

SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 695 974 A5

(51) Int. Cl.: H02K 5/14 (2006.01)  
H02K 13/10 (2006.01)  
H01R 39/46 (2006.01)

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer: 01715/02

(22) Anmeldedatum: 15.10.2002

(24) Patent erteilt: 31.10.2006

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.10.2006

(73) Inhaber:  
Team Orion Europe S.A., Chemin du Pré-Fleuri 31  
1228 Plan-les-Quates (CH)

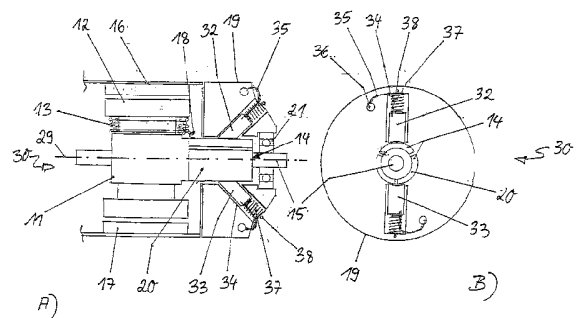
(72) Erfinder:  
Philippe Neidhart, 1233 Bernex (CH)

(74) Vertreter:  
Isler & Pedrazzini AG, Gotthardstrasse 53  
8023 Zürich (CH)

(54) **Gleichstrommotor mit Kollektor und Kohlebürsten.**

(57) Ein Gleichstrommotor (30) hat einen Rotor (11), welcher in einem Gehäuse (16) um eine Achse (29) drehbar gelagert ist und wenigstens eine Wicklung (13) aufweist, die über einen auf dem Rotor (11) angeordneten Kollektor (14) sowie auf dem Kollektor (14) aufsitzende Kohlebürsten (32, 33) in wechselnden Richtungen von aussen mit Gleichstrom beaufschlagt wird, wobei der Kollektor (14) mehrere auf einem Zylindermantel um die Achse (29) liegende, stromleitende Kollektorsegmente (20) umfasst und die Kohlebürsten (32, 33) relativ zum Kollektor (14) beweglich gelagert sind und durch Federdruck auf den Kollektor (14) gedrückt werden.

Bei einem solchen Motor wird die Leistung, insbesondere bei hohen Drehzahlen mit geringem Aufwand dadurch verbessert und die Funkenbildung dadurch verringert, dass Massnahmen getroffen sind, durch welche die Bewegung der Kohlebürsten (32, 33) entgegen dem Federdruck gedämpft wird, während die Bewegung der Kohlebürsten (32, 33) mit dem Federdruck weitgehend unbeeinflusst bleibt.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Technik von Gleichstrommotoren. Sie betrifft einen Gleichstrommotor gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein solcher Gleichstrommotor ist z.B. aus der WO-A1-01/69 760 oder der JP-A-7194 067 bekannt.

### Stand der Technik

[0003] Kleine, leistungsstarke Gleichstrommotoren mit hoher Drehzahl werden heute beispielsweise als Antrieb für batteriebetriebene Modell-Rennautos eingesetzt. Der beispielhafte Aufbau solcher Gleichstrommotoren aus dem Stand der Technik ist in Fig. 1 in vereinfachter Form ausschnittsweise wiedergegeben, wobei die Teilfigur 1A den Längsschnitt durch den Motor und die Teilfigur 1B die Draufsicht in Achsrichtung auf den Motorkopf zeigt. Der Gleichstrommotor 10 der Fig. 1 weist ein Gehäuse 16 mit an der Innenseite angeordneten Magneten 17 (der fixe Teil) auf, in dem ein Rotor 11 (der drehende Teil des Motors) um eine Achse 29 drehbar gelagert ist. Der Rotor 11 umfasst eine zentrale Welle 15, einen Anker 12 mit entsprechenden Wicklungen 13 und einen Kollektor 14 (von den Wicklungen ist der Einfachheit halber nur eine eingezeichnet).

[0004] Der Anker 12 besteht in bekannter Weise aus einem Material hoher magnetischer Permeabilität. Die Wicklungen 13 werden von einem elektrischen Strom durchflossen und erzeugen, wenn der Gleichstrommotor 10 mit Strom versorgt wird, ein magnetisches Feld, das mit den Magneten (Permanentmagneten) 17 am Gehäuse 16 wechselwirkt. Der Kollektor 14 besteht aus einzelnen stromleitenden Kollektorsegmenten 20, üblicherweise aus Metall, die voneinander isoliert und auf einer Zylindermantelfläche um die Achse 29 angeordnet sind. Die Kollektorsegmente 20 sind in vorgegebener Weise durch elektrisch leitende Verbindungen 18 elektrisch mit den Wicklungen 13 verbunden. Über den Kollektor werden Zeitdauer und Richtung des Stromflusses durch die Wicklungen 13 gesteuert, derart, dass die je nach Magnetfeldrichtung im Anker 12 und Polung der Magnete 17 anziehenden und abstossenden Kräfte den Rotor 11 in Drehung versetzen.

[0005] Das Gehäuse 16 des Gleichstrommotors 10 ist an beiden Enden mit Gleitlagern, Kugellagern 21 oder ähnlichen Lagern versehen, welche die zentrale Welle 15 des Rotors 11 führen. Weiterhin sind im Motorkopf 19, in welchem der Kollektor 14 untergebracht ist, gegenüberliegend sich in radialer Richtung erstreckende Bürstenschächte 24 angeordnet, in welchen Kohlebürsten 22, 23 geführt werden. Die Kohlebürsten 22, 23 können ihrem Namen gemäss aus Kohle bestehen. Sie können aber auch aus einem anderen Material als Kohle, insbesondere auch aus einer Materialmischung, z.B. aus Kohle, Graphit, Cu, Ag o.a., hergestellt sein. Die Kohlebürsten 22, 23 sitzen mit den inneren Enden auf dem Kollektor 14 auf und führen so den Strom vom starren Teil des Motors über den Kollektor 14 zu den Wicklungen 13 des Rotors 11. Die Kohlebürsten 22, 23 werden durch Anpressfedern 27 gegen den Kollektor 14 gedrückt und sind über Stromführungslitzen 25 mit Stromanschlusspolen 26 elektrisch leitend verbunden.

[0006] Beim Betrieb des Gleichstrommotors 10 wirken auf den Rotor Fliehkräfte, die in der Regel dazu führen, dass die zentrale Welle 15 nicht mehr zentrisch dreht. Das radiale Spiel zwischen der zentralen Welle 15 des Rotors 11 und den Lagern, insbesondere das Spiel in den Kugellagern 21, ermöglichen die radiale Verschiebung der Achse des Rotors 11 und das unrunde Drehen des Rotors 11. Bei Verwendung von Gleitlagern vergrössert sich das Spiel mit der Abnutzung der Gleitlager.

[0007] Ein dynamisches Auswuchten des Rotors 11 verbessert nur teilweise die Situation. Das Verschieben des Zentrums kann auch durch die ungleichen magnetischen Kräfte herbeigeführt werden. Die Antriebskraft des Motors wird im eingebauten Zustand des Motors auf andere rotierende Teile übertragen. Bei der Entnahme der Kraft entsteht eine Hebelwirkung, die den Rotor 11 gegen die Lagerwände drückt. Bei Beschleunigungen und Bremsungen kann die Hebelwirkung noch grösser werden. Diese Kräfte verändern sich im Laufe des Betriebes des Motors und drücken den Rotor 11 vom idealen Zentrum weg.

[0008] Das nicht zentrierte Drehen der Welle 15 des Rotors 11 bringt es mit sich, dass der Kollektor 14 auch nicht zentriert dreht, d.h., er läuft unrund. Die Kohlebürsten 22, 23 werden durch Anpressfedern 27 gegen die Kollektorsegmente 20 gedrückt. Die Kohlebürsten 22, 23 müssen also beim unrunder Lauf des Rotors 11 dem Hin und Her des Kollektors 14 folgen. Bei niedrigen Drehzahlen können die Kohlebürsten 22, 23 in ihren Bürstenschächten 24 durch Hin- und Herbewegungen in der Bewegungsrichtung 28 (Fig. 1B) folgen und der Kontakt zwischen den Kohlebürsten 22, 23 und den Kollektorsegmenten 20 ist gleichbleibend gut.

[0009] Sobald aber die Drehzahl steigt, werden die Kohlebürsten 22, 23 vom Kollektor 14 in der Bewegungsrichtung 28 weggeschlagen, heben vom Kollektor 14 ab und kommen erst mit Verspätung wieder in Kontakt mit dem nächsten Kollektorsegment 20. Der elektrische Kontakt wird mit zeitlichem Verzug hergestellt und die Leistung des Motors sinkt.

[0010] Wenn die Kohlebürsten 22, 23 nicht gleichmässig massig von einem Kollektorsegment 20 auf das nächste gleiten, wird der elektrische Kontakt zeitweise unterbrochen. Der Unterbruch und die erneute Herstellung des Kontaktes führen zu Funkenbildung zwischen den Kohlebürsten 22, 23 und den Kollektorsegmenten 20. Diese Funken verbrennen die Kollektorsegmente 20. Die Kollektorsegmente 20 werden beschädigt, die Qualität der Stromübertragung leidet und sinkt.

Der Kollektor 14 wird frühzeitig abgenutzt und die Leistung des Motors verringert sich dauerhaft. Durch die Funken und durch die beschädigten Kollektorsegmente 20 werden auch die Kohlebürsten 22, 23 stark abgenutzt und überhitzt.

**[0011]** Funken bilden zudem eine Hitzequelle, sodass die Kollektorsegmente sich verformen und unregelmässig abgenutzt werden. Dies beeinträchtigt die Lebensdauer des Motors und verringert seine Leistung.

**[0012]** Die Funken sind auch Ursache von Radiostörungen und können die Empfangsanlagen von Fernsteuerungen stören, oder sogar unbrauchbar machen, wenn solche Motoren in der Nähe von Radioempfängern betrieben werden.

**[0013]** Es ist bereits in den eingangs genannten Druckschriften vorgeschlagen worden, die Hin- und Herbewegungen der Kohlebürsten zu dämpfen, indem die sich mitbewegenden Federn durch eine dämpfende Substanz (z.B. ein thixotropes Material) geführt werden. Es ist weiterhin bekannt, die Bewegung der Kohlebürsten durch mechanische Reibung zu bremsen, indem eine Blattfeder auf die Seite der Kohlebürsten drückt. Die Dämpfung wie auch die Bremsung ist symmetrisch, d.h., gleich stark in beiden Bewegungsrichtungen der Kohlebürsten. Es wird also sowohl die Bewegung der Kohlebürsten weg vom Kollektor, als auch die Bewegung der Kohlebürsten in Richtung auf den Kollektor gedämpft bzw. gebremst. Diese Dämpfung (Bremsung) verzögert somit das erneute Einsetzen des Kontaktes zwischen den Kohlebürsten und den Kollektorsegmenten. Verbesserungen können auf diese Weise nicht erreicht werden. Was auf der einen Seite (beim Abheben der Kohlebürsten vom Kollektor) gewonnen wird, wird auf der anderen Seite (beim Aufsetzen der Kohlebürsten auf den Kollektor) verschlechtert.

**[0014]** Ferner wird üblicherweise der Strom über eine Stromübertragungslitze (25 in Fig. 1B), die in der Kohlebürste fixiert ist, in die Kohlebürste und dann durch die Kohlebürste bis zum Kollektor geleitet. Das Ganze bildet einen elektrischen Widerstand. Wenn dieser elektrische Widerstand verkleinert werden könnte, so hätte der Motor mehr Leistung. Die bekannten Lösungen zum Dämpfen bzw. Bremsen der Hin- und Herbewegung der Kohlebürsten ermöglichen hinsichtlich der Verkleinerung des Widerstandes keinerlei Verbesserungen.

### **Darstellung der Erfindung**

**[0015]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Gleichstrommotor mit Kollektor und Kohlebürsten zu schaffen, welcher die Nachteile bekannter Gleichstrommotoren vermeidet und insbesondere bei hohen Drehzahlen einer Verringerung der Motorleistung aufgrund der Bewegung der Kohlebürsten entgegenwirkt und zugleich eine Verminderung des elektrischen Widerstandes in den Stromzuführungen zum Kollektor ermöglicht.

**[0016]** Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, dass Massnahmen getroffen sind, durch welche die Bewegung der Kohlebürsten entgegen dem Federdruck gedämpft bzw. gebremst wird, während die Bewegung der Kohlebürsten mit dem Federdruck weitgehend unbeeinflusst bleibt. Hierdurch wird ein Wegstossen der Kohlebürsten durch die rotierenden Kollektorsegmente behindert bzw. unterdrückt, während eine einmal weggestossene Kohlebürste durch den Federdruck ungehindert und schnell wieder in Kontakt mit den Kollektorsegmenten gebracht wird.

**[0017]** Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kohlebürsten jeweils in Bürstenschächten in einer durch die Bürstenschächte vorgegebenen Bewegungsrichtung gleitend gelagert sind, und dass die Bewegungsrichtung der Kohlebürsten von der im Bezug auf die Achse radialen Richtung derart abweicht, dass die Kohlebürsten in ihren Bürstenschächten bei einer durch den Kollektor verursachten Bewegung entgegen dem Federdruck einer erhöhten Gleitreibung an wenigstens einer Wand der Bürstenschächte ausgesetzt sind. Übt der Kollektor auf die Kohlebürsten eine abstossende Kraft auf, werden die Kohlebürsten aufgrund der Schrägstellung der Bürstenschächte gegen die wenigstens eine Wand der Bürstenschächte gedrückt und durch eine erhöhte Reibung an der wenigstens einen Wand in der Bewegung im Schacht behindert (gebremst, gedämpft). Endet die abstossende Kraft, werden die Kohlebürsten durch die Federkraft der Anpressfedern zurück auf den Kollektor gepresst, ohne dass eine zusätzliche Wandreibung auftritt.

**[0018]** Bevorzugt schliessen die Bewegungsrichtungen der Kohlebürsten jeweils mit der im Bezug auf die Achse radialen Richtung einen Winkel ( $\alpha$ ) im Bereich zwischen  $15^\circ$  und  $75^\circ$  ein. Insbesondere beträgt der Winkel ( $\alpha$ ) etwa  $45^\circ$ .

**[0019]** Eine erste alternative Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Bewegungsrichtungen der Kohlebürsten in einer gemeinsamen, durch die Achse des Gleichstrommotors gehenden Ebene liegen. Insbesondere wird eine gute Zugänglichkeit zu den Kohlebürsten in diesem Zusammenhang dadurch erreicht, dass die Bewegungsrichtungen der Kohlebürsten schräg nach aussen gerichtet sind.

**[0020]** Eine zweite alternative Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsrichtungen der Kohlebürsten in einer gemeinsamen, senkrecht zur Achse des Gleichstrommotors stehenden Ebene liegen.

**[0021]** Besonders einfach ist der Aufbau dabei, wenn zwei Kohlebürsten vorgesehen sind, welche sich gegenüberliegend derart angeordnet sind, dass sie durch eine Drehung um  $180^\circ$  um die Achse des Gleichstrommotors ineinander überführt werden können.

**[0022]** Eine Verringerung des Widerstandes bei der Stromzuführung und damit eine Verbesserung der Motorleistung wird im Zusammenhang mit der verstärkten Reibung an den Bürstenschächten dadurch erreicht, dass die Wände der Bürstenschächte aus einem elektrisch gut leitenden Material, insbesondere aus einem Metall, sind. Die Bürstenschächte bilden einen elektrisch gut leitenden Bypass für den Strom, der so mit verringertem Widerstand direkt bis zu den auf dem

Kollektor aufsitzenden Spitzen der Kohlebürsten geführt werden kann. Besonders günstig ist es, wenn die Bürstenschächte mit entsprechenden Stromanschlusspolen zum Zuführen von elektrischem Strom leitend verbunden sind.

### Kurze Erläuterung der Figuren

[0023] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

- Fig. 1 einen Gleichstrommotor mit Kollektor und Kohlebürsten nach dem Stand der Technik im Längsschnitt (Fig. 1A) und in der Draufsicht von vorn (Fig. 1B);
- Fig. 2 in einer zu Fig. 1 vergleichbaren Darstellung einen Gleichstrommotor gemäss einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 3 die Bürstenanordnung aus Fig. 2A in einer vergrösserten Detailansicht;
- Fig. 4 in einer zu Fig. 1 vergleichbaren Darstellung einen Gleichstrommotor gemäss einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung; und
- Fig. 5 die Bürstenanordnung aus Fig. 4B in einer vergrösserten Detailansicht.

### Wege zur Ausführung der Erfindung

[0024] Wie bereits erwähnt, werden gemäss der Erfindung beim Gleichstrommotor mit Kollektor und Kohlebürsten Massnahmen getroffen, durch welche bei dem Wegdrücken der Kohlebürsten durch die Kollektorsegmente automatisch eine Bremskraft (Reibung) das Abheben der Kohlebürsten vom Kollektor behindert, und welche gleichzeitig das Zurückgleiten der Kohlebürsten in Richtung der Kollektorsegmente automatisch unbehindert stattfindet, sobald das Wegdrücken der Kohlebürsten beendet ist.

[0025] Um das zu erreichen müssen die Bürstenschächte der Kohlebürsten in einem Winkel zu der (radialen) Normalen auf das betreffende Kollektorsegment gestellt werden, d.h. die Bürstenschächte stehen nicht länger senkrecht auf dem betreffenden Kollektorsegment.

[0026] Der Druck der Kollektorsegmente auf die Kohlebürsten verursacht, dank der Winkelstellung der Bürstenschächte, in der Nähe des Kollektors einen starken Anpresskontakt zwischen dem Bürstenschacht und der darin befindlichen Kohlebürste. Ist der Bürstenschacht aus einem elektrisch gut leitenden Material (z.B. Metall), und ist der Bürstenschacht mit einem entsprechenden Stromanschlusspol zum Zuführen von Strom leitend verbunden, wird ein wesentlicher Teil des Stromes über den gut leitenden Bürstenschacht auf die Kohlebürste in der Nähe des Kollektors geführt. Dadurch ist ein kleiner Widerstand für den zum Kollektor geführten Strom gewährleistet.

[0027] Dank der Winkelstellung der Bürstenschächte kann die Wegdrückkraft, welche der Kollektor auf die Kohlebürste ausübt, in 2 Vektoren aufgeteilt werden. Der eine Vektor presst die Kohlebürste gegen die Wand des Schachtes und erhöht so die Reibung der Bürste an der Wand oder an mehreren Wänden, während der andere Vektor in Richtung der Längsachse des Schachtes liegt und so die Bewegung der Kohlebürste im Schacht bewirkt. Der erste Vektor führt wegen der Wandreibung zu einer Hemmung der Längsbewegung und einer teilweisen Vernichtung der Bewegungsenergie. Dadurch wird das Abheben der Kohlebürsten vom Kollektor verringert. Wenn der Druck des Kollektors aufhört, wird die Kohlebürste durch die Anpressfeder, jetzt ohne Dämpfung, zurück auf den Kollektor gedrückt, um sofort wieder den Strom zu leiten.

[0028] Dank der Winkelstellung der Bürstenschächte und der damit verbundenen Bewegungshemmung wird auch den radialen Bewegungen des Rotors entgegengewirkt, die so kleiner ausfallen. Damit läuft der Rotor insgesamt runder.

[0029] In Fig. 2 ist in einer zu Fig. 1 vergleichbaren Darstellung ein Gleichstrommotor gemäss einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wiedergegeben, wobei die Teilfigur 2A einen Längsschnitt durch den Motor und die Teilfigur 2B eine Draufsicht von vorn in Achsenrichtung darstellt. Gleiche Teile sind dabei mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in Fig. 1. Fig. 3 zeigt in einer vergrösserten Detailansicht eine der Kohlebürsten aus Fig. 2A.

[0030] Der in Fig. 2 gezeigte Gleichstrommotor 30 unterscheidet sich von dem bekannten Motor aus Fig. 1 durch die Anordnung der Kohlebürsten 32, 33 relativ zum (nicht veränderten) Kollektor 14. Die Kohlebürsten 32, 33 sind mit ihren zugehörigen Bürstenschächten 34 schräg nach aussen orientiert, so dass ihre durch die Bürstenschächte 34 vorgegebene Bewegungsrichtung 39 (Doppelpfeil in Fig. 3), die gleich der Richtung des Kraftvektors C im in Fig. 3 eingezeichneten Kräfteparallelogramm ist, mit der radialen Richtung im Bezug auf die Achse 29, die zugleich die Richtung der Normalen auf den Kollektor 14 ist (gestrichelt im Kräfteparallelogramm der Fig. 3), einen Winkel  $\alpha$  einschliesst, der zwischen  $15^\circ$  und  $75^\circ$  liegt und vorzugsweise etwa  $45^\circ$  beträgt. Die beiden sich gegenüberliegenden Kohlebürsten 32, 33 liegen dabei – wie aus Fig. 2B hervorgeht – in einer durch die Achse 29 gehenden gemeinsamen Ebene. Sie können durch eine Drehung um die Achse 29 von  $180^\circ$  ineinander überführt werden (Rotationssymmetrie).

[0031] Die Kohlebürsten 32, 33 werden durch entsprechende Anpressfedern (im gezeigten Beispiel Spiralfedern) 37 schräg gegen die Kollektorsegmente 20 des Kollektors 14 gepresst. Die Anpressfedern 37 sind in den Bürstenschächten

34 durch entsprechende Federarretierungen 38 gesichert. Die Kohlebürsten 32, 33 sind elektrisch durch Stromführungslitzen 35 mit Stromanschlusspolen 36 verbunden. Durch die Schrägstellung der Bürstenschächte 34 und damit der Bewegungsrichtung 39 lässt sich gemäss Kräfteparallelogramm die von dem Kollektor 14 auf die Kohlenbürste 32 ausgeübte radiale Kraft A in eine parallel zur Bewegungsrichtung 39 wirkende Kraft C und eine senkrecht zur Bewegungsrichtung 39 wirkende Kraft B zerlegen. Diese senkrecht zur Wand des Bürstenschachtes 34 wirkende Kraft B drückt die Kohlebürste 32 gegen die Wand und erhöht so die Reibung zwischen Bürstenschacht 34 und Kohlebürste 32 bei einer Bewegung der Bürste in der Bewegungsrichtung 39. Hierdurch wird eine Reibungsdämpfung verursacht, welche das Abheben der Kohlebürsten vom Kollektor 14 bremst und dämpft. Fällt die radiale Kraft A weg, wird die Kohlenbürste 32 durch die Anpressfeder 37 parallel zur Bewegungsrichtung 39 in Richtung des Kollektors 14 geschoben, wobei die Kohlenbürste 32 frei im Bürstenschacht 34 gleiten kann, ohne einer besonderen Reibungs- oder sonstigen Dämpfung ausgesetzt zu sein. Die Abhebedistanz und daher auch die Abhebezeit der Kohlebürste vom Kollektor 14 ist somit geringer, wodurch die Leistung des Motors gesteigert wird.

**[0032]** Sobald die Kohlebürsten 32, 33 wieder mit dem Kollektor 14 in Kontakt stehen, wird, insbesondere, wenn die Bürstenschächte 34 mit den entsprechenden Stromanschlusspolen 36 leitend verbunden sind, der Strom durch den unteren Teil der Bürstenschächte 34 auf den kollektornahen unteren Teil der Kohlebürsten geführt. Der Strom fliesst durch die elektrisch gut leitenden Schachtwände direkter und mit weniger Widerstand zum Kollektor 14. Auch hierdurch wird die Leistung des Motors gesteigert.

**[0033]** In Fig. 4 ist in einer zu Fig. 1 vergleichbaren Darstellung ein Gleichstrommotor 40 gemäss einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wiedergegeben, wobei die Teilfigur 4A einen Längsschnitt durch den Motor und die Teilfigur 4B eine Draufsicht von vorn in Achsenrichtung darstellt. Gleiche Teile sind dabei mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in Fig. 1. Fig. 5 zeigt in einer vergrösserten Detailansicht eine der Kohlebürsten aus Fig. 4B.

**[0034]** Wie aus Fig. 4B hervorgeht, liegen die Kohlebürsten 42, 43 mit ihren Bürstenschächten 44 nicht länger in einer durch die Achse 29 gehenden gemeinsamen Ebene, sondern in einer gemeinsamen Ebene, die senkrecht zur Achse 29 steht (siehe Fig. 4A). Die Schrägstellung der Bewegungsrichtung 41 (Fig. 5) relativ zur radialen Richtung (gestrichelt im Kräfteparallelogramm der Fig. 5) wird hier dadurch erreicht, dass beide Kohlebürsten 42, 43 in entgegengesetzte Richtung aus der in Fig. 1.B gezeigten Position seitlich parallel versetzt angeordnet sind. Auch in diesem Fall ergibt sich ein Kippwinkel  $\alpha$ , der zu einer Zerlegung der radialen Kraft A in zwei zueinander senkrechte Kräfte B und C führt, die zu der erfindungsgemässen Dämpfung der Abhebewegung führen, die Rückkehrbewegung der Bürsten dagegen unbeeinträchtigt lassen. Auch in diesem Fall liegt der Winkel  $\alpha$  im Bereich zwischen  $15^\circ$  und  $75^\circ$ , vorzugsweise bei etwa  $45^\circ$ . Die Verringerung des elektrischen Widerstandes für den zum Kollektor 14 geführten Strom ist hier ebenfalls gegeben. Die Kohlebürsten 42, 43 sind in gleicher Weise über Stromführungslitzen 45 mit Stromanschlusspolen 46 verbunden. Als Anpressfedern 47 kommen hier Drehfedern zum Einsatz. Gleichzeitig sind die Bürstenschächte 44 mit den entsprechenden Stromanschlusspolen 46 leitend verbunden.

**[0035]** Insgesamt zeichnet sich die Erfindung durch folgende Eigenschaften und Vorteile aus:

- Der Druck der Kollektorsegmente auf die Kohlenbürsten verursacht wegen der Winkelstellung der Bürstenschächte ganz unten beim Kollektor einen starken Kontakt zwischen dem Bürstenschacht und der Kohlenbürste. Ein Teil des Stromes wird also über den gut leitenden Bürstenschacht auf die Kohlebürste in der Nähe des Kollektors geführt. Dadurch wird Widerstand verkleinert.
- Dank der Winkelstellung der Bürstenschächte wird die Wegdruckkraft, welche der Kollektor auf die Kohlebürste ausüben kann, in 2 Vektoren aufgeteilt. Der eine Vektor presst die Kohlebürste gegen wenigstens eine Wand des Schachtes, in welchem die Kohlebürste sich entsprechend dem zweiten Vektor (Längsrichtung der Kohle) bewegen kann. Die Reibung an der Wand vernichtet einen Teil der Energie. Dadurch wird das Abheben der Kohlebürsten vom Kollektor behindert. Wenn der Druck des Kollektors aufhört, so wird die Kohlenbürste durch die normale Anpressfeder ohne Dämpfung auf den Kollektor gedrückt, um sofort den Strom zu leiten.
- Dank der Winkelstellung der Bürstenschächte wird den radialen Bewegungen des Rotors entgegengewirkt; diese Bewegungen werden klein gehalten. Damit läuft der Kollektor runder.
- Es ist von Vorteil, dass keine zusätzlichen beweglichen Teile erforderlich sind. Die Masse der Kohlenbürsten muss so klein gehalten werden wie nur möglich, um das Trägheitsmoment klein zu halten. Zum Beispiel sind hydraulische Stossdämpfer ungeeignet, da das Gewicht der beweglichen Teile die Resultate verschlechtern würden.
- Der optimale Anstellwinkel für die Kohlebürsten kann definiert werden mit  $45^\circ \pm 30^\circ$ .
- Je nach Anstellwinkel kann die Stärke der Dämpfung eingestellt werden.
- Bei senkrechter Einstellung (die Bürstenschächte stehen senkrecht gegenüber dem Kollektorsegment;  $\alpha=0$ ) ist die Dämpfung Null. Je grösser der Anstellwinkel eingestellt wird, je grösser wird die Dämpfung.

#### Bezugszeichenliste

<b>[0036]</b>	
10	Gleichstrommotor
11	Rotor
12	Anker
13	Wicklung

14	Kollektor
15	zentrale Welle
16	Gehäuse
17	Magnet
18	Verbindung (elektrisch leitend)
19	Motorkopf
20	Kollektorsegment (stromleitend)
21	Kugellager
22, 23	Kohlebürste
24	Bürstenschacht
25	Stromführungslitze
26	Stromanschlusspol
27	Anpressfeder
28	Bewegungsrichtung
29	Achse
30	Gleichstrommotor
32, 33	Kohlebürste
34	Bürstenschacht
35	Stromführungslitze
36	Stromanschlusspol
37	Anpressfeder
38	Federarretierung
39	Bewegungsrichtung
40	Gleichstrommotor
41	Bewegungsrichtung
42, 43	Kohlebürste
44	Bürstenschacht
45	Stromführungslitze
46	Stromanschlusspol
47	Anpressfeder
$\alpha$	Winkel (zwischen Bewegungsrichtung und radialer Richtung)

#### Patentansprüche

1. Gleichstrommotor (30, 40) mit einem Rotor (11), welcher in einem Gehäuse (16) um eine Achse (29) drehbar gelagert ist und wenigstens eine Wicklung (13) aufweist, die über einen auf dem Rotor (11) angeordneten Kollektor (14) sowie auf dem Kollektor (14) aufsitzende Kohlebürsten (32, 33; 42, 43) in wechselnden Richtungen von aussen mit Gleichstrom beaufschlagt wird, wobei der Kollektor (14) mehrere auf einem Zylindermantel um die Achse (29) liegende, stromleitende Kollektorsegmente (20) umfasst und die Kohlebürsten (32, 33; 42, 43) relativ zum Kollektor (14) beweglich gelagert sind und durch Federdruck auf den Kollektor (14) gedrückt werden, dadurch gekennzeichnet, dass Massnahmen getroffen sind, durch welche die Bewegung der Kohlebürsten (32, 33; 42, 43) entgegen dem Federdruck gedämpft wird, während die Bewegung der Kohlebürsten (32, 33; 42, 43) mit dem Federdruck weitgehend unbeeinflusst bleibt.
2. Gleichstrommotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kohlebürsten (32, 33; 42, 43) jeweils in Bürstenschächten (34, 44) in einer durch die Bürstenschächte (34, 44) vorgegebenen Bewegungsrichtung (39, 41) gleitend gelagert sind, und dass die Bewegungsrichtung (39, 41) der Kohlebürsten (32, 33; 42, 43) von der im Bezug auf die Achse (29) radialen Richtung derart abweicht, dass die Kohlebürsten (32, 33; 42, 43) in ihren Bürstenschächten (34, 44) bei einer durch den Kollektor (14) verursachten Bewegung entgegen dem Federdruck einer erhöhten Gleitreibung an wenigstens einer Wand der Bürstenschächte (34, 44) ausgesetzt sind.
3. Gleichstrommotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsrichtungen (39, 41) der Kohlebürsten (32, 33; 42, 43) jeweils mit der im Bezug auf die Achse (29) radialen Richtung einen Winkel ( $\alpha$ ) im Bereich zwischen  $15^\circ$  und  $75^\circ$  einschliessen.
4. Gleichstrommotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel ( $\alpha$ ) etwa  $45^\circ$  beträgt.
5. Gleichstrommotor nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsrichtungen (39) der Kohlebürsten (32, 33) in einer gemeinsamen, durch die Achse (29) des Gleichstrommotors (30) gehenden Ebene liegen.
6. Gleichstrommotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsrichtungen (39) der Kohlebürsten (32, 33) schräg nach aussen gerichtet sind.

## CH 695 974 A5

7. Gleichstrommotor nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsrichtungen (41) der Kohlebürsten (42, 43) in einer gemeinsamen, senkrecht zur Achse (29) des Gleichstrommotors (40) stehenden Ebene liegen.
8. Gleichstrommotor nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Kohlebürsten (32, 33; 42, 43) vorgesehen sind, welche sich gegenüberliegend derart angeordnet sind, dass sie durch eine Drehung um 180° um die Achse (29) des Gleichstrommotors (30, 40) ineinander überführt werden können.
9. Gleichstrommotor nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Wände der Bürstenschächte (34, 44) aus einem elektrisch gut leitenden Material, insbesondere aus einem Metall, sind, und dass die Bürstenschächte (34, 44) mit entsprechenden Stromanschlussspolen (36, 46) zum Zuführen von elektrischem Strom leitend verbunden sind.

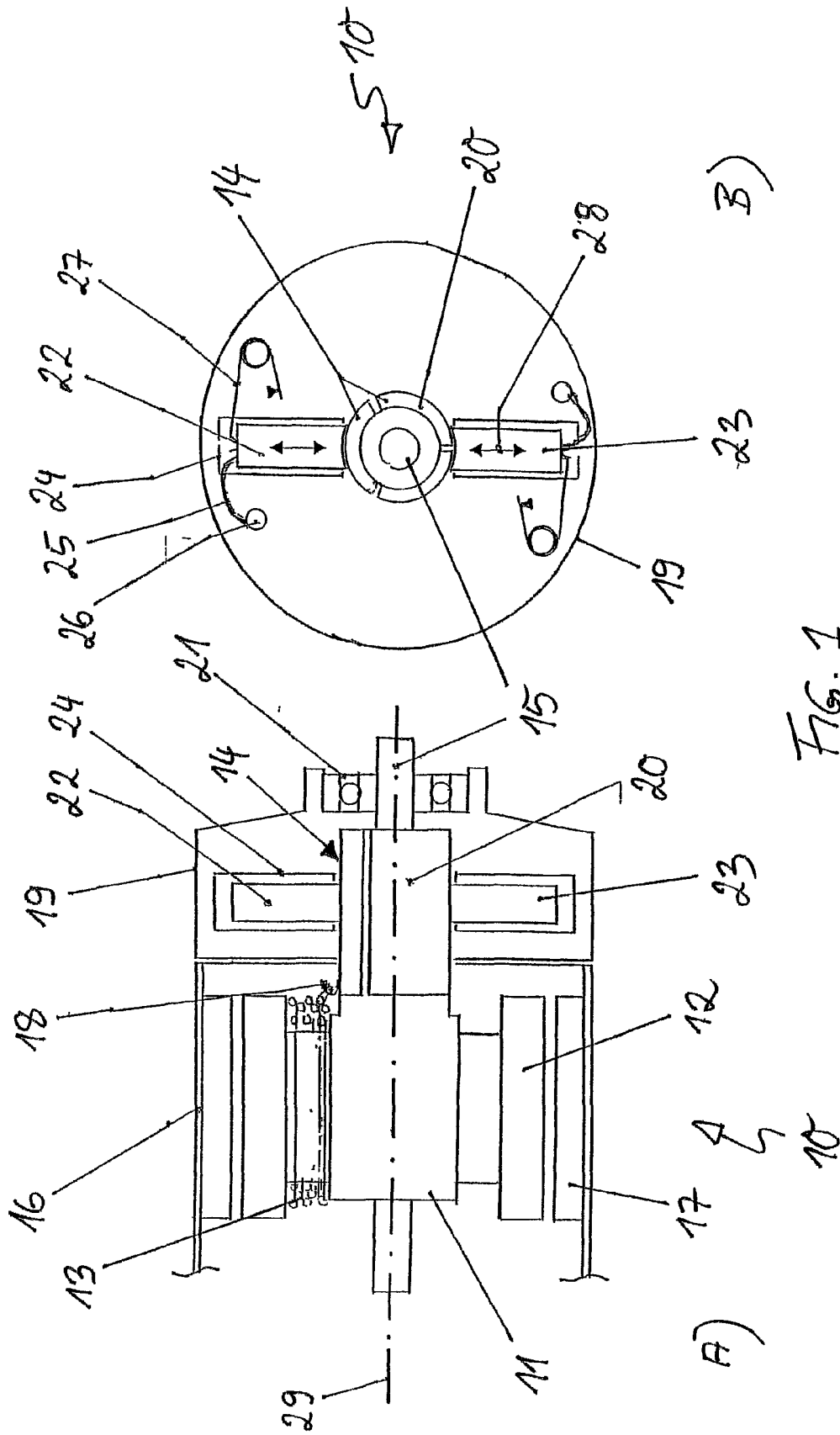


FIG. 1

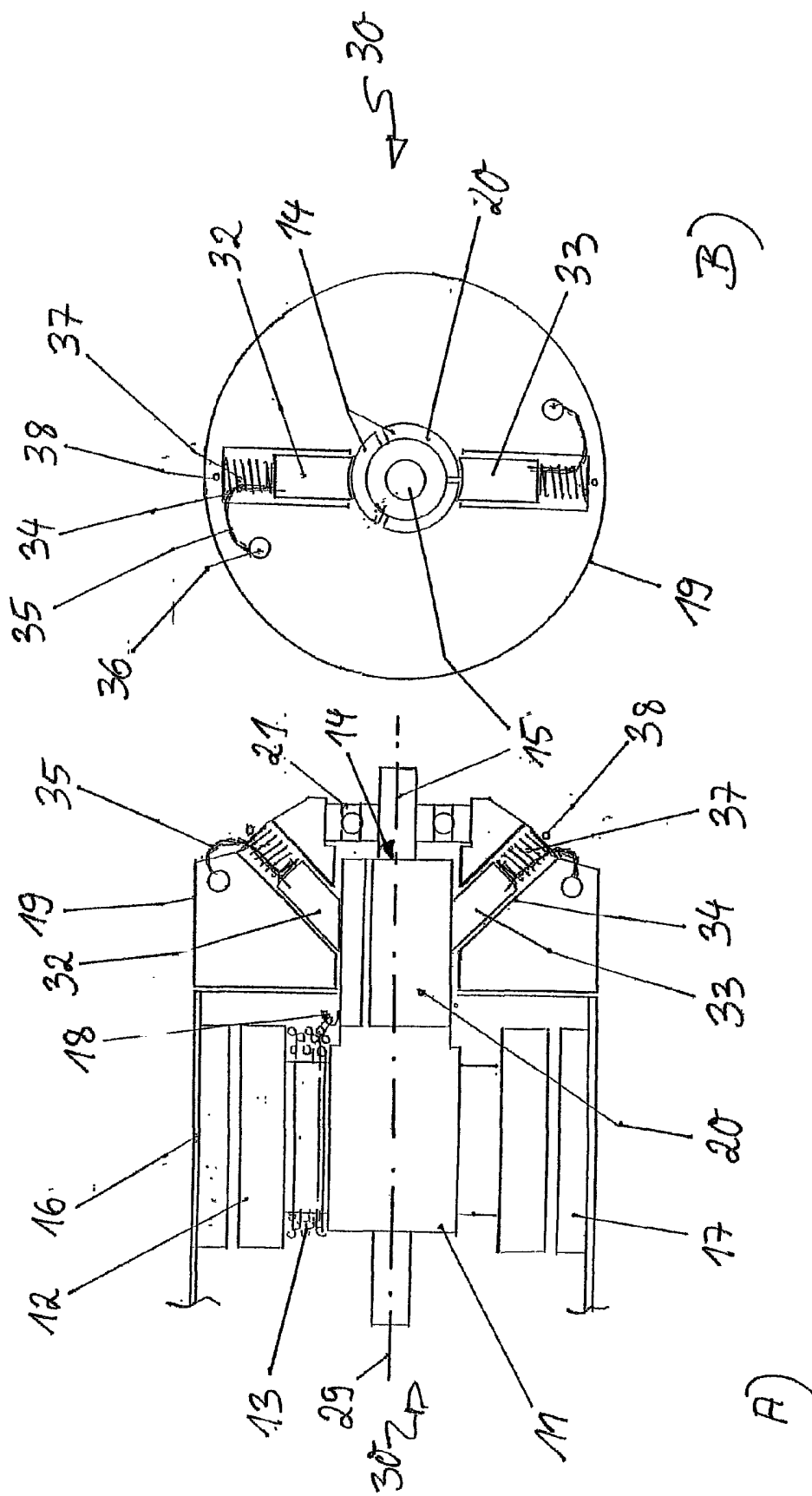


FIG. 2



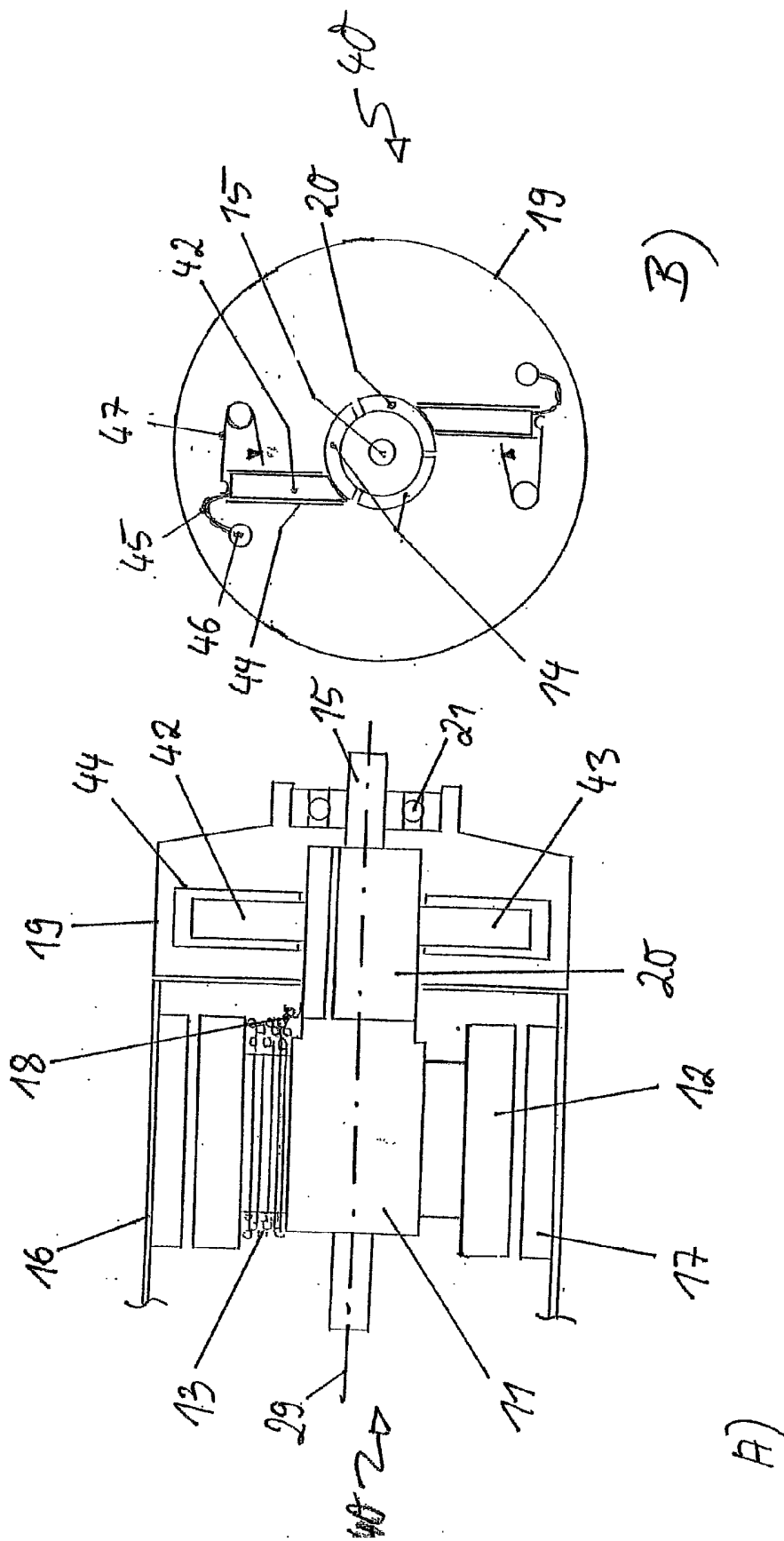


FIG. 4

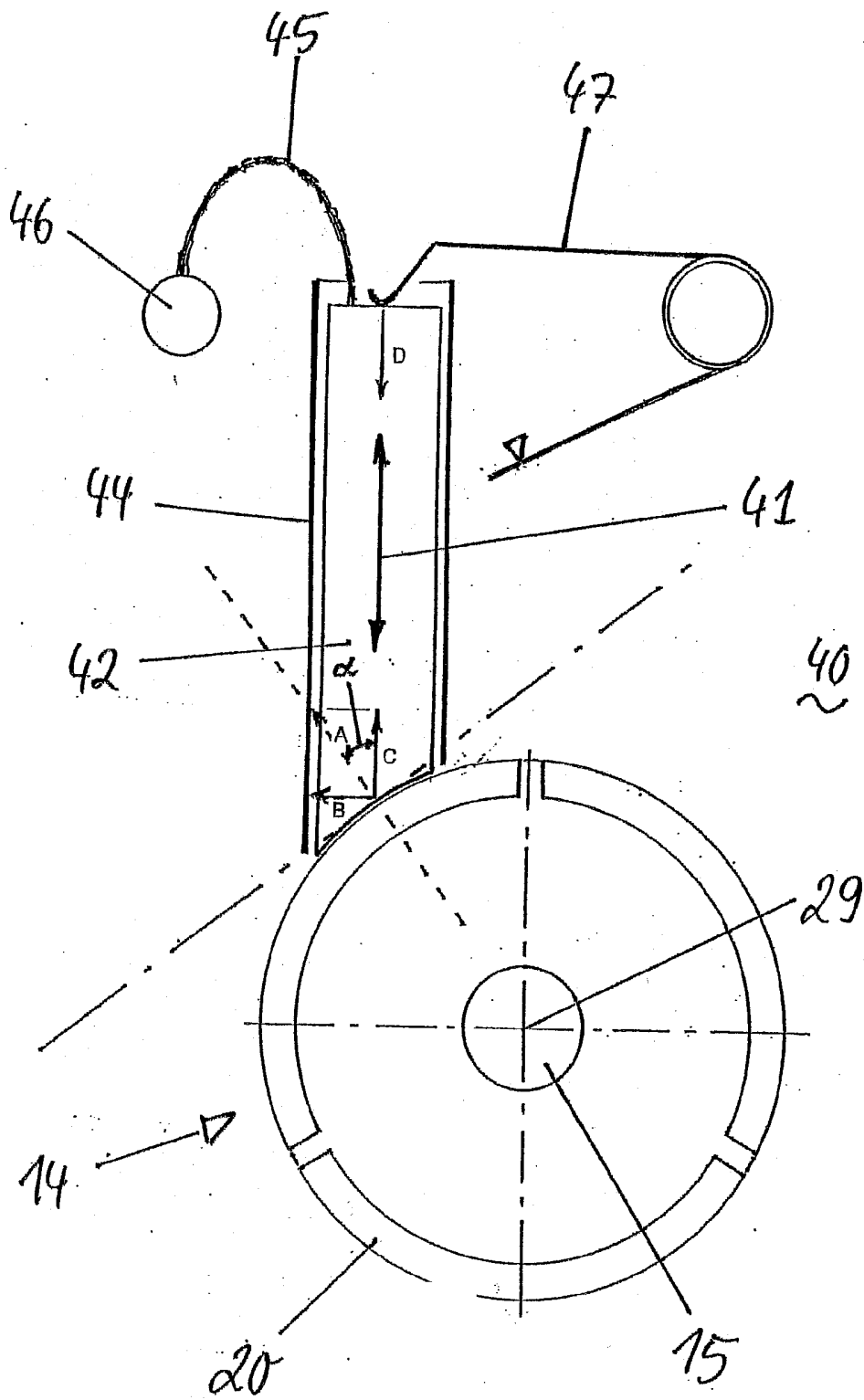


FIG. 5