



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

**12 PATENTSCHRIFT A5**

21 Gesuchsnummer: 00777/98

22 Anmeldungsdatum: 31.03.1998

24 Patent erteilt: 29.11.2002

45 Patentschrift veröffentlicht: 29.11.2002

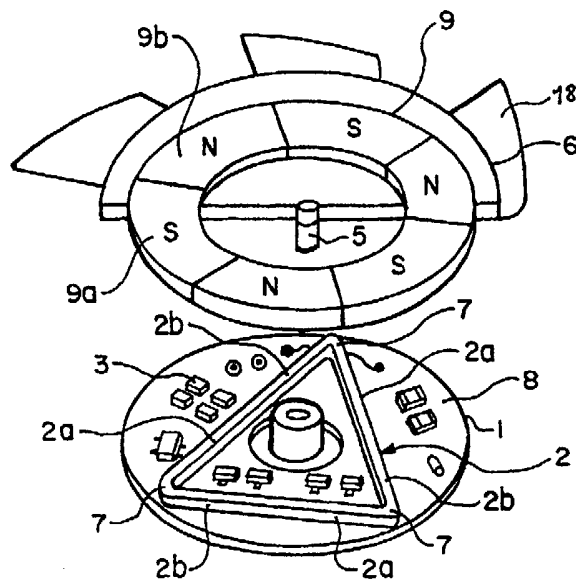
73 Inhaber:  
Micronel AG, Zürcherstrasse 51,  
8307 Tagelswangen (CH)

72 Erfinder:  
Ernst Scherrer, Stationsstrasse 13,  
8606 Greifensee (CH)

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

**54 Kollektorloser Gleichstrommotor.**

57 Der Gleichstrommotor weist eine einzige Spule (2) mit mehreren aktiven Zweigen (2a, 2b) auf. Der Rotor (6) ist mit einem Dauermagneten (9) versehen. Die aktiven Zweige (2a, 2b) sind im Wesentlichen lückenlos nacheinander angeordnet. Der Dauermagnet (9) überdeckt mit seinen Magnetsegmenten (9a, 9b) alle aktiven Zweige. Die Anzahl der Magnetpole ist mindestens gleich der Anzahl der aktiven Zweige. Durch die höhere magnetische Überdeckung der Spule (2) zum Dauermagneten wird ein höherer Wirkungsgrad erreicht.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen kollektorlosen Gleichstrommotor, dessen Stator eine einzige Spule mit mehreren aktiven Zweigen aufweist und dessen Rotor mit einem Dauermagneten versehen ist.

Motoren mit elektronischer Kommutierung sind allgemein bekannt und werden insbesondere als kostengünstige Antriebe für Axial- und Radialventilatoren verwendet. In der Regel werden ein oder mehrere Hallelemente zur Detektierung der Rotorposition verwendet oder es erfolgt eine Detektion auf dem Gegen-EMK-Prinzip (Back-EMF).

Kollektorlose Gleichstrommotoren dieser Art sind beispielsweise in der DE-A-2 260 069 offenbart. In dieser Schrift zeigt die Ausführung nach den Fig. 1 bis 4 einen kollektorlosen Gleichstrommotor, der mehrere diskrete Spulen besitzt. Bei der Ausführung nach Fig. 8 ist lediglich eine einzige Spule vorgesehen, die vier aktive Zweige 103 bis 106 und zwei im Wesentlichen inaktive Spulenköpfe aufweist. Die Spule hat hier etwa die Form eines langgezogenen Rechtecks. Die beiden Spulenköpfe sind hier durch die gegenüberliegenden Schmalseiten dieses Rechtecks gebildet.

Die EP-A-0 221 459 offenbart einen Kleinventilator mit einem kollektorlosen Gleichstrommotor, der ebenfalls eine einzige Spule aufweist. Die Spule des Stators besitzt auch hier die Form eines langgezogenen Rechtecks. Die Schmalseiten der Spule bilden im Wesentlichen inaktive Bereiche.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen kollektorlosen Gleichstrommotor der genannten Art zu schaffen, der einen wesentlich höheren Wirkungsgrad aufweist und der dennoch kostengünstig herstellbar ist. Der Gleichstrommotor soll sich insbesondere für einen Kleinventilator eignen.

Die Aufgabe ist bei einem oben genannten Gleichstrommotor dadurch gelöst, dass die aktiven Zweige im Wesentlichen lückenlos nacheinander angeordnet sind, dass der Dauermagnet mit seinen Magnetsegmenten alle aktiven Zweige überdeckt und dass die Anzahl der Magnetpole des Dauermagneten mindestens gleich der Anzahl der aktiven Zweige ist.

Beim erfindungsgemässen Gleichstrommotor ist die magnetische Überdeckung der Spule zum Dauermagneten wesentlich höher als bisher und im Wesentlichen ist die gesamte Spule aktiv. Nicht wirksame Spulenkopfbereiche sind bis auf einen zu vernachlässigenden Abschnitt verkleinert. Auf Grund der höheren Überdeckung aller Magnetsegmente und der Spulenkopfreduktion wird eine angestrebte wesentliche Wirkungsgraderhöhung erreicht. Verglichen mit Gleichstrommotoren, die mehrere diskrete Spulen aufweisen, ist die Herstellung des erfindungsgemässen Gleichstrommotors wesentlich kostengünstiger, da lediglich eine einzige Spule erforderlich ist. Zudem kann bei einer axialen Anordnung der Spule ein besonders flacher Motor hergestellt werden. Das Prinzip der Erfindung ermöglicht auch die Herstellung von Spulen mit zylindrischer oder konischer Wicklung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch einen erfindungsgemässen Gleichstrommotor, wobei der Stator und der Rotor aus zeichnerischen Gründen auseinander gezogen sind,

Fig. 2 schematisch die Anordnung der Spule relativ zum Dauermagneten,

Fig. 3 schematisch die Krafteinwirkung der Spule auf den Dauermagneten,

Fig. 4 schematisch die Wirkungsweise der Spule,

Fig. 5a und 5b schematisch eine Ausführungsvariante der Spule und des Dauermagneten,

Fig. 6a und 6b eine weitere Variante der Spule und des Dauermagneten,

Fig. 7 und 8 weitere Ausführungsvarianten der Spule, und

Fig. 9 ein Schaltbild eines erfindungsgemässen Motors.

Die Fig. 1 zeigt einen Stator 1, der eine kreisförmige flache Statorplatte 8 aufweist, die aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff hergestellt ist. Auf der Statorplatte 8 ist eine einzige, eisenlose Flachspule 2 befestigt, die als Motorwicklung dient. Im Zentrum der Statorplatte 8 befindet sich ein Lager 6, in dem eine Welle 5 des Rotors 6 drehbar gelagert ist. Das Lager 16 ist so ausgebildet, dass der Rotor 6 in einem genau bestimmten Abstand zum Stator 1 gehalten ist. Auf der Statorplatte 8 sind die üblichen Schaltungselemente 3 angeordnet.

In Fig. 9 ist eine geeignete Schaltung 26 angegeben. Diese weist ein Hallelement 17 auf, welches die Startposition des Rotors 6 definiert. Die Spule 2 ist gewickelt, sie kann aber auch in bekannter Weise in Ätztechnik hergestellt sein. Das Hallelement 17 ist im magnetisch wirksamen Bereich des Rotor 6 positioniert und hat zwei Steuerausgänge 51 und 52. Eine Transistorschaltung 2xT1 und 2xT2 bewirkt ein Umschalten der Stromrichtung auf der Spule 2. In einer ersten Rotorlage ist das Hallelement 17 mit einem mit «Nord» gerichteten Magnetpol überdeckt. Der Steuerausgang 51 steuert die Spule 2 so, dass die Stromrichtung in der Spule 2 im Uhrzeigersinn verläuft. In einer zweiten Rotoranlage ist das Hallelement 17 mit einem mit «Süd» gerichteten Magnetpol überdeckt. Der Steuerausgang 52 steuert die Spule 2 so, dass die Stromrichtung in der Spule 2 im Gegenuhrzeigersinn verläuft. Bei einem sechspoligen Magnet erfolgen die beschriebenen Abläufe je dreimal pro Umdrehung des Rotors 6.

Der Dauermagnet 9 ist gemäss Fig. 1 eine ringförmige Scheibe und weist drei Südpole 9a und drei Nordpole 9b auf. Wie die Fig. 2 zeigt, bilden diese Pole 9a und 9b gleiche Segmente des Dauermagneten 9. Am Dauermagnet 9 ist ein Teil 18 befestigt, der beispielsweise bei einem Ventilator ein Flügelrad ist. An diesem Teil 18 ist wiederum die Welle 5 befestigt. Der Rotor 6 besteht in diesem Fall aus dem Dauermagneten 9, dem Flügelrad 18 sowie der Welle 5. Der Rotor 6 kann jedoch auch anders ausgebildet sein.

Die Spule 2 bildet ein gleichseitiges Dreieck und weist drei Spulenköpfe 7 sowie drei aktive Zweige 2a und drei aktive Zweige 2b auf. Wie die Fig. 2 zeigt, überdecken sich die aktiven Zweige 2a und

2b mit den Segmenten der Pole 9a und 9b. Die drei Spulenköpfe 7 befinden sich wie ersichtlich am äusseren Rand 9c des Dauermagneten 9. Die Seitenmitten der Seiten der Spule 2 bilden jeweils eine Zweigtrennung 9e zwischen benachbarten Zweigen 2a und 2b. Diese Zweigtrennungen 9e bilden Übergänge zwischen benachbarten Zweigen 2a und 2b und befinden sie am inneren Rand 9d des Dauermagneten 9. Für die Erfindung ist nun wesentlich, dass diese aktiven Zweige 2a und 2b im Wesentlichen lückenlos aneinander gereiht sind und die Spule 2 im Wesentlichen keine inaktiven Bereiche aufweist. Die Spulenköpfe 7 bilden vergleichsweise scharfe Ecken und der hier inaktive Bereich ist verglichen mit der Länge der aktiven Zweige 2a und 2b vernachlässigbar.

Die aktiven Zweige 2a und 2b üben auf den Dauermagneten 9 zur Bildung eines Drehmomentes eine Kraft gemäss dem Vektor 15 aus. Dieser Vektor 15 ist die resultierende Kraft der beiden Kraftvektoren 13 und 14, die jeweils rechtwinklig zum aktiven Zweig 2a bzw. 2b verlaufen. Zwei zu einem Spulenkopf 7 benachbarte aktive Zweige 2a und 2b üben somit Kräfte gemäss den Vektoren 13 und 14 aus, die sich zur resultierenden Kraft gemäss dem Vektor 15 addieren. Wie die Fig. 2 zudem zeigt, wechseln die benachbarten aktiven Zweige 2a und 2b einer Seite der Spule 2 jeweils von einem Polfeld zum anderen. Wie die Fig. 2 klar erkennen lässt, ist im Wesentlichen die ganze Spule 2 aktiv. Zudem ist die magnetische Überdeckung der Spule 2 im Wesentlichen vollständig.

Die Anzahl der aktiven Zweige 2a und 2b entspricht der Anzahl der Magnetpole 9a und 9b. Die Anzahl der Magnetpole 9a und 9b ist mindestens gleich der Anzahl der aktiven Zweige 2a und 2b.

Die Fig. 5a zeigt gestrichelt eine Spule 2', bei welcher die benachbarten aktiven Zweige 2a' und 2b' jeweils einer Seite geneigt zueinander verlaufen und einen stumpfen Winkel  $\alpha$  einschliessen. Durch diese Anordnung der aktiven Zweige 2a' und 2b' kann der Wirkungsgrad noch weiter erhöht werden. Die Fig. 5b zeigt den Dauermagneten 9', der eine Ausnehmung 4' aufweist, die entsprechend kleiner ist als die Ausnehmung 4. An den Spulenköpfen 7 bilden benachbarte Zweige 2a' und 2b' einen spitzen Winkel  $\beta$ , der wesentlich kleiner ist als  $60^\circ$ .

Die Fig. 6a zeigt eine Spule 10 mit vier Spulenköpfen 12 und acht aktiven Zweigen 10a und 10b. Entsprechend weist der Dauermagnet 11 gemäss Fig. 6b vier Nordpole und vier Südpole auf. Die Ausnehmung 20 ist an die Spule 10 angepasst, derart, dass sämtliche aktiven Zweige 10a und 10b magnetisch überdeckt sind. Bei der mit gestrichelten Linien gezeigten Spule 10' sind ähnlich wie bei der Ausführung nach Fig. 5a benachbarte aktive Zweige 10a' und 10b' geneigt zueinander angeordnet. Entsprechend ist hier die gestrichelt angezeigte Ausnehmung 20' vorgesehen, die einen kleineren Radius aufweist, als die Ausnehmung 20. Die Spule 10' besitzt gegenüber der Spule 10 einen noch kleineren Anteil inaktiver Bereiche sowie einen höheren Wirkungsgrad.

Die Fig. 7 und 8 zeigen zwei weitere Spulen 30 und 40, die eine noch höhere Anzahl aktiver Zwei-

ge 30a und 30b bzw. 40a und 40b aufweisen. Bei der Ausführung gemäss Fig. 7 ist die Spule 30 in einer Ebene angeordnet. Bei der Ausführung gemäss Fig. 8 ist die Spule 40 konisch ausgebildet. Die flache Spule 30 arbeitet mit einem flachen Magneten 31 und die konische Spule 40 mit einem entsprechend konischen Magneten 41 zusammen.

## Patentansprüche

1. Kollektorloser Gleichstrommotor, dessen Stator (1) eine einzige Spule (2, 10, 30, 40) mit mehreren aktiven Zweigen (2a, 2b, 10a, 10b, 30a, 30b, 40a, 40b) aufweist und dessen Rotor (6) mit einem Dauermagneten (9, 9', 11) versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die aktiven Zweige (2a, 2b, 10a, 10b, 30a, 40a, 40b) im Wesentlichen lückenlos nacheinander angeordnet sind, dass der Dauermagnet (9, 9', 11) mit seinen Magnetsegmenten (9a, 9b) alle aktiven Zweige überdeckt und auch die Anzahl der Magnetpole des Dauermagneten (9, 9', 11) mindestens gleich der Anzahl der aktiven Zweige ist.

2. Motor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (2, 10, 30, 40) ein Mehreck bildet.

3. Motor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jede Seite des Mehrecks aus zwei aktiven Zweigen (2a, 2b, 10a, 10b, 30a, 40a, 40b) gebildet ist.

4. Motor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die aktiven Zweige (2a', 2b', 10a', 10b') jeder Seite geneigt zueinander verlaufen.

5. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (2, 10, 30, 40) im Wesentlichen ein Dreieck oder ein Viereck bildet.

6. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der aktiven Zweige gleich der Anzahl der Magnetpole des Dauermagneten (9, 9', 11) ist.

7. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (2, 10, 30) eine ebene Spule ist.

8. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulenköpfe (7, 12) spitzwinklige Ecken zwischen zwei benachbarten aktiven Zweigen (2a, 2b, 10a, 10b, 30a, 30b, 40a, 40b) sind und diese Spulenköpfe (7, 12) auf eine im Wesentlichen zu vernachlässigende Länge reduziert sind.

9. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (40) zylindrisch oder konisch ist.

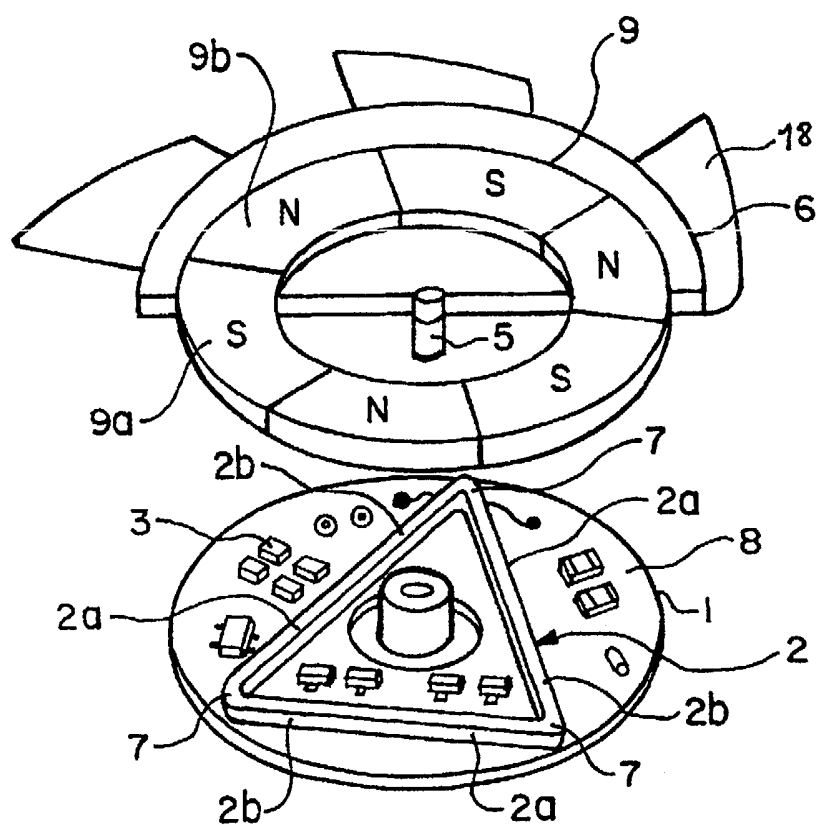


FIG. 1

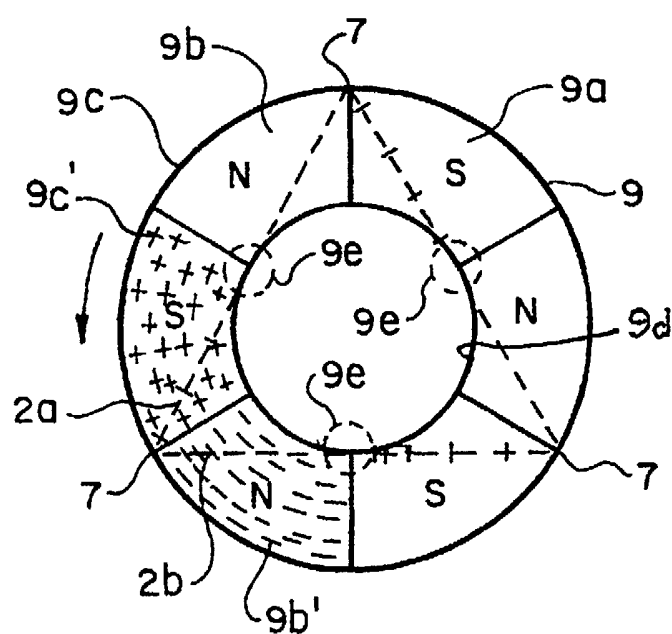


FIG. 2

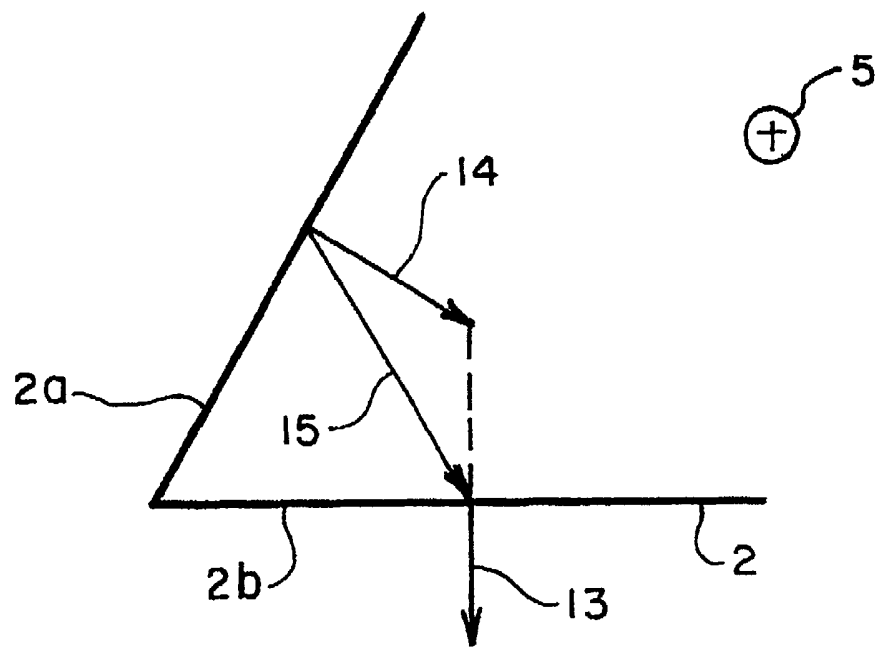


FIG. 3

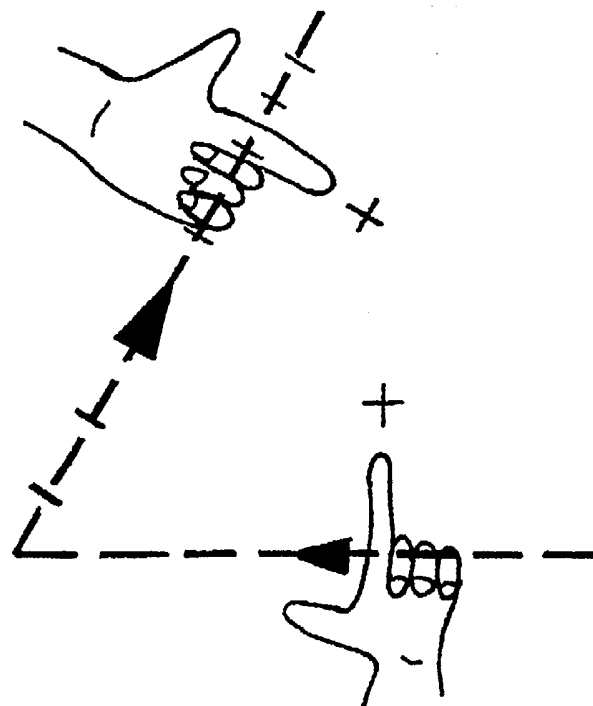


FIG. 4

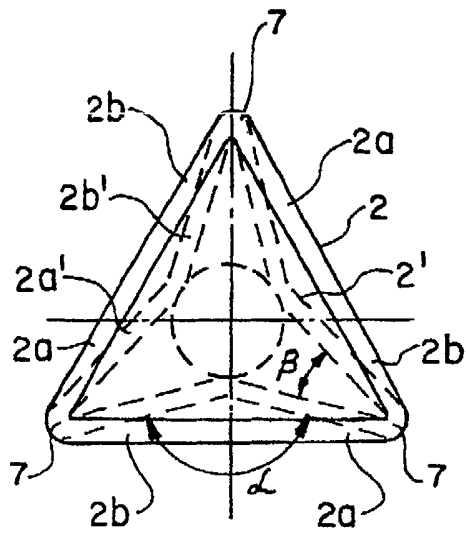


FIG. 5a

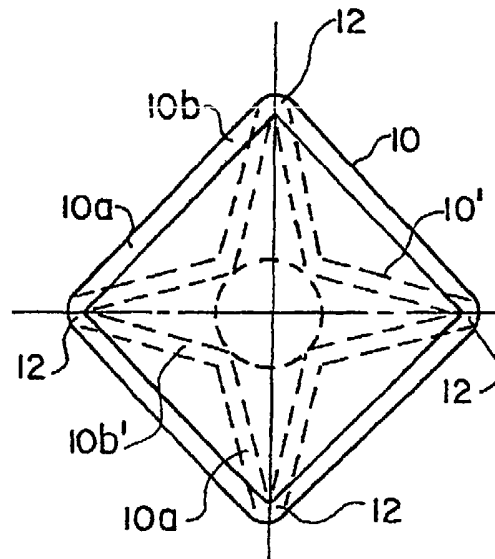


FIG. 6a

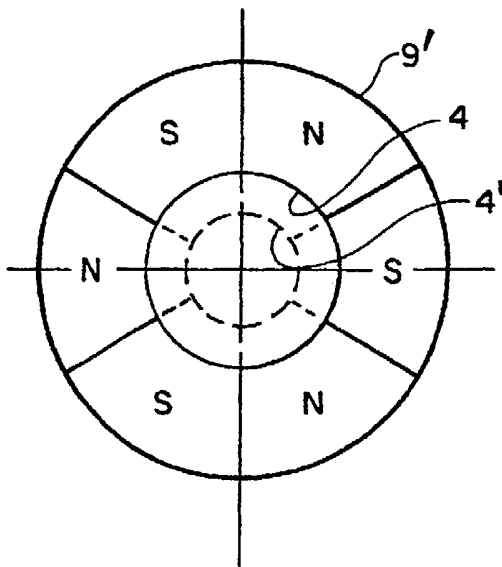


FIG. 5b

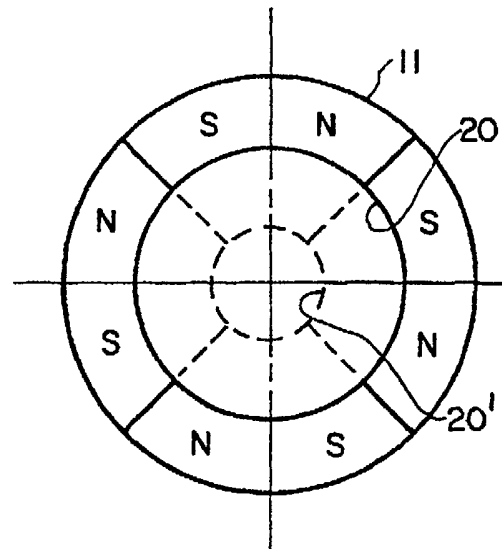


FIG. 6b

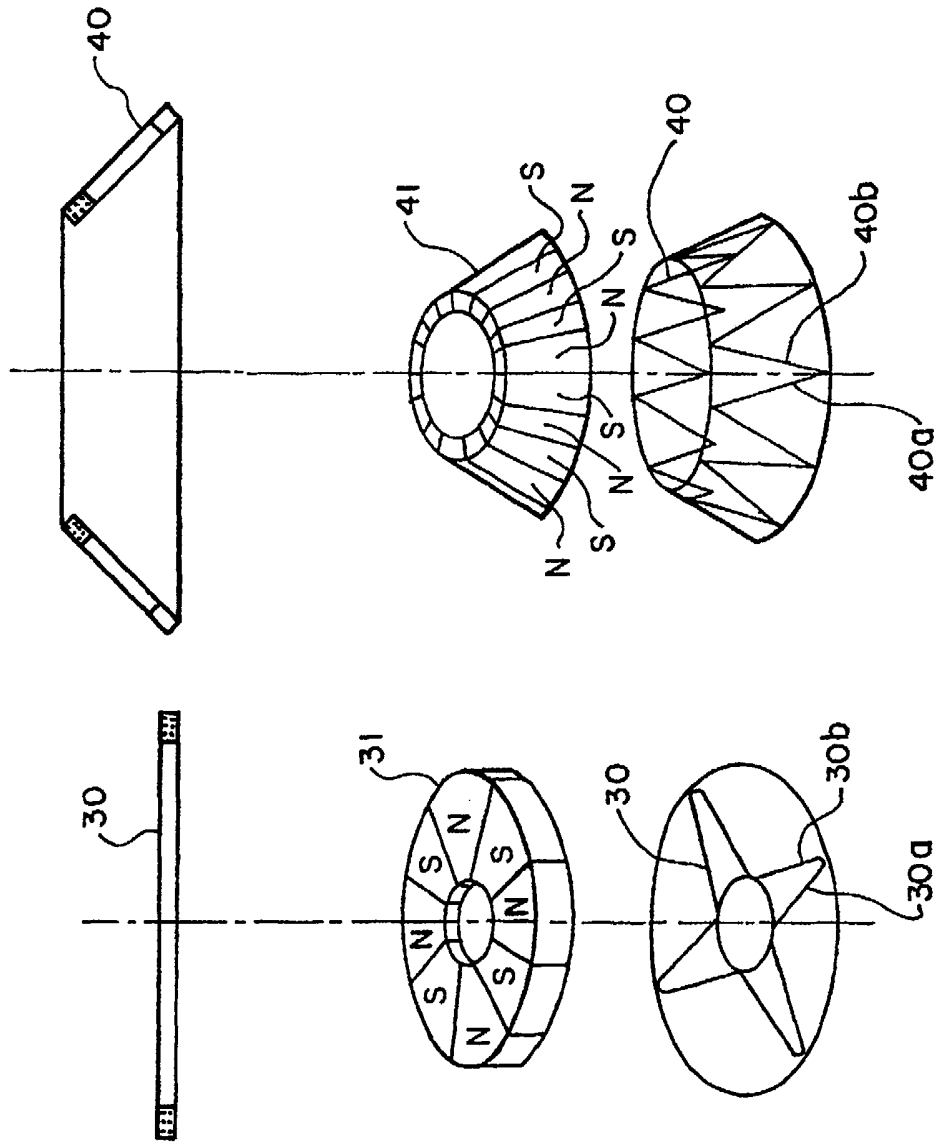


FIG. 8

FIG. 7

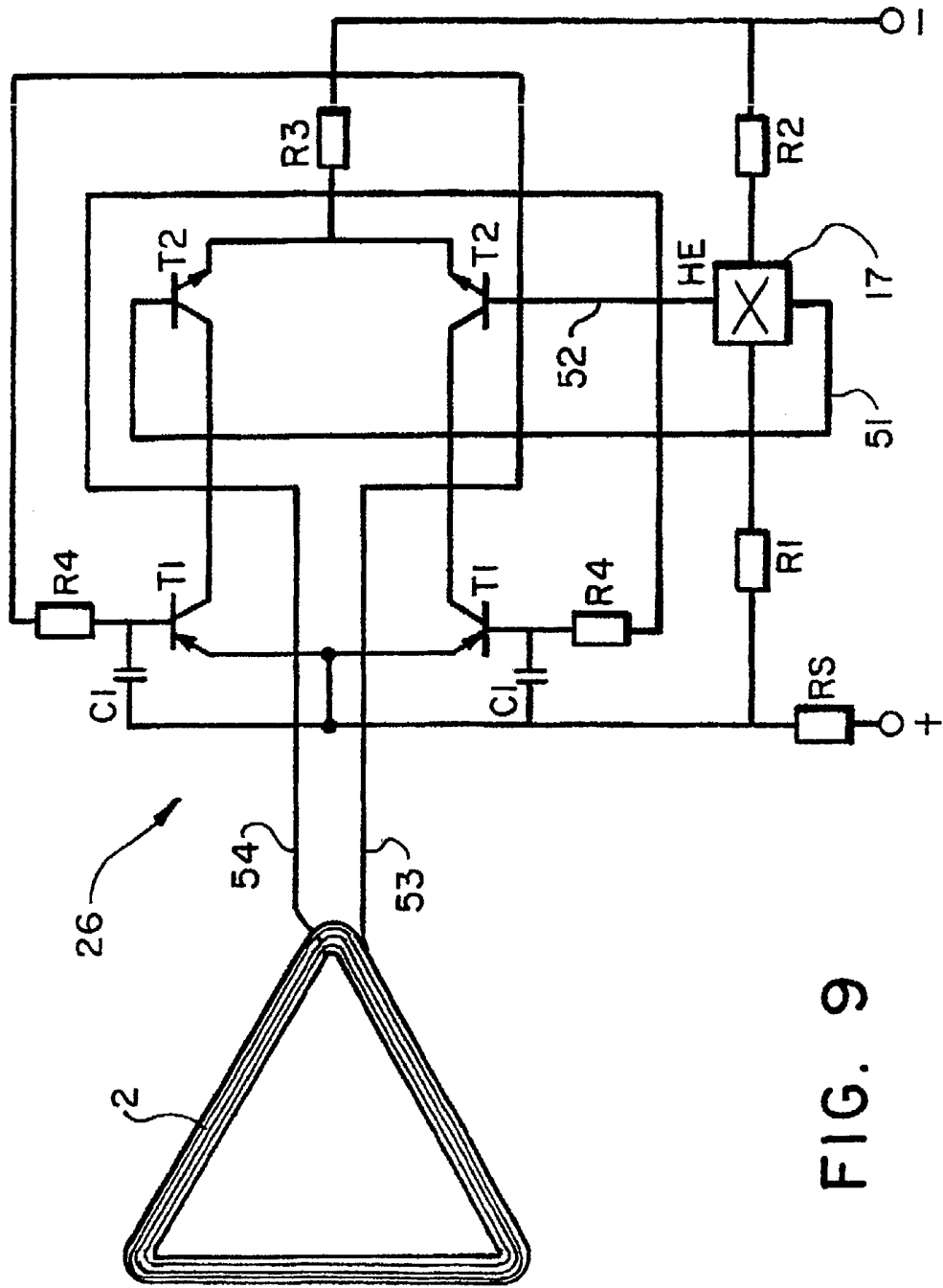


FIG. 9