



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 668 671 A5

⑤① Int. Cl.⁴: H 02 K 29/06
G 11 B 19/20
G 11 B 15/18

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 78/85

⑫② Anmeldungsdatum: 09.01.1985

⑫④ Patent erteilt: 13.01.1989

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 13.01.1989

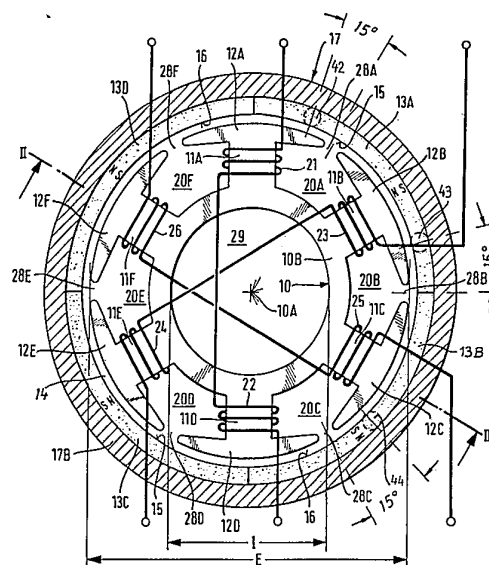
⑫③ Inhaber:
Papst-Motoren GmbH & Co. KG, St.
Georgen/Schwarzwald (DE)

⑫⑦ Erfinder:
Von der Heide, Johann, Schramberg (DE)

⑫④ Vertreter:
Arnold Bärtschi, Bern

⑫⑤ **Kollektorloser Dreiphasen-Gleichstrommotor.**

⑫⑦ Der Gleichstrommotor umfasst eine Permanentmagnetanordnung und eine dreisträngige Wicklung, die gegeneinander bewegbar sind, sowie drei mit Bezug auf die Wicklung feststehende, von der Permanentmagnetanordnung gesteuerte Positionssensoren (42, 43, 44). Die Wicklungsspulen (21 bis 26) sind in Stern geschaltet und werden in Abhängigkeit von den um 120° el gegeneinander versetzten Sensorausgangssignalen in zyklischer Folge mit Strom beaufschlagt. In den Wicklungsspulen werden, gegenüber dem Sternpunkt gemessen, um 120° el versetzte Spulenspannungen induziert, die unter Durchlaufen von Nulldurchgängen wechselweise in einem Bereich von maximal 180° el positiv und in einem Bereich von maximal 180° el negativ sind und deren Summe in jeder Relativstellung zwischen der Magnetanordnung und der Wicklung gleich Null ist. Die Positionssensoren sind mit Bezug auf die Wicklungsspulen derart angeordnet, dass die Änderungen der Sensorschaltzustände mit den Nulldurchgängen der zugeordneten Spulenspannungen im wesentlichen zusammenfallen. Die Wicklungsspulen sind über Wicklungstreiberstufen mit den Sensorausgangssignalen unmittelbar entsprechenden Treiberspannungen beaufschlagt.



PATENTANSPRÜCHE

Kollektorloser Dreiphasen-Gleichstrommotor mit einer Permanentmagnetanordnung und einer dreisträngigen Wicklung, die gegeneinander bewegbar sind, sowie mit drei mit Bezug auf die Wicklung feststehenden, von der Permanentmagnetanordnung gesteuerten Positionssensoren, zum Anliefern von Sensorausgangssignalen, die jeweils während 180°_{el} auf einem ersten Potential und während der anschliessenden 180°_{el} auf einem zweiten Potential liegen, wobei die Wicklungsspulen in Abhängigkeit von den um 120°_{el} gegeneinander versetzten Sensorausgangssignalen in zyklischer Folge mit Strom beaufschlagt werden, und wobei in den einzelnen Wicklungsspulen um 120°_{el} versetzte Spulenspannungen induziert werden, die unter Durchlaufen von Nulldurchgängen wechselweise in einem Bereich von maximal 180°_{el} positiv und in einem Bereich von maximal 180°_{el} negativ sind und deren Summe in jeder Relativstellung zwischen der Magnetanordnung und der Wicklung gleich Null ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionssensoren mit Bezug auf die Wicklungsspulen derart angeordnet sind, dass die Änderungen der Sensorschaltzustände mit den Nulldurchgängen der zugeordneten Spulenspannungen im wesentlichen zusammenfallen, und dass die Wicklungsspulen über Wicklungstreiberstufen mit den Sensorausgangssignalen unmittelbar entsprechenden oder aus den Sensorausgangssignalen abgeleiteten Treiberspannungen beaufschlagt sind.

2. Gleichstrommotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungsspulen in Stern geschaltet und die Wicklungstreiberstufen an die Positionssensoren unmittelbar angekoppelt sind.

3. Gleichstrommotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungsspulen in Dreieck geschaltet sind und zwischen die Positionssensoren und die Wicklungstreiberstufen ein Decoder geschaltet ist, der bewirkt, dass die Treiberspannungen während jeweils zweier aufeinanderfolgender 180°_{el} -Halbperioden der Sensorausgangssignale jeweils für 120°_{el} positiv und für 120°_{el} negativ sind und während der beiden 60°_{el} -Bereiche zwischen den aufeinanderfolgenden 120°_{el} -Bereichen die betreffende Wicklungsanschlussklemme abgeschaltet ist.

4. Gleichstrommotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor einen im wesentlichen zylindrischen Luftspalt hat und die Permanentmagnetanordnung Teil eines Aussenrotors ist.

5. Gleichstrommotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor als Linearmotor mit im wesentlichen ebenem Luftspalt ausgelegt ist.

6. Gleichstrommotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor vierpolig ausgebildet ist.

7. Gleichstrommotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Wicklungsspulen jeweils um einen Pol eines zusammen mit der Permanentmagnetanordnung einen Luftspalt bildenden, genuteten Flussführungsteils mit zur Bewegungsrichtung bzw. zur Tangente an die jeweilige Bewegungsrichtung senkrecht stehender Spulenachse überlappungsfrei herumgelegt sind, das Verhältnis von Spulenteilung zur Magnetteilung 2:3 beträgt, die einzelnen induzierten Spulenspannungen dreistufig getreppte Spannungen sind, die jeweils über etwa 120°_{el} positiv, über etwa 60°_{el} gleich oder nahezu gleich Null und über etwa 120°_{el} negativ sind, und die Positionssensoren so angeordnet sind, dass sie ihren Schaltzustand im wesentlichen in der Mitte des 60°_{el} -Nullspannungsbereichs der zugeordneten induzierten Spannung ändern.

8. Verwendung des Gleichstrommotors nach einem der Ansprüche 4, 6 und 7 für den Antrieb von signalverarbeitenden Geräten.

9. Verwendung nach Anspruch 8 für den Antrieb eines Plattenspeichers.

10. Verwendung nach Anspruch 9 bei einem Festplatten-speicher mit einer Nabe zur Aufnahme mindestens einer Fest-speicherplatte, wobei der Gleichstrommotor mindestens zu einem wesentlichen Teil innerhalb der Nabe untergebracht ist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft einen kollektorlosen Dreiphasen- Gleichstrommotor mit einer Permanentmagnetanordnung und einer dreisträngigen Wicklung, die gegeneinander bewegbar sind, sowie mit drei mit Bezug auf die Wicklung feststehenden, von der Permanentmagnetanordnung gesteuerten Positionssensoren, zum Anliefern von Sensorausgangssignalen, die jeweils um 180°_{el} auf einem ersten Potential und während der anschliessenden 180°_{el} auf einem zweiten Potential liegen, wobei die Wicklungsspulen in Abhängigkeit von den um 120°_{el} gegeneinander versetzten Sensorausgangssignalen in zyklischer Folge mit Strom beaufschlagt werden, und in den einzelnen Wicklungsspulen um 120°_{el} versetzte Spulenspannungen induziert werden, die unter Durchlaufen von Nulldurchgängen wechselweise in einem Bereich von maximal 180°_{el} positiv und in einem Bereich von maximal 180°_{el} negativ sind und deren Summe in jeder Relativstellung zwischen der Magnetanordnung und der Wicklung gleich Null ist.

Gleichstrommotore dieser Art sind in Form von Rotationsmotoren aus der DE-OS 31 22 049 sowie in Form von Linearmotoren aus der DE-OS 31 23 441 bekannt.

Bei den bekannten Motoren werden die Permanentmagnetpole von einem Permanentmagnetring mit annähernd trapezförmiger Radialmagnetisierung oder einer Folge von gleichmässig verteilten, radial magnetisierten Magnetsegmenten gebildet, und die Pole des genuteten Flussführungsteils sind im Querschnitt im wesentlichen T-förmig gestaltet. Die Spulen sind überlappungsfrei um je einen Pol eines genuteten Flussführungsteils gelegt. Das Verhältnis von Spulenteilung zu Magnetteilung beträgt 2:3. Die Nutöffnungen zwischen Polschuhen des genuteten Flussführungsteils sind zwischen 3°_{el} und 30°_{el} breit, während die Magnetpolbreite zwischen wenigstens angenähert 120°_{el} und maximal 180°_{el} beträgt. In den einzelnen Wicklungsspulen werden getreppte Spannungen induziert, die über etwa 120°_{el} positiv, über etwa 60°_{el} nahezu Null und über etwa 120°_{el} negativ sind. Bei den bekannten Motoren hat man die Positionssensoren mit Bezug auf die Wicklungsspulen derart ausgerichtet, dass ihr Umschaltpunkt im wesentlichen in der Mitte der Flanke der induzierten Spannung beim Übergang von dem 60°_{el} -Nullspannungsbereich auf den positiven Bereich liegt. Für diesen Zweck waren die Positionssensoren entweder auf die Mitte der Nutöffnungen zwischen den Polschuhen des genuteten Flussführungsteils oder auf die Symmetrieachse der Pole des Flussführungsteils ausgerichtet. Zwischen die Ausgänge der Positionssensoren und eine die Wicklung bestromende Endstufe war ein Decoder geschaltet, der dafür sorgte, dass von den Wicklungsspulen jeweils zwei mit Strom beaufschlagt wurden, während gleichzeitig in die betreffenden Spulen gemäss den 120°_{el} -Bereichen Spannung induziert wurde.

Die bekannte Lösung führt zu einem hohen Wirkungsgrad verbunden mit einfacher Wicklungsausbildung. Ein Nachteil ist jedoch, dass im Kommutierungsbereich das Drehmoment kurzzeitig auf etwa 75% oder weniger des Drehmomentspitzenwertes absinkt. Kommutierungsfehler, die insbesondere bei kleinen Motoren stark ins Gewicht fallen, können in der Praxis zu Drehmomenteinbrüchen auf 50 bis 60% des Spitzenwertes führen. Dies ist bei vielen Anwendungen äusserst unerwünscht.

Der Erfindung liegt dementsprechend die Aufgabe zugrunde, einen Motor der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass er ein Drehmoment mit erheblich verbesserter Konstanz abgibt.

Es wurde überraschend gefunden, dass diese Aufgabe erfindungsgemäss einfach dadurch gelöst werden kann, dass die Positionssensoren mit Bezug auf die Wicklungsspulen derart angeordnet sind, dass die Änderungen der Sensorschaltzustände mit den Nulldurchgängen der zugeordneten Spulenspannung im wesentlichen zusammenfallen, und dass die Wicklungsspulen über Wicklungstreiberstufen mit den Sensorausgangssignalen unmittelbar entsprechenden oder aus den Sensorausgangssignalen abgeleiteten Treiberspannungen beaufschlagt sind.

Bei diesem Motoraufbau sind die Drehmomentschwankungen theoretisch gleich Null. In der Praxis lässt sich selbst bei den in dieser Hinsicht kritischen kleinen Motoren die Drehmomentschwankung ohne weiteres auf einen Wert von etwa $\pm 5\%$ bis 7% vom Maximaldrehmoment herunterdrücken.

Die Wicklungsspulen können in Stern geschaltet sein; in diesem Fall lassen sich die Wicklungstreiberstufen an die Positionssensoren unmittelbar ankoppeln. Der Schaltungsaufwand ist besonders klein, denn es ist keine Decodierung zwischen den Ausgängen der Positionssensoren und der für die Bestimmung der Wicklung vorgesehenen Endstufe notwendig. Weil ferner die Umschaltung der Wicklungsspulen in einem Bereich erfolgt, wo von der betreffenden Spule praktisch kein Drehmoment erzeugt wird, sind auch die Kommutierungsgeräusche geringer.

Die Wicklungsspulen können aber auch in Dreieck geschaltet sein; dann ist zwischen die Positionssensoren und die Wicklungstreiberstufen ein Decoder geschaltet, der bewirkt, dass die Treiberspannungen während jeweils zweier aufeinanderfolgender 180°_{el} -Halbperioden der Sensorausgangssignale jeweils für 120°_{el} positiv und für 120°_{el} negativ sind und während der verbleibenden 60°_{el} -Bereiche zwischen aufeinanderfolgenden 120°_{el} -Bereichen die betreffende Wicklungsanschlussklemme abgeschaltet, also potentialfrei ist.

Der Gleichstrommotor nach der Erfindung kann einen im wesentlichen zylindrischen Luftspalt haben, und die Permanentmagnetanordnung kann dabei Teil eines Aussenrotors sein. Der Motor lässt sich aber auch als Linearmotor mit im wesentlichen ebenem Luftspalt auslegen. Ein besonders einfacher Aufbau wird mit einem vierpoligen Rotor erhalten.

In bevorzugter weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die einzelnen Wicklungsspulen jeweils um einen Pol eines zusammen mit der Permanentmagnetanordnung einen Luftspalt bildenden genuteten Flussführungsteils mit zur Bewegungsrichtung bzw. zur Tangente an die jeweilige Bewegungsrichtung senkrecht stehender Spulenchse überlappungsfrei herumgelegt, beträgt das Verhältnis von Spulenteilung zu Magneteileitung 2:3 und sind die einzelnen induzierten Spulenspannungen dreistufig getreppte Spannungen, die jeweils über etwa 120°_{el} positiv, über etwa 60°_{el} gleich oder nahezu gleich Null und über etwa 120°_{el} negativ sind, wobei die Positionssensoren so angeordnet sind, dass sie ihren Schaltzustand im wesentlichen in der Mitte des 60°_{el} -Nullspannungsbereichs der zugeordneten induzierten Spannung ändern.

Der Gleichstrommotor nach der Erfindung ist grundsätzlich überall dort geeignet, wo es auf ein konstantes Motordrehmoment ankommt. Eine bevorzugte Verwendung findet er für den Antrieb von signalverarbeitenden Geräten, insbesondere Plattenspeichern. Bei einem Festplattenspeicher mit einer Nabe zur Aufnahme mindestens einer z.B. magnetischen Festspeicherplatte ist der Gleichstrommotor nach der Erfindung vorteilhaft mindestens zu einem wesentlichen Teil innerhalb der Nabe untergebracht. Eine solche Unterbringung führt zu einem besonders gedrängten Aufbau. Sie wird durch die hohe Drehmomentkonstanz möglich, weil dies erlaubt, den Motor auf ein kleineres Nenndrehmoment auszulegen, als es bei Motoren der Fall ist, bei denen grosse Drehmomentschwankungen auftreten.

Wegen seiner hervorragenden Drehmomentkonstanz eignet sich der vorliegend erläuterte Gleichstrommotor ferner beson-

ders auch als direkt antreibender Kapstan- und/oder Wickelmotor für Magnetbandgeräte.

Die Erfindung ist im folgenden anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den beiliegenden Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Gleichstrommotor nach der Erfindung entlang der Linie I-I der Fig. 2,

Fig. 2 einen schematischen Schnitt entlang der Linie II-II der Fig. 1 bei Anwendung des Motors für den Antrieb eines magnetischen Festplattenspeichers,

Fig. 3 ein Prinzipschaltbild eines mit einem Motor gemäss den Fig. 1 und 2 ausgestatteten Antriebs, wobei die Wicklungsspulen des Motors in Stern geschaltet sind,

Fig. 4 eine Folge von Signalen bzw. Spannungen, wie sie bei einem Motor gemäss den Fig. 1 bis 3 auftreten,

Fig. 5 ein Prinzipschaltbild eines mit einem Motor gemäss den Fig. 1 und 2 ausgestatteten Antriebs, wobei die Wicklungsspulen in Dreieck geschaltet sind, und

Fig. 6 einen Signalplan ähnlich Fig. 4 für den Motor gemäss den Fig. 1, 2 und 5.

In den Fig. 1 und 2 ist das Statorblechpaket eines dreisträngigen kollektorlosen Gleichstromaussenläufermotors mit 10 bezeichnet. Das Statorblechpaket 10 ist radialsymmetrisch mit Bezug auf eine Mittelachse 10A, und es weist einen ringförmigen Mittelabschnitt 10B auf. Es bildet sechs Statorpole 11A bis 11F, die im Querschnitt im wesentlichen T-förmig gestaltet und in einem gegenseitigen Winkelabstand von 60° angeordnet sind. An Stelle eines Blechpakets kann beispielsweise ein Sinterisenkern vorgesehen werden. Die Polschuhe 12A bis 12F der Statorpole bestimmen zusammen mit einem Permanentmagnet ring 13 einen im wesentlichen zylindrischen Luftspalt 14. Der Permanentmagnetring 13 ist in der angedeuteten Weise in Umfangsrichtung vierpolig radial magnetisiert, d.h. er weist vier Abschnitte 13A bis 13D auf, und an der dem Luftspalt 14 zugewendeten Innenseite des Permanentmagnetrings 13 befinden sich in wechselnder Folge zwei magnetische Nord- und zwei magnetische Südpole 15 bzw. 16. Die Pole 15, 16 haben im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Breite von im wesentlichen 180°_{el} (entsprechend 90° physikalisch). Es wird auf diese Weise in Umfangsrichtung des Luftspalts 14 eine annähernd rechteckige oder trapezförmige Magnetisierung erhalten. Der Permanentmagnetring 13 ist in einer den magnetischen Rückschluss bildenden Aussenläuferglocke 17 angebracht, z.B. in diese Glocke eingeklebt. Die das Rotorgehäuse bildende Aussenläuferglocke 17 weist eine Stirnwand 17A und eine zylindrische Umfangswand 17B auf. Bei dem Permanentmagnetring 13 kann es sich insbesondere um einen Gummimagneten oder ein kunststoffgebundenen Magneten handeln. An Stelle eines einteiligen Permanentmagnetrings 13 können in die Glocke 17 auch schalenförmige Magnetsegmente eingeklebt oder dort auf andere Weise festgelegt sein. Besonders geeignete Werkstoffe für den Magnetring bzw. die Magnetsegmente sind magnetischer Werkstoff in einem synthetischen Bindemittel, ein Gemisch aus Hartferrit und elastomerem Material, keramischer Magnetwerkstoff oder Samariumkobalt. Während sich im dargestellten Ausführungsbeispiel jeder der Pole 15, 16 über 180°_{el} erstreckt, kann auch mit schmaleren Polen gearbeitet werden. Im Interesse hoher Motorleistung soll die Rotorpolbreite aber mindestens 120°_{el} betragen.

Die Statorpole 11A bis 11F begrenzen insgesamt sechs Statornuten 20A bis 20F. In diese Nuten ist eine dreisträngige Statorwicklung eingelegt. Jeder der drei Stränge umfasst dabei zwei 120°_{el} -gesehnte Spulen 21, 22; 23, 24 und 25, 26, von denen jede jeweils um einen der Statorpole 11A bis 11F herumgewickelt ist. Die beiden in Reihe geschalteten Spulen jedes Stranges liegen, wie dargestellt, einander jeweils diametral gegenüber. Die Spulen sind in nicht veranschaulichter Weise vorzugsweise bifilar gewickelt. Wie die schematische Darstellung der

Fig. 1 erkennen lässt, wird jede Überlappung zwischen den Spulen 21 bis 26 vermieden. Es werden auf diese Weise besonders kurze Wickelköpfe 27 (Fig. 2) erhalten. Die Nutöffnungen 28A können zwischen 3°_{el} und 30°_{el} breit sein. Bei der vorgesehenen Ausgestaltung der Statorwicklungen lassen sich die Nuten 20A bis 20F hervorragend füllen. Verschlüsse für die Nutöffnungen 28A bis 28F sind in aller Regel nicht notwendig.

Der vorliegende Motoraufbau gestattet die Erzielung eines relativ grossen Statorinnenlochs 29, weil die Tiefe der Statornuten 20A bis 20F vergleichsweise gering gehalten werden kann. Es lassen sich ohne weiteres Verhältnisse zwischen dem Durchmesser I des Innenlochs 29 und dem Statoraussendurchmesser E im Bereich der Polschuhe 12 von mindestens 0,35 erzielen. Vorzugsweise liegt der Wert von I/E im Bereich von 0,4 bis 0,7. Das Verhältnis L/D zwischen der axialen Länge L des Statoreisens und dem maximalen Durchmesser D des Luftspalts 14 ist vorzugsweise gleich oder kleiner als 1. Diesen Abmessungsverhältnissen kommt besondere Bedeutung im Hinblick auf eine stabile Lagerung des Rotors zu. Eine solche Lagerung ist beispielsweise im Falle von Antrieben für Plattenspeichersysteme von hervorragender Wichtigkeit. Ausserdem wird der Gesamtwiderstand der Statorwicklung besonders klein gehalten.

Zur Lagerung des Rotors ist gemäss Fig. 2 in der Mitte der Aussenläuferglocke 17 eine Stummelwelle 32 befestigt, die über axial in Abstand voneinander liegende Kugellager 33 in einer zylindrischen Hülse 34 abgestützt ist, welche das Statorblechpaket 10 trägt und auf einem Montageflansch 35 befestigt ist.

Auf die Aussenläuferglocke 17 ist eine beispielsweise aus Leichtmetall bestehende Nabe 37 eines Festplattenspeichers aufgeschoben. Die Nabe 37 dient der Aufnahme einer oder mehrerer Festspeicherplatten. Sie ist in bekannter Weise in einem Raum hoher Reinheit des Speichers untergebracht. Der Montageflansch 35 trägt eine Leiterplatte 38, auf der die Kommutierungselektronik und gegebenenfalls weitere Schaltungskomponenten, beispielsweise für eine Drehzahlregelung, untergebracht sein können. Auf der Leiterplatte 38 sitzen insbesondere auch drei Positionssensoren 42, 43, 44, bei denen es sich im dargestellten Ausführungsbeispiel um Magnetfeldsensoren, beispielsweise Hallgeneratoren, Feldplatten, Magnetdioden oder dergleichen handelt. Besonders vorteilhaft sind bistabil schaltende Hall-ICs. Die Anwendung von 180°_{el} breiten Rotorpolen 15, 16 gestattet es, als Steuermagneten für die Positionssensoren 42, 43, 44 unmittelbar den Hauptmagneten, d.h. den Permanentmagnetring 13, zu verwenden, wie dies in der linken Hälfte der Fig. 2 angedeutet ist. Es kann, falls erwünscht, aber auch ein gesonderter Steuermagnet 45 für die Positionssensoren vorhanden sein. Dies ist in der Rechten Hälfte der Fig. 2 angedeutet. Bei den Ausführungsformen gemäss Fig. 2 stehen die Positionssensoren 42, 43, 44 dem steuernden Magneten 13 bzw. 45 axial gegenüber. Es ist aber beispielsweise auch möglich, die Positionssensoren in der in Fig. 2 mit gestrichelten Linien angedeuteten Weise so anzuordnen, dass sie dem steuernden Magneten, in diesem Fall dem Permanentmagnetring 13, radial gegenüberstehen. In jedem Fall ist es wichtig, die Positionssensoren 42, 43, 44 in Umfangsrichtung mit Bezug auf die Spulen 21 bis 26 so zu positionieren, dass die Änderungen der Sensorschaltzustände mit den Nulldurchgängen der zugeordneten Spulenspannungen im wesentlichen zusammenfallen. Dies wird bei der veranschaulichten Ausführungsform gemäss Fig. 1 dadurch erreicht, dass die Positionssensoren mit Bezug auf die Mitte der Nutöffnungen 28 A, 28 B und 28 C um 15°_{mech} versetzt sind.

Entsprechend Fig. 3 sind die drei Wicklungsstränge 21, 22; 23, 24; 25, 26 in Stern geschaltet. Die Ausgänge der Positionssensoren 42, 43, 44 sind unmittelbar an die Eingänge jeweils eines Treiberverstärkers 46, 47 bzw. 48 einer Endstufe 49 angeschlossen. Die Ausgänge der Treiberverstärker 46, 47, 48 sind ihrerseits an die vom Sternpunkt 50 abliegenden Enden der Spulenpaare 21, 22; 23, 24 bzw. 25, 26 angeschlossen. Versor-

gungsspannung liegt an den Klemmen VS bzw. GND an. Ein Entsperrsignal wird der Endstufe 49 über einen Anschluss EN zugeführt.

Die Positionssensoren 42, 43, 44 liefern drei um 120°_{el} gegeneinander versetzte, jeweils nach 180°_{el} umspringende Sensorausgangssignale, die in Fig. 4 mit S1, S2 und S3 bezeichnet sind. Diese Signale werden von den Treiberverstärkern 46, 47, 48 der Endstufe 49 lediglich verstärkt. Die entsprechend verstärkten Endstufenspannungen (gegenüber dem Bezugspotential GND) sind in Fig. 4 mit UE1, UE2 und UE3 bezeichnet. In den Spulenpaaren 21, 22; 23, 24; 25, 26 wird von dem Permanentmagnetring 13 jeweils eine dreistufig getreppte Spannung induziert. Diese gegenüber dem Sternpunkt 50 gemessenen Spannungen sind in Fig. 4 bei Ui1, Ui2 und Ui3 dargestellt. Wie veranschaulicht ist, sind die induzierten Spannungen Ui1, Ui2, Ui3 über jeweils etwa 120°_{el} positiv und etwa 120°_{el} negativ. Dazwischen befindet sich ein etwa 60°_{el} breiter Bereich, innerhalb dessen die induzierte Spannung einen wesentlich verminderten Wert hat und in dessen Mitte die induzierte Spannung den Nullpunkt durchläuft. Dieser 60°_{el} breite Bereich ist vorliegend kurz als Nullspannungsbereich bezeichnet.

Wie die Fig. 4 erkennen lässt, fallen die Änderungen der Schaltzustände der Positionssensoren 42, 43, 44 d.h., die Sprung der Signale S1, S2, S3, mit den Nulldurchgängen der zugeordneten induzierten Spulenspannungen Ui1, Ui2 bzw. Ui3 zusammen. Aus Fig. 4 folgt weiter, dass die induzierten Spulenspannungen Ui1, Ui2, Ui3 die Bedingung erfüllen, dass ihre Summe in jeder Relativstellung zwischen dem Permanentmagnetring 13 und der von den Spulen 21 bis 26 gebildeten Wicklung gleich Null ist. Die Erfindung ist jedoch nicht auf die veranschaulichte Form der induzierten Treppenspannungen beschränkt. Beispielsweise könnten die induzierten Spannungen auch Sinusform haben.

Bei der abgewandelten Ausführungsform gemäss den Fig. 5 und 6 sind die Wicklungsspulen 21, 22; 23, 24 und 25, 26 in Dreieck geschaltet. Zwischen den Ausgängen der Positionssensoren 42, 43, 44 und den Eingängen der Endstufe 49 liegt ein Decoder 51, der in an sich bekannter Weise aus UND-Schaltungen 52, 53, 54 und 55, NAND-Schaltungen 56, 57 und Invertoren 58, 80, 59 aufgebaut ist. Der Decoder 51 leitet aus den an seinen drei Eingängen 60, 61, 62 anliegenden Sensorausgangssignalen sechs Eingangssignale für die Endstufe 64 ab. Die Endstufe 64 weist drei Treiberstufen 65, 66, 67 auf, die jeweils in Form von Halbbrücken mit zwei ausgangseitig in Reihe geschalteten Halbleiterstufen, z.B. Endstufentransistoren oder Thyristoren, aufgebaut sind. Mit Wicklungsanschlussklemmen 68, 69, 70 der Endstufe 64 sind die in Dreieck geschalteten Wicklungsspulen 21, 22; 23, 24, und 25, 26 verbunden. Der Decoder 51 ist derart ausgelegt, dass an den Wicklungsanschlussklemmen 68, 69, 70 — bezogen auf das Potential GND — Endstufenspannungen UE1, UE2, und UE3 der in Fig. 6 veranschaulichten Form auftreten. Wie aus Fig. 6 hervorgeht, sind die Endstufen- oder Treiberspannungen UE1, UE2 und UE3 wiederum um 120°_{el} gegeneinander versetzt. Die Spannungen sind während jeweils zweier aufeinanderfolgender 180°_{el} -Halbperioden der Sensorausgangssignale S1, S2, S3 jeweils für 120°_{el} positiv und für 120°_{el} negativ. Die 120°_{el} -Bereiche der Spannungen UE1, UE2, UE3 sind jeweils durch 60°_{el} -Bereiche voneinander getrennt, während deren die betreffende Wicklungsanschlussklemme 68, 69, 70 abgeschaltet ist. In den Spulenpaaren 21, 22; 23, 24 und 25, 26 werden wiederum dreistufig getreppte Spannungen induziert, die die in Fig. 6 bei Ui1, Ui2 bzw. Ui3 veranschaulichte Form haben. Die Bedingungen sind also analog denen der zuvor beschriebenen Ausführungsform.

Festzuhalten ist, dass in den Fig. 4 und 6 die relativen zeitlichen Lagen der verschiedenen Signale massstabsgerecht dargestellt sind.

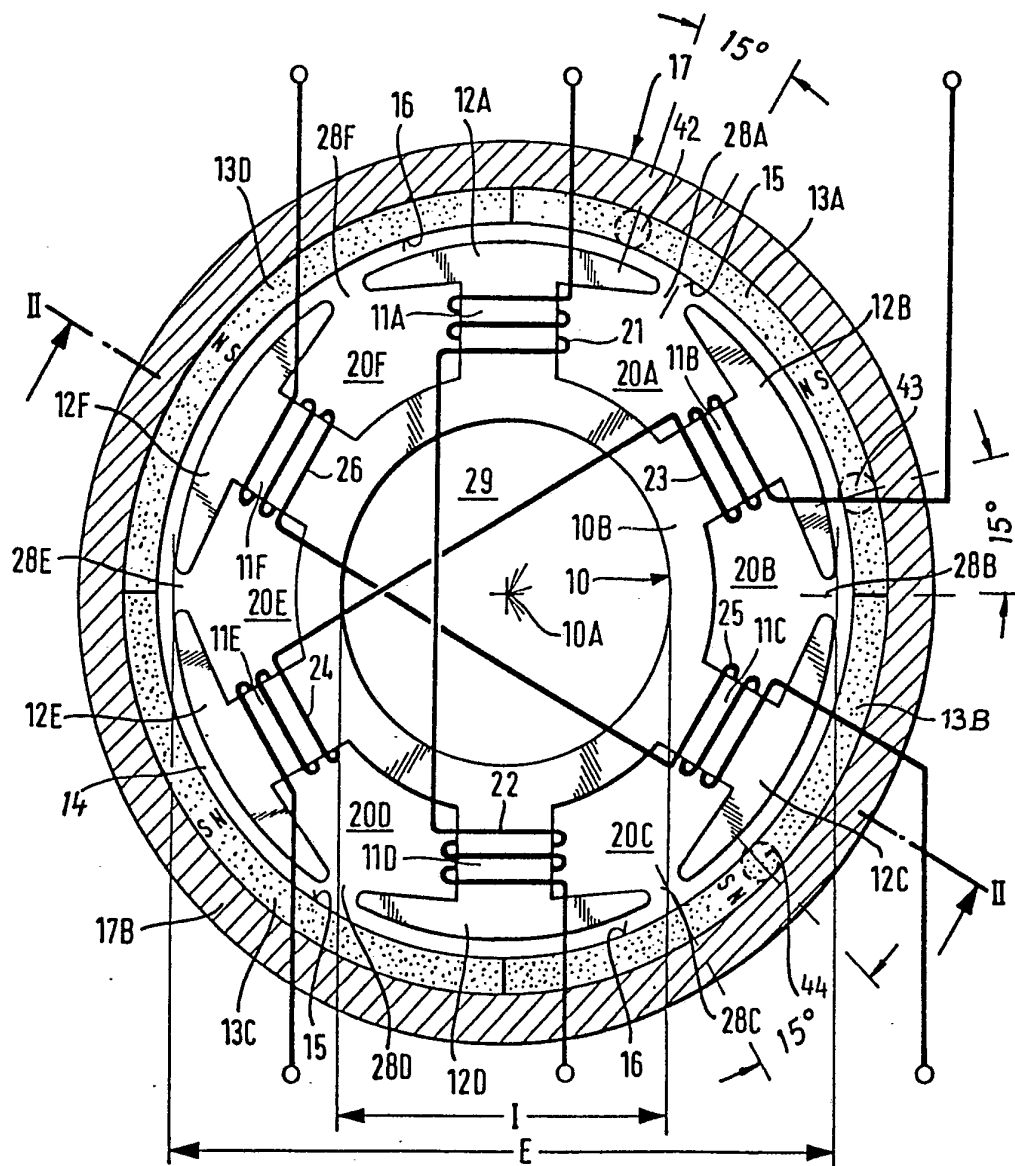
Entsprechend Fig. 2 ist der Motor platzsparend in der Plattenspeichernabe 37 untergebracht. Wegen der hohen Konstanz des vom Motor abgegebenen Drehmoments muss das Spitzendrehmoment nur ausreichen, um die beim Anlauf des Plattenspeichers auftretenden grossen Reibungskräfte zu überwinden. Im Gegensatz dazu musste bei Motoren mit starken Drehmomenteinbrüchen bereits das z.B. nur 60% des Spitzendrehmoments ausmachende Minimaldrehmoment diese Bedingung erfüllen. Das Spitzendrehmoment musste infolgedessen entsprechend höher gewählt werden. Die vorliegend erreichten minimalen Drehmomentschwankungen gestatten eine besonders günstige

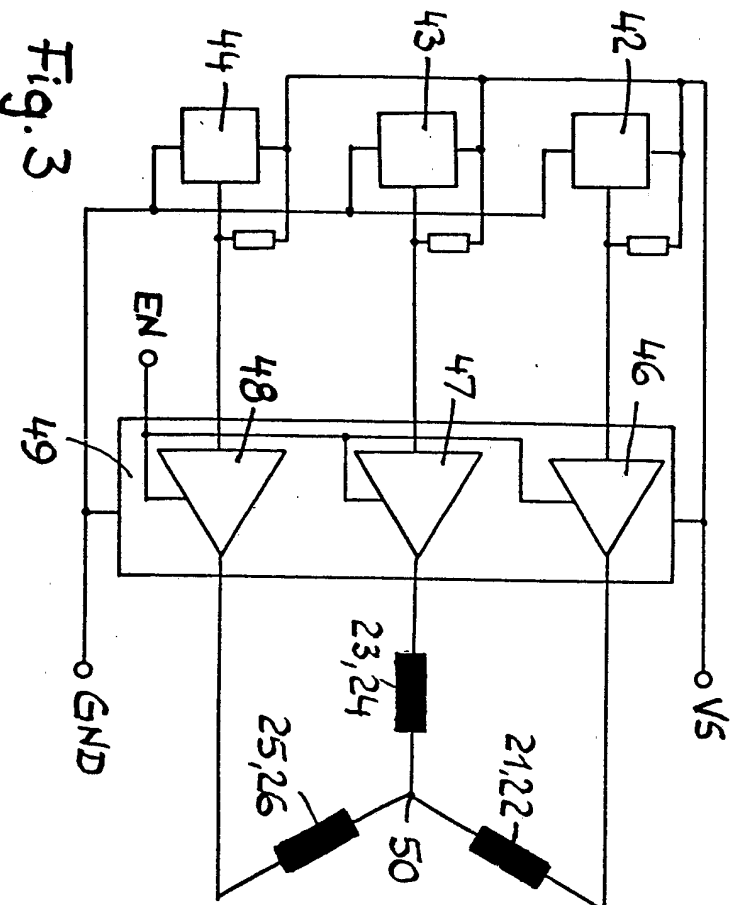
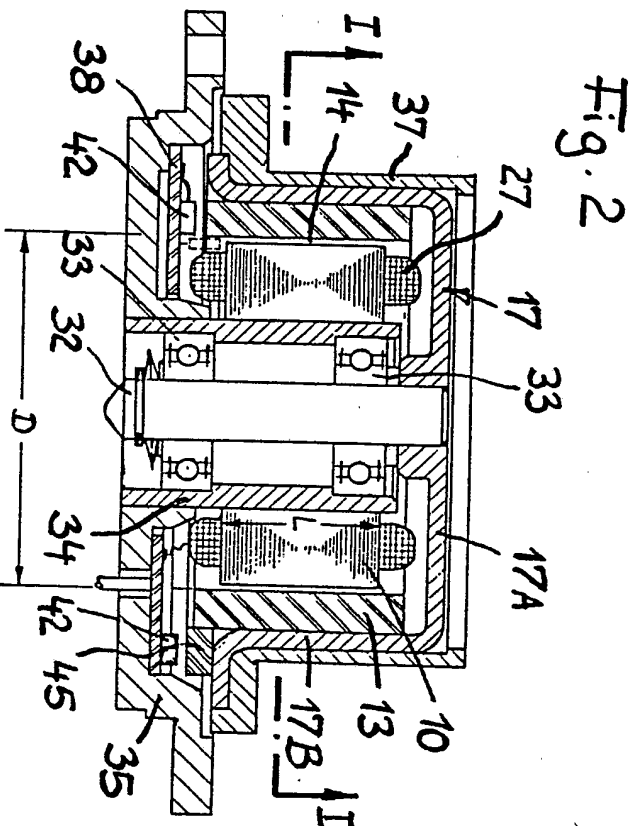
Dimensionierung des Motors sowohl im Anlaufpunkt als auch im Nenndrehpunkt.

Das erläuterte Prinzip lässt sich nicht nur bei rotierenden Antrieben, sondern auch bei Linearantrieben mit Vorteil einsetzen. Dabei kann der Linearmotor im übrigen beispielsweise in der aus der DE-OS 31 23 441 bekannten Weise aufgebaut sein.

Der erfindungsgemässe Gleichstrommotor ist, wie schon erwähnt, besonders auch in Magnetbandgeräten als direkt antreibender Motor zum einen für den Kapstan, auch Tonwelle genannt, und zum anderen zum Auf- bzw. Abwickeln des Magnetbandes (= Wickelmotor) geeignet.

Fig. 1





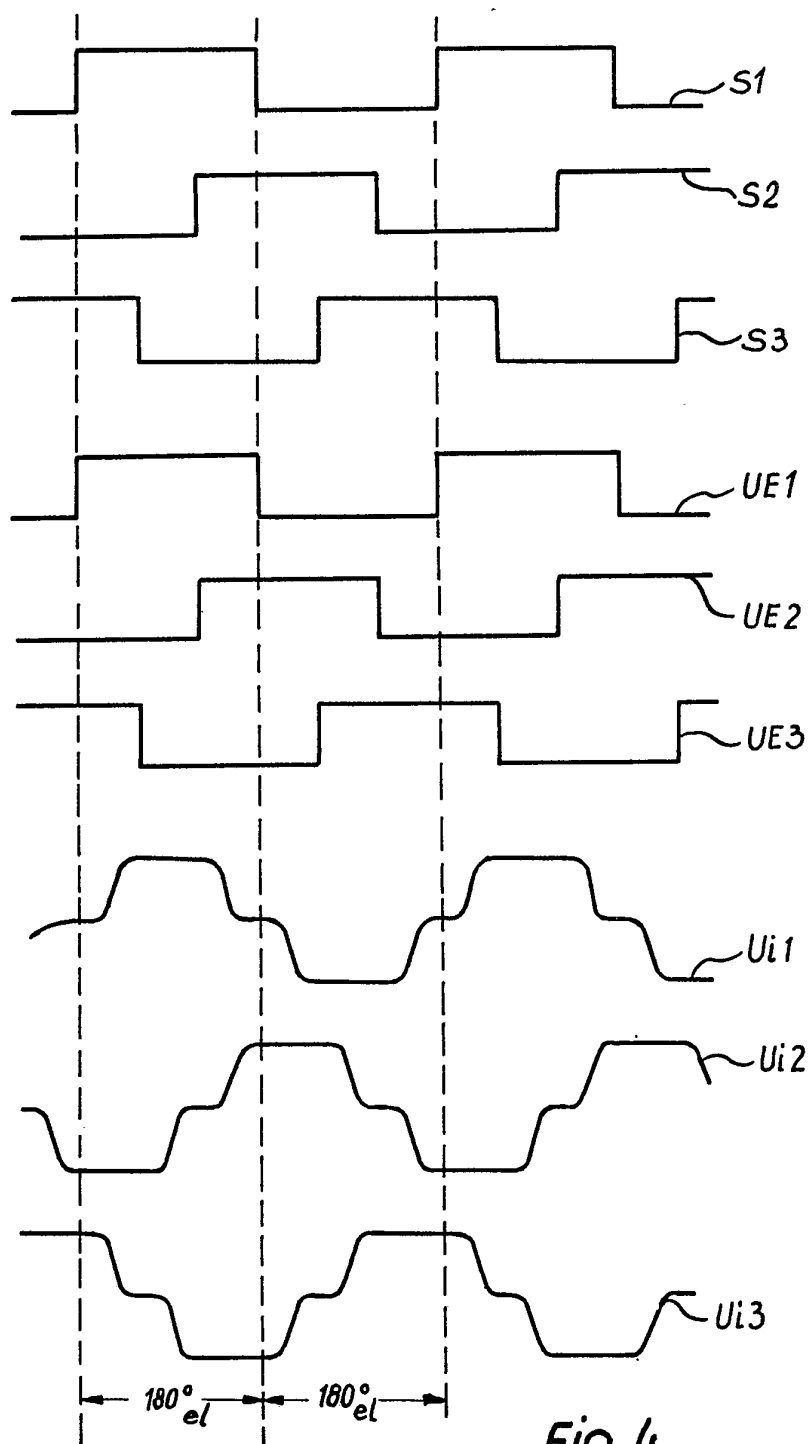


Fig. 4

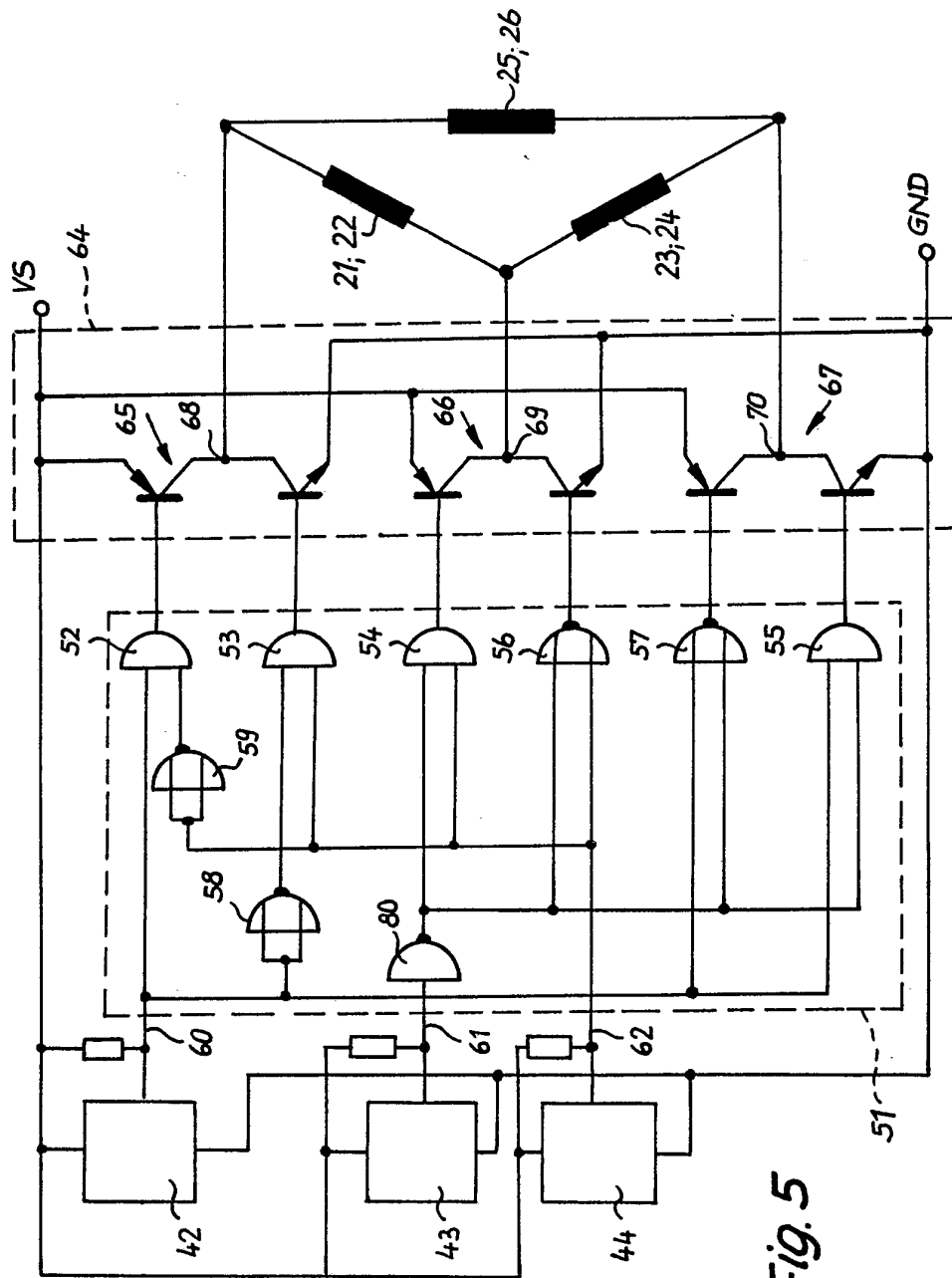


Fig. 5

