

(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  
8. Mai 2014 (08.05.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/067599 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*B60T 17/00* (2006.01) *F04B 49/03* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/002836
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
19. September 2013 (19.09.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 021 597.5  
2. November 2012 (02.11.2012) DE
- (71) Anmelder: **WABCO GMBH** [DE/DE]; Am Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (DE).
- (72) Erfinder: **BRINKMANN, Stefan**; Otto-Kahrens-Str. 17, 31515 Wunstorf (DE). **FEYERABEND, Konrad**; Gifhorner Strasse 19, 30625 Hannover (DE).
- (74) Anwalt: **LAUERWALD, Jörg**; Wabco GmbH, Am Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (DE).
- (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, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PREPARATION OF COMPRESSED AIR IN MOTOR VEHICLES AND DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR DRUCKLUFTAUFBEREITUNG IN KRAFTFAHRZEUGEN UND EINRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DIESES VERFAHRENS

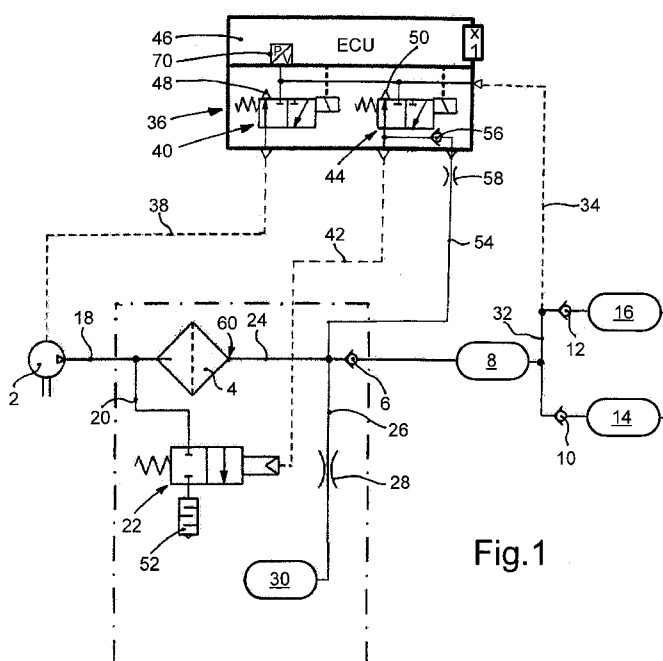


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method and device for preparation of compressed air in motor vehicles, wherein ambient air is drawn in and compressed by a compressor (2) driven by the drive motor of the motor vehicle, is dried in an air dryer (4, 4') disposed downstream and is conveyed to compressed air consumers (storage tanks 14, 16), wherein furthermore the air dryer (4, 4') is regenerated by means of system air which is stored in a regeneration reservoir (30, 30'), guided via the air dryer (4, 4') and vented via an associated venting valve (22), and wherein at predetermined operating states an electrically controlled governor (36, 36') switches between a conveying phase and a regeneration phase. The conveying phase of the compressor preferably takes place, at least in the event of high compressed air consumption, in driving mode at a high speed of the drive motor, and the regeneration phase takes place at least, but preferably, in stationary mode at idling speed of the drive motor, in order to keep the conveying phases short and to have sufficient time available for the regeneration. The governor (36, 36') comprises two control valves (40, 44) electrically controlled by an electrical control device (46, 46') in order to be able to control the compressor (2) and the air dryer (4, 4') as required and independently of the system pressure.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/067599 A1



- 
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Druckluftaufbereitung, wobei von einem von einem Antriebsmotor angetriebenen Kompressor (2) Umgebungsluft angesaugt und verdichtet wird, in einem Lufttrockner (4, 4') getrocknet und zu Druckluftverbrauchern (14, 16) gefördert wird, wobei der Lufttrockner (4, 4') mittels in einem Regenerationsreservoir (30, 30') gespeicherter, über den Lufttrockner (4, 4') geführter und über ein zugeordnetes Entlüftungsventil (22) entlüfteter Systemluft regeneriert wird, und wobei mittels eines elektrisch angesteuerten Governors (36, 36') zwischen einer Förderphase und einer Regenerationsphase umgeschaltet wird. Die Förderphase des Kompressors erfolgt vorzugsweise im Fahrbetrieb bei hoher Drehzahl des Antriebsmotors, und die Regenerationsphase erfolgt bevorzugt im Standbetrieb bei Leerlaufdrehzahl des Antriebsmotors. Der Governor (36, 36') umfasst zwei von einem elektrischen Steuergerät (46, 46') elektrisch angesteuerte Steuerventile (40, 44), um unabhängig vom Systemdruck den Kompressor (2) und den Lufttrockner (4, 4') nach Bedarf steuern zu können.

## Verfahren zur Druckluftaufbereitung in Kraftfahrzeugen und Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Druckluftaufbereitung in Kraftfahrzeugen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 7.

Druckluftversorgungssysteme werden in Fahrzeugen, insbesondere in Nutzfahrzeugen eingesetzt, um Druckluftverbraucher des Fahrzeugs mit Druckluft zu versorgen. Derartige Druckluftverbraucher sind beispielsweise Betriebsbremsen, eine Luftfederungseinrichtung, pneumatische Getriebebeschalteneinrichtungen oder dergleichen. Die aus der Umgebung vom Kompressor angesaugte Luft ist im Allgemeinen mit Feuchtigkeit und Verunreinigungen belastet. Moderne Druckluftversorgungssysteme umfassen deshalb eine hier allgemein als Lufttrockner bezeichnete Einrichtung, in der die vom Kompressor bereitgestellte Druckluft durch Lufttrocknungsmittel von Feuchtigkeit sowie durch Filter und Abscheider von weiteren Kondensaten und Partikeln befreit wird, um eine Beschädigung bzw. Funktionsbeeinträchtigung der Druckluftverbraucher zu verhindern.

Typische Lufttrockner verwenden ein Trocknungsmaterial, welches nach einer bestimmten Betriebszeit mittels in einem Regenerationsreservoir gespeicherter, über den Lufttrockner geführter und über ein zugeordnetes Entlüftungsventil entlüfteter Systemluft regeneriert wird. Der Regenerationsmodus erfolgt üblicherweise dann, wenn der Betriebsdruck einen vorgegebenen Wert erreicht hat, d.h. das Druckluftsystem befüllt ist. Dann wird über einen vom Betriebsdruck angesteuerten, im Allgemeinen pneumatischen Governor der Kompressor von einem Betriebszustand "Fördern" in einen Betriebszustand "Warten" umge-

- 2 -

schaltet, so dass sich der Systemdruck nicht weiter erhöhen kann. Zum anderen wird der Lufttrockner von einem Betriebszustand "Förderung" in einen Betriebszustand "Regeneration" umgeschaltet, wobei die dem Regenerationsreservoir entnommene Regenerationsluft den Lufttrockner üblicherweise entgegen der Förderrichtung durchströmt und über das Entlüftungsventil in die Umgebung entlüftet wird. Der allein vom Systemdruck vorgegebene starre Zyklus von "Förderung" und "Regeneration" berücksichtigt nicht einen unterschiedlich hohen Druckluftverbrauch und damit unterschiedlich hohe Regenerationsanforderungen. In Phasen mit sehr hohem Luftverbrauch kann es vorkommen, dass die verfügbare Luftmenge bei normalem Systemverhalten (Fördern bis zum Abschaltedruck, dann einmalige Regeneration) nicht ausreicht, um eine ausreichende Trocknung sicherzustellen, so dass die Qualität der zur Verfügung stehenden Druckluft stark variiert, und zwar nicht nur von Fahrzeug zu Fahrzeug, sondern auch während des Tagesbetriebes eines Fahrzeugs.

Die DE 10 2010 024 476 A1 zeigt und beschreibt ein Druckluftsteuerungsverfahren und eine Druckluftsteuerungseinrichtung mit einem pneumatisch betätigbaren Governor, wie sie weiter oben schon beschrieben wurden. Um zu ermöglichen, dass der Kompressor auch angesteuert werden kann, wenn der Systemdruck noch nicht ausreicht, um den Governor zu schalten, ist ein in einer den Governor umgehenden Druckluftleitung angeordnetes zusätzliches Zufuhrsteuerventil vorgesehen, mittels dem zum Schalten des Betriebszustandes des Kompressors der Systemdruckeingang unabhängig vom Systemdruck pneumatisch mit dem Kompressorsteuerausgang verbindbar ist. Dadurch kann die Kompressorsteuerleitung mit dem Systemdruck beaufschlagt werden, auch wenn der Systemdruck noch nicht zum Umschalten des Entlüftungssteuerventils ausreicht. Auf diese Weise kann der Kompressor ausgeschaltet bzw. in einen Betriebszustand "Warten" geschaltet werden, ohne dass gleichzeitig ein Regenerationsvorgang bzw. Spülvorgang im Lufttrockner ausgelöst wird. Zweck dieser Maßnahme ist es, den Kompressor ausschalten zu können, wenn beispielsweise die gesamte Motorleistung für den Vortrieb des Kraftfahrzeuges benötigt wird. Die Ansteuerung des Lufttrockners bleibt nach wie vor abhängig

- 3 -

von dem Schaltzustand des pneumatisch über den Systemdruck angesteuerten Governor, so dass eine effizientere Ansteuerung des Lufttrockners nicht möglich ist.

Aus der US 6,036,449 ist es auch bereits bekannt, einen elektrisch angesteuerten Governor zu verwenden, um die starren Grenzen, bei denen der Governor umschaltet, aufzuheben. Eine elektronische Steuereinrichtung kann unabhängig vom jeweiligen Systemdruck die Steuerleitung des Entlüftungsventils und die Steuerleitung des Kompressors mit dem aktuellen Systemdruck beaufschlagen oder diese beiden Steuerleitungen entlüften. Auf diese Weise wird ein flexibleres Steuern der Regeneration des Lufttrockners ermöglicht. Der Zweck dieser Maßnahme besteht vor allem darin, zu verhindern, dass die Zylinderkopftemperaturen des Kompressors zu hoch werden, vielmehr diese in vorgegebenen Grenzen zu halten, um die Laufzeit des Kompressors zu verlängern. Eine gezielt effiziente Ansteuerung insbesondere des Lufttrockners ist aber nicht vorgesehen.

Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Druckluftaufbereitung in Kraftfahrzeugen sowie eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens vorzuschlagen, die eine weitergehende Optimierung des Förderbetriebs bzw. des Regenerationsbetriebs ermöglichen.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen des Verfahrensanspruchs 1 sowie des unabhängigen Einrichtungsanspruchs, während vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung den diesen jeweils nachgeordneten Unteransprüchen entnehmbar sind.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch eine flexible Ansteuerung des Kompressors einerseits und des Lufttrockners andererseits die Förderzeiten möglichst kurz gehalten werden können, und damit mehr Zeit für die Regeneration zur Verfügung steht.

- 4 -

Demnach geht die Erfindung einerseits von einem Verfahren zur Druckluftaufbereitung in Kraftfahrzeugen aus, bei dem von einem vom Antriebsmotor des Kraftfahrzeugs angetriebenen Kompressor Umgebungsluft angesaugt und verdichtet wird, in einem nachgeordneten Lufttrockner getrocknet und zu Druckluftverbrauchern gefördert wird, wobei ferner der Lufttrockner mittels in einem Regenerationsreservoir gespeicherter, über den Lufttrockner geführter und über ein zugeordnetes Entlüftungsventil entlüfteter Systemluft regeneriert wird, und bei dem bei vorgegebenen Betriebszuständen mittels eines elektrisch angesteuerten Governors zwischen einer Förderphase und einer Regenerationsphase umgeschaltet wird. Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist vorgesehen, dass zumindest in Phasen hohen Druckluftverbrauchs für die Förderphase des Kompressors der Fahrbetrieb mit hoher Drehzahl des Antriebsmotors genutzt wird, und dass für die Regenerationsphase zumindest, jedoch bevorzugt der Standbetrieb bei Leerlaufdrehzahl des Antriebsmotors genutzt wird.

Bei hoher Drehzahl des Antriebsmotors ist auch die Drehzahl des Kompressors und damit dessen Förderleistung hoch, so dass die Förderphase zeitlich kurz gehalten wird. Die Regenerationsphase erfolgt vorzugsweise im Standbetrieb, also bei Fahrzeugstillstand, wenn der den Kompressor antreibende Antriebsmotor die Leerlaufdrehzahl hat, die für den Förderbetrieb, also für die Versorgung der Druckluftverbraucher und insbesondere das Befüllen der diesen zugeordneten Druckluft-Vorratsbehälter nicht optimal ist.

Die genannte Betriebsweise wird nicht immer genutzt, sondern vorzugsweise nur in Phasen mit einem besonders hohen Druckluftverbrauch. In Phasen mit vergleichsweise niedrigem oder normalem Druckluftverbrauch werden dagegen herkömmliche Betriebsweisen genutzt, etwa die Druckluftherzeugung im Schubbetrieb des Fahrzeugs, so dass im Antriebsmotor kein Kraftstoff für die Druckluftherzeugung im angekoppelten Kompressor verbraucht wird. In Phasen mit vergleichsweise niedrigem oder normalem Druckluftverbrauch wird die Regenerationsphase bevorzugt im Lastbetrieb des Antriebsmotors des Kraftfahrzeugs durchgeführt.

- 5 -

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass nach Phasen mit hohem Druckluftverbrauch unabhängig vom aktuellen Systemdruck, also unabhängig davon, ob der aktuelle Systemdruck eine Druckluftförderung verlangt oder nicht, eine oder mehrere Regenerationsphasen mit zwischenzeitlichem teilweisem oder vollständigem Wiederauffüllen des Regenerationsreservoirs stattfinden. Bei mehreren aufeinander folgenden Regenerationsphasen erfolgt ein mehrmaliges Befüllen des Regenerationsreservoirs und eine jeweils anschließende Regenerationsphase, wobei auch jeweils eine nur teilweise Entleerung des Regenerationsreservoirs möglich ist.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens gemäß der Erfindung wird bei hoher Trocknerbeanspruchung die Spanne bzw. das Druckband zwischen dem Einschaltdruck und dem Abschaltdruck des Kompressors verkleinert und dadurch die Regenerationsfrequenz erhöht. Diese Maßnahme erfolgt, auch wenn der Abschaltdruck noch nicht erreicht ist, jeweils dann, wenn der beispielsweise errechnete Wassereintrag eine vorgegebene Regenerationsmenge erreicht oder übersteigt. Diese beiden beschriebenen Maßnahmen können auch während des Fahrbetriebes erforderlich sein und durchgeführt werden. Eine vollständige Befüllung des Systems erfolgt dann beispielsweise im Schub- oder Bremsbetrieb des Fahrzeuges in energiesparender Weise.

Eine weitere Unterstützung des Regenerationsvorgangs erfolgt gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens dadurch, dass in der Regenerationsphase zusätzlich zur Regenerationsluft aus dem Regenerationsreservoir vom Kompressor geförderte bzw. in Druckluft-Vorratsbehältern gespeicherte Systemluft in den Lufttrockner geleitet wird. Diese zusätzlich zugeleitete Systemluft wird gemäß der Erfindung von einer vom Governor zum Entlüftungsventil führenden Steuerdruckleitung abgezweigt.

Eine Einrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst einen von einem Antriebsmotor antreibbaren Kompressor, einen die-

- 6 -

sem nachgeordneten Lufttrockner mit einem mit diesem über eine Regenerationsluftleitung sowie einen Regenerationslufteingang verbundenen Regenerationsreservoir, und mit einem Entlüftungsventil zum Entlüften der Regenerationsluft, ferner umfassend dem Lufttrockner nachgeordnete Druckluftverbraucher sowie einen Governor, welcher den Kompressor pneumatisch zwischen einem Förderbetrieb und einem Wartebetrieb sowie entsprechend den Lufttrockner zwischen einem Trocknerbetrieb und einem Regenerationsbetrieb umschaltet. Außerdem ist gemäß der Erfindung vorgesehen, dass der Governor ein elektrisch angesteuertes, über eine pneumatische Kompressorsteuerleitung mit dem Kompressor verbundenes Kompressorsteuerventil sowie ein elektrisch angesteuertes, über eine pneumatische Lufttrocknersteuerleitung mit dem Entlüftungsventil des Lufttrockners verbundenes Lufttrocknersteuerventil aufweist. Sowohl das Kompressorsteuerventil als auch das Lufttrocknersteuerventil kann jeweils über eine elektronisches Steuergerät (ECU) unabhängig vom aktuellen Systemdruck angesteuert werden, so dass die vorne beschriebenen Verfahrensvorgänge im Sinne der vorliegenden Erfindung optimiert werden können.

Um die dem Lufttrockner zusätzlich zu der vom Regenerationsreservoir gelieferten Regenerationsluft vom Kompressor geförderte oder gegebenenfalls in den Druckluftverbrauchern zugeordneten Druckluftbehältern gespeicherte Systemluft zuführen zu können, ist gemäß einer Ausgestaltung dieser Einrichtung vorgesehen, dass von der Lufttrocknersteuerleitung eine mit dem Regenerationslufteingang des Lufttrockners verbundene zweite Leitung abzweigt.

Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass in der gerade genannten Zweigleitung ein in Richtung zum Lufttrockner öffnendes viertes Rückschlagventil und eine erste kleine Blende angeordnet ist, wobei die erste kleine Blende so ausgelegt ist, dass sie an ihrer stromaufwärtigen Seite, also in der Lufttrocknersteuerleitung, einen ausreichenden Steuerdruck für das Entlüftungsventil sicherstellt.

Gemäß einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Regenerationsreservoir in Reihe zwischen dem Lufttrockner und den beiden Druck-

- 7 -

luftverbrauchern angeordnet ist, dass der Lufttrockner und das Regenerationsreservoir über eine Befüllleitung miteinander verbunden sind, in der ein zum Regenerationsreservoir hin öffnendes fünftes Rückschlagventil angeordnet ist, dass das Regenerationsreservoir über eine Entleerungsleitung mit dem Lufttrockner verbunden ist, und dass in der Entleerungsleitung eine zweite kleine Blende angeordnet ist.

Das Kompressorsteuerventil und das Lufttrocknersteuerventil sind jeweils als 3/2-Wegeventile ausgebildet, die in einer ersten Schaltstellung eine Systemdruckleitung mit der jeweils zugeordneten Kompressorsteuerleitung bzw. mit der Lufttrocknersteuerleitung verbinden, und in der zweiten Schaltstellung die jeweils zugeordneten Steuerleitungen von der Systemdruckleitung trennen und mit einem Entlüftungsport verbinden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele weiter erläutert. Dazu ist der Beschreibung eine Zeichnung beigefügt. In dieser zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Einrichtung zur Druckluftaufbereitung mit einem elektrisch angesteuerten Governor, und

Fig. 2 eine andere Ausgestaltung einer derartigen Einrichtung.

Die in Fig. 1 gezeigte Einrichtung umfasst einen von einem nicht dargestellten Antriebsmotor eines Kraftfahrzeuges antreibbaren Kompressor 2, einen diesem nachgeordneten kombinierten Lufttrockner 4 und Luftreiniger sowie diesem über ein erstes Rückschlagventil 6 und einen Beruhigungs- und Kondensationstank 8 (wet tank) sowie über zweite und dritte Rückschlagventile 10, 12 nachgeordnete erste und zweite Druckluft-Vorrattanks 14, 16 für unterschiedliche Druckluftverbraucher, beispielsweise eine Hinterachsbremsanlage und einer Vorderachsbremsanlage. Von einer zwischen dem Kompressor 2 und dem

- 8 -

Lufttrockner 4 angeordneten ersten Druckluftleitung 18 zweigt eine Entlüftungsleitung 20 ab, die zu einem Entlüftungsventil 22 führt. Von einer zwischen dem Lufttrockner 4 und dem Beruhigungs- und Kondensationstank 8 angeordneten zweiten Druckluftleitung 24 zweigt eine Regenerationsluftleitung 26 ab, die über eine Blende 28 zu einem Regenerationsreservoir 30 führt.

Von einer die beiden Druckluft-Vorratstanks 14, 16 versorgenden dritten Druckluftleitung 32 zweigt eine Systemdruckleitung 34 ab, die zu einem Governor 36 führt, welcher nachstehend im Einzelnen beschrieben wird. Die insoweit beschriebene Einrichtung hat einen im Wesentlichen herkömmlichen Aufbau, so dass die darin enthaltenen Komponenten und deren Funktionen nicht im Einzelnen dargelegt werden brauchen.

Der Governor 36 umfasst ein elektrisch angesteuertes, über eine pneumatische Kompressorsteuerleitung 38 mit dem Kompressor 2 verbundenes Kompressorsteuerventil 40 und ein elektrisch angesteuertes, über eine pneumatische Lufttrocknersteuerleitung 42 mit dem Entlüftungsventil 22 des Lufttrockners 4 verbundenes Lufttrocknersteuerventil 44. Dem Governor 36 ist ein elektronisches Steuergerät 46 (ECU) zugeordnet, welches das Kompressorsteuerventil 40 und das Lufttrocknersteuerventil 44 elektrisch ansteuern kann. Der Governor 36 weist einen Drucksensor 70 auf, mittels dem der Luftdruck in der Systemdruckleitung 34 messbar ist. Der Druckluftsensor 70 kann wie in den Figuren dargestellt im Steuergerät 46 oder in dem Beruhigungs- und Kondensationstank 8 oder in dem ersten oder dem zweiten Druckluft-Vorratstank 14, 16 oder direkt in der dritten Druckluftleitung 32 oder der Systemdruckleitung 34 angeordnet sein. Wie an sich bekannt ist, können die Messwerte eines solchen Drucksensors 70 auch von einem anderen Steuergerät an das Steuergerät 46 des Governors 36 herangeführt werden, beispielsweise über eine Datenbusleitung.

In einer anderen Bauform kann vorgesehen sein, dass alle Magnetventile, nämlich das Entlüftungsventil 22, das Kompressorsteuerventil 40 und das Lufttrocknersteuerventil 44, sowie das Steuergerät 46 in einem gemeinsamen

Gehäuse zusammengefasst sind. Ebenso kann vorgesehen sein, dass das Entlüftungsventil 22, das Kompressorsteuerventil 40 und das Lufttrocknersteuerventil 44 in einem Steuerblock zusammengefasst sowie an das Gehäuse des Lufttrockners 4 angeflanscht sind. Genauso kann der das Entlüftungsventil 22, das Kompressorsteuerventil 40 und das Lufttrocknersteuerventil 44 umfassende Steuerblock, das Steuergerät 46 und der Lufttrockner 4 als separate Geräte ausgebildet sein.

Das Kompressorsteuerventil 40 ist als 3/2-Wegeventil ausgebildet, welches in der dargestellten Schaltstellung die Kompressorsteuerleitung 38 über einem ersten Entlüftungsport 48 entlüftet und damit den Kompressor 2 in seinen Fördermodus schaltet. In der zweiten, nicht dargestellten Schaltstellung wird die den Systemdruck führende Systemdruckleitung 34 mit der Kompressorsteuerleitung verbunden, wodurch der Kompressor 2 in seinen Wartemodus geschaltet wird.

Das Lufttrocknersteuerventil 44 ist ebenfalls als 3/2-Wegeventil ausgebildet, welches in der dargestellten Schaltstellung die Lufttrocknersteuerleitung 42 mit einem zweiten Entlüftungsport 50 verbindet, und damit das federbelastete Entlüftungsventil 22 in die dargestellte Schließstellung schaltet. In seiner zweiten Schaltstellung verbindet das Lufttrocknersteuerventil 44 die Systemdruckleitung 34 mit der Lufttrocknersteuerleitung 42, so dass das Entlüftungsventil 22 in eine Entlüftungsstellung geschaltet wird, bei der die Entlüftungsleitung 20 über einen Schalldämpfer 52 entlüftet wird.

Wegen der elektrischen Ansteuerung sowohl des Kompressorsteuerventils 40 als auch des Lufttrocknersteuerventil 44 kann die Einrichtung unabhängig von dem Systemdruck, also unabhängig davon, ob das System vollständig befüllt ist oder nicht, in die weiter vorne beschriebenen Betriebsmodi geschaltet werden.

- 10 -

Wie die Fig. 1 weiter erkennen lässt, zweigt von einem mit der Lufttrocknersteuerleitung 42 verbundenen Leitungsabschnitt eine Zweigleitung 54 ab, über die über ein viertes Rückschlagventil 56 und eine erste kleine Blende 58 dem Regenerationslufteingang 60 des Lufttrockners 4 zusätzlich zu der aus dem Regenerationsreservoir 30 zugeführten Regenerationsluft Systemluft zugeführt werden kann, um den Regenerationsvorgang des Lufttrockners 4 zu beschleunigen. Die erste kleine Blende 58 ist so ausgelegt, dass stromaufwärts derselben und damit in der Lufttrocknersteuerleitung 42 ein für Steuerungszwecke ausreichend hoher Steuerdruck erhalten bleibt. Die kleine Blende 58 kann mechanisch verschließbar sein, um die Zweigleitung absperrbar zu machen, wenn zusätzliche Systemluft für den Regenerationsvorgang nicht gebraucht wird.

Die in Fig. 2 dargestellte Einrichtung entspricht in ihrem wesentlichen Aufbau der Einrichtung gemäß der Fig. 1, so dass eine ins Einzelne gehende Beschreibung der übereinstimmenden Komponenten und Funktionen nicht erforderlich ist. Die Einrichtung gemäß Fig. 2 unterscheidet sich von der Einrichtung gemäß Fig. 1 jedoch in zweierlei Hinsicht:

Die in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 34 bezeichnete Systemdruckleitung ist bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 nicht vorhanden, so dass im Regenerationsmodus dem Lufttrockner 4' keine zusätzliche Systemluft zur Unterstützung des Regenerationsvorgangs zugeführt werden kann.

Um das Befüllen des Regenerationsreservoirs 30' insbesondere für den Fall von mehrfach hintereinander durchzuführenden Regenerationsvorgängen zu erleichtern, ist das Regenerationsreservoir 30' zwischen dem Lufttrockner 4' und den beiden Druckluft-Vorratstanks 14', 16' in Reihe angeordnet, wobei das Befüllen des Regenerationsreservoirs 30' über eine vom Lufttrockner 4' kommende Befüllleitung 62 sowie ein darin angeordnetes, zum Regenerationsreservoir 30' hin öffnendes fünftes Rückschlagventil 64 erfolgt. Das Entleeren des Regenerationsreservoirs 30' in Richtung zum Regenerationslufteingang 60 des

- 11 -

Lufttrockners 4' erfolgt über eine Entleerungsleitung 66 sowie eine darin angeordnete zweite kleine Blende 68 erfolgt, die der Blende 28 in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 entspricht. Zum Befüllen muss die Druckluft demnach keine Blende passieren.

Der Aufbau und die Funktion des Governors 36' und des damit zusammenwirkenden Steuergerätes 46' entsprechen denen des Governors 36 und des Steuergerätes 46 der Fig. 1.

## Bezugszeichen

|     |   |
|-----|---|
| 2   | Kompressor  |
| 4   | Lufttrockner- und Luftreiniger                      |
| 4'  | Lufttrockner- und Luftreiniger                      |
| 6   | Erstes Rückschlagventil                             |
| 8   | Beruhigungs- und Kondensationstank                  |
| 10  | Zweites Rückschlagventil                            |
| 12  | Drittes Rückschlagventil                            |
| 14  | Druckluftverbraucher, erster Druckluft-Vorratstank  |
| 14' | Druckluftverbraucher, erster Druckluft-Vorratstank  |
| 16  | Druckluftverbraucher, zweiter Druckluft-Vorratstank |
| 16' | Druckluftverbraucher, zweiter Druckluft-Vorratstank |
| 18  | Erste Druckluftleitung                              |
| 20  | Entlüftungsleitung                                  |
| 22  | Entlüftungsventil                                   |
| 24  | Zweite Druckluftleitung                             |
| 26  | Regenerationsluftleitung                            |
| 28  | Blende  |
| 30  | Regenerationsreservoir                              |
| 30' | Regenerationsreservoir                              |
| 32  | Zweite Druckluftleitung                             |
| 34  | Systemdruckleitung                                  |
| 36  | Governor  |
| 36' | Governor  |
| 38  | Kompressorsteuerleitung                             |
| 40  | Kompressorsteuerventil                              |
| 42  | Lufttrocknersteuerleitung                           |
| 44  | Lufttrocknersteuerventil                            |
| 46  | Steuergerät   |
| 46' | Steuergerät   |
| 48  | Erster Entlüftungsport                              |

- 50 Zweiter Entlüftungsport
- 52 Schalldämpfer
- 54 Zweigleitung
- 56 Viertes Rückschlagventil
- 58 Erste kleine Blende
- 60 Regenerationslufteingang
- 62 Befüllleitung
- 64 Fünftes Rückschlagventil
- 66 Entleerungsleitung
- 68 Zweite kleine Blende
- 70 Drucksensor

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Druckluftaufbereitung in Kraftfahrzeugen, wobei von einem vom Antriebsmotor des Kraftfahrzeuges angetriebenen Kompressor (2) Umgebungsluft angesaugt und verdichtet wird, in einem nachgeordneten Lufttrockner (4, 4') getrocknet und zu Druckluftverbrauchern (14, 16) gefördert wird, wobei ferner der Lufttrockner (4, 4') mittels in einem Regenerationsreservoir (30, 30') gespeicherter, über den Lufttrockner (4, 4') geführter und über ein zugeordnetes Entlüftungsventil (22) entlüfteter Systemluft regeneriert wird, und wobei bei vorgegebenen Betriebszuständen mittels eines elektrisch angesteuerten Governors (36, 36') zwischen einer Förderphase und einer Regenerationsphase umgeschaltet wird, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in Phasen hohen Druckluftverbrauchs für die Förderphase des Kompressors (2) der Fahrbetrieb mit hoher Drehzahl des Antriebsmotors genutzt wird, und dass für die Regenerationsphase zumindest, jedoch bevorzugt der Standbetrieb bei Leerlaufdrehzahl des Antriebsmotors genutzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach Phasen mit hohem Druckluftverbrauch unabhängig vom aktuellen Systemdruck eine oder mehrere Regenerationsphasen mit zwischenzeitlichem teilweise oder vollständigem Wiederauffüllen des Regenerationsreservoirs folgen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem maximal zulässigen Wassereintrag im Lufttrockner (4, 4') unabhängig vom aktuellen Systemdruck eine oder mehrere Regenerationsphasen erfolgen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei hoher Trocknerbeanspruchung die Spanne zwischen Einschalt- und Abschalt- und damit die Regenerationsfrequenz erhöht wird.

- 15 -

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der Regenerationsphase zusätzlich zur Regenerationsluft aus dem Regenerationsreservoir (30, 30') vom Kompressor (2) geförderte Systemluft in den Lufttrockner (4, 4') geleitet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzlich zugeleitete Systemluft von einer vom Governor (36, 36') zum Entlüftungsventil (22) führenden Lufttrocknersteuerleitung (42) abgezweigt wird.

7. Einrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Verfahrensansprüche, umfassend einen von einem Antriebsmotor antreibbaren Kompressor (2), einen diesem nachgeordneten Lufttrockner (4, 4') mit einem mit diesem über eine Regenerationsluftleitung (26) und einen Regenerationslufteingang (60) verbundenen Regenerationsreservoir (30, 30') sowie ein Entlüftungsventil (22) zum Entlüften der Regenerationsluft, ferner umfassend dem Lufttrockner (4, 4') nachgeordnete Druckluftverbraucher (14, 16) und einen Governor (36, 36'), welcher den Kompressor (2) pneumatisch zwischen einem Förderbetrieb und einem Wartebetrieb sowie entsprechend den Lufttrockner (4, 4') zwischen einem Trocknerbetrieb und einem Regenerationsbetrieb umschaltet, dadurch gekennzeichnet, dass der Governor (36, 36') ein elektrisch angesteuertes, über eine pneumatische Kompressorsteuerleitung (38) mit dem Kompressor (2) verbundenes Kompressorsteuerventil (40) sowie ein elektrisch angesteuertes, über eine pneumatische Lufttrocknersteuerleitung (42) mit dem Entlüftungsventil (22) des Lufttrockners (4, 4') verbundenes Lufttrocknersteuerventil (44) aufweist.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass von der Lufttrocknersteuerleitung (42) eine mit dem Regenerationslufteingang (60) des Lufttrockners (4) verbundene Zweigleitung (54) abzweigt.

9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in der Zweigleitung (54) ein in Richtung zum Lufttrockner (4) hin öffnendes viertes

- 16 -

Rückschlagventil (56) und eine erste kleine Blende (58) angeordnet sind, welche an ihrer stromaufwärtigen Seite einen vorgegebenen Steuerdruck in der Lufttrocknersteuerleitung (42) sicherstellt.

10. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Regenerationsreservoir (30') in Reihe zwischen dem Lufttrockner (4') und den beiden Druckluftverbrauchern (14', 16') angeordnet ist, dass der Lufttrockner (4') und das Regenerationsreservoir (30') über eine Befüllleitung (62) miteinander verbunden sind, in der ein zum Regenerationsreservoir (30') hin öffnendes fünftes Rückschlagventil (64) angeordnet ist, dass das Regenerationsreservoir (30') über eine Entleerungsleitung (66) mit dem Lufttrockner (4') verbunden ist, und dass in der Entleerungsleitung (66) eine zweite kleine Blende (68) angeordnet ist.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Kompressorsteuerventil (40) und das Lufttrocknersteuerventil (44) jeweils als 3/2-Wegeventile ausgebildet sind, die in einer ersten Schaltstellung eine Systemdruckleitung (34) mit der jeweils zugeordneten Kompressorsteuerleitung (38) bzw. Lufttrocknersteuerleitung (42) verbinden, und in der zweiten Schaltstellung die jeweils zugeordnete Kompressorsteuerleitung (38) bzw. Lufttrocknersteuerleitung (42) von der Systemdruckleitung (34) trennen und mit einem Entlüftungsport (48, 50) verbinden.

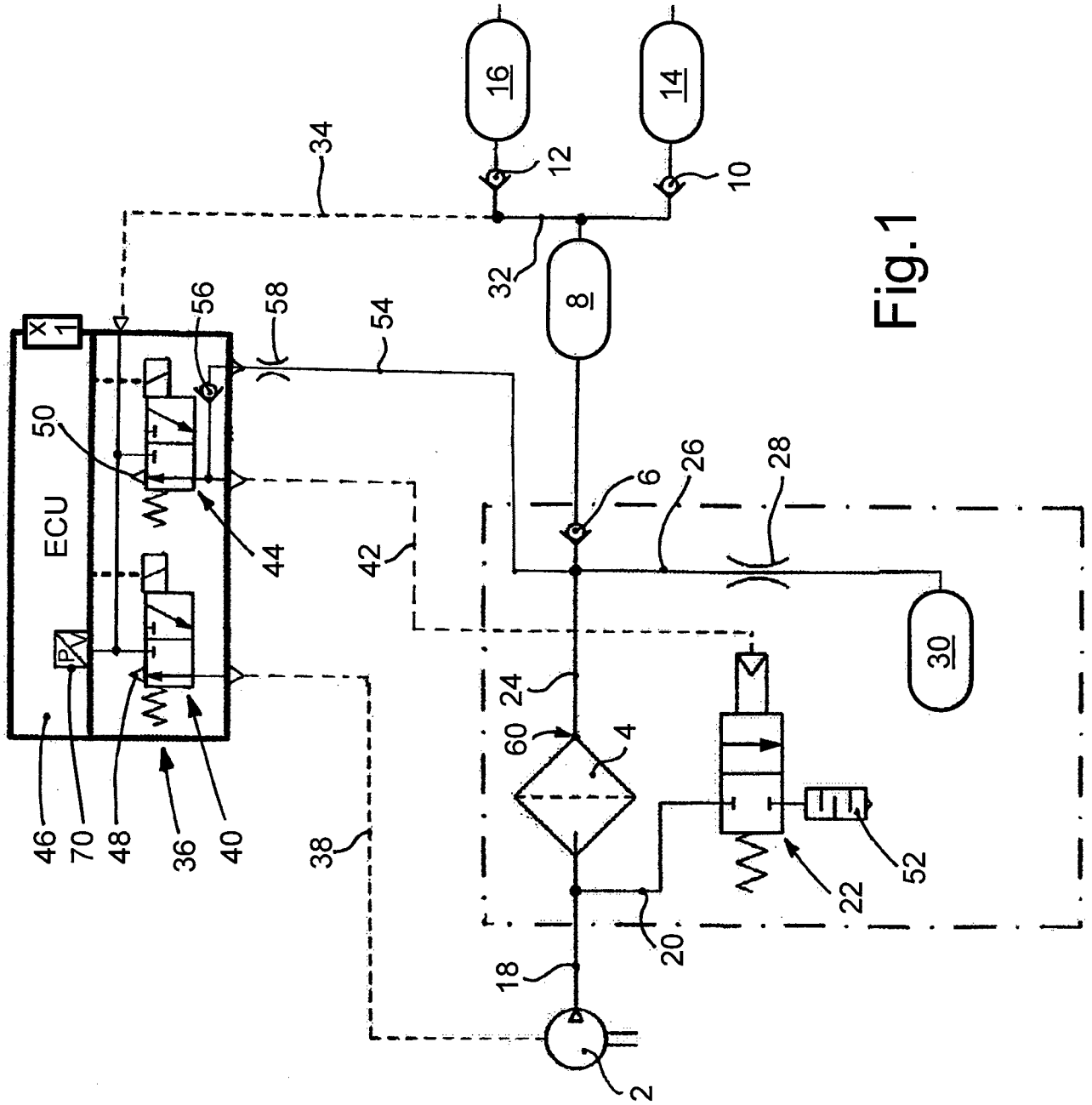


Fig.1

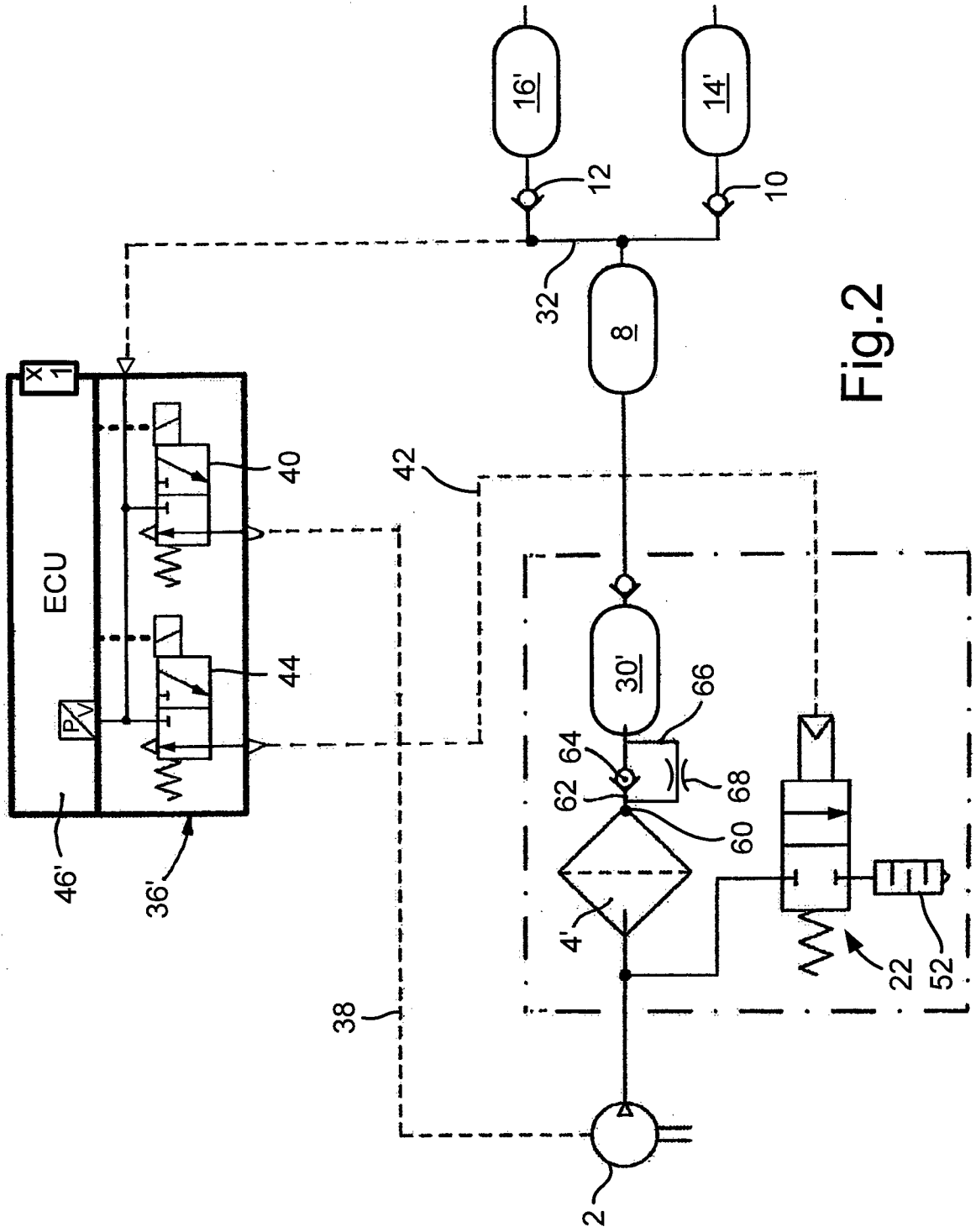


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/002836

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B60T17/00 F04B49/03  
ADD.  
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)  
B60T F04B  
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, WPI Data

| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |  |                       |
|--|--|-----------------------|
| Category*                              | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
| X                                      | DE 10 2008 056322 A1 (WABCO GMBH [DE])<br>12 May 2010 (2010-05-12)<br>paragraphs [0025] - [0035]<br>figure 2                         | 1,7-11                |
| A                                      | -----<br>DE 10 2010 024476 A1 (WABCO GMBH [DE])<br>22 December 2011 (2011-12-22)<br>cited in the application<br>abstract<br>figure 1 | 1-11                  |
| A                                      | -----<br>DE 10 2010 018949 A1 (WABCO GMBH [DE])<br>3 November 2011 (2011-11-03)<br>abstract<br>figure 1                              | 1-11                  |
|  | -----<br>-/--  |                       |

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  | "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  |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date   | "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   |
| "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) | "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 |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  | "&" document member of the same patent family  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  |  |

|   |  |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search<br><br>9 April 2014 | Date of mailing of the international search report<br><br>17/04/2014 |
|---|--|

|  |   |
|--|---|
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer<br><br>Christensen, Juan |
|--|---|

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/002836

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |  |                       |
|--|--|-----------------------|
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                         | Relevant to claim No. |
| A  | DE 10 2010 009035 A1 (WABCO GMBH [DE])<br>25 August 2011 (2011-08-25)<br>abstract<br>figure 1<br><br>----- | 1-11                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/002836

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 102008056322 A1                        | 12-05-2010          | CN 102186706 A             | 14-09-2011          |
|   |                     | DE 102008056322 A1         | 12-05-2010          |
|   |                     | EP 2356005 A1              | 17-08-2011          |
|   |                     | JP 5397642 B2              | 22-01-2014          |
|   |                     | JP 2012508143 A            | 05-04-2012          |
|   |                     | US 2011259189 A1           | 27-10-2011          |
|   |                     | WO 2010051868 A1           | 14-05-2010          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| DE 102010024476 A1                        | 22-12-2011          | CN 102947153 A             | 27-02-2013          |
|   |                     | DE 102010024476 A1         | 22-12-2011          |
|   |                     | EP 2582560 A1              | 24-04-2013          |
|   |                     | US 2013062541 A1           | 14-03-2013          |
|   |                     | WO 2011160738 A1           | 29-12-2011          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| DE 102010018949 A1                        | 03-11-2011          | CN 102869554 A             | 09-01-2013          |
|   |                     | DE 102010018949 A1         | 03-11-2011          |
|   |                     | EP 2563632 A2              | 06-03-2013          |
|   |                     | US 2012325327 A1           | 27-12-2012          |
|   |                     | WO 2011134575 A2           | 03-11-2011          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| DE 102010009035 A1                        | 25-08-2011          | CN 102770318 A             | 07-11-2012          |
|   |                     | DE 102010009035 A1         | 25-08-2011          |
|   |                     | EP 2539196 A1              | 02-01-2013          |
|   |                     | US 2012285327 A1           | 15-11-2012          |
|   |                     | WO 2011103893 A1           | 01-09-2011          |
| -----                                     |                     |                            |                     |



| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |   |                    |
|---|---|--------------------|
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                    | Betr. Anspruch Nr. |
| A   | DE 10 2010 009035 A1 (WABCO GMBH [DE])<br>25. August 2011 (2011-08-25)<br>Zusammenfassung<br>Abbildung 1<br><br>----- | 1-11               |

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/002836

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102008056322 A1                                 | 12-05-2010                    | CN 102186706 A                    | 14-09-2011                    |
|  |                               | DE 102008056322 A1                | 12-05-2010                    |
|  |                               | EP 2356005 A1                     | 17-08-2011                    |
|  |                               | JP 5397642 B2                     | 22-01-2014                    |
|  |                               | JP 2012508143 A                   | 05-04-2012                    |
|  |                               | US 2011259189 A1                  | 27-10-2011                    |
|  |                               | WO 2010051868 A1                  | 14-05-2010                    |
| -----  |                               |                                   |                               |
| DE 102010024476 A1                                 | 22-12-2011                    | CN 102947153 A                    | 27-02-2013                    |
|  |                               | DE 102010024476 A1                | 22-12-2011                    |
|  |                               | EP 2582560 A1                     | 24-04-2013                    |
|  |                               | US 2013062541 A1                  | 14-03-2013                    |
|  |                               | WO 2011160738 A1                  | 29-12-2011                    |
| -----  |                               |                                   |                               |
| DE 102010018949 A1                                 | 03-11-2011                    | CN 102869554 A                    | 09-01-2013                    |
|  |                               | DE 102010018949 A1                | 03-11-2011                    |
|  |                               | EP 2563632 A2                     | 06-03-2013                    |
|  |                               | US 2012325327 A1                  | 27-12-2012                    |
|  |                               | WO 2011134575 A2                  | 03-11-2011                    |
| -----  |                               |                                   |                               |
| DE 102010009035 A1                                 | 25-08-2011                    | CN 102770318 A                    | 07-11-2012                    |
|  |                               | DE 102010009035 A1                | 25-08-2011                    |
|  |                               | EP 2539196 A1                     | 02-01-2013                    |
|  |                               | US 2012285327 A1                  | 15-11-2012                    |
|  |                               | WO 2011103893 A1                  | 01-09-2011                    |
| -----  |                               |                                   |                               |