

(19)



(11)

EP 1 749 576 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.02.2007 Patentblatt 2007/06

(51) Int Cl.:
B02C 18/00 (2006.01) B02C 18/24 (2006.01)
B02C 18/38 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06014873.1**

(22) Anmeldetag: **18.07.2006**

(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

(72) Erfinder:
• **Lipowski, Wolfgang**
56479 Seck (DE)
• **Sturm, Thomas**
56477 Zehnhausen (DE)
• **Giehl, Jochen**
56479 Niederrossbach (DE)

(30) Priorität: **05.08.2005 DE 102005037668**

(74) Vertreter: **Lippert, Stachow & Partner**
Patentanwälte
Frankenforster Strasse 135-137
51427 Bergisch Gladbach (DE)

(71) Anmelder: **Vecoplan Maschinenfabrik GmbH & Co. KG**
56470 Bad Marienberg (DE)

(54) **Zerkleinerungsvorrichtung mit Drehstrom-Synchron-Motor und integrierter Umlaufgetriebestufe**

(57) Um eine Zerkleinerungsvorrichtung (1) mit einer kompakten, drehzahlvariablen Antriebseinheit (100) bereitzustellen, welche einen hohen Wirkungsgrad besitzt und hohe Drehmomente zur Verkleinerung des zu bearbeitenden Gutes bereitstellt, wird eine Vorrichtung vorgeschlagen, umfassend eine Antriebseinrichtung mit einem Elektromotor, der über eine Getriebeeinrichtung in Wirkverbindung mit einer Zerkleinerungswelle (20) steht, welche an ihrem Umfang Zerkleinerungswerkzeuge (21) aufweist, wobei die Zerkleinerungswerkzeuge mit

einen Gegenmittel (22) zum Zerkleinern des zu bearbeitenden Gutes zusammenwirken. Der Elektromotor ist als hochpoliger Drehstrom-Synchronmotor (110) ausgebildet, der elektrisch an den Ausgang eines von einer Steuervorrichtung gesteuerten Frequenzumformers angeschlossen ist und die Getriebeeinrichtung ist als Umlaufrädergetriebeeinrichtung ausgebildet, wobei der Drehstrom-Synchronmotor (110) zumindest abschnittsweise die Umlaufrädergetriebeeinrichtung umschließt und der Motor sowie die Getriebeeinrichtung in einem gemeinsamen Gehäuse (10) angeordnet sind.

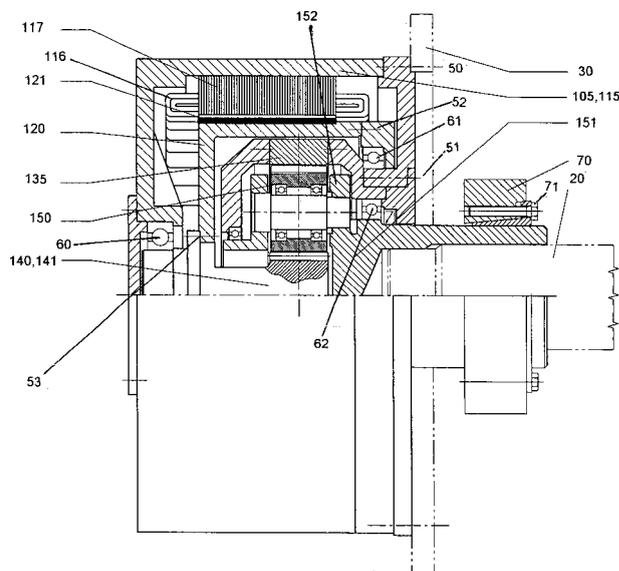


Fig. 3

EP 1 749 576 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zerkleinerungsvorrichtung für Abfälle und/oder Produktionsreste, umfassend zumindest eine Antriebseinheit mit einem Elektromotor, der über eine Getriebeeinrichtung in Wirkverbindung mit einer Zerkleinerungswelle steht, welche an ihrem Umfang Zerkleinerungswerkzeuge aufweist, wobei die Zerkleinerungswerkzeuge mit einem Gegenmittel zum Zerkleinern des zu bearbeitenden Gutes zusammenwirken.

[0002] Derartige Zerkleinerungsvorrichtungen werden beispielsweise zum Zerkleinern von Holz, Papier, Kunststoff, Gummi, Textilien, Produktionsresten oder Abfällen aus Industrie und Gewerbe, jedoch auch von Sperrmüll, Hausmüll, Papier- und DSD-Sammlungen sowie Krankenhausabfällen etc. eingesetzt. Dabei wird das zu zerkleinernde Gut zwischen Rotoren oder im Zusammenwirken zwischen einem Rotor und einer dieser zugeordneten, feststehenden Traverse zerkleinert durch Schneiden, Scheren, Quetschen, Reißen und/oder Reiben. Eine solche Vorrichtung ist beispielsweise im europäischen Patent EP 0 419 919 B1 beschrieben. Darüber hinaus sind auch Zerkleinerungsvorrichtungen vorgesehen, bestehend aus mehreren Rotoren mit jeweils diesen zugeordneten, feststehenden Traversen zwischen den Rotoren.

[0003] Für solche Zerkleinerungsvorrichtungen sind verschiedene Antriebskonzepte bekannt. Herkömmliche Vorrichtungen können beispielsweise einen Asynchronmotor umfassen, der mit einer Motordrehzahl von etwa 1.500 Umdrehungen bei einer Netzfrequenz von 50 Hz arbeitet. Zum Einstellen der angegebenen Drehzahl der Zerkleinerungswelle erfolgt die Kraftübertragung über einen Riemenantrieb oder eine Gelenkwelle bzw. eine Kupplung zum Getriebe, in welchem die Drehzahl je nach Anforderungen auf etwa 50 bis 200 U/min. reduziert wird. Aufgrund des hohen erforderlichen Übersetzungsverhältnisses können Getriebe mit mehreren aufeinander folgenden Übersetzungsstufen zum Einsatz kommen, was den Wirkungsgrad solcher Vorrichtungen vermindert. Ferner sind solche Vorrichtungen stark lärmbelastet aufgrund der Anzahl der sich teils mit hoher Drehzahl bewegenden Bauteile. Darüber hinaus ist der Platzbedarf eines solchen Antriebes aufgrund der verschiedenen miteinander verbundenen Antriebsorgane groß. Vielfach sind Schutzabdeckungen oder Gehäuse erforderlich um drehende Wellen, Kupplungen oder Riementriebe zwischen den einzelnen Baugruppen eines solchen Antriebes sicherheitsgerecht zu verkleiden. Bei einer weiteren herkömmlichen Zerkleinerungsvorrichtung wird ein hydraulisch wirkender Antrieb verwendet, der im wesentlichen aus einem Antriebsmotor und einer hiermit gekuppelten, geeigneten Hydraulikpumpe besteht, die über einen hydraulischen Kreislauf mit einem Hydraulikmotor verbunden ist, welcher die Zerkleinerungswelle entweder mittels eines Untersetzungsgetriebes oder auch ohne Getriebe antreibt. Diese Variante ist sehr teu-

er und wartungsintensiv sowie im Hinblick auf den Wirkungsgrad vergleichsweise ungünstig. Andererseits bietet dieses Konzept den Vorteil, dass die Drehzahl der Zerkleinerungswelle über einen vorgegebenen Bereich einstellbar ist. Die Verwendung hydraulischer Antriebe hat jedoch den Nachteil eines schlechten Wirkungsgrades und eines lauten Betriebsgeräusches. Ferner sind hoch belastete hydrostatische Systeme wartungsintensiv aufgrund der sich erfahrungsgemäß im Dauerbetrieb einstellenden Leckagen an der Vielzahl der Verbindungen zwischen den einzelnen Bauelementen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zerkleinerungsvorrichtung mit einer kompakten, drehzahlvariablen Antriebseinheit bereitzustellen, welche einen hohen Wirkungsgrad besitzt und darüber hinaus hohe Drehmomente zur Zerkleinerung des zu bearbeitenden Gutes bereitstellen kann.

[0005] Diese Aufgabe löst die Erfindung mit einer Zerkleinerungsvorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1. Dabei zeichnet sich die erfindungsgemäße Zerkleinerungsvorrichtung dadurch aus, dass der Elektromotor als hochpoliger Drehstrom-Synchronmotor ausgebildet ist, der elektrisch an den Ausgang eines von einer Steuervorrichtung gesteuerten Frequenzumformers angeschlossen ist und dass die Getriebeeinrichtung als Umlaufräder-Getriebeeinrichtung ausgebildet ist, wobei der hochpolige Drehstrom-Synchronmotor die Umlaufräder-Getriebeeinrichtung zumindest abschnittsweise umschließt und der Motor sowie das Getriebe in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind.

[0006] Die Verwendung eines Synchronmotors in Verbindung mit einem vorgeschalteten Frequenzumformer ermöglicht bei einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung in Bezug auf die Steuerung eine Bereitstellung eines hohen Drehmomentes über den gesamten Drehzahlbereich, wodurch sich beispielsweise die Anlaufphase erleichtert bzw. die Vorrichtung auch unter Last angefahren werden kann. Durch die Verwendung der Umlaufräder-Getriebeeinrichtung kann das Drehmoment der Antriebseinheit, welches bei einem hochpoligen Drehstrom-Synchronmotor (Torque-Motor) schon sehr groß ist, weiter erhöht werden. Ferner baut die Antriebseinheit bei der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung besonders kompakt, da die Umlaufräder-Getriebeeinrichtung zumindest teilweise von dem Drehstrom-Synchronmotor aufgenommen wird, sodass der Motor und das Getriebe in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet werden können.

[0007] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, einen drehzahlvariablen Synchronmotor über eine Planetengetriebeeinrichtung, die vorzugsweise einstufig ausgebildet ist, an eine Zerkleinerungswelle zu koppeln, sodass eine Zerkleinerungsmaschine mit einem sehr hohen Wirkungsgrad bereitgestellt werden kann. Durch die Verwendung eines hochpoligen Drehstrom-Synchronmotors ist die Grunddrehzahl des Motors relativ niedrig, so dass schon ein einstufiges Planetengetriebe in der

Regel ausreicht, um die Grunddrehzahl der Zerkleinerungswelle auf das notwendige Maß herunterzusetzen. Ein derartiger Synchronmotor kann beispielsweise einen Wirkungsgrad von ca. 92 % aufweisen, ein einstufiges Planetengetriebe ca. 98 %, sodass sich letztlich für das angegebene Beispiel ein Wirkungsgrad der gesamten Antriebseinheit von etwa 90 % ergibt.

[0008] Die erfindungsgemäße Zerkleinerungsvorrichtung kann flexibel an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden. In einer vorteilhaften Ausführungsform ist es möglich, den Massenschwerpunkt der gesamten Antriebseinheit nahe zur Zerkleinerungswelle anzuordnen, sodass sich aufgrund des hierdurch verursachten geringen Krafthebels eine besonders hohe Laufruhe der Antriebseinheit ergibt. Aufgrund der Kompaktheit der Antriebseinheit ist es ferner in einer Ausführungsform der Erfindung möglich, diese direkt auf die Zerkleinerungswelle aufzustecken, sodass sich die Anzahl der notwendigen Lager im Vergleich zu einer lang bauenden Hintereinanderanordnung von Motor und mehreren Getriebeeinheiten vermindert.

[0009] Ein für den Antrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendeter Drehstrom-Synchronmotor weist zur Bereitstellung eines hohen Drehmomentes und einer geringen Grundgeschwindigkeit eine hohe Anzahl von Polen auf. Bevorzugt sind Drehstrom-Synchronmotoren mit mehr als 8 Pole, noch vorteilhafter mehr als 16 Pole, äußerst vorteilhaft mehr als 22 Pole einsetzbar. Die als vorteilhaft angegebenen Polzahlen des Synchronmotors gelten insbesondere bei einer Netzfrequenz von 50 Hz.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Es kann zweckmäßig sein, wenn die Umlaufräder-Getriebeeinrichtung zumindest ein Sonnenrad, ein Hohlrad und mehrere Planetenräder umfasst. Insbesondere kann die Umlaufräder-Getriebeeinrichtung ein einstufiges Planetengetriebe sein, das bei geeigneter Konstruktion die Möglichkeit einer vollständig symmetrischen Anordnung aller Bauteile in Bezug auf die Hauptrotationsachse bietet und somit beim Betrieb an der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsmaschine keine Unwuchten auftreten. Insofern verkraftet die so gestaltete Getriebeeinrichtung in der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung auch problemlos die bei solchen Vorrichtungen üblicherweise auftretenden stoßbehafteten Beanspruchungen. Je nach verwendetem Drehstrom-Synchronmotor kann es zweckmäßig sein, eine Umlaufräder-Getriebeeinrichtung mit einem Untersetzungsverhältnis von 1:2 bis 1:10 einzusetzen, wodurch die Drehzahl des Motors für die Welle um den entsprechenden Faktor erniedrigt werden kann und darüber hinaus das Drehmoment an der Zerkleinerungswelle entsprechend erhöht wird. Prinzipiell und im Rahmen der Erfindung ist es auch denkbar, mehrstufige Umlaufräder-Getriebeeinrichtungen einzusetzen, was jedoch mit einem höheren konstruktiven Aufwand verbunden ist und in der Regel aufgrund des drehzahlvariablen Drehstrom-

Synchronmotors nicht notwendig ist. Mit der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung verwendete Synchronmotoren weisen eine typische Drehzahl zwischen etwa 0 bis 700 U/min, besonders typisch etwa zwischen 0 bis 400 U/min auf, sodass die Drehzahl der angetriebenen Zerkleinerungswelle in einem Bereich von etwa 0 bis 200 U/min, besonders typisch von etwa 0 bis 100 U/min, liegt. Grundsätzlich sind jedoch auch Drehstrom-Synchronmotoren mit noch höheren Drehzahlen für die Antriebseinheit der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung einsetzbar. Das Drehmoment der Motoren liegt beispielhaft bei etwa 1 kNm bis einige 10 kNm.

[0012] Prinzipiell kann jede Welle der Umlaufräder-Getriebeeinrichtung als An- bzw. Abtriebswelle verwendet werden. Es hat sich jedoch als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die Stegwelle der Umlaufräder-Getriebeeinrichtung als Abtriebswelle verwendet wird, an welche die Zerkleinerungswelle der Zerkleinerungsvorrichtung gekoppelt wird. Hierbei kann die Stegwelle aus dem gemeinsamen Gehäuse des Motors und des Getriebes herausragen und außerhalb des Gehäuses mit der Zerkleinerungswelle gekoppelt sein. Andererseits ist es jedoch auch möglich, dass die Zerkleinerungswelle innerhalb des gemeinsamen Gehäuses von Motor und Getriebe mit der Abtriebswelle des Getriebes gekoppelt ist.

[0013] Zur Kopplung der Stegwelle an die Zerkleinerungswelle kann die Stegwelle dabei beispielsweise als Hohlwelle oder auch als Wellenzapfen ausgebildet sein, wobei die Zerkleinerungswelle im Koppelbereich hierzu komplementär ausgebildet sein kann.

[0014] Es kann zweckmäßig sein, wenn die Achse des Sonnenrades und/oder des Hohlrades der Umlaufräder-Getriebeeinrichtung auf der Achse des Synchronmotors liegt bzw. liegen. Damit wird andererseits eine kompakte Bauweise der Antriebseinheit erreicht, als auch eine symmetrische Anordnung um die Motorachse wodurch Unwuchten in der Antriebseinheit vermieden werden können.

[0015] Es kann zweckmäßig sein, wenn das Sonnenrad zumindest abschnittsweise über dessen axialer Erstreckung von radial außen liegenden Motorwicklungen des Synchronmotors abgedeckt ist. Insofern liegt das Planetengetriebe der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung radial innen zum Motor, was letztlich zu einer sehr kompakten Bauweise der Antriebseinheit der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung führt. In gleicher Weise kann das Hohlrad zumindest abschnittsweise über dessen axialer Erstreckung von radial außen liegenden Motorwicklungen des Synchronmotors abgedeckt sein. Besonders vorteilhaft ist es, wenn im Wesentlichen das gesamte Planetengetriebe über dessen axialer Erstreckung radial innen im Motor angeordnet ist, sodass für das Vorsehen des Umlaufrädergetriebes kein weiterer oder kaum zusätzlicher Raum zur Verfügung gestellt werden muss.

[0016] Sowohl ein bei der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung verwendeter Drehstrom-Synchron-

motoren als auch das zugeordnete Umlaufgetriebe können zur Abfuhr von Betriebswärme gekühlt sein. Hierzu kann ein Flüssigkeitskühlkreislauf vorgesehen sein, bei dem primärseitig die zirkulierende Kühlflüssigkeit einen Wärmetauscher durchströmt, dessen sekundärseitige Wärmeaustauschfläche wiederum von Luft oder Wasser gekühlt wird. In einer besonders zweckmäßigen Ausführungsform sind die Kühlkreisläufe von Synchronmotor und Umlaufgetriebe miteinander gekoppelt und weisen einen gemeinsamen Wärmetauscher auf, wobei als zirkulierendes Kühlmittel das Schmieröl des Umlaufgetriebes dienen kann, wodurch sich der konstruktive Aufwand für die Kühlung erheblich vermindert. Prinzipiell kann die erfindungsgemäße Zerkleinerungsvorrichtung einen Drehstrom-Elektromotor aufweisen, bei welchem der Rotor (Läufer) radial außen oder radial innen zum Stator angeordnet ist. In der ersten Ausführungsform kann mehr Platz für die zum Stator innen liegende Umlaufräder-Getriebeeinrichtung bereitgestellt werden. Die zweite Ausführungsform weist gegenüber der Ersten den Vorteil auf, dass die gesamte Antriebseinheit eine geringe Erstreckung in radialer Richtung besitzt. Die Magnetfелеinrichtung des Rotors kann mittels Permanentmagneten, jedoch auch durch eine entsprechende Spuleneinrichtung bereitgestellt werden, welche mit einem Gleichstrom versorgt wird.

[0017] Es kann zweckmäßig sein, die Funktion des Rotors des Synchronmotors und die Funktion des Hohlrades der Umlaufräder-Getriebeeinrichtung in einem Bauteil des Antriebes zu integrieren. In dieser Ausführungsform ist die Zahnradeneinrichtung des Hohlrades mit dem Rotor des Synchronmotors starr verbunden ist, d.h. das Hohlrad des Umlaufgetriebes dreht sich mit dem Rotor. Beispielsweise kann die erfindungsgemäße Zerkleinerungsvorrichtung ein hohlzylinderförmiges Bauteil umfassen, welches an der radialen Außenfläche zur Bereitstellung der Rotorfunktion eine Magneteinrichtung des Synchronmotors aufweist, wobei an der radialen Innenfläche des Bauteils zumindest eine Zahnradeneinrichtung der Umlaufräder-Getriebeeinrichtung zur Gestaltung des Hohlrades angeordnet ist. Es versteht sich, dass dieses hohlzylinderförmige Bauteil nicht einstückig aufgebaut sein muss, sondern mehreren Elementen umfassen kann. Wesentlich ist dabei, dass die Magneteinrichtung, d.h. die Spule bzw. die Permanentmagnete starr mit der Zahnradeneinrichtung des Hohlrades verbunden sind.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Rotor des Synchronmotors starr oder mittels einer lösbaren Kupplungseinrichtung mit dem Sonnenrad verbunden ist. Dabei kann auch vorgesehen sein, dass der Stator des Synchronmotors, das gemeinsame Gehäuse von Synchronmotor und Getriebe sowie das Hohlrad des Umlaufrädergetriebes starr miteinander verbunden sind. Wird bei dieser Ausführungsform das Sonnenrad mit dem Rotor des Synchronmotors verbunden, wirkt die Stegwelle der Planetenräder als Abtriebswelle der Getriebeeinrichtung.

[0019] Aufgrund der kompakten Bauweise der An-

triebseinheit der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung kann die Verbindung der Antriebseinheit mit der Zerkleinerungswelle dergestalt sein, dass die gesamte Antriebseinheit umfassend den Drehstrom-Synchronmotor und die Umlaufräder-Getriebeeinrichtung vollständig von der Zerkleinerungswelle getragen und gelagert ist.

[0020] Um das Reaktionsdrehmoment während des Betriebs der Vorrichtung aufzunehmen, kann vorgesehen sein, dass die Antriebseinheit über eine Drehmomentstütze mit einem externen Aufnahmepunkt wie dem Gehäuse der Zerkleinerungsvorrichtung verbunden ist.

[0021] Die Erfindung kann für eine Vielzahl von Zerkleinerungsvorrichtungen eingesetzt werden. Dies betrifft beispielsweise Zerkleinerungsvorrichtungen mit einer einzelnen Zerkleinerungswelle, welche beispielsweise an deren beiden Enden gelagert ist, wobei an einem Ende, wie schon beschrieben, eine Antriebseinheit aufgesteckt oder aufgeflanscht ist. Darüber hinaus kann auch vorgesehen sein, dass jeweils eine derartige Antriebseinheit umfassend einen hochpoligen Drehstrom-Synchronmotor mit integriertem Planetengetriebe an beiden Enden einer einzelnen Zerkleinerungswelle gekoppelt sind, wobei die Steuereinrichtung über den Frequenzumformer die beiden Motoren gleich ansteuert. Als Gegenmittel kann beispielsweise eine relativ zu den an der Welle angebrachten Zerkleinerungswerkzeugen feststehende einstückige Messertraverse oder auch eine Mehrzahl von relativ zu den an der Welle angebrachten Zerkleinerungswerkzeugen feststehenden Gegenmesser zum Zusammenwirken mit den Zerkleinerungswerkzeugen Verwendung finden. Ferner lässt sich die Erfindung auch auf Zerkleinerungsvorrichtungen anwenden, welche zwei oder noch mehr Zerkleinerungswellen aufweisen, wobei eine einzelne Welle wiederum eine oder zwei Antriebseinheiten umfassen kann.

[0022] Darüber hinaus kann statt eines feststehenden Gegenmittels auch ein bewegliches Gegenmittel für die Zerkleinerungswerkzeuge an einer Zerkleinerungswelle vorgesehen sein. Beispielsweise kann das Gegenmittel, z.B. mittels einer Federeinrichtung elastisch gelagert sein, so dass das Gegenmittel beim Auftreten ungewöhnlich hoher Kräfte relativ zu den Zerkleinerungswerkzeugen ausweichen kann, wodurch in vielen Fällen eine Beschädigung der Vorrichtung vermieden werden kann. Ferner ist es z.B. auch möglich, als Gegenmittel für eine Zerkleinerungswelle eine benachbarte Zerkleinerungswelle einzusetzen, so dass die benachbarten Zerkleinerungswellen sich gegenseitig das jeweilige Gegenmittel zum Verarbeiten des zu verarbeitenden Guts bereitstellen.

[0023] Die Erfindung wird im Folgenden durch das Beschreiben einiger Ausführungsformen und weiterer erfindungswesentlicher Merkmale unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, wobei

Fig. 1a eine mit der in den Figuren 1 bzw. 2 ausgestattete erfindungsgemäße Zerkleinerungs-

- vorrichtung in einer Aufsicht,
- Fig. 1b die in Fig. 3a gezeigte Zerkleinerungsvorrichtung in einer Seitenansicht,
- Fig. 1c die in Fig. 3a gezeigte Zerkleinerungsvorrichtung in einer Frontansicht und
- Fig. 2a in einer Prinzipskizze im Querschnitt eine Antriebseinheit einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung,
- Fig. 2b die in Fig. 2a dargestellte Antriebseinheit in einer Seitenansicht,
- Fig. 3 die in Fig. 2a/b dargestellte Antriebseinheit in einer Halbschnittdarstellung,
- Fig. 4 in einer Prinzipskizze eine alternative Antriebseinheit für die erfindungsgemäße Zerkleinerungsvorrichtung

zeigt.

[0024] Die Figuren 1a-c zeigen eine beispielhafte erfindungsgemäße Zerkleinerungsvorrichtung 1, wie sie beispielsweise für Abfälle wie Holz, Papier oder Kunststoffe verwendet werden kann. Diese weist ein Gehäuse 10 auf, an dem eine Zerkleinerungswelle 20 mittels Lager 25 befestigt ist, wobei am Umfang der Zerkleinerungswelle axial beabstandet Zerkleinerungswerkzeuge 21 angeordnet sind. Der Zerkleinerungsraum wird durch den Tisch 17 und die Wandabschnitte 16 festgelegt. Die Zerkleinerungswerkzeuge 21 wirken mit einem feststehenden Gegenmittel in Form einer Messertraverse 22 zusammen. An einem Ende der Zerkleinerungswelle 20 ist eine Antriebseinheit 100 aufgesetzt, welche sich über eine Drehmomentstütze 30 am Gehäuse 10 abstützt. Das Zerkleinerungsgut fällt von oben in den durch die Wandabschnitte 16 festgelegten Zerkleinerungsraum auf die Tischfläche 17 und wird nachfolgend durch einen horizontal mittels des Hydraulikantriebs 23 bewegbaren Schieber 24 den Zerkleinerungswerkzeugen zugeführt. Nachdem der Schieber 24 die Stellung erreicht hat, welche der Zerkleinerungswelle am nächsten liegt, wird der Schieber wieder zurückgezogen, wodurch weiteres Zerkleinerungsgut auf den Tisch 17 fällt, das nachfolgend nach der Umkehrung der Bewegung des Schiebers in Richtung der Zerkleinerungswelle bewegt wird. Das Zerkleinerungsgut fällt bezogen auf die Aufsicht von Fig. 1a nach unten und wird dort je nach spezieller Ausführungsform gesammelt oder abtransportiert. Während Fig. 1a die Vorrichtung in einer Aufsicht zeigt, ist in Fig. 1b eine Seitenansicht und in Fig. 1c eine Frontansicht der erfindungsgemäß gestalteten Zerkleinerungsvorrichtung dargestellt.

[0025] In einer nicht dargestellten Ausführungsform kann die Traverse auch derart ausgeführt sein, dass sie

nur bei den bei der Zerkleinerung von vorgesehenen Materialien auftretenden Kräften ortsfest ist, bei einem Überschreiten dieser Kräfte, z.B. infolge eines nicht zerkleinerbaren Fremdkörpers im Aufgabematerial aber aufgrund einer elastischen Lagerung nachgeben kann, um Beschädigungen am Zerkleinerungswerk zu vermeiden.

[0026] Die in den Fig. 1 dargestellte Vorrichtung weist eine Antriebseinheit 100 mit einem 24-poligen Drehstrom-Synchronmotor mit integriertem Planetengetriebe auf, wobei die Getriebeabtriebswelle als Hohlwelle ausgebildet ist, auf die die Maschinenwelle bzw. Zerkleinerungswelle 20 aufgeschoben ist. Demnach ist keine besondere Lagerung für die Antriebseinheit vorgesehen, die von der Zerkleinerungswelle gehalten und gelagert wird. Der mit variabler Frequenz betriebene Drehstrom-Synchronmotor weist einen Innenläufer mit Permanentmagneten auf, der wiederum radial innen liegend das Planetengetriebe aufnimmt, sodass sich die in den Figuren dargestellte kompakte Bauweise der Antriebseinheit 100 ergibt. Da das Getriebe vollständig von dem Synchronmotor aufgenommen ist, wird die gesamte Antriebseinheit von einem gemeinsamen Gehäuse umschlossen, das aufgrund der speziellen Gestaltung nicht größer ist als das entsprechende Gehäuse für den Synchronmotor. In den Figuren nicht zu erkennen, umfasst die Zerkleinerungsvorrichtung einen von einer Steuervorrichtung gesteuerten Frequenzumformer, mit welchem die Drehzahl des Motors und damit der Maschinenwelle gesteuert wird. In der beschriebenen Ausführungsform weist das einstufige Planetengetriebe eine konstante Untersetzung von 1:5 auf. Das Drehmoment des auch als Torque-Motor bezeichneten Elektromotors wird dadurch im Vergleich zum Drehmoment an der Abtriebswelle des Motors um den Faktor 5 erhöht.

[0027] Im Folgenden wird der prinzipielle Aufbau der Antriebseinheit 100 der in Fig. 1 gezeigten erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung 1 beschrieben werden. Fig. 2b zeigt die Antriebseinheit in einer Prinzipskizze in einer Seitendarstellung, Fig. 2a in einer Aufsicht. Eine wesentliche Komponente der Antriebseinheit 100 ist der Stator 115 des Drehstrom-Synchronmotors, welcher die Motorwicklung 116 sowie die Blechpakete 117 umfasst. Radial innen liegend ist ein wie der Stator im Wesentlichen rotationssymmetrischer Läufer 120 angeordnet, der auf seiner dem Stator zugeordneten Seite Permanentmagnete 121 aufweist. Innen liegend zum Läufer 120 und in axialer Richtung vollkommen von dem Stator abgedeckt, ist ein Planetengetriebe angeordnet, dessen Bestandteile durch Symbole in Fig. 2 a, b dargestellt sind. Radial benachbart zum Läufer 120 ist das Getriebehohlrad 135 platziert, das wie angegeben mit dem Stator des Synchronmotors verbunden ist. Wie auch in Fig. 2 b angegeben, ist der Läufer 120 des Elektromotors starr mit der Sonnenradwelle 141 verbunden, welche das Sonnenrad 140 trägt. In dem dargestellten Beispiel umfasst das Planetengetriebe drei Planetenräder 150, welche von einem Planetenradträger 152 getragen sind. Die Getriebeabtriebswelle wird durch die Planetenradträger-

welle 151 bereitgestellt, an welche die Maschinenwelle gekoppelt wird (siehe Fig. 1). Das Gehäuse der Antriebseinheit und der Stator 115 sind über eine Drehmomentstütze 30 mit dem Gehäuse 10 der Vorrichtung verbunden.

[0028] Fig. 3 zeigt die in Fig. 2 mittels Symbolen dargestellte Antriebseinheit in einer Halbschnittdarstellung genauer, wobei für gleiche Bauteile die gleichen Bezugszeichen verwendet wurden. Wie aus der Figur ersichtlich, ist das Hohlrad 135 über die Schraubverbindungen 51, 50 mit dem Gehäuse 10 bzw. dem Stator 115 starr verbunden. Über die Drehmomentstütze 30 wird das Antriebsgehäuse an dem Gehäuse der Zerkleinerungsvorrichtung abgestützt, siehe Fig. 1a, b. Die an dem Läufer 120 radial außen angebrachten Permanentmagnete 121 wirken mit dem Drehfeld der Motorwicklung zum synchronen Drehen des Läufers mit dem Feld zusammen. Der Läufer ist über die Schraubverbindung 53 mit dem Sonnenrad 140 des Planetengetriebes verbunden, wobei sich das Sonnenrad über das Lager 60 an dem Gehäuse 10 abstützt. In ähnlicher Weise ist der Läufer 120 gegenüber dem feststehenden Hohlrad 135 mittels des Lagers 61 gelagert. Die Planetenradträgerwelle 151 ist als Getriebeabtriebswelle aus dem Gehäuse 10 in Form einer Hohlwelle nach außen geführt. Wie in der Figur dargestellt, ist die Maschinenwelle 20, d.h. die Zerkleinerungswelle, in die Getriebeabtriebswelle eingesteckt und mittels eines Schrumpfverbandes 70 befestigt. Der Schrumpfverband weist einen die Hohlwelle außen umgreifenden Ring auf, in dem eine entgegengesetzt konische Büchse angeordnet ist, die durch Schrauben 70 in axialer Richtung gespannt wird und dadurch eine radiale Pressung in Richtung der Welle erzeugt. Der Antrieb wird direkt von der Maschinenwelle getragen bzw. gelagert. Die Übertragung des Drehmomentes zwischen der Abtriebs-Hohlwelle, d.h. der Planetenradträgerwelle und der Maschinenwelle erfolgt je nach Ausführungsform entweder reibschlüssig durch die vom Schrumpfverband erzeugten hohen Drücke oder formschlüssig, z.B. durch eine ineinander greifende Innen-Außenverzahnung der Wellen. Im letzten Fall dient der Schrumpfverband dazu, das zur Montage erforderliche Spiel zwischen der Hohlwelle und der Maschinenwelle in Betrieb zu eliminieren. Es versteht sich, dass auch andere Verbindungen zwischen der Abtriebswelle des Planetengetriebes und der Zerkleinerungswelle verwendet werden können.

[0029] Ausgehend von der in Fig. 1 a dargestellten erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung ist in einer weiteren Ausführungsform vorgesehen, an dem zweiten Ende der Zerkleinerungswelle 20 auch eine wie in Fig. 3 beschriebene Antriebseinheit anzukoppeln, wodurch das für die Zerkleinerung bereitgestellte Drehmoment verdoppelt werden kann, ohne dass die Drehzahl herabgesetzt werden muss. Darüber hinaus liegt es im Rahmen der Erfindung, bei einer Zerkleinerungsvorrichtung mehrere Zerkleinerungswellen vorzusehen, wobei an zumindest einer eine Antriebseinheit gekoppelt ist, mit ei-

nem hochpoligen Drehstrom-Synchronmotor (Torque-Motor), welcher radial innen liegend zumindest einen Teil einer Umlauftriebseinrichtung, insbesondere ein Teil eines einstufigen Planetengetriebes einschließt.

[0030] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das vom Synchronmotor eingeschlossene Planetengetriebe so angeordnet ist, dass das Sonnenrad 140 bzw. die Sonnenradwelle 141 mit dem Stator 115 bzw. dem Antriebsgehäuse verbunden ist, siehe Fig. 4. In der mittels Symbole in Fig. 4 dargestellten Antriebseinheit einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsvorrichtung ist die Sonnenradwelle fest mit dem Gehäuse 10 verbunden, beispielsweise über eine oben stehend beschriebene Drehmomentstütze 30. Wiederum dient die Planetenradträgerwelle 151 als Getriebeabtriebswelle, d.h. zur Befestigung mit der nicht dargestellten Zerkleinerungswelle. Im Gegensatz zu der in Fig. 2b dargestellten Antriebseinheit bewegt sich hier das Getriebehohlrad 135 des Planetengetriebes mit dem Läufer 120, d.h. dem Rotor des Synchronmotors. Das Hohlrad ist demnach starr mit der Magneteinrichtung des Läufers verbunden und bewegt sich mit dieser. Da der Läufer mit dem Hohlrad integriert bzw. als zusammengehöriges Bauteil gestaltet ist, ergeben sich Vorteile in Bezug auf die Anzahl der Bauteile sowie die notwendigen Trenn- oder Lagerstellen.

Bezugszeichenliste

30	[0031]	
	1	Zerkleinerungsvorrichtung
	10	Gehäuse der Zerkleinerungsvorrichtung
35	16	Wandabschnitt
	17	Tisch
	20	Zerkleinerungswelle, Maschinenwelle
	21	Zerkleinerungswerkzeug
40	22	Messertraverse
	23	Hydraulikantrieb
	24	Schieber
	25	Lager
	30	Drehmomentstütze
45	23	Hydraulikantrieb
	50, 51, 52, 53	Schraubverbindung
	60, 61, 62	Lager
	70	Schrumpfverband
	71	Schraube
50	100	Antriebseinheit
	105	Antriebsgehäuse
	110	Drehstrom-Synchronmotor
	115	Stator
	116	Motorwicklung
55	117	Blechkpaket
	120	Läufer
	121	Permanentmagnet
	135	Getriebe-Hohlrad

140	Sonnenrad
141	Sonnenradwelle
150	Planetenrad
151	Stegwelle, Planetenradträgerwelle
152	Planetenradträger

streckung von radial außen liegenden Motorwicklungen des Synchronmotors abgedeckt ist.

Patentansprüche

1. Zerkleinerungsvorrichtung (1) für Abfälle und/oder Produktionsreste umfassend zumindest eine Antriebseinheit (100) mit einem Elektromotor, der über eine Getriebeeinrichtung in Wirkverbindung mit einer Zerkleinerungswelle (20) steht, welche an ihrem Umfang Zerkleinerungswerkzeuge (21) aufweist, wobei die Zerkleinerungswerkzeuge mit einem Gegenmittel (22) zum Zerkleinern des zu bearbeitenden Gutes zusammenwirken, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor als hochpoliger Drehstrom-Synchronmotor (110) ausgebildet ist, der elektrisch an den Ausgang eines von einer Steuervorrichtung gesteuerten Frequenzumformers angeschlossen ist und dass die Getriebeeinrichtung als Umlaufrädergetriebeeinrichtung ausgebildet ist, wobei der Drehstrom-Synchronmotor zumindest abschnittsweise die Umlaufrädergetriebeeinrichtung umschließt und der Motor sowie die Getriebeeinrichtung in einem gemeinsamen Gehäuse (10) angeordnet sind.
2. Zerkleinerungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlaufrädergetriebeeinrichtung zumindest ein Sonnenrad (140), ein Hohlrad (135) und mehrere Planetenräder (150) umfasst.
3. Zerkleinerungsvorrichtung, nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stegwelle (151) der Umlaufrädergetriebeeinrichtung zur Bereitstellung einer Abtriebswelle aus dem gemeinsamen Gehäuse (10) herausragt und mit der Zerkleinerungswelle (20) gekoppelt ist.
4. Zerkleinerungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achse des Sonnenrades und/oder des Hohlrades auf der Achse des Synchronmotors liegt bzw. liegen.
5. Zerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sonnenrad (140) zumindest abschnittsweise über dessen axialer Erstreckung von radial außen liegenden Motorwicklungen (116) des Synchronmotors abgedeckt ist.
6. Zerkleinerungsvorrichtung nach Anspruch 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hohlrad (135) zumindest abschnittsweise über dessen axialer Er-
7. Zerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6 soweit auf Anspruch 3 rückbezogen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stegwelle (151) als Hohlwelle ausgebildet ist.
8. Zerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl der Synchronmotor als auch das Umlaufgetriebe einen Kühlkreislauf umfassen, wobei beide Kühlkreisläufe miteinander gekoppelt sind und einen gemeinsamen Wärmetauscher aufweisen.
9. Zerkleinerungsvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schmieröl der Umlaufrädergetriebeeinrichtung als Kühlmedium für die gekoppelten Kühlkreisläufe dient.
10. Zerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch** ein hohlzylinderförmiges Bauteil, welches an der radialen Außenfläche eine Magneteinrichtung des Synchronmotors aufweist, wobei an der radialen Innenfläche zumindest eine Zahnradeneinrichtung der Umlaufrädergetriebeeinrichtung angeordnet ist.
11. Zerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (120) des Synchronmotors starr oder mittels einer Kupplungseinrichtung mit dem Sonnenrad (140) verbunden ist.
12. Zerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (115) des Synchronmotors, das gemeinsame Gehäuse (10) und das Hohlrad (135) des Umlaufrädergetriebes starr miteinander verbunden sind.
13. Zerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Umlaufrädergetriebeeinrichtung einstufig ausgebildet ist mit einem Untersetzungsverhältnis von 1:2 bis 1:10.
14. Zerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinheit (100) umfassend den Drehstrom-Synchronmotor und die Umlaufrädergetriebeeinrichtung vollständig von der Zerkleinerungswelle getragen und gelagert ist.
15. Zerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14 soweit auf Anspruch 12 rückbezogen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinheit (100) umfassend den Drehstrom-Synchronmotor und die Umlaufrädergetriebeeinrichtung über ei-

ne Drehmomentstütze (30) mit einem externen Aufnahme­punkt verbunden ist zur Aufnahme eines Reaktionsdrehmomentes während des Betriebs der Vorrichtung.

5

- 16.** Antriebseinheit zur Verwendung in einer Zerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

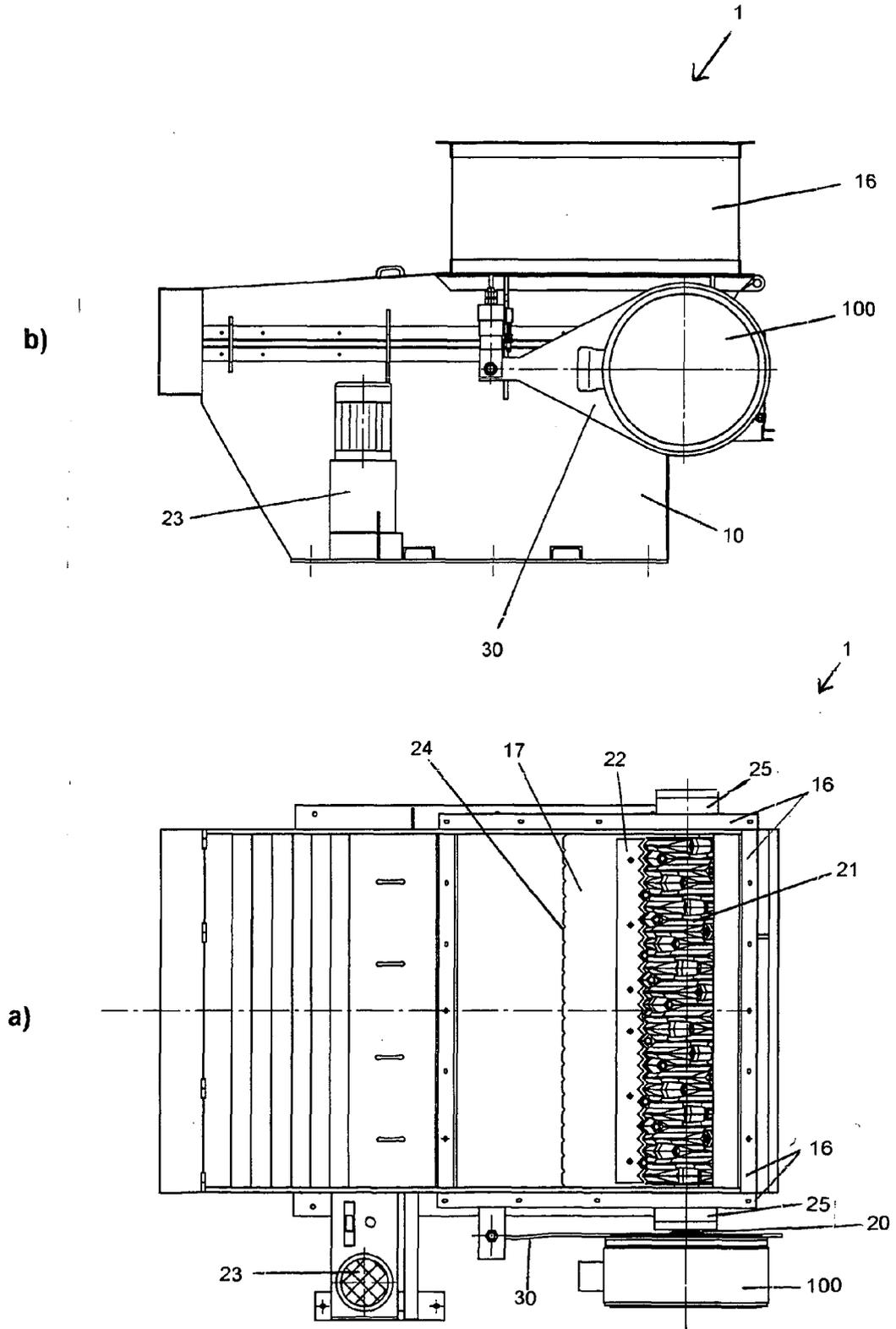


Fig. 1

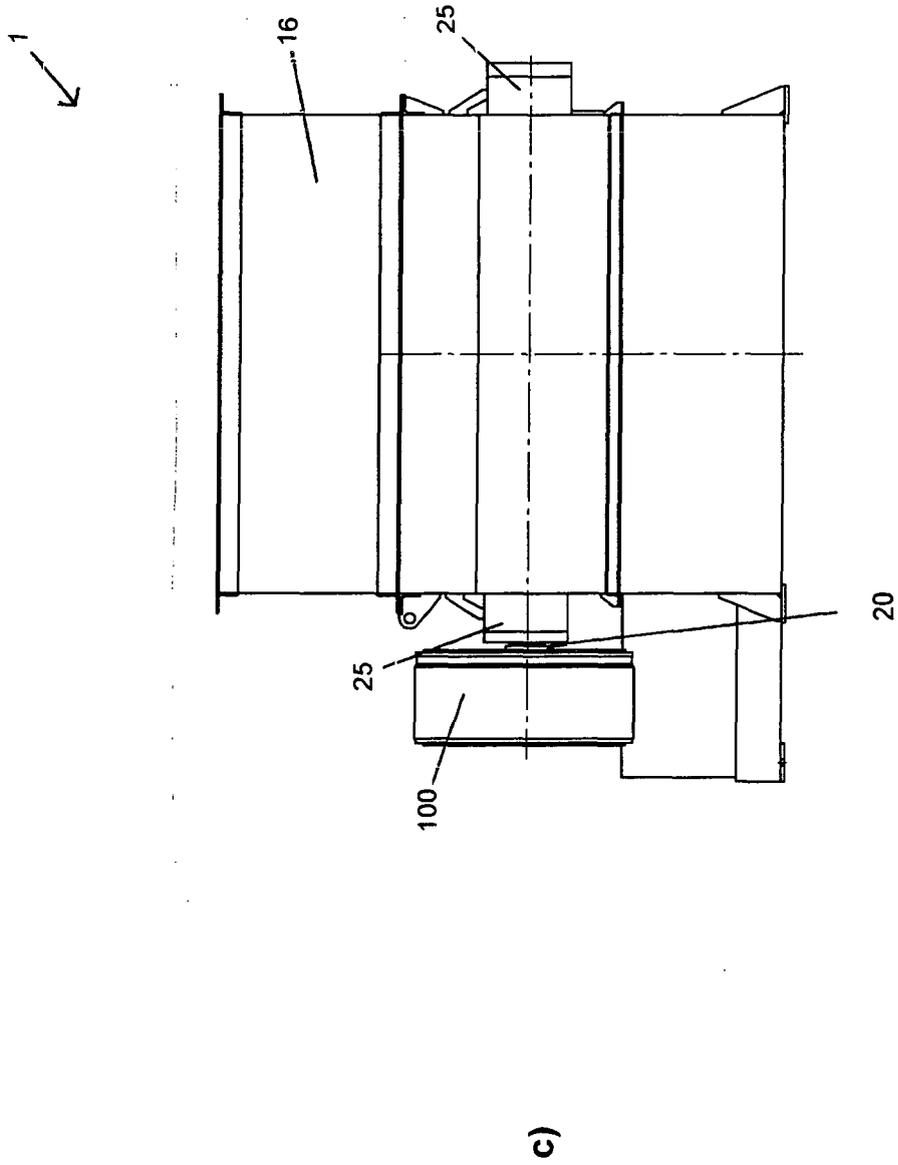
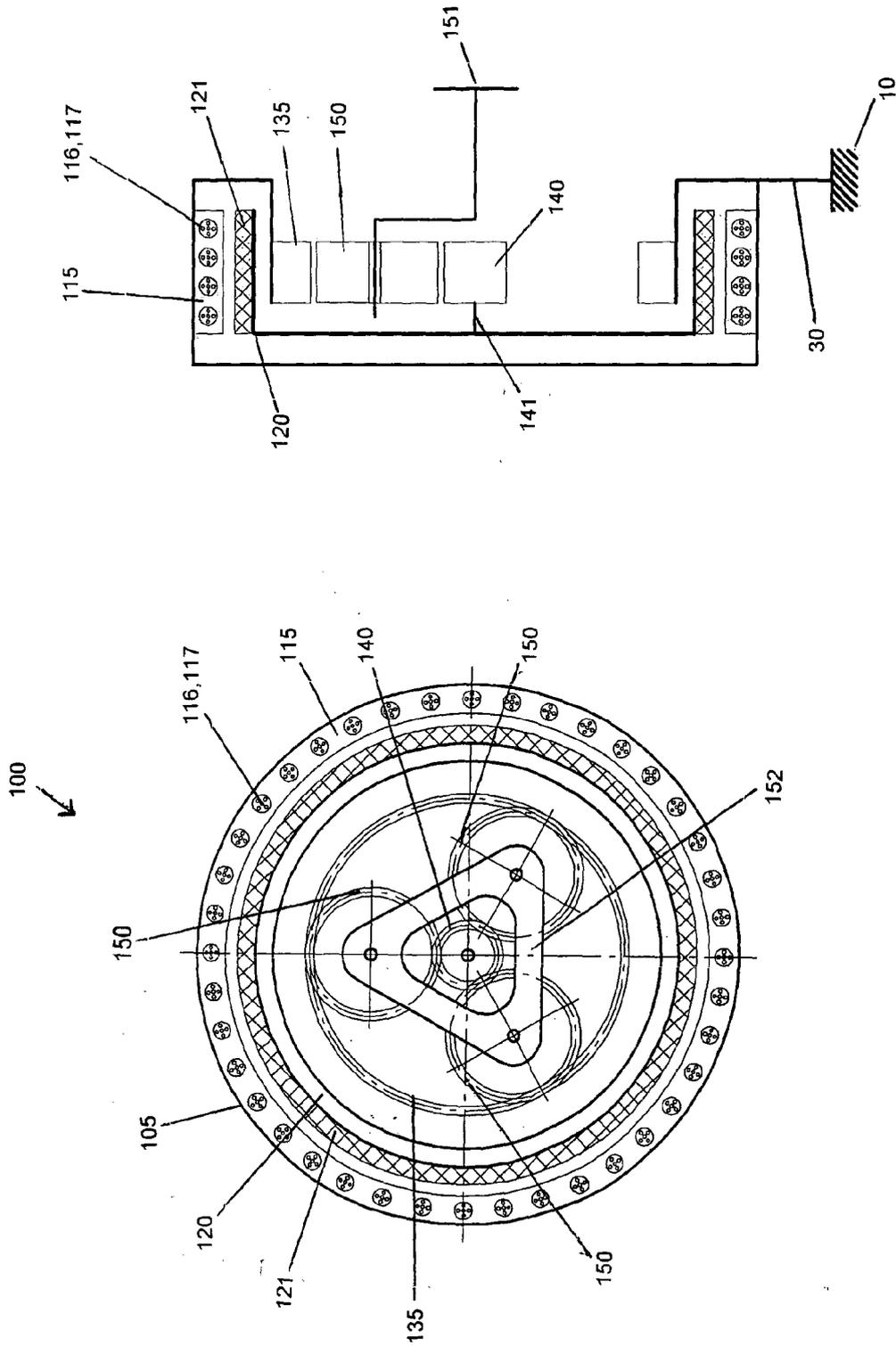


Fig. 1



b)

a)

Fig. 2

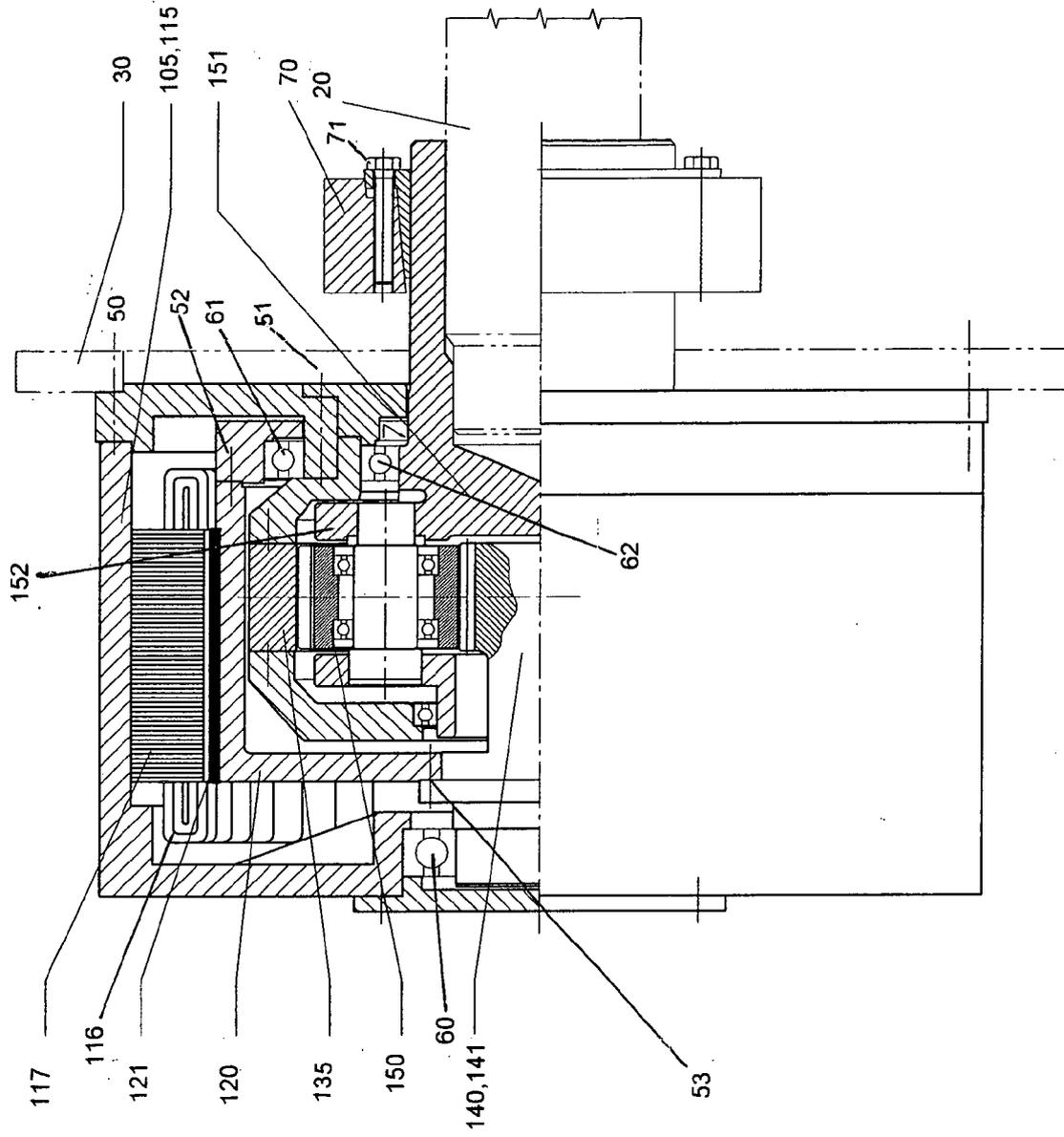


Fig. 3

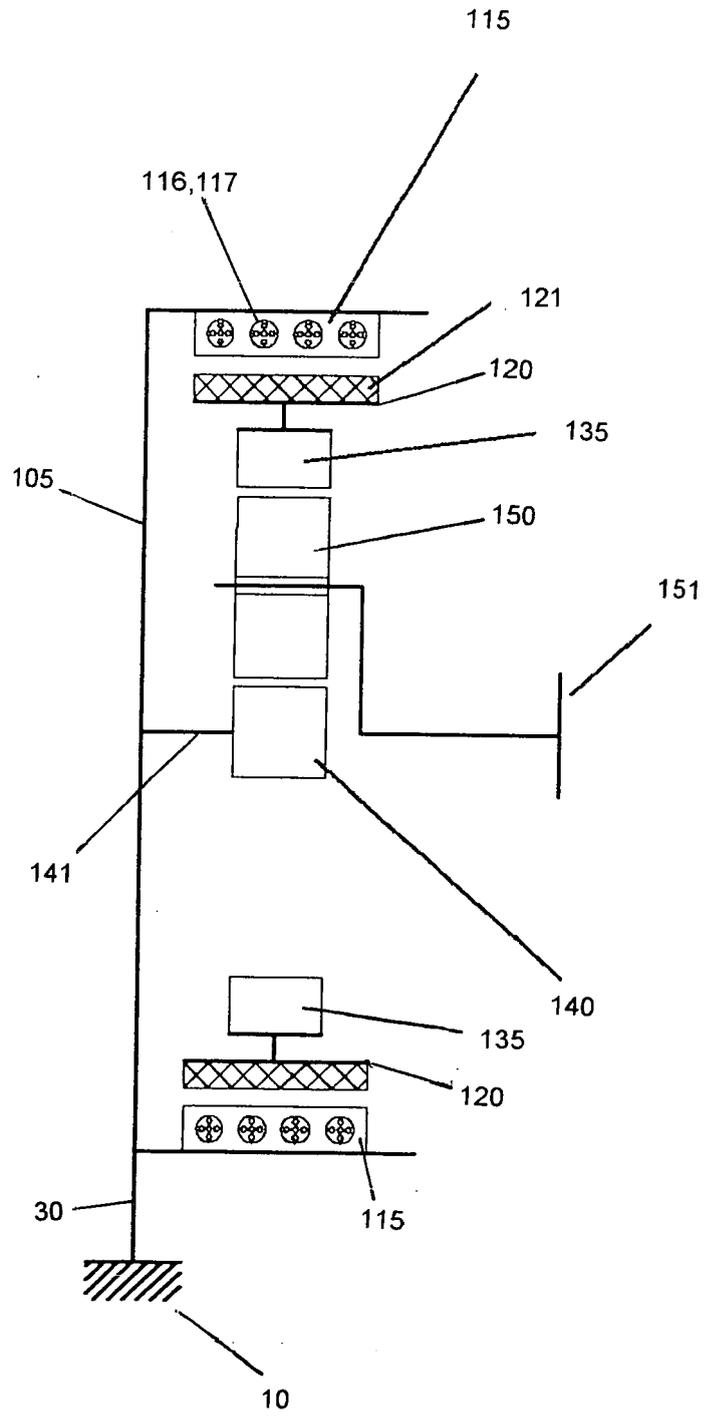


Fig. 4

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

- EP 0419919 B1 [0002]