



(10) **DE 10 2015 200 992 A1** 2016.07.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 200 992.0**

(22) Anmeldetag: **22.01.2015**

(43) Offenlegungstag: **28.07.2016**

(51) Int Cl.: **H02K 49/00 (2006.01)**
B60K 6/387 (2007.10)

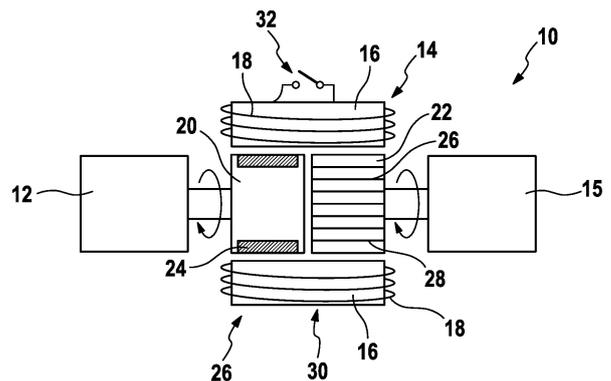
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Boeker, Thomas, 71672 Marbach, DE; Hanssen,
Henning, 74360 Ilsfeld, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektromagnetische Kupplungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine elektromagnetische Kupplungsvorrichtung (14) umfasst einen Stator (16) mit einer Statorwicklung (18), einen ersten Rotor (20), der mit dem Stator (16) eine erste elektrische Maschine (26) bildet, und einen zweiten Rotor (22), der mit dem Stator (16) eine zweite elektrische Maschine (30) bildet und der über den Stator (16) mit dem ersten Rotor (22) elektromagnetisch koppelbar ist. Die erste elektrische Maschine (26) ist eine permanent erregte Synchronmaschine und die zweite elektrische Maschine (30) ist eine Asynchronmaschine.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Kupplungsvorrichtung, einen Hybridantrieb für ein Fahrzeug und ein Verfahren zum Kuppeln eines mechanischen Antriebs mit einer mechanischen Vorrichtung.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Drehmomentwandler werden verwendet, um bei einem Verbrennungsmotor Energie an ein Getriebe zu übertragen. Beispielsweise kann nach dem Einkuppeln bei einem Fahrzeug mechanische Energie durch den Drehmomentwandler in Richtung der Räder übertragen werden, so dass die mechanische Energie als Vortrieb genutzt werden kann.

[0003] Die DE 10 2009 042837 A1 zeigt beispielsweise einen Drehmomentwandler, der mit Öl arbeitet.

[0004] Weiter ist bekannt, Elektrofahrzeuge mit elektrischen Maschinen zu betreiben, bei denen zwei Rotoren mit einem Stator kombiniert sind. Die DE 103 43 194 A1 zeigt beispielsweise einen Radantrieb für ein Fahrzeug, der zwei mit den Rädern gekoppelte Anker aufweist.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können in vorteilhafter Weise ermöglichen, einen Antrieb verlustarm und ölfrei mit einer mechanischen Vorrichtung, wie etwa einem Getriebe oder den Rädern eines Fahrzeugs, zu kuppeln.

[0006] Ein Aspekt der Erfindung betrifft eine elektromagnetische Kupplungsvorrichtung, beispielsweise für ein Fahrzeug. Das Fahrzeug kann ein Pkw, Lkw oder Bus, aber auch ein Wasserfahrzeug sein.

[0007] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst die Kupplungsvorrichtung einen Stator mit einer Statorwicklung, einen ersten Rotor, der mit dem Stator eine erste elektrische Maschine bildet, einen zweiten Rotor, der mit dem Stator eine zweite elektrische Maschine bildet und der über den Stator mit dem ersten Rotor elektromagnetisch koppelbar ist.

[0008] Weiter umfasst die Kupplungsvorrichtung eine Schaltvorrichtung zum Kurzschließen der Statorwicklung, wobei bei geschlossener Schaltvorrichtung elektromagnetische Energie zwischen dem ersten Rotor und dem zweiten Rotor übertragbar ist und der erste Rotor mit dem zweiten Rotor gekoppelt ist und bei geöffneter Schaltvorrichtung der erste Rotor und der zweite Rotor entkoppelt sind. Mit anderen Worten kann die erste elektrische Maschine als Generator

dienen, die auf einfache Weise mit der zweiten elektrischen Maschine, die als elektrischer Motor dient, elektrisch gekoppelt und entkoppelt werden kann.

[0009] Sowohl die erste elektrische Maschine als auch die zweite elektrische Maschine können eine Synchronmaschine oder eine Asynchronmaschine sein.

[0010] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die erste elektrische Maschine eine permanent erregte Synchronmaschine und die zweite elektrische Maschine eine permanent erregte Synchronmaschine.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die erste elektrische Maschine eine permanent erregte Synchronmaschine und die zweite elektrische Maschine eine Asynchronmaschine.

[0012] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die erste elektrische Maschine eine Asynchronmaschine und die zweite elektrische Maschine eine permanent erregte Synchronmaschine.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die erste elektrische Maschine eine Asynchronmaschine und die zweite elektrische Maschine eine Asynchronmaschine.

[0014] Auf diese Weise kann die erste elektrische Maschine die mechanische Energie aus einem beispielsweise mit dem ersten Rotor verbundenen Verbrennungsmotor in elektromagnetische Energie umwandeln. Diese elektromagnetische Energie kann von der zweiten elektrischen Maschine wieder in mechanische Energie zurückverwandelt werden, wobei durch eine entsprechende Schaltung der Statorwicklung und der Ausgestaltung der beiden elektrischen Maschinen selektiv entschieden werden kann, ob überhaupt Energie übertragen wird (Kupplung) und/oder das Übersetzungsverhältnis bzw. das Umsetzungsverhältnis der Drehmomente zwischen erstem und zweitem Rotor einstellbar ist (Drehmomentwandler).

[0015] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung trägt der erste und/oder zweite Rotor Permanentmagnete und/oder trägt der erste und/oder zweite Rotor einen Läuferkäfig. Mit den Permanentmagneten kann beispielsweise der erste Rotor eine Spannung im Stator induzieren, der mit einer oder mehreren Wicklungen versehen sein kann. Mit dem Läuferkäfig kann auch ohne weitere Permanentmagnete die elektromagnetische Energie aus dem Stator in mechanische Energie umgewandelt werden. Teure Permanentmagnete können eingespart werden.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst die Schaltvorrichtung einen Schalter, so

dass bei geschlossenem Schalter elektromagnetische Energie zwischen dem ersten Rotor und dem zweiten Rotor übertragbar ist. In einem einfachen Fall kann die Statorwicklung mit dem Schalter kurzgeschlossen werden. Es ist nicht notwendig, elektrische Energie von außen einzubringen. In diesem Fall kann der erste Rotor mit dem zweiten Rotor gekuppelt und entkuppelt werden. Es besteht die Möglichkeit, die magnetische Kupplung zu öffnen und somit keine Energie zwischen beiden Rotoren zu übertragen und die magnetische Kupplung zu schließen und Energie zwischen den beiden Rotoren zu übertragen. Es ist auch möglich, dass für mehrere Phasen der Statorwicklung jeweils ein eigener Schalter vorgesehen ist.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind der erste Rotor und der zweite Rotor in axialer Richtung nebeneinander im Stator angeordnet. Die beiden Rotoren können innerhalb eines Stators angeordnet sein, der beide Rotoren umschließt. Die beiden Rotoren können die gleiche Drehachse aufweisen und auf verschiedenen Wellen gelagert sein. Die beiden Rotoren können den gleichen Außendurchmesser aufweisen.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind der Stator, der erste Rotor und der zweite Rotor konzentrisch zueinander angeordnet. Eine konzentrische Anordnung, in der der Stator und die beiden Rotoren ineinander verbaut werden, ist ebenfalls möglich. Hierbei ist jede Kombination möglich: Die Anordnung des Stators oder einer, oder beide der Rotoren im Inneren oder äußeren Umfang, um den/in dem die anderen Elemente sich bewegen. Beispielsweise kann sich der Stator zwischen den beiden Rotoren befinden, wobei sich der erste Rotor innen (bzw. außen) und der zweite Rotor außen (bzw. innen) befinden kann. Es ist auch möglich, dass der Stator beide Rotoren umschließt, wobei die Rotoren konzentrisch zueinander angeordnet sind, wobei sich der erste Rotor innen (bzw. außen) und der zweite Rotor außen (bzw. innen) befinden kann.

[0019] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft einen Hybridantrieb für ein Fahrzeug, der einen Elektromotor und einen Verbrennungsmotor aufweisen kann. Die Kupplungsvorrichtung kann sozusagen in den Elektromotor eines Hybridfahrzeugs verbaut sein, wobei die Asynchronmaschine der Kupplungsvorrichtung durch den Antrieb des Fahrzeugs bereitgestellt ist.

[0020] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst der Hybridantrieb eine elektromagnetische Kupplungsvorrichtung, so wie sie obenstehend und untenstehend beschrieben ist, und einen Verbrennungsmotor, der mechanisch mit dem ersten Rotor gekoppelt ist. Im Allgemeinen ist jedoch auch möglich, dass die elektromagnetische Kupplungsvorrich-

tung getrennt von dem Elektromotor des Fahrzeugs eingesetzt wird, beispielsweise als Kupplung und/oder Drehmomentwandler für den Verbrennungsmotor.

[0021] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst der Hybridantrieb weiter einen elektrischen Energiespeicher und einen Umrichter bzw. Wechselrichter, der dazu ausgeführt ist, elektrische Energie aus der Statorwicklung zu entnehmen und in diese einzuspeisen. Bei der Verwendung eines Umrichters (mit einer entsprechenden Leistungselektronik) einschließlich Energiespeicher kann auch zusätzlich Energie aus dem elektrischen Energiespeicher, der in der Regel bei einem Hybridfahrzeug vorhanden ist, in die elektromagnetische Kupplungsvorrichtung eingebracht/entnommen werden. Die Statorwicklung kann einerseits kurzgeschlossen werden und/oder in einer anderen Ausführung durch einen Umrichter gezielt bestromt werden. Ist die elektromagnetische Kupplungsvorrichtung in den Antrieb des Hybridfahrzeugs integriert, kann mit der elektromagnetischen Kupplungsvorrichtung ein Boost-Betrieb und/oder ein Reuperationsbetrieb umgesetzt werden.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst der Hybridantrieb weiter ein Getriebe, das mechanisch mit dem zweiten Rotor gekoppelt ist. Die elektromagnetische Kupplungsvorrichtung kann als Kupplung und/oder Drehmomentwandler zwischen dem Verbrennungsmotor und dem Getriebe eines Hybridfahrzeugs verwendet werden.

[0023] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kuppeln eines mechanischen Antriebs, wie etwa einem Verbrennungsmotor, mit einer mechanischen Vorrichtung, wie etwa einem Getriebe. Das Verfahren kann beispielsweise von der elektromagnetischen Kupplungsvorrichtung und/oder dem Hybridantrieb durchgeführt werden.

[0024] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst das Verfahren: Antreiben eines ersten Rotors, der mit einem Stator eine erste elektrische Maschine bildet, durch den mechanischen Antrieb, Schließen einer Statorwicklung des Stators, so dass ein zweiter Rotor, der mit dem Stator eine zweite elektrische Maschine bildet, elektromagnetisch mit dem ersten Rotor gekoppelt wird, und Antreiben der mechanischen Vorrichtung durch den zweiten Rotor. Durch Kurzschließen bzw. Öffnen der Statorwicklung kann der mechanische Antrieb mit der mechanischen Vorrichtung gekuppelt und entkuppelt werden.

[0025] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst das Verfahren weiter: Einleiten von elektrischer Energie aus einem Energiespeicher in die Statorwicklung, so dass die an die mechanische Vorrichtung übertragene Energie erhöht wird (Boost-Betrieb), und/oder Ausleiten von elektrischer Energie

aus der Statorwicklung in einen Energiespeicher, so dass die an die mechanische Vorrichtung übertragene Energie vermindert wird (Rekuperationsbetrieb).

[0026] Es wird darauf hingewiesen, dass einige der möglichen Merkmale und Vorteile der Erfindung hierin mit Bezug auf unterschiedliche Ausführungsformen beschrieben sind. Ein Fachmann erkennt, dass die Merkmale in geeigneter Weise kombiniert, angepasst oder ausgetauscht werden können, um zu weiteren Ausführungsformen der Erfindung zu gelangen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0027] Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, wobei weder die Zeichnungen noch die Beschreibung als die Erfindung einschränkend auszulegen sind.

[0028] Fig. 1 zeigt schematisch einen Hybridantrieb gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0029] Fig. 2 zeigt schematisch einen Hybridantrieb gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0030] Die Figuren sind lediglich schematisch und nicht maßstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen in den Figuren gleiche oder gleichwirkende Merkmale.

Ausführungsformen der Erfindung

[0031] Fig. 1 zeigt einen Hybridantrieb **10**, bei dem ein Verbrennungsmotor **12** über eine elektromagnetische Kupplungsvorrichtung **14** mit einem Getriebe **15** gekoppelt ist.

[0032] Die elektromagnetische Kupplungsvorrichtung **14** umfasst einen Stator **16** mit einer oder mehreren Statorwicklungen **18**, in der ein erster Rotor **20** und ein zweiter Rotor **22** drehbar aufgenommen sind. Der erste Rotor **20** trägt Permanentmagnete **24** und bildet mit dem Stator **16** eine permanent erregte Synchronmaschine **26**. Der zweite Rotor **22** trägt einen Läuferkäfig **28** und bildet mit dem Stator **16** eine Asynchronmaschine **30**.

[0033] Die beiden Rotoren **20**, **22** sind in axialer Richtung nebeneinander angeordnet und im Stator **16** aufgenommen.

[0034] Über eine Schaltungsvorrichtung mit einem Schalter **32** kann die Statorwicklung **18** kurzgeschlossen werden. Die Schaltungsvorrichtung kann für jede Phase der Statorwicklung **18** einen eigenen Schalter **32** aufweisen.

[0035] Fig. 2 zeigt einen weiteren Hybridantrieb **10** analog dem der Fig. 1, bei dem der Schalter **32** durch

einen Umrichter **34** ersetzt ist, der mit einem elektrischen Energiespeicher **36** verbunden ist. Es ist zu verstehen, dass der Hybridantrieb **10** der Fig. 1 auch zusätzlich oder alternativ einen solchen Umrichter **34** und Energiespeicher **36** umfassen kann. Umgekehrt kann auch der Hybridantrieb **10** der Fig. 2 zusätzlich oder alternativ einen Schalter **32** umfassen.

[0036] Der Umrichter **34** kann auch als eine Schaltungsvorrichtung aufgefasst werden, mit der die Statorwicklung **18** auch kurzgeschlossen werden kann.

[0037] In der Fig. 2 ist der Rotor **20** in dem Stator **16** und dieser wiederum in dem Rotor **22** aufgenommen. Mit anderen Worten sind die Komponenten **20**, **16**, **22** konzentrisch angeordnet. Es ist zu verstehen, dass der Hybridantrieb **10** der Fig. 1 entsprechend aufgebaut sein kann. Insgesamt sind jedoch auch andere radiale Anordnungen der Komponenten **20**, **16** und **22** möglich.

[0038] Durch die Drehung der Welle des ersten Rotors **20** wird durch die Permanentmagnete ein drehendes Magnetfeld und somit eine elektrische Spannung in der Statorwicklung **18** induziert. Ist die Statorwicklung **18** offen (nicht kurzgeschlossen), fließt jedoch kein Strom, weshalb keine Energie übertragen wird.

[0039] Die Statorwicklung **18** kann durch Öffnen bzw. Schließen des Schalters **32** oder durch entsprechendes Schalten des Umrichters **34** geöffnet bzw. geschlossen werden.

[0040] Wird die Statorwicklung **18** kurzgeschlossen oder aus dem Energiespeicher **36** bestromt (z.B. in einem generatorischen Betriebspunkt der Synchronmaschine **26**), fließt ein Strom in der Statorwicklung **18**, der ein rotierendes Magnetfeld innerhalb des Stators **16** erzeugt. Dieses wirkt auf beide Rotoren **20**, **22**. Im Läuferkäfig **28** des zweiten Rotors **22** wird wiederum ein Strom induziert, welcher zu einem Rotorfeld führt (Voraussetzung ist ein Drehzahlunterschied zwischen den beiden Feldern). Die Magnetfelder des Stators **16** sowie des ersten und/oder zweiten Rotors **20**, **22** arbeiten gegeneinander und führen zu einer Übertragung von Drehmoment.

[0041] Wird elektrische Energie aus der Statorwicklung **18** in den Energiespeicher **36** übertragen, indem der Umrichter **34** entsprechend geschaltet wird, wird ein Teil der mechanischen Energie des Rotors **20** im Energiespeicher **36** gespeichert (Rekuperationsbetrieb). Wird elektrische Energie aus dem Energiespeicher **36** in die Wicklung übertragen, indem der Umrichter **34** entsprechend geschaltet wird, wird diese Energie durch die Asynchronmaschine **30** in zusätzliche mechanische Energie umgewandelt (Boost-Betrieb).

[0042] Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass Begriffe wie „aufweisend“, „umfassend“ etc. keine anderen Elemente oder Schritte ausschließen und Begriffe wie „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließen. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102009042837 A1 [0003]
- DE 10343194 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Kupplungsvorrichtung (14), umfassend:

einen Stator (16) mit einer Statorwicklung (18);
einen ersten Rotor (20), der mit dem Stator (16) eine erste elektrische Maschine (26) bildet;
einen zweiten Rotor (22), der mit dem Stator (16) eine zweite elektrische Maschine (30) bildet und der über den Stator (16) mit dem ersten Rotor (22) elektromagnetisch koppelbar ist;
gekennzeichnet durch
eine Schaltungsvorrichtung (32, 34) zum Kurzschließen der Statorwicklung (18), wobei bei geschlossener Schaltungsvorrichtung (32, 34) elektromagnetische Energie zwischen dem ersten Rotor (20) und dem zweiten Rotor (22) übertragbar ist und der erste Rotor (20) mit dem zweiten Rotor (22) gekoppelt ist und bei geöffneter Schaltungsvorrichtung der erste Rotor (20) und der zweite Rotor (22) entkoppelt sind.

2. Elektromagnetische Kupplungsvorrichtung (14) nach Anspruch 1,

wobei die erste elektrische Maschine (26) eine permanent erregte Synchronmaschine und die zweite elektrische Maschine (30) eine permanent erregte Synchronmaschine ist; oder

wobei die erste elektrische Maschine (26) eine permanent erregte Synchronmaschine und die zweite elektrische Maschine (30) eine Asynchronmaschine ist; oder

wobei die erste elektrische Maschine (26) eine Asynchronmaschine und die zweite elektrische Maschine (30) eine permanent erregte Synchronmaschine ist; oder wobei die erste elektrische Maschine (26) eine Asynchronmaschine und die zweite elektrische Maschine (30) eine Asynchronmaschine ist.

3. Elektromagnetische Kupplungsvorrichtung (14) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schaltungsvorrichtung einen Schalter (32) umfasst, so dass bei geschlossenem Schalter (32) elektromagnetische Energie zwischen dem ersten Rotor (20) und dem zweiten Rotor (22) übertragbar ist.

4. Elektromagnetische Kupplungsvorrichtung (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Rotor (20) und der zweite Rotor (22) in axialer Richtung nebeneinander im Stator (16) angeordnet sind.

5. Elektromagnetische Kupplungsvorrichtung (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Stator (16), der erste Rotor (20) und der zweite Rotor (22) konzentrisch zueinander angeordnet sind.

6. Hybridantrieb (10) für ein Fahrzeug, der Hybridantrieb umfassend:

eine elektromagnetische Kupplungsvorrichtung (14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche; und ei-

nen Verbrennungsmotor (12), der mechanisch mit dem ersten Rotor (20) gekoppelt ist.

7. Hybridantrieb (10) nach Anspruch 6, weiter umfassend:

einen elektrischen Energiespeicher (36) und einen Umrichter (34), der dazu ausgeführt ist, elektrische Energie aus der Statorwicklung (18) zu entnehmen und in diese einzuspeisen.

8. Hybridantrieb (10) nach Anspruch 6 oder 7, weiter umfassend:

ein Getriebe (15), das mechanisch mit dem zweiten Rotor (22) gekoppelt ist.

9. Verfahren zum Kuppeln eines mechanischen Antriebs (12) mit einer mechanischen Vorrichtung (16), das Verfahren umfassend:

Antreiben eines ersten Rotors (20), der mit einem Stator (16) eine erste elektrische Maschine (26) bildet, durch den mechanischen Antrieb (12);

Schließen einer Statorwicklung (18) des Stators (16), so dass ein zweiter Rotor (22), der mit dem Stator (16) eine zweite elektrische Maschine (30) bildet, elektromagnetisch mit dem ersten Rotor (20) gekoppelt wird; Antreiben der mechanischen Vorrichtung (16) durch den zweiten Rotor (22).

10. Verfahren nach Anspruch 9, weiter umfassend:

Einleiten von elektrischer Energie aus einem Energiespeicher (36) in die Statorwicklung (18), so dass die an die mechanische Vorrichtung (16) übertragene Energie erhöht wird; und/oder

Ausleiten von elektrischer Energie aus der Statorwicklung (18) in einen Energiespeicher (36), so dass die an die mechanische Vorrichtung (16) übertragene Energie vermindert wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

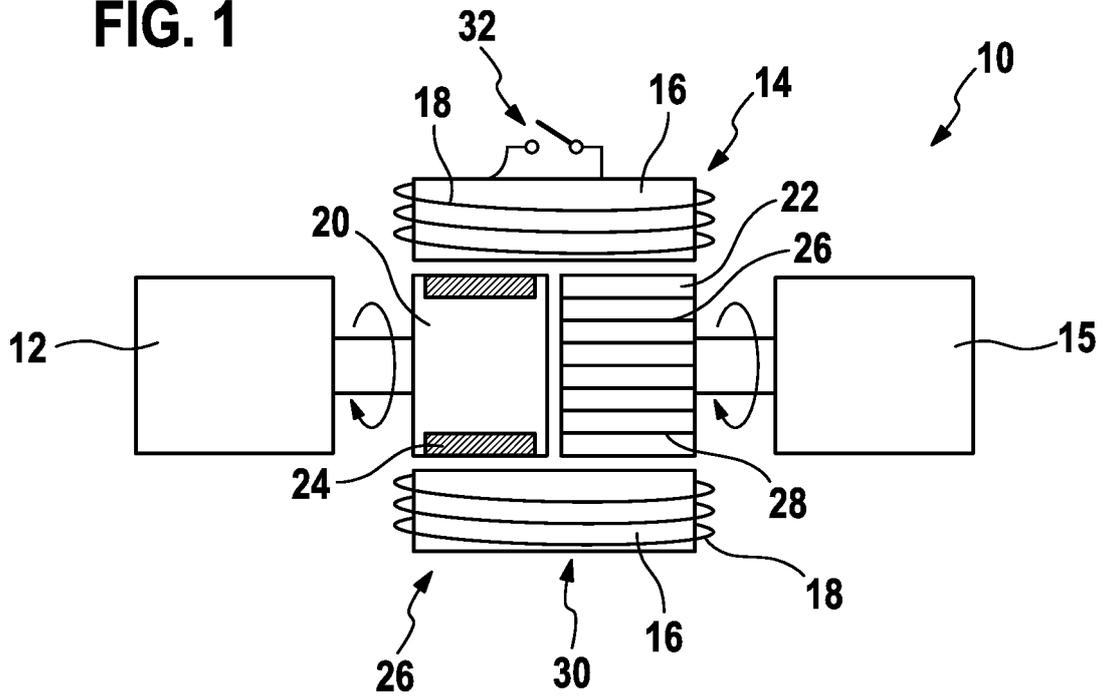


FIG. 2

