

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
06. April 2023 (06.04.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/052003 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/00 (2006.01) *F02D 41/24* (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/073433

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. August 2022 (23.08.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 125 259.8
29. September 2021 (29.09.2021) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: **DR. PASSENBRUNNER, Thomas**; Marsgasse
18, 4407 Dietach (AT). **BERNDL, Georg**; Mühlbachweg
1/2, 3352 St. Peter/Au (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

(54) Title: COMPENSATION CONTROLLER FOR CONTROLLING THE BOOST PRESSURE FOR CHARGED INTERNAL
COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: KOMPENSATIONSREGLER ZUR LADEDRUCKREGELUNG BEI AUFGEADENEN
VERBRENNUNGSMOTOREN

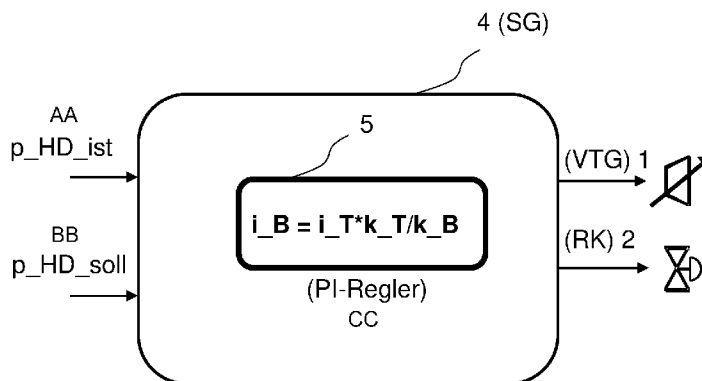


Fig. 2

AA p-HD-actual
BB p-HD-target
CC PI controller

(57) Abstract: The invention relates to a compensation controller for an electronic control unit for controlling the boost pressure for charged internal combustion engines, comprising at least two actuators which differ in terms of system gain or transfer behavior. The control unit has a correction module so that at least one control parameter is smoothed in a defined transition range, and an integrative component with a correction value corresponding to the ratio or the difference of the system gains is transferred. The smoothing process of the control parameters is preferably carried out in a defined transition range, and the integrative component is corrected at an initialization time when the control is transferred from the first actuator to the second actuator in a completely open state of the first actuator.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Kompensationsregler für eine elektronische Steuereinheit zur Ladedruckregelung bei aufgeladenen Verbrennungsmotoren mit mindestens zwei Stellgliedern, die sich in ihren Streckenverstärkungen bzw. Übertragungsverhalten unterscheiden. Dabei weist die Steuereinheit ein Korrekturmodul dergestalt auf, dass mindestens ein Reglerparameter in einem definierten Übergangsbereich verschliffen wird und ein integrativer Anteil mit einem dem Verhältnis oder der Differenz der Streckverstärkungen entsprechenden Korrekturwert übergeben wird. Vorzugsweise findet das Verschleifen der Reglerparameter in einem definierten Übergangsbereich statt und die Korrektur des integrativen Anteils erfolgt zu einem Initialisierungszeitpunkt, wenn die Regelung vom ersten Stellglied bei vollständig geöffnetem ersten Stellglied an das zweite Stellglied übergeben wird.

5 Kompensationsregler zur Ladedruckregelung bei aufgeladenen Verbrennungsmotoren

10 Die Erfindung betrifft einen Kompensationsregler für eine elektronische Steuereinheit zur Ladedruckregelung bei aufgeladenen Verbrennungsmotoren mit mindestens zwei Stellgliedern.

Es sind bereits diverse Regler zur Ladedruckregelung bei aufgeladenen
15 Verbrennungsmotoren mit mindestens zwei Stellgliedern bekannt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Regler zur Ladedruckregelung dahingehend zu verbessern, dass bei einer Umschaltung von einem Stellglied auf das andere Stellglied negative Auswirkungen, wie beispielsweise Einbrüche des Ladedrucks, damit verbundene Zugkraftschwankungen und für den Fahrer spürbare Rucke, vermieden
20 werden.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstände der abhängigen Ansprüche.

25

Die Erfindung betrifft einen Kompensationsregler für eine elektronische Steuereinheit zur Ladedruckregelung bei aufgeladenen Verbrennungsmotoren mit mindestens zwei Stellgliedern, die sich in ihren Streckenverstärkungen bzw. Übertragungsverhalten unterscheiden.

30

Dabei weist die Steuereinheit ein Korrekturmodul dergestalt auf, dass mindestens ein Reglerparameter in einem definierten Übergangsbereich verschliffen wird und der integrative Anteil (beispielsweise der I-Anteil eines PI- oder PID-Reglers) in einem definierten Übergangsbereich mit einem dem Verhältnis oder der Differenz der Streckenverstärkungen
35 entsprechenden Korrekturwert übergeben wird.

Vorzugsweise findet das Verschleifen der Reglerparameter in einem definierten Übergangsbereich statt und die Korrektur des integrativen Anteils erfolgt zu einem Initialisierungszeitpunkt, wenn die Regelung vom ersten Stellglied bei vollständig geöffnetem ersten Stellglied an das zweite Stellglied übergeben wird.

5

Der Übergangsbereich beginnt also zu einem Initialisierung-Zeitpunkt, wenn die Regelung von dem ersten Stellglied mit einer ersten Streckenverstärkung (insbesondere nach Erreichen der vollständigen Offenstellung des ersten Stellgliedes) an das zweite Stellglied mit einer zweiten, sich von der ersten unterscheidenden Streckenverstärkung übergeht.

10

Der Erfindung liegen folgende Überlegungen zugrunde:

In vielen technischen Systemen werden mehrere Stellglieder verwendet, um eine Zielgröße zu erreichen. Beispielsweise ist dies der Fall, wenn bei einem Fahrzeug mehrere

15

Antriebseinheiten gleichzeitig verwendeten werden, um dem Fahrerwunsch zu entsprechen.

Weitere Beispiele ergeben sich in der Ladedruck-Regelung von aufgeladenen Verbrennungsmotoren und hier im Speziellen bei Varianten mit mehrstufiger Aufladung.

Einerseits gibt es Varianten, bei denen zwei verschiedene Stellglieder, ein Abgasturbolader mit variabel verstellbarer Turbinengeometrie (auch kurz VTG genannt) und eine Bypass-

20

Klappe (Abgas-Regelklappe, auch kurz RK genannt), an der Hockdruck-Stufe (HD) verwendet werden. Andererseits besteht bei Topologien mit starrer HD-Stufe die Möglichkeit die Niederdruck-Stufe (ND) direkt einzubeziehen.

Die eine Zielgröße (z. B. Soll-Ladedruck) wird dann mit einer gemeinsamen Regelung

25

eingestellt, die sich mehrerer Stellglieder bedient. Häufig werden alle bis auf ein Stellglied angesteuert und mit einem einzigen Stellglied wird die Regelung bewerkstelligt.

Problematisch gestaltet sich die Situation, in der die eigentliche Regelung zur Erreichung der Zielgröße von einem Stellglied auf ein anderes Stellglied wechselt.

30

Unabhängig davon, ob eine modellbasierte Regelung oder eine Regelung auf Basis von Daten und Experimenten verwendet wird, muss eine Kompensationsregelung ergänzt werden, um Modellfehler, Störungen, Veränderungen des Systems über Alterung, etc. auszugleichen. In vielen Fällen ist diese Kompensationsregelung ein einfacher PI- oder PID-Regler.

35

Stark unterschiedliche Streckenverstärkungen bei Verwendung der unterschiedlichen Stellglieder sind aus regelungstechnischer Sicht problematisch. Um die maximale

Performance zu erreichen, wird der Kompensationsregler jedoch möglichst aggressiv ausgelegt. Für die unterschiedlichen Stellglieder werden unterschiedliche Parametrierungen der Kompensationsregelung verwendet, wodurch es beim Übergang von einem Stellglied auf das andere Stellglied zu sprunghaften Änderungen des Ausgangs des

- 5 Kompensationsreglers kommt. Im schlechtesten Fall wird dann die Regelung zumindest kurzzeitig am ersten Stellglied vorgenommen und anschließend erfolgt wiederum die Regelung am zweiten Stellglied.

- 10 Ein integraler Anteil (z. B. der I-Anteil eines PI Reglers) im Kompensationsregler, der auf dem ersten Stellglied "gelernt" wurde, wird nach dem Stand der Technik auch auf das andere Stellglied übertragen und führt dort zu einer Über- oder Unterkompensation, insbesondere dann, wenn sich die Stellglieder in ihrem Übertragungsverhalten durch unterschiedliche Streckenverstärkungen stark ändern. Ferner dauert es unter Umständen sehr lange, bis ein integrativer Anteil mit der Parametrierung des Kompensationsreglers für
15 ein anderes Stellglied "richtig gelernt" wird. Während dieser Zeit wird das Regelziel nicht erreicht.

Die beiden oben beschriebenen Probleme werden erfindungsgemäß grundsätzlich auf folgende Weise gelöst:

20

Die Parametrierung der Kompensationsregelung wird vor, nach oder vor und nach dem Übergang von einem Stellglied auf das andere Stellglied, insbesondere in einem definierten Übergangsbereich, verschliffen, sodass es zu keiner sprunghaften Änderung des Ausgangs des Kompensationsreglers mehr kommt. Der integrale Anteil im Kompensationsregler wird
25 aufgeteilt, sodass einerseits der Übergang auf das andere Stellglied erhalten bleibt und andererseits der verbleibende, integrale Anteil mit den unterschiedlichen Verstärkungen skaliert bzw. zu Null gesetzt wird.

- 30 Mit anderen Worten wird in einer den Regler aufweisenden elektronischen Steuereinheit mindestens ein Reglerparameter in einem definierten Übergangsbereich verschliffen, um sprunghafte Änderungen des Korrekturwerts zu verhindern. Ferner wird der I-Anteil, wenn die Regelung vom ersten Stellglied mit der niedrigeren Streckenverstärkung (z.B. VTG an der HD-Stufe) an das Stellglied mit der höheren Streckenverstärkung (z.B. Bypass-Regelklappe an der HD-Stufe) übergeben werden soll, mit dem Verhältnis der
35 (unterschiedlichen) Streckenverstärkungen korrigiert. Dieser Korrekturwert kann beispielsweise aus einer Kennlinie bzw. einer Tabelle entnommen werden, die empirisch

ermittelt und in der Steuereinheit abgespeichert sein kann. Sie kann aber auch in Form eines Faktors in der Steuereinheit vorliegen.

Die Steuereinheit enthält also erfindungsgemäß, insbesondere durch entsprechende

- 5 Software-Programmierung, einen Kompensationsregler mit einem Korrekturmodul zur Anpassung der Reglerparameter und eine Skalierung bei der Übergabe des integrativen Anteils an den Unterschied der Streckenverstärkung bei der Übergabe der Regelung von einem Stellglied auf ein anderes Stellglied.
- 10 Die Erfindung kann besonders vorteilhaft in einem ersten Fall bei der Übergabe der Regelung vom VTG an der HD-Stufe bei einem aufgeladenen Biturbolader-Verbrennungsmotor (z.B. Dieselmotor) auf die Regelklappe (Bypass-Klappe an der HD-Stufe) und umgekehrt eingesetzt werden. Weiterhin kann die Erfindung in einem zweiten Fall auch bei der Übergabe der Regelung von der Regelklappe an der HD-Stufe auf die VTG an
- 15 der ND-Stufe bei einem aufgeladenen Verbrennungsmotor mit starrer HD-Stufe im weiterhin zweistufigen Betrieb der Aufladung und umgekehrt eingesetzt werden.

Die Erfindung wird am Beispiel des ersten Falles anhand einer Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

20

Fig. 1 einen Ausschnitt von Komponenten eines doppelt aufgeladenen Verbrennungsmotors,

Fig. 2 eine Vergrößerung der Steuereinheit mit erfindungsgemäßigem Korrekturmodul,

Fig. 3 eine Darstellung der Streckenverstärkungsunterschiede mit Korrekturwertermittlung und

25

Fig. 4 ein Zeitdiagramm zur Darstellung des Übergangsbereichs.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt von wesentlichen Komponenten eines doppelt aufgeladenen Dieselmotors D als Beispiel für einen Verbrennungsmotor mit einem ersten Turbolader

- 30 (einschließlich eines ersten Stellgliedes 1) und mit einer Abgas-Bypass-Regelklappe (einschließlich eines zweiten Stellgliedes 2) in einem Hockdruck-Pfad HD-Stufe sowie mit einem zweiten Turbolader 3 in einem Niederdruck-Pfad ND-Stufe. Zumindest der Turbolader im Hockdruck-Pfad weist eine variabel verstellbare Turbinengeometrie (VTG-Stellglied 1) auf. Die Regelklappe weist ein variabel verstellbares Ventil (RK-Stellglied 2) auf. Weiterhin
- 35 weist der Verbrennungsmotor D eingangsseitig einen Drucksensor P1 zur Erfassung des Hochdruck-Ladedrucks p_{HD_ist} und optional einen Drucksensor P2 zur Erfassung der Vorverdichtung p_{ND_ist} auf.

Die Erfindung wird im Folgenden, wie oben erwähnt, für einen ersten Fall bei der Übergabe der Regelung vom VTG an der HD-Stufe, also vom ersten (VTG-) Stellglied 1, auf die Regelklappe, also das zweite (RK-) Stellglied 2 erläutert.

5

Der Verbrennungsmotor D und insbesondere auch der Ladedruck wird durch eine elektronische Steuereinheit 4 geregelt. Beispielsweise ist der aktuelle Hochdruck-Ladedruck p_{HD_ist} Eingangssignal der elektronischen Steuereinheit 4. In der elektronischen Steuereinheit 4 wird auch der Soll-Hochdruck-Ladedruck p_{HD_soll} als Führungsgröße eines Reglers, beispielsweise eines modellbasierten Ladedruckreglers ergänzt um einen PI-Regler zur Kompensation, vorgegeben.

10

In Fig. 2 ist die Steuereinheit 4 noch etwas detaillierter dargestellt. Die Steuereinheit 4 enthält einen Regler, insbesondere einen erfindungsgemäßen Kompensationsregler mit einem Korrekturmodul 5. Beispielhafte Ausgangssignale der Steuereinheit 4 sind die Ansteuersignale für das erste Stellglied 1 (VTG) und das zweite Stellglied 2 (RK).

15

Die Ausgestaltung (insbesondere Programmierung) des Korrekturmoduls 5 wird in Zusammenhang mit Fig. 3 näher erläutert. Das VTG-Stellglied 1 sowie das RK-Stellglied 2 haben unterschiedliche Streckenverstärkungen. Diese sind beispielhaft schematisch in Fig. 3 dargestellt:

20

In Fig. 3 ist oben das vergleichsweise langsame Übertragungsverhalten des ersten Stellgliedes 1 und unten das vergleichsweise schnelle Übertragungsverhalten des zweiten Stellgliedes 2 anhand der Abhängigkeit der jeweils freigegebenen Fläche A in Abhängigkeit von der jeweiligen Verstell-Position r_T und r_B (zwischen 0% und 100%) des ersten Stellgliedes 1 und des zweiten Stellgliedes 2 dargestellt.

25

Anhand von Fig. 3 werden die zu verschleifenden Reglerparameter sowie die Korrektur des I-Anteils betrachtet.

30

Das Verschleifen der Reglerparameter findet in einem definierten Übergangsbereich B statt, die Korrektur des I-Anteils erfolgt zu einem Initialisierungszeitpunkt t_0 , wenn die Regelung vom ersten Stellglied 1 nach Erreichen von $r_t=0\%$ (also bei vollständig geöffneter VTG) an das zweite Stellglied 2 übergeben wird.

35

Für einen zu verändernden Flächenanteil ΔA von hier beispielsweise $1,3 \text{ cm}^2$ ist mit dem ersten Stellglied 1 eine Positionsveränderung Δr_T von 40% und mit dem zweiten Stellglied 2 nur eine Positionsveränderung Δr_B von 8,2% erforderlich. Dieser Unterschied in der Streckenverstärkung (Verstärkungsfaktoren durch $\Delta A/\Delta r_T$ bzw. $\Delta A/\Delta r_B$) wird durch die Verhältnisbildung der Verstärkungsfaktoren k_T und k_B dargestellt und als Korrekturwert für den I-Anteil i_T des ersten Stellgliedes 1 an den I-Anteil i_B des zweiten Stellgliedes 2 definiert. Somit ergibt sich im Korrekturmodul 5 die Regel für den verschliffenen I-Anteil zur Regelung des zuzuschaltenden zweiten Stellgliedes 2:

$$i_B = i_T \cdot k_T / k_B$$

Fig. 4 zeigt ein Zeitdiagramm zur Darstellung des Übergangsbereichs.

Abschließendes Rechenbeispiel für einen I-Anteilsübertrag bei einer Reglerübergabe auf eine „Zweitstellerregelung“:

Es wird ein I-Anteil für das erste Stellglied 1 von beispielsweise $i_T = 10\%$ angenommen.

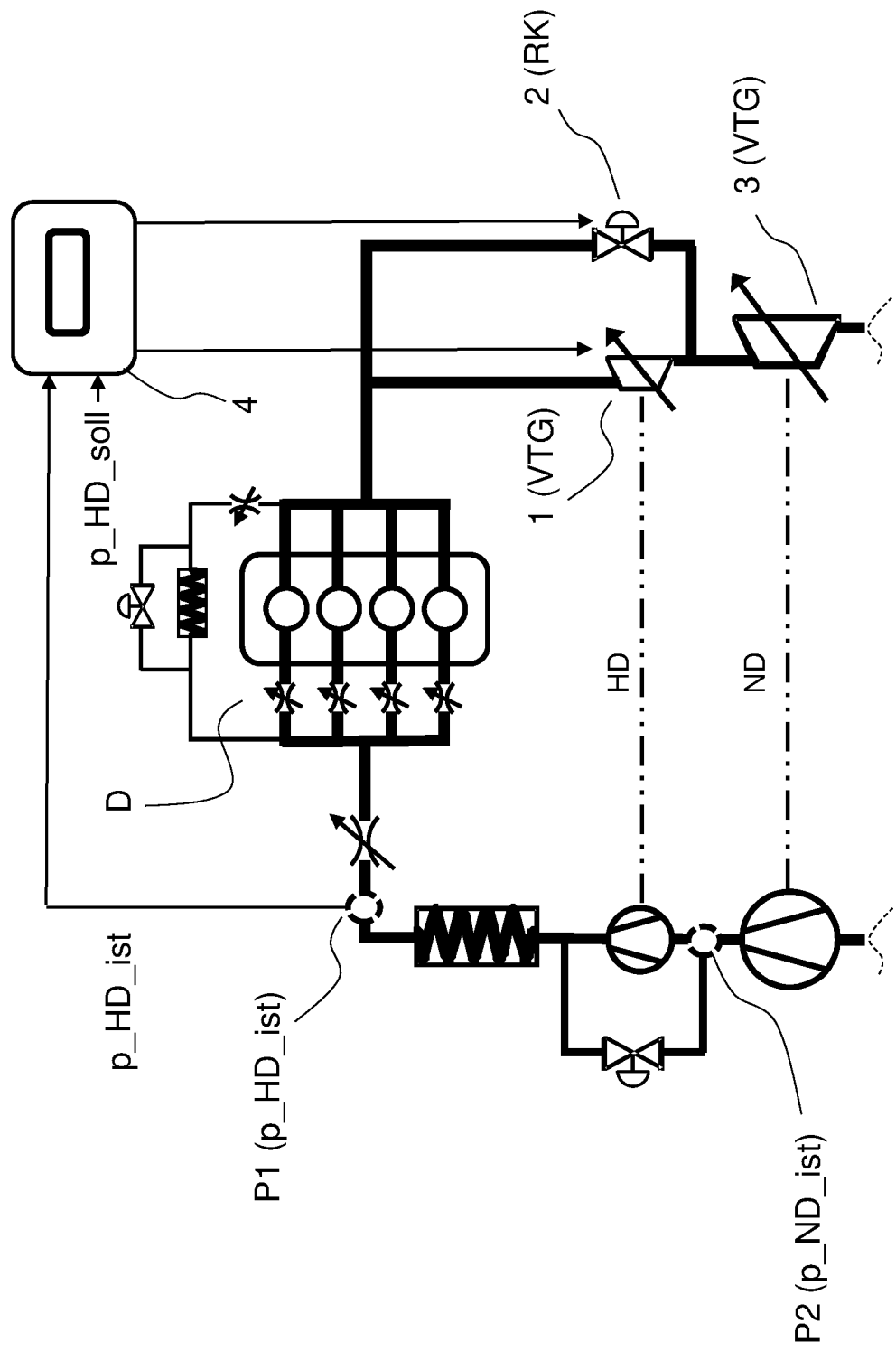
Daraus folgt in Zusammenhang mit den in Fig. 3 angenommenen Zahlen:

i_B (Initialwert) = $i_T \cdot k_T / k_B = 2,03\%$ als Zuweisung des Fehlers auf der HD-Stufe.

Die Erfindung ist analog beispielsweise ebenso auf die Druckregelung in der ND-Stufe anwendbar.

Ansprüche

- 5 1. Kompensationsregler für eine elektronische Steuereinheit (4) zur Ladedruckregelung bei einem aufgeladenen Verbrennungsmotor (D) mit mindestens zwei Stellgliedern (VGT, RK; 1, 2), die sich in ihren Streckenverstärkungen (k_T , k_B) unterscheiden, mit einem Korrekturmodul (5) das derart ausgestaltet ist, dass einerseits mindestens ein
- 10 Reglerparameter in einem definierten Übergangsbereich (B) verschliffen wird und zweitens der integrative Anteil, wenn die Regelung vom ersten Stellglied (1) mit der ersten Streckenverstärkung (k_T) an das zweite Stellglied (2) mit der zweiten, sich von der ersten unterscheidenden Streckenverstärkung (k_B) übergeht, mit einem dem Verhältnis oder der Differenz der Streckverstärkungen entsprechenden Korrekturwert übergeben wird.
- 15 2. Kompensationsregler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschleifen der Reglerparameter in einem definierten Übergangsbereich (B) stattfindet und dass die Korrektur des integrativen Anteils zu einem Initialisierungszeitpunkt (t_0) erfolgt, wenn die Regelung vom ersten Stellglied (1) bei vollständig geöffnetem ersten Stellglied (1, VTG)
- 20 an das zweite Stellglied (2) übergeben wird.
3. Kompensationsregler nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrekturwert durch das Verhältnis eines der Streckenverstärkung des ersten Stellgliedes (1) proportionalen Wertes (k_T) zu einem
- 25 der Streckenverstärkung des zweiten Stellgliedes (2) proportionalen Wertes (k_B) gebildet wird.



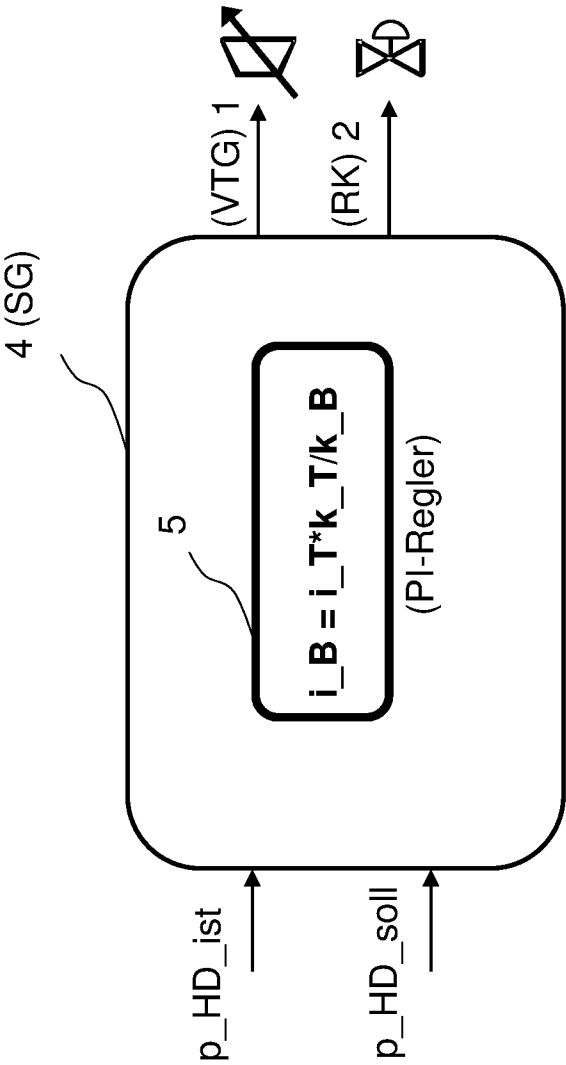


Fig. 2

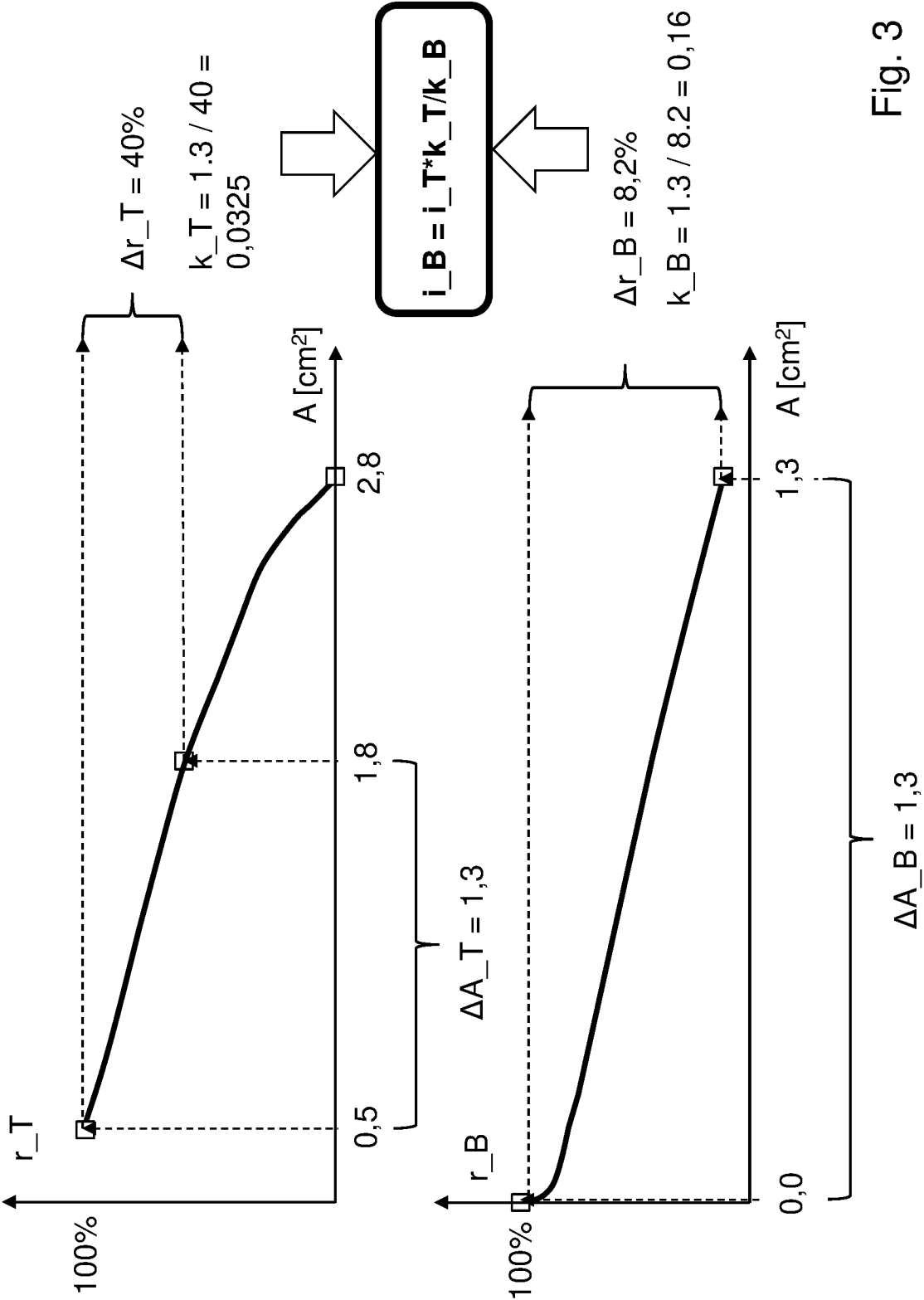


Fig. 3

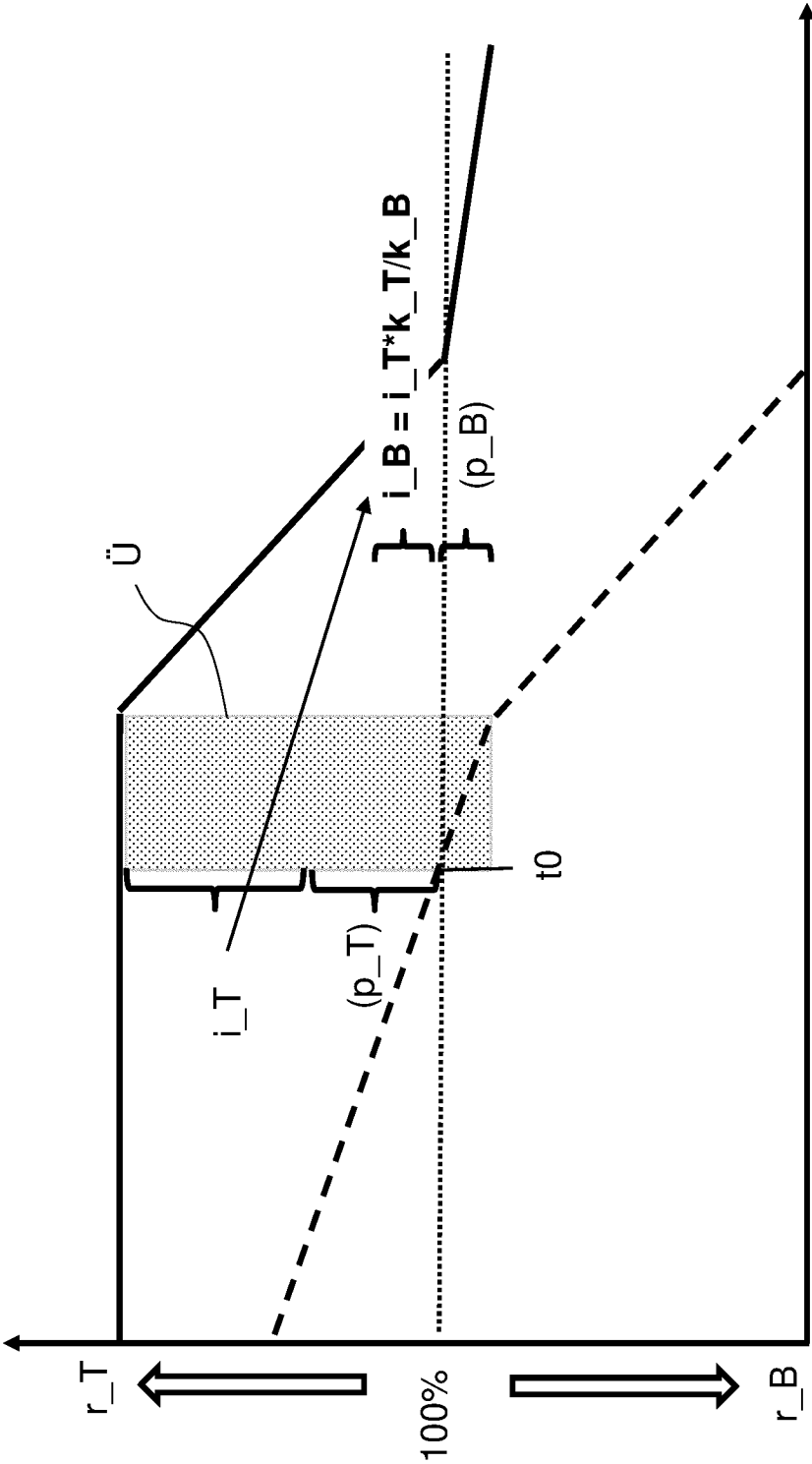


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/073433

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02D 41/00**(2006.01)i; **F02D 41/14**(2006.01)i; **F02D 41/24**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102010033313 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 07 April 2011 (2011-04-07) abstract figures 1-4 paragraph [0057] - paragraph [0067]	1-3
A	GB 2501922 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 13 November 2013 (2013-11-13) abstract figures 2, 6-10	1-3
A	DE 102016107870 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 10 November 2016 (2016-11-10) abstract figures 1, 2 paragraph [0034]	1-3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 December 2022

Date of mailing of the international search report

15 December 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Kämper, Fabian

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/073433

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102010033313	A1	07 April 2011	CN	101994565	A	30 March 2011
				DE	102010033313	A1	07 April 2011
				US	2011036086	A1	17 February 2011
GB	2501922	A	13 November 2013	NONE			
DE	102016107870	A1	10 November 2016	AT	516613	A4	15 July 2016
				DE	102016107870	A1	10 November 2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. F02D41/00 F02D41/14 F02D41/24		
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2010 033313 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 7. April 2011 (2011-04-07) Zusammenfassung Abbildungen 1-4 Absatz [0057] – Absatz [0067] -----	1-3
A	GB 2 501 922 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 13. November 2013 (2013-11-13) Zusammenfassung Abbildungen 2, 6-10 -----	1-3
A	DE 10 2016 107870 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 10. November 2016 (2016-11-10) Zusammenfassung Abbildungen 1, 2 Absatz [0034] -----	1-3
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. Dezember 2022		15/12/2022
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Kämper, Fabian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/073433

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010033313 A1	07-04-2011	CN 101994565 A	30-03-2011
		DE 102010033313 A1	07-04-2011
		US 2011036086 A1	17-02-2011

GB 2501922 A	13-11-2013	KEINE	

DE 102016107870 A1	10-11-2016	AT 516613 A4	15-07-2016
		DE 102016107870 A1	10-11-2016
