

(19)



(11)

EP 4 336 022 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.03.2024 Patentblatt 2024/11

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01N 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23185742.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**F01N 1/02; F01N 1/083; F01N 2560/08;
F01N 2590/04**

(22) Anmeldetag: **17.07.2023**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

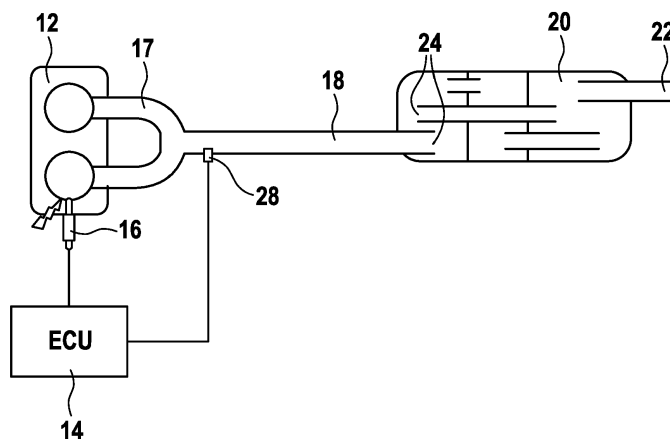
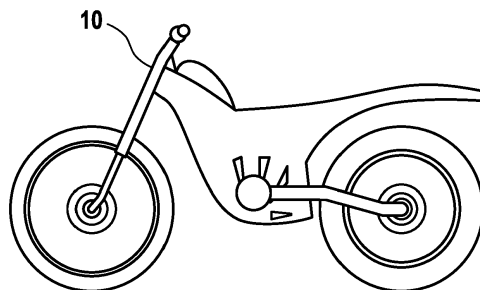
(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Fischer, Michael
75223 Niefern-Oeschelbronn (DE)**
• **Weber, Manuel
71679 Asperg (DE)**

(30) Priorität: **09.09.2022 DE 102022209450**

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR DIAGNOSE EINER MANIPULATION EINER ABGASSTRECKE EINES VERBRENNUNGSMOTORS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Diagnose einer Manipulation einer Abgasstrecke eines Verbrennungsmotors.

**FIG. 1****EP 4 336 022 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Diagnose einer Manipulation einer Abgasstrecke eines Verbrennungsmotors.

Stand der Technik

[0002] Motorräder verursachen durch das von ihrem Abgasstrang abgegebene Geräusch erhebliche Lärmbelästigungen insbesondere an häufig frequentierten Streckenabschnitten. Bei dabei besonders auffälligen Fahrzeugen wurde zumeist der originale, zugelassene Abgasschalldämpfer des Herstellers durch ein deutlich lauterer Modell aus dem Tuning-Ersatzteilhandel ersetzt. In vielen Fällen haben derartige Tuning-Bauteile keine Zulassung für den öffentlichen Straßenverkehr. Ein Betrieb des Fahrzeugs im öffentlichen Raum ist damit illegal. Es gibt derzeit Entwicklungen für Systeme im Motorrad, die eine unzulässige Manipulation der Abgasanlage erkennen sollen.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Es wird ein Fahrzeug, insbesondere ein Zweirad wie ein Motorrad vorgeschlagen, das einen Verbrennungsmotor, ein Steuergerät, welches insbesondere eine Zündung steuert, und eine Abgasstrecke aufweist, wobei die Abgasstrecke einen Abgaskrümmen, einen Abgasstrang, einen Schalldämpfer und eine Abgasmündung umfasst.

[0004] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Diagnose einer Manipulation der Abgasstrecke vorgeschlagen, wobei die Manipulation der Abgasstrecke des Verbrennungsmotors insbesondere eine potenzielle Steigerung der Geräusch Emissionen zur Folge hat. Eine Motorsteuerung löst durch eine kontrolliert herbeigeführte Nachzündung des Abgases am Krümmer einen Druckimpuls aus. Ein Drucksensor in der Nähe des Abgaskrümmers misst diesen Druckimpuls und die daraus resultierenden Reflektionen der Druckwelle. Das Muster der Reflektionen im Verhältnis zum anregenden Druckpuls ist ein typischer Fingerabdruck für die vorhandene Abgasanlage. Dieses Muster wird selbsttätig angelernt und im Weiteren überwacht. Anlagen mit geringerer Schalldämmwirkung verursachen typisch abweichende Reflektionsmuster, die erkannt und als unzulässige Manipulation identifiziert werden können.

[0005] Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, einen Druckpuls im Abgasstrang zu erzeugen, der sich entlang der Abgasstrecke mit Schallgeschwindigkeit ausbreitet.

[0006] Die Abgasstrecke, insbesondere der Schalldämpfer weist mindestens einen, vorteilhaft aber mehrere Querschnittssprünge auf, wobei an einem Querschnittssprung ein Teil des Druckpulses entgegen der ursprünglichen Ausbreitungsrichtung zurück reflektiert wird.

[0007] Erfindungsgemäß detektiert ein Drucksenso-

rer den ausgelösten Druckpuls und anschließend, zeitlich versetzt die Reflektionen, wobei der im Fahrzeug jeweils eingesetzte Schalldämpfertyp die Abfolge und Stärke der Reflektionen bestimmt. Somit kann vorteilhaft bestimmt werden, welcher Schalldämpfertyp im Fahrzeug eingesetzt ist.

[0008] Erfindungsgemäß berechnet eine Signalverarbeitung aus dem Wert des Messsignals ein Reflektionsmuster, wobei das Reflektionsmuster für die weitere Bearbeitung als Referenzmuster verwendet wird. Somit können vorteilhaft sprunghafte Veränderungen im Muster erkannt und daraus abgeleitet werden, welcher Schalldämpfertyp zum Einsatz kommt. Somit können vorteilhaft kostengünstig und einfach Manipulationen an der Abgasstrecke erkannt werden.

[0009] Weitere Vorteile können den Zeichnungen und der Figurenbeschreibung entnommen werden.

Zeichnungen

[0010] Es zeigen

Figur 1: Zweirad mit einer Abgasstrecke in schematischer Darstellung,

Figur 2: einen Druckpuls und Reflektionen,

Figur 3: verschiedene Schalldämpfertypen eines Zweirads in schematischer Darstellung.

Beschreibung

[0011] Figur 1 zeigt ein als Zweirad, besonders als Motorrad ausgebildetes Fahrzeug 10. Das Fahrzeug 10 weist einen Verbrennungsmotor 12 auf. Der Motor 12 wird von einem Steuergerät 14 gesteuert. Das Steuergerät steuert u.a. eine Zündung 16. Das Fahrzeug 10 weist eine Abgasstrecke auf. Die Abgasstrecke umfasst einen Abgaskrümmen 17, einen Abgasstrang 18, einen Schalldämpfer 20 und eine Abgasmündung 22.

[0012] Eine Funktion des Steuergeräts 14 ist dazu vorgesehen, durch ein kurzzeitiges Verstellen des Zündwinkels eine "Fehlzündung" zu erzeugen.

[0013] Durch die kontrolliert herbeigeführte Nachzündung des Abgases am Abgaskrümmen 17 wird ein Druckpuls D ausgelöst. Der Druckpuls D ist in Figur 2 gezeigt. Der Druckpuls D dient als akustisches Testsignal. Über die Zündparameter lässt sich der Druckpuls D so beeinflussen, dass er für einen Menschen in der Umgebung akustisch nicht auffällig erscheint. Der Druckpuls D weist aber eine ausreichende Signalstärke S auf, um für die weitere Auswertung genutzt werden zu können.

[0014] Der Druckpuls D breitet sich entlang der Abgasstrecke mit Schallgeschwindigkeit aus. Die Abgasstrecke, insbesondere der Schalldämpfer 20 weist mindestens einen, bevorzugt aber mehrere Querschnittssprünge 24 auf. Am Querschnittssprung 24 der Abgasstrecke wird ein Teil der Druckwelle entgegen der ursprünglichen

Ausbreitungsrichtung zurück reflektiert. Die Reflektionen R sind ebenfalls in Figur 2 dargestellt.

[0015] Der Abgaskrümmter 17 weist einen Sensor 28 auf. Der Sensor 28 ist als Drucksensor ausgebildet. Der Drucksensor 28 detektiert erst den ausgelösten Druckpuls D und anschließend, zeitlich versetzt die Reflektionen R. Der im Fahrzeug 10 jeweils eingesetzte Schalldämpfertyp bestimmt dabei die Abfolge und Stärke der Reflektionen R.

[0016] Die Schalldämpfertypen sind schematisch in Figur 3 dargestellt.

Ein Schalldämpfer, der viel Schall an der Abgasmündung reduziert, weist eine höhere Anzahl an Querschnittssprüngen und damit an Reflektionen mit abnehmender Amplitude auf (Figur 3a). Ein Schalldämpfer, der auf geringen Abgasgegendruck ausgelegt ist, weist eine geringere Anzahl an Querschnittssprüngen und damit Reflektionen auf (Figur 3b). Ein illegaler Schalldämpfer, der eine nur geringe Schalldämmung aufweist, zeichnet sich durch wenige, aber starke Reflektionen aus (Figur 3c).

[0017] Somit kann aus dem Messignal des Drucksensors abgeleitet werden, welcher Schalldämpfertyp zum Einsatz kommt.

[0018] Eine (nicht dargestellte) nachgeschaltete Signalverarbeitung berechnet aus dem Wert des Messsignals ein Reflektionsmuster. Die Beschreibung des Reflektionsmusters ist für die weitere Bearbeitung das Referenzmuster. Beispiele für die weitere Signalauswertung sind die Nutzung der Autokorrelationsfunktion oder des Cepstrum zur Bestimmung der Höhen und/oder der Zeitpunkte des Eintreffens der reflektierten Wellenanteile. Möglich ist auch die Auswertung des Pegelverlaufs oder der Hüllkurve und daraus abgeleiteter Kennzahlen.

[0019] Die Messung erfolgt vorzugsweise zu einem Zeitpunkt, zu dem der Motor 12 und der Abgasstrang betriebswarm ist. Dabei erfolgt die Messung vorzugsweise bei Leerlauf. Im Leerlauf ist der Durchsatz von Abgas am geringsten. Somit sind auch die Strömungsgeräusche gering, die das Signal der Reflektionen überdecken können. Bei Motoren mit mehreren Zylindern kann nur ein einzelner Zylinder zur Druckpuls-Erzeugung verwendet werden. Alternativ können auch mehrere Zylinder nacheinander verwendet und die Zylinder-individuellen Ergebnisse miteinander verrechnet werden.

[0020] Beim ersten Anlauf des Motors des Fahrzeugs 10 werden eine Anzahl von Messungen durchgeführt. Das System lernt dadurch das individuelle Reflektionsmuster der bei Auslieferung gelieferten Abgasanlage. Dieses Reflektionsmuster wird als Referenzmuster gelernt. Im weiteren Betrieb wird dieses Muster durch weitere Messungen überwacht. Graduelle Veränderungen durch Alterung werden mitgelernt und im Referenzmuster berücksichtigt.

[0021] Sprunghafte Veränderungen im Muster werden erkannt. Vor allem wenige, aber starke Reflektionen treten bei Manipulation am Abgasstrang auf. Somit kann eine Manipulation detektiert werden. Verändert sich das Muster sprunghaft, aber hin zu einem als unkritisch ein-

gestuften Reflektionsmuster kann eine zulässige Änderung detektiert werden. Dies kann beispielsweise durch Einbau eines zulässigen Ersatzteils geschehen.

[0022] Wird eine Manipulation erkannt, können je nach Einsatzland, geltender Rechtsprechung und vom Fahrzeughersteller gewünschter Reaktion verschiedene Aktionen ausgelöst werden. Beispielhaft sind denkbar:

- Eintrag im Fehlerspeicher
- Aufleuchten einer Warnanzeige
- Begrenzung der Motor-Drehzahl auf einen akustisch als unkritisch bewerteten Bereich
- Sperren der Zündung für einen bestimmten Zeitraum um Rückbau zu ermöglichen
- Stilllegung des Fahrzeugs, Entsperrung z.B. nur über zertifizierte Fachwerkstatt nach Herstellung des Originalzustandes

20 Patentansprüche

1. Fahrzeug (10), insbesondere Zweirad, mit einem Verbrennungsmotor (12), einem Steuergerät (14), welches den Verbrennungsmotor (12), insbesondere eine Zündung (16) steuert, und mit einer Abgasstrecke, wobei die Abgasstrecke einen Abgaskrümmter (17), einen Abgasstrang (18), einen Schalldämpfer (20) und eine Abgasmündung (22) umfasst.

2. Verfahren zur Diagnose einer Manipulation einer Abgasstrecke eines Verbrennungsmotors (12) in einem Fahrzeug (10), wobei die Manipulation der Abgasstrecke des Verbrennungsmotors (12) insbesondere eine potenzielle Steigerung der Geräusch Emissionen zur Folge hat, mit zumindest folgendem Schritt:

- kurzzeitiges Verstellen des Zündwinkels, um eine "Fehlzündung" zu erzeugen, die sich als ein akustisches Signal äußert, wobei die Verstellung des Zündwinkels durch eine Funktion eines Steuergeräts des Fahrzeugs erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Funktion des Steuergeräts (14) dazu vorgesehen ist, einen Druckpuls (D) im Abgasstrang (18) zu erzeugen, der sich entlang der Abgasstrecke mit Schallgeschwindigkeit ausbreitet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgasstrecke, insbesondere der Schalldämpfer (20) mindestens einen oder mehrere Querschnittssprünge (24) aufweist, wobei an einem Querschnittssprung (24) ein Teil des Druckpulses (D) entgegen der ursprünglichen Ausbreitungsrichtung zurück reflektiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Drucksensor (28) erst den aus-

gelösten Druckpuls (D) und anschließend, zeitlich versetzt die Reflektionen (R) detektiert, wobei der im Fahrzeug (10) jeweils eingesetzte Schalldämpfertyp (20) die Abfolge und Stärke der Reflektionen (R) bestimmt.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Signalverarbeitung aus dem Wert des Messsignals ein Reflektionsmuster berechnet, wobei das Reflektionsmuster für die weitere Bearbeitung als Referenzmuster verwendet wird. 10
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sprunghafte Veränderungen im Muster erkannt werden und daraus abgeleitet werden, welcher Schalldämpfertyp (20) zum Einsatz kommt. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

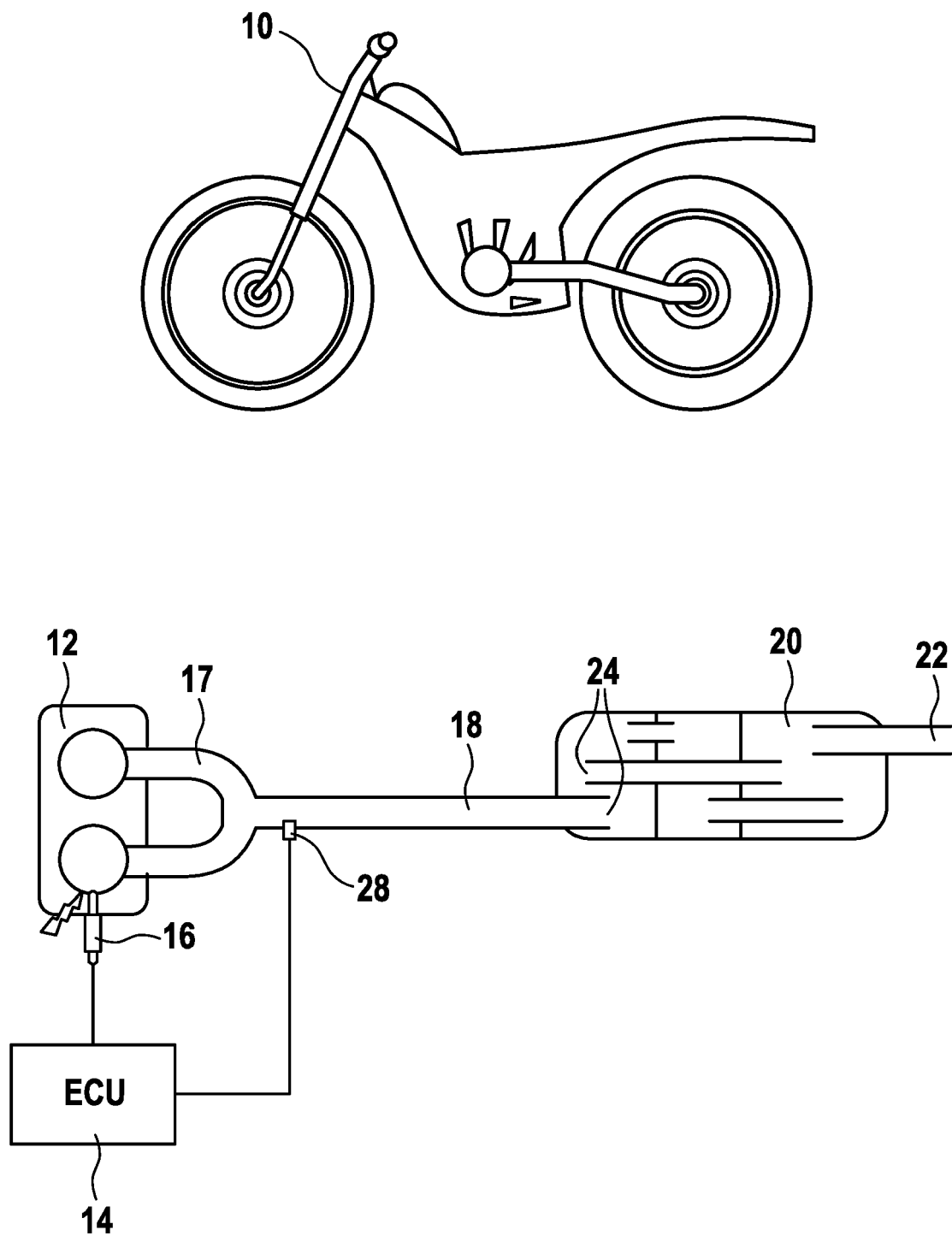


FIG. 1

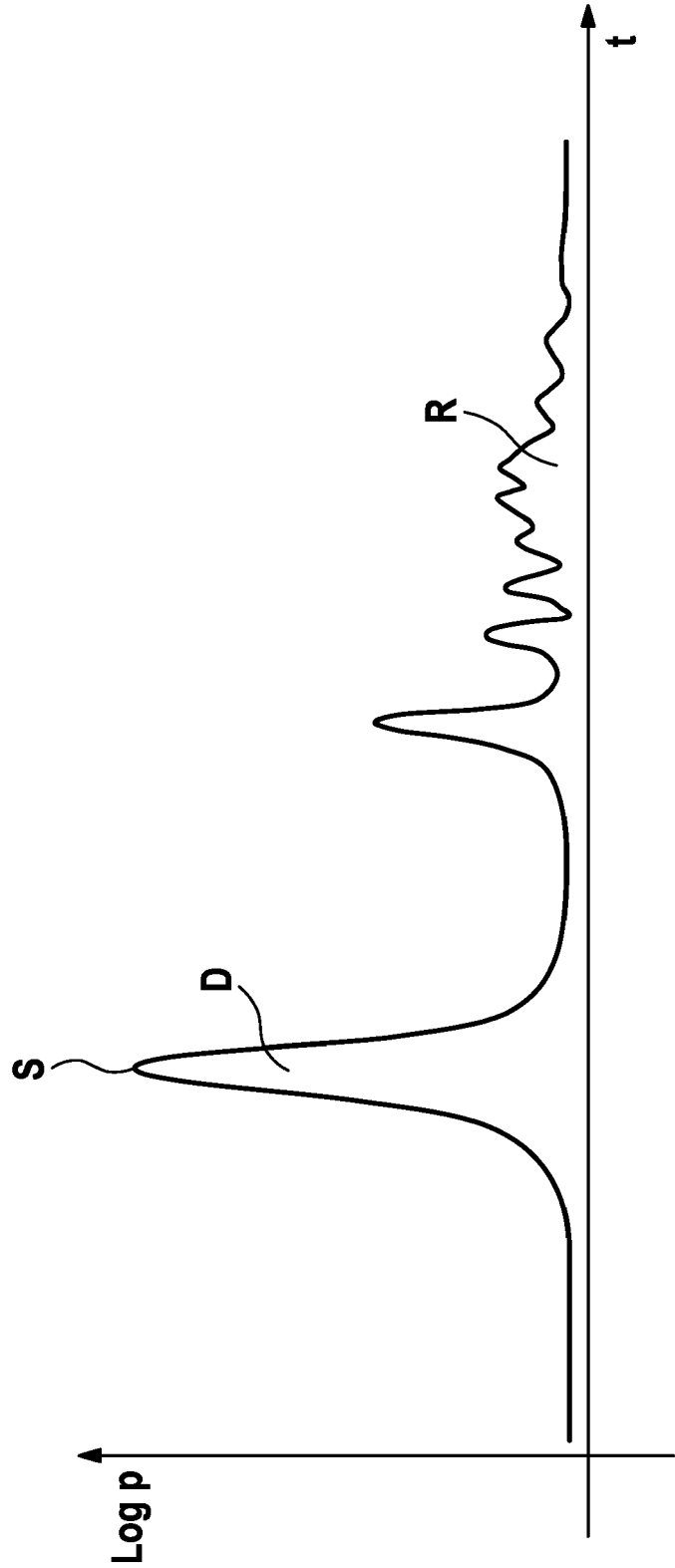


FIG. 2

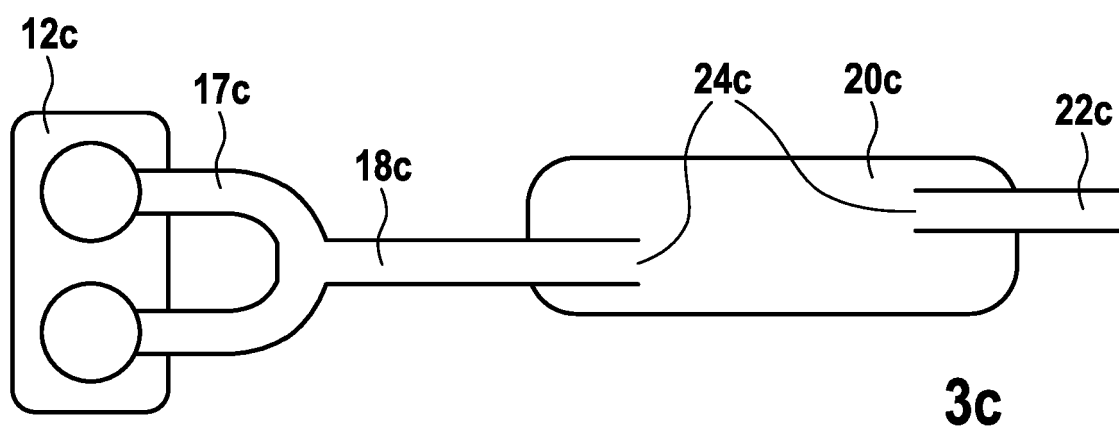
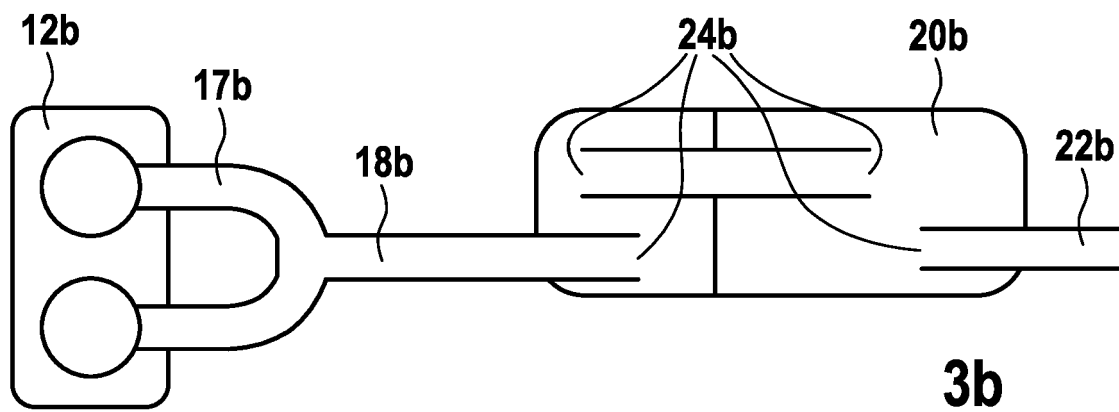
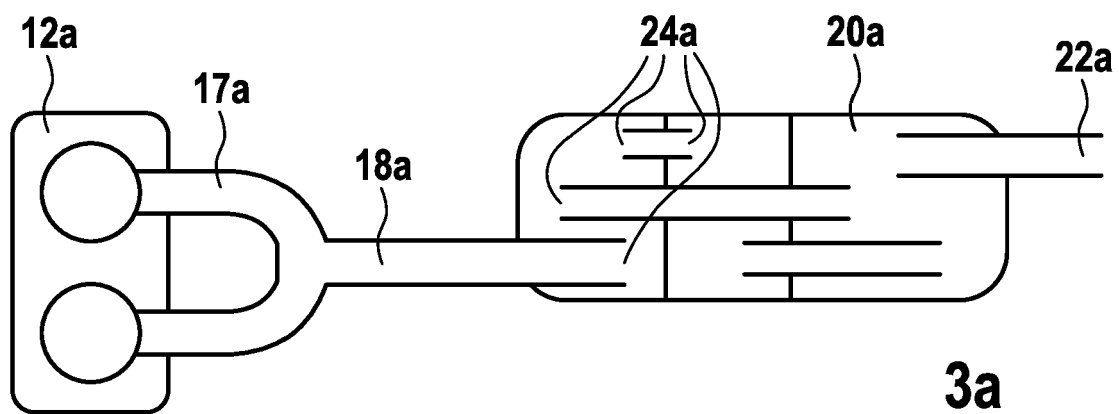


FIG. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 5742

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2020 212568 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7. April 2022 (2022-04-07)	1	INV. F01N1/02
A	* Absatz [0004] – Absatz [0015]; Abbildungen 1,2 *	2-7	

X	US 7 320 378 B2 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 22. Januar 2008 (2008-01-22)	1	
A	* Spalte 6, Zeile 30 – Zeile 67; Abbildungen 1-6 *	2-7	

X	DE 10 2017 200539 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. Juli 2018 (2018-07-19)	1	
A	* Absatz [0016]; Ansprüche 1-4; Abbildungen 1,2 *	2-7	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01N
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		17. Januar 2024	Zebst, Marc
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 18 5742

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-01-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102020212568 A1	07-04-2022	KEINE	
US 7320378 B2	22-01-2008	CN 1603588 A	06-04-2005
		DE 602004001431 T2	28-06-2007
		EP 1520968 A1	06-04-2005
		ES 2264071 T3	16-12-2006
		JP 4272029 B2	03-06-2009
		JP 2005105933 A	21-04-2005
		KR 20050031878 A	06-04-2005
		TW 200517578 A	01-06-2005
		US 2005067211 A1	31-03-2005
DE 102017200539 A1	19-07-2018	DE 102017200539 A1	19-07-2018
		FR 3061931 A1	20-07-2018
		WO 2018130459 A1	19-07-2018

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82