

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **714 943 B1**

(51) Int. Cl.: **F02B 39/10** (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00300/19

(22) Anmeldedatum: 12.03.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.10.2019

(30) Priorität: 17.04.2018
DE 10 2018 109 010.2

(24) Patent erteilt: 15.08.2022

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.08.2022

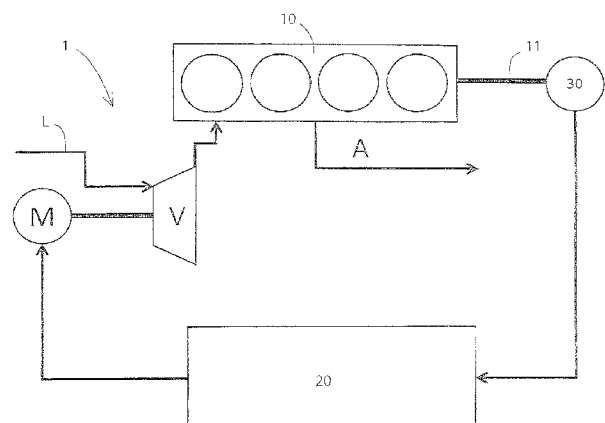
(73) Inhaber:
MAN Energy Solutions SE, Stadtbachstrasse 1
86153 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:
Jan-Christoph Haag, 69492 Hirschberg (DE)
Lutz Aurahs, 86462 Langweid (DE)
Klaus Bartholomä, 86316 Friedberg (DE)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,
Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

(54) Vorrichtung zum Aufladen eines Verbrennungsmotors.

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Aufladevorrichtung (1) für einen Verbrennungsmotor (10) umfassend einen von einem Elektromotor (M) elektrisch angetriebenen Verdichter (V) zum Aufladen des Verbrennungsmotors mit Luft über einen Luftzuführkanal (L) sowie einem elektrischen Energiespeicher (20), der über einen vom Verbrennungsmotor (10) antreibbaren ersten Stromerzeuger (30) mit elektrischer Energie gespeist wird, wobei der Elektromotor (M) von dem elektrischen Energiespeicher (20) zur Energieversorgung mit im Energiespeicher gespeicherter elektrischer Energie verbunden ist, um den Verdichter (V) unabhängig von der gerade aktuellen Betriebspunkt auf der Leistungskurve des Verbrennungsmotors (10) anzutreiben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Aufladen eines Verbrennungsmotors vorzugsweise eines Verbrennungsmotors in einem Hybridantriebssystem.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind unterschiedlichste Ausgestaltungen von Ladesystemen bekannt. Aus der DE 10 2016 107870 A1 ist zum Beispiel ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit zumindest einem Hochdruckabgasturbine mit variabler Turbinengeometrie und einen Hochdruckverdichter aufweisenden Hochdruckabgasturbolader und zumindest einem Niederdruckabgasturbine mit variabler Turbinengeometrie und einen Niederdruckverdichter aufweisenden Niederdruckabgasturbolader bekannt.

[0003] Die WO 2016074752 A betrifft eine Ladereinrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit einem Verdichter, der Fluid von einer Saugseite in Richtung einer Druckseite fördert und dabei von einem auf der Saugseite vorliegenden ersten Druck auf einen auf der Druckseite vorliegenden zweiten Druck verdichtet. Dabei ist vorgesehen, dass zwischen der Druckseite und der Saugseite eine Bypassleitung in einem Gehäuse der Ladereinrichtung vorgesehen ist, in welcher eine Saugstrahlpumpe mit einem Unterdruckanschluss vorliegt.

[0004] Solche über jeweils einen Abgasturbolader oder Abgasverdichter aufgeladene Brennkraftmaschinen haben in der Regel den Nachteil, dass es systembedingt wegen des Abgasturboladers zu einem mehr oder weniger stark ausgeprägten Leistungsverstoß bzw. Leistungsloch zu Beginn bei einer Erhöhung der Leistung der Brennkraftmaschine (z. B. beim Beschleunigen eines Antriebsmotors) kommt.

[0005] Wünschenswert ist aber ein Zustand, bei dem beim Beschleunigen sofort der Verdichter die Brennkraftmaschine auflädt, um dieses anfängliche Leistungsloch bzw. den Leistungsverstoß zu vermeiden.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt demnach die Aufgabe zu Grunde, vorbesagte Nachteile zu überwinden und eine Aufladevorrichtung für einen Verbrennungsmotor zu schaffen, die ein verbessertes Betriebsverhalten insbesondere beim Lastaufschalten aufweist und auch an unterschiedlichen Betriebspunkten des Motors eine effiziente Luftversorgung und demnach sofortige Aufladung des Verbrennungsmotors gewährleistet.

[0007] Ein erster Grundgedanke der Erfindung ist es, eine schnellere Bereitstellung von Luft beim Lastaufschalten zu gewährleisten, indem unabhängig vom Betriebspunkt des Verbrennungsmotors und dessen aktuellem Lastzustand, somit unabhängig vom gerade erzeugten Abgasstrom die erforderliche Aufladung über einen elektrisch angetriebenen Verdichter erfolgt. Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft die Energieversorgung des elektrischen Antriebs des Verdichters, die ebenfalls lastunabhängig vom gerade aktuellen Betriebszustand erfolgt, indem ein Energiepuffer vorgesehen ist, von dem die benötigte elektrische Energie für den Elektromotor erhalten wird, auch wenn der Verbrennungsmotor quasi aus dem Stillstand beschleunigt wird.

[0008] Erfindungsgemäß wird hierzu eine Aufladevorrichtung für einen Verbrennungsmotor, der eine variable Leistungskurve besitzt, vorgeschlagen, wobei die Aufladevorrichtung einen von einem Elektromotor elektrisch angetriebenen Verdichter zum Aufladen des Verbrennungsmotors mit Luft über einen Luftzuführkanal aufweist sowie einen elektrischen Energiespeicher, der über einen vom Verbrennungsmotor antreibbaren ersten Stromerzeuger mit elektrischer Energie gespeist wird, wobei der Elektromotor mit dem elektrischen Energiespeicher zur Energieversorgung mit im Energiespeicher gespeicherter elektrischer Energie verbunden ist, um den Verdichter unabhängig von dem gerade aktuellen Betriebspunkt auf der Leistungskurve des Verbrennungsmotors anzutreiben.

[0009] Bevorzugt ist es, wenn dabei der erste Stromerzeuger ein erster Generator ist, der über einen mechanischen Abtrieb des Verbrennungsmotors antreibbar ist. Hierdurch kann die aus dem Energiespeicher entnommene Energie wieder nachgeladen werden, so dass der Energiespeicher immer genügend Energie gespeichert hat, um den Elektromotor des Verdichters mit Energie zu versorgen.

[0010] Weiter vorteilhaft ist es, wenn zusätzlich noch ein zweiter Stromerzeuger vorgesehen ist, der zur Energieerzeugung mittels eines Abgasstroms des Verbrennungsmotors mittelbar über eine mechanische Kopplung mit einer mechanischen vom dem Abgasstrom antreibbaren Vorrichtung verbindbar ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der zweite Stromerzeuger ebenfalls ein Generator ist.

[0011] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann dabei vorgesehen sein, dass der erste Generator als Wellengenerator ausgebildet ist, der direkt oder über eine Getriebestufe mit dem Abtrieb des Verbrennungsmotors verbunden ist.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die von dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors antreibbare Vorrichtung eine Turbine (z. B. eine Abgasturbine) ist, die mit dem zweiten Stromerzeuger antriebswirksam verbunden ist, derart, dass beim Drehen der Turbine der zweite Stromerzeuger mechanisch zur Erzeugung elektrischer Energie angetrieben wird und diese Energie für entweder den Energiespeicher oder alternativ für elektrische Verbraucher zur Verfügung gestellt wird. Hierzu kann eine entsprechende Steuerung vorgesehen sein, welche den Energiefluss der elektrischen Energie zu denjenigen mit dem Stromerzeuger verbundenen Komponenten steuert.

[0013] In einer Weiterbildung der Erfindung kann weiter vorgesehen sein, dass die Turbine auch antriebswirksam mit dem ersten Generator verbindbar oder verbunden ist. So kann zum Beispiel bei niedriger Drehzahl des Verbrennungsmotors, jedoch vorhandenem Abgasstrom dieser dazu genutzt werden den Generator anzutreiben.

[0014] Besonders vorteilhaft ist es, wenn ferner eine Regel- und Steuerungseinrichtung vorgesehen ist, welche abhängig vom jeweils aktuellen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors den Energiefluss steuert und zwar in welchem Umfang der erste und/oder der zweite Stromerzeuger die jeweils aktuell erzeugte elektrische Energie dem elektrischen Energiespeicher zuführen und den jeweils verbleibenden Energiebetrag einer Energiesenke oder einem Verbraucher somit motorlastabhängig für andere Zwecke zur Verfügung steht. Bei effizienter Steuerung kann z. B. in einer Anwendung in einem Fahrzeug oder einem Verkehrsmittel die herkömmliche Lichtmaschine zur Energieversorgung der Verbraucher komplett entfallen und die benötigte Energie von dem Generator der Aufladevorrichtung oder dem Energiespeicher bezogen werden.

[0015] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft auch das System aus einem Verbrennungsmotor und einer wie zuvor beschriebenen Aufladevorrichtung, wobei der Verbrennungsmotor antriebswirksam mit wenigstens dem oder einem ersten Stromerzeuger und/oder mit dem oder einem zweiten Stromerzeuger mittelbar über zwischengeschaltete Antriebskomponenten verbunden ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das System ein Hybridantriebssystem ist, in dem der Verbrennungsmotor eine Antriebskomponente darstellt.

[0016] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt.

[0017] Es zeigen:

Fig.1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Aufladevorrichtung und

Fig.2 eine zweite alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Aufladevorrichtung.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die Figuren 1 und 2 anhand von beispielhaften Ausführungsformen näher erläutert. In den Figuren 1 und 2 sind hierzu zwei unterschiedliche Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Aufladevorrichtung gezeigt, wobei gleiche Bezugszeichen auf gleiche strukturelle oder funktionale Merkmale hinweisen.

[0019] In Figur 1 ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Aufladevorrichtung 1 bzw. ein System aus einer solchen Aufladevorrichtung 1 mit einem Verbrennungsmotor 10 gezeigt.

[0020] Wie aus der Figur 1 ersichtlich, ist die Aufladevorrichtung 1 für einen Verbrennungsmotor 10 vorgesehen. Der Verbrennungsmotor 10 stellt hier einen Verbrennungsmotor in einem hybriden Antriebssystem dar, wobei der Verbrennungsmotor 10 an unterschiedlichen Lastpunkten, sozusagen entlang seiner Leistungskurve betrieben werden kann. Wenn der Verbrennungsmotor 10 im lastfreien Zustand ist, erzeugt dieser nur einen geringen Abgasstrom A. Bei der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform wird der Abgasstrom A jedoch nicht zum Antrieb eines Verdichters verwendet. Vielmehr wird der gezeigte Verdichter V verwendet, eingangsseitig angesaugte Luft über einen Zufuhrkanal L zu verdichten und die Luft zum Aufladen des Verbrennungsmotors 10 diesem zuzuführen.

[0021] Der Verdichter V ist hier nicht als Abgasturbolader, sondern als ein von einem Elektromotor M elektrisch angetriebener Verdichter V ausgebildet. Der Elektromotor M ist mit einem elektrischen Energiespeicher 20 verbunden, um von diesem mit elektrischer Energie versorgt zu werden.

[0022] Weiter ist ein vom Verbrennungsmotor 10 angetriebener erster Stromerzeuger 30 vorgesehen, um den Energiespeicher 20 zu laden.

[0023] Da der Elektromotor M direkt von dem elektrischen Energiespeicher 20 seine zum Antrieb benötigte Energie erhält, ist es möglich den Verdichter V unabhängig von dem gerade aktuellen Last- oder Betriebspunkt des Verbrennungsmotors 10 und damit unabhängig vom Abgasstrom A des Verbrennungsmotors 10 anzutreiben. Somit kann auch im unteren Leistungsbereich des Verbrennungsmotors 10 und unmittelbar beim Beschleunigen der Verdichter V seine volle Luftleistung entfalten, was mittels eines Abgasturboladers nur mit einem gewissen Leistungsverstoß gelingt.

[0024] Der erste Stromerzeuger 30 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Wellengenerator, der über einen mechanischen Abtrieb 11, nämlich über eine Antriebswelle des Verbrennungsmotors 10 angetrieben wird.

[0025] In der alternativen Ausführungsform der Figur 2 ist ein zweiter Stromerzeuger 40, vorliegend ebenfalls ein Stromgenerator vorgesehen, der zur Energieerzeugung mittels eines Abgasstroms A des Verbrennungsmotors 10 mittelbar über eine Abgasturbine T durch eine mechanische Kopplung angetrieben wird. Dabei führt der Generator 40 elektrische Energie dem Energiespeicher 20 zu.

[0026] In dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 kann demnach Energie über den ersten und sowohl den zweiten Generator 30, 40 für den Energiespeicher 20 zum Betrieb des Verdichters V gewonnen werden.

[0027] In dieser Variante kann ferner eine Regel- und Steuerungseinrichtung 50 vorgesehen sein, welche abhängig vom jeweils aktuellen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors 10 den Energiefluss der Generatoren 30, 40 steuert. Die Steuerung

nung arbeitet dabei so, dass festgelegt wird, in welchem Umfang der erste und/oder der zweite Generator 30, 40 die jeweils aktuell erzeugte elektrische Energie dem elektrischen Energiespeicher 20 zuführen und den jeweils verbleibenden Energiebetrag einer Energiesenke oder einem externen Verbraucher somit motorlastabhängig zur Verfügung steht.

[0028] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung im Rahmen der Ansprüche auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

Patentansprüche

1. Aufladevorrichtung (1) für einen Verbrennungsmotor (10) mit einer variablen Leistungskurve umfassend einen von einem Elektromotor (M) elektrisch angetriebenen Verdichter (V) zum Aufladen des Verbrennungsmotors mit Luft über einen Luftzuführkanal (L) sowie einen elektrischen Energiespeicher (20), der über einen vom Verbrennungsmotor (10) antreibbaren ersten Stromerzeuger (30) mit elektrischer Energie gespeist wird, wobei der Elektromotor (M) mit dem elektrischen Energiespeicher (20) zur Energieversorgung mit im Energiespeicher gespeicherter elektrischer Energie verbunden ist, um den Verdichter (V) unabhängig von dem gerade aktuellen Last- oder Betriebspunkt auf der Leistungskurve des Verbrennungsmotors (10) anzutreiben.
2. Aufladevorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Stromerzeuger (30) ein erster Generator ist, der über einen mechanischen Abtrieb (11) des Verbrennungsmotors (10) antreibbar ist.
3. Aufladevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ferner ein zweiter Stromerzeuger (40) vorgesehen ist, der zur Energieerzeugung mittels eines Abgasstroms (A) des Verbrennungsmotors (10) mittelbar über eine mechanische Kopplung mit einer mechanischen vom dem Abgasstrom (A) antreibbaren Vorrichtung verbindbar ist.
4. Aufladevorrichtung (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Stromerzeuger (40) ein zweiter Generator ist.
5. Aufladevorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Generator (30) als Wellengenerator ausgebildet ist, der direkt oder über eine Getriebestufe mit dem Abtrieb des Verbrennungsmotors (10) verbindbar ist.
6. Aufladevorrichtung (1) nach Anspruch 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die von dem Abgasstrom (A) des Verbrennungsmotors (10) antreibbare Vorrichtung eine Turbine (T) ist, die mit dem zweiten Stromerzeuger (40) antriebswirksam verbunden ist, derart, dass beim Drehen der Turbine (T) der zweite Stromerzeuger (40) mechanisch zur Erzeugung elektrischer Energie angetrieben wird.
7. Aufladevorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Turbine (T) auch antriebswirksam mit dem ersten Generator (30) verbindbar oder verbunden ist.
8. Aufladevorrichtung (1) nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regel- und Steuerungseinrichtung (50) vorgesehen ist, welche abhängig vom jeweils aktuellen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors (10) steuert, in welchem Umfang der erste und/oder der zweite Stromerzeuger (30, 40) die jeweils aktuell erzeugte elektrische Energie dem elektrischen Energiespeicher (20) zuführen und den jeweils verbleibenden Energiebetrag einer Energiesenke oder einem Verbraucher somit motorlastabhängig zur Verfügung stellt.
9. System aus einem Verbrennungsmotor (10) und einer Aufladevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Verbrennungsmotor (10) antriebswirksam mit wenigstens dem oder einem ersten Stromerzeuger (30) und/oder mit dem oder einem zweiten Stromerzeuger (40) mittelbar über zwischengeschaltete Antriebskomponenten verbunden ist.
10. System nach Anspruch 9, wobei das System ein Hybridantriebssystem ist in dem der Verbrennungsmotor (20) eine der Antriebskomponenten darstellt.

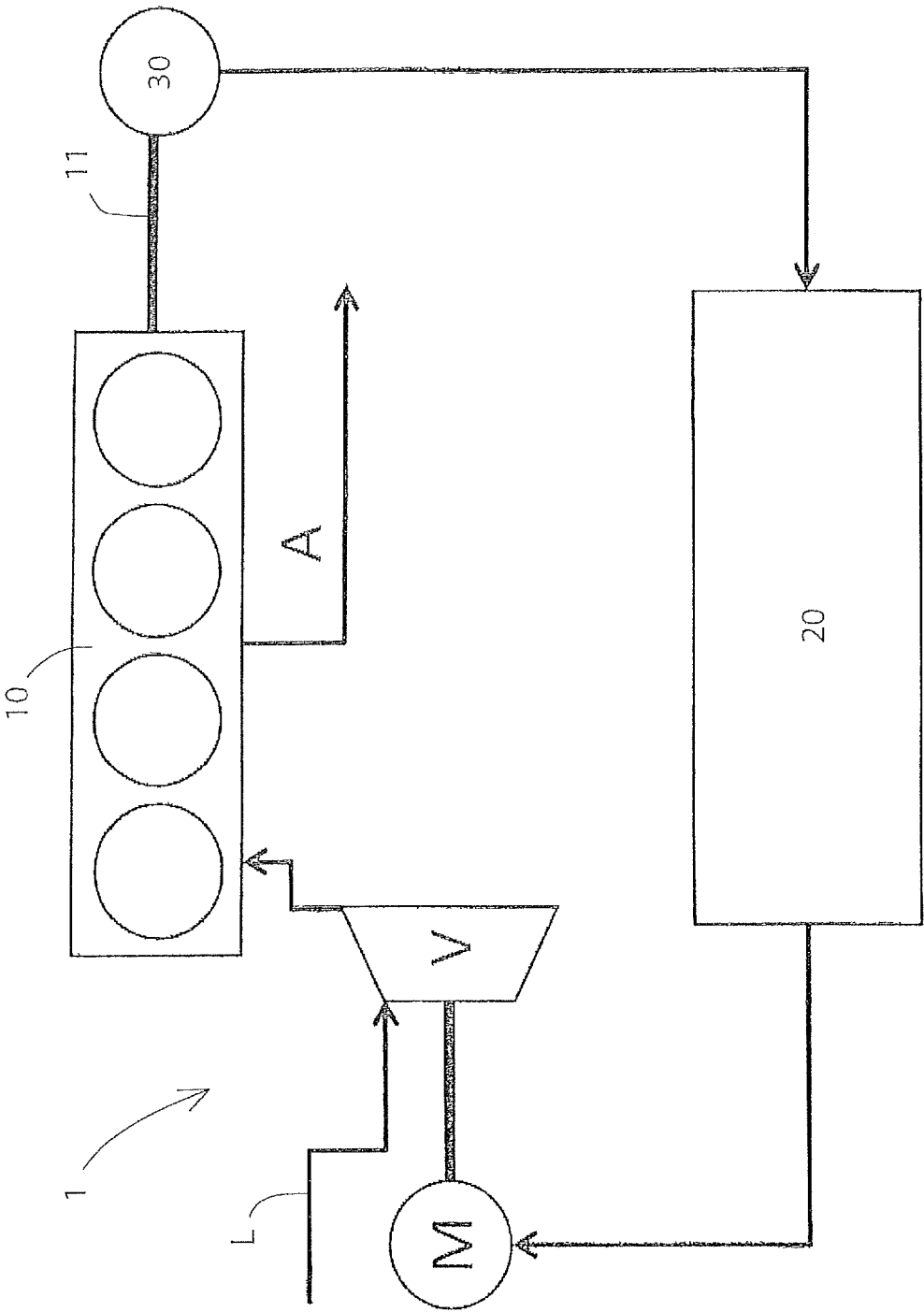


Fig. 1

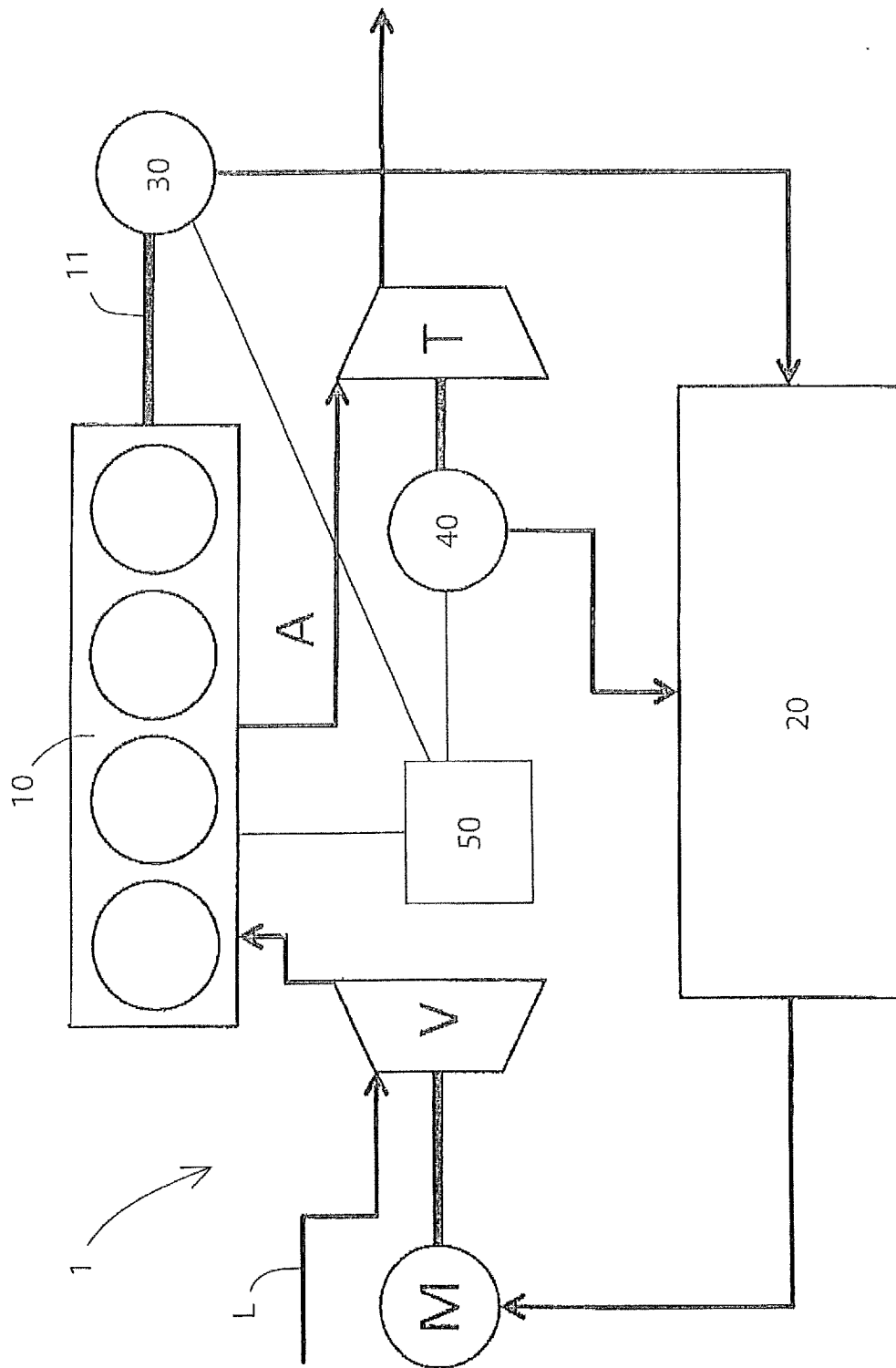


Fig. 2