

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103303283 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 18

(21) 申请号 201310075728. 6

(22) 申请日 2013. 03. 11

(30) 优先权数据

102012203779. 9 2012. 03. 12 DE

(71) 申请人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 B. 托基克 D. 德罗特莱夫

T. 施珀里

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 梁冰 杨国治

(51) Int. Cl.

B60T 8/48(2006. 01)

B60T 13/66(2006. 01)

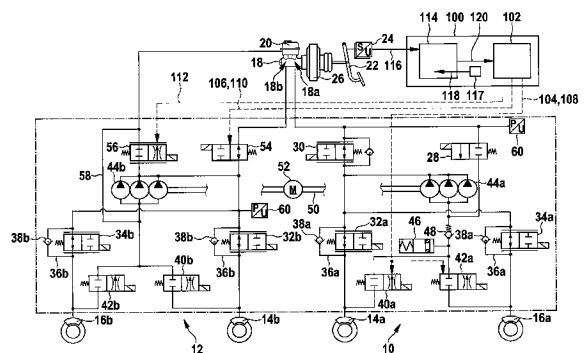
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

用于运行车辆制动系统的方法和车辆制动系统的控制装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于运行车辆制动系统的方法,其中在由车辆驾驶员对设置在制动系统的主制动缸(18)上的制动操纵元件(22)进行致动期间,将制动系统的第一制动回路(10)中的制动压力建立限制为第一制动回路(10)的存储器体积(46)的反应压力;其中附加地使第一制动回路(10)中的制动压力降低。此外本发明涉及一种用于车辆制动系统的控制装置(100)。



1. 一种用于运行车辆制动系统的方法,包括以下步骤:

在由车辆驾驶员对设置在制动系统的主制动缸(18)上的制动操纵元件(22)进行致动期间,通过将第一制动回路(10)的至少一个阀(40a,42a)这样控制到打开状态:使得制动液体经打开的所述至少一个阀(40a,42a)从主制动缸(18)和/或第一制动回路(10)移入到第一制动回路(10)的存储器体积(46)中,将制动系统的第一制动回路(10)中的制动压力建立限制为第一制动回路(10)的存储器体积(46)的反应压力;

其特征在于,包括以下步骤:

在将第一制动回路(10)中的制动压力建立限制为第一制动回路(10)的存储器体积(46)的反应压力期间,关闭通过其使制动系统的第二制动回路(12)与主制动缸(18)液压连接的分离阀(54);和

通过以下步骤附加地使第一制动回路(10)中的制动压力降低:

将第一制动回路(10)的、在限制第一制动回路(10)中的压力建立期间被控制到打开状态的至少一个阀(40a,42a)控制到关闭状态;

将所述分离阀(54)控制到打开状态;和

将第二制动回路(12)的、通过其使第二制动回路(12)与制动系统的制动液体容器(20)相连接的压力补偿阀(56)控制到打开状态。

2. 按权利要求1所述的方法,其中,在限制第一制动回路(10)中的压力建立期间和/或在附加地使第一制动回路(10)中的制动压力降低期间,借助于发电机对车辆施加一不等于零的发电机-制动力矩(bgen)。

3. 按权利要求1或2所述的方法,其中,至少一个车轮输出阀(40a,42a)作为所述至少一个阀(40a,42a)在限制第一制动回路(10)中的压力建立期间被控制到打开状态。

4. 按上述权利要求中任一项所述的方法,其中,在附加地使第一制动回路(10)中的制动压力降低之后,通过以下步骤执行将第一制动回路(10)中的制动压力建立为第一制动回路(10)的存储器体积(46)的反应压力:

将压力补偿阀(56)控制到关闭状态;

将分离阀(54)控制到打开状态;和

运行第二制动回路(12)的泵(44b)。

5. 按权利要求4所述的方法,其中,在第一制动回路(10)中的制动压力建立期间附加地将第二制动回路(12)的至少一个车轮输入阀(32b,34b)控制到关闭状态。

6. 按权利要求4或5所述的方法,其中,通过以下步骤附加地在第一制动回路(10)中实施压力建立:

将分离阀(54)控制到关闭状态;和

附加地运行第一制动回路的泵(44a)。

7. 按上述权利要求中任一项所述的方法,其中,如果对制动操纵元件(22)进行致动的制动操纵强度(116)低于一给定的阈值(118,b0),则仅执行限制第一制动回路(10)中的制动压力建立和/或附加地使第一制动回路(10)中的制动压力降低。

8. 按权利要求7所述的方法,其中,给定的阈值(118,b0)相当于跃入-限值。

9. 按权利要求7或8所述的方法,其中,所述给定的阈值(118,b0)相当于在0.15g和0.2g之间的车辆减速度。

10. 一种用于车辆制动系统的控制装置(100),包括:

阀和/或泵操控装置(102),借助于该阀和/或泵操控装置能通过如下方式将制动系统控制到受限的-制动压力建立-模式:借助于第一控制信号(104)能将制动系统的第一制动回路(10)的至少一个阀(40a,42a)这样控制到打开状态,使得在车辆驾驶员对设置在制动系统的主制动缸(18)上的制动操纵元件(22)进行致动期间能使制动液体经至少一个打开的阀(40a,42a)从主制动缸(18)和/或第一制动回路(10)移动到第一制动回路(10)的存储器体积(46)中,并且能将第一制动回路(10)中的制动压力建立限制为第一制动回路(10)的存储器体积(46)的反应压力,并且借助于第二控制信号(106)能使通过其使制动系统的第二制动回路(12)与主制动缸(18)液压连接的分离阀(54)被控制到关闭状态;

其中制动系统借助于阀和/或泵操控装置(102)能通过如下方式附加地被控制到压力降低-模式:第一制动回路(10)的此前借助于第一控制信号(104)来操控的所述至少一个阀(40a,42a)能借助于第三控制信号(108)被控制到关闭状态,分离阀(54)能借助于第四控制信号(110)被控制到打开状态,并且第二制动回路(12)的、通过其使第二制动回路(12)与制动系统的制动液体容器(20)相连接的压力补偿阀(56)能借助于第五控制信号112被控制到打开状态。

11. 按权利要求10所述的控制装置(100),其中,至少一个车轮输出阀(40a,42a)或至少一个高压切换阀(28)作为所述至少一个阀(40a,42a)能借助于第一控制信号(104)和第三控制信号(108)来操控。

12. 按权利要求10或11所述的控制装置(100),其中,制动系统能借助于阀和/或泵操控装置(102)附加地通过如下方式被控制到第一压力建立-模式中:压力补偿阀(56)能被控制到关闭状态,并且分离阀(54)能被控制到打开状态,并且第二制动回路(12)的泵(44b)能这样地被控制到激活模式,使得在压力降低-模式后在第一制动回路(10)中将制动压力建立限制为第一制动回路(10)的存储器体积(46)的反应压力。

13. 按权利要求12所述的控制装置(100),其中,制动系统借助于阀和/或泵操控装置(102)附加地能以如下方式被控制到第二压力建立-模式中:分离阀(54)能被控制到关闭状态,第一制动回路(10)的泵(44a)能这样地被控制到激活模式,使得在受限的-制动压力建立-模式和/或第一压力建立-模式之后能实施在第一制动回路(10)中的压力建立。

14. 按权利要求10至13中任一项所述的控制装置(100),其中,控制装置(100)附加地包括比较装置(114),借助于该比较装置使在对制动操纵元件(22)进行致动方面所提供的制动操纵强度(116)能与给定的阈值(118,b0)进行比较,并且,如果制动操纵强度(116)低于该阈值(118,b0),则能给阀和/或泵操控装置(102)输出一相应的比较信号(120),并且其中阀和/或泵操控装置(120)设计成,如果制动操纵强度(116)低于阈值(118,b0),则制动系统仅被控制到受限的-制动压力建立-模式和/或压力降低-模式。

用于运行车辆制动系统的方法和车辆制动系统的控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于运行车辆制动系统的方法。此外本发明涉及一种用于车辆制动系统的控制装置。

背景技术

[0002] 在 DE 196 04 134 A1 中公开了用于控制具有电驱动装置的机动车的制动设备的方法和装置。在制动车辆时在使用电驱动装置以同时给电池充电的情况下,由液压制动设备的至少一个轮制动缸对至少一个车轮施加的液压制动力矩尽管在制动踏板被致动的情况下也应降低/被去激活。为此,通过致动制动踏板而从主制动缸移动到车轮制动器的压力介质应通过以下方式受到反作用:通过打开液压制动设备的车轮排出阀使从主制动缸移出的压力介质经至少一个轮制动缸被输送到至少一个存储器腔中。以这种方式,由电驱动装置实施的再生制动应是可被屏蔽的。

发明内容

[0003] 本发明提出一种具有权利要求 1 的特征的、用于运行车辆制动系统的方法以及一种具有权利要求 11 的特征的、用于车辆制动系统的控制装置。

[0004] 本发明实现了:尽管对设置/连接在主制动缸上的制动操纵元件进行致动,也将制动压力调节为低于第一制动回路的存储器体积的反应压力。因此,尽管驾驶员向主制动缸直接执行制动,也能够可靠地阻止/避免在第一制动回路和第二制动回路中的制动压力建立。特别是,尽管对制动操纵元件——例如制动踏板——进行致动也能在两个制动回路中使制动压力保持接近零。

[0005] 根据本发明的方法和相应的控制装置特别是对于再生制动系统是有利的。但应当指出的是,本发明的应用可能性不限于再生制动系统。

[0006] 在本发明的一种实施方式中,不保留通常在相应于存储器体积的反应力/弹簧力进行屏蔽时出现的剩余打滑力矩。代替于此在两个车桥上的制动压力都可以降低到直至 0bar。

[0007] 在一种有利的实施方式中,在限制第一制动回路中的压力建立期间和/或在附加地使第一制动回路中的制动压力降低期间,借助于发电机对车辆施加一不等于零的发电机-制动力矩。因此,在两制动回路中相对于现有技术降低的制动压力可以用于,对车辆施加较大的发电机-制动力矩而不超过由驾驶员给定的理论-总-制动力矩。因此该有利的方法实现了例如给车辆电池的迅速充电。

[0008] 例如可以使至少一个车轮输出阀作为所述至少一个阀在限制第一制动回路中的压力建立期间被控制到打开状态。因此,为了实施该方法可以使用一般已经在第一制动回路中存在的阀。因此,该方法的实施不需要在制动系统上的附加部件。

[0009] 在一种有利的改进方案中,在附加地使第一制动回路中的制动压力降低之后,通过以下步骤执行将第一制动回路中的制动压力建立限制为第一制动回路的存储器体积的

反应压力：将压力补偿阀控制到关闭状态；将分离阀控制到打开状态；和运行第二制动回路的泵。借助于在此描述的方法步骤，可以使与此前经压力补偿阀被排出到制动液体容器中的量相应的制动液体返回到第一制动回路中或者一连接在第一制动回路上的主制动缸压力腔中。

[0010] 优选地，在第一制动回路中的制动压力建立期间附加地将第二制动回路的至少一个车轮输入阀控制到关闭状态。因此，能以简单的方式可靠地避免在第二制动回路的至少一个轮制动缸中的不希望的制动压力建立。

[0011] 在另一种有利的改进方案中，通过以下步骤附加地在第一制动回路中实施压力建立：将分离阀控制到关闭状态；和附加地运行第一制动回路的泵。借助于在此描述的方法步骤可以较为迅速地在第一制动回路中建立较高的制动压力。例如，可以借助于在此描述的方法步骤通过第一制动回路的轮制动缸的液压制动力矩的作用迅速地对最大可实施的发电机-制动力矩的降低作出反应。

[0012] 在一种有利的实施方式中，如果对制动操纵元件进行致动的制动操纵强度低于一给定的阈值，则仅执行限制第一制动回路中的制动压力建立和/或附加地使第一制动回路中的制动压力降低。在这种情况下制动系统基于借助在此描述的方法而有针对性地对阀或其液压线路图进行的切换而包括附加的/提高的“液压”空行程。因此不必在制动系统上形成附加的机械空行程。配备制动系统的车辆的驾驶员因此由于跃入效应而具有标准化的制动操作感觉/踏板感觉。由于液压地形成空行程确保了，与机械空行程的改变相比该空行程的改变可更简单、经济地实施并且能根据要求按照当前状况形成。

[0013] 例如给定的阈值可以相当于跃入-限值。特别是给定的阈值可以相当于在 0.15g 和 0.2g 之间的车辆减速度。因此，在此描述的方法可在不被驾驶员感觉到改变的制动操作感觉/踏板感觉的情况下实施。特别是当制动助力器/助力装置能与压力降低相当地降低助力时，该阈值可以选择成任意高。

[0014] 以上各段中描述的的优点在用于车辆再生制动系统的相应控制装置方面也得到确保。

附图说明

[0015] 下面借助附图来说明本发明的其它特征和优点。附图中：

图 1 示出了控制装置的一种实施方式的示意图；

图 2a 至 2e 示出了五个坐标系用以示出用于运行再生制动系统的方法的第一种实施方式；以及

图 3a 至 3e 示出了五个坐标系用以示出用于运行制动系统的方法的第二种实施方式。

具体实施方式

[0016] 图 1 示出了控制装置的一种实施方式的示意图。

[0017] 在图 1 中示意性示出的控制装置 100 和与之共同作用的制动系统可例如有利地用在混合动力车辆或电动车辆中。但进一步描述的制动系统的应用可能性不限于在混合动力车辆或电动车辆中的应用。

[0018] 制动系统具有第一制动回路 10 和第二制动回路 12，它们分别包括至少一个轮制

动缸 14a、14b、16a 和 16b。可选地,这两个制动回路 10 和 12 中的每一个具有两个轮制动缸 14a、14b、16a 和 16b。优选地,在这种情况下第一制动回路 10 的第一轮制动缸 14a 和第一制动回路 10 的第二轮制动缸 16a 配属于第一车桥,而第二制动回路 12 的第三轮制动缸 14b 和第二制动回路 12 的第四轮制动缸 16b 配属于另一车桥。例如,第一轮制动缸 14a 和第二轮制动缸 16a 可以配属于前桥,而第三轮制动缸 14b 和第四轮制动缸 16b 可以配属于后桥。但进一步描述的制动系统不限于这样的制动回路分布。配属于制动回路 10 和 12 的车轮例如也可以在车辆上对角布置或布置在车辆的一侧。

[0019] 制动系统包括一主制动缸 18,该主制动缸例如可实施成串联主制动缸。该主制动缸 18 可以包括至少一个可移动的活塞,该活塞至少部分地可移动到主制动缸 18 的至少一个压力腔 18a 或 18b 中。优选地,主制动缸 18 包括一可称为柱塞的第一可移动的活塞,该第一可移动的活塞至少部分地伸入到主制动缸 18 的、配属于第一制动回路 10 的第一压力腔 18a 中,主制动缸还包括一可称为浮塞的第二可移动的活塞,该第二可移动的活塞至少部分地伸入到主制动缸 18 的、配属于第二制动回路 12 的第二压力腔 18b 中。在一种优选实施方式中,浮塞可这样移动:在浮塞沿第一方向移动时第一压力腔 18a 的第一内容积减小,而第二压力腔 18b 的内容积增大。相应地,通过浮塞沿第二方向的移动可以使第一压力腔 18a 的内容积增大而同时第二压力腔 18b 的内容积减小。但控制装置 100 的应用可能性不限于串联主制动缸的应用或主制动缸 18 的特定构造。主制动缸 18 可以通过至少一个制动液体-交换口、例如通气口与制动液体存储器 20 相连接。

[0020] 制动系统优选包括一设置在主制动缸 18 上的制动操纵元件 22、例如制动踏板。有利地,制动操纵元件 22 这样设置在主制动缸 18 上,使得在以至少是最小制动操纵强度对制动操纵元件 22 实施致动时对制动操纵元件 22 施加的驾驶员制动力可被如此传递到至少一个可移动的活塞、例如柱塞和浮塞上:即活塞可借助驾驶员制动力移动。优选地,借助活塞的移动使主制动缸 18 的至少一个压力腔 18a 和 18b 中的内压升高。

[0021] 优选地,制动系统还包括至少一个制动操纵元件-传感器 24,借助该传感器可确定出由驾驶员对制动操纵元件 22 实施致动的操纵强度。制动操纵元件-传感器 24 例如可以包括踏板行程传感器、差位移传感器和/或杆位移传感器。但是,为检测出与驾驶员制动愿望相对应的操纵强度也可以使用其它类型的传感器装置,来替代或附加于在此所述的传感器类型。

[0022] 所示的制动系统还包括制动助力器 26、优选电动机械式的制动助力器 26。制动助力器 26 可以特别是持续可调的/持续可控的制动助力器。电动机械式的制动助力器 26 的特点是可变的强度。因此,借助一电动机械式的制动助力器 26 实现了,以简单的方式来影响在制动期间可被驾驶员感知的制动操纵力。代替电动机械式的制动助力器 26,与控制装置 100 共同作用的制动系统也可以具有其它类型的制动助力器 26。

[0023] 下面参照图 1 来描述制动系统的实施方式的其它部件。应当明确指出的是,进一步描述的制动系统部件仅是有利的制动系统的可能构造方案的示例。以下详细描述的控制装置 100 的优点在于,与之共同作用的制动回路 10 和 12 不确定于特定的构造或确定部件的使用。替代于此,制动回路 10 和 12 可以以高自由度被修改而同时并不影响控制装置 100 的应用可能性和优点:

制动回路 10 和 12 中的每个都设计成,只要驾驶员希望便能通过主制动缸 18 直接向轮

制动缸 14a、14b、16a 和 16b 进行制动。第一制动回路 10 包括高压切换阀 28 和转换阀 30，而第二制动回路 12 优选构造成不包括相应的阀。在第一制动回路 10 中，给第一轮制动缸 14a 配备第一车轮输入阀 32a，给第二轮制动缸 16a 配备第二车轮输入阀 34a，分别具有一与之并行延伸的旁通管路 36a 和在每个旁通管路 36a 中设置的止回阀 38a。附加地，给第一轮制动缸 14a 配备第一车轮输出阀 40a，给第二轮制动缸 16a 配备第二车轮输出阀 42a。相应地，也可以在第二制动回路 12 中，给第三轮制动缸 14b 配备第三车轮输入阀 32b，给第四轮制动缸 16b 配备第四车轮输入阀 34b。带有设置在其中的止回阀 38b 的旁通管路 36b 可以分别与第二制动回路 12 的两个车轮输入阀 32b 和 34b 中的每一个并行地延伸。此外，在第二制动回路 12 中也可以给第三轮制动缸 14b 配备第三车轮输出阀 40b，给第四轮制动缸 16b 配备第四车轮输出阀 42b。

[0024] 此外，制动回路 10 和 12 中的每一个都包括一泵 44a 和 44b，所述泵的抽吸侧与车轮排出阀 40a 和 42a 或 40b 和 42b 相连接，所述泵的输送侧导向车轮输入阀 32a 和 34a 或 32b 和 34b。第一制动回路 10 另外还包括一设置在车轮排出阀 40a 和 42a 与泵 44a 之间的存储器腔 46（例如低压存储器）和设置在泵 44a 和存储器腔 46 之间的过压阀 48。应当指出的是，存储器腔 46 可用作第一制动回路 10 的 ESP- 存储器腔。

[0025] 泵 44a 和 44b 可以设置在马达 52 的公共的轴 50 上。泵 44a 和 44b 中的每一个可以实施成三 - 活塞 - 泵。但代替三 - 活塞 - 泵也可以为泵 44a 和 44b 中的至少一个使用其它泵类型。以其它方式实施的调制系统、例如具有更多或更少活塞的泵、非对称泵或齿轮泵同样是可用的。因此，与控制装置 100 共同作用的制动系统可以实施成经修改的标准调制系统，特别是实施成六 - 活塞 - ESP- 系统。

[0026] 第二制动回路 12 还包括一分离阀 54，经该分离阀使第二制动回路 12 的上述部件与主制动缸连接。优选地，分离阀 54 设置在主制动缸与第二制动回路 12 的车轮输入阀 32b 和 34b 之间。此外，第二制动回路 12 经压力补偿阀 56 连接到制动液体存储器 20 处。优选地，压力补偿阀 56 连接在制动液体存储器 20 与第二制动回路 12 的（设置在输入阀上游的）泵 44b 的输送侧之间。经一与压力补偿阀 56 并行延伸的管路 58 使第二制动回路 12 的泵 44b 的抽吸侧与制动液体存储器 20 相连接。优选地，压力补偿阀 56 是一持续可调 / 持续可控的阀。但是，压力补偿阀 56 的构造可能性不限于特定的阀类型。此外，这两个制动回路 10 和 12 中的每一个可以还包括至少一个压力传感器 60，特别是用于确定前压和 / 或回路压力。

[0027] 上述制动系统可借助进一步实施的控制装置 100 来操控。但应当再次指出的是，进一步描述的控制装置 100 的使用可能性不限于与这样设计的制动系统的共同作用。替代于此，控制装置 100 也可以用于多种不同构造的制动系统，其具有一固定耦合 / 不可拆地连接在主制动缸 18 上的第一制动回路 10，该第一制动回路包括至少一个存储器体积（存储器腔 46）、一与主制动缸可解耦 / 可分离 / 可拆下的第二制动回路 12（线控制制动回路），该第二制动回路配备有分离阀 54：

控制装置 100 包括阀和 / 或泵操控装置 102，借助该阀和 / 或泵操控装置可以通过如下方式将制动系统控制到受限的 - 制动压力建立 - 模式中：第一制动回路 10 的至少一个阀 40a 和 42a 可借助第一控制信号 104 被控制到打开状态。因此，在由车辆驾驶员对设置在主制动缸 18 上的制动操纵元件 22 进行致动时，制动液体经所述至少一个打开的阀 40a 和 42a

从主制动缸 18 和 / 或第一制动回路 10 可被移到作为第一制动回路 10 存储器体积的存储器腔 46 中。由此,在将制动系统控制到受限的 - 制动压力建立 - 模式后尽管对制动操纵元件 22 进行致动也能将第一制动回路 10 中的制动压力建立限制到存储器腔 46 的反应压力,该存储器腔用作第一制动回路 10 的存储器体积。

[0028] 此外,借助阀和 / 或泵操控装置 102 可利用第二控制信号 106 将分离阀 54 控制到关闭状态,通过该分离阀使第二制动回路 12 与主制动缸 18 液压连接。因此,尽管对制动操纵元件 22 进行致动也能在第二制动回路 12 中阻止制动压力建立。

[0029] 此外,制动系统可借助阀和 / 或泵操控装置 102 附加地以下述方式控制到压力降低 - 模式中 :所述至少一个此前借助第一控制信号 104 操控的、第一制动回路 10 的阀 40a 和 42a 可借助于第三控制信号 108 被控制到关闭状态,分离阀 54 可借助于第四控制信号 110 控制到打开状态,而第二制动回路 12 的压力补偿阀 56 可(借助第五控制信号 112)被控制到打开状态,通过该压力补偿阀使第二制动回路 12 与制动液体容器 20 相连接。这一点引起制动液体移动(从第一制动回路 10 进入第一压力腔 18a 并且从第二压力腔 18b 经第二制动回路 12 进入制动液体容器),由此在第一制动回路 10 中存在的压力附加地可在作为第一制动回路 10 存储器体积使用的存储器腔 46 的反应压力下降低。该制动压力降低可以用于使借助(未示出的)发电机实施的发电机 - 制动力矩升高。因此,可以给配备制动系统的车辆的电池更迅速地充电,而不会在此情况下超出由驾驶员借助于对制动操纵元件 22 的致动而给定的车辆减速度。

[0030] 因此,配备有控制装置 100 的制动系统使高再生效率的优点与前桥屏蔽的可实施性相统一。此外,借助于控制装置 100 的使用实现了,对至少一个车桥、例如前桥实施屏蔽,而其在制动操纵元件 22 上的反作用是不可感知的。

[0031] 例如,第一制动回路 10 的至少一个车轮输出阀 40a 和 42a 或第一制动回路 10 的至少一个高压切换阀 28 可以作为所述至少一个阀 40a 和 42a 借助于第一控制信号 104 和第三控制信号 108 来操控。但代替在此所述的阀 40a 和 42a,也可以使其它的阀类型借助于控制信号 104 和 108 来操控。

[0032] 在一种有利的改进方案中,制动系统可以通过下述方式借助于阀和 / 或泵操控装置 102 附加地操控到第一压力建立 - 模式中 :压力补偿阀 56 可控制到关闭状态中并且分离阀 54 可控制到打开状态中,而第二制动回路 12 的泵 44b 可控制到激活模式中。因此,根据压力降低 - 模式可将在第一制动回路 10 中压力建立至少实施为用作第一制动回路 10 存储器体积的存储器腔 46 (借助于运行第二制动回路 12 的泵 44b)的反应压力。在此以有利方式使第二制动回路 12 的输入阀 32b 和 34b 关闭以阻止轮制动缸 14b 和 16b 中的压力建立。此外,可以通过下述方式使制动系统借助于阀和 / 或泵操控装置 102 附加地控制到第二压力建立 - 模式中 :分离阀 54 可被控制到关闭状态中并且第一制动回路 10 的泵 44a 可被控制到激活模式中,如此使得根据受限的 - 制动压力建立 - 模式和 / 或第一压力建立 - 模式能在第一制动回路 10 中实施(另外的)压力建立。例如,可以借助于第一制动回路 10 中的压力建立来补偿发电机 - 制动力矩的降低。

[0033] 在另一种有利的改进方案中,控制装置可以附加地包括比较装置 114,借助于该比较装置可使(例如由传感器 24)提供的、在对制动操纵元件的致动方面的制动操纵强度 116 与一给定的阈值 118 进行比较。(阈值 118 可以由存储器单元 117 提供。)如果制动操纵强

度 116 低于阈值 118, 可以借助于比较装置 114 对阀和 / 或泵操控装置 102 输出一相应的比较信号 120。在这种情况下, 阀和 / 或泵操控装置 102 优选设计成, 如果制动操纵强度 116 低于阈值 118, 将制动系统仅控制到受限的 - 制动压力建立 - 模式和 / 或压力降低 - 模式中。如下文更详尽描述地, 在该实施方式中借助于在第一制动回路 10 中的压力变化在考虑制动操纵强度 116 的情况下还可以引起如下的制动操作感觉: 该制动操作感觉与设计成具有空行程的制动系统的反应性能相应。因此, 在利用控制装置 100 的改进方案时还能以低延迟范围实现“液压的”空行程, 该空行程确保了高再生效率。“液压的”空行程的在结构方面的转换不带来机械成本。特别是不必使执行部件或其专门设计与机械的空行程相匹配。

[0034] 应当指出的是, 在应用控制装置 100 的改进方案时在可实现的“液压的”跃入范围中由驾驶员施加的驾驶员制动力 / 踏板力是几乎恒定的。因此, 驾驶员可以在可实现的“液压的”跃入范围中仅通过制动操纵行程 / 踏板行程来调节减速度或者说减速 (Verzögerung)。施加在制动操纵元件 22 上的驾驶员制动力与制动助力器 26 的助力之间的转换在该范围内理论上是无限制的。同时在跃入范围中可使制动系统中的压力变化实施成尽可能不被驾驶员感觉到。

[0035] 对于标准系统 (标准化的 ESP- 系统) 和混合变型方案可以借助于在此描述的技术应用相同的执行装置。因此, 无需为具有提高空行程的第二执行装置作出双倍花费。

[0036] 此外, 控制装置 100 可以附加地设计成, 实施进一步描述的方法步骤。因此在这里不再更详尽地描述控制装置 100 的另外的可实现的工作方式。

[0037] 图 2a 至 2e 示出了五个坐标系用以示出用于运行再生制动系统的方法的第一实施方式。

[0038] 出于更好地表达原因在使用上述再生制动系统的情况下进一步描述方法, 其中第一轮制动缸和第二轮制动缸配属于设计成前桥的第一车桥, 而第三轮制动缸和第四轮制动缸配属于设计成后桥的第二车桥。但方法的实施可能性不限于上述制动系统的应用, 也不限于轮制动缸的配属。

[0039] 在图 2a 至 2d 的坐标系中横坐标是时间轴 t 。图 2a 的坐标系的纵坐标绘出了制动力矩 b , 而图 2b 至 2d 的纵坐标示出了 (归一化的) 电流强度 I 。图 2e 的坐标系的横坐标示出了施加在第一车桥上的第一车桥制动力矩 ba_1 , 而图 2e 的坐标系的纵坐标示出了施加到第二车桥上的车桥制动力矩 ba_2 。

[0040] 直到时刻 t_0 , 借助于该方法描述的制动系统制动操纵元件都处于其初始位置 / 非致动位置。因此, 驾驶员直到时刻 t_0 都不对制动操纵元件施加力。

[0041] 从时刻 t_0 起驾驶员对制动操纵元件施加增大的力, 由此使制动操纵元件被移动。但在时间 t_0 与 t_1 之间由驾驶员要求的理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 低于借助于发电机 (例如在第一车桥上) 最大可实施的可能 - 发电机 - 制动力矩 b_{kann} 。因此, 可以在时间 t_0 和 t_1 之间将 (所实施的) 发电机 - 制动力矩 b_{gen} 设定成与理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 相当并且纯再生式地实施完全的驾驶员制动愿望。

[0042] 为了实施纯再生制动, 在时间 t_0 和 t_1 之间将制动系统第一制动回路中的制动压力建立 (尽管由车辆驾驶员对设置在制动系统主制动缸上的制动操纵元件进行致动) 限制为第一制动回路的存储器体积的反应压力。这一点通过如下方式实现: 将第一制动回路的至少一个车轮输出阀控制到打开状态, 如此使得制动液体经所述的至少一个打开的车轮输

出阀从主制动缸和 / 或第一制动回路移入到第一制动回路的存储器体积中。在第一制动回路的至少一个车轮输出阀构造造成无电流(stromlos)关闭的阀时,为此在时间 t_0 和 t_1 之间将一不等于零的控制信号 I_{av} (作为第一控制信号) 输出到第一制动回路的至少一个车轮输出阀。应当指出的是,代替至少一个车轮输出阀也可以应用第一制动回路的另外的阀来将制动液体输送到第一制动回路的存储器体积中。

[0043] 在时间 t_0 和 t_1 之间,使构造造成线控制动回路的第二制动回路与主制动缸解耦。这一点通过关闭分离阀来实现,通过该分离阀使制动系统的第二制动回路与主制动缸液压连接,而第一制动回路中的压力建立被限制到第一制动回路的存储器体积的反应压力。在分离阀构造造成无电流打开的阀的情况下,为此可以给分离阀提供不等于零的电流信号 I_t (作为第二控制信号)。此外,第二制动回路的、经其使第二制动回路与制动系统的制动液体容器相连接的压力补偿阀可以在时间 t_0 和 t_1 之间保留在关闭状态下。因此,在压力补偿阀构造造成无电流关闭的阀时,无需对压力补偿阀施加不等于零的电流信号 I_d 。

[0044] 因此,在时间 t_0 和 t_1 之间,驾驶员借助于其制动到第一制动回路中将一制动液体体积从主制动缸移出。但这不引起在轮制动缸中建立制动压力超过优选设计成低压存储器的存储器体积的反应压力。因此,在时间 t_0 和 t_1 之间由于所引起的、对在第一制动回路中的压力建立的限制,可以借助于至少一个(未示出)发电机对车辆施加不等于零的发电机 - 制动力矩。尽管施加不等于零的发电机 - 制动力矩,由于上述方法步骤可靠地确保:不超过由驾驶员借助于制动操纵给定的理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 。

[0045] 此外,在时间 t_1 和 t_2 之间可以附加地使第一制动回路中的制动压力降低(到低于第一制动回路的存储器体积的反应压力)。这一点通过以下方式实现,将第一制动回路的至少一个车轮输出阀控制到关闭状态,该至少一个车轮输出阀在限制第一制动回路中的压力建立期间被控制到打开状态。优选地,这一点通过等于零的电流信号 I_{av} (作为第三控制信号)实现。此外,在时间 t_1 和 t_2 之间分离阀被控制到打开状态。这一点能可靠地通过不等于零的电流信号 I_t (作为第四控制信号)来实现。为了希望的压力降低,在时间 t_1 和 t_2 之间还将第二制动回路的压力补偿阀控制到打开状态。这一点可通过一在时间 t_1 和 t_2 之间施加给压力补偿阀的不等于零的电流信号 I_d 实施。通过这种方式,可以使第一制动回路中的剩余压力降低,该剩余压力相当于存储器体积的反应压力 / 反压力、例如构造成低压存储器腔的存储器体积的低压存储器弹簧的反应压力 / 反压力。在这种情况下第二制动回路(后桥)的轮制动缸即使在所属的制动回路的车轮输入阀打开的情况下也不引起液压制动力矩,这是因为在压力补偿阀打开的情况下,轮制动缸的起动力矩一般高于“存储器压力”(大气压)。

[0046] 第一制动回路中制动压力的附加降低到低于存储器体积的反应压力可以用于在再生期间提高效率。因此,由驾驶员要求的理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 可以在时间 t_1 和 t_2 之间在理想情况下达到 100% 的发电机 - 制动力矩 b_{gen} 。

[0047] 在此处描述的方法实施方式中,在对制动操纵元件进行致动的制动操纵强度低于预先给定的阈值的情况下,仅执行第一制动回路中制动压力建立的限制和 / 或附加地降低第一制动回路中的制动压力。作为阈值例如可以给定极限 - 车辆减速度 b_0 、特别是在 $0.15g$ 与 $0.2g$ 之间。

[0048] 因此,在实施在此处描述的方法时可以通过有目的地切换阀为驾驶员引起“液压

的”空行程。这一点可以在借助于极限 - 车辆减速度 b_0 给定的跃入范围期间不出现踏板力波动的情况下实施。因此,驾驶员具有标准化的制动操作感觉 / 踏板感觉。

[0049] 在另一种优选实施方式中,当制动助力器 26 通过合适的操控借助于降低强度来补偿被降低的踏板力时,将对制动压力建立的降低 / 限制可以不被限制到一给定的阈值。

[0050] 从时间 t_2 起,由驾驶员给定的提高的理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 接近极限 - 车辆减速度 b_0 。因此,为了另外给驾驶员标准化的制动操作感觉 / 踏板感觉,从时间 t_2 起执行在第一制动回路中的制动压力建立。

[0051] 驾驶员可感觉到的第一制动回路中的制动压力建立能以两个阶段进行。在时间 t_2 和 t_3 之间,在第一制动回路中制动压力与第一制动回路的存储器体积的反应压力相等地建立。为此将压力补偿阀控制到关闭状态,并且将分离阀控制到打开状态。(给阀提供的电流信号 I_t 和 I_d 因此在时间 t_2 和 t_3 之间等于零)。此外,在时间 t_2 和 t_3 之间第二制动回路的至少一个泵借助于不等于零的泵 - 控制信号 I_p 控制到(激活)运行。优选地,在时间 t_2 和 t_3 之间还将第二制动回路的至少一个车轮输入阀控制到关闭状态。通过这种方式可阻止:对第一制动回路的泵的致动引起第二制动回路中的至少一个轮制动缸的制动压力建立。为了将第二制动回路的至少一个车轮输入阀控制到优选的关闭状态可以在第二制动回路的至少一个车轮输出阀构造无电流打开的阀的情况下向其提供不等于零的电流信号 I_{ev} 。

[0052] 通过上述方法步骤,可以使等于此前排出到制动液体容器中的量的制动液体体积被输送回到第一制动回路和 / 或主制动缸的配属于第一制动回路的压力腔中。

[0053] 在时间 t_3 和 t_4 之间实施第二压力建立阶段。(驾驶员因此从时间 t_4 起在制动到主制动缸中期间感觉一反压力。)在此,为了在第一制动回路中附加的压力建立将分离阀控制到关闭状态。在图 1 绘出的、分离阀作为无电流打开的阀的实施方案中,为此在时间 t_3 和 t_4 之间给分离阀施加不等于零的电流信号 I_t 。此外,在时间 t_3 和 t_4 之间这样运行第一制动回路的泵:即借助于其使被引入第一制动回路的存储器体积的制动液体至少部分地被送回到第一制动回路中。如果希望这样,可以通过这种方式完全清空第一制动回路的存储器体积。此外,可以使第二制动回路的压力补偿阀在该过程期间、例如借助于不等于零的电流信号 I_d 而被打开,以阻止:借助于第一制动回路的第一泵的运行而在第二制动回路中建立压力。

[0054] 在上一段中描述的过程可以这样实施:即在达到由驾驶员要求的理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 等于极限 - 总减速度 b_0 时,此前被移入第一制动回路的存储器体积的体积完全被送回到第一制动回路中,并且因此在第一制动回路中建立标准化的制动压力,其在制动操纵元件上引起通常的反力。与此并行地,发电机 - 制动力矩可以相应于在所引起的第一制动回路的轮制动缸的第一液压制动力矩 b_{h1} 上的制动力矩建立而降低。这一点可以这样实现:在车辆平面上的制动力矩分布和总减速度保持恒定。

[0055] 当在时刻 t_4 由驾驶员给定的理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 等于极限 - 总减速度 b_0 时,关闭压力补偿阀。分离阀保持关闭。由此,制动系统处于线控制动模式。因此在相关车桥上施加的、第二制动回路的轮制动缸的第二液压制动力矩 b_{h2} 保持等于零。

[0056] 因此,在时间 t_4 和 t_5 之间通过驾驶员提高理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 引起驾驶员对第一制动回路中的直接制动。同时,可以使发电机 - 制动力矩 b_{gen} 在时间 t_4 和 t_5 之间

与第二制动回路的理论分量 / 理论后桥制动分量相应地提高。这一点能以一策略与所设置的制动力分布相应地进行(见图 2e)。替代于此,也可以对第二制动回路 / 后桥的车桥实施(理论的)超制动以提高再生效率。应当指出的是,第二制动回路的完整的(理论的)分量 / 后桥分量即使在理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 超出极限 - 总减速度 b_0 / 在跃入范围外的情况下也被再生利用或可以被屏蔽。

[0057] 在时间 t_5 和 t_6 之间理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 是恒定的。在时间 t_6 和 t_7 之间,驾驶员将要求的理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 降低到等于极限 - 总减速度 b_0 的值。人们可以这样改写这一点:要求的理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 从时间 t_7 起再次进入到跃入范围中。在理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 低于极限 - 总减速度 b_0 时,可以再次无踏板反作用地切换到跃入范围(Jump - in - Bereich)中。为此在时间 t_7 和 t_8 之间,将第一制动回路的至少一个用于实施将制动压力建立限制到存储器体积反应压力的阀——在这种情况下是第一制动回路的至少一个车轮输出阀——控制到至少部分打开的状态。(术语“打开状态”理解成其中相应阀至少部分打开的状态。)这一点例如借助于在时间 t_7 和 t_8 之间不等于零的电流信号 I_{av} 实现。通过这种方式可以将制动液体从第一制动回路排出到第一制动回路的存储器体积中、例如排出到低压存储器腔中。所引起的缺失的、第一制动回路的第一液压制动力矩 b_{h1} 可以与之并行地通过再生制动、即提高的发电机 - 制动力矩 b_{gen} 施加。为了使由于第一制动回路的存储器体积的反应力而保留的剩余压力进一步降低,可以在时间 t_8 和 t_9 之间附加地还实施上述的、第一制动回路中的附加制动压力降低。为此将第二制动回路的压力补偿阀控制到打开状态。例如为此在时间 t_8 和 t_9 之间将一不等于零的电流信号 I_d 施加给第二制动回路的压力补偿阀。此外,在时刻 t_8 之前被控制到关闭状态的分离阀在时间 t_8 和 t_9 之间被控制到打开状态,例如借助于一等于零的电流信号 I_t 来控制。因此,从时刻 t_9 起在这两个制动回路中都存在一制动压力,该制动压力至少是小于第一制动回路的存储器体积的反应压力。特别是这两个制动回路中的压力可以都等于大气压。人们可以这样改写这一点:使这两个制动回路的轮制动缸的所有车轮压力都返回到(接近) 0bar。因此,从时刻 t_9 起,可以将这两个制动回路的轮制动缸的缺失的制动作用用于发电机的最大运行。通过这种方式使再生制动的效率可最大化。

[0058] 图 3a 至 3e 示出了五个坐标系用以示出用于运行制动系统的方法的第二种实施方式。图 3a 至 3e 的坐标系的在横坐标和纵坐标方面参见上述实施方式。

[0059] 在图 3a 至 3e 中绘出的方法在时间 t_0 至 t_6 之间包括上面已经描述的方法步骤。因此在此省去对这些方法步骤的再次说明。

[0060] 从时刻 t_6 起,使最大可实施的可能 - 发电机 - 制动力矩 b_{kann} 降低,例如出于借助于发电机可充电的车辆电池的充电状态和 / 或车辆的当前速度降低到接近发电机 - 使用 - 最低速度的原因。如下文仍要说明的,该方法也可以对这样的状况作出反应。

[0061] 在时刻 t_{11} ,最大可实施的可能 - 发电机 - 制动力矩 b_{kann} 等于所实施的发电机 - 制动力矩 b_{gen} 。但最大可实施的可能 - 发电机 - 制动力矩 b_{kann} 的进一步降低可以通过第一制动回路中的附加压力建立和 / 或通过从主制动缸解耦的第二制动回路(线控制制动回路)中的压力建立来补偿。因此,尽管最大可实施的可能 - 发电机 - 制动力矩 b_{kann} 降低也能可靠地维持由驾驶员要求的理论 - 总 - 制动力矩 b_{ges} 。在图 3a 至 3e 的实施方式中,为此借助于不等于零的泵 - 操控信号 I_p 将第二制动回路的至少一个泵激活,以通过从制动

液体存储器向第二制动回路泵送制动液体而在第二制动回路的轮制动缸中建立不等于零的制动压力。通过这种方式,从时刻 t_{11} 起可以建立第二制动回路的不等于零的第二液压制动力矩 b_{h2} 。

[0062] 应当指出的是,在“理论的”跃入范围期间也能过以下方式对降低的最大可实施的可能 - 发电机 - 制动力矩 b_{kann} 作出反应:在第一制动回路中和 / 或在从主制动缸解耦的第二制动回路中建立制动压力。优选地,在这种情况下为在第一制动回路中建立制动压力而使第一制动回路的车轮排出阀关闭,然后将与可用的发电机 - 制动力矩相应的液压体积移入到第一制动回路的存储器体积中。接着驾驶员可以再次向第一制动回路中执行液压制动并且制动压力可以借助于第一制动回路的至少一个泵来调节。优选地,总是首先将固定连接在主制动缸上的车桥 / 第一制动回路再次液压填充,然后在第二制动回路中 / 在线控制制动回路中建立激活的压力。

[0063] 上述方法的实施确保了通过再生制动有利地回收制动能量。在此一般用作车辆电驱动马达的发电机可以这样运行:即产生一制动力矩。由此产生的电能可以回存到一存储器中。在稍后需要时可以应用该能量、例如用于使车辆加速。因此,上述方法提供了有利的措施用来在车辆行驶期间降低燃料消耗以及有害物质排放。

[0064] 所述方法还提供了如下优点:待屏蔽的体积几乎完全存储 / 收藏在所属的制动回路中。因此,为了实施所述方法必须在存储器 / 主制动缸和制动回路之间移动较少的制动液体。这样还确保了迅速的可实施性和所用泵的低负载。

[0065] 应当指出的是,上述方法也可以应用在发电机设置在后桥上的车辆上。同样地,上述方法可应用在其中发电机作用在所有四个车轮上的车辆上。特别是在发电机设置在后桥上的情况下,也可以应用后桥超制动的策略以提高再生效率。在这样的实施方法的情况下也实现了,避免执行装置中的附加空行程。

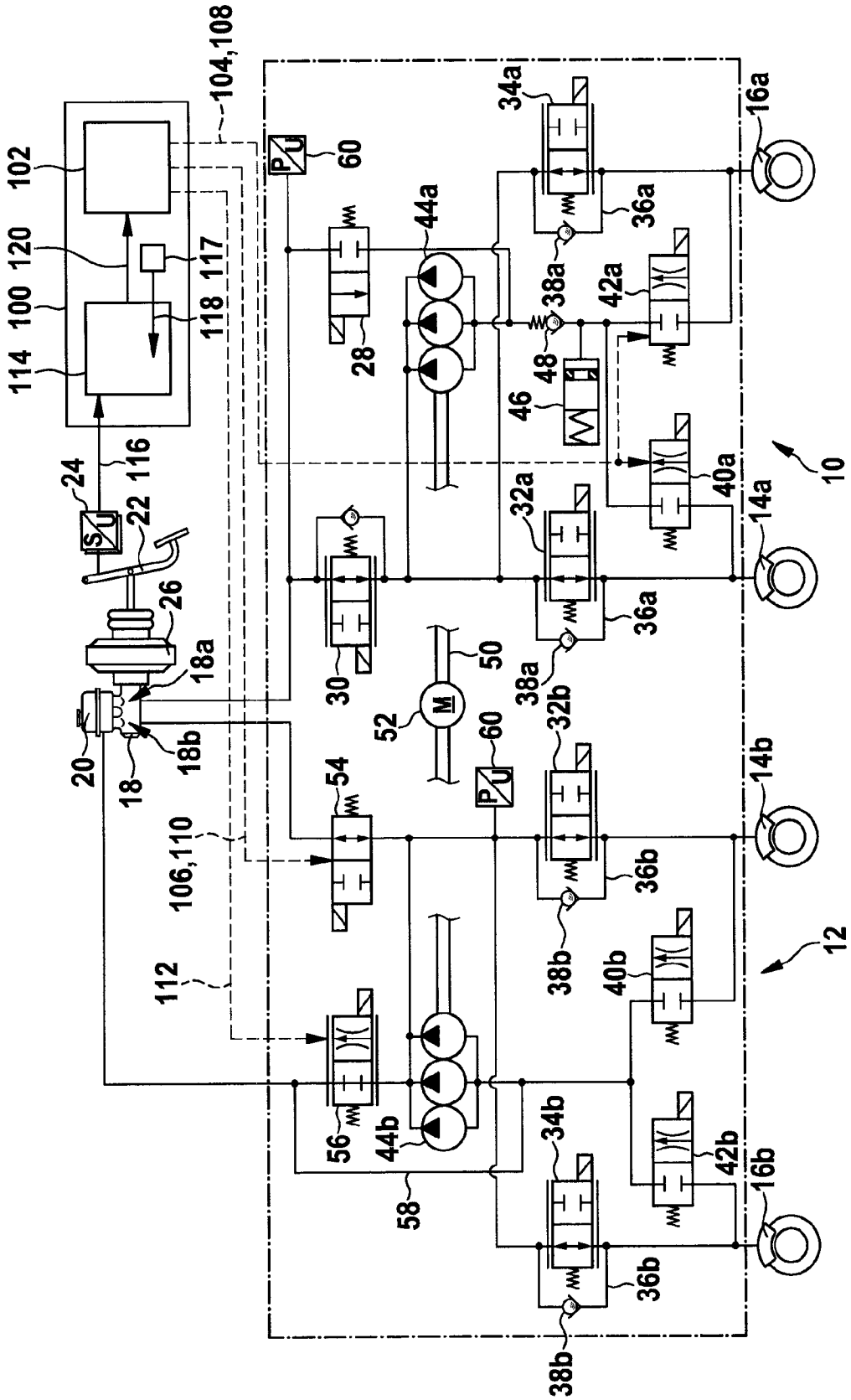


图 1

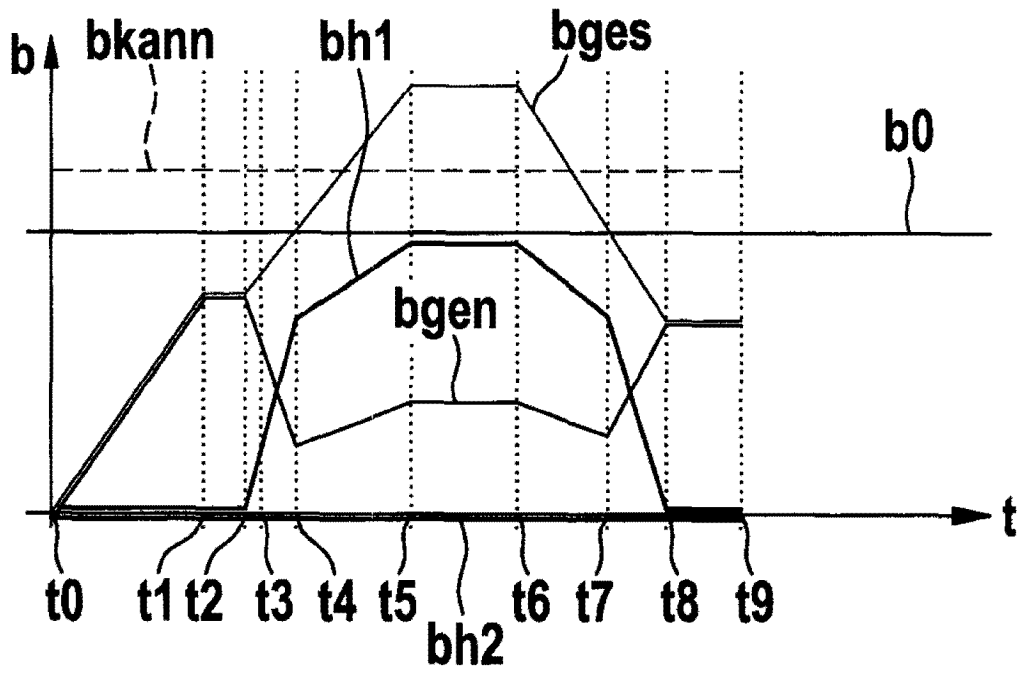


图 2a

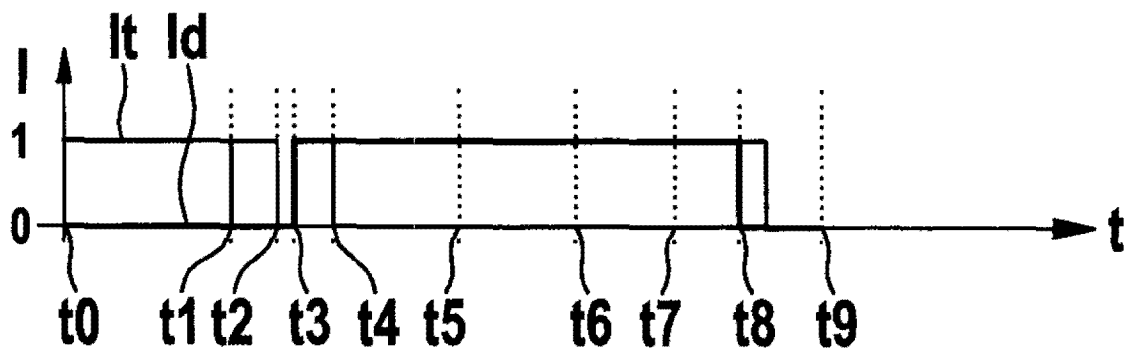


图 2b

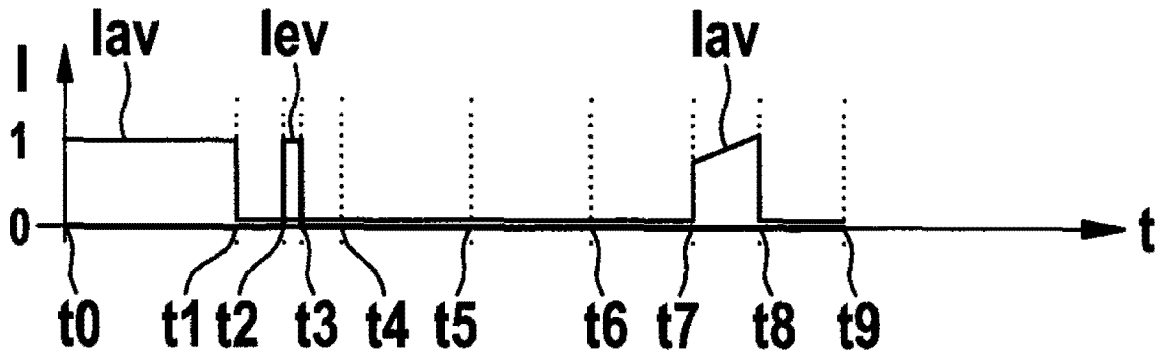


图 2c

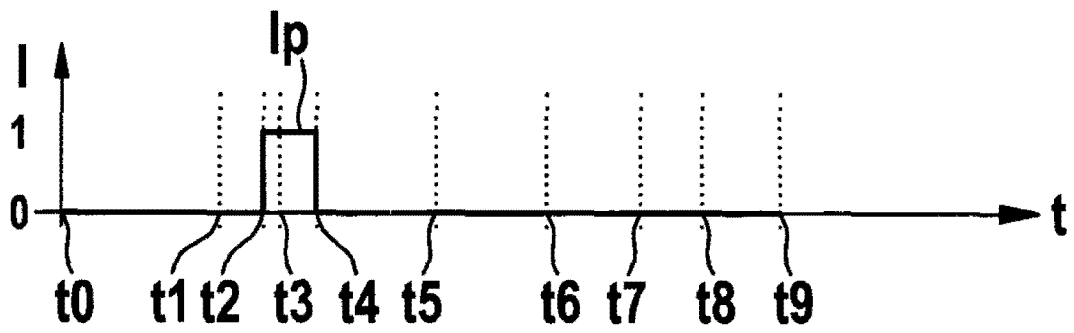


图 2d

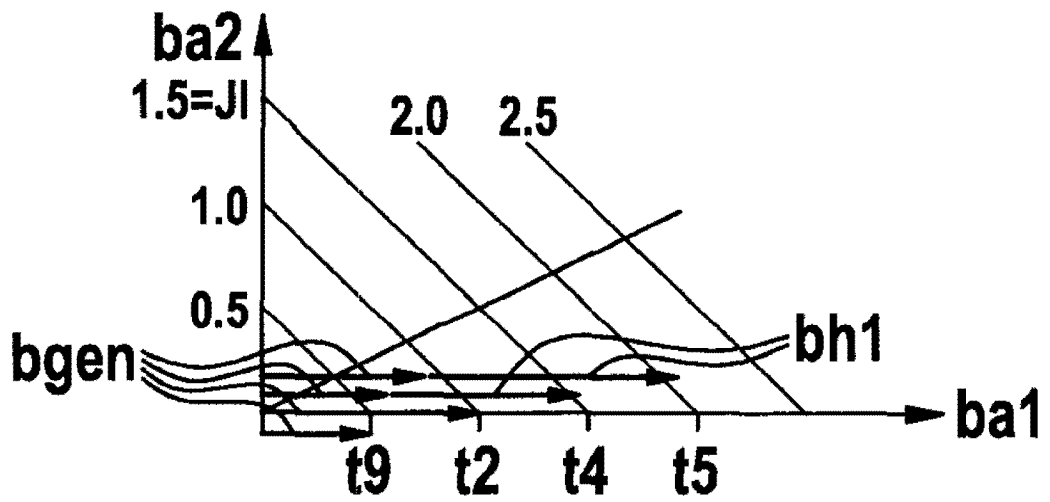


图 2e

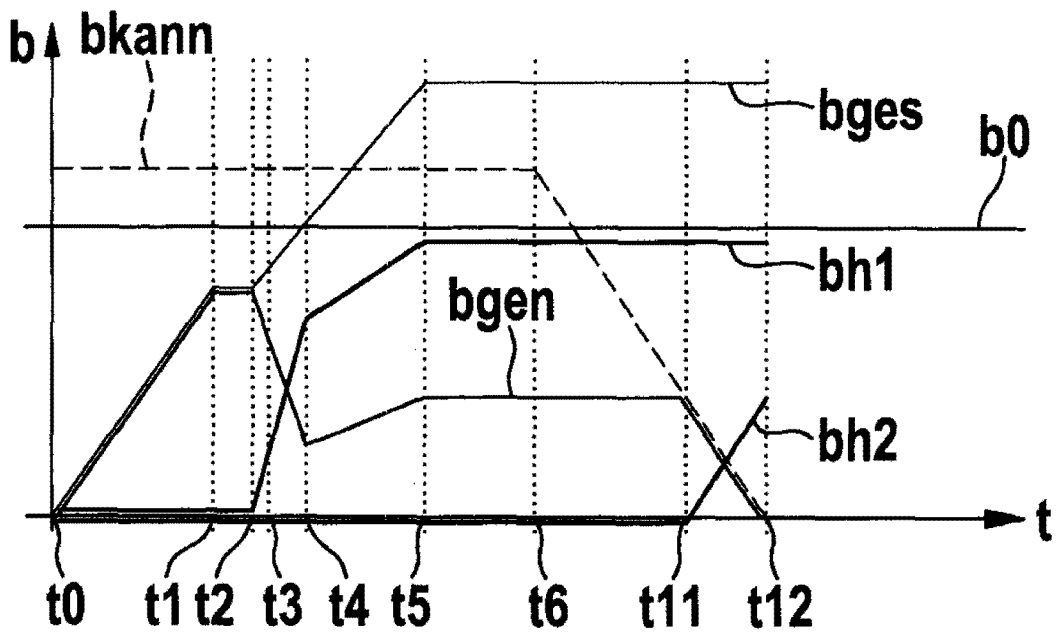


图 3a

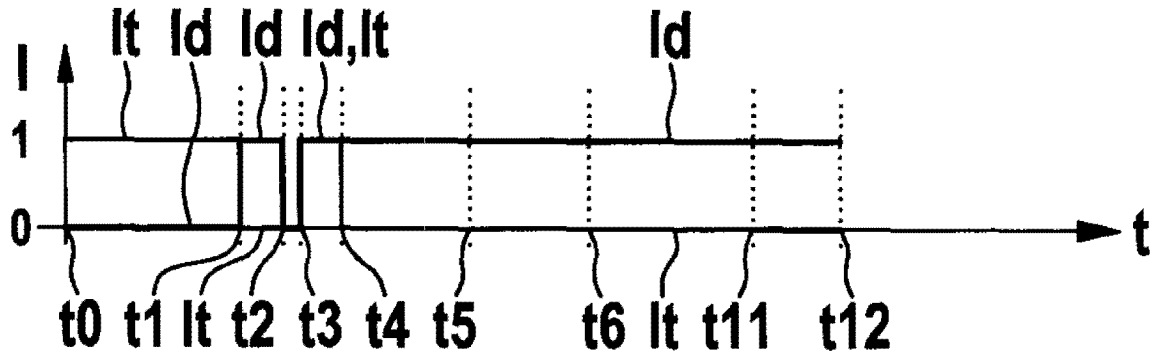


图 3b

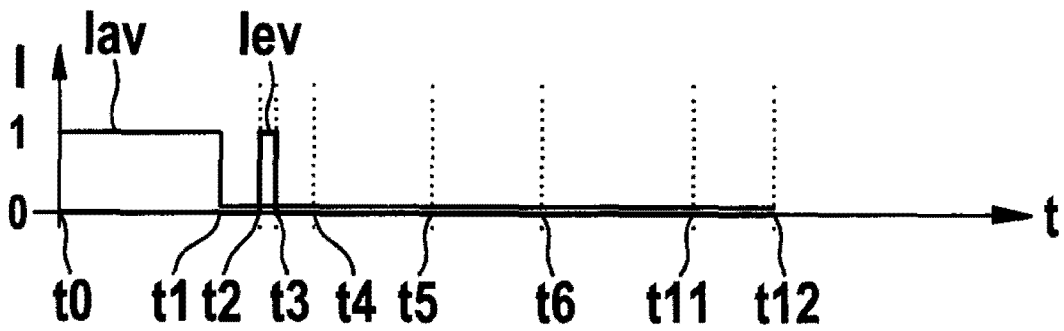


图 3c

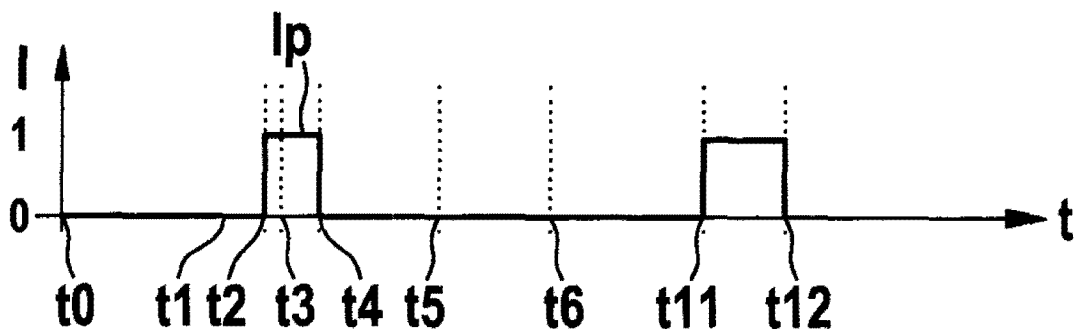


图 3d

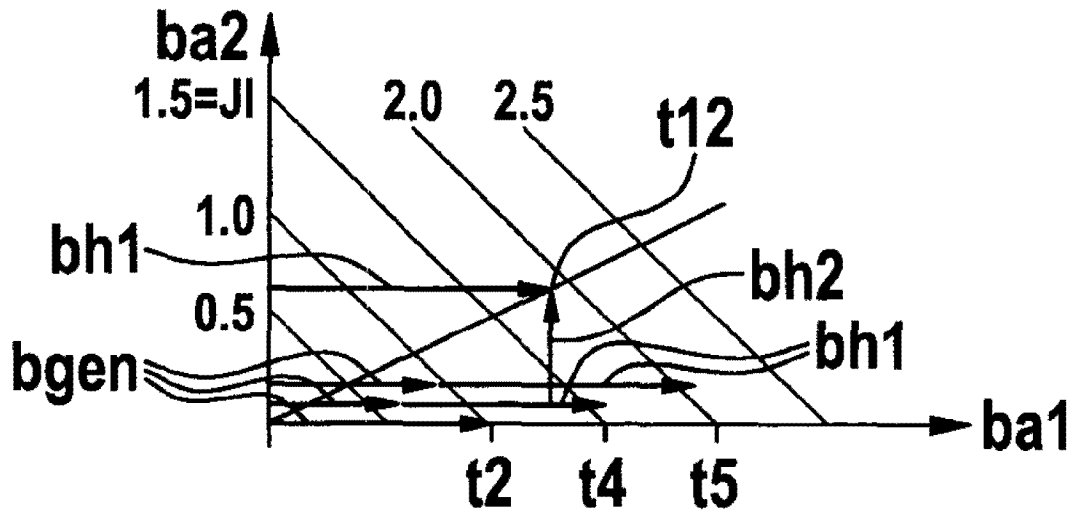


图 3e