] ET AL.) 7. Dezember 2000 (2000-12-07) Seite 5, Zeile 7 - Zeile 19; Abbildungen 1,2	1-8
X	US 2003/230657 A1 (DORSCHT JOHN [CA]) 18. Dezember 2003 (2003-12-18) Absatz [0017]; Abbildungen 1,2	9-11
	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. März 2020		10/03/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Swiderski, Piotr

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 532 773 A1 (FLAMENT GREGORY J [US]) 24. März 1993 (1993-03-24) Spalte 4, Zeile 55 - Spalte 5, Zeile 3; Abbildungen 1,2,4,5 -----	9-11
X	DE 39 10 115 A1 (DUESTERLOH GMBH [DE]) 26. Oktober 1989 (1989-10-26) Spalte 2, Zeile 32 - Spalte 3, Zeile 17; Abbildungen 8,9 -----	9-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/084896

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
WO 2010057604	A1	27-05-2010	EP	2358473	A1		24-08-2011	
			WO	2010057604	A1		27-05-2010	

WO 0072972	A1	07-12-2000	CN	1310643	A		29-08-2001	
			DE	60034644	T2		16-08-2007	
			EP	1100619	A1		23-05-2001	
			JP	3591412	B2		17-11-2004	
			JP	2003010706	A		14-01-2003	
			KR	20010072122	A		31-07-2001	
			MY	122585	A		29-04-2006	
			TW	581714	B		01-04-2004	
			US	6685116	B1		03-02-2004	
			WO	0072972	A1		07-12-2000	

US 2003230657	A1	18-12-2003	US	2003230657	A1		18-12-2003	
			US	2005127219	A1		16-06-2005	

EP 0532773	A1	24-03-1993	EP	0532773	A1		24-03-1993	
			US	5048764	A		17-09-1991	

DE 3910115	A1	26-10-1989	KEINE					
