(19) Österreichisches Patentamt

(10) **AT 522018 B1 2020-11-15**

(12) # Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50722/2019
(22) Anmeldetag: 20.08.2019
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2020

(51) Int. Cl.: ***F02D 35/02*** (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01)
G01M 15/08 (2006.01)
G01M 15/11 (2006.01)

(30) Priorität:
14.11.2018 DE 102018128572.8 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
US 2015233289 A1
EP 1653071 A1
US 2018142636 A1
US 2017101956 A1

(73) Patentinhaber:
MAN Energy Solutions SE
86153 Augsburg (DE)

(74) Vertreter:
Puchberger & Partner Patentanwälte
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren und Steuerungseinrichtung zum Betreiben eines Gasmotors**

(57) Verfahren zum Betreiben eines Gasmotors (10), der mehrere Zylinder (12) umfasst, wobei jeder Zylinder (12) eine Brennkammer (24) und einen in der Brennkammer (24) geführten Kolben (13) aufweist, der über eine Pleuelstange (14) an einer Kurbelwelle (15) des Gasmotors angreift, wobei zylinderindividuell ein Brennkammerdruck in der jeweiligen Brennkammer (24) der Zylinder (12) messtechnisch erfasst wird, wobei ein Drehmoment an der Kurbelwelle (15) erfasst wird, und wobei die zylinderindividuellen Brennkammerdrücke und das Drehmoment zur Erfassung von Zündaussetzern an den Zylindern (12) derart gemeinsam ausgewertet werden, dass dann, wenn sowohl an mindestens einem Zylinder (12) ein zu geringer Brennkammerdruck als auch an der Kurbelwelle (15) eine zu geringes Drehmoment erfasst werden, auf Zündaussetzer an mindestens einem Zylinder (12) geschlossen wird.

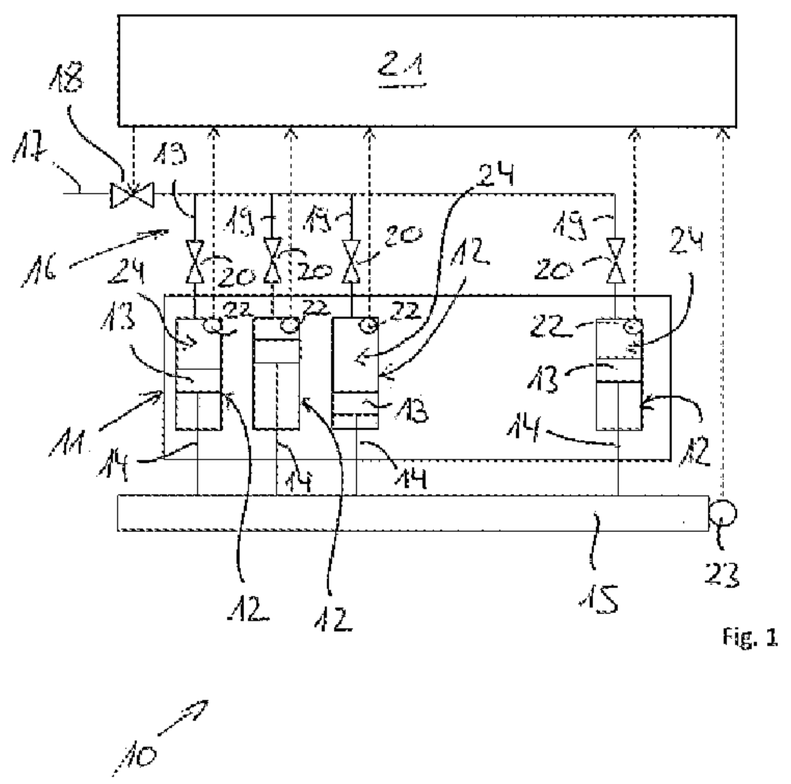

Fig. 1

AT 522018 B1 2020-11-15

Beschreibung

VERFAHREN UND STEUERUNGSEINRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINES GASMOTORS

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Gasmotors. Ferner betrifft die Erfindung eine Steuerungseinrichtung zum Betreiben eines Gasmotors.

[0002] In einem Gasmotor wird ein gasförmiger Kraftstoff verbrannt, wobei der gasförmige Kraftstoff mithilfe von Zündkerzen gezündet wird. Dann, wenn es im Betrieb eines Gasmotors zu Zündaussetzern kommt, gelangt unverbranntes Brenngas in den Abgastrakt. Gelangt zu viel unverbranntes Gas in den Abgastrakt, so entsteht im Abgastrakt eine sogenannte Explosionszone, wodurch ein sicherer Betrieb des Gasmotors nicht mehr möglich ist. Bislang bereitet es Schwierigkeiten, zu erkennen, wie viel unverbranntes Gas infolge von Zündaussetzern in den Bereich des Abgastrakts gelangt. Daher bereitet es bislang Schwierigkeiten, einen Gasmotor mit entsprechender Sicherheit zu betreiben, bzw. müssen zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen eingesetzt werden. Es besteht Bedarf daran, einen Gasmotor sicherer, bzw. ohne oder deutlich reduzierten zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen zu betreiben. Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein neuartiges Verfahren und eine neuartige Steuerungseinrichtung zum Betreiben eines Gasmotors zu schaffen. Herkömmliche Verfahren sind beispielsweise aus der US 2015/233289 A1, der EP 1 653 071 A1, der US 2018/142636 A1 und der US 2017/101956 A1 bekannt.

[0003] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betreiben eines Gasmotors gemäß Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß wird zylinderindividuell ein Brennkammerdruck in der jeweiligen Brennkammer der Zylinder messtechnisch erfasst. Ferner wird ein Drehmoment an der Kurbelwelle erfasst. Die zylinderindividuellen Brennkammerdrücke und das Drehmoment werden zur Erfassung von Zündaussetzern an den Zylindern derart gemeinsam ausgewertet, dass dann, wenn sowohl an mindestens einem Zylinder ein zu geringer Brennkammerdruck als auch an der Kurbelwelle ein zu geringes Drehmoment erfasst werden, auf Zündaussetzer an mindestens einem Zylinder geschlossen wird.

[0004] Mit der Erfindung kann einfach und zuverlässig erkannt werden, ob an den Zylindern der Brennkraftmaschine Zündaussetzer vorliegen. Auf Grundlage einer solchen Zündaussetzererkennung ist es möglich, den Gasmotor mit höherer Sicherheit zu betreiben.

[0005] Vorzugsweise wird die Anzahl der Zündaussetzer ermittelt. Insbesondere wird aus der Anzahl der Zündaussetzer eine in einen Abgastrakt des Gasmotors eingebrachte Gasmenge ermittelt. Vorzugsweise wird dann, wenn die Anzahl der Zündaussetzer oder die in einen Abgastrakt des Gasmotors eingebrachte Gasmenge zu groß wird, die Gaszufuhr zu den Zylindern der Brennkraftmaschine reduziert oder unterbrochen. Dann, wenn die Zündaussetzer den einzelnen Zylindern zugeordnet werden können, ist es möglich, die Zufuhr des gasförmigen Kraftstoffs nur zu den Zylindern zu unterbrechen, in denen Zündaussetzer erkannt werden. Die Brennkraftmaschine kann dann im Sinne einer Zylinderabschaltung mit den Zylindern weiter betrieben werden, an denen sich keine Zündaussetzer ereignen. Können die Zündaussetzer einzelnen Zylindern nicht individuell zugeordnet werden, so wird dann, wenn die Anzahl der Zündaussetzer zu groß oder die in den Abgastrakt eingebrachte Gasmenge zu groß wird, die Gaszufuhr vollständig unterbrochen und der Gasmotor stillgesetzt.

[0006] Die Steuerungseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist in Anspruch 6 definiert.

[0007] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

[0008] Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Gasmotors.

[0009] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Steuerungseinrichtung zum Betreiben eines Gasmotors.

[0010] Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild ausgewählter Baugruppen eines Gasmotors 10. Der Gasmotor 10 umfasst einen sogenannten Motorblock 11 mit mehreren Zylindern 12. Jeder Zylinder 12 umfasst einen Kolben 13, der über eine Pleuelstange 14 an eine Kurbelwelle 15 des Gasmotors 10 gekoppelt ist. Der Kolben 13 ist in einer Brennkammer 24 des jeweiligen Zylinders 12 auf und ab bewegbar.

[0011] Fig. 1 zeigt weiterhin ein Gasversorgungssystem 16 des Gasmotors 10, über welches die Zylinder 12 des Gasmotors 10 mit gasförmigem Kraftstoff versorgt werden können. In eine Hauptgasleitung 17 ist dabei ein Gasventil 18 integriert, um die Gaszufuhr zu allen Zylindern 12 gemeinsam freizugeben oder zu unterbrechen.

[0012] Im in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel zweigen von der Hauptgasleitung 17 zylinderindividuelle Gasleitungen 19 ab, um Gas den einzelnen Zylindern 12 zuzuführen, wobei jeder zylinderindividuellen Gasleitung 19 jeweils eine Dosiereinrichtung 20 zugeordnet ist, mithilfe derer in jeden der Zylinder 12 individuell gasförmiger Kraftstoff eingebracht werden kann.

[0013] Bei der Verbrennung des gasförmigen Kraftstoffs in den Zylindern 12 entsteht Abgas, welches von den Zylindern 12 abgeführt und in einen in Fig. 1 nicht gezeigten Abgastrakt gelangt. Dem Abgastrakt kann ein Abgasturbolader zugeordnet sein, um Abgas zu entspannen und hierbei Energie zu gewinnen, die der Verdichtung von den Zylindern 12 zugeführter Ladeluft dient, wobei ein Ladelufttrakt in Fig. 1 ebenfalls nicht gezeigt ist.

[0014] Fig. 1 zeigt hingegen eine Steuerungseinrichtung 21, die dem Betrieb des Gasmotors dient. Die Steuerungseinrichtung 21 empfängt Messsignale, so zum Beispiel Messsignale von den Zylindern 12 zugeordneten Drucksensoren 22 sowie ein Messsignal eines der Kurbelwelle 15 zugeordneten Drehmomentsensors 23. Die Steuerungseinrichtung 21 steuert zum Betrieb des Gasmotors 10 Komponenten des Gasmotors 10 an, gemäß Fig. 1 das Hauptgasventil 18. Es ist auch möglich, dass die Steuerungseinrichtung 21 die Dosiereinrichtungen 20 ansteuert.

[0015] Zum sicheren Betrieb des Gasmotors 10 wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, an den Zylindern 12 des Gasmotors 10 zylinderindividuell einen Brennkammerdruck in der jeweiligen Brennkammer 24 des Zylinders 12 messtechnisch zu erfassen, wozu vorzugsweise die Drucksensoren 22 dienen, die die Brennkammerdrücke der Zylinder 12 erfassen können. Weiter wird ein Drehmoment an der Kurbelwelle 15 erfasst, vorzugsweise mithilfe des Drehmomentsensors 23. Die Messwerte der Drucksensoren 22 sowie der Messwert des Drehmomentsensors 23, also die messtechnisch erfassten zylinderindividuellen Brennkammerdrücke und das Drehmoment der Kurbelwelle 15, werden zur Erfassung von Zündaussetzern an den Zylindern 12 des Gasmotors 10 gemeinsam ausgewertet. Hierzu dient die Steuerungseinrichtung 21. Dann, wenn sowohl an mindestens einem Zylinder 12 ein zu geringer unterhalb eines Grenzwerts liegender Brennkammerdruck erkannt wird als auch an der Kurbelwelle 15 ein zu geringes unterhalb eines Grenzwerts liegendes Drehmoment erfasst wird, wird auf Zündaussetzer an mindestens einem Zylinder 12 geschlossen.

[0016] Abhängig davon, wie häufig an den Zylindern 12 zu geringe Brennkammerdrücke erkannt werden sowie abhängig davon, wie häufig und/oder um welchen Betrag das Drehmoment der Kurbelwelle 15 zu gering ist, kann auf die Anzahl der Zündaussetzer geschlossen werden, wobei die Anzahl der Zündaussetzer proportional zu einer in den Abgastrakt des Gasmotors 10 eingebrachten Gasmenge ist.

[0017] Durch die gemeinsame Auswertung der zylinderindividuellen Brennkammerdrücke mit dem Drehmoment der Kurbelwelle 15 kann demnach letztendlich die in den Abgastrakt des Gasmotors 10 eingebrachte Gasmenge ermittelt werden.

[0018] Dann, wenn die Anzahl der Zündaussetzer oder die in den Abgastrakt des Gasmotors 10 eingebrachte Gasmenge zu groß ist bzw. zu groß wird, wird die Gaszufuhr zur Brennkraftmaschine reduziert oder vollständig unterbrochen.

[0019] Es ist möglich, die Gaszufuhr durch Ansteuerung des Hauptgasventils 18 vollständig zu unterbrechen. Ebenso ist es möglich, die Gaszufuhr durch Ansteuerung der Dosiereinrichtungen

20 zylinderindividuell zu unterbrechen, und zwar ausschließlich zu solchen Zylindern 12 des Gasmotors 10, für welche Zündaussetzer erkannt werden.

[0020] Um erkannte Zündaussetzer den Zylindern 12 individuell zuzuordnen, werden die Brennkammerdrücke in Relation zum Kurbelwellenwinkel und damit die Zündaussetzer in Relation zum Kurbelwellenwinkel gesetzt, sodass dann Zündaussetzer Zylindern 12 zugeordnet werden können. Dies hängt von der Nenndrehzahl des Gasmotors sowie von der Auflösung bzw. Abtastrate ab, mithilfe derer die von den Sensoren 22, 23 bereitgestellten Messsignale in der Steuerungseinrichtung 21 ausgewertet werden können.

[0021] Sollte eine zylinderindividuelle Zuordnung der Zündaussetzer im Hinblick auf diese Größen nicht möglich, so kann in jedem Fall die Anzahl aller Zündaussetzer über alle Zylinder 12 und die in den Abgastrakt des Gasmotors eingebrachte Gasmenge ermittelt werden, um dann, wenn dieselbe zu groß ist, die Gaszufuhr durch Ansteuerung des Hauptgasventils 18 vollständig zu unterbrechen und den Gasmotor stillzusetzen.

[0022] Die Erfindung betrifft weiterhin die Steuerungseinrichtung 21 zur Ausführung des Verfahrens. Wie bereits ausgeführt, empfängt die Steuerungseinrichtung 21 von den Zylindern 12 zugeordneten Drucksensoren 22 Messwerte der zylinderindividuellen Brennkammerdrücke der Zylinder 12. Ferner empfängt die Steuerungseinrichtung 21 von dem der Kurbelwelle 15 des Gasmotors 10 zugeordneten Drehmomentsensor 23 einen Messwert über das Drehmoment der Kurbelwelle 15. Die Steuerungseinrichtung 21 wertet die zylinderindividuellen Brennkammerdrücke und das Drehmoment der Kurbelwelle 15 zur Erfassung von Zündaussetzern an den Zylindern 12 gemeinsam aus, und zwar derart, dass dann, wenn sowohl an mindestens einem Zylinder 12 ein zu geringer Brennkammerdruck erkannt wird und andererseits an der Kurbelwelle 15 ein zu geringes Drehmoment erkannt wird, auf Zündaussetzer an mindestens einem Zylinder 12 des Gasmotors 12 geschlossen wird, um abhängig hiervon vorzugsweise die in den Abgastrakt eingebrachte Gasmenge zu ermitteln und dann, wenn die in den Abgastrakt eingebrachte Gasmenge zu groß ist bzw. wird, den Gasmotor 10 insbesondere stillzusetzen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Gasmotors (10), der mehrere Zylinder (12) umfasst,

   - wobei jeder Zylinder (12) eine Brennkammer (24) und einen in der Brennkammer (24) geführten Kolben (13) aufweist, der über eine Pleuelstange (14) an einer Kurbelwelle (15) des Gasmotors angreift,

   - wobei zylinderindividuell ein Brennkammerdruck in der jeweiligen Brennkammer (24) der Zylinder (12) messtechnisch erfasst wird,

   - und wobei ein Drehmoment an der Kurbelwelle (15) erfasst wird,

   dadurch gekennzeichnet,

   - dass die zylinderindividuellen Brennkammerdrücke und das Drehmoment zur Erfassung von Zündaussetzern an den Zylindern (12) derart gemeinsam ausgewertet werden,

   - und dass dann, wenn sowohl an mindestens einem Zylinder (12) ein zu geringer Brennkammerdruck als auch an der Kurbelwelle (15) ein zu geringes Drehmoment erfasst werden, auf Zündaussetzer an mindestens einem Zylinder (12) geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der Zündaussetzer ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der Anzahl der Zündaussetzer eine in einen Abgastrakt des Gasmotors (10) eingebrachte Gasmenge ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn die Anzahl der Zündaussetzer oder die in einen Abgastrakt des Gasmotors eingebrachte Gasmenge zu groß wird, die Gaszufuhr zu den Zylindern (12) reduziert oder unterbrochen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zündaussetzer in Relation zum Kurbelwellenwinkel gesetzt werden, um die Zündaussetzer den einzelnen Zylinder (12) zuzuordnen.

6. Steuerungseinrichtung (21) zum Betreiben eines Gasmotors (10), der mehrere Zylinder (12) umfasst, wobei jeder Zylinder (12) eine Brennkammer (24) und einen in der Brennkammer (24) geführten Kolben (13) aufweist, der über eine Pleuelstange (14) an einer Kurbelwelle (15) des Gasmotors angreift,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   die Steuerungseinrichtung (21) von den Zylindern (12) zugeordneten Drucksensoren (22) zylinderindividuelle Brennkammerdrücke der Zylinder (12) empfängt,
   die Steuerungseinrichtung (21) von einem der Kurbelwelle (15) zugeordneten Drehmomentsensor (23) ein Drehmoment der Kurbelwelle (15) empfängt,
   die Steuerungseinrichtung (21) die zylinderindividuellen Brennkammerdrücke und das Drehmoment zur Erfassung von Zündaussetzern an den Zylindern (12) derart gemeinsam auswertet, das dann, wenn sowohl an mindestens einem Zylinder (12) ein zu geringer Brennkammerdruck und andererseits an der Kurbelwelle (15) eine zu geringes Drehmoment erfasst werden, auf Zündaussetzer an mindestens einem Zylinder (12) geschlossen wird.

7. Steuerungseinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieselbe zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 eingerichtet ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

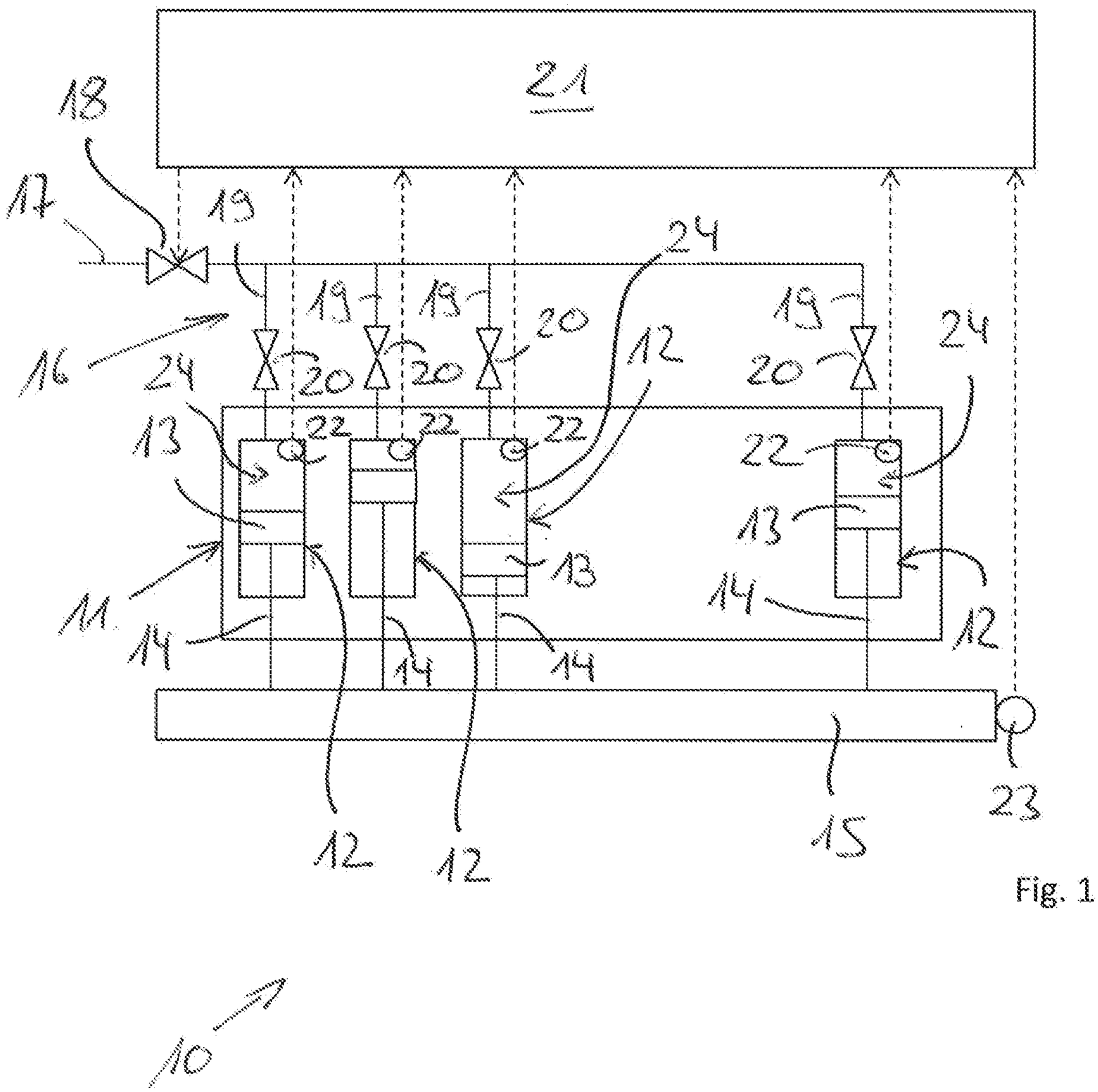
21
18
17
19
24
19
19
20
19
24
16
20
20
12
20
24
13
22
22
22
22
13
13
11
14
14
14
14
12
12
12
15
23
10

Fig. 1