(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 029 266 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.05.2017 Patentblatt 2017/21

(51) Int Cl.:
F01C 1/063 *(2006.01)* *F01C 20/08* *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **14004115.3**

(22) Anmeldetag: **05.12.2014**

(54) **Kreiskolbenmotor**

Rotary cylinder engine

Moteur à pistons rotatifs

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.06.2016 Patentblatt 2016/23

(73) Patentinhaber: **Diethelm, Otto**
31177 Adlum (DE)

(72) Erfinder: **Diethelm, Otto**
31177 Adlum (DE)

(74) Vertreter: **Philipp, Matthias**
Boehmert & Boehmert
Anwaltspartnerschaft mbB
Patentanwälte Rechtsanwälte
Pettenkoferstrasse 20-22
80336 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 503 645 **DE-A1-102012 003 221**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 029 266 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

HINTERGRUND

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kreiskolbenmotor. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung einen Verbrennungs-Kreiskolbenmotor mit einem Gehäuse, welches einen ringförmig umlaufenden Zylinderraum aufweist.

STAND DER TECHNIK

[0002] Im Bereich der Verbrennungsmotoren sind sowohl Hubkolbenmotoren als auch Rotations- oder Kreiskolbenmotoren bekannt. Bei Hubkolbenmotoren wie beispielsweise dem Ottomotor bewirkt die Kraftstoffverbrennung eine lineare Kolbenbewegung, welche über eine Pleuelstange in eine Drehbewegung einer Antriebswelle umgesetzt wird. Bei Kreiskolbenmotoren wie beispielsweise dem Wankelmotor führen hingegen alle Teile, die mechanische Arbeit verrichten, eine periodische Drehbewegung aus.

[0003] Trotz der Vorteile der Kreiskolbenmotoren wie höhere Laufruhe, einfachere Bauweise und geringeres Leistungsgewicht konnten sie sich auf Grund des höheren Öl- und Kraftstoffverbrauchs nicht gegen die vorherrschenden Hubkolbenmotoren durchsetzen.Die Druckschrift DE3503645 offenbart einen Drehkolbenverbrennungsmotor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

ZUSAMMENFASSUNG

[0004] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen verbesserten Kreiskolbenmotor, welcher neben hoher Laufruhe, einfacher Bauweise und geringem Leistungsgewicht auch einen hohen Wirkungsgrad und einen geringeren Ölverbrauch aufweist, und ein Verfahren zum Betrieb des selbigen bereitzustellen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Kreiskolbenmotor nach Anspruch 1 und ein Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie nach Anspruch 4 gelöst.

[0006] Der erfindungsgemäße Kreiskolbenmotor umfasst ein Gehäuse, welches einen ringförmig umlaufenden oder torusförmigen Zylinderraum aufweist. In dem ringförmig umlaufenden Zylinderraum rotieren im Betrieb ein Antriebs-Kolben und ein Verdichter-Kolben, welche um eine Drehachse drehbar in dem Gehäuse gelagert sind. Der Kreiskolbenmotor umfasst ferner einen Einlass- oder Ansaugeingang, einen Auslass- oder Ausstoßausgang, eine Einspritzdüse zum Einspritzen von Kraftstoff in den ringförmig umlaufenden Zylinderraum und ggf. eine Zündkerze.

[0007] Der Verdichter-Kolben ist mit einer Verdichter-Kolben-Antriebseinrichtung gekoppelt, welche dazu eingerichtet ist, den Verdichter-Kolben mit einem Drehmoment zu beaufschlagen. Der Antriebs-Kolben ist mit einer Antriebswelle gekoppelt.

[0008] Zwischen den Antriebs-Kolben und den Verdichter-Kolben eingespritzter und gezündeter oder zur Selbstzündung gebrachter Kraftstoff führt zur Bildung eines Verbrennungsgemischs oder Abgases und zu einer Beaufschlagung des Antriebs-Kolbens mit einem Druck und einer resultierenden, in Umfangsrichtung wirkenden Kraft in einer vorgegebenen Drehrichtung, welche ein Antriebsmoment an der Antriebswelle bereitstellt. Der auf den Verdichter-Kolben entgegen der Drehrichtung wirkende, ebenso große Druck führt hingegen zu einer Bremsung des Verdichter-Kolbens, so dass eine Tendenz besteht, das Volumen zwischen Antriebs-Kolben und Verdichter-Kolben zu vergrößern.

[0009] Da der Druck des Verbrennungsgemischs auf den Antriebs-Kolben und den Verdichter-Kolben sowohl bei einer Vergrößerung des Volumens zwischen dem Verdichter-Kolben und dem Antriebs-Kolben als auch bei Ausstoß von Verbrennungsgemisch oder Abgases abnimmt, wird der Verdichter-Kolben, welcher von der Verdichter-Kolben-Antriebseinrichtung mit einem Drehmoment in Drehrichtung des Antriebs-Kolbens beaufschlagt wird, in Drehrichtung beschleunigt, sobald das durch den Druck auf den Verdichter-Kolben wirkende Drehmoment nach einem Ausstoßvorgang geringer ist als das Drehmoment, mit dem der Verdichter-Kolben von der Verdichter-Kolben-Antriebseinrichtung beaufschlagt wird.

[0010] Gleichzeitig wird der Antriebs-Kolben bei Belastung der Antriebswelle mit einem Lastmoment gebremst. Durch Beschleunigung des Verdichter-Kolbens und Bremsung des Antriebs-Kolbens wird der Ausgangszustand, d. h. eine Drehung von Antriebs-Kolben und Verdichter-Kolben in Drehrichtung mit den ursprünglichen Winkelgeschwindigkeiten und gegenseitigem Abstand, wieder hergestellt und ein neuer Verbrennungszyklus kann eingeleitet werden.

[0011] Vorzugsweise umfasst der Kreiskolbenmotor eine Zündkerze, welche dazu eingerichtet ist, den Kraftstoff zu zünden.

[0012] Die Verwendung einer Zündkerze ermöglicht den Verzicht auf aufwändige Einspritztechnologie.

[0013] Vorzugsweise ist die Verdichter-Kolben-Antriebseinrichtung, welche dazu eingerichtet ist, den Verdichter-Kolben mit einem Drehmoment zu beaufschlagen, ein Elektromotor, mit Generatorfunktion, der nachfolgend als Elektromotor bezeichnet ist.

[0014] Durch die Verwendung eines solchen Elektromotors kann der Verdichter-Kolben mit einem gesteuerten Antriebs- oder Bremsmoment, in oder entgegen der Drehrichtung, beaufschlagt werden, wodurch die Position des Verdichter-Kolbens und der Abstand sowie die Drehgeschwindigkeit des Verdichter-Kolbens relativ zum Antriebs-Kolben geregelt werden kann.

[0015] Vorzugsweise ist der Elektromotor über elektrische Kontakte mit einem Energiespeicher verbunden.

[0016] Durch die Kopplung mit einem Energiespeicher kann die Erzeugung und der Verbrauch elektrischer Energie entkoppelt werden.

[0017] Vorzugsweise ist der Elektromotor dazu eingerichtet, Energie aus dem Energiespeicher zu entnehmen

und den Verdichter-Kolben in Rotationsrichtung anzutreiben oder zu beschleunigen.

[0018] Nachdem der Verdichter-Kolben beim Zünden des Gemisches abgebremst wird, kann der Verdichter-Kolben somit durch den Elektromotor, welcher elektrische Energie aus dem Energiespeicher entnimmt, in Rotationsrichtung angetrieben oder beschleunigt werden, so dass der Raum zwischen Verdichter-Kolben und Antriebs-Kolben gesteuert werden, d.h. konstant gehalten oder kontrolliert vergrößert oder verkleinert werden kann.

[0019] Vorzugsweise ist der Elektromotor dazu eingerichtet, einen aus der Zündung des Kraftstoffs resultierenden Rückstoß, welcher den Verdichter-Kolben als Reaktionskraft auf den in Drehrichtung beschleunigten Antriebskolben entgegen der Drehrichtung abbremst bzw. beschleunigt , in elektrische Energie umzuwandeln und die erzeugte elektrische Energie dem Energiespeicher zuzuführen.

[0020] Dem Antrieb oder der Abbremsung des Verdichter-Kolbens entgegen der Drehrichtung wird somit durch den Betrieb des Elektromotors als Generator entgegengewirkt, und die dabei erzeugte elektrische Energie, die dem Energiespeicher zugeführt wird, kann dazu verwendet werden, den Verdichter-Kolben nach Absinken des Drucks des Verbrennungsgemisches zwischen den Kolben in Drehrichtung zu beschleunigen.

[0021] Vorzugsweise ist der Energiespeicher ein Kondensator. Durch die Verwendung eines Kondensators können die beim Zwischenspeichern der erzeugten elektrische Energie auftretenden Verluste gering gehalten werden.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie umfasst den Schritt des Unterteilens eines torusförmigen Zylinderraums, in dem ein Antriebs-Kolben und ein Verdichter-Kolben um eine Drehachse in einer Drehrichtung rotieren, in eine erste sich in Umfangsrichtung des Zylinderraumes entstehende Kammer und eine zweite sich in Umfangsrichtung erstreckende Kammer, die jeweils zwischen dem Antriebs-Kolben und dem Verdichter-Kolben gebildet werden. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst des Weiteren die Schritte des Zuführens von Sauerstoff in die erste Kammer, des Einspritzens von Kraftstoff in die erste Kammer, des Zündens des Kraftstoffs in der ersten Kammer und des Abführens von Abgasen aus der ersten Kammer.

[0023] Durch das Zünden des Kraftstoffs in der ersten Kammer wird der Antriebs-Kolben mit einem in Drehrichtung wirkenden Druck beaufschlagt, mit dem ein Antriebsmoment an einer mit dem Antriebs-Kolben verbundenen Antriebswelle erzeugt werden kann.

[0024] Vorzugsweise umfasst das Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie ferner den Schritt des Abstützens des Verdichter-Kolbens relativ zum Gehäuse mit einem in Umfangsrichtung entgegen der Drehrichtung wirkenden Drehmoment, gegen den durch das Zünden des Kraftstoffs in der ersten Kammer erzeugten Druck. Das Abstützen kann beispielsweise durch eine mechanische Vorrichtung wie z. B. einen Freilauf erfolgen oder aber durch ein gesteuertes Drehmoment eines Elektromotors oder durch ein gesteuertes Bremsmoment eines Generators.

[0025] Vorzugsweise umfasst der Schritt des Abstützens den Schritt des Umwandelns einer auf den Verdichter-Kolben wirkenden Druckkraft in elektrische Energie mittels eines an eine Verdichterwelle des Verdichter-Kolbens gekoppelten Generators, insbesondere mittels eines Elektromotors mit Generatorfunktion.

[0026] Durch den an die Verdichterwelle des Verdichter-Kolbens gekoppelten Elektromotor mit Generatorfunktion kann die Druckkraft oder Drückenergie in elektrische Energie umgewandelt werden, welche nach Absinken des Drucks in der ersten Kammer zum Antrieb oder zur Beschleunigung des Verdichter-Kolbens in Drehrichtungverwendet werden kann.

[0027] Vorzugsweise umfasst das Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie ferner den Schritt des Verringerns einer Winkelgeschwindigkeit des Verdichter-Kolbens in Drehrichtung des Antriebs-Kolbens, wobei ein Volumen der ersten Kammer vergrößert wird, zum Zuführen von Sauerstoff in die erste Kammer.

[0028] Das Ansaugen von Sauerstoff in die erste Kammer kann somit durch eine Drehung des Verdichter-Kolbens mit einer kleineren Winkelgeschwindigkeit als die Winkelgeschwindigkeit des Antriebs-Kolbens erfolgen.

[0029] Vorzugsweise wird das Verringern der Winkelgeschwindigkeit des Verdichter-Kolbens durch das Betreiben des Generators bewirkt.

[0030] Durch die Verwendung des Generators kann die Rotationsenergie des Verdichter-Kolbens rekuperiert werden.

[0031] Vorzugsweise umfasst das Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie ferner den Schritt des Drehens des Verdichter-Kolbens in Drehrichtung mit einer größeren Winkelgeschwindigkeit als die des Antriebs-Kolbens, wobei das Volumen der ersten Kammer reduziert wird, zum Verdichten des Kraftstoffs in der ersten Kammer, in einer Verdichterposition der Verdichter- und Antriebskolben.

[0032] Vorzugsweise umfasst das Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie ferner den Schritt des Drehens der des Verdichter-Kolbens in Drehrichtung mit einer größeren Winkelgeschwindigkeit als die des Antriebs-Kolbens, wobei das Volumen der ersten Kammer reduziert wird, zum Abführen von Abgasen aus der ersten Kammer, in einer Ausstoßposition der Verdichter- und Antriebskolben.

[0033] Das Abführen von Abgasen aus der ersten Kammer kann somit durch das Beschleunigen des Verdichter-Kolbens relativ zum Antriebs-Kolben erfolgen.

[0034] Vorzugsweise wird das Beschleunigen des Verdichter-Kolbens durch das Betreiben des Generators als Elektromotor bewirkt.

[0035] Die Doppelfunktion als Generator und Elektromotor ermöglicht eine besonders einfache und ressourceneffiziente Bauweise des Motors.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0036]

Figs. 1 und 2 zeigen schematische Schnitt-Ansichten einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kreiskolbenmotors; und

Figs. 3 bis 7 zeigen schematische Darstellungen eines Verbrennungszyklusses der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kreiskolbenmotors.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0037] Figs. 1 und 2 zeigen schematische Schnitt-Ansichten einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kreiskolbenmotors 10. Der Kreiskolbenmotor 10 umfasst zwei halbtorusförmige Gehäuseschalen 12, 14, die entlang einer Verbindungsebene 12a abgedichtet miteinander verbunden sind und einen Motorblock 16 bilden. Eine Gehäuseschale 12 ist mit einem zylindrischen Motorgehäuse 13 verbunden. In einem torus- oder ringförmigen Zylinderraum 18 des Motorblocks 16 rotieren ein Antriebs-Kolben 20 und ein Verdichter-Kolben 22 um eine gemeinsame Drehachse 18a, die gleichzeitig eine Symetrieachse des Zylinderraumes 18 bildet. Der Antriebs-Kolben 20 ist mit einer Antriebswelle 24 fest verbunden, die um die Drehachse 18a drehbar im Motorblock 16 gelagert ist. Der Verdichter-Kolben 22 ist mit einer rohrförmigen Verdichterwelle 26 fest verbunden, die ebenfalls um die Achse drehbar im Motorblock 16 gelagert ist und einen Abschnitt der Antriebswelle 24 ummantelt.

[0038] Eine Hülle 18b des ringförmigen Zylinderraums 18 weist in Umfangsrichtung gesehen eine kreisförmige Außenkontur auf und ist durch Stege mit den Gehäuseschalen 12, 14 verbunden. Die Hülle 18b wird im Betrieb teilweise von Kühlflüssigkeit umspült, welche zwischen der Hülle 18b und den kreisförmigen Gehäuseschalen 12, 14 zwischen den Stegen hindurchgeleitet werden kann. Antriebswelle 24 und Verdichterwelle 26 sind mit Dichtungen 38 versehen, welche das Eindringen von Kühlflüssigkeit in den ringförmigen Zylinderraum 18 verhindern.

[0039] Die Antriebswelle 24 und die Verdichterwelle 26 verlaufen axial durch bzw. um die Drehachse 18a und sind mit einem Elektromotor 28 gekoppelt. Dabei bilden von der Antriebswelle 24 und der Verdichterwelle 26 sich in radialer Richtung erstreckende Ausleger Elektromotor-Rotoren 30, 32 aus. Der Elektromotor-Rotor 30 weist mehrere Permanentmagneten auf und ist mit der Antriebswelle 24 fest verbunden. Der Elektromotor-Rotor 32 weist mehrere Spulen auf und ist mit der Verdichterwelle 26 des Verdichter-Kolbens 22 fest verbunden.

[0040] Der Elektromotor-Stator 34, mit dem die Elektromotor-Rotoren 30, 32 im Betrieb in Wirkverbindung stehen, weist mehrere Spulen auf und ist mit dem Motorblock 16 fest verbunden. Zudem weist der Elektromotor-Stator 34 elektrische Kontakte 36 zur Verbindung mit einem Kondensator auf, durch den der Elektromotor 28 mit Energie versorgt wird und den der Elektromotor 28 im Generatorbetrieb auflädt. Der Kondensator kann beispielsweise ein Ultrakondensator oder ein Doppelschichtkondensator sein. Der Kondensator kann zudem mit einer Batterie oder einem Stromnetz gekoppelt sein, die bzw. das überschüssige Ladung aus dem Kondensator entnimmt und den Kondensator bei zu geringer Ladung auflädt.

[0041] Die Antriebswelle 24 ist mit einem Schwungrad 40 verbunden. Des Weiteren sind jeweils an der Antriebswelle 24 und der Verdichterwelle 26 Vorrichtungen 42 zur Abfrage einer Winkelposition vorgesehen. Somit können durch die Vorrichtungen 42 zur Abfrage einer Winkelposition jederzeit die absoluten Lagen des Antriebs-Kolbens 20 und des Verdichter-Kolbens 22 und deren relative Lage bestimmt und durch entsprechende Ansteuerung des Elektromotors 28 geregelt werden. Alternativ zu dem in Fig. 1 gezeigten Elektromotor-Stator 34, der im Betrieb in Wirkverbindung mit beiden Elektromotor-Rotor 30, 32 steht, können auch zwei Elektromotor-Statoren 34 vorgesehen sein, wobei im Betrieb jeder Elektromotor-Rotor 30, 32 mit einem der Elektromotor-Statoren 34 zusammenwirkt.

[0042] Der Verbrennungszyklus der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kreiskolbenmotors wird im Folgenden anhand der schematischen Darstellungen in den Figs. 3 bis 7 beschrieben.

[0043] In Fig. 3 sind Antriebs-Kolben 20 und Verdichter-Kolben 22 in einer Startposition gezeigt. Beim Anlassen des Motors können der Antriebs-Kolben 20 und der Verdichter-Kolben 22 durch den Elektromotor 28 in die Startposition gedreht werden. Im Betrieb muss der Elektromotor 28 die Drehung des Antriebs-Kolbens 20 und des Verdichter-Kolbens 22 nur bei Bedarf korrigieren. Dazu kann beispielsweise eine Datenverarbeitungseinrichtung oder Motorsteuerung Signale von den Vorrichtungen 42 zur Abfrage der Winkelpositionen empfangen und dementsprechend den Betrieb des Elektromotors 28 als Motor oder Generator steuern.

[0044] Sind Antriebs-Kolben 20 und Verdichter-Kolben 22 in der Startposition, dreht der Elektromotor 28 den Antriebs-Kolben 20 und den Verdichter-Kolben 22 in die durch den Pfeil in Fig. 3 gezeigte Drehrichtung bzw. drehen sich der Antriebs-Kolben 20 und der Verdichter-Kolben 22 durch die Massenträgheit in Drehrichtung.

[0045] Fig. 4 zeigt einen Zustand, in dem sich der Verdichter-Kolben 22 langsamer oder mit einer kleineren Winkelgeschwindigkeit als der Antriebs-Kolben 20 dreht, so dass der Antriebs-Kolben 20 dem Verdichter-Kolben 22 vorauseilt und sich zwischen dem Antriebs-Kolben 20 und dem Verdichter-Kolben 22 eine größer werdende Kammer 44 ausbildet. Die langsamere Drehung des Verdichter-Kolbens 22 kann ausgehend von einer Drehung mit gleichen Winkelgeschwindigkeit durch Abbremsen des Verdichter-Kolbens 22 oder durch Beschleunigen

des Antriebs-Kolbens 20 erreicht werden.

[0046] Durch Vergrößerung des Volumens der Kammer 44 wird Luft durch den Ansaugeingang 46 in die Kammer 44 eingesaugt, wenn sich die Kolben und die Kammer 44 an einer Ausgangsposition befinden. Anstatt eines einzelnen Ansaugeingangs 46 können auch mehrere Ansaugschlitze und vorzugsweise Ansauglängsschlitze vorgesehen sein. Zudem kann der Ansaugeingang 46 mit einem Ventil ausgelegt sein, das abhängig von der Position des Verdichter-Kolbens 22 mittels einer Ventilsteuerung geöffnet oder geschlossen wird. Anstatt eines Ventils können auch mehrere Ventile vorgesehen sein, so dass jeder Längsschlitz durch ein Ventil, beispielsweise ein Lippenventil, gesteuert wird.

[0047] Ferner können entlang eines Längsschlitzes ein oder mehrere verschiebbare Schieber vorgesehen sein. Ferner können die Ventile elektrisch, hydraulisch oder mechanisch gesteuert werden. Zudem kann eine Zuführung komprimierter Luft oder eines komprimierten Luft-GasGemisches vorgesehen sein. Der Grad der Zuführung von Luft, komprimierter Luft oder komprimiertem Luft-Gas-Gemisch kann dabei in Abhängigkeit von einem am Antriebs-Kolben 22 zu erbringenden Lastmoment gesteuert werden.

[0048] Nach dem Zuführen von Luft oder Luft-Gasgemisch wird, wie in Fig. 5 gezeigt, der Verdichter-Kolben 22, nachdem er den Bereich des Ansaugschlitzes 46 verlassen hat, in Drehrichtung beschleunigt, und/oder der Antriebskolben verzögert, um das Kammervolumen zu verringern. Durch das Verringern des Kammervolumens wird die in der Kammer 44 befindliche Luft bzw. das Luft-Gasgemisch verdichtet. Der Grad der Verdichtung kann dabei in Abhängigkeit von einem am Antriebs-Kolben 22 zu erbringenden Lastmoment gesteuert werden. In die Kammer 44 wird dann an einer vorbestimmten Umfangsposition oder Drehstellung der Kammer 44 oder der Antriebskolben und des Verdichterkolbens oder einer Einspritzstellung mittels einer Einspritzdüse 48 Kraftstoff eingespritzt. Das entstehende Gasgemisch wird ggf. weiter verdichtet, indem der Abstand zwischen Verdichter-Kolben 22 und Antriebs-Kolben 20 weiter verringert wird.

[0049] Für den Fall, dass der Rotationskolbenmotor 10 mit Erdgas oder Biogas oder allgemein mit gasförmigem Kraftstoff betrieben wird, kann anstatt der getrennten Zuführung von Luft bzw. Luft-Gasgemisch und Kraftstoff auch eine Zuführung von einem Gemisch aus gasförmigem Kraftstoff und Luft oder Luft-Gasgemisch erfolgen. Der Begriff Einspritzdüse 48 wie er in der Beschreibung und den Ansprüchen verwendet wird, soll somit auch solche Einrichtungen umfassen, welche dazu geeignet sind, der Kammer 44 Erdgas oder Biogas zuzuführen und allgemein jegliche Einrichtungen, welche dazu geeignet sind, der Kammer 44 Kraftstoff zuzuführen.

[0050] Anschließend wird das Gemisch, wie in Fig. 6 gezeigt, durch eine Zündkerze 50 gezündet, wobei sich die Kolben und die Kammer 44 in einer Zündstellung befinden. Die durch das Zünden des Kraftstoffs verursachte Expansion bewirkt einen Druckanstieg in der Kammer 44. Der Druckanstieg in der Kammer 44 bewirkt eine Vergrößerung des Drehmoments, das am Antriebs-Kolben 20 in Drehrichtung wirkt, wodurch die Drehung des Antriebs-Kolbens 20 in Drehrichtung beschleunigt werden kann. Der Druckanstieg in der Kammer 44 bewirkt ferner eine Vergrößerung des Drehmoments, das am Verdichter-Kolben 20 entgegen der Drehrichtung wirkt, wodurch die Drehung des Antriebs-Kolbens 20 in Drehrichtung tendenziell gebremst wird.

[0051] Das auf den Verdichter-Kolben 22 wirkende Drehmoment kann entweder über eine mechanische Einrichtung wie beispielsweise einen Freilauf kompensiert werden, indem der Verdichterkolben mechanisch an einer Drehung entgegen der Drehrichtung gehindert wird, oder zum Erzeugen von elektrischer Energie verwendet werden, indem der den Verdichter-Kolben 22 antreibende Elektromotor 28 auf Generatorbetrieb umgeschaltet wird. Alternativ kann der Verdichterkolben unter Einsatz elektrischer Energie in Drehrichtung angetrieben werden, um die Expansionsenergie des Verbrennungsgemischs in der Kammer 44 in eine angetriebene Bewegung des Antriebskolbens umzusetzen.

[0052] Durch die Vergrößerung des Abstandes zwischen Antriebs-Kolben 20 und Verdichter-Kolben 22 sinkt der Druck in der Kammer 44 und die auf den Antriebs-Kolben 20 in Drehrichtung und den Verdichter-Kolben 22 entgegen der Drehrichtung wirkenden Drehmomente werden verringert. In Folge des verringerten auf den Verdichter-Kolben 22 wirkenden Drehmoments entgegen der Drehrichtung kann der Verdichter-Kolben 22 durch Umschalten des Elektromotors 28 vom Generatorbetrieb in den antreibenden Betrieb mit geringem Energieaufwand in die Drehrichtung beschleunigt werden.

[0053] Durch das Beschleunigen des Verdichter-Kolbens 22 in Richtung der ursprünglichen Drehrichtung werden, wie in Fig. 7 gezeigt, die Kammer 44 verkleinert und die Abgase über einen oder mehrere Auspuffschlitze 52 aus der Kammer 44 herausgedrückt, so dass ein neuer Verbrennungszyklus gestartet werden kann.

[0054] Wird der Durchmesser des Zylinderraums des Kreiskolbenmotors 10 bezüglich der Drehachse hinreichend groß ausgeführt, können mehrere Zündungen oder Arbeitstakte während einer einzelnen Antriebswellen-Umdrehung durchgeführt werden. Somit kann die Notwendigkeit, mehrere Zylinderblöcke vorzusehen, vermieden werden. Bei entsprechender Steuerung des Verdichter-Kolbens 22 und des Antriebskolbens 20 kann auch das Selbstzünder-Prinzip herkömmlicher Dieselmotoren übernommen werden, indem Luft angesaugt, stark verdichtet und in die heiße verdichtete Luft Kraftstoff zur Selbstentzündung eingespritzt wird.

[0055] Ferner ist vorgesehen, dass der Kreiskolbenmotor 10 bei Bedarf in einen Freilaufbetrieb wechselt, in dem Antriebs-Kolben 20 und Verdichter-Kolben 22 bei im Wesentlichen festem gegenseitigen Abstand in dem Zylinderraum rotieren, ohne dass Luft und Kraftstoff zugeführt oder gezündet werden. Der Freilaufbetrieb kann beispielsweise bei Verwendung in einem Kraftfahrzeug

dazu dienen beim "Gas Wegnehmen" Kraftstoff einzusparen.

[0056] Da der Kreiskolbenmotor 10 als verschleißbehaftete Teile nur den Antriebs-Kolben 20 und den Verdichter-Kolben 22 aufweist, kann zudem ein geringes Gewicht und geringer Verschleiß des Kreiskolbenmotors 10 erreicht werden. Da Antriebs-Kolben 20 und Verdichter-Kolben 22 in der Regel nur relative geringer gegenläufige Bewegungen ausführen, kann ein ruhiger Lauf realisiert werden. Außerdem benötigt ein mit dem Kreiskolbenmotor 10 ausgerüstetes Kraftfahrzeug keine separate Lichtmaschine, da der Elektromotor 28 im Generatorbetrieb elektrische Energie erzeugt. Wird die Antriebs-Welle 24 zudem mit einem Generator gekoppelt oder ist die Antriebs-Welle 24 mit einem Generator koppelbar, kann der Kreiskolbenmotor 10 auch für Hybrid-Kraftfahrzeuge eingesetzt werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0057]

10	Kreiskolbenmotor
12	Gehäuseschale
12a	Verbindungsebene
13	Motorgehäuse
14	Gehäuseschale
16	Motorblock
18	Zylinderraum
18a	Drehachse
18b	Hülle
20	Antriebs-Kolben
22	Verdichter-Kolben
24	Antriebswelle
26	Verdichterwelle
28	Elektromotor
30,32	Elektromotor-Rotoren
34	Elektromotor-Stator
36	Elektrische Kontakte
38	Dichtungen
40	Schwungrad
42	Vorrichtung zur Abfrage einer Winkelposition
44	Kammer
46	Ansaugeingang
48	Einspritzdüse
50	Zündkerze
52	Auspuffschlitze

Patentansprüche

1. Kreiskolbenmotor (10), umfassend:

ein Gehäuse (16), welches einen torusförmigen Zylinderraum (18) mit einer Drehachse (18a) und einem Ansaugeingang (46) und einem Ausstoßausgang (52) aufweist;
einen Antriebs-Kolben (20) und einen Verdichter-Kolben (22), welche um die Drehachse (18a) drehbar in dem Gehäuse (16) gelagert sind und dazu eingerichtet sind, in dem torusförmigen Zylinderraum (18) zu rotieren; und
eine Einspritzdüse (48), welche dazu eingerichtet ist, Kraftstoff in den torusförmigen Zylinderraum (18) einzuspritzen;
wobei der Verdichter-Kolben (22) mit einem Elek-tromotor (28) gekoppelt ist, welcher mit einem Energiespeicher verbunden und dazu eingerichtet ist, den Verdichter-Kolben (22) mit einem gesteuerten Drehmoment zu beaufschlagen,
wobei der Antriebs-Kolben (20) drehfest mit einer um die Drehachse (18a) drehbar gelagerten Antriebswelle (24) gekoppelt ist,
wobei der Elektromotor (28) dazu eingerichtet ist, Energie aus dem Energiespeicher zu entnehmen und den Verdichter-Kolben (22) in einer Drehrichtung zu beschleunigen,
dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor (28) dazu eingerichtet ist,
einen aus der Zündung des Kraftstoffs resultierenden Rückstoß, welcher den Verdichter-Kolben (22) entgegen der Drehrichtung antreibt, in elektrische Energie umzuwandeln und diese dem Energiespeicher zuzuführen.

2. Kreiskolbenmotor (10) nach Anspruch 1, ferner umfassend eine Zündkerze (50), welche dazu eingerichtet ist, den Kraftstoff zu zünden.

3. Kreiskolbenmotor (10) nach Anspruch1, wobei der Energiespeicher ein Kondensator ist.

4. Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie, umfassend die Schritte:

Unterteilen eines torusförmigen Zylinderraums (18), in dem ein Antriebs-Kolben (20) und ein Verdichter-Kolben (22) zur Drehung um eine gemeinsame Achse aufgenommen sind, in eine erste Kammer (44) und eine zweite Kammer, die jeweils zwischen dem Antriebs-Kolben (20) und dem Verdichter-Kolben (22) gebildet werden;
Zuführen von Sauerstoff in die erste Kammer (44);
Einspritzen von Kraftstoff in die erste Kammer (44);
Zünden des Kraftstoffs in der ersten Kammer (44);
Abführen von Abgasen aus der ersten Kammer (44);
Abstützen des Verdichter-Kolbens (22) relativ zum Gehäuse (16) gegen den durch das Zünden des Kraftstoffs in der ersten Kammer (44) erzeugten Rückstoß durch einen an eine Welle

des Verdichter-Kolbens (22) gekoppelten Elektromotor (28),
dadurch gekennzeichnet. dass eine auf den Verdichter-Kolben (22) wirkende Rückstoßenergie durch Betreiben des Elektromotors (28) als Generator in elektrische Energie umgewandelt wird.

5. Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie nach Anspruch4, ferner umfassend den Schritt:

Verringern einer Drehgeschwindigkeit des Verdichter-Kolbens (22) in Drehrichtung des Antriebs-Kolbens (20), wobei ein Volumen der ersten Kammer (44) vergrößert wird, zum Zuführen von Sauerstoff in die erste Kammer (44).

6. Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie nach Anspruch5, wobei das Verringern der Rotationsgeschwindigkeit des Verdichter-Kolbens (22) in Rotationsrichtung des Antriebs-Kolbens (20) durch das Betreiben des Elektromotors (28) als Generator bewirkt wird.

7. Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie nach Anspruch6, ferner umfassend den Schritt:

Vergrößern der Drehgeschwindigkeit des Verdichter-Kolbens (22) in Drehrichtung des Antriebs-Kolbens (20), wobei das Volumen der ersten Kammer (44) reduziert wird, zum Verdichten des Kraftstoffs in der ersten Kammer (44).

8. Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie nach Anspruch6, ferner umfassend den Schritt:

Vergrößern der Drehgeschwindigkeit des Verdichter-Kolbens (22) in Drehrichtung des Antriebs-Kolbens (20), wobei das Volumen der ersten Kammer (44) reduziert wird, zum Abführen von Abgasen aus der ersten Kammer (44).

9. Verfahren zum Erzeugen mechanischer Energie nach Anspruch 6 oder 8, wobei das Beschleunigen des Verdichter-Kolbens (22) durch den Elektromotor (28) bewirkt wird.

Claims

1. Rotary piston engine (10), comprising:

a housing (16), having a toroidal cylinder chamber (18) with a rotational axis (18a) and a suction inlet (46) and a discharge port (52);
a drive piston (20) and a compressor piston (22), which are rotatably mounted about the rotational axis (18a) in the housing (16) and designed to rotate in the toroidal cylinder chamber (18); and
an injection nozzle (48), which is designed to inject fuel into the toroidal cylinder chamber (18);
wherein the compressor piston (22) is coupled with an electric motor (28), which is connected to an energy storage device and designed to apply a controlled torque to the compressor piston (22),
wherein the drive piston (20) is rotationally fixed to a drive shaft (24) rotatably mounted about the rotational axis (18a),
wherein the electric motor (28) is designed to take energy from the energy storage device and to accelerate the compressor piston (22) in a rotary direction,
characterized in that the electric motor (28) is designed to convert
a repulse resulting from igniting the fuel, which drives the compressor piston (22) against the rotary direction, into electrical energy and feed this to the energy storage device.

2. Rotary piston engine (10) according to claim 1, also comprising a spark plug (50), which is designed to ignite the fuel.

3. Rotary piston engine (10) according to claim 1, wherein the energy storage device is a capacitor.

4. Method for generating mechanical energy, comprising the steps:

Sub-dividing a toroidal cylinder chamber (18), in which a drive piston (20) and a compressor piston (22) are accommodated for rotating about a common axis, into a first chamber (44) and into a second chamber, each of which are formed between the drive piston (20) and the compressor piston (22);
Supplying oxygen into the first chamber (44);
Injecting fuel into the first chamber (44);
Igniting the fuel in the first chamber (44);
Discharging exhaust gases from the first chamber (44);
Bracing the compressor piston (22) relative to the housing (16) by means of an electric motor (28) coupled with a shaft of the compressor piston (22) against the repulse generated by igniting the fuel in the first chamber (44) **characterized in that** repulse energy acting on the compressor piston (22) is converted into electrical energy by the electric motor (28) operating as generator.

5. Method for generating mechanical energy according to claim 4, also comprising the step:

Reducing a rotating speed of the compressor

piston (22) in the rotary direction of the drive piston (20), wherein a volume of the first chamber (44) is increased in order to supply oxygen into the first chamber (44).

6. Method for generating mechanical energy according to claim 5, wherein reducing the rotating speed of the compressor piston (22) in the rotary direction of the drive piston (20) is caused by the electric motor (28) operating as generator.

7. Method for generating mechanical energy according to claim 6, also comprising the step:

Increasing the rotating speed of the compressor piston (22) in the rotary direction of the drive piston (20), wherein the volume of the first chamber (44) is reduced in order to compress the fuel in the first chamber (44).

8. Method for generating mechanical energy according to claim 6, also comprising the step:

Increasing the rotating speed of the compressor piston (22) in the rotary direction of the drive piston (20), wherein the volume of the first chamber (44) is reduced in order to discharge exhaust gases from the first chamber (44).

9. Method for generating mechanical energy according to claim 6 or 8, wherein accelerating the compressor piston (22) is caused by the electric motor (28).

Revendications

1. Moteur à piston rotatif (10) comportant:

un carter (16) à l'intérieur duquel se trouve une chambre cylindrique toroïdale (18) comportant un axe de rotation (18a) ainsi qu'une arrivée d'aspiration (46) et un orifice de décharge (52); un piston d'entraînement (20) et un piston de compression (22) montés de manière à pouvoir tourner autour de l'axe de rotation (18a) à l'intérieur du carter (16) et conçus de manière à tourner dans la chambre cylindrique toroïdale (18); et
une tubulure d'injection (48) conçue de manière à injecter le carburant à l'intérieur de la chambre cylindrique toroïdale (18);
caractérisé en ce que le piston de compression (22) est raccordé à un moteur électrique (28) qui, lui, est connecté à un dispositif de stockage d'énergie et qui est conçu pour exercer un couple contrôlé sur le piston de compression (22),
caractérisé en ce que le piston d'entraînement (20) est fixé de manière rotationnellle à un arbre d'entraînement (24) monté de manière à pouvoir tourner autour de l'axe de rotation (18a),
caractérisé en ce que le moteur électrique (28) est conçu de manière à se procurer l'énergie à partir du dispositif de stockage d'énergie et à faire accélérer le piston de compression (22) dans le sens de rotation,
caractérisé en ce que le moteur électrique (28) est conçu de manière à convertir
en énergie électrique une répulsion résultant de l'allumage du carburant, qui a pour effet d'entraîner le piston de compression (22) contre le sens de rotation, et envoyer cette énergie au dispositif de stockage d'énergie.

2. Moteur à piston rotatif (10) selon la revendication 1, comportant par ailleurs une bougie d'allumage (50) qui est conçue pour allumer le carburant.

3. Moteur à piston rotatif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de stockage d'énergie est un condensateur.

4. Procédé de production d'énergie mécanique, comportant les étapes qui consistent:

à subdiviser une chambre cylindrique toroïdale (18), dans laquelle un piston d'entraînement (20) et un piston de compression (22) tournent autour d'un axe commun, en une première chambre (44) et une deuxième chambre, chacune d'elles étant formée entre le piston d'entraînement (20) et le piston de compression (22);
à envoyer de l'oxygène dans la première chambre (44);
à injecter du carburant dans la première chambre (44);
à allumer le carburant dans la première chambre (44);
à décharger les gaz d'échappement à partir de la première chambre (44);
à soutenir le piston de compression (22) par rapport au carter (16) au moyen d'un moteur électrique (28) raccordé à un arbre du piston de compression (22) contre l'effet de répulsion résultant de l'allumage du carburant dans la première chambre (44)
caractérisé en ce que l'énergie de répulsion qui agit sur le piston de compression (22) est convertie en énergie électrique par le moteur électrique (28) qui fonctionne comme générateur.

5. Procédé de production d'énergie mécanique selon la revendication 4, comportant par ailleurs l'étape qui consiste:

à réduire la vitesse de rotation du piston de com-

pression (22) dans le sens de rotation du piston d'entraînement (20), **caractérisé en ce que** le volume de la première chambre (44) est augmenté afin de fournir de l'oxygène dans la première chambre (44).

6. Procédé de production d'énergie mécanique selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la réduction de la vitesse de rotation du piston de compression (22) dans le sens de rotation du piston d'entraînement (20) est due au fait que le moteur électrique (28) fonctionne comme générateur.

7. Procédé de production d'énergie mécanique selon la revendication 6, comportant par ailleurs l'étape qui consiste:

à accroître la vitesse de rotation du piston de compression (22) dans le sens de rotation du piston d'entraînement (20), **caractérisé en ce que** le volume de la première chambre (44) est réduit afin de comprimer le carburant dans la première chambre (44).

8. Procédé de production d'énergie mécanique selon la revendication 6, comportant par ailleurs l'étape qui consiste:

à accroître la vitesse de rotation du piston de compression (22) dans le sens de rotation du piston d'entraînement (20), **caractérisé en ce que** le volume de la première chambre (44) est réduit afin de décharger les gaz d'échappement à partir dde la première chambre (44).

9. Procédé de production d'énergie mécanique selon la revendication 6 ou 8, **caractérisé en ce que** l'accélération du piston de compression (22) est due au moteur électrique (28).

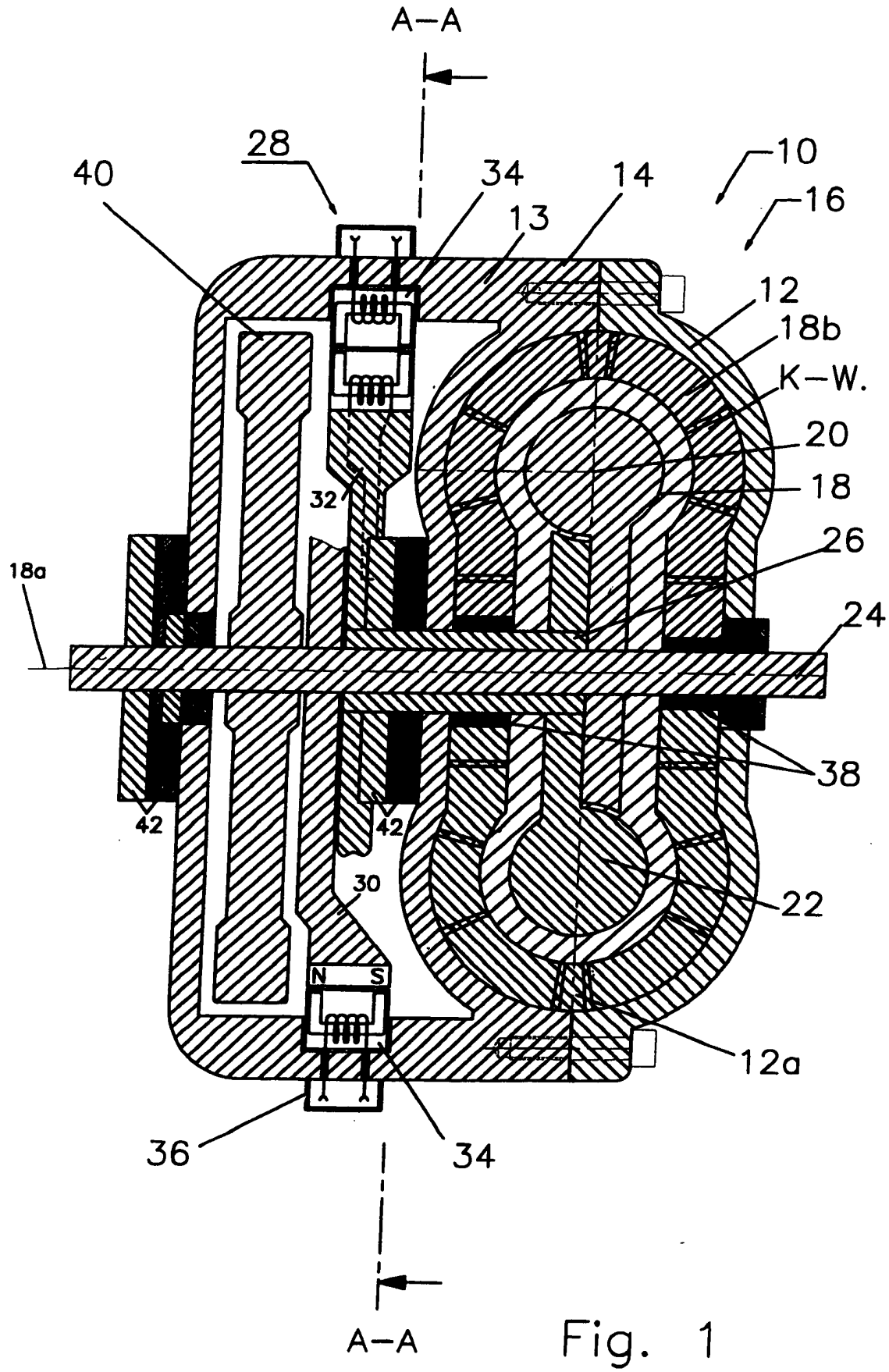

A–A
28
40
34
14
13
10
16
12
18b
K–W.
20
18
32
26
18a
24
38
42
42
30
22
N
S
12a
36
34
A–A

Fig. 1

A–A

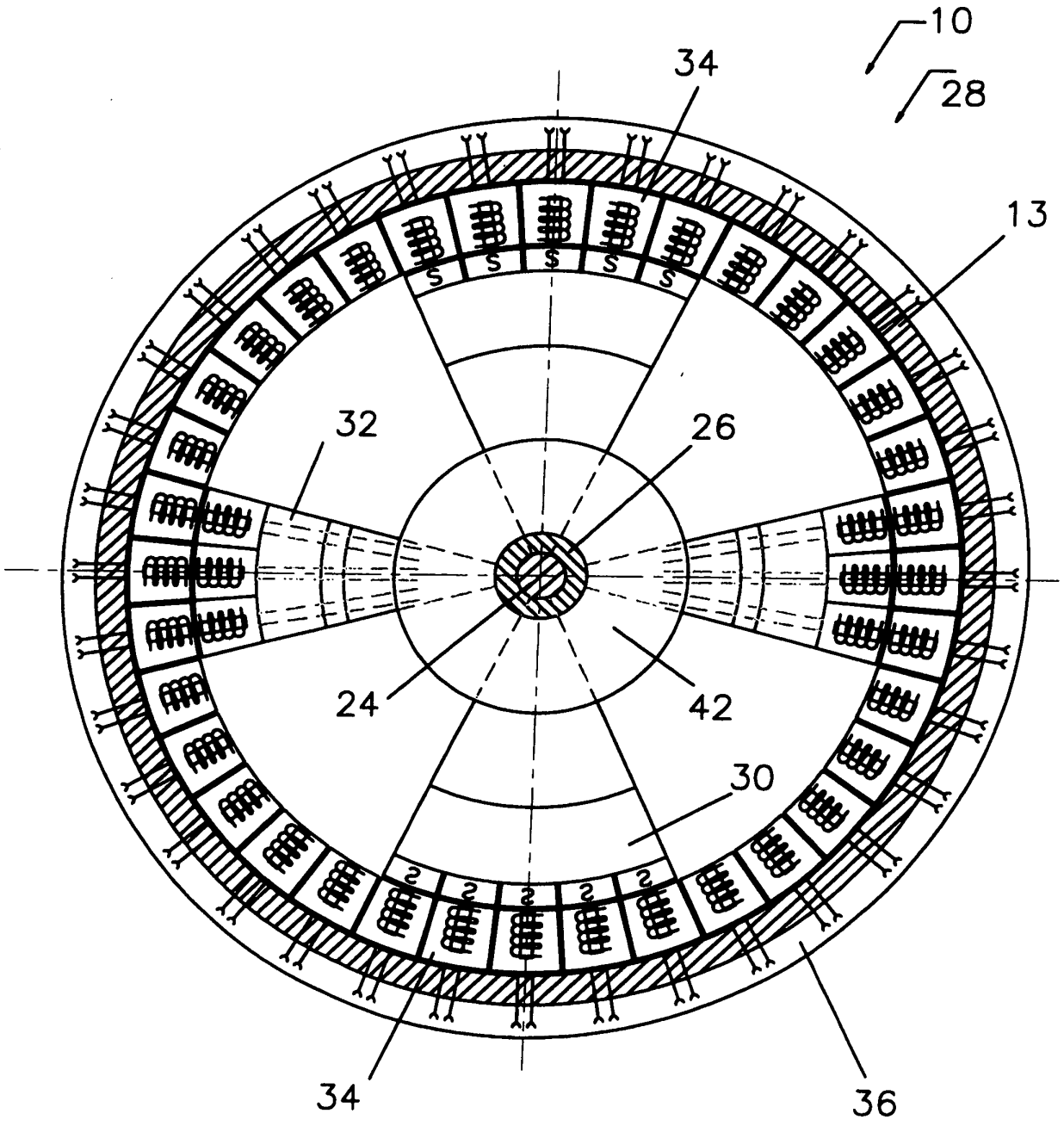


Fig. 2

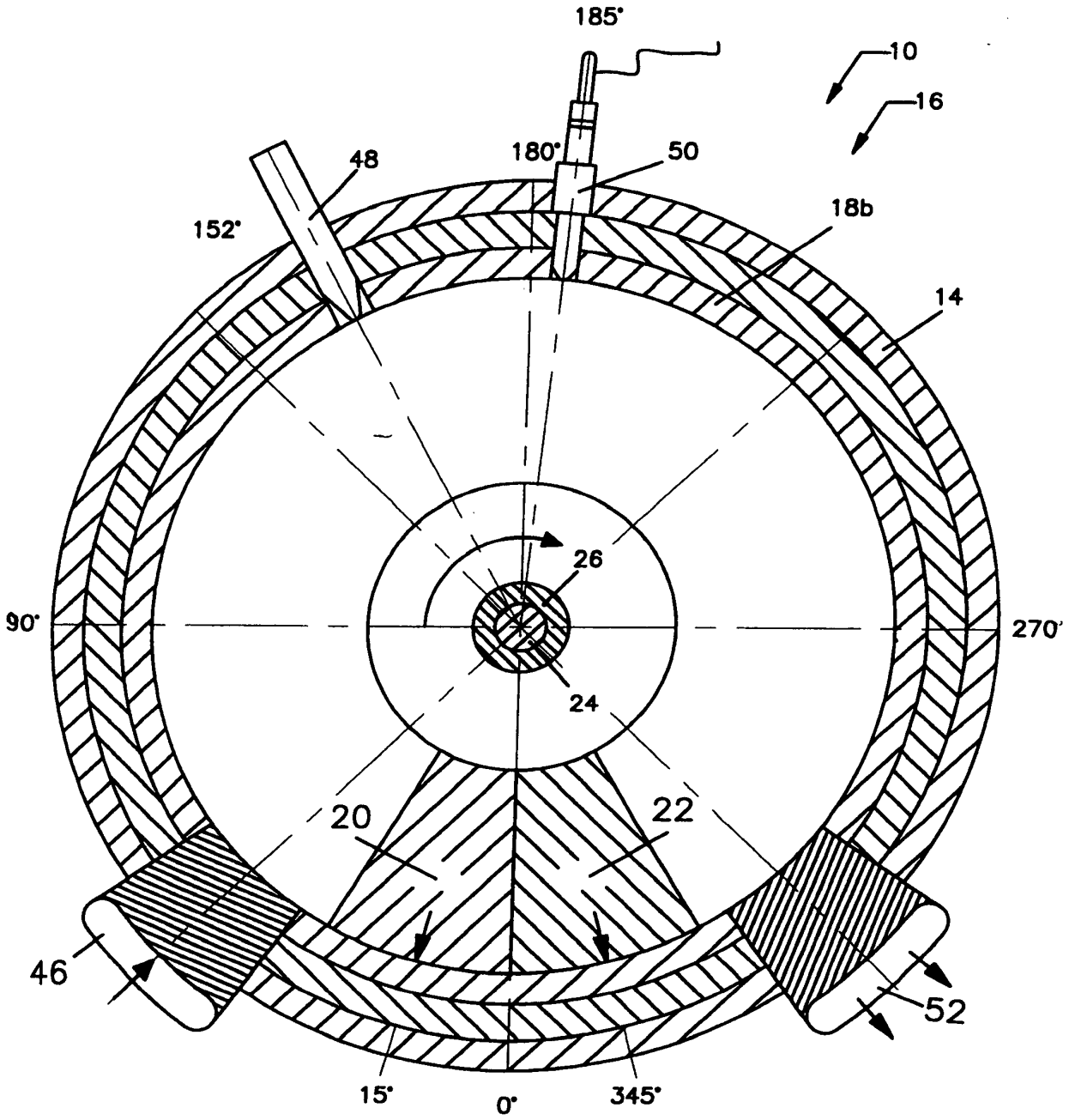


Fig. 3

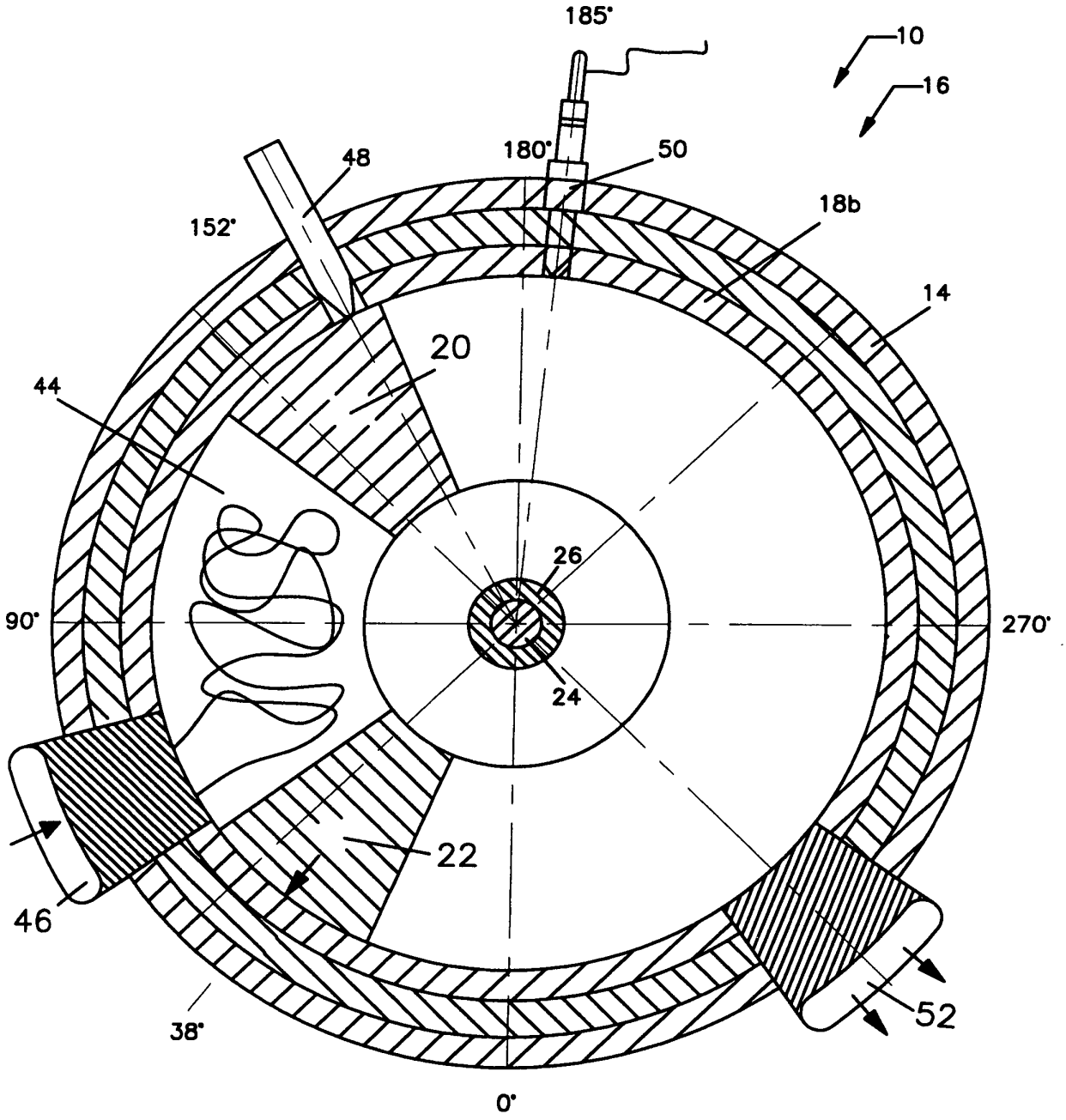


Fig. 4

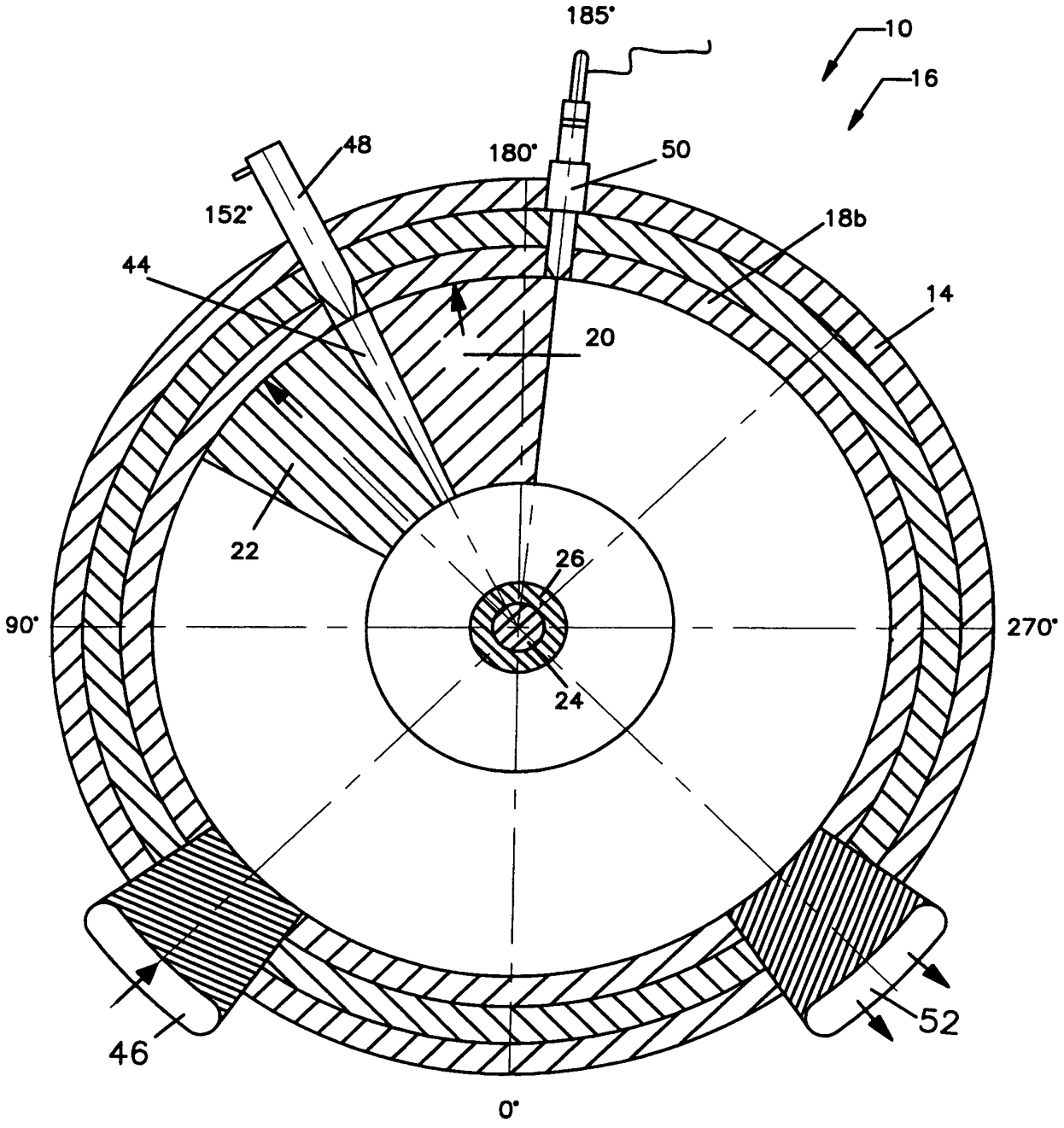


Fig. 5

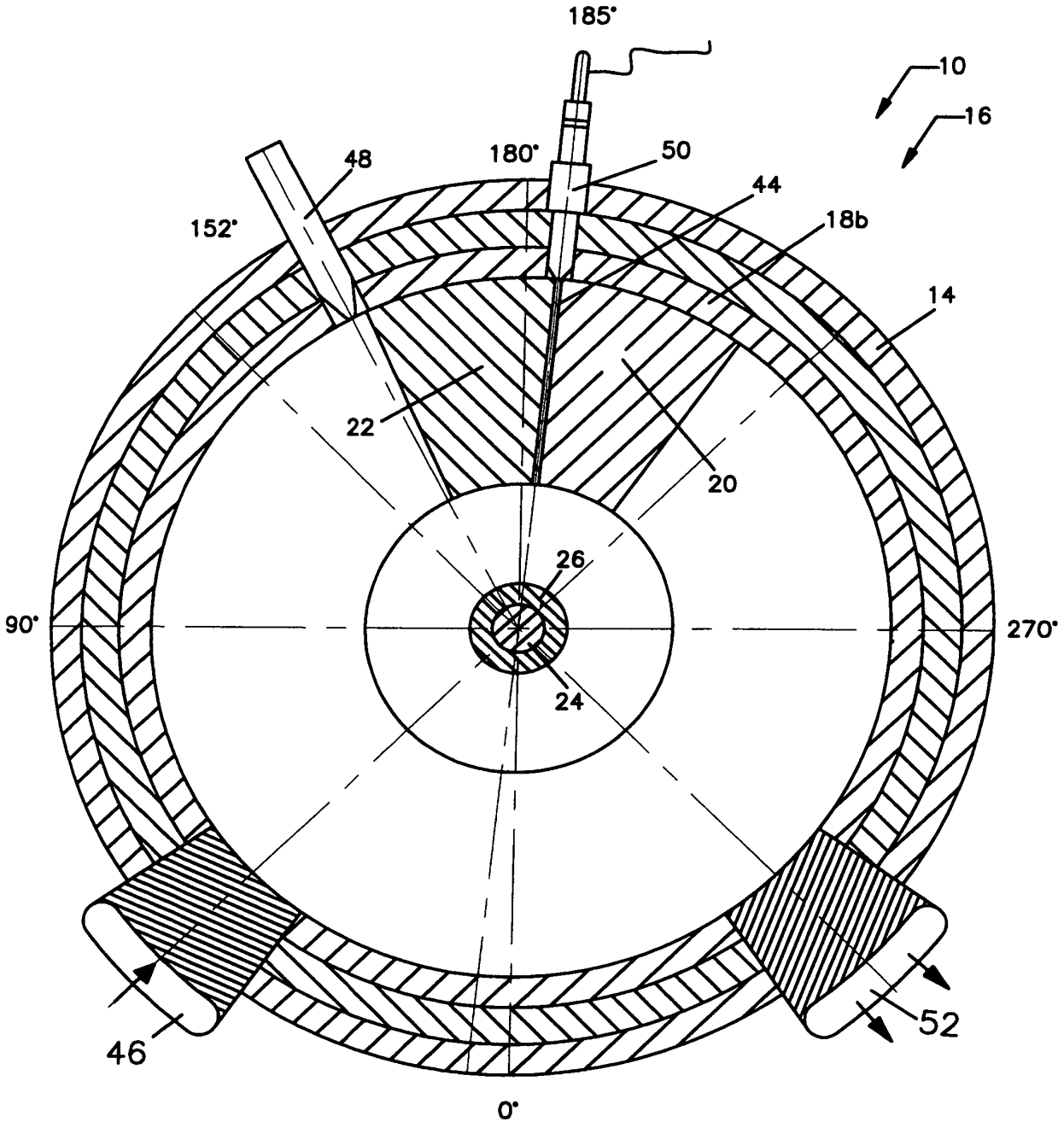


Fig. 6

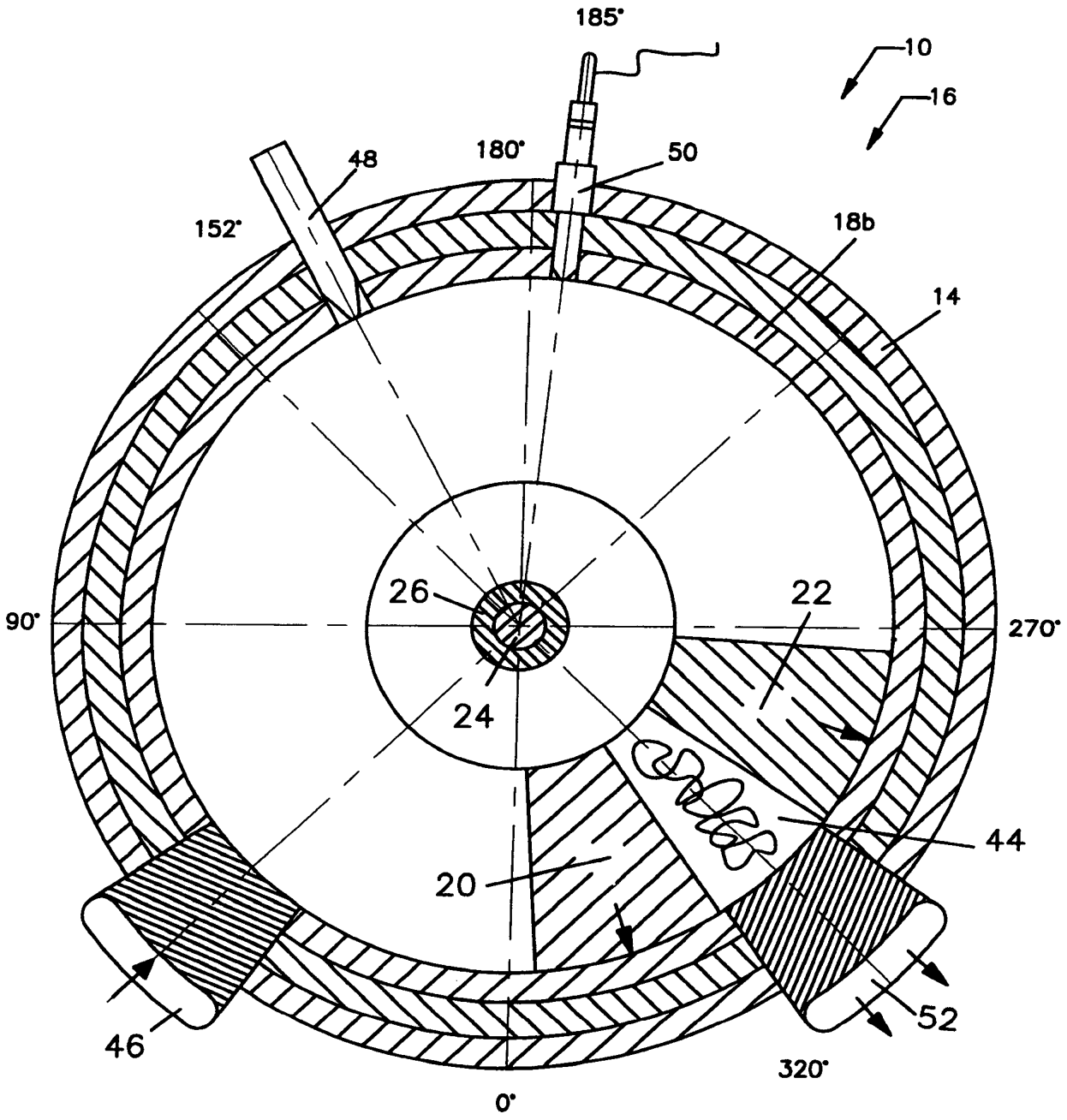


Fig.7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3503645 **[0003]**