



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪ Gesuchsnummer: 536/91

⑬ Inhaber:
MTU Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen
GmbH, Friedrichshafen (DE)

⑫ Anmeldungsdatum: 22.02.1991

⑭ Erfinder:
Sudmanns, Hans, Friedrichshafen 1 (DE)

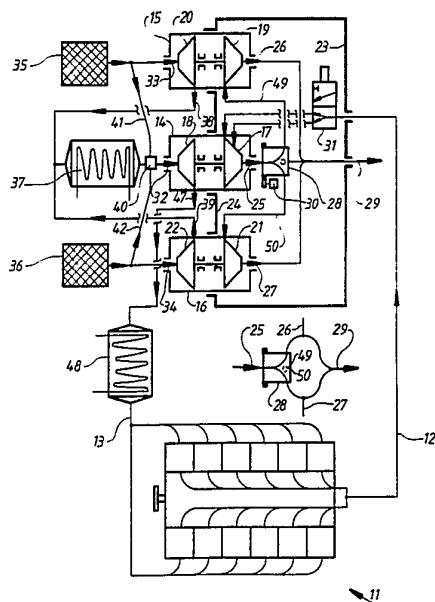
⑭ Patent erteilt: 15.10.1993

⑮ Patentschrift
veröffentlicht: 15.10.1993

⑯ Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

⑯ **Kolbenbrennkraftmaschine mit Aufladung durch eine Gruppe von schaltbaren Abgasturboladern.**

⑯ Die Abgasturbolader (14, 15, 16) sind nebeneinander liegend an einer Seitenwand (24) eines gasdichten Kastens (23) befestigt, wobei sich die Turbinengehäuse der Abgasturbolader (14, 15, 16) innerhalb und die Verdichtergehäuse ausserhalb des Kastens (23) befinden. Mittels eines am Abgasauslass (25) des mittleren Abgasturboladers (14) drehbar angeordneten Abgas-Strömungsteilers (28) lassen sich die Abgasturbolader (14, 15, 16) abgasseitig umschalten. Je nach Stellung des Abgas-Strömungsteilers (28) ergibt sich eine einstufige Ladeluftverdichtung allein mit Abgasturbolader (14) oder eine zweistufige Ladeluftverdichtung durch Hintereinanderschaltung von Abgasturbolader (14) und den Abgasturboladern (15, 16).



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kolbenbrennkraftmaschine mit Aufladung durch wenigstens eine Gruppe von schaltbaren Abgasturboladern nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Bei einer abgasaufgeladenen Kolbenbrennkraftmaschine können die Aufladeverhältnisse im Teillastbetrieb in bekannter Weise dadurch verbessert werden, dass bei hohem Abgasangebot mehrere Abgasturbolader parallel betrieben und bei Verringerung der anfallenden Abgasmenge ein Teil der Abgasturbolader durch Absperrung ihrer Abgaszuleitung stillgesetzt werden. Im Teillastbetrieb der Kolbenbrennkraftmaschine verteilt sich damit die Abgasmenge auf eine geringe Anzahl von Abgasturboladern, die dadurch wieder in der Nähe ihres Auslegungspunktes und deshalb mit einem besseren Wirkungsgrad arbeiten. Daraus resultiert ein höherer Ladedruck und es steht eine grössere Ladeluftmenge zur Verfügung. Durch den grösseren Luftüberschuss wird der Verbrennungsablauf verbessert, der Kraftstoffverbrauch gesenkt und ein rauchfreier Betrieb, auch bei Kolbenbrennkraftmaschinen, die für einen hohen Mitteldruck ausgelegt sind, erzielt.

Eine gattungsgemäss Anordnung ist aus der DE 3 005 655 C2 bekannt. Die Nachteile dieser bekannten Anordnung resultieren aus dem immer noch erheblichen Bauraumbedarf bei der Forderung nach feinstufiger Anpassung der Ladeluftversorgung an das Abgasangebot bei Teillast der Kolbenbrennkraftmaschine. Besonders bei kleinen Baugrössen von Kolbenbrennkraftmaschinen ergeben sich Schwierigkeiten zur Unterbringung mehrerer Abgasturboladergruppen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, den Bauraumbedarf einer Gruppe von schaltbaren Abgasturboladern in Verbindung mit einer feinstufigen Anpassbarkeit sowohl turbinenseitig an das Abgasangebot als auch verdichterseitig an den Ladeluftbedarf der Kolbenbrennkraftmaschine zu optimieren.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale des ersten Patentanspruches gelöst. Durch die räumlich enge Nachbarschaft der drei nebeneinanderliegenden Abgasturbolader ergeben sich sowohl auf der Verdichterseite als auch auf der Turbinenseite sehr kurze Leitungsverbindungen für die Zusammenschaltung der Abgasturbolader untereinander. Die weitere Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich mit den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 8.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass sich eine sehr kompakte Anordnung einer Gruppe von schaltbaren Abgasturboladern mitsamt allen Leitungen und Schaltorganen ergibt, dass mit dieser Anordnung eine vielstufig schaltbare Ladeluftversorgung der Kolbenbrennkraftmaschine erreicht ist und dass auch für kleine Baugrössen von Kolbenbrennkraftmaschinen die Vorteile der variablen Ladeluftversorgung nutzbar sind.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der

Zeichnung dargestellt und wird in der Folge näher beschrieben. Es zeigt:

- 5 Fig. 1 schematische Darstellung der Kolbenbrennkraftmaschine mit einer Gruppe von schaltbaren Abgasturboladern;
- 10 Fig. 1a Abgas-Strömungsteiler in der um 90° gedrehten Stellung gegenüber Fig. 1;
- 15 Fig. 2 Ladeluft-Umschalteinrichtung im Längsschnitt nach Linie II-II in Fig. 3;
- 20 Fig. 3 Ladeluft-Umschalteinrichtung im Querschnitt nach Linie III-III in Fig. 2.
- 25 Eine Kolbenbrennkraftmaschine 11, mit mehreren in zwei Reihen angeordneten Zylindern, ist über eine Abgassammelleitung 12 und eine Ladeluftsammelleitung 13 an eine Gruppe von schaltbaren Abgasturboladern 14, 15, 16 angeschlossen. Jeder Abgasturbolader 14, 15, 16 besteht aus einer Abgasturbine 17, 19, 21 mit je einem Turbinengehäuse und einem Ladeluftverdichter 18, 20, 22 mit je einem Verdichtergehäuse. Die Abgasturbolader 14, 15, 16 der Gruppe sind zusammen mittels eines gasdichten Kastens 23 auf der Kolbenbrennkraftmaschine 11 plaziert und nebeneinanderliegend an einer Seitenwand 24 des Kastens 23 befestigt. Die Turbinengehäuse der Abgasturbolader 14, 15, 16 befinden sich dabei innerhalb und die Verdichtergehäuse ausserhalb des Kastens 23.
- 30 Die Abgassammelleitung 12 ist mit dem Abgas-einlass der Abgasturbine 17 des mittleren Abgasturboladers 14 verbunden. Am Abgasauslass 25 des mittleren Abgasturboladers 14 ist ein Abgas-Strömungsteiler 28 angeordnet, der um die Achse seiner Abgaseintrittsöffnung drehbar und in zwei um 90° zueinander verdrehten Positionen stellbar ist. Dabei verbindet der Abgas-Strömungsteiler 28 in einer ersten Position gemäss Fig. 1 den Abgasauslass 25 des mittleren Abgasturboladers 14 mit den Abgaseinlässen 49, 50 der beiden benachbarten Abgasturbolader 15, 16. Diese erste Position des Abgas-Strömungsteilers 28, die bei Vollastbetrieb der Kolbenbrennkraftmaschine 11 eingestellt ist, bewirkt eine zweistufige Aufladung mit dem mittleren Abgasturbolader 14 als erste und den beiden parallel arbeitenden Abgasturboladern 15, 16 als zweite Stufe.
- 35 In der zweiten Position des Abgas-Strömungsteilers 28 gemäss Fig. 1a, die bei Leerlauf oder Teillast der Kolbenbrennkraftmaschine 11 eingestellt ist, ist der Abgasauslass 25 des mittleren Abgasturboladers 14 direkt mit der Auspuffleitung 29 verbunden. Die Abgasversorgung der beiden Abgasturbolader 15, 16 ist damit unterbrochen, so dass die Aufladung nur einstufig allein durch den mittleren Abgasturbolader 14 erfolgt.
- 40 Für die Verstellung des Abgas-Strömungsteilers 28 ist ein steuerbarer Drehantrieb 30 vorgesehen.
- 45 Die Abgasauslässe 26, 27 der Abgasturbolader 15, 16 sind ständig mit der Auspuffleitung 29 verbunden.
- 50 Die Abgasturbine 17 des mittleren Abgasturboladers 14 ist im Abgaseinlass mit einer Abgas-Umschalteinrichtung 31 ausgerüstet, die entsprechend dem Abgasangebot der Kolbenbrennkraftmaschine
- 55
- 60
- 65

11 eine Teil- oder Vollbeaufschlagung der Abgas-turbine 17 erlaubt. Damit wird erreicht, dass die Ab-gasturbine 17 auch bei wechselndem Abgasange-bot mit gutem Wirkungsgrad und bezogen auf den Abgasmassenstrom mit hoher Leistung betreibbar ist.

Jeder Ansaugleitung 33, 34 von jedem der bei-den Abgasturbolader 15, 16 ist ein Ansaugluftfilter 35, 36 zugeordnet. Vor dem Laufradeintritt 32 des Ladeluftverdichters 18 des mittleren Abgasturbo-laders 14 ist eine Ladeluft-Umschalteinrichtung 40 angeordnet, die einen mit dem Laufradeintritt 32 korrespondierenden Ausströmstutzen 43, einen zum Ausströmstutzen 43 koaxialen Zuströmstutzen 44, zwei tangential zum Ausströmstutzen 43 angeord-nete Zuströmstutzen 41, 42 und ein aus Klappen 45, 46 bestehendes, steuerbares Verschlussteil auf-weist. Die Klappen 45, 46 sind mit einer Torsionsfeder ausgerüstet, so dass sie das Bestreben haben, unter Wirkung der Torsionsfeder die in Fig. 2 strich-punktiert gezeichnete Stellung einzunehmen.

Die tangentiale Zuströmstutzen 41, 42 sind je-wells an die benachbarten Ansaugleitungen 33, 34 stromab der Ansaugluftfilter 35, 36 angeschlossen und der koaxiale Zuströmstutzen 44 ist mit dem Luftauslass eines Ladeluft-Zwischenkühlers 37 ver-bunden. Die Ladeluftdruckleitungen 38, 39 der bei-den Abgasturbolader 15, 16 münden in den Lade-luft-Zwischenkühler 37 und die Ladeluftdruckleitung 47 des mittleren Abgasturboladers 14 führt zu ei-nem weiteren Ladeluftkühler 48, von dem die Lade-luftsammelleitung 13 ausgeht.

Die im Betrieb sich ergebende Stellung der Klap-pen 45, 46 ist abhängig von der durch die Stellung des Abgas-Strömungsteilers 28 gegebenen Beauf-schlagung der Abgasturbolader 14, 15, 16.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Stellung des Ab-gas-Strömungsverteilers 28, der dem Vollastbetrieb der Kolbenbrennkraftmaschine 11 entspricht, sind die beiden Abgasturbolader 15, 16 in Betrieb. Die dann in den Ladeluftverdichtern 20, 22 vorverdich-tete Ladeluft gelangt über die Ladeluftdruckleitun-gen 38, 39 in den Ladeluft-Zwischenkühler 37 und danach in den koaxialen Zuströmstutzen 44 der Ladeluft-Umschalteinrichtung 40. Unter Wirkung die-ses Ladeluftstromes 51 schwenken die Klappen 45, 46 in die in Fig. 2 mit ausgezogenen Linien darge-stellte Stellung. Dabei werden die tangentialen Zu-strömstutzen 41, 42 durch die Klappen 45, 46 ver-schlossen und die vorverdichtete Ladeluft gelangt drallfrei in den Ladeluftverdichter 18 des Abgasturbo-laders 14. Auf diese Weise ergibt sich eine zwei-stufige Aufladung mit den Abgasturboladern 15, 16 als Niederdruck- und dem Abgasturbolader 14 als Hochdruckstufe.

Bei Leerlauf und Teillast der Kolbenbrennkraftma-schine 11 befindet sich der Abgas-Strömungsteiler 28 in der in Fig. 1a gezeigten Stellung. Die Ab-gasturbolader 15, 16 werden dann nicht mehr mit dem Abgas beaufschlagt und stehen still. Die Lade-luftversorgung der Kolbenbrennkraftmaschine 11 er-folgt damit allein durch den mittleren Abgasturbo-lader 14. Damit fehlt die Ladeluftförderung der Ab-gasturbolader 15, 16 und somit auch der Ladeluftstrom 51 im koaxialem Zuströmstutzen 44

der Ladeluft-Umschalteinrichtung 40. Dadurch schwenken die Klappen 45, 46 unter Wirkung der Torsionsfedern zurück in ihre strichpunktiert ge-zeichnete Ruhelage und geben die Mündungen der tangentialen Zuströmstutzen 41, 42 frei. Unterstützt wird das Zurückschwenken der Klappen 45, 46 durch den von Ladeluftverdichter 18 des Abgasturbo-laders 14 erzeugten Ansaugunterdruck im Aus-strömstutzen 43. Der Ladeluftverdichter 18 des Ab-gasturboladers 14 kann nun über die tangentialen Zuströmstutzen 41, 42 und die Ansaugluftfilter 35, 36 Luft aus der Umgebung ansaugen.

Die tangentiale Einmündung der beiden Zuströ-mstutzen 41, 42 in die Ladeluft-Umschalteinrichtung 40 ist so angeordnet, dass sich im Ausströmstutzen 43 und damit im Laufradeintritt 32 eine Drallströ-mung 52 ergibt, deren Strömungsrichtung mit der Drehrichtung des Laufzeugs des Abgasturboladers 14 gleichgerichtet ist. Die bei diesem Betriebszu-stand von Kolbenbrennkraftmaschine 11 und Ab-gasturbolader 14 auf Grund des geringen Luftmas-senstromes sich sonst ergebende Fehlanströmung der Beschaufelung des Ladeluftverdichters 18 ist durch diesen Vordrall ausgeglichen. Der Ladeluft-verdichter 18 arbeitet dadurch bei optimalem Wir-kungsgrad und mit einem in Richtung verringerten Massenstromes verbreiterten Verdichterkennfeld.

Patentansprüche

- 30 1. Kolbenbrennkraftmaschine mit Aufladung durch wenigstens eine Gruppe von schaltbaren Ab-gasturboladern, die jeweils aus einer Ab gasturbine mit Turbinengehäuse und einem Ladeluftverdichter mit Verdichtergehäuse bestehen, und die Abgasturbo-lader einer Gruppe zusammen mittels eines gas-dichten Kastens an der Kolbenbrennkraftmaschine befestigt sind, wobei sich die Turbinengehäuse der Abgasturbolader innerhalb des Kastens und die zu-gehörigen Verdichtergehäuse ausserhalb des Ka-stens befinden und mindestens der Abgasauslass einer ersten Ab gasturbine mit dem Abgaseinlass ei-ner zweiten Ab gasturbine verbunden ist sowie die Abgasauslässe der zweiten Ab gasturbinen gemein-sam an eine Auspuffleitung angeschlossen sind, dadurch gekennzeichnet, dass drei Abgasturbolader (14, 15, 16) nebeneinander an einer Seitenwand (24) des Kastens (23) befestigt sind, dass die Ab-gassammelleitung (12) der Kolbenbrennkraftmaschine (11) mit dem Abgaseinlass der Ab gasturbine (17) des mittleren Abgasturbo-laders (14) verbunden ist, dass am Abgasauslass (25) der Ab gasturbine (17) des mittleren Abgasturbo-laders (14) ein Abgas-Strömungsteiler (28) drehbar angeordnet ist, dass der Abgas-Strömungsteiler (28) in einer ersten Po-sition den Abgasauslass (25) des mittleren Ab-gasturbo-laders (14) mit den Abgaseinlässen der Ab gasturbinen (19, 21) der beiden benachbarten Abgasturbolader (15, 16) verbindet und dass der Abgas-Strömungsteiler (28) in einer zweiten Positi-on den Abgasauslass (25) des mittleren Abgasturbo-laders (14) direkt mit der Auspuffleitung (29) ver-binnet.
- 35 2. Kolbenbrennkraftmaschine mit Aufladung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwi-
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

schen Abgassammelleitung (12) und Abgaseinlass des mittleren Abgasturboladers (14) eine Abgas-Umschalteinrichtung (31) für Voll- und Teilbeaufschlagung der Abgasturbine (17) angeordnet ist.

3. Kolbenbrennkraftmaschine mit Aufladung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Laufradeintritt (32) des Ladeluftverdichters (18) des mittleren Abgasturboladers (14) eine Ladeluft-Umschalteinrichtung (40) angeordnet ist, die einen mit dem Laufradeintritt (32) korrespondierenden Ausströmstutzen (43), mindestens zwei Zuströmstutzen (41, 42, 44) und ein mit den Zuströmstutzen (41, 42, 44) zusammenwirkendes Verschlussteil aufweist.

4. Kolbenbrennkraftmaschine mit Aufladung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der eine Zuströmstutzen (44) der Ladeluft-Umschalteinrichtung (40) koaxial zum Ausströmstutzen (43) angeordnet ist.

5. Kolbenbrennkraftmaschine mit Aufladung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass an der Ladeluft-Umschalteinrichtung (40) zwei weitere Zuströmstutzen (41, 42) etwa tangential zum Ausströmstutzen (43) angeordnet sind.

6. Kolbenbrennkraftmaschine mit Aufladung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussteil aus zwei Klappen (45, 46) besteht, die in einer ersten Stellung den koaxialen Zuströmstutzen (44) verschliessen und in einer zweiten Stellung die tangentialen Zuströmstutzen (41, 42) absperren.

7. Kolbenbrennkraftmaschine mit Aufladung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die tangentialen Zuströmstutzen (41, 42) jeweils mit einer der Ansaugleitungen (33, 34) der beiden äusseren Abgasturbolader (15, 16) verbunden sind.

8. Kolbenbrennkraftmaschine mit Aufladung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladeluftdruckleitungen (38, 39) der beiden äusseren Abgasturbolader (15, 16) mit dem koaxialen Zuströmstutzen (44) der Ladeluft-Umschalteinrichtung (40) und die Ladeluftdruckleitung (47) des mittleren Abgasturboladers (14) mit der Ladeluftsammelleitung (13) der Kolbenbrennkraftmaschine (11) verbunden sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

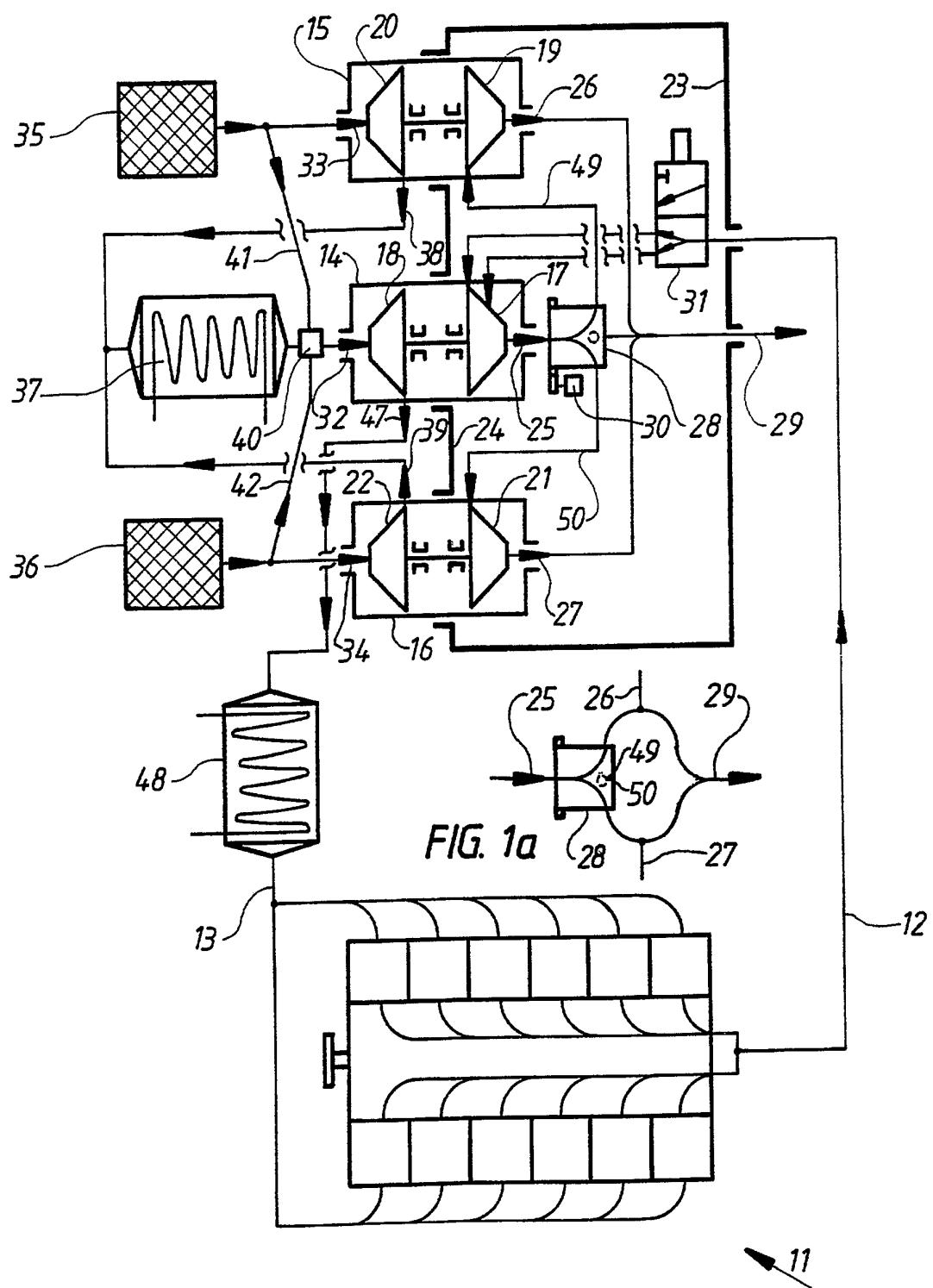


FIG. 1

