

(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
28. Juli 2016 (28.07.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/116541 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60T 8/17 (2006.01) *B60T 8/52* (2006.01)
B60T 17/22 (2006.01) *B60T 8/18* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/051195

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Januar 2016 (21.01.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 000 898.6
23. Januar 2015 (23.01.2015) DE

(71) Anmelder: **KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR SCHIENENFAHRZEUGE GMBH** [DE/DE]; Moosacher Str. 80, 80809 München (DE).

(72) Erfinder: **GRUNWALD, Torsten**; Roßpoint 3, 82418 Seehausen am Staffelsee (DE). **AURICH, Stefan**; Köhlstr. 6 1/2, 86316 Friedberg (DE). **ELSTORPFF, Marc-Gregory**; Böcklinstrasse 25a, 80638 München (DE).

HERDEN, Marc-Oliver; Platanenstr. 27, München 81377 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: BRAKE SYSTEM WITH MECHANICAL WHEEL-RAIL ADHESION LIMITATION

(54) Bezeichnung : BREMSSYSTEM MIT MECHANISCHER KRAFTSCHLUSSBEGRENZUNG RAD-SCHIENE

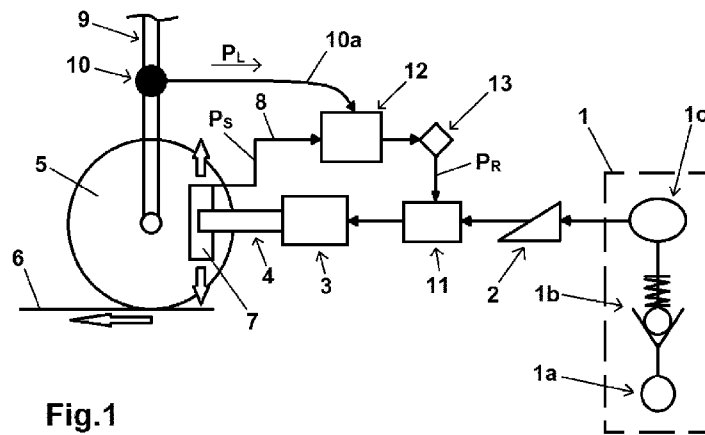
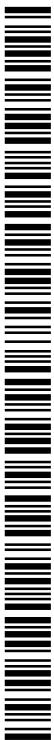


Fig.1

(57) Abstract: The brake system for a rail vehicle comprises a pneumatic or hydraulic pressure medium source and a brake actuator for converting an input pressure into a brake force which is exerted on at least one wheel. Also provided is a brake force transducer which, during the exertion of the braking force, is subjected to the corresponding tangential force. According to the invention, the brake force transducer generates, as a result of the action of said tangential force, a control force, a control travel or a pneumatic or hydraulic control pressure. Into the working line between the pressure medium source and the brake actuator there is connected a regulating valve which is additionally acted on by the control force or the control pressure. The regulating valve changes the exertion of pressure on the brake actuator such that the control force or the control pressure is kept below a set limit value. The limit value corresponds to full utilization of the adhesion limit at the wheel contact point. It has been identified that, in this way, most uncertainties in the transfer function between the pressure in the brake actuator and the exerted brake force can be eliminated, such that it can be ensured that the adhesion limit is not exceeded. In particular, no fluctuations in the efficiency of the brake actuator have to be taken into consideration.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/116541 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz*
TG). *3)*

Das Bremssystem für ein Schienenfahrzeug umfasst eine pneumatische oder hydraulische Druckmittelquelle sowie einen Bremsaktor zur Umwandlung eines eingesteuerten Drucks in eine auf mindestens ein Rad ausgeübte Bremskraft. Weiterhin ist ein Bremskraftgeber vorgesehen, der bei Ausübung der Bremskraft die korrespondierende Tangentialkraft erfährt. Erfindungsgemäß erzeugt der Bremskraftgeber durch die Wirkung dieser Tangentialkraft eine Steuerkraft, einen Steuerweg oder einen pneumatischen oder hydraulischen Steuerdruck. In die Arbeitsleitung zwischen der Druckmittelquelle und dem Bremsaktor ist ein Regelventil geschaltet, das zusätzlich mit der Steuerkraft oder dem Steuerdruck beaufschlagt ist. Das Regelventil ändert die Druckbeaufschlagung des Bremsaktors dahingehend, dass die Steuerkraft bzw. der Steuerdruck unter einem festgelegten Grenzwert gehalten wird. Der Grenzwert entspricht einer vollen Ausnutzung der Kraftschlussgrenze am Radaufstandspunkt. Es wurde erkannt, dass auf diese Weise die meisten Unsicherheiten in der Übertragungsfunktion zwischen dem Druck im Bremsaktor und der ausgeübten Bremskraft eliminiert werden können, so dass garantiert werden kann, dass die Kraftschlussgrenze nicht überschritten wird. Insbesondere müssen keine Schwankungen im Wirkungsgrad des Bremsaktors berücksichtigt werden.

5

Bremssystem mit mechanischer Kraftschlussbegrenzung Rad-Schiene

10

Die Erfindung bezieht sich auf ein Bremssystem für Schienenfahrzeuge mit mechanischer Begrenzung des Kraftschlusses zwischen Rad und Schiene.

15 Stand der Technik

Alle Schienenfahrzeuge, die mit Scheibenbremsen oder Klotzbremseinheiten ausgerüstet werden oder die Bremskraft in sonstiger Weise auf das Rad ausüben, übertragen diese Bremskraft über den Radaufstandspunkt zur Schiene. Wesentliche Voraussetzung für die Zulassung eines Schienenfahrzeuges ist, dass dieses innerhalb eines vorgegebenen Bremswegs zum Stehen gebracht werden kann. Auf der anderen Seite ist jedoch vorgeschrieben, dass ein vorgegebener Maximalwert für die vom Rad auf die Schiene übertragene Bremskraft nicht überschritten werden darf. Man bezeichnet in der Fachsprache den Reibwert, der für die Kraftübertragung vom Rad auf die Schiene erforderlich ist, als Haftwertausnutzung. Der Grenzwert der Haftwertausnutzung, der bei der Übertragung der höchstzulässigen Bremskraft erreicht wird, wird als Kraftschlussgrenze bezeichnet.

Der für die Zulassung erforderliche Nachweis, dass die Kraftschlussgrenze unter allen denkbaren Umständen eingehalten wird, ist sehr aufwendig. Um ein Überschreiten sicher zu vermeiden, müssen alle Toleranzen und externen Einflüsse bei der Auslegung der Bremsanlage berücksichtigt werden. Für Schwankungen des Belagsreibwerts aufgrund von Temperatur oder Feuchtigkeit, des Bremszangenwirkungsgrades oder des Radreifendurchmessers im Zuge des

- 2 -

Verschleißes sind entsprechende Sicherheitszuschläge vorzusehen. Dadurch wird der Tatsache Rechnung getragen, dass heutige Bremssysteme für die Sicherheitsbremsung (Notbremsung) aus Gründen der Ausfallsicherheit nicht geregelt, sondern nur gesteuert werden. In Ergebnis wird die im Rahmen der
5 Vorschriften zulässige Bremsleistung häufig nicht optimal ausgenutzt.

Aus der DE 10 2011 006 002 A1 sowie aus DE 10 2012 219 984 A1 sind Bremsaktoren für Schienenfahrzeuge bekannt, die die ausgeübte Bremskraft aktiv auf einen Sollwert regeln und zu diesem Zweck als Rückkopplung einen Messwert
10 für die tatsächlich wirkende Bremskraft erhalten. Nachteilig schützt dies noch nicht gegen eine Überschreitung der Kraftschlussgrenze. Außerdem ist es sehr aufwendig, die aktive elektronische Regelung mit der gesetzlich vorgeschriebenen Ausfallsicherheit zu realisieren.

15 Aufgabe und Lösung

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Bremssystem für ein Schienenfahrzeug zur Verfügung zu stellen, das eine Einhaltung der Kraftschlussgrenze garantiert und zugleich eine höhere Eigensicherheit aufweist als die Systeme nach dem bisherigen
20 Stand der Technik.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Bremssystem gemäß Hauptanspruch. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den darauf rückbezogenen Unteransprüchen.

25

Gegenstand der Erfindung

Im Rahmen der Erfindung wurde ein Bremssystem für ein Schienenfahrzeug entwickelt. Dieses umfasst eine pneumatische oder hydraulische Druckmittelquelle
30 sowie einen Bremsaktor zur Umwandlung eines eingesteuerten Drucks in eine auf

mindestens ein Rad ausgeübte Bremskraft. Weiterhin ist ein Bremskraftgeber vorgesehen, der bei Ausübung der Bremskraft die korrespondierende Tangentialkraft erfährt.

- 5 Erfindungsgemäß erzeugt der Bremskraftgeber durch die Wirkung dieser Tangentialkraft eine Steuerkraft, einen Steuerweg oder einen pneumatischen oder hydraulischen Steuerdruck. In die Arbeitsleitung zwischen der Druckmittelquelle und dem Bremsaktor ist ein Regelventil geschaltet, das zusätzlich mit der Steuerkraft oder dem Steuerdruck beaufschlagt ist. Alternativ oder in Kombination kann das
- 10 Regelventil auch mit einer aus der Steuerkraft abgeleiteten Rückkopplungskraft bzw. mit einem aus dem Steuerdruck abgeleiteten Rückkopplungsdruck beaufschlagt sein.

Das Regelventil ändert die Druckbeaufschlagung des Bremsaktors dahingehend, dass die Steuerkraft bzw. der Steuerdruck unter einem festgelegten Grenzwert gehalten

15 wird. Alternativ oder in Kombination wird die Rückkopplungskraft bzw. der Rückkopplungsdruck unter einem festgelegten Grenzwert gehalten. Der jeweilige Grenzwert entspricht einer vollen Ausnutzung der Kraftschlussgrenze am Radaufstandspunkt.

- 20 Es wurde erkannt, dass auf diese Weise die meisten Unsicherheiten in der Übertragungsfunktion zwischen dem Druck im Bremsaktor und der ausgeübten Bremskraft eliminiert werden können, so dass garantiert werden kann, dass die Kraftschlussgrenze nicht überschritten wird. Insbesondere müssen keine Schwankungen im Wirkungsgrad des Bremsaktors berücksichtigt werden. Ist der
- 25 Bremsaktor beispielsweise eine Bremszange, können sowohl der Wirkungsgrad des in ihr enthaltenen Druckzylinders als auch der Wirkungsgrad der Kraftübertragung von diesem Druckzylinder auf die Bremsbacken schwanken.

Als Einflussfaktoren, die noch zu berücksichtigen sind, verbleiben nur der Reibwert zwischen dem Bremsbelag und dem Rad bzw. einer daran angeordneten Bremsscheibe sowie der Radreifendurchmesser

- 5 Für den Belagreibwert kann problemlos ein maximaler Wert angegeben werden, der sich unter idealen Bedingungen einstellt; ausgehend von diesem idealen Reibwert kann der reale Wert durch äußere Einflüsse nur vermindert werden.

- Das beim Bremsen ausgeübte Drehmoment muss als Kraft auf die Schiene
10 übertragen werden, wobei diese Kraft im Abstand des Radradius von der Rotationsachse des Rades angreift. Je geringer der Radradius durch Verschleiß geworden ist, desto größer ist der erforderliche Kraftschluss zwischen Rad und Schiene, um ein gegebenes Drehmoment zu erzielen. Da jedoch für den Radradius eine untere Grenze (Verschleißgrenze) bekannt ist, kann der Grenzwert für den
15 Steuerdruck bzw. für die Steuerkraft auf den ungünstigsten Fall eines bis an die Verschleißgrenze abgefahrenen Rades ausgelegt werden. Alternativ kann eine Raddurchmesserkompensation auf den aktuellen Raddurchmesser erfolgen.

- Die Einhaltung der Kraftschlussgrenze muss nun nicht mehr in aufwendigen
20 Versuchen vor der Zulassung des Schienenfahrzeugs, die im Übrigen nicht jede denkbare Fahrsituation abbilden können, vorab ermittelt werden. Sie wird stattdessen in jeder Fahrsituation aufs Neue aktiv garantiert: nähert sich die Steuerkraft bzw. der Steuerdruck der festgelegten Grenze, was mit einer Annäherung an die Kraftschlussgrenze gleichbedeutend ist, wird der in den Bremsaktor eingesteuerte
25 Bremsdruck durch das Regelventil entsprechend vermindert. Werden entsprechende Bauteile verwendet und fachgerecht verarbeitet, gilt der mechanische Regelkreis als hinreichend sicher. Eine elektrische oder elektronische Regelung mit dem gleichen Sicherheitsniveau zu realisieren ist ungleich schwieriger.

Durch die aktive mechanische Überwachung der Kraftschlussgrenze wird weiterhin der Verkehr von Waggons zwischen Staaten, in denen unterschiedliche Kraftschlussgrenzen vorgeschrieben sind, wesentlich erleichtert. Der Waggon muss nicht vorab eine Prüfung bestehen, sondern es muss lediglich beim Grenzübertritt ein
5 neuer Grenzwert für die Steuerkraft bzw. den Steuerdruck am Regelventil eingestellt werden.

Häufig ist nicht ein einziger Wert für die Kraftschlussgrenze vorgeschrieben, sondern es liegt eine Tabelle oder Funktionsvorschrift vor, die die Kraftschlussgrenze z.B. in
10 Abhängigkeit von der Achslast und/oder der Geschwindigkeit angibt. Daher ist in einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ein zusätzlicher Achslastgeber vorgesehen, der die aktuelle Achslast an der Achse, auf die das Bremssystem wirkt, in eine Lastkraft oder einen pneumatischen oder hydraulischen Lastdruck umwandelt. Es ist ein Lastdruckventil vorgesehen, das zwischen den
15 Bremskraftgeber und das Regelventil geschaltet werden kann oder direkt auf das Regelventil wirkt, so dass es die Steuerkraft bzw. den Steuerdruck nach Maßgabe der Lastkraft bzw. des Lastdrucks zu einer Rückkopplungskraft bzw. einem Rückkopplungsdruck ändert. Auch diese Änderung geschieht bevorzugt rein mechanisch ohne elektrische oder elektronische Komponenten. Das Regelventil ist
20 nun mit der Rückkopplungskraft bzw. dem Rückkopplungsdruck, an Stelle der Steuerkraft bzw. des Steuerdrucks oder in Kombination hierzu, beaufschlagt. Weitere Abhängigkeiten wie die hier beispielhaft aufgeführte können in ähnlicher Weise berücksichtigt werden (z.B. Geschwindigkeitssignale etc.).

25 Vorteilhaft ist mindestens ein Sensor zur Umwandlung der Bremskraft oder der Achslast in ein elektrisches Signal vorgesehen. Dieses kann für eine Fahrdynamikregelung und andere Aufgaben verwendet werden. Zu diesem Zweck kann der Sensor beispielsweise den Steuerdruck oder die Steuerkraft in ein elektrisches Signal für die Bremskraft umwandeln, und/oder er kann dem Lastdruck
30 oder die Lastkraft in ein elektrisches Signal für die Achslast umwandeln. Dann wird

im Bereich des Rades kein zusätzlicher Einbauraum benötigt, sondern der Sensor kann an einem beliebigen Ort entlang der vom jeweiligen Geber ausgehenden Druck- oder Kraftverbindung platziert werden.

- 5 In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfährt mindestens ein Bremskraftgeber die Kraft, die auf den Träger für den Bremsbelag in tangentialer Richtung des Radlaufs wirkt. Dies ist genau die korrespondierende Kraft, die als Bremskraft auf das Rad wirkt und ein Verzögerungsmoment erzeugt. Schwankt der Reibwert des Bremsbelags, ändert sich diese Kraft. Damit werden Schwankungen im
- 10 Reibwert durch die aktive mechanische Grenzwertüberwachung automatisch berücksichtigt. Sie müssen nicht mehr bei Auslegung der Bremsanlagen berücksichtigt werden. Der maximal erlaubte Kraftschluss kann damit besser ausgenutzt werden.
- 15 Alternativ oder in Kombination hierzu erfährt mindestens ein Bremskraftgeber die Anpresskraft des Bremsbelags gegen das gebremste Rad. Diese Kraft ist mechanisch einfacher zu erfassen als die in tangentialer Richtung des Radlaufs wirkende Kraft. Dafür wird sie noch durch den Reibwert des Bremsbelags an das Rad vermittelt. Die Bremsanlage ist dann auf den Maximalwert dieses Reibwerts unter idealen
- 20 Bedingungen auszulegen.
- Werden sowohl die tangentielle Kraft als auch die Anpresskraft gleichzeitig gemessen, steht unmittelbar auch ein Messwert für den Reibwert des Bremsbelags zur Verfügung. Dieser kann beispielsweise zur Überwachung des Bremsbelags auf
- 25 Verschleiß oder Beschädigung genutzt werden.

Spezieller Beschreibungsteil

Nachfolgend wird der Gegenstand der Erfindung anhand einer Figur näher erläutert, ohne dass der Gegenstand der Erfindung hierdurch beschränkt wird. Es ist gezeigt:

5

Figur 1 Skizze des erfindungsgemäßen Bremssystems.

Figur 1 zeigt eine Prinzipskizze des erfindungsgemäßen Bremssystems. Dieses Bremssystem hat eine Druckmittelquelle 1 die einen Kompressor 1a enthält. Über ein Rückschlagventil 1b befüllt dieser Kompressor einen Vorratsluftbehälter 1c. Über ein Führerbremssventil 2 wird die den Vorratsbehälter 1c zwecks Bremsung entnommene Druckluft dosiert. Die Druckluft wird in einen Druckzylinder in einem Bremsaktor 3 eingeleitet, der hier als Bremszange ausgebildet ist. Durch die Bremszange 3 werden die zwei Bremsbacken 4 zusammengedrückt, wenn der Druckzylinder in der Bremszange 3 mit Druck beaufschlagt ist. Dadurch werden Bremsbeläge, die in Figur 1 nicht sichtbar und daher auch nicht eingezeichnet sind, seitlich gegen das zu bremsende Rad 5 gedrückt. Die dadurch wirkende Bremskraft wird im Radaufstandspunkt auf die Schiene 6 übertragen, was durch eine Pfeil angedeutet ist. Das Rad ist einem Drehgestell 9 montiert.

20

Erfindungsgemäß ist zwischen der Backe 4 und dem Halter für den Bremsbelag der Bremskraftgeber 7 angeordnet. Dieser erfährt die Kraft, die auch die Backe 4 und damit auch auf den Belaghalter in der tangentialen Richtung des Radlaufs wirkt, die durch zwei entgegengesetzte Pfeile symbolisiert ist. Diese Kraft entspricht der auf das Rad 5 wirkenden Bremskraft. Der Bremskraftgeber 7 erzeugt einen Steuerdruck P_S , der über eine Leitung 8 ausgegeben wird. Weiterhin ist am Drehgestell 9 ein Achslastgeber 10 angeordnet, der einen Lastdruck P_L über eine weitere Druckleitung 10a ausgibt. Die Druckleitung 8 vom Bremskraftgeber 7 und die Druckleitung 10a vom Achslastgeber 10 münden in ein Lastdruckventil 12, das den Steuerdruck P_S nach Maßgabe des Lastdrucks P_L entsprechend der gesetzlich festgelegten Tabelle

30

oder Funktionsvorschrift zu einem Rückkopplungsdruck P_R ändert. Der Ausgang des Lastdruckventils 12 ist mit dem Regelventil 11 verbunden und führt ihm dem Rückkopplungsdruck P_R zu. Das Regelventil ist in die Arbeitsleitung zwischen dem Führerbremsventil 2 und dem Druckzylinder in der Bremszange 3 eingeschleift.

- 5 Unabhängig von der Höhe des durch das Führerbremsventil 2 eingesteuerten Drucks begrenzt das Regelventil 11 den an die Bremszange 3 weitergegebenen Druck dergestalt, dass der im Lastdruckventil 12 aus dem Steuerdruck P_S und dem Lastdruck P_L gebildete Rückkopplungsdruck P_R einen vorgegebenen Grenzwert nicht überschreitet. Damit ist sichergestellt, dass der maximal zulässige Kraftschluss am
- 10 Radaufstandspunkt eingehalten wird. Der Druck P_R wird zusätzlich über einen Sensor 13 in ein elektrisches Signal umgewandelt, das einer Fahrdynamikregelung und weiteren Einrichtungen im Schienenfahrzeug zugeführt werden kann. Die Druckbegrenzung durch das Regelventil 11 kann für einen einzelnen Bremskrafterzeuger 3, aber auch für eine Gruppe derartiger Bremskrafterzeuger
- 15 erfolgen.

- Die hier dargestellte mechanische Überwachung der Kraftschlussgrenze bewirkt speziell, dass mechanische Toleranzen im Bremssystem und auch Schwankungen im Wirkungsgrad der Bremszange 3 nicht mehr bei der Auslegung des Bremssystems
- 20 berücksichtigt werden müssen. Sie werden durch das Regelventil 11 bei jeder Bremsung aufs Neue automatisch berücksichtigt.

Bezugszeichenliste

	1	Druckmittelquelle
5	1a	Kompressor
	1b	Rückschlagventil
	1c	Vorratsluftbehälter
	2	Führerbremsventil
	3	Bremsaktor, Bremszange
10	4	Bremsbacken
	5	Rad
	6	Schiene
	7	Bremskraftgeber
	8	Leitung für Steuerdruck P_S
15	9	Drehgestell
	10	Achslastgeber
	10a	Leitung für Lastdruck P_L
	11	Regelventil
	12	Lastdruckventil
20	13	Sensor
	P_S	Steuerdruck
	P_L	Lastdruck
	P_R	Rückkopplungsdruck

Patentansprüche

1. Bremssystem für ein Schienenfahrzeug, umfassend eine pneumatische oder hydraulische Druckmittelquelle (1) und einen Bremsaktor (3) zur
5 Umwandlung eines eingesteuerten Drucks in eine auf mindestens ein Rad (5) ausgeübte Bremskraft, wobei ein Bremskraftgeber (7) vorgesehen ist, der bei Ausübung der Bremskraft die korrespondierende Tangentialkraft erfährt,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Bremskraftgeber (7) durch die Wirkung dieser Tangentialkraft eine
10 Steuerkraft, einen Steuerweg oder einen pneumatischen oder hydraulischen Steuerdruck (P_S) erzeugt, und dass in die Arbeitsleitung zwischen der Druckmittelquelle (1) und dem Bremsaktor (3) ein Regelventil (11) geschaltet ist, wobei das Regelventil (11) mit der Steuerkraft oder dem Steuerdruck (P_S), oder mit einer hieraus abgeleiteten Rückkopplungskraft bzw. mit einem
15 hieraus abgeleiteten Rückkopplungsdruck (P_R), beaufschlagt ist und die Druckbeaufschlagung des Bremsaktors (3) dahingehend ändert, dass die Steuerkraft bzw. der Steuerdruck (P_S), oder die Rückkopplungskraft bzw. der Rückkopplungsdruck (P_R), unter einem festgelegten Grenzwert gehalten wird.
- 20 2. Bremssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zusätzlicher Achslastgeber (10) vorgesehen ist, der die aktuelle Achslast an der Achse, auf die das Bremssystem wirkt, in eine Lastkraft oder einen pneumatischen oder hydraulischen Lastdruck (P_L) umwandelt und dass ein Lastdruckventil (12) vorgesehen ist, das zwischen den Bremskraftgeber (7)
25 und das Regelventil (11) geschaltet ist oder direkt auf das Regelventil (11) wirkt, so dass es die Steuerkraft bzw. den Steuerdruck (P_S) nach Maßgabe der Lastkraft bzw. des Lastdrucks (P_L) zu einer Rückkopplungskraft bzw. einem Rückkopplungsdruck (P_R) ändert, mit dem das Regelventil (11) beaufschlagt ist.

- 11 -

3. Bremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich mindestens ein Sensor (13) zur Umwandlung der Bremskraft oder der Achslast in ein elektrisches Signal vorgesehen ist.
- 5 4. Bremssystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (13) den Steuerdruck (P_S) oder die Steuerkraft in ein elektrisches Signal für die Bremskraft umwandelt und/oder dass er den Lastdruck (P_L) oder die Lastkraft in ein elektrisches Signal für die Achslast umwandelt.
- 10 5. Bremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Bremskraftgeber (7) die Kraft erfährt, die auf den Träger für den Bremsbelag in tangentialer Richtung des Radlaufs wirkt.
- 15 6. Bremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Bremskraftgeber (7) die Anpresskraft des Bremsbelags gegen das gebremste Rad (5) erfährt.

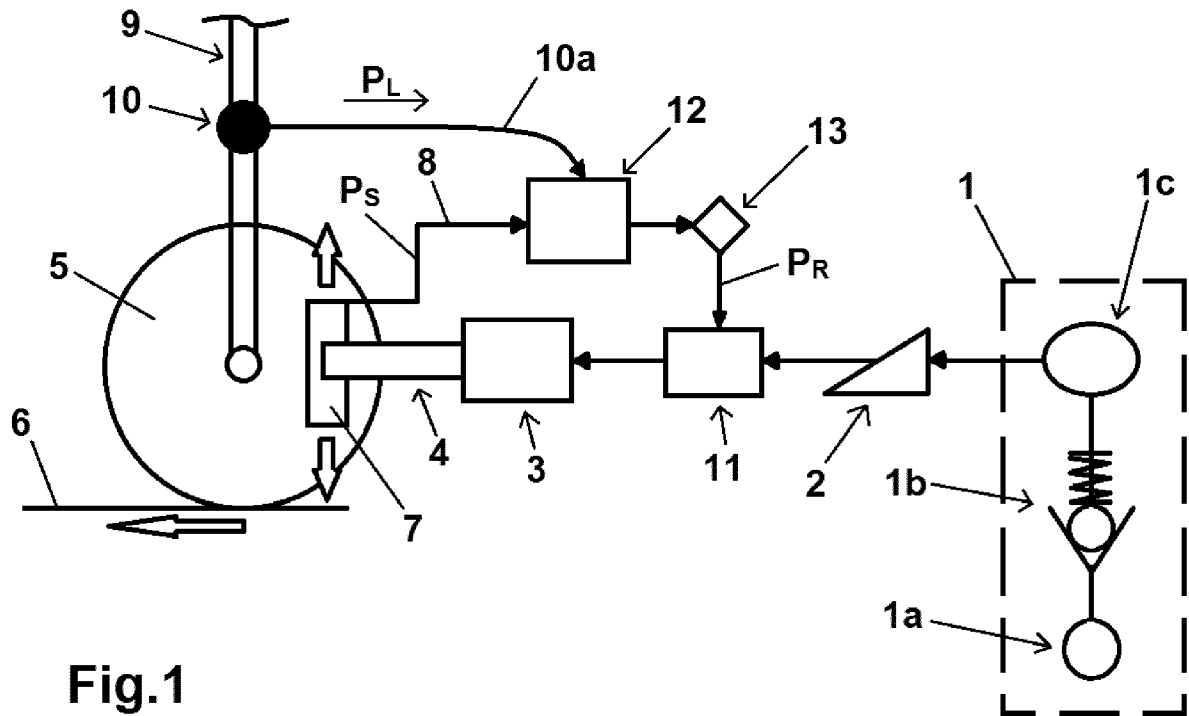


Fig.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/051195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T8/17 B60T17/22 B60T8/52 B60T8/18
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
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	WO 2008/031701 A1 (SIEMENS AG [DE]; STAMMEN CHRISTIAN [DE]; SCHIFFERS TONI [DE]) 20 March 2008 (2008-03-20)	1,3-5
Y	page 12, line 2; figures 1,2 page 12, paragraph 2 - page 13, paragraph 1 page 15, paragraph 2 - page 16, paragraph 1 page 13, line 3	2,6
Y	----- WO 96/08398 A1 (TEC TRAN CORP [US]) 21 March 1996 (1996-03-21) the whole document	2
Y	----- US 3 398 993 A (SARBACH RONALD A ET AL) 27 August 1968 (1968-08-27) the whole document ----- -/--	6

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 4 April 2016	Date of mailing of the international search report 18/04/2016
--	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/051195

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 2012 219984 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30 April 2014 (2014-04-30) cited in the application the whole document -----	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/051195

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008031701	A1	20-03-2008	
		AU 2007296839 A1	20-03-2008
		BR PI0716818 A2	05-11-2013
		CN 101511655 A	19-08-2009
		DE 102006044022 A1	27-03-2008
		EP 2061683 A1	27-05-2009
		ES 2400690 T3	11-04-2013
		RU 2009114165 A	20-10-2010
		TW 200821200 A	16-05-2008
		US 2010019567 A1	28-01-2010
		WO 2008031701 A1	20-03-2008

WO 9608398	A1	21-03-1996	
		US 5579807 A	03-12-1996
		WO 9608398 A1	21-03-1996

US 3398993	A	27-08-1968	
		GB 1197789 A	08-07-1970
		US 3398993 A	27-08-1968

DE 102012219984	A1	30-04-2014	
		CN 104995072 A	21-10-2015
		DE 102012219984 A1	30-04-2014
		EP 2890596 A1	08-07-2015
		WO 2014067786 A1	08-05-2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60T8/17 B60T17/22 B60T8/52 B60T8/18 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60T		
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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2008/031701 A1 (SIEMENS AG [DE]; STAMMEN CHRISTIAN [DE]; SCHIFFERS TONI [DE]) 20. März 2008 (2008-03-20)	1,3-5
Y	Seite 12, Zeile 2; Abbildungen 1,2 Seite 12, Absatz 2 - Seite 13, Absatz 1 Seite 15, Absatz 2 - Seite 16, Absatz 1 Seite 13, Zeile 3	2,6
Y	----- WO 96/08398 A1 (TEC TRAN CORP [US]) 21. März 1996 (1996-03-21) das ganze Dokument	2
Y	----- US 3 398 993 A (SARBACH RONALD A ET AL) 27. August 1968 (1968-08-27) das ganze Dokument	6
	----- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
4. April 2016		18/04/2016
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 Dekker, Wouter

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 2012 219984 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30. April 2014 (2014-04-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/051195

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2008031701 A1	20-03-2008	AU 2007296839 A1	20-03-2008
		BR PI0716818 A2	05-11-2013
		CN 101511655 A	19-08-2009
		DE 102006044022 A1	27-03-2008
		EP 2061683 A1	27-05-2009
		ES 2400690 T3	11-04-2013
		RU 2009114165 A	20-10-2010
		TW 200821200 A	16-05-2008
		US 2010019567 A1	28-01-2010
		WO 2008031701 A1	20-03-2008

WO 9608398 A1	21-03-1996	US 5579807 A	03-12-1996
		WO 9608398 A1	21-03-1996

US 3398993 A	27-08-1968	GB 1197789 A	08-07-1970
		US 3398993 A	27-08-1968

DE 102012219984 A1	30-04-2014	CN 104995072 A	21-10-2015
		DE 102012219984 A1	30-04-2014
		EP 2890596 A1	08-07-2015
		WO 2014067786 A1	08-05-2014
