



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.10.2006 Patentblatt 2006/42**

(51) Int Cl.:  
**B07B 13/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **06405130.3**

(22) Anmeldetag: **27.03.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(71) Anmelder: **Hochschule Rapperswil  
8610 Rapperswil (CH)**

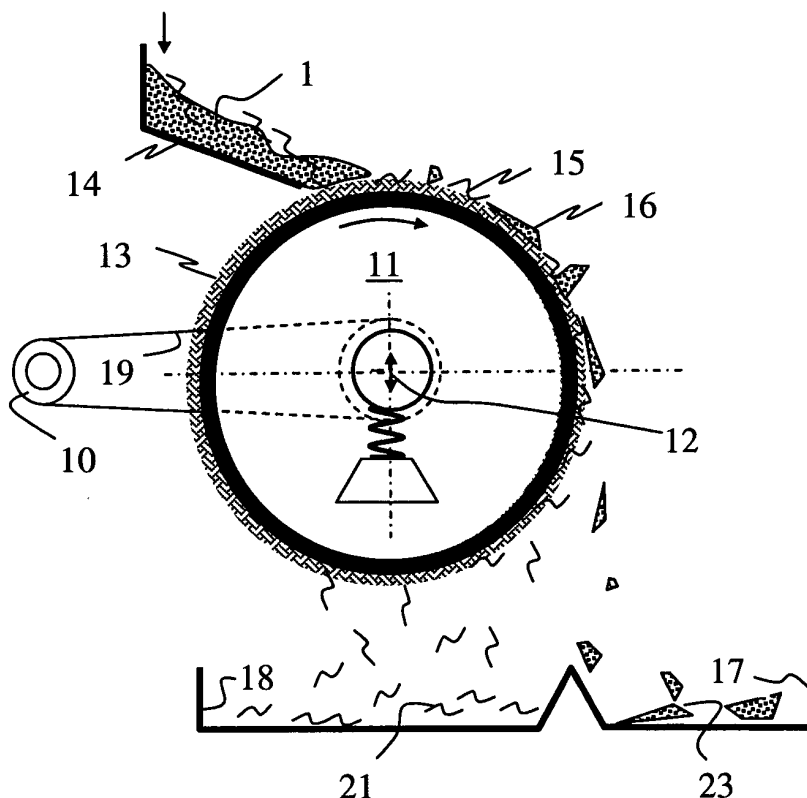
(72) Erfinder: **Rainer, Bunge  
CH-8057 Zurich (CH)**

(30) Priorität: **13.04.2005 CH 6782005**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Aufbereitung von Elektronikschrott**

(57) Der RESH (1) aus der Aufbereitung von zerkleinertem Elektronikschrott enthält noch 1 bis 3% Kupfer in Form von feinsten Drahtstücken (15). Mit der erfindungsgemässen Vorrichtung wird ein grosser Teil dieses Kupfers zurückgewonnen. Als Trennmerkmal wird hierbei der Umstand benutzt, dass sich die Drahtstücke (15) in faserigen Werkstoffen verhaken, während die plattigen oder massigen anderen Bestandteile (16) des zerkleinerten Elektronikschrottes (1) dies nicht tun. Zur Sepa-

ration wird eine mit einem Faserbelag (13) bespannte rotierende Trommel (11) verwendet. Durch Vibration der Trommel wird sowohl das Verhaken der Drähte (15) als auch der Abwurf der Drähte begünstigt. Die Separation erfolgt dadurch, dass die plattigen und massigen Bestandteile (16) an der geneigten Flanke der Trommel (11) der Schwerkraft folgend abrutschen, die Drähte (15) jedoch durch die Verhakung im Fasermaterial (13) bis in einen überhängenden Bereich der Trommel (11) mitgeschleppt werden.



**FIG. 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Separation und Gewinnung von kleinen Drahtstücken aus zerkleinertem Elektronikschrott.

**[0002]** Nach dem Stand der Technik wird Elektronikschrott auf Shreddern oder ähnlichen Geräten zerkleinert, um die darin enthaltenen Wertstoffe, insbesondere die Metalle, aufzuschliessen. Das zerkleinerte Material wird durch mechanische Prozesse mittels Klassierungs- und Sortierungsverfahren derart aufbereitet, dass der überwiegende Anteil an Metallen in verkaufsfähiger Schrottqualität ausgebracht wird. Hierbei gelangen insbesondere Magnetscheider, Wirbelstromscheider, Dichtesortierer und auch die manuelle Sortierung zum Einsatz. Ebenfalls aussortiert werden grobstückige Kunststoffteile, die einer gesonderten Verwertung zugeführt werden. Als Rückstand dieser Aufbereitung verbleibt eine Fraktion mit einer maximalen Korngrösse von einigen Zentimetern bestehend aus diversen Kunststoffen und kleinen Metallstücken, der so genannte RESH.

**[0003]** Der RESH enthält je nach Herkunft des Rohmaterials noch signifikante Anteile an Wertmetallen, insbesondere Kupfer in Form von feinsten Drähtchen. Dieses Kupfer stammt überwiegend aus elektronischen Spulen, die vor allem in Elektromotoren verwendet wurden. Die Drähte sind typischerweise weniger als 0.5mm dick, etwa 5-30 mm lang und sind zumeist noch mit dem Isolationslack überzogen. Die trockenmechanische Zurückgewinnung solcher Drähte ist mit konventioneller Technologie schwierig. In Sieben verhaken sich die Drähte, die Elektrostatikseidung wird durch die äussere Isolation verhindert und auch die Dichtesortierung ist verfahrenstechnisch nicht praktikabel. Verfahrenstechnische Probleme bereitet insbesondere der Umstand, dass sich die Drähtchen in den Sortiermaschinen mit Schaumstoffetzen und Textilfasern verfilzen.

**[0004]** Ein bekannter Lösungsansatz besteht darin, dass der RESH in einer "Verkugelungseinrichtung" verarbeitet wird (z.B. DE10336802A1). Es handelt sich bei dieser Vorrichtung um eine Art Prallmühle. Die Drähte werden durch die spezielle Art der Beanspruchung in der Verkugelungseinrichtung zu kleinen Kügelchen kompaktiert, welche sich dann mittels Dichtesortierung aus dem RESH herausgewinnen lassen. Nachteilig sind bei diesem Verfahren der apparative Aufwand (Verkugelungseinrichtung plus Dichtesortiergeräte), der hohe Energieverbrauch und der hohe Verschleiss. Da der RESH nur etwa 2% Kupfer enthält, lohnt es sich im Allgemeinen nicht ein derart aufwändiges Verfahren einzusetzen, bei dem 98% des Materials eigentlich unverändert bleiben sollen.

**[0005]** Als weitere Lösungsmöglichkeit wurde in WO95/03896 (LINDEMANN) eine Vorrichtung vorgeschlagen, mit der die Drähte auf einem "Borstenband" separiert werden. Es handelt sich hierbei um ein mit Textilborsten besetztes Förderband, welches über mehrere Umlenkrollen geführt wird. Im waagerechten "oberen"

Abschnitt des Förderbandes wird das Rohmaterial aufgegeben. Anschliessend wird der Materialstrom über eine Umlenkrolle geführt, wobei die Borsten V-förmig aufgespreizt werden. Die Drähtchen rutschen hierbei in den sich öffnenden spitzen Winkel zwischen die Borsten, während die gröberen Kunststoffteile flach auf dem Borstenbelag aufliegen. Auf dem sich anschliessenden geraden Bandabschnitt schliesst sich der Borstenbelag wieder und klemmt die Drähtchen zwischen den Borsten ein. Dieser Bandabschnitt ist mit einem Gefälle versehen, über welches die auf dem Borstenbelag aufliegenden Kunststoffteile abrutschen und separat gefasst werden. An einer weiteren Umlenkrolle wird der Borstenbelag wieder aufgespreizt und gibt so die Kupferdrähtchen frei.

**[0006]** Nachteilig bei diesem Verfahren sind folgende Punkte:

- Die Kupferdrähte können nur in den vergleichsweise kurzen Bandabschnitten, in denen der Borstenbelag aufgespreizt wird, zwischen die Borsten gelangen bzw. von diesen wieder freigegeben werden. Um den Aufspreizwinkel möglichst gross zu machen, müssen die Umlenkrollen einen geringen Durchmesser haben. Entsprechend kurz ist dann allerdings das Aufspreizintervall. Daher sind spezielle Zusatzvorrichtungen, wie Andruckrollen, Klopffrollen oder Vibrationseinrichtungen erforderlich. Die in der Schrift vorgeschlagenen Vibrationseinrichtungen sind jedoch wenig wirkungsvoll, da diese auf die un-aufgespreizten (geraden) Bandabschnitte einwirken.
- Kunststoffteile, die nur sehr geringfügig mit den Borsten verhakt sind, rutschen nicht ab, sondern gelangen als Fehlaustrag in das Drahtkonzentrat.
- Das Band leiert aus und muss daher mit einer Spanneinrichtung versehen werden.
- Der Borstenbelag wird durch das periodische Aufspreizen und Schliessen mechanisch stark beansprucht.
- Ausser der Bandgeschwindigkeit gibt es keine elektronisch einstellbaren Parameter zur Online-Regelung des Separationsprozesses.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zu schaffen, die es erlauben, Kupferdrähte aus RESH zu gewinnen, wobei die oben beschriebenen Nachteile vermieden werden.

**[0008]** Diese Aufgabe wird gelöst durch die im Patentspruch 1 definierte Vorrichtung und das im Patentspruch 8 definierte Verfahren.

**[0009]** Bei dem erfindungsgemässen Verfahren zur Gewinnung von Drahtstücken aus zerkleinertem Elektronikschrott wird in grundsätzlich bekannter Art der zerkleinerte Elektronikschrott auf eine angetriebene, endlos umlaufende Transportfläche geladen. Die Transportfläche ist derart ausgebildet, dass mit dieser die Drahtstücke gehalten werden können. Die beladene Transportfläche wird dann über eine geneigte und danach über eine

überhängende Stelle geführt. Dabei werden die Drahtstücke an den geneigten Stellen von der Transportfläche gehalten und erst an den überhängenden Stellen abgegeben. Um die gestellte Aufgabe zu lösen, wird erfindungsgemäss jedoch die Transportfläche, die einen kreiszylindrischen Trommelmantel bildet, um ihre Achse rotiert. Diese kreiszylindrisch ausgebildete Transportfläche durchgeht bei der Rotation keinerlei Verformung. Es wird damit eine mechanische Beanspruchung der Transportfläche durch wiederholtes Biegen und Strecken vermieden. Damit jedoch die Drahtteile auch ohne eine solche Verformung der Transportfläche von der Transportfläche gehalten werden ist ihre Oberfläche aus einer Faserschicht gebildet. Diese Faserschicht verhakt sich während ihrer Rotation mit den Drahtstücken. Die Faserschicht kann dabei eine filzartige, textile Schicht sein, deren Fasern mehrheitlich parallel zur Schicht verlaufen.

**[0010]** Der Elektroschrott kann entweder auf die Aussenseite des rotierenden Trommelmantels oder auf die Innenseite des rotierenden Trommelmantels geladen werden. Zur besseren Verhakung der Drahtstücke mit der Faserschicht und zur besseren Lösung der Drahtteile von der Faserschicht wird die Transportfläche vorteilhaft vibriert.

**[0011]** Die erfindungsgemässe Vorrichtung zur Gewinnung von Drahtstücken aus zerkleinertem Elektronikschrott unter Ausnutzung der Schwerkraft hat folgende Merkmale mit einer aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtung gemeinsam:

- eine endlos umlaufende Transportfläche, mit welcher Drahtstücke gehalten werden können,
  - ein Antriebsorgan zum Antreiben der Transportfläche,
  - eine Aufgabeeinrichtung für das Beladen dieser Transportfläche mit Elektronikschrott,
  - eine ersten Aufgabeeinrichtungen zum Auffangen von über geneigte Stellen der Transportfläche abrutschenden Teilen des Elektronikschrotts und
  - eine zweiten Aufgabeeinrichtung unter einer überhängenden Stelle der Transportfläche zum Auffangen von sich an dieser überhängenden Stelle von der Transportfläche lösenden Drahtstücken.
- Die erfindungsgemässe Vorrichtung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass
- die Transportfläche die kreiszylindrische Mantelfläche einer Trommel ist, welche Trommel um ihre Achse rotierbar gelagert und mit dem Antriebsorgan antreibbar ist, und
  - die zu beladende Oberfläche dieser kreiszylindrischen Mantelfläche durch eine Faserschicht gebildet ist, in welcher sich die Drahtstücke verhaken können. Eine Vorrichtung mit diesen Merkmalen weist den Vorteil auf, dass die Faserschicht während dem Betrieb der Vorrichtung nicht verformt wird. Dadurch vermindert sich der Verschleiss der Transportfläche. Es können daher Fasern aus einem weniger biegsamen Material in der Faserschicht verwendet wer-

den, als bei einem um Umlenkrollen zu führendem Transportband verwendet werden können. Die Faserschicht kann auch segmentweise ersetzbar ausgebildet sein.

**[0012]** In einer ersten Ausführungsform ist die Transportfläche die konvexe Aussenfläche der Trommel. In diesem Fall ist die Aufgabeeinrichtung derart angeordnet, dass sie die Trommel auf deren Oberseite belädt, und die zweite Aufgabeeinrichtung ist unter der Trommel angeordnet, um die von der Trommel fallenden Drahtstücke aufzufangen.

**[0013]** In einer zweiten Ausführungsform ist die Transportfläche die konvexe Innenfläche der rohrförmigen Trommel. In diesem Fall ist die Achse der Trommel geneigt, so dass der Elektroschrott in axialer Richtung sich durch die Trommel hindurch bewegt. Die Aufgabeeinrichtung ist daher am oberen Ende der Trommel angeordnet und führt den Elektroschrott oben in die Trommel ein. Die erste Aufgabeeinrichtung ist am unteren Ende der Trommel angeordnet. Die zweite Aufgabeeinrichtung ist im Innern der Trommel angeordnet und leitet den im Innern von der Trommel in die zweite Aufgabeeinrichtung fallenden Metallschrott auf einer geneigten Fläche oder mit einem Förderband aus der Trommel und in einen Behälter.

**[0014]** Die Vorrichtung ist vorteilhaft mit einer Vibrationseinrichtung zum Vibrieren der Trommel ausgerüstet. Diese dient dem Vibrieren der Transportfläche. Sie kann die Trommel gegenüber der Achse bzw. den Lagern der Trommel, oder aber die Trommel zusammen mit der Achse oder den Lagern der Trommel vibrieren.

**[0015]** Die Vibrationseinrichtung ist zweckmässigerweise auf eine Frequenz zwischen 1 Hz und 1000 Hz einstellbar. Eine bevorzugte Frequenz liegt zwischen 20 Hz und 200 Hz.

**[0016]** Wenn auch die Vibrationseinrichtung so ausgelegt sein kann, dass sie lineare Vibrationsbewegungen ausführt, so wird bevorzugt, wenn sie eine elliptische Vibrationsbewegung ausführen kann. Die Achse der linearen oder elliptischen Bewegung ist vorzugsweise senkrecht. Sie soll zweckmässigerweise nicht mehr als  $-60^\circ$  bis  $+60^\circ$  von der Senkrechten abweichen.

**[0017]** Die Trommel ist zweckmässigerweise mit einem Treibriemen mit dem Antriebsorgan verbunden. Ein Treibriemen lässt Vibrationen der angetriebenen Achse zu und überträgt diese nicht auf das Antriebsorgan. Dieser Treibriemen soll vorteilhaft im Wesentlichen horizontal verlaufen. Dadurch haben die vertikalen Vibrationen keinen Einfluss auf die Spannung des Treibriemens.

**[0018]** Bei der Beladung der äusseren Mantelfläche der Trommel kann diese in der unteren Hälfte in eine Flüssigkeit eingetaucht sein.

**[0019]** Die Faserschicht kann zweckmässigerweise aus Kunststofffasern bestehen. Da die Faserschicht nicht wiederholt gebogen und wieder gestreckt zu werden braucht, lassen sich harte, sehr widerstandsfähige Kunststoffe, aber auch Metallfasern und Keramikfasern

zur Bildung der Faserschicht einsetzen.

**[0020]** Anders ausgedrückt besteht die Vorrichtung zur Gewinnung von Drahtstücken aus zerkleinertem Elektronikschrott im Wesentlichen aus einer rotierenden Trommel, die an der Oberfläche mit einem Faserbelag bespannt ist. Dieser Faserbelag ist so eingerichtet, dass durch Verhaken im Faserbelag die Reibung zwischen den Drahtstücken und dem Faserbelag wesentlich grösser ist, als die Reibung zwischen den im zerkleinerten Elektronikschrott enthaltenen "glatten" plattigen oder massigen Partikeln und dem Faserbelag.

**[0021]** Die Trommel ist vorteilhaft mit einer Vibrations-einrichtung ausgestattet. Diese Vibrationseinrichtung vibriert zweckmässigerweise die Achse der Trommel. Dies geschieht vorteilhaft linear oder elliptisch entlang einer Achse zwischen  $-60^\circ$  und  $+60^\circ$  von der Senkrechten.

**[0022]** Ein mit dieser Vorrichtung durchgeführtes Verfahren zur Gewinnung von Drahtstücken aus zerkleinertem Elektronikschrott zeichnet sich dadurch aus, dass der zerkleinerte Elektronikschrott auf den äusseren Mantel einer rotierenden Trommel aufgegeben wird, wobei der äussere Mantel der Trommel aus einem Faserbelag besteht, in welchem sich die Drahtstücke verhaken, von dem jedoch die "glatten" plattigen oder massigen Bestandteile abrutschen.

**[0023]** Zusammenfassend kann die Erfindung wie folgt dargestellt werden: Der Rückstand aus der Aufbereitung von zerkleinertem Elektronikschrott enthält noch 1 bis 3% Kupfer in Form von feinsten Drahtstücken. Mit der erfindungsgemässen Vorrichtung wird ein grosser Teil dieses Kupfers zurückgewonnen. Als Trennmerkmal wird hierbei der Umstand benutzt, dass sich die Drahtstücke in faserigen Werkstoffen verhaken, während die plattigen oder massigen anderen Bestandteile des zerkleinerten Elektronikschrottes dies nicht tun. Zur Separation wird eine mit einem Faserbelag bespannte rotierende Trommel verwendet. Durch Vibration der Trommel wird das Verhaken der Drähte begünstigt, während im überhängenden Teil der Abwurf der Drähte begünstigt wird. Die Separation erfolgt dadurch, dass die plattigen und massigen Bestandteile an der Flanke der Trommel der Schwerkraft folgend oberhalb der horizontalen Achse der Trommel abrutschen, die Drähte jedoch durch die Verhakung im Fasermaterial bis in den horizontalen Bereich der Trommel mitgeschleppt werden.

**[0024]** Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung im Detail beschrieben. Es zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform, bei welcher der Elektroschrott auf die Aussenseite der Mantelfläche der Trommel geladen wird und in zwei separate Schrottfractionen aufgeteilt wird,  
 Fig. 2 eine schematische Darstellung einer verfeinerten Variante der ersten Ausführungsform, bei der drei Schrottfractionen separiert werden,  
 Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Variante der ersten Ausführungsform, bei welcher die

Mantelfläche der Trommel durch eine Flüssigkeit hindurch geführt wird,

- Fig. 4 eine grafische Darstellung der Resultate einer Versuchsanordnung mit einer Vorrichtung gemäss Fig. 1,  
 5 Fig. 5 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform, bei welcher der Elektroschrott auf die Innenseite der Mantelfläche der Trommel geladen wird,  
 10 Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Vertikalschnitts durch die Drehachse der zweiten Ausführungsform.

**[0025]** Eine erste beispielhafte Ausführung der Vorrichtung ist in FIGUR 1 skizziert. Diese Vorrichtung besteht im Wesentlichen aus einer mit einem Textilbelag 13 bespannten rotierenden Trommel 11, deren Achse 12 vibriert. Für den Antrieb ist ein Motor 10 vorhanden. Die Achse 12 der Trommel 11 ist über einen Treibriemen mit dem Motor verbunden. Eine Schurre 14 zur Zuführung des Elektroschrotts 1 liegt in der Nähe des Scheitels der Trommel an diese an. Vorteilhaft ist die Auslegung der Schurre 14 mit einem in Richtung der Trommel offenen Fingersieb. Durch dieses hindurch rieseln die länglichen, nicht verhakten Drähte 15 zuerst auf den Belag 13 und die plattigen Kunststoffteile 16 sowie die mit Schaumstoffen und anderen faserigen Materialien verhakten Drähte rutschen erst danach auf den Belag.

**[0026]** Unter der Trommel sind zwei Behälter 17 und 18 zur Aufnahme von zwei unterschiedlichen, von der Trommel herabfallenden Fraktionen 21,23. Die beiden Behälter sind von einander getrennt. Die Trennung liegt etwa in einer vertikalen Tangentialebene an die Trommel. Der unterhalb der Trommel befindliche Behälter 18 nimmt das Kupfer angereicherte Konzentrat 21 auf. Der neben der Trommel befindliche Behälter 17 nimmt die von der Trommel abrutschenden Teile auf, die einen Kupfer abgereicherten Rückstand 23 bilden.

**[0027]** Der Textilbelag 13 ist so eingerichtet, dass sich feinste Drähte 15 unter Wirkung der Schwerkraft darin verhaken und durch die Schwerkraft erst an überhängenden Stellen des Textilbelags von diesem lösen. Dieser Effekt wird durch die Vibration verstärkt.

**[0028]** Der Textilbelag kann ein V-förmig aufgespreizter Borstenbelag sein. Als besonders wirkungsvoll hat sich allerdings ein Kunstfaserfilz erwiesen. Zwar werden aus diesem die feinsten Drähte am unteren Ende zunächst nur ungenügend ausgetragen, jedoch verfilzen sich die Drähte mit dem Belag und mit anderen Drähten derart, dass sie die Verhakung weiterer Drähte unterstützen. Mit der Zeit stellt sich ein Gleichgewicht zwischen den sich verhakenden und den wieder abfallenden Drähten ein. Auf diese Weise wird ein Teil der Belagsoberfläche durch feinste Drähte gebildet, welche die gleiche Wirkung auf den Separationserfolg entfalten, wie der ursprüngliche Textilfilz. Dieser wird sogar durch den sich aufbauenden und ständig erneuernden Drahtfilz vor Verschleiss geschützt.

**[0029]** Der Faserbelag kann in Form von vorgefertigten Kreiszyylindersegmenten gefertigt und abschnittsweise montiert sein. Auf diese Weise lassen sich abgenutzte oder beschädigte Segmente auf einfache Weise austauschen. Alternativ zu dem Textilfaserbelag kann auch ein Belag aus metallischen Fasern verwendet werden. Ebenso ist ein Belag aus Keramikfasern einsetzbar.

**[0030]** In FIGUR 2 ist eine weitere beispielhafte Variante der gleichen Ausführungsform der Erfindung skizziert. Hierbei wird der RESH in drei Fraktionen separiert, nämlich ein kupferangereichertes Konzentrat 21, ein Mittelgut 22, und einen kupferabgereicherten Rückstand 23. Das Mittelgut, welches aus Drähten besteht, die noch mit Kunststoffteilen verbunden sind, wird in die Zerkleinerungsanlage 24 zurückgeführt.

**[0031]** Eine weitere bevorzugte Ausführung der Erfindung ist in FIGUR 3 dargestellt. Hier läuft der untere Teil der Trommel 11 durch eine Flüssigkeit, z.B. Wasser 31. Auf diese Weise wird der Faserbelag 13 gereinigt, gegebenenfalls unterstützt durch einen Sprühbalken 32.

**[0032]** Diese Vorrichtungen werden wie folgt betrieben: Als besonders wirksam hat es sich erwiesen, das Aufgabematerial kurz vor dem Scheitelpunkt der Trommel aufzugeben. Dadurch kann eine separate Vereinzelungsvorrichtung in der Aufgabeschurre eingespart werden, denn die Trommel zieht nur das Material aus der Schurre ab, welches in unmittelbarem Kontakt mit der Faserbespannung steht. Auf diese Weise wird das Material automatisch vereinzelt.

**[0033]** Bei der in drei Beispielen dargestellten ersten Ausführungsform der Erfindung wird der RESH dieser Erkenntnis entsprechend in der Nähe des Scheitelpunktes der Trommel 11 über eine Schurre 14 aufgegeben. Durch die Vibration verhaken sich die Drähte 15 in dem Textilbelag 13 während sich die plattigen Kunststoffteile 16 flach auf den Belag legen. An der rechten Flanke der Trommel beginnen die Kunststoffteile 16 zu rutschen, fallen von der Trommel ab und gelangen in den Behälter 17 mit dem metallabgereicherten Rückstand. Die Drähte hingegen sind leicht mit dem Faserbelag verhakt und werden daher erst im unteren, überhängenden Teil der Trommel 11 abgeworfen. So gelangen sie in dem Behälter 18 mit dem Kupferkonzentrat. Der Antrieb der Trommel erfolgt über einen externen Motor 10 mittels Treibriemen 19.

**[0034]** Die Vibration erfolgt in der in Figur 1 dargestellten Ausführung der Erfindung linear in vertikaler Richtung. In anderen Ausführungen der Erfindung kommen Kreis- oder Ellipsenschwinger zum Einsatz.

**[0035]** Bei dem Verfahren zum Separieren und Gewinnen von Drahtstücken aus Elektroschrott kann daher nicht nur die Fördergeschwindigkeit, sondern auch die Amplitude, die Frequenz und die Richtung der Vibration elektronisch geregelt werden. Auf diese Weise kann die Vorrichtung verfahrenstechnisch optimiert und dieses Optimum im laufenden Prozess bei sich ändernder Materialzusammensetzung nachgeregelt werden.

**[0036]** In einer Ausführung der Erfindung werden die

Betriebsparameter der Vorrichtung zeitabhängig verändert. Hierbei kann die Trommel über einen gewissen Zeitraum auch völlig ohne Vibration betrieben werden und nur periodisch mittels der Vibration abgereinigt werden.

**[0037]** Ein Laborgerät der erfindungsgemässen Vorrichtung gemäss Figur 1 wurde gefertigt und mit RESH-Proben betrieben. Das Rohmaterial 1 enthielt 1.25% Kupfer in Form von feinsten Drähtchen 15 und Verknäuelungen. Der Rest bestand aus nichtmetallischen Teilen 16, insbesondere massige und plattige Kunststoffteile und Schaumstoffpartikel. Die Ergebnisse eines Versuchs sind in FIGUR 4 dargestellt.

**[0038]** Das Säulenpaar A zeigt die prozentualen Massenanteile der Sortierungsprodukte Kupferkonzentrat 21 und Rückstand 23 an der RESH-Masse 1. Das Säulenpaar B zeigt die prozentualen Massenanteile des Kupfers bezogen auf die Masse der Sortierungsprodukte (Kupferkonzentrationen). Das Säulenpaar C zeigt die prozentualen Massenanteile des Kupfers in den Sortierungsprodukten bezogen auf die Masse des Kupfers im RESH (Kupferfrachten).

**[0039]** Es wurde gezeigt, dass mit der Vorrichtung etwa 10% der RESH-Masse 1 als Kupferkonzentrat 21 und 90% als Rückstand 23 ausgebracht wurden (Säulenpaar A). Das Kupferkonzentrat 21 enthielt etwa 8% Kupfer 15 (Säulenpaar B). Damit waren rund 70% des gesamten im RESH 1 enthaltenen Kupfers im Kupferkonzentrat 21 ausgebracht worden (Säulenpaar C). Der kupferabgereicherte Rückstand 23 (90% der Gesamtmenge, Säulenpaar A) enthielt nur noch etwa 0.5% Kupfer (Säulenpaar B), was rund 30% des im RESH enthaltenen Kupfers entspricht (Säulenpaar C).

**[0040]** In Figuren 5 und 6 ist eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung dargestellt. Diese weist ebenfalls eine mit einem Faserbelag 13 versehene Trommel 41 auf.

**[0041]** Die Trommel ist an beiden Enden offen, so dass sie rohrförmig ist. Die Achse der Trommel 41 ist geneigt.

**[0042]** Der Faserbelag ist bei dieser Ausführungsform auf der Innenseite des Trommelmantels angebracht und der zu fraktionierende Elektroschrott 1 wird über die oben in die Trommel 41 hineinreichende Zuführeinrichtung 42 in das Innere der Trommel 41 geführt. Diese Zuführeinrichtung kann ebenfalls in einem in Abzugrichtung der Trommel offenen Fingersieb enden. Die Trommel 41 ist mit einem Motor 10 über einen Treibriemen 19 antreibbar. Sie ist zweckmässigerweise ebenfalls mit einem (nicht dargestellten) Vibrator versehen. In axialer Richtung durch den Trommelinnenraum hindurch verläuft eine Auffangeinrichtung 44 für die kupferangereicherte Fraktion 21 und einer Auffangeinrichtung 45 für eine Mittelfraktion 22, welche aus Bruchstücken von massigeren Teilen besteht, die sich im Faserbelag 13 derart verhaken können, dass sie zwar über einen Teilbereich der Trommel 41 mitgenommen werden, aber aufgrund ihres Gewichts und der ungenügenden Verhakung sich frühzeitig wieder vom Belag lösen. Diese Auffangeinrichtungen sind unten aus der Trommel hinausgeführt und zu Behältern zur Auf-

nahme dieser beiden Fraktionen 21,22 hin geneigt. Unter dem Ende dieser Auffangvorrichtungen stehen diese Behälter bereit. Unter dem Ende der Trommel steht ein Behälter 17 zur Aufnahme des Rückstands 23 bereit, der vorwiegend aus den massigeren Teilen 16 besteht.

[0043] Bei dieser Vorrichtung wird das zu separierende Gut, der Elektroschrott 1, auf die Zuführeinrichtung 42 gegeben. Es rutscht auf dieser in den Innenraum der Trommel 42 hinein und gelangt gegebenenfalls über ein Fingersieb auf die Faserschicht 13 im Innern der Trommel 42.

[0044] Auf der Faserschicht 13, die sich mit der Trommel dreht, werden die Bruchstücke soweit mit genommen, bis sie auf dem Faserbelag 13 abrutschen oder zur unteren Scheitellinie der Trommel 42 zurückpurzeln. Dabei gelangen die Bruchstücke 16 immer näher zum unteren Ende der Trommel 42 und fallen schliesslich aus der Trommel in den Behälter 17. Die Drahtstücke 15 hingegen verhaken sich bei diesem intensiven Kontakt mit der sich bewegenden Trommel 42 im Faserbelag 13 und werden von diesem über die Auffangvorrichtungen 44,45 hinauf getragen. Im überhängenden Bereich des Faserbelags 13 lösen sich die Drahtstücke 15 und fallen in die Auffangvorrichtung 44, welche sie aus der Trommel hinaus in den Behälter 18 leitet.

[0045] Auch bei dieser Vorrichtung bildet sich ein Sekundärfilz aus Drahtstückchen auf dem Faserbelag. Dieser Sekundärfilz schützt den Faserbelag. Zum Unterstützen der Loslösung der Drahtstückchen kann ein Düsenbalken 32 vorgesehen sein, wie er in Figur 3 dargestellt ist. Der Düsenbalken 32 kann als Sprühbalken mit einer Flüssigkeit betrieben werden. Alternativ kann er auch mit Druckluft betrieben werden. Es kann weiter vorgesehen sein, dass die Trommel und der Faserbelag durchlässig sind und die Druckluft in Richtung zur Auffangvorrichtung hin durch den Faserbelag 13 hindurch gepresst wird.

[0046] Als Haftbelag wurden bei einer ersten Versuchsanlage, die gemäss Fig. 1 aufgebaut war, handelsübliche Nadelfilz-Teppichplatten in unterschiedlicher Qualität verwendet. Faserbeläge können auch aus anderen Schlaufen-Textilien wie Velcro®, Frottee, 3D-Gewirken, aus gewirkten, gewobenen, gestickten oder "non-woven"-Textilien bestehen. Wesentlich an diesen Filzbelägen ist, dass sie an ihrer Oberfläche Fasern besitzen, die Schlaufen bilden, in denen die Drähtchen sich verhaken können. Der Faserbelag ist mit Vorteil auf die spezifischen Eigenschaften eines bestimmten RESH abgestimmt.

[0047] Das Fingersieb der Aufgabeschurre der Versuchsanlage hatte Finger von 55 mm Länge. Diese Finger waren 4 mm breit und jeweils mit einem Abstand von 8 mm zueinander angeordnet. Die Dimensionierung des Fingersiebs ist mit Vorteil auf die Eigenschaften des RESH abgestimmt.

[0048] Bei einer Trommel von 400 mm Durchmesser wurden mit einem Faserbelag aus Nadelfilz-Teppichplatten und dem erwähnten Fingersieb vernünftige Resultate erreicht, wenn die Trommel mit 3 bis 4,5 Umdrehungen

pro Minute drehte. Der Walzenantrieb hatte bei einer Drehzahl von 3.2 U/min der Walze eine Frequenz von 3 Hz. Die Trommel wurde mit 50 Hz vibriert. Es ergab sich eine Amplitude von 0.2 mm. Diese Vibrationsfrequenz und die Amplitude konnten verändert werden durch einen Frequenzwandler und durch eine Anpassung des Gewichts der Schwungmasse.

## 10 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Gewinnung von Drahtstücken (15) aus zerkleinertem Elektronikschrott unter Ausnutzung der Schwerkraft, mit

- einer endlos umlaufenden Transportfläche (13), mit welcher Drahtstücke (15) gehalten werden können,
- einem Antriebsorgan (10) zum Antreiben der Transportfläche (13),
- einer Aufgabeeinrichtung (14,42) für das Beladen dieser Transportfläche mit Elektronikschrott,
- einer ersten Auffangeinrichtungen (17) zum Auffangen von über geneigte Stellen der Transportfläche abrutschenden Teilen des Elektronikschrotts und
- einer zweiten Auffangeinrichtung (18,44) unter einer überhängenden Stelle der Transportfläche zum Auffangen von sich an dieser überhängenden Stelle von der Transportfläche (13) lösenden Drahtstücken (15),

### dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Transportfläche (13) die kreiszylindrische Mantelfläche einer Trommel (11,41) ist, welche Trommel um ihre Achse rotierbar gelagert und mit dem Antriebsorgan (10,19) antreibbar ist, und
- **dass** die zu beladende Oberfläche (13) dieser kreiszylindrischen Mantelfläche durch eine Faserschicht (13) gebildet ist, in welcher sich die Drahtstücke (15) verhaken können.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transportfläche (13) die konvexe Aussenfläche der Trommel (11) ist, die Aufgabeeinrichtung (14) die Trommel auf deren Oberseite belädt und die zweite Auffangeinrichtung (18) unter der Trommel angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transportfläche (13) die konvexe Innenfläche der rohrförmigen Trommel (41) ist, die Achse der Trommel (41) geneigt ist, die Aufgabeeinrichtung (42) am oberen Ende der Trommel den Elektroschrott in die Trommel (41) einführt, die

erste Auffangeinrichtung (17) am unteren Ende der Trommel angeordnet ist und die zweite Auffangeinrichtung (44) im Innern der Trommel (41) angeordnet ist.

- 5
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** eine Vibrationseinrichtung zum Vibrieren der Trommel (11,41).
- 10
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vibrationseinrichtung auf eine Frequenz zwischen 1 Hz und 1000 Hz einstellbar ist, vorzugsweise auf eine Frequenz zwischen 20 Hz und 200 Hz.
- 15
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 und 4 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trommel in der unteren Hälfte in eine Flüssigkeit (31) eingetaucht ist.
- 20
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Faserschicht (13) aus Kunststofffasern oder Metallfaser oder Keramikfasern besteht.
- 25
8. Verfahren zur Gewinnung von Drahtstücken (15) aus zerkleinertem Elektronikschrott bei welchem der zerkleinerte Elektronikschrott auf eine angetriebene, endlos umlaufende Transportfläche (13) geladen wird, mit welcher Drahtstücke gehalten werden können, die beladene Transportfläche (13) zuerst über geneigte und danach über überhängende Stellen geführt wird, wobei die Drahtstücke (15) an den geneigten Stellen von der Transportfläche (13) gehalten werden und erst an den überhängenden Stellen abgegeben werden, **dadurch gekennzeichnet,**
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet,**

**zeichnet, dass** die Transportfläche (13) mit einer Frequenz zwischen 1 Hz und 1000 Hz vorzugsweise mit einer Frequenz zwischen 20 Hz und 200 Hz vibriert wird.

- **dass** die Transportfläche (13) eine kreiszylindrische Fläche einer Trommel (11,41) ist und um ihre Achse rotiert wird, und
- **dass** die aus einer Faserschicht (13) gebildete Oberfläche der Transportfläche sich während ihrer Rotation mit den Drahtstücken (15) verhakt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektroschrott auf die Aussen-  
seite des rotierenden Trommelmantels aufgegeben wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transportfläche (13) vibriert wird, vorzugsweise linear und senkrecht vibriert wird.

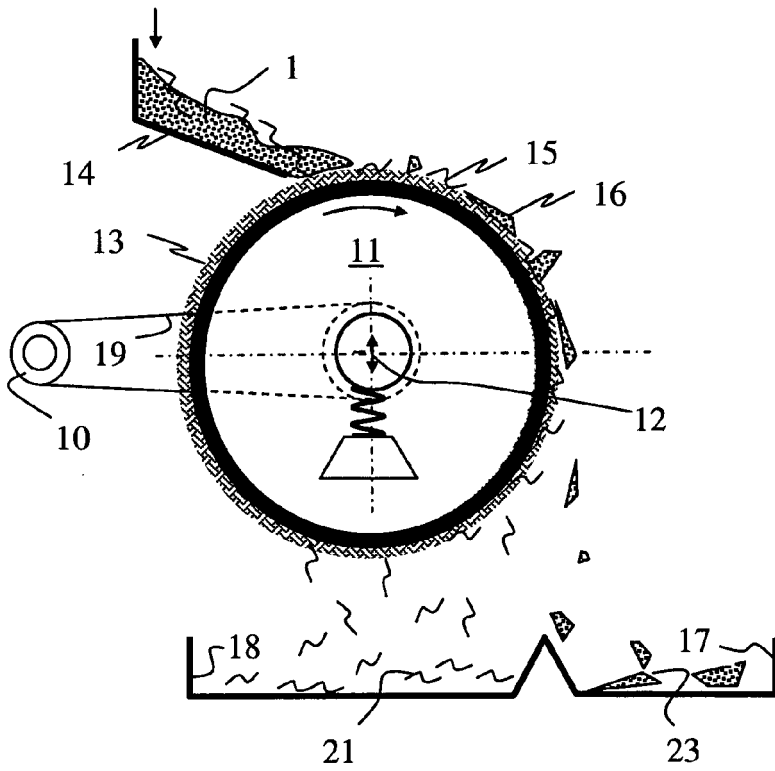


FIG. 1

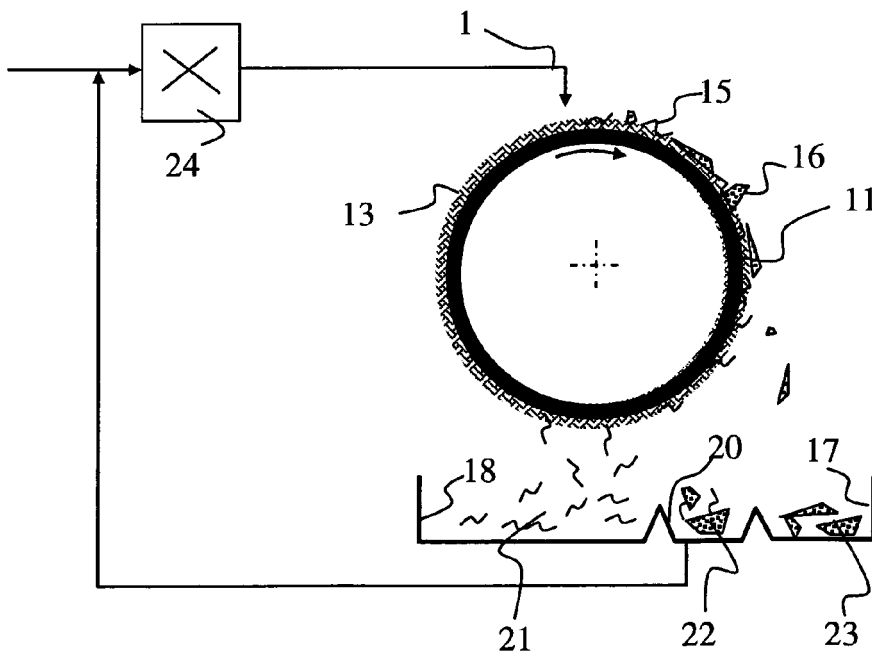


FIG. 2



FIG. 3

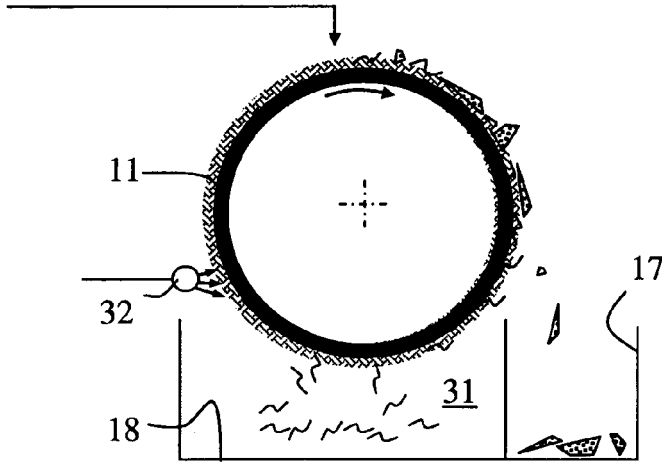
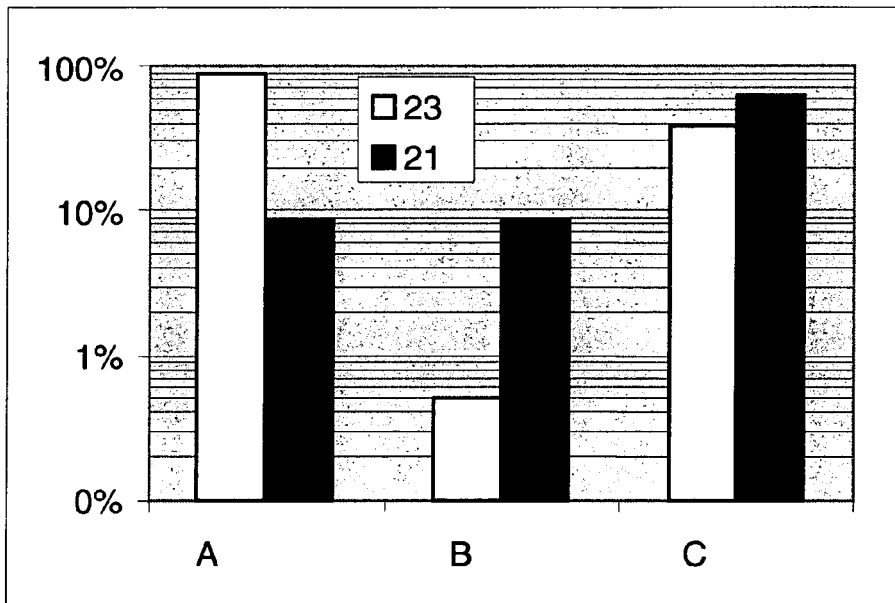


FIG. 4



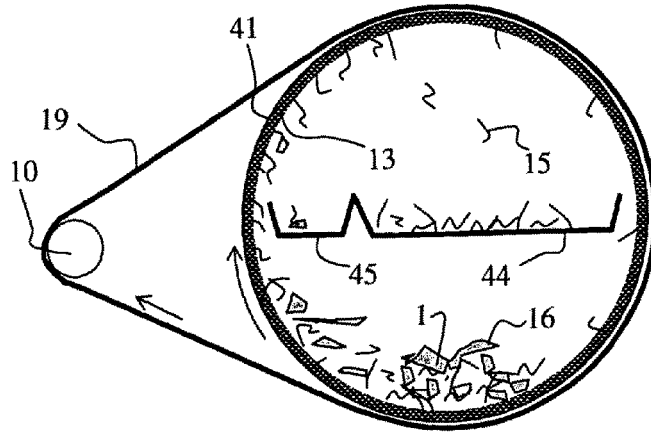


FIG. 5

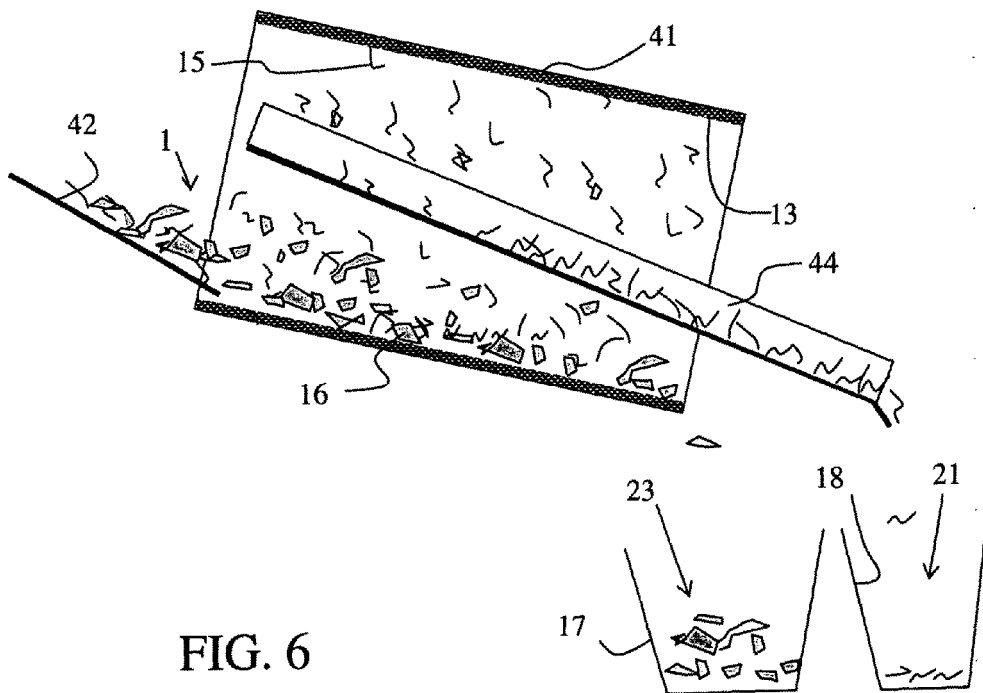


FIG. 6

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10336802 A1 [0004]
- WO 9503896 A [0005]