



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2006 003 638 U1** 2006.07.06

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2006 003 638.5**

(22) Anmeldetag: **06.03.2006**

(47) Eintragungstag: **01.06.2006**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **06.07.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H02K 53/00** (2006.01)

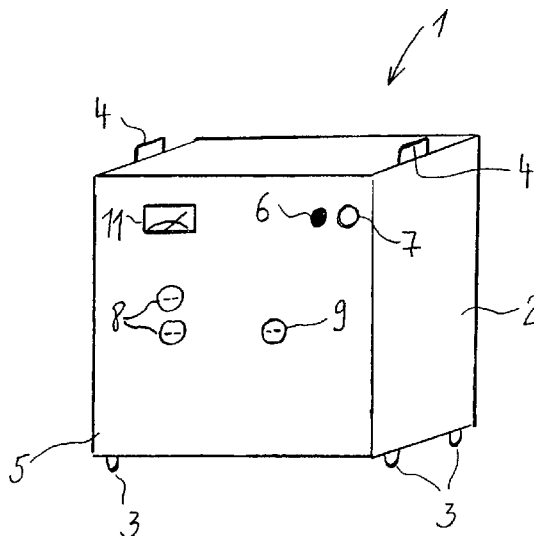
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**DIRALIS-INTERNATIONAL Ltd., Bramhall,
Cheshire, GB**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
**Schneider, A., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 92318
Neumarkt**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Stromerzeugungseinheit**

(57) Hauptanspruch: Stromerzeugungseinheit (1) mit einem von einem Magnetmotor (12) angetriebenen Stromgenerator (13), wobei der Magnetmotor (12) einen Stator (15) und einen relativ zu dem Stator (15) bewegbaren Rotor (14) aufweist, und wobei der Stator (15) eine Anzahl Elektromagneten (23) und der Rotor (14) eine Anzahl Dauermagneten (19) umfaßt, deren gegensätzlich orientierte Magnetfelder derart aneinander vorbeigeführt werden, daß eine zwangsweise Abstoßung und damit eine Umwandlung in eine Drehbewegung des Rotors (14) erfolgt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Stromerzeugungseinheit, insbesondere geeignet für einen mobilen Einsatz.

[0002] Besonders auf Baustellen werden häufig große Mengen elektrischen Stromes benötigt, beispielsweise für Schweißmaschinen. Häufig sind jedoch keine oder nur eine ungenügende Anzahl von Stromanschlüssen vorhanden. Oft müssen dann lange Stromkabel verlegt werden. Daher kommen Stromgeneratoren zum Einsatz, die mit Verbrennungsmotoren betrieben werden. Nachteilig bei diesen Stromgeneratoren ist es, daß eine beträchtliche Menge Kraftstoff benötigt wird. Damit ist der Betrieb derartiger Stromgeneratoren nicht nur teuer und aufwendig, sondern schadet durch die entstehenden Abgasemissionen auch der Umwelt.

[0003] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine kostengünstige und umweltschonende Lösung zur Stromerzeugung bereitzustellen.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine Stromerzeugungseinheit nach Anspruch 1 gelöst. Danach ist es vorgesehen, daß die Stromerzeugungseinheit einen von einem Magnetmotor angetriebenen Stromgenerator aufweist, wobei der Magnetmotor einen Stator und einen relativ zu dem Stator bewegbaren Rotor aufweist, und wobei der Stator eine Anzahl Elektromagneten und der Rotor eine Anzahl Dauermagneten umfaßt, deren gegensätzlich orientierte Magnetfelder derart aneinander vorbeigeführt werden, daß eine zwangsweise Abstoßung und damit eine Umwandlung in eine Drehbewegung des Rotors erfolgt.

[0005] Eine grundlegende Idee der Erfindung besteht in der Umwandlung von Magnetfeldenergie in Bewegungsenergie zur Stromerzeugung. Hierzu werden in einem Magnetmotor zwei gegensätzlich orientierte Magnetfelder derart aneinander vorbeigeführt, daß eine zwangsweise Abstoßung erfolgt. Die Abstoßungskräfte werden in Form einer Drehbewegung in einen angeschlossenen Stromgenerator geleitet.

[0006] Erfindungsgemäß nähert sich hierzu ein Dauermagnet mit dessen magnetischen Feld einem Elektromagneten an. Dieser Elektromagnet erzeugt sein abstoßendes Magnetfeld erst dann, wenn es für die Abstoßung benötigt wird. Der Zündzeitpunkt ist dabei exakt so gewählt, daß eine Abstoßung ausschließlich in der gewünschten Bewegungsrichtung erfolgen kann. Insbesondere zündet der Elektromagnet erst während der Vorbeibewegung des Dauermagneten, und zwar nachdem die „Mitte“ des Dauermagneten überschritten wurde.

[0007] Durch eine schräge Anordnung der beteilig-

ten Elektromagneten zum Rotor steht den Elektromagneten ausreichend Zeit zum Aufbau eines Magnetfeldes zur Verfügung, so daß ein größtmöglicher Abstoßungseffekt erreicht werden kann. Durch eine Schrägstellung des Dauermagneten im Rotor, d.h. schräg zur Rotoroberfläche, wird der Abstoßungseffekt durch eine Bündelung der Magnetfeldlinien nochmals vergrößert. Beide Schrägstellungen stellen zudem sicher, daß ein Abstoßen nur in der gewünschten Drehrichtung erfolgt.

[0008] Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn die Ansteuerung des Elektromagneten mit Hilfe einer Zündspule erfolgt. Damit kann ein besonders schneller Aufbau des Magnetfeldes des Elektromagneten erreicht werden. Der Magnetmotor kann damit vorzugsweise eine Arbeitsdrehzahl von 1500 U/min erreichen.

[0009] Ganz besonders vorteilhaft ist es darüber hinaus, wenn das durch den Elektromagneten aufgebaute Magnetfeld mit Hilfe eines Umrichterelements schnell wieder zerstört wird. Damit wird sichergestellt, daß es nicht zu einer Beeinflussung des Antriebsprozesses durch das Magnetfeld des nächstfolgenden Dauermagneten kommt.

[0010] Ganz besonders vorteilhaft ist es weiterhin, wenn alternativ zu der ersten Zündspule eine zweite Zündspule zur Ansteuerung des Elektromagneten vorgesehen ist. Damit läßt sich die thermische und die Materialbelastung der beteiligten Bauteile erheblich verringern, was eine hohe Lebensdauer des Magnetmotors und damit der Stromerzeugungseinheit zur Folge hat.

[0011] Mit der Erfindung wird eine Technologie bereitgestellt, die es ermöglicht, auf besonders einfache Art und Weise elektrischen Strom in wirtschaftlich relevanten Größenordnungen zu erzeugen. Die Kosten sind im Vergleich zu anderen bekannten Verfahren gering. Da keine Verbrennung von Kraftstoffen oder dergleichen stattfindet, ist die neue Technik zudem besonders umweltschonend.

[0012] Die Erfindung ist nicht nur auf Baustellen einsetzbar. In unterschiedlichen Ausführungen und Größen bereitgestellt eignet sich die Stromerzeugungseinheit als universelle Stromquelle in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen.

[0013] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen:

[0014] Fig. 1 eine mobile Stromerzeugungseinheit mit einem erfindungsgemäßen Magnetmotor,

[0015] Fig. 2 eine grobschematische Darstellung einer Stromerzeugungseinheit,

[0016] **Fig. 3** eine Detailansicht zur Verdeutlichung der Anordnung von Stromgenerator und Magnetmotor zueinander,

[0017] **Fig. 4** eine schematische Darstellung zur grundsätzlichen Anordnung eines Dauermagneten und eines Elektromagneten im Magnetmotor,

[0018] **Fig. 5** eine schematische Darstellung der tatsächlichen Anordnung von Dauermagneten und Elektromagneten im Magnetmotor,

[0019] **Fig. 6** eine schematische Explosionsdarstellung einer Magnetwalze des Magnetmotors,

[0020] **Fig. 7** eine schematische Darstellung der Anordnung von Dauermagnet und Elektromagnet zu einem ersten Zeitpunkt,

[0021] **Fig. 8** eine schematische Darstellung der Anordnung von Dauermagnet und Elektromagnet zu einem zweiten Zeitpunkt, und

[0022] **Fig. 9** eine detaillierte schematische Darstellung einer Stromerzeugungseinheit.

[0023] Die Figuren zeigen die Erfindung lediglich schematisch und mit ihren wesentlichen Bestandteilen.

[0024] Eine mobile Stromerzeugungseinheit 1 mit einem erfindungsgemäßen Magnetmotor ist in **Fig. 1** dargestellt. Die Stromerzeugungseinheit 1 weist ein Gehäuse 2 auf und ist mit vier Laufrädern 3 sowie zwei Transport- und Haltegriffen 4 versehen, so daß sie einfach transportiert werden kann. Das Gehäuse 2 ist aus Eisenblech gefertigt, damit der Austritt von elektromagnetischen Feldern abgeschirmt bzw. verhindert wird, und somit eine Beeinträchtigung der Umwelt ausgeschlossen ist. An ihrer Vorderseite 5 weist die Stromerzeugungseinheit 1 einen EIN/AUS-Schalter 6 auf, der zum Einschalten bzw. Ausschalten der Stromerzeugungseinheit 1 dient. Damit der Betrieb der Stromerzeugungseinheit 1 beispielsweise im Falle eines Unfalls sofort gestoppt werden kann, weist die Stromerzeugungseinheit vorzugsweise auch einen NOTAUS-Schalter 7 auf. Zum Anschluß elektrischer Verbraucher, beispielsweise von Schweißmaschinen, sind insgesamt drei Anschlußsteckdosen vorgesehen. Dabei handelt es sich um zwei 220V-Steckdosen 8 und eine 380V-Steckdose 9. Die Stromerzeugungseinheit 1 liefert mit anderen Worten sowohl 220V Wechselstrom als auch 380V Drehstrom. Zusätzlich zu den Anschlußsteckdosen 8, 9 kann die Stromerzeugungseinheit 1 auch einen Anschluß für eine Leitung in das Stromnetz eines Hauses oder dergleichen aufweisen. Damit könnte die Stromerzeugungseinheit 1 auch stationär eingesetzt werden. Zusätzlich ist an der Vorderseite 5 ein Anzeigeinstrument 11 vorgese-

hen zur Anzeige des erzeugten bzw. aktuell abgenommenen Stromes. Die Gehäuseabmessungen betragen etwa 1200 cm × 1100 cm × 2000 cm (B × H × T). Das Gewicht beträgt etwa 360 bis 400 kg.

[0025] Wie in **Fig. 2** schematisch dargestellt, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, mit Hilfe eines Magnetmotors 12 eine Drehbewegung zu erzeugen. Diese Drehbewegung dient zur Erzeugung von elektrischem Strom mit Hilfe eines an den Magnetmotor 12 angeschlossenen Stromgenerators 13, wie er handelsüblich erhältlich ist. Magnetmotor 12 und Stromgenerator 13 sind, gemeinsame mit weiteren Komponenten und Bauteilen, in der Stromerzeugungseinheit 1 zusammengefaßt. Der nachfolgend näher beschriebene Magnetmotor 12 wandelt magnetische Energie in mechanische Energie um. Die Arbeitsdrehzahl des Magnetmotors 12 beträgt vorzugsweise 1500 U/min. Die Ausgangsleistung des von dem Magnetmotor 12 angetriebenen Stromgenerators 13 beträgt vorzugsweise 30 kW.

[0026] Wie in **Fig. 3** schematisch gezeigt, umfaßt der Magnetmotor 12 einen Rotor 14 und einen Stator 15. Der Rotor 14 weist die Form einer Walze mit einem Durchmesser von etwa 350 mm auf und ist mit einer Abtriebswelle 16 fest verbunden, die zur Übertragung der von dem Magnetmotor 12 erzeugten Drehbewegung in den unmittelbar benachbart angeordneten Stromgenerator 13 dient. Die Abtriebswelle weist vorzugsweise einen Durchmesser von 45 mm auf. Die Anschluß-, Steuer- bzw. Versorgungsleitungen 17 von Stromgenerator und Magnetmotor sind lediglich schematisch angedeutet. Der Stromgenerator 13 umfaßt auch einen Gleichrichter (nicht abgebildet), der die erzeugten Stromstöße unterschiedlicher Größe für das Verbrauchernetz bzw. die Anschlußsteckdosen 8, 9 aufbereitet.

[0027] Der Rotor 14 ist aus drei Magnetscheiben 18 aufgebaut, die aus Festigkeitsgründen einstückig miteinander verbunden sind, so daß sich eine Magnetwalze ergibt. Nachfolgend wird das Arbeitsprinzip des Magnetmotors 12 zumeist unter Bezugnahme auf eine einzelne Magnetscheibe 18 beschrieben werden. Das Ausführungsbeispiel umfaßt jedoch stets drei Magnetscheiben 18 in Form einer Magnetwalze. In weiteren Ausführungsbeispielen kann die Anzahl der Magnetscheiben 18 auch variieren. So sind beispielsweise auch Magnetwalzen mit zwei, vier oder sechs Magnetscheiben 18 möglich.

[0028] Jede Magnetscheibe 18 weist drei zylinderförmige Dauermagneten 19 mit einer Haftkraft von vorzugsweise jeweils 135 kg auf. Die Dauermagneten 19 weisen einen Durchmesser von vorzugsweise 40 mm und eine Gesamtlänge von vorzugsweise 80 mm auf. Sie sind derart in der Magnetscheibe 18 eingebettet, daß sie mit ihrer einen Stirnseite 21 an der Oberfläche 22 oder nahe der Oberfläche 22 des Ro-

tors **14** enden. Die Stirnseite **21** ist hierfür der Krümmung der Rotoroberfläche **22** angepaßt.

[0029] Jedem Dauermagneten **19** ist wiederum ein Elektromagnet **23** zugeordnet, der Bestandteil des Stators **15** ist. Der eigentliche Statorgrundkörper, welcher die Elektromagneten **23** hält, ist aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich angedeutet. Der Stator **15** umfaßt insgesamt neun Elektromagneten **23**, wobei jeweils drei Elektromagneten **23** einer Magnetscheibe **18** zugeordnet sind. In **Fig. 3** ist aus zur Vereinfachung zu jeder Magnetscheibe **18** lediglich ein Elektromagnet **23** schematisch abgebildet.

[0030] Jeder Elektromagnet **23** ist ausgebildet zur Erzeugung eines Magnetfeldes innerhalb einer Zeitdauer von lediglich 4 ms und kann vorzugsweise eine Haftkraft von ebenfalls 135 kg erzeugen. Vorzugsweise kommen Elektromagneten **23** zum Einsatz, die einen Eisenkern aus Eisenplatten- oder -blechen aufweisen mit Abmessungen von beispielsweise 32 cm × 14 cm (L × B) und einem Gewicht von 15 kg oder mit Abmessungen von beispielsweise 18 cm × 31 cm (L × B) und einem Gewicht von 17 kg. Alternativ dazu werden Elektromagnete **23** mit einem zylinderförmigen Eisenkern eingesetzt.

[0031] Das Flächenverhältnis der Stirnseite **21** des Dauermagneten **19** zu der „Wirkfläche“ des Elektromagneten **23** (d.h. der Stirnfläche des Eisenkerns des Elektromagneten **23**) ist vorzugsweise etwa 1:1. Mit anderen Worten sind diese Flächen vorzugsweise gleich groß. Jedoch sind auch Ausführungen möglich, bei denen die Flächen eine Größenabweichung von bis zu 23 Prozent aufweisen.

[0032] Die genaue Lage der Dauermagneten **19** und der Elektromagneten **23** wird mit Hilfe von **Fig. 4** beschrieben. Abgebildet ist ein Schnitt durch eine einzelne Magnetscheibe **18**. Ebenfalls eingezeichnet sind die Lage der Abtriebswelle **16** und die Drehrichtung **24** des Rotors. Aus dem Stand der Technik sind Lösungen bekannt, bei denen die in einem Rotor eingebetteten Dauermagneten sowie die Elektromagneten des Stators mit ihren Längsachsen jeweils auf der Radiuslinie des Rotors liegen. Zur Verdeutlichung ist ein solcher Dauermagnet A und ein solcher Elektromagnet B in **Fig. 4** dargestellt. Hiervon unterscheidet sich die erfindungsgemäße Lösung dadurch, daß sowohl Dauermagneten **19** als auch Elektromagneten **23** gegen die Drehrichtung **24** des Rotors **14** gekippt sind. Mit anderen Worten schließt die Längsachse **25** eines Dauermagneten **19** mit der Radiuslinie **26** des Rotors **14** einen Lagewinkel $\alpha \approx 86^\circ$ ein und die Längsachse **27** des Elektromagneten **23** schließt mit der Radiuslinie **26** des Rotors **14** einen Lagewinkel $\beta \approx 8^\circ$ ein. Der Abstand a derjenigen Kante des Elektromagneten **23**, die von dem Dauermagneten **19** bei einer Bewegung in Drehrichtung **24** zuerst passiert wird, zu der Rotoroberfläche **22** ist somit geringer als

der Abstand b der gegenüberliegenden Kante des Elektromagneten **23**, die von dem Dauermagneten **19** bei einer Bewegung in Drehrichtung **24** als zweites passiert wird.

[0033] Vorzugsweise ist die vordere Kante etwa 1 mm und die hintere Kante etwa 4 mm von der Rotoroberfläche **22** entfernt. Außerdem ergibt sich durch die Schrägstellung des Dauermagneten **19** eine unregelmäßige Dauermagnetenform mit einer verlängerten Außenkante **28**, wodurch es an dieser Stelle zu einer Konzentration der Magnetfeldlinien oder anders ausgedrückt zu einer Bündelung und Verstärkung des Magnetfeldes kommt, die im Rahmen der Erfindung vorteilhaft genutzt wird.

[0034] **Fig. 5** zeigt die Anordnung der drei Dauermagneten **23** und der drei Elektromagneten **19** einer Magnetscheibe **18**. Die in dem Rotor **14** eingebetteten Dauermagneten **23** sind um $\varepsilon = 120^\circ$ versetzt zueinander angeordnet. Die Elektromagneten **19** des Stators **15** sind ebenfalls um $\varepsilon = 120^\circ$ versetzt zueinander angeordnet.

[0035] Der Aufbau der Magnetwalze aus drei Magnetscheiben **18** wird aus **Fig. 6** deutlich. Dabei sind die drei Magnetscheiben A, B, C in einer Art Explosionsdarstellung auf der Drehachse **29** abgebildet. Die einzelnen Dauermagneten A1, A2, A3 bzw. B1, B2, B3 bzw. C1, C2, C3 der jeweiligen Magnetscheiben A, B, C sind wie in **Fig. 5** gezeigt, um 120° versetzt zueinander in den Magnetscheiben **18** eingebettet. Die einzelnen Magnetscheiben A, B, C wiederum sind derart versetzt zueinander angeordnet, daß die Dauermagneten A1 und B1 sowie A2 und B2 sowie A3 und B3 um jeweils 40° zueinander versetzt sind. Darüber hinaus sind auch die Dauermagneten B1 und C1 sowie B2 und C2 sowie B3 und C3 und ebenfalls die Dauermagneten C3 und A1 sowie C1 und A2 sowie C2 und A3 um jeweils 40° zueinander versetzt angeordnet.

[0036] In den **Fig. 7** und **Fig. 8** ist die Anordnung eines ausgewählten Dauermagnet-Elektromagnet-Paares zu einem ersten und einem zweiten Zeitpunkt dargestellt. Anhand dieser Figuren soll das Arbeitsprinzip der Erfindung erläutert werden.

[0037] Zu einem bestimmten Zeitpunkt bewegt sich ein in dem Rotor **14** eingebetteter Dauermagnet **19** auf einen Elektromagneten **23** des Stators **15** zu. Diese Situation ist in **Fig. 7** abgebildet. Sobald die erste Außenkante **31** des Elektromagneten **23** die Mitte der Stirnseite **21** des Dauermagneten **19** überschritten hat, wird der Elektromagnet **23** gezündet und das Magnetfeld des Elektromagneten **23** aufgebaut. Mit anderen Worten wird das Magnetfeld des Elektromagneten **23** erst dann erzeugt, wenn 51 Prozent der Dauermagnetenoberfläche überstrichen wurden. Damit wird verhindert, daß sich der Dauermagnet **19**

entgegen der gewünschten Drehrichtung **24** dreht und die Magnetscheibe **18** abgebremst wird. Durch die Schrägstellung des Elektromagneten **23** wird sichergestellt, daß der Dauermagnet **19** nur mehr in eine Richtung abgestoßen werden kann. Die Längsachse **25** des Dauermagneten **19** schließt mit der Längsachse **27** des Elektromagneten **23** zu diesem Zeitpunkt einen Effektivwinkel Θ_1 von ca. 40° ein.

[0038] Nach dem Zünden des Elektromagneten **23** vergeht eine gewisse Zeit, vorzugsweise etwa 4 ms, bis sich das Magnetfeld des Elektromagneten **23** vollständig aufgebaut hat. Während dieser Zeit bewegt sich der Rotor **14** in Drehrichtung **24** weiter. Passiert die Dauermagnetaußenkante **28** die erste Außenkante **31** des Elektromagneten **23**, ist das Magnetfeld etwa zu 50 Prozent aufgebaut. Der Dauermagnet **19** wird nun bereits ein wenig abgestoßen und in Richtung Mitte des Elektromagneten **23** befördert. Wenn sich die Dauermagnetaußenkante **28** etwa in der Mitte des Elektromagneten **23** befindet, ist das Magnetfeld des Elektromagneten **23** vollständig aufgebaut, vgl. **Fig. 8**. Dies ist nach etwa 4 ms der Fall. In dieser Situation trifft somit das maximale Magnetfeld des Elektromagneten **23** auf das maximale Magnetfeld des Dauermagneten **19** an dessen geometrische „Spitze“. Durch Wechselwirkung des permanenten Magnetfeldes des Dauermagneten **19** mit dem kurzzeitigen Magnetfeld des Elektromagneten **23** kommt es in dieser Phase zu einer größtmöglichen Abstoßung des Dauermagneten **19** von dem Elektromagneten **23** und damit zum Antrieb des Magnetmotors **12**. Die Schrägstellung des Elektromagneten **23** trägt dabei wesentlich zur Kraftübertragung auf den Rotor **14** bei. Die Längsachse **25** des Dauermagneten **19** schließt mit der Längsachse **27** des Elektromagneten **23** zu diesem Zeitpunkt einen Effektivwinkel Θ_2 von ca. 26° ein. Aufgrund der Schrägstellung des Dauermagneten **19** und des Elektromagneten **23** ist eine zusätzliche Abstoßung auch noch dann wirksam, wenn die Dauermagnetaußenkante **28** die zweite Außenkante **32** des Elektromagneten **23** bereits passiert hat.

[0039] In **Fig. 9** ist der Aufbau einer Stromerzeugungseinheit **1** schematisch abgebildet. Dabei wird vereinfacht davon ausgegangen, daß der Magnetmotor **12** lediglich eine einzige Magnetscheibe **18** aufweist. Es ist also lediglich die Ansteuerung für eine Magnetscheibe **18** dargestellt. Anhand von **Fig. 9** wird nachfolgend die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Magnetmotors **12** näher erläutert.

[0040] Der Stromgenerator **13** mit Gleichrichter ist über die Abtriebswelle **16** mit dem Rotor **14** des Magnetmotors **12** verbunden. Die dem Rotor **14** zugeordneten Elektromagneten **23** des Stators **15** sind mit einer elektronischen Steuerung **33** verbunden. Diese elektronische Steuerung **33** dient ebenfalls zur Ansteuerung der hier nicht dargestellten Elektromagne-

ten **18** der zwei weiteren Magnetscheiben **18** über Steuerleitungen **34** und **35**. Die Steuerung **33** ist mit einer Batterie **36** verbunden. Diese dient für den Startvorgang des Magnetmotors **12**. Als Batterie **36** hat sich eine 12V- oder 24V-Kfz-Batterie bewährt, wie sie im Handel erhältlich ist. Die Batterie **33** ist mit der Stromgenerator **13** über ein Ladegerät **37** verbunden, das die Batterie **36** permanent wieder auflädt, so daß stets die volle Batterieleistung zur Verfügung steht.

[0041] Im Betrieb wird der Magnetmotor **12**, insbesondere die Steuerung **33** und die Elektromagneten **23**, direkt von dem Stromgenerator **13** mit Strom versorgt. Hierfür dient eine nicht weiter dargestellte elektronische Steuerung, welche die direkte Stromversorgung unmittelbar nach dem Startvorgang sicherstellt. Dadurch wird die Batterie **36** geschont, wodurch sich deren Lebenszeit gegenüber einem Dauerbetrieb deutlich verlängert.

[0042] Der Rotor **14** dreht sich im Normalbetrieb mit etwa 1500 U/min. Das bedeutet, daß die zum Einsatz kommenden Elektromagneten **23** des Stators **15** in der Lage sein müssen, das gewünschte Magnetfeld innerhalb von etwa 4 ms aufzubauen, um die gewünschte Abstoßung zu erreichen und den Magnetmotor **12** anzutreiben. Zu diesem Zweck werden die Elektromagneten **23** innerhalb von Mikrosekunden mit einem Stromstoß versorgt. Hierfür kommt eine handelsübliche Zündspule **38** zum Einsatz, wie sie aus Kraftfahrzeugen bekannt ist. Erfindungsgemäß ist jeder Magnetscheibe **18** eine solche Zündspule **38** zugeordnet. Die Zündspule **38** ist mit den Elektromagneten **23** über einen Stromkreis **39** verbunden. Die Versorgung der Zündspule **38** erfolgt über die Batterie **36**. Mit einem solchen Aufbau ist es möglich, für eine kurze Zeit einen kräftigen Stromstoß zu erzeugen. Je nach Konfiguration des Magnetmotors **12** kommen Stromstöße mit beispielsweise ca. 20kV und 400A zum Einsatz. Bei der Verwendung von Elektromagneten **23** mit unterschiedlichen Eisenplatten sind auch Stromstöße mit beispielsweise ca. 600V und 60A ausreichend.

[0043] Damit es bei einer Bewegung des Rotors **14** mit 1500 U/min nicht zu einer ungewünschten Überlagerung der Magnetfelder der Elektromagneten **23** mit den Magnetfeldern der nächstfolgenden Dauermagneten **18** des Rotors **14** kommt, müssen die Magnetfelder der Elektromagneten **23** innerhalb kürzester Zeit, vorzugsweise innerhalb von etwa 4 ms wieder zerstört werden. Hierzu wird ein Umrichterelement **41** verwendet, das zwischen Zündspule **38** und Elektromagneten **23** angeschlossen wird, und mit dessen Hilfe ein Stromstoß in entgegengesetzter Richtung in die Elektromagneten **23** geleitet wird. Dadurch wird das durch die Elektromagneten **23** gerade erzeugte Magnetfeld, bzw. Reste dieses Magnetfeldes, welche aufgrund einer verbliebenen Restspan-

nung bestehen, wieder aufgehoben bzw. zerstört. Durch das Umrichterelement **41** findet mit anderen Worten ein Wechsel der Stromrichtung statt. Je nachdem, wie die Elektromagneten **23** aufgebaut sind und welche Restspannungen noch vorhanden sind, ist das verwendete Umrichterelement **41** zur Erzeugung eines gleich großen oder auch eines deutlich geringeren Stromstoßes ausgelegt. So ist beispielsweise die Restspannung bei Verwendung eines aus Eisenplatten aufgebauten Eisenkerns geringer als bei Verwendung eines Elektromagneten **23** mit Weicheisenkern.

[0044] Zur Erzeugung eines elektrischen Stromes von 220 Volt und 50 Hz durch den Stromgenerator **13** wird in dem Magnetmotor **12** eine Rotordrehzahl von 1500 U/min benötigt. Das bedeutet, daß sich die Magnetscheibe **25** mal pro Sekunde dreht. Da jede Magnetscheibe **18** drei Dauermagneten **19** aufweist, muß das Magnetfeld der Elektromagneten **23** pro Sekunde **75** mal aufgebaut und auch **75** mal pro Sekunde wieder abgebaut werden.

[0045] Eine derartige Anzahl von Schaltvorgängen würde nicht nur in sehr kurzer Zeit eine enorme Materialermüdung aller beteiligten Bauteile bedeuten. Zugleich ergäbe sich auch eine starke Hitzeentwicklung, was zu einer Abschwächung der Magnetfelder des Elektromagneten **23** führen würde. Die erforderliche Kühlung des Magnetmotors **12** würde den Betrieb des Magnetmotors **12** unwirtschaftlich machen.

[0046] Erfindungsgemäß ist daher zur Ansteuerung der Elektromagneten **12** einer Magnetscheibe **18** eine zweite Zündspule **42** vorgesehen. Diese zweite Zündspule **42** dient dazu, in den Elektromagneten **23** ein Magnetfeld zu erzeugen, das im Vergleich zu dem durch die ersten Zündspule **38** erzeugten „starken“ Magnetfeld „schwach“ ist. Mit Hilfe dieses schwachen Magnetfeldes wird der jeweils nächste Dauermagnet **19** am „Anhalten“ an den Eisenkernen der Elektromagneten **23** gehindert. Mit anderen Worten kommt die zweite Zündspule **42** dann zum Einsatz, um die Umdrehung der Magnetscheibe **18** aufrecht zu erhalten, wenn nicht unmittelbar die gesamte Kraft der starken Abstoßung für die Energieerzeugung benötigt wird.

[0047] Für die zweite Zündspule **42** sind zwei Stromkreise vorgesehen. Ein erster, „schwacher“ Stromkreis **43** (mit strichpunktierten Linien dargestellt) dient zur Ansteuerung der Elektromagneten **23**, wenn die vorbeilaufende Dauermagneten **19** mit Hilfe eines schwachen Magnetfeldes an einem „Anhalten“ an den Eisenkernen der Elektromagneten **23** gehindert werden sollen. Ein zweiter Stromkreis **44** der zweiten Zündspule **42** wird bei gleicher Stromstärke mit einer höheren Ampereanzahl als der erste Stromkreis **43** betrieben. Bei Verwendung des zweiten Stromkreises **44** wird daher von den Elektromag-

neten **23** ein stärkeres Magnetfeld erzeugt als bei der Verwendung des ersten Stromkreises **43** der zweiten Zündspule **42**. Dieser zweite Stromkreis **44** dient zur Ansteuerung der Elektromagneten **23**, wenn ein leichter Antrieb der Dauermagneten **19** bzw., falls erforderlich, eine Abbremsung der Dauermagneten **19** erforderlich ist.

[0048] Durch die Verwendung von zwei Zündspulen **38**, **42** und drei Stromkreisen **39**, **43**, **44** pro Magnetscheibe **18** ist gewährleistet, daß die Materialbeanspruchung sehr gering ist und eine Lebensdauer aller elektrischen Teile von mehreren Jahren prognostiziert werden kann. Insbesondere werden extreme Belastung der ersten Zündspule vermieden. Dadurch wird die Funktion und Betriebsfähigkeit des Magnetmotors für lange Zeit sichergestellt.

[0049] Ein typischer Ablauf wird nachfolgend beschrieben: Nach dem Aufbau und Abbau eines Magnetfeldes durch einen Elektromagneten **23** zieht der nächstfolgende Dauermagnet **19** den Eisenkern dieses Elektromagneten **23** an. Befindet sich der Dauermagnet **19** genau unter dem Elektromagneten **23**, dann würde man, um diesen Dauermagneten **19** wieder von dort wegzubringen, eine Kraft in einer Größenordnung benötigen, wie sie zuerst durch die Abstoßung erzeugt wurde. Die oben beschriebene erste Zündspule **38** (zur Erzeugung des „starken“ Magnetfeldes) hätte nicht mehr die Zeit, auch nur ein schwaches Magnetfeld zu erzeugen, damit der nächste Dauermagnet **19** nicht an dem Eisenkern des Elektromagneten **23** anhält, sondern an diesem vorbeiläuft. Der ersten Zündspule **38** würde lediglich ein Zeitraum von etwa 1,1 bis maximal 1,5 ms verbleiben, um ein solches schwaches Magnetfeld aufzubauen. Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch die Verwendung der zweiten Zündspule **42** gelöst. In dem Moment, wo sich das Magnetfeld des Dauermagneten **23** in dem Bereich der starken Anziehung (als ca. 51 Prozent über dem Eisenkern des Elektromagneten **23**) befindet, erzeugt die zweite Zündspule **42** ein ganz kleines Magnetfeld, welches nur zur Aufgabe hat sicherzustellen, daß sich der Dauermagnet **19** nicht an dem Eisenkern des Elektromagneten **23** festhält.

[0050] Das bedeutet, daß zunächst mittels der ersten Zündspule **38** ein starkes Magnetfeld mit 100 A oder mehr erzeugt wird, um den ersten Dauermagneten **19** abzustößen und eine kraftvolle Bewegung zu erzeugen. Dann wird mit der zweiten Zündspule **42** ein schwaches Magnetfeld erzeugt, welches den nächstfolgenden Dauermagneten **19** nur ganz leicht abstößt, so daß verhindert wird, daß sich dieser Dauermagnet **19** an dem Elektromagneten **23** festhält. Die zweite Zündspule **42** erzeugt hierfür einen Stromstoß mit vorzugsweise 20 kV und einer Stromstärke im Milliampere-Bereich.

[0051] Eine besondere Situation besteht dann, wenn von dem Stromgenerator **13** kein oder nur ein geringer Strom abgenommen wird. Der Magnetmotor **12** muß dann abgebremst werden. Dies erfolgt erfindungsgemäß mit Hilfe der zweiten Zündspule **42** unter Verwendung des zweiten Stromkreises **44** der zweiten Zündspule **42**. Damit kann einerseits bei einer nur geringem Stromabnahme die Drehbewegung durch kleine Strompulse aus dem zweiten Stromkreis **44** der zweiten Zündspule **42** aufrechterhalten werden. Andererseits kann, wenn die Rotorgeschwindigkeit zu hoch ist, durch ein vorzeitiges Aufbauen des Magnetfeldes der Elektromagneten **23** unter Verwendung des zweiten Stromkreises **44** der zweiten Zündspule **42** eine Abbremswirkung erzeugt werden. Unter einem vorzeitigen Aufbauen des Magnetfeldes wird dabei verstanden, daß das Magnetfeld der Elektromagneten **23** aufgebaut wird, bevor das Magnetfeld der Dauermagneten **19** die 51 Prozent des Eisenkernes der Elektromagneten **23** erreicht hat.

[0052] Bewegt sich die Magnetscheibe **18** im Leerlauf, wird nur der erste Stromkreis **43** der zweiten Zündspule **42** verwendet. Dadurch wird ein Festhalten der Dauermagneten **19** an dem Elektromagneten **23** verhindert.

[0053] Die Ansteuerung für eine Magnetscheibe **18** umfaßt zwei Zündspulen **38**, **42**, drei Elektromagnete **18** und ein Umrichterelement **41**. Da in dem gezeigten Beispiel drei Magnetscheiben **18** in Form einer Magnetwalze zum Einsatz kommen, sind die genannten Bauelemente dreifach vorhanden. Die Ansteuerung erfolgt durch die gemeinsame elektronischen Steuerung **33**. Diese ist vorzugsweise redundant ausgeführt. Zum Betreiben der Zündspulen sind weiterhin Impulsgeber bzw. Unterbrecher erforderlich, welche die Zündspulen mit Strom versorgen.

[0054] Nachfolgend wird die Steuerung **33** des Magnetmotors **12** beschrieben. Sämtliche im Zusammenhang mit der Ansteuerung des Magnetmotors **12** beschriebenen Vorgänge werden durch die Steuerung **33** vorzugsweise automatisch durchgeführt. Hierzu weist die Steuerung **33** vorzugsweise eine Datenverarbeitungseinheit auf, die zur Ausführung eines entsprechenden Datenverarbeitungsprogramms ausgebildet ist. Sämtliche Verfahrensschritte werden durch dieses Datenverarbeitungsprogramm initiiert, ausgeführt bzw. gesteuert, wenn es in der Datenverarbeitungseinheit abläuft.

[0055] Vorzugsweise ist die Steuerung **33** als speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ausgeführt.

[0056] Die Ansteuerung der Elektromagneten **23** unter Verwendung der ersten Zündspule **38** ist derart vorgesehen, daß innerhalb einer Zeitdauer von etwa 4 ms ein Magnetfeld von 135 kg aufgebaut wird. Mit diesem Magnetfeld werden die sich zu diesem Zeit-

punkt gegenüber den Elektromagneten **23** befindlichen Dauermagneten **19** abgestoßen. Anschließend wird das Magnetfeld der Elektromagneten **23** mit Hilfe des Umrichterelements **41** innerhalb einer Zeitdauer von etwa 6 ms wieder zerstört.

[0057] Die Ansteuerung der Elektromagneten **23** unter Verwendung der zweiten Zündspule **42** ist derart vorgesehen, daß diese eine ständig gleichbleibende Funktion des Magnetmotors **12** gewährleistet. Mit Hilfe der zweiten Zündspule **42** werden insbesondere geringe Geschwindigkeitsunterschiede zwischen der Ist- und der Sollgeschwindigkeit des Rotors **14** ausgeglichen. Bei diesen kleinen Geschwindigkeitsunterschieden handelt es sich einerseits um Abweichungen der Umdrehungsgeschwindigkeit nach unten, vorzugsweise bis zu einer Drehzahl von 1455 U/min (minus 3 Prozent). Andererseits handelt es sich bei diesen kleinen Geschwindigkeitsunterschieden um Abweichungen der Umdrehungsgeschwindigkeit nach oben, vorzugsweise bis zu einer Drehzahl von 1605 U/min (plus 7 Prozent). Innerhalb dieser Bereiche wird die zweite Zündspule **42** zur Ansteuerung der Elektromagneten **23** verwendet, um eine Beschleunigung bzw. eine Abbremsung des Rotors **14** und damit wieder die gewünschte Drehzahl von 1500 U/min zu erreichen.

[0058] Zur Ansteuerung der zweiten Zündspule **42** ist in der Steuerung **33** ein Ansteuerschema mit drei verschiedenen Arbeitsbereichen vorgesehen. In dem Ausführungsbeispiel ist das Ansteuerschema in fünfzehn Stufen unterteilt. Der erste Arbeitsbereich umfaßt die Stufe 1. Diese unterste Stufe ist dabei einer Ansteuerung zugeordnet derart, daß das von den Elektromagneten **23** erzeugte Magnetfeld eine Stärke aufweist, die verhindert, daß sich die Dauermagneten **19** an den Eisenkernen der Elektromagneten **23** festhalten. Ein Betrieb der Elektromagneten **23** in dieser Stufe dient also lediglich dazu, die Dauermagneten **19** so weit abzustößen, daß kein Anhalten an den Eisenkernen der Elektromagneten **23** möglich ist, sondern sich die Dauermagneten **19** störungsfrei an den Elektromagneten **23** vorbeibewegen können. Die Stufe 1 wird vorzugsweise erst dann gezündet, wenn die Dauermagneten **19** 51 Prozent der Eisenkerne der Elektromagneten **23** überschritten haben. Somit wird die Zugkraft während der Annäherung der Dauermagneten **19** an die Elektromagneten **23** noch ausgenutzt.

[0059] Der zweite Arbeitsbereich umfaßt die Stufen 2 bis 10. Diese Stufen entsprechen Magnetfeldern mit ansteigender Feldstärke. Die Stufen 2 bis 10 werden immer erst dann gezündet, wenn die erste Außenkanten **31** der Elektromagneten **23** 51 Prozent der Dauermagneten **19** passiert haben.

[0060] Der dritte Arbeitsbereich umfaßt die Stufen 11 bis 15. Diese Stufen entsprechen Magnetfeldern,

deren Feldstärken nochmals größer sind als bei den Stufen 2 bis 10. Diese Magnetfelder dienen der Abbremsung der Magnetscheibe **18**. Die oberste Stufe (Stufe 15), für deren Betrieb noch kein Umrichterelement **41** benötigt wird, ist einer Ansteuerung zugeordnet derart, daß das von den Elektromagneten **23** erzeugte Magnetfeld eine Stärke aufweist, welche die Drehbewegung der Magnetscheibe **18** aufrecht erhält und eine maximale Bremswirkung für den Magnetmotor **12** herbeiführt. Die Ansteuerung bei den Stufen 11 bis 15 erfolgt jedoch stets derart, daß sich das Magnetfeld zwischen den gebremsten Dauermagneten **19** und den nächstfolgenden Dauermagneten **19** wieder so weit abbaut, daß es nur eine geringe Bremswirkung gegenüber den nächstfolgenden Dauermagneten **19** hat.

[0061] Wenn der Magnetmotor **12** also zu langsam läuft, erfolgt eine Ansteuerung der Elektromagneten **23** mit einer der Stufen 2 bis 10, damit die Drehzahl von 1500 U/min wieder erreicht wird. Läuft die Magnetwalze zu schnell, erfolgt eine Ansteuerung mit einer der Stufen 11 bis 15, so daß der Magnetmotor **12** abgebremst wird. Zu welchem Zeitpunkt die Stufen 11 und 12 gezündet werden, hängt von dem gewünschten Abbremsseffekt ab. Soll lediglich eine kleine Verzögerung eintreten, wird kurz vor Eintritt der Dauermagneten **19** gezündet. Ist eine sehr große Verzögerung gewünscht, kann das Zünden bereits erfolgen, kurz nachdem die Dauermagneten **19** die Elektromagneten **23** verlassen haben.

[0062] Die Stufen 13 bis 15 werden bereits dann gezündet, wenn die vorhergehenden Dauermagnete **19** das Magnetfeld der Elektromagneten **23** verläßt, damit das Magnetfeld voll aufgebaut ist und somit seine volle Bremswirkung einsetzt, wenn die abzubremsenden Dauermagneten **19** das Magnetfeld der Elektromagneten **23** erreichen.

[0063] Die oben beschriebenen Stufen 2 bis 15 des Ansteuerschemas werden also geschaltet, wenn ein am Stator **15** vorgesehener Wegstreckenmesser (nicht abgebildet) eine Drittelumdrehung des Rotors **14** gemessen hat und eine Korrektur bei der Drehgeschwindigkeit des Magnetmotors **12** erforderlich ist. Zur Erfassung der Rotorbewegung sind auf der Magnetscheibe **18** drei Kontrollpunkte **45** angebracht, vgl. **Fig. 5**. Entsprechend der Ergebnisse des Wegstreckenmessers entscheidet die elektronische Steuerung **33**, ob die erste Zündspule **38** oder die zweite Zündspule **42** zur Ansteuerung der Elektromagneten **23** verwendet wird und, bei Verwendung der zweiten Zündspule **42**, welche Stufe des Ansteuerschemas zur Anwendung kommt. Die Kontrollpunkte **45** auf der Magnetscheibe **18** befinden sich in Drehrichtung **24** immer kurz vor den Dauermagneten **19**, so daß die elektronische Steuerung **33** ausreichend Zeit hat, die erforderliche Ansteuerung auszuwählen.

[0064] Um einen möglichst gleichmäßigen Antrieb des Rotors **14** zu erreichen, ist die Ansteuerung der Elektromagneten **23** derart vorgesehen, daß stets alle Elektromagneten **23** einer Magnetscheibe **18** gleichzeitig gezündet werden. Zu diesem Zweck werden alle einer Magnetscheibe **18** zugeordneten Elektromagneten **23** durch eine einzige Zündspule **38** oder **42** versorgt.

[0065] Die Zündung der Elektromagneten **23** benachbarter Magnetscheiben **18** erfolgt nacheinander. Wird beispielsweise für eine Beschleunigung des Rotors **14** die Stufe 8 benötigt, dann zünden gleichzeitig alle drei Elektromagneten **23** der ersten Magnetscheibe **18** mit einer Ansteuerung entsprechend der Stufe 8, wenn 51 Prozent der Dauermagnetoberfläche überschritten werden. Anschließend schalten gleichzeitig die drei Elektromagneten **23** der zweiten Magnetscheibe **18** und im Anschluß daran die drei Elektromagneten **23** der dritten Magnetscheibe **18**.

[0066] Ein stufenloser Aufbau der Kraft wird also dadurch erreicht, daß die Elektromagneten **23** benachbarter Magnetscheiben **18** nacheinander zünden. Dabei wird eine bestimmte Abfolge eingehalten, wie nachfolgend beschrieben: Unterteilt man den Rotor **14** in drei Kreissegmente entsprechend der Lage der Dauermagneten **19**, dann zünden die drei der ersten Magnetscheibe **18** zugeordneten Elektromagneten **23**, wenn ein ausgewählter Elektromagnet **23** in das erste Drittel der Magnetscheibe **18** eindringt. Dreht sich der Rotor **14** bis zum zweiten Drittel weiter, zünden die der zweiten Magnetscheibe **18** zugeordneten drei Elektromagneten **23**, dreht sich der Rotor **14** bis zum dritten Drittel weiter, dann zünden die der dritten Magnetscheibe **18** zugeordneten drei Elektromagneten **23**. Die Zündzeitpunkte sind mit anderen Worten ebenfalls um 120° zueinander versetzt.

[0067] Die Ansteuerung erfolgt u.a. unter Beachtung der nachfolgend angegebenen Regeln: Wenn die erste Zündspule **38** einen Elektromagneten **23** mit Strom versorgt und das Umrichterelement **41** das Magnetfeld wieder zerstört hat, setzt die Ansteuerung für die zweite Zündspule **42** für zwei Stromimpulse (eine Umdrehung) aus. Damit wird erreicht, daß die erzeugte Drehbewegung störungsfrei auf den Stromgenerator **13** übertragen werden kann. Mit anderen Worten erfolgt nach einem starken Strompuls für eine ganze Umdrehung eine Ansteuerung der Elektromagneten **23** mit Stufe 1, so daß sich die Dauermagneten **19** nicht an den Eisenkernen der Elektromagneten **23** festhalten können.

[0068] Ist diese Umdrehung vorbei, entscheidet die elektronische Steuerung **33** aufgrund der Messergebnisse des Wegstreckenmessers, ob und mit welchen Steuerungsstufen 1 bis 15 die zweite Zündspule **42** eingesetzt werden soll oder ob die erste Zündspule **38** noch einmal eingesetzt wird.

[0069] Wird während dieser Umdrehung festgestellt, daß sich der Rotor **14** zu langsam dreht, dann wird die erste Zündspule **38** noch einmal aktiviert. Bei der Auswertung der Meßergebnisse des Wegstreckenmessers werden die Ergebnisse derjenigen beiden Kontrollpunkte **45**, an denen der Wegstreckenmesser vorbeigelaufen ist, nicht vernachlässigt. Mit anderen Worten werden die Ergebnisse des Wegstreckenmessers weiter ausgewertet.

[0070] Insbesondere, wenn gerade eine Abnahme der höchstmöglichen Strommenge erfolgt, ist es unter Umständen erforderlich, daß sogar während dieser einen Umdrehung noch eine oder sogar zwei Schaltungen der ersten Zündspule **38** erfolgt. Die oben genannte Regel, wonach während dieser Umdrehung die zweite Zündspule **42** auf Stufe 1 gesetzt ist, wird dann außer Kraft gesetzt. Statt dessen wird noch einmal die erste Zündspule **38** zur Ansteuerung der Elektromagneten **23** für die Abstoßung der nächstfolgenden Dauermagneten **19** verwendet. Dadurch wird während dieser Umdrehung eine zu niedrige Umdrehungsgeschwindigkeit ausgeglichen.

[0071] Einer zu hohen Umdrehungsgeschwindigkeit wird nur dann entgegengewirkt, wenn die Abweichung 7 Prozent überschreitet. Auch hier kann der Fall auftreten, daß genau nach der Ansteuerung der Elektromagneten **23** mit der ersten Zündspule die Energieabnahme durch die elektrischen Verbraucher endet und somit die bereitgestellte Rotationsenergie nicht mehr benötigt wird.

[0072] In diesem Fall, d. h. bei einer Abschaltung aller Verbraucher, befindet sich der Magnetmotor **12** in seiner Leerlaufstellung. Alle Elektromagneten **23** des Rotors **14** werden dann mit Stufe 1 angesteuert, damit sich die Dauermagneten **19** nicht an den Eisenkernen der Elektromagneten **23** festhalten.

[0073] Aufgrund der Anordnung der Kontrollpunkte **45** auf der Magnetwalze kann mit Hilfe der Messungen des Wegstreckenmessers eine sehr präzise Ansteuerung der Elektromagneten **23** erfolgen. Während des Betriebs des Magnetmotors **12** mißt der Wegstreckenmesser die Wegstrecke zwischen denjenigen Kontrollpunkten **45**, die dem ersten und dem zweiten Dauermagneten **19** zugeordnet sind. Stellt nun der Wegstreckenmesser fest, daß die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rotors **14** zu groß ist, wird durch die Steuerung **33** unter Auswertung der Geschwindigkeit ein optimaler Zündzeitpunkt zum Abbremsen des Magnetmotor **12** ermittelt. Dies soll nachfolgend an einem Beispiel beschrieben werden: Bei normalem Lauf mit einer Drehzahl von 1500 U/min beträgt die von dem Wegstreckenmesser ermittelte Zeitdauer von einem ersten Kontrollpunkt **45** bis zu einem zweiten Kontrollpunkt **45** 13,33 ms. Beträgt nun die ermittelte Zeitdauer nur 10 ms, läuft der Magnetmotor **12** also zu schnell, dann schaltet die

Steuerung **33** zum Abbremsen des Rotors **14** zum Beispiel auf die Stufe 12. Beträgt jedoch die ermittelte Zeitdauer beispielsweise 16 ms, läuft der Magnetmotor **12** also zu langsam, dann schaltet die Steuerung **33** zum Beispiel auf die Stufe 7, um den Rotor **14** mittels eines kleinen Strompulses zu beschleunigen. Beträgt die ermittelte Zeitdauer genau 13,33 ms, dann schaltet die elektronische Steuerung **33** auf die Stufe 1, damit die Dauermagneten **19** an dem Elektromagneten **23** ungehindert vorbeilaufen können.

[0074] Abschließend wird ein Gesamtablauf beschrieben: Nach dem Starten des Magnetmotors **12** läuft dieser im Leerlauf mit 1500 U/min. Wird von dem Stromgenerator **13** Strom durch einen Verbraucher abgenommen, sendet die erste Zündspule **38** den drei Elektromagneten **23** der ersten Magnetscheibe **18** einen starken Stromimpuls, damit eine starke Abstoßung erfolgen kann. Anschließend werden die Elektromagneten **23** der zweiten und der dritten Magnetscheibe **18** gezündet. Dadurch wirkt auf den Rotor **14** eine gleichbleibende Kraft, die mit Hilfe der Abtriebswelle **16** auf den Stromgenerator **13** übertragen wird.

[0075] Nimmt die Stromabnahme zu, verringert sich die Drehgeschwindigkeit des Rotors **14**. Das elektronische Steuerungssystem **33** erkennt mit Hilfe des Wegstreckenmessers, daß die zuletzt gemessene Wegstrecke zu langsam zurückgelegt wurde. Gleichzeitig entscheidet das elektronische Steuerungselement **33** aufgrund der vergangenen Zeit, welche der beiden Zündspulen **38** oder **42** und welche der Ansteuerungs-Stufen 1 bis 15 verwendet werden müssen, um eine Drehzahl von 1500 U/min aufrecht zu erhalten.

[0076] Bei sehr starker Stromabnahme wird die erste Zündspule **38** nicht nur einmal, sondern zweimal oder mehrmals hintereinander gezündet, damit die Drehzahl von 1500 U/min aufrechterhalten wird. Das Umrichterelement **41** dient dabei zum schnellen Abbau der durch die Elektromagneten **23** erzeugten Magnetfelder. Die elektronische Steuerung **33** kontrolliert dabei permanent die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rotors **14**.

[0077] Bei einem plötzlichen Abfall der Stromabnahme wird bei den nächstfolgenden Dauermagneten **19** bereits wieder die zweite Zündspule **42** eingesetzt, wobei die Ansteuerung mit der Stufe 1 erfolgt, um ein Anhaften an den Eisenkernen der Elektromagneten **23** zu verhindern. Wenn sich der Rotor **14** zu schnell bewegt, kann alternativ zu der Stufe 1 auch ein Abbremsen erfolgen.

[0078] Nach jeder Zündung der ersten Zündspule **38** schaltet die elektronische Steuerung **33** automatisch für das Vorbeibewegen der nächsten zwei Dauermagneten **19** auf die Stufe 1, damit die Bewe-

gungsenergie des Rotors **14** ungestört auf den Stromgenerator **13** übertragen werden kann. Mit anderen Worten wird nach jeder Zündung der ersten Zündspule **38** automatisch eine Serie von zweimal Stufe 1 bei allen drei Magnetscheiben **18** geschaltet. Mit der Anwendung der Stufe 1 wird die Übertragung der Energie auf den Stromgenerator **13** nicht verhindert oder geschwächt, da die Dauermagneten **19** nur am „Anhalten“ an den Eisenkernen der Elektromagneten **23** gehindert werden und somit einen freien Lauf haben.

[0079] Gleichzeitig wird mit Hilfe des Wegstreckenmessers ständig die Geschwindigkeit des Rotors **14** ermittelt (auch während des so genannten „Leerlaufes“ nach dem Zünden der ersten Zündspule **38**). Wenn das Zünden der ersten Zündspule **38** für die geforderte Geschwindigkeit nicht ausreicht, weil sehr viel Strom abgenommen wird, wird auch bei dem nächsten Dauermagneten **19** die erste Zündspule **38** und das Umrichterelement **41** eingesetzt. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit um mehr als 3 Prozent abnimmt. Wenn die Drehzahl den Sollwert von 1500 U/min um 7 Prozent übersteigt, wird von der elektronischen Steuerung ein Abbremsmanöver eingeleitet.

[0080] Die nächstfolgenden Dauermagneten **19** nach der Zündung einer ersten Zündspule **38** werden stets mit Stufe 1 angesteuert, da die Zeit für den Aufbau eines starken Magnetfeldes nicht ausreicht. Im einzelnen geschieht folgendes: Zuerst schalten die drei der ersten Magnetscheibe **18** zugeordneten Elektromagneten **23** und leiten die Zerstörung der Magnetfelder mit Hilfe des Umrichterelementes **41** ein. Dann schalten die drei der zweiten Magnetscheibe **18** zugeordneten Elektromagneten **23** und leiten die Zerstörung der Magnetfelder mit Hilfe des ihnen zugeordnete zweiten Umrichterelements **41** ein. Schließlich schalten die drei der dritten Magnetscheibe **18** zugeordneten Elektromagneten **23** und leiten die Zerstörung der Magnetfelder mit Hilfe des dritten Umrichterelements **41** ein.

[0081] Bei einem Ansteuern der Elektromagneten **23** mit der Stufe 1 kann auch festgestellt werden, ob man im nächsten Schritt die erste Zündspule **38** noch einmal benötigt. Würde nur ganz kurzfristig viel Strom abgenommen werden, dann wäre ein unmittelbar folgender Einsatz der ersten Zündspule **38** nicht mehr erforderlich und die zweite Zündspule **42** wird für die nachfolgenden Ansteuervorgänge verwendet. Die elektronische Steuerung **33** ermittelt nun mit Hilfe des Wegstreckenmessers, wie lange der Rotor **14** benötigt, um die Wegstrecke zwischen dem zweiten Dauermagneten **19** und dem dritten Dauermagneten **19** zurückzulegen. Daraus ergibt sich, ob bei dem dritten Dauermagneten **19** die erste Zündspule **38** noch einmal eingeschaltet wird, oder ob bereits die zweite Zündspule **42** verwendet werden kann. Stellt die

elektronische Steuerung **33** fest, daß viel Strom abgenommen wird und die Drehgeschwindigkeit des Rotors **14** abfällt, erfolgt die Stromversorgung der Elektromagneten **23** wieder mit Hilfe der ersten Zündspule **38**. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis die Umdrehung zu schnell wird, da nicht mehr genügend Strom abgenommen wird, um den Rotor **14** zu bremsen. Dann erkennt die elektronische Steuerung **33** aufgrund des Wegstreckenmessers wieder, daß sich der Rotor zu schnell dreht und schaltet automatisch auf die zweite Zündspule **42** um, damit ein Abbremsen eingeleitet wird. Während des gesamten Betriebs, auch wenn nach dem Zünden der ersten Zündspule **38** eine Umdrehung „frei“ gehalten wird, werden stets alle Abstände und Wegstrecken zwischen den einzelnen Dauermagneten **19** erfaßt, damit durch entsprechende Korrekturen stets der geforderte Sollwert von 1500 U/min aufrecht erhalten werden kann. Im Normalbetrieb korrigiert die elektronische Steuerung **33** die Drehzahl mit Hilfe der zweiten Zündspule **42** und den Ansteuerungs-Stufen 1 bis 15.

Bezugszeichenliste

1	Stromerzeugungseinheit
2	Gehäuse
3	Laufgrad
4	Haltegriff
5	Vorderseite
6	Schalter
7	NOTAUS-Schalter
8	Anschlußsteckdose 220V
9	Anschlußsteckdose 380V
10	(frei)
11	Anzeigeelement
12	Magnetmotor
13	Stromgenerator
14	Rotor
15	Stator
16	Abtriebswelle
17	Anschlußleitung
18	Magnetscheibe
19	Dauermagnet
20	(frei)
21	Stirnseite
22	Rotoroberfläche
23	Elektromagnet
24	Drehrichtung
25	Dauermagnetlängsachse
26	Rotorradius
27	Elektromagnetlängsachse
28	Dauermagnetaußenkante
29	Drehachse
30	(frei)
31	erste Außenkante
32	zweite Außenkante
33	elektronische Steuerung
34	Steuerleitung der zweiten Magnetscheibe
35	Steuerleitung der dritten Magnetscheibe
36	Batterie

- 37 Ladegerät
- 38 erste Zündspule
- 39 Stromkreis
- 40 (frei)
- 41 Umrichterelement
- 42 zweite Zündspule
- 43 erster Stromkreis
- 44 zweiter Stromkreis
- 45 Kontrollpunkt

Schutzansprüche

1. Stromerzeugungseinheit (1) mit einem von einem Magnetmotor (12) angetriebenen Stromgenerator (13), wobei der Magnetmotor (12) einen Stator (15) und einen relativ zu dem Stator (15) bewegbaren Rotor (14) aufweist, und wobei der Stator (15) eine Anzahl Elektromagneten (23) und der Rotor (14) eine Anzahl Dauermagneten (19) umfaßt, deren gegensätzlich orientierte Magnetfelder derart aneinander vorbeigeführt werden, daß eine zwangsweise Abstoßung und damit eine Umwandlung in eine Drehbewegung des Rotors (14) erfolgt.

2. Stromerzeugungseinheit (1) nach Anspruch 1, mit einer Steuerung (33) zur Ansteuerung der Elektromagneten (23) derart, daß die Abstoßung ausschließlich in der gewünschten Bewegungsrichtung (24) erfolgt.

3. Stromerzeugungseinheit (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Elektromagneten (23) schräg zu dem Rotor (14) angeordnet sind.

4. Stromerzeugungseinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Dauermagneten (19) schräg zu der Rotoroberfläche (22) angeordnet sind.

5. Stromerzeugungseinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einer Zündspule (38) zur Ansteuerung der Elektromagneten (23) zum Erzeugen von Magnetfeldern.

6. Stromerzeugungseinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem Umrichterelement (41) zum Zerstören der Magnetfelder der Elektromagneten (23).

7. Stromerzeugungseinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einer zweiten Zündspule (42) zur alternativen Ansteuerung der Elektromagneten (23).

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

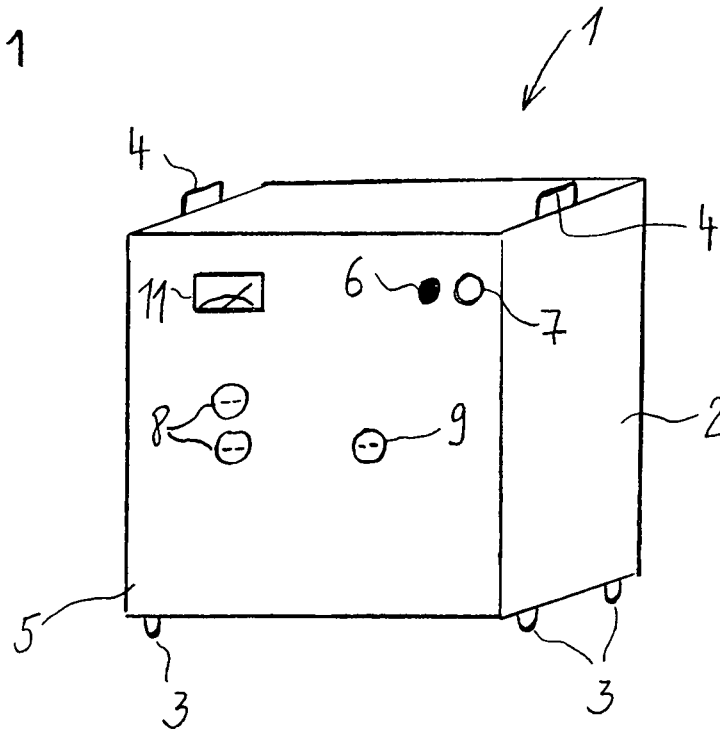


FIG. 2

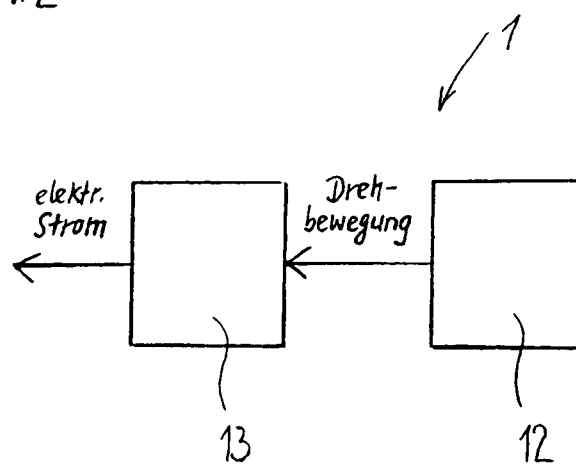


FIG. 3

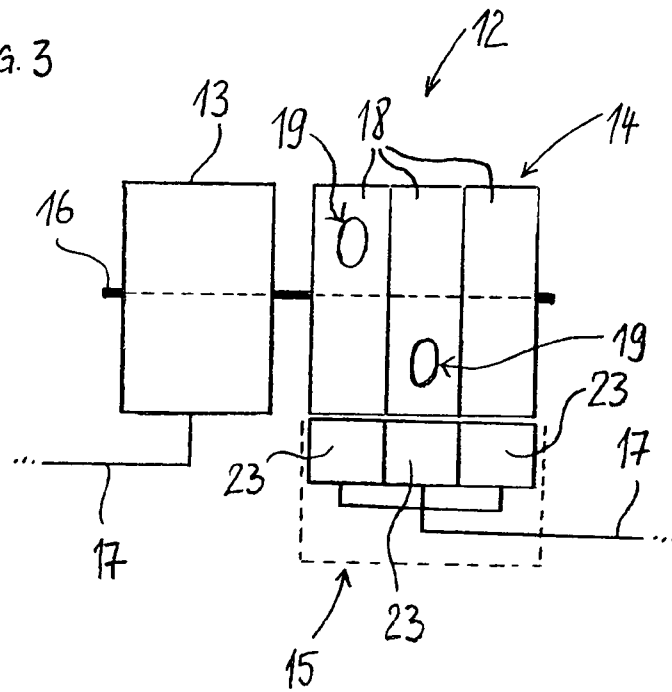


FIG. 4

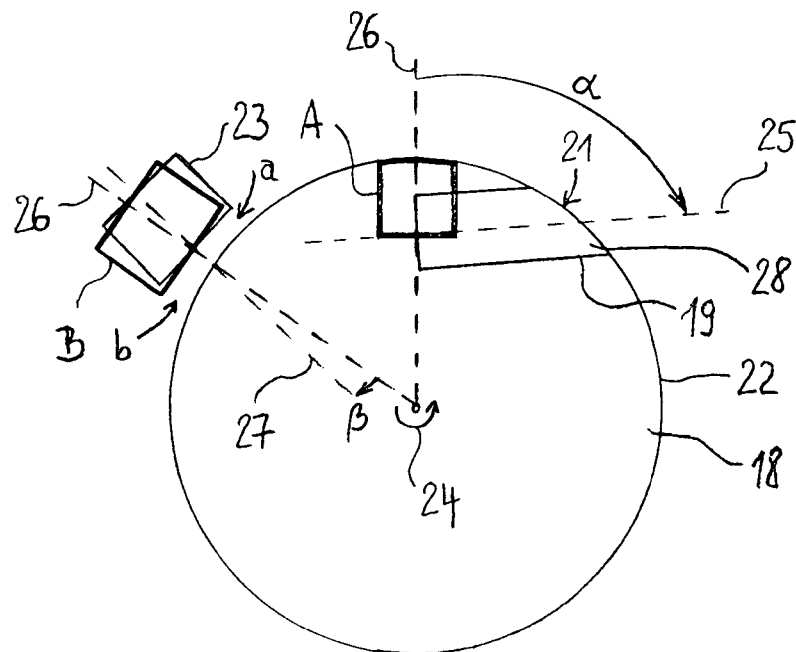


FIG. 5

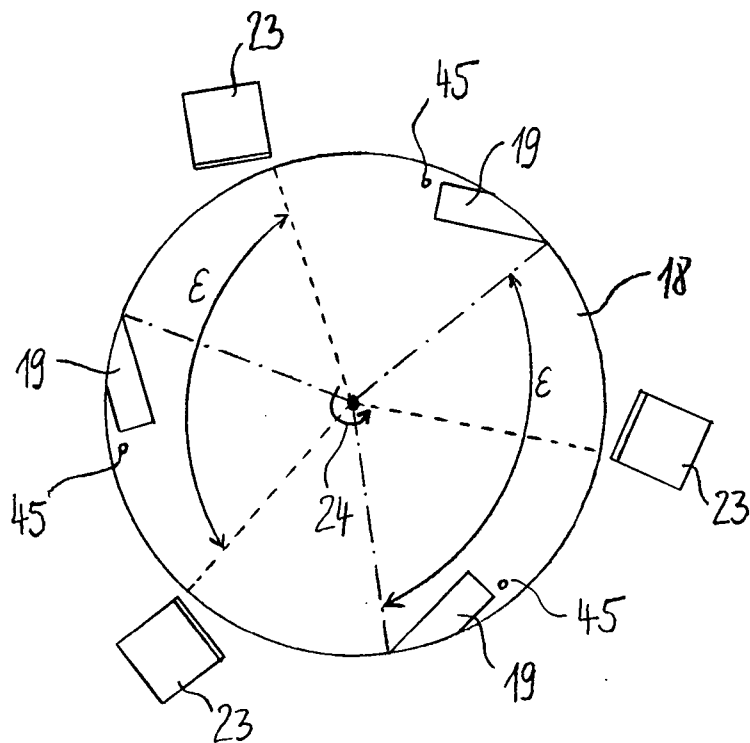


FIG. 6

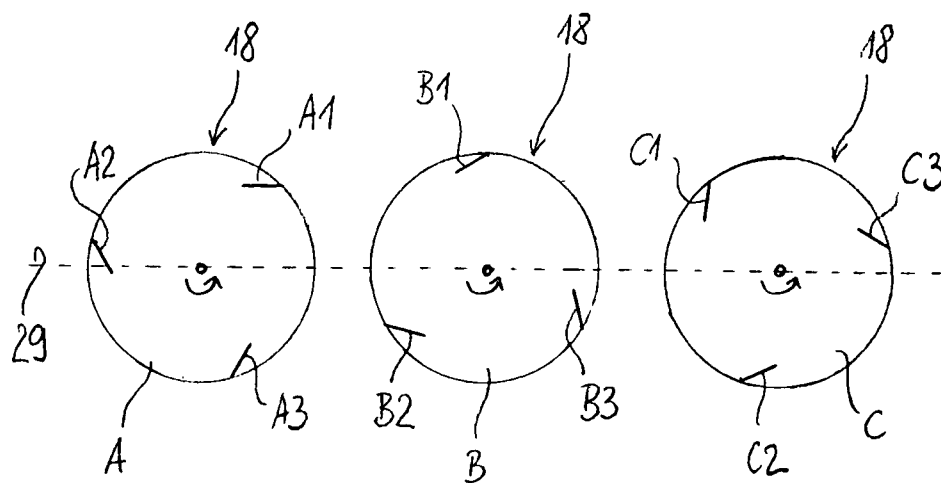


FIG. 7

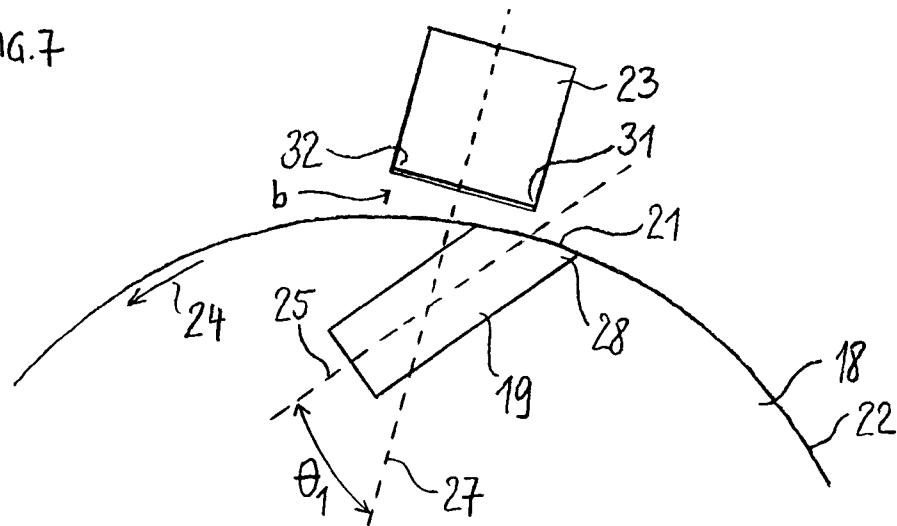


FIG. 8

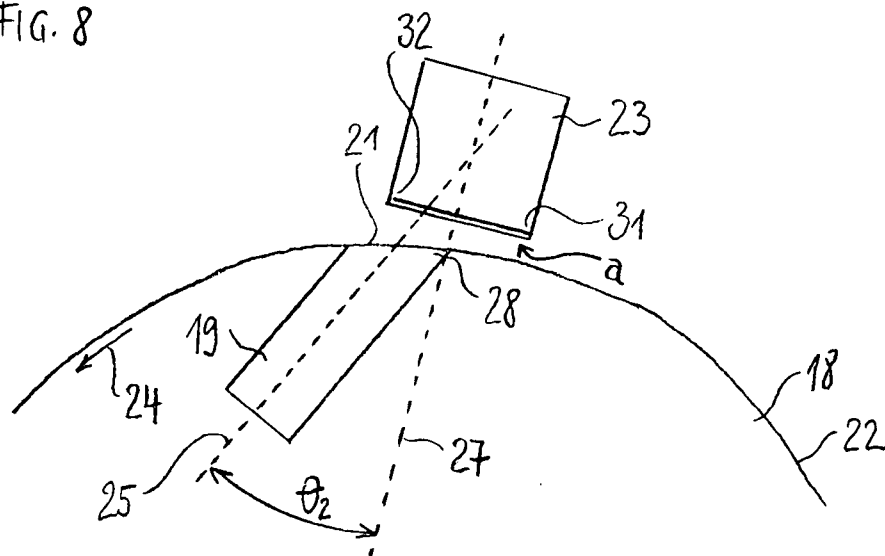


FIG. 9

