



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101362460 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 24

(21) 申请号 200810145639. 3

(22) 申请日 2008. 08. 07

(30) 优先权数据

2007-208869 2007. 08. 10 JP

(73) 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

(72) 发明人 西野公雄 印南敏之 松原谦一郎  
菅原俊晴(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专  
利商标事务所 11038

代理人 李镇江

(51) Int. Cl.

B60T 8/44 (2006. 01)

B60T 8/94 (2006. 01)

B60T 8/48 (2006. 01)

B60T 17/18 (2006. 01)

(56) 对比文件

W0 2007/031398 A1, 2007. 03. 22, 说明书第  
7 页第 20 行至第 11 页第 29 行、附图 1.US 6161904 A, 2000. 12. 19, 说明书第 2 栏第  
7 行至第 6 栏第 20 行、附图 1 至 3.W0 2007/034961 A1, 2007. 03. 29, 说明书第  
0029 段至第 0050 段、附图 1.

CN 1211235 C, 2005. 07. 20, 全文.

审查员 王敏

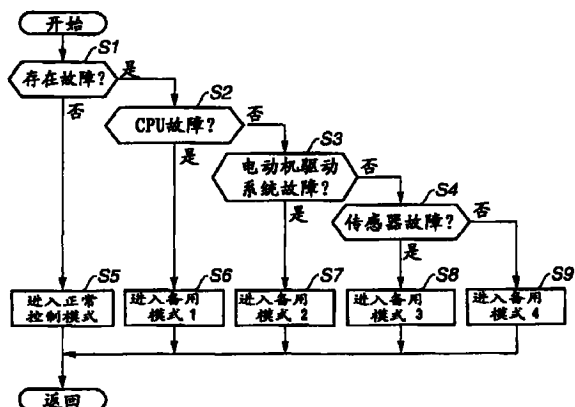
权利要求书5页 说明书19页 附图4页

(54) 发明名称

制动控制装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于车辆的制动控制装置,其包括:主缸,用于根据制动踏板的操作来提升轮缸压;助力器,用于通过独立于所述制动踏板的操作地操作所述主缸,来提升所述轮缸压;带有液压源的压力调节器,用于独立于所述主缸的操作地提升所述轮缸压;以及控制部,该控制部包括用于控制所述助力器的第一控制器和用于控制所述压力调节器的第二控制器。所述控制部检测助力器和第一控制器中的至少一个处于故障状态;根据所述故障状态来选择备用模式之一,其中所述备用模式以不同的方式限制助力器和压力调节器中的至少一个的操作;并且按照所选备用模式来控制所述轮缸压。



1. 一种制动控制装置,包括:

主缸,其被设置为根据车辆的输入设备的操作来提升该车辆的轮缸的内压;

主缸压力传感器,其被设置为测量主缸的内压;

助力器,其被设置为通过独立于所述输入设备的操作地操作所述主缸,来提升所述轮缸的内压;

带有液压源的压力调节器,其被设置为独立于所述主缸的操作地提升所述轮缸的内压;以及

控制部,其包括:

第一控制器,其连接到助力器用以进行信号通信,并被配置为控制助力器以使由主缸压力传感器测量的主缸的内压符合自动制动的期望值;和

第二控制器,其连接到压力调节器用以进行信号通信,并被配置为控制压力调节器,所述控制部被配置为:

检测助力器和第一控制器中的至少一个处于故障状态;

检测主缸压力传感器处于故障状态;

根据助力器和第一控制器中的所述至少一个的故障状态来选择备用模式之一,其中所述备用模式以不同的方式限制助力器和压力调节器中至少一个的操作;

按照所选备用模式来控制所述轮缸的内压;以及

响应于检测到主缸压力传感器处于故障状态,在自动制动控制下禁止基于由主缸压力传感器测量的主缸的内压来控制助力器。

2. 根据权利要求1所述的制动控制装置,还包括第二传感器,其被设置为收集用于测量输入设备的操作量的信息,其中:

第一控制器包括:

处理器;和

设置为监视处理器的状态的电路;

第一控制器被设置为响应于检测到处理器处于故障状态而向第二控制器发送表示请求备用模式的信号;并且

第二控制器被设置为响应于接收到该信号通过根据测得的输入设备的操作量而操作压力调节器,来控制轮缸的内压。

3. 根据权利要求2所述的制动控制装置,其中,所述输入设备包括制动踏板,并且所述第二传感器包括设置用来测量制动踏板的行程的行程传感器。

4. 根据权利要求1所述的制动控制装置,还包括设置为收集用于测量输入设备的操作量的信息的第二传感器,其中:

助力器包括设置用于操作主缸的电动机;

第一控制器包括:

被配置用于驱动电动机的驱动器;和

被配置用于监视驱动器的状态的电路;

第一控制器被配置为响应于检测到驱动器处于故障状态而向第二控制器发送表示请求备用模式的信号;并且

第二控制器被配置为响应于接收到所述信号根据测得的输入设备的操作量操作压力

调节器,来控制轮缸的内压。

5. 根据权利要求4所述的制动控制装置,其中,主缸包括被设置用于提升主缸的内压的活塞,并且助力器包括被设置用于通过向主缸的活塞传送电动机的输出扭矩来移动该活塞的机构。

6. 根据权利要求1所述的制动控制装置,还包括设置为收集用于测量输入设备的操作量的信息的第二传感器,其中,第一控制器被配置为:

检测所述主缸压力传感器和第二传感器中的至少一个处于故障状态;并且

响应于检测到所述主缸压力传感器和第二传感器中的至少一个处于故障状态而通过根据一组正常的主缸压力传感器和第二传感器的输出操作助力器,来控制轮缸的内压。

7. 根据权利要求6所述的制动控制装置,其中,所述输入设备包括制动踏板,所述第二传感器包括设置用于测量制动踏板的行程的多个行程传感器。

8. 根据权利要求7所述的制动控制装置,其中:

主缸包括设置用于提升主缸的内压的活塞;

助力器包括设置用于操作主缸的电动机;

控制部被配置为:

根据主缸的内压的期望值,设置主缸的活塞的期望位移,其中该期望位移获得主缸的内压的期望值;并且

根据电动机的旋转量来估计主缸的活塞的实际位移;并且

第一控制器被配置为:

检测主缸压力传感器处于故障状态;并且

响应于检测到主缸压力传感器处于故障状态,通过在自动制动控制下独立于输入设备的操作地操作助力器以使活塞的估计的实际位移符合期望位移,来控制轮缸的内压。

9. 根据权利要求7所述的制动控制装置,其中:

主缸包括设置用于提升主缸的内压的活塞;

助力器包括设置用于操作主缸的电动机;

控制部被配置为:

根据主缸的内压的期望值,设置主缸的活塞的期望位移;并且

根据电动机的旋转量来估计主缸的活塞的实际位移;并且

第一控制器被配置为:

检测主缸压力传感器处于故障状态;并且

响应于检测到主缸压力传感器处于故障状态,通过根据测得的制动踏板的行程利用助力器调节活塞的位移以将主缸的内压提升恒定放大因数,来控制轮缸的内压。

10. 根据权利要求6所述的制动控制装置,其中:

主缸包括设置用于提升主缸的内压的活塞;

助力器包括设置用于操作主缸的电动机;

控制部被配置为:

根据主缸的内压的期望值,设置主缸的活塞的期望位移,其中该期望位移获得主缸的内压的期望值;并且

根据电动机的旋转量来估计主缸的活塞的实际位移;并且

第一控制器被配置为：

检测主缸压力传感器处于故障状态；并且

响应于检测到主缸压力传感器处于故障状态，通过在自动制动控制下独立于输入设备的操作地操作助力器以使活塞的估计的实际位移符合期望位移，来控制轮缸的内压。

11. 根据权利要求 6 所述的制动控制装置，其中：

主缸包括设置用于提升主缸的内压的活塞；

输入设备包括制动踏板；

第二传感器包括：

行程传感器，其被设置用于测量制动踏板的行程；

助力器包括设置用于操作主缸的电动机；

控制部被配置为：

根据主缸的内压的期望值，设置主缸的活塞的期望位移；并且

根据电动机的旋转量来估计主缸的活塞的实际位移；并且

第一控制器被配置为：

检测主缸压力传感器处于故障状态；并且

响应于检测到主缸压力传感器处于故障状态，通过根据测得的制动踏板的行程利用助力器调节活塞的位移以将主缸的内压提升恒定放大因数，来控制轮缸的内压。

12. 一种制动控制装置，包括：

主缸，其被设置为根据车辆的输入设备的操作来提升该车辆的轮缸的内压；

助力器，其被设置为通过独立于所述输入设备的操作地操作所述主缸，来提升所述轮缸的内压，该助力器包括设置用于操作所述主缸的电动机；

带有液压源的压力调节器，其被设置为独立于所述主缸的操作地提升所述轮缸的内压；

多个传感器，其被设置为收集用于测量输入设备的操作量的信息；以及

控制部，其包括：

第一控制器，其连接到助力器用以进行信号通信，并被配置为控制所述助力器，第一控制器包括处理器和配置用于驱动电动机的驱动器；和

第二控制器，其连接到压力调节器用以进行信号通信，并被配置为控制所述压力调节器，

所述控制部被配置为：

检测助力器、第一控制器和传感器中的至少一个处于故障状态；

根据所述故障状态来选择备用模式之一，其中所述备用模式以不同的方式限制助力器和压力调节器中的至少一个的操作，所述备用模式包括第一、第二和第三备用模式；

响应于检测到第一控制器的处理器处于故障状态而选择第一备用模式；

响应于检测到第一控制器的驱动器处于故障状态而选择第二备用模式；

响应于检测到多个传感器中的至少一个处于故障状态而选择第三备用模式；并且

按照所选备用模式来控制所述轮缸的内压。

13. 根据权利要求 12 所述的制动控制装置，其中：

第一控制器包括配置用于监视处理器的状态的电路；

第一控制器被配置为响应于检测到处理器处于故障状态而向第二控制器发送表示请求第一备用模式的第一信号 ;并且

第二控制器被配置为响应于接收到第一信号,通过根据测得的输入设备的操作量而操作压力调节器,来控制轮缸的内压。

14. 根据权利要求 13 所述的制动控制装置,其中 :

第一控制器包括配置用于监视驱动器的状态的电路 ;

第一控制器被配置为响应于检测到驱动器处于故障状态而向第二控制器发送表示请求第二备用模式的第二信号 ;并且

第二控制器被配置为响应于接收到第二信号,根据测得的输入设备的操作量操作压力调节器,来控制轮缸的内压。

15. 根据权利要求 12 至 14 中任一项所述的制动控制装置,其中,第一控制器被配置为 :

响应于检测到所述多个传感器中的至少一个处于故障状态而在第三备用模式下通过根据一组正常传感器的输出而操作助力器,来控制轮缸的内压。

16. 根据权利要求 12 所述的制动控制装置,其中,主缸包括设置用于提升主缸的内压的活塞,并且助力器包括设置用于通过向主缸的活塞传送电动机的输出扭矩来移动该活塞的机构。

17. 根据权利要求 12 所述的制动控制装置,其中,所述控制部被配置为在所选备用模式下时执行告警操作。

18. 根据权利要求 12 所述的制动控制装置,其中,所述控制部被配置为执行 :

第一操作,用于关于选择第一备用模式而确定第一控制器的处理器是否处于故障状态 ;

第二操作,用于在第一操作之后关于选择第二备用模式而确定第一控制器的驱动器是否处于故障状态 ;和

第三操作,用于在第三操作之后关于选择第三备用模式确定传感器中的至少一个是否处于故障状态。

19. 一种制动控制装置,包括 :

主缸,其被设置为根据车辆的输入设备的操作来提升该车辆的轮缸的内压 ;

助力装置,用于通过独立于所述输入设备的操作地操作所述主缸来提升所述轮缸内压,该助力装置包括设置用于操作所述主缸的电动机 ;

压力调节装置,用于独立于所述主缸的操作地提升所述轮缸内压,该压力调节装置包括有液压源 ;

收集用于测量所述输入设备的操作量的信息的装置 ;

用于控制所述助力装置的第一控制装置,该第一控制装置包括有处理器以及用于驱动所述电动机的驱动装置 ;

用于控制所述压力调节装置的第二控制装置 ;

用于检测助力装置与第一控制装置中的至少一个处于故障状态的装置 ;

用于根据故障状态选择备用模式之一的装置,其中所述备用模式以不同的方式限制助力装置和压力调节装置中的至少一个的操作,所述备用模式包括第一和第二备用模式 ;

检测处理器处于故障状态并且响应于检测到处理器处于故障状态而生成表示请求第一备用模式的第一信号的装置；

检测驱动装置处于故障状态并且响应于检测到驱动装置处于故障状态而生成表示请求第二备用模式的第二信号的装置；

响应于生成第一信号和第二信号中的至少一个，通过根据测得的输入设备的操作量来操作压力调节装置从而控制轮缸内压的装置。

20. 根据权利要求 19 所述的制动控制装置，其中：

所述用于测量输入设备的操作量的装置包括多个测量装置，用于测量输入设备的操作量；

该制动控制装置还包括：

用于检测所述多个测量装置中的至少一个处于故障状态的装置；并且

用于响应于检测到所述多个测量装置中的至少一个处于故障状态而通过根据一组正常测量装置的输出操作助力装置从而控制轮缸内压的装置。

21. 根据权利要求 20 所述的制动控制装置，其中，主缸包括设置用于提升主缸的内压的活塞，并且助力装置包括用于通过向主缸的活塞传送电动机的输出扭矩来移动该活塞的装置。

## 制动控制装置

### 技术领域

[0001] 本发明总体上涉及一种制动控制装置或系统,该制动控制装置或系统包括:主缸,其被设置为根据车辆的输入设备的操作提升该车辆的轮缸的内压(轮缸压);助力器系统,用于通过独立于所述输入设备的操作地操作所述主缸来提升所述轮缸压;以及带有液压源的压力调节器系统,用于独立于所述主缸的操作地提升所述轮缸压。本发明尤其涉及一种即使在助力器系统故障时也能够控制轮缸压的制动控制装置。

### 背景技术

[0002] PCT 国际公开 No. W098/35867 公开了一种汽车制动系统,该汽车制动系统包括:制动助力器,用于通过操作主缸来辅助制动踏板的操作;和 ABS(反锁制动系统),其设置有液压泵。当制动助力器故障时,制动系统通过操作液压泵而非制动助力器来控制轮缸压。

### 发明内容

[0003] 本发明致力于提供一种制动控制装置,该制动控制装置即使在助力器系统故障时也能够可能的情况下通过操作助力器系统控制轮缸压来产生驾驶员所期望的适当制动力。

[0004] 根据本发明的一方面,提供了一种制动控制装置,该制动控制装置包括:主缸,其被设置为根据车辆的输入设备的操作来提升该车辆的轮缸的内压;助力器,其被设置为通过独立于所述输入设备的操作地操作所述主缸,来提升所述轮缸内压;带有液压源的压力调节器,其被设置为独立于所述主缸的操作地提升所述轮缸内压;以及控制部,其包括第一控制器和第二控制器,所述第一控制器连接到助力器用以进行信号通信并被配置为控制所述助力器,所述第二控制器连接到压力调节器用以进行信号通信并被配置为控制所述压力调节器,所述控制部被配置为:检测助力器和第一控制器中的至少一个处于故障状态;根据所述故障状态来选择备用模式之一,其中所述备用模式以不同的方式限制助力器和压力调节器中的至少一个的操作;并且按照所选备用模式来控制所述轮缸内压。

[0005] 根据本发明的另一方面,提供了一种制动控制装置,该制动控制装置包括:主缸,其被设置为根据车辆的输入设备的操作来提升该车辆的轮缸的内压;助力器,其被设置为通过独立于所述输入设备的操作地操作所述主缸来提升所述轮缸内压,该助力器包括设置用于操作所述主缸的电动机;带有液压源的压力调节器,其被设置为独立于所述主缸的操作地提升所述轮缸内压;多个传感器,其被设置为收集用于测量所述输入设备的操作量的信息;以及控制部,其包括第一控制器和第二控制器,所述第一控制器连接到助力器用以进行信号通信并被配置为控制所述助力器,该第一控制器包括处理器和配置用于驱动所述电动机的驱动器,所述第二控制器连接到压力调节器用以进行信号通信并被配置为控制所述压力调节器,所述控制部被配置为:检测助力器和第一控制器中的至少一个处于故障状态;根据所述故障状态来选择备用模式之一,其中所述备用模式以不同的方式限制助力器和压力调节器中的至少一个的操作,所述备用模式包括第一、第二、第三备用模式;响应于检测

到第一控制器的处理器处于故障状态而选择第一备用模式；响应于检测到第一控制器的驱动器处于故障状态而选择第二备用模式；响应于检测到至少一个传感器处于故障状态而选择第三备用模式；并且按照所选备用模式来控制所述轮缸内压。

[0006] 根据本发明的再一方面，提供了一种制动控制装置，该制动控制装置包括：主缸，其被设置为根据车辆的输入设备的操作来提升该车辆的轮缸的内压；助力装置，用于通过独立于所述输入设备的操作地操作所述主缸来提升所述轮缸内压，该助力装置包括设置用于操作所述主缸的电动机；压力调节装置，用于独立于所述主缸的操作地提升所述轮缸内压，该压力调节装置包括有液压源；收集用于测量所述输入设备的操作量的信息的装置；用于控制所述助力装置的第一控制装置，其包括有处理器以及用于驱动所述电动机的驱动装置；用于控制所述压力调节装置的第二控制装置；用于检测助力装置与第一控制装置中的至少一个处于故障状态的装置；用于根据故障状态选择备用模式之一的装置，其中所述备用模式以不同的方式限制助力装置和压力调节装置中的至少一个的操作，所述备用模式包括第一和第二备用模式；检测处理器处于故障状态并且响应于检测到处理器处于故障状态而生成表示请求第一备用模式的第一信号的装置；检测驱动装置处于故障状态并且响应于检测到驱动装置处于故障状态而生成表示请求第二备用模式的第二信号的装置；响应于生成第一和第二信号中的至少一个通过根据输入设备的测得的操作量来操作压力调节装置从而控制所述轮缸内压的装置。

## 附图说明

[0007] 图 1 是示出了设置有根据本发明实施例的制动控制装置的汽车制动系统的系统结构的示意图。

[0008] 图 2 是示出了图 1 的制动控制装置中的主缸压力控制系统的电路的示意图。

[0009] 图 3 是示出了用于处理图 2 的主缸压力控制系统中的故障的控制处理的流程图。

[0010] 图 4 是示出了当在图 3 的控制处理中选择了备用模式 3 时执行的控制处理的流程图。

[0011] 图 5A、图 5B 和图 5C 是时序图，其中图 5A 示出了在备用模式 1 下图 1 的制动控制装置中的液压如何随时间变化的示例，图 5B 示出了在备用模式 2 下液压如何随时间变化的示例，以及图 5C 示出了在备用模式 3 或备用模式 4 下液压如何随时间变化的示例。

[0012] 具体实施方式

[0013] [制动控制装置的系统结构] 图 1 示意性地示出了设置有根据本发明实施例的制动控制装置的汽车制动系统的系统结构。该汽车制动系统包括四路轮，即，左前轮“FL”、右前轮“FR”、左后轮“RL”和右后轮“RR”。在图 1 中，虚箭头表示信号流。在以下说明中，如图 1 所示，假设 x 轴水平地从右向左延伸。

[0014] 制动控制装置 1 包括主缸 2、储存罐“RES”、压力调节器（压力调节装置）或轮缸压力控制机构 3、各自设置在轮 FL, FR, RL 和 RR 上的轮缸 4a, 4b, 4c, 4d、耦接到主缸 2 的助力器（助力装置）或主缸压力控制机构 5、输入杆 6、制动操作传感器 7、用于控制主缸压力控制机构 5 的主缸压力控制器 8、以及用于控制轮缸压力控制机构 3 的轮缸压力控制器 9。作为第一控制器（第一控制装置）的主缸压力控制器 8 和作为第二控制器（第二控制装置）的轮缸压力控制器 9 构成控制部。



[0015] 制动踏板“BP”作为输入设备适用于由驾驶员来操作。输入杆 6 和制动踏板 BP 用来作用来增大或减小主缸 2 的内压（主缸压“Pmc”）的装置。主缸压力控制机构 5 和主缸压力控制器 8 用来作用来增大或减小主缸压 Pmc 的其他装置。

[0016] 主缸 2 具有沿 x 轴方向延伸的纵轴。主缸 2 是所谓的串列式的，并且包括置于中空的缸部 2a 内的主活塞 2b 和副活塞 2c。主液室 2d 被限定为由缸部 2a 的内周面、主活塞 2b 的面向正 x 轴方向的纵端面以及副活塞 2c 的面向负 x 轴方向的纵端面所围成的空间。副液室 2e 被限定为由缸部 2a 的内周面、缸部 2a 的底面以及副活塞 2c 的面向正 x 轴方向的纵端面所围成的空间。

[0017] 主液室 2d 液压地连接到轮缸压力控制机构 3 的液压电路部 10 以进行液体流通，而副液室 2e 液压地连接到轮缸压力控制机构 3 的液压电路部 20 以进行液体流通。当主活塞 2b 和副活塞 2c 在缸部 2a 内彼此相对滑动时，主液室 2d 的容积发生改变。在主液室 2d 中设置有复位弹簧 2f，用于相对于副活塞 2c 沿负 x 轴方向偏置主活塞 2b。当副活塞 2c 在缸部 2a 中滑动时，副液室 2e 的容积发生改变。在副液室 2e 中设置有复位弹簧 2g，用于沿负 x 轴方向偏置副活塞 2c。

[0018] 输入杆 6 包括延伸通过主活塞 2b 的分隔壁 2h 的第一纵端部 6a，其中第一纵端部 6a 位于输入杆 6 的沿 x 轴方向上的正侧。输入杆 6 的第一纵端部 6a 包括位于主液室 2d 中的部分。输入杆 6 的第一纵端部 6a 通过密封与主活塞 2b 的分隔壁 2h 液密接触，并且还被设置为相对于分隔壁 2h 沿 x 轴方向滑动。输入杆 6 包括链接到制动踏板 BP 的第二纵端部 6b，其中第二纵端部 6b 位于输入杆 6 的沿 x 轴方向上的负侧。压下制动踏板 BP 使得输入杆 6 沿正 x 轴方向移动，松开制动踏板 BP 使得输入杆 6 沿负 x 轴方向移动。

[0019] 输入杆 6 和 / 或主活塞 2b 沿正 x 轴方向的移动加压于主液室 2d 中的工作液体。主液室 2d 中加压的工作液体通过液压电路部 10 被提供给轮缸压力控制机构 3。主液室 2d 内提升的液压力沿正 x 轴方向压副活塞 2c。副活塞 2c 沿正 x 轴方向的移动加压于副液室 2e 中的工作液体。副液室 2e 中加压的工作液体通过液压电路部 20 被提供给轮缸压力控制机构 3。

[0020] 由于可通过输入杆 6 的移动而加压于主液室 2d，所以即使在致动主活塞 2b 的电动机 50 故障且停止时，压下制动踏板 BP 也可以提升主缸压 Pmc 从而产生制动力。主缸压 Pmc 通过输入杆 6 被传送到制动踏板 BP，从而无需诸如弹簧的附加设备就产生施加给制动踏板 BP 的反作用力。这有利于减小制动控制装置的尺寸，改善制动控制装置到车辆的可安装性。

[0021] 制动操作传感器 7 设置在输入杆 6 的第二纵端部 6b 处，用于感测制动踏板 BP 的操作并且测量驾驶员对制动力的要求。制动操作传感器 7 测量输入杆 6 沿 x 轴方向的位移，从而用作测量制动踏板 BP 的行程 (stroke) 的行程传感器。在本实施例中，制动操作传感器 7 包括用于向主缸压力控制器 8 输出表示输入杆 6 的位移的信号的两个位移传感器 7a 和 7b。设置冗余的位移传感器使得即使在一个传感器异常且无法输出信号时也能够通过另一个传感器而识别出驾驶员对于制动力的要求。

[0022] 制动操作传感器 7 可以是用于测量施加给制动踏板 BP 的下压力的下压力传感器，或者可以由行程传感器和下压力传感器构成。

[0023] 储存罐 RES 包括至少两个由分隔壁彼此隔开的液室。储存罐 RES 的液室分别通过

液体通路 10j 和 20j 连接到主缸 2 的主液室 2d 和副液室 2e。

[0024] 轮缸压力控制机构 3 作用于诸如 ABS 控制的车辆动态控制和车辆行为稳定控制的液压控制单元。轮缸压力控制机构 3 响应于从轮缸压力控制器 9 输出的控制信号将加压的工作液体提供到轮缸 4a、4b、4c 和 4d。

[0025] 每个轮缸 4a、4b、4c 或 4d 由缸、活塞、与活塞链接的垫圈 (pad) 等构成。当工作液体被提供给每个轮缸 4a、4b、4c 或 4d 时使得活塞移动,从而将垫圈压向盘转子 40a、40b、40c 或 40d。由于每个盘转子 40a、40b、40c 或 40d 分别固定到轮 FL、FR、RL 或 RR,所以由于摩擦导致的施加给盘转子 40a、40b、40c 或 40d 的制动扭矩生成施加在轮 FL、FR、RL 和 RR 中的对应一个与路面之间的制动力。

[0026] 主缸压力控制机构 5 响应于从主缸压力控制器 8 输出的控制信号来控制主活塞 2b 沿 x 轴方向上的位移,从而控制主缸压  $P_{mc}$ 。主缸压力控制机构 5 包括电动机 50、减速器 51 以及旋转-平移转换器 55。

[0027] 主缸压力控制器 8 包括处理电路,该处理电路接收来自制动操作传感器 7 和电动机 50 的传感器信号以及来自轮缸压力控制器 9 的控制信号,并且根据上述传感器信号和控制信号来控制电动机 50 的操作。

[0028] 轮缸压力控制器 9 包括处理电路,该处理电路基于相对于前车的车间距、道路信息、诸如偏航角速度的主车辆的状态变量、纵向加速度、横向加速度、手柄转向角、轮速以及车速来计算轮 FL、FR、RL 和 RR 的期望制动力。基于计算结果,轮缸压力控制器 9 控制轮缸压力控制机构 3 的诸如电磁阀和液压泵的致动器的操作。

[0029] 主缸压力控制器 8 和轮缸压力控制器 9 相互通信,并共享主缸压力控制器 8 和轮缸压力控制器 9 的控制信号、车辆状态变量、故障相关信息、工作状态。

[0030] [轮缸压力控制机构]

[0031] 下面来说明轮缸压力控制机构 3 的液压电路。该液压电路包括两个彼此独立的部分,即包括主部和副部。主部从主缸 2 的主液室 2d 接收工作液体,并且通过液压电路部 10 控制左前轮 FL 和右后轮 RR 的制动力。副部从主缸 2 的副液室 2e 接收工作液体,并且通过液压电路部 20 控制右前轮 FR 和左后轮 RL 的制动力。这样,液压电路包括所谓的 X 配管 (X-pipe) 结构。因此,即使在主部和副部之一故障时,另一个部分也可在对角的两个轮处产生制动力,从而保持车辆的动态行为稳定。

[0032] 以下说明了具有与副部相同的配置的主部。出口阀门 11 设置在液压电路部 10 的位于主缸 2 (在上游侧) 与左前轮缸 4a 和右后轮缸 4d 组 (在下游侧) 之间的液体通路 10k 上。当由主缸 2 加压的工作液体要被提供给左前轮缸 4a 和右后轮缸 4d 时,出口阀门 11 打开。

[0033] 液体通路 10k 的下游端分支成液体通路 10a 和 10b,液体通路 10a 和 10b 分别通过液体通路 10l 和 10m 连接到左前轮缸 4a 和右后轮缸 4d。增压阀 12 和 13 分别设置在液体通路 10a 和 10b 上。当由主缸 2 或作为液压源的液压泵“P”加压的工作液体要被提供到左前轮缸 4a 和右后轮缸 4d 时,增压阀 12 和 13 打开。

[0034] 液体通路 10a 和 10b 分别连接到位于增压阀 12 和 13 的下游侧上的返回通路 10c 和 10d。减压阀 14 和 15 分别设置在返回通路 10c 和 10d 上。当要减小左前轮缸 4a 和右后轮缸 4d 的内压 (轮缸压  $P_{wc}$ ) 时,减压阀 14 和 15 打开。返回通路 10c 和 10d 连接到单个

返回通路 10e。返回通路 10e 连接到内部储存器 16。

[0035] 吸入通路 10g 从液压电路部 10 的位于出口阀门 11 的上游侧的点分支出。在吸入通路 10g 上设置有入口阀门 17, 用于选择性地允许或禁止液体通过吸入通路 10g。例如, 当由主缸 2 加压的工作液体要被提供到液压泵 P 时入口阀门 17 打开, 从而液压泵 P 可进一步对工作液体加压并将其提供给左前轮缸 4a 和右后轮缸 4d。吸入通路 10g 和连接到内部储存器 16 的返回通路 10f 连接到吸入通路 10h。

[0036] 液压电路部 10 包括作为液压源的液压泵 P 而非主缸 2, 该液压泵 P 用于提升轮缸压  $P_{wc}$ 。液压泵 P 是齿轮类型, 其包括第一液压泵 P1 和第二液压泵 P2。例如, 当在自动制动的条件 (例如, 车辆行为稳定控制的条件) 下请求高于主缸 2 生成的液压的液压时, 控制液压泵 P 来向左前轮缸 4a 和右后轮缸 4d 提供高于主缸压  $P_{mc}$  的液压。第一液压泵 P1 连接到吸入通路 10h 和排放通路 10i, 并且通过排放通路 10i 连接到液体通路 10k。

[0037] 电动机 M 是 DC (直流) 无刷电动机, 并且包括连接到第一液压泵 P1 和第二液压泵 P2 的输出轴。电动机 M 由根据从轮缸压力控制器 9 输出的控制信号提供的电能来供电, 并且被设置为驱动第一液压泵 P1 和第二液压泵 P2。

[0038] 出口阀门 11、入口阀门 17、增压阀 12 和 13、以及减压阀 14 和 15 是通过对其螺线管供电或断电而打开或关闭的电磁阀。通过根据从轮缸压力控制器 9 输出的驱动信号提供驱动电流而单独控制这些阀门的打开。

[0039] 出口阀门 11 与增压阀 12 和 13 是常开阀, 而入口阀门 17 与减压阀 14 和 15 是常闭阀。这使得即使在对阀门的供电异常停止时, 由主缸 2 加压的工作液体也能够到达左前轮缸 4a 和右后轮缸 4d, 从而生成驾驶员所需的制动力。然而, 阀门并不由此受限, 出口阀门 11 与增压阀 12 和 13 可以是常闭阀, 而入口阀门 17 与减压阀 14 和 15 可以是常闭阀。

[0040] 液压电路部 20 具有与液压电路部 10 类似的结构。

[0041] 主缸压力传感器 3a 设置在主缸 2 与轮缸压力控制机构 3 之间的液压电路部 10 上, 用于测量主缸压  $P_{mc}$ , 即测量主缸 2 的主液室 2d 中的液压。主缸压力传感器 3b 设置在轮缸压力控制机构 3 内的液压电路部 20 中, 用于测量主缸压  $P_{mc}$ , 即测量主缸 2 的副液室 2e 中的液压。主缸压力传感器 3a 和 3b 输出表示主缸压  $P_{mc}$  的信号到主缸压力控制器 8 和轮缸压力控制器 9。可以考虑可控性、故障安全特性等来适当地确定主缸压力传感器的数量和位置。

[0042] 下面说明轮缸压力控制机构 3 在制动控制下的操作。在正常控制条件下, 主缸 2 中的工作液体通过液压电路部 10 和 20 被提供给轮缸 4a、4b、4c 和 4d, 从而产生制动力。

[0043] 在 ABS 控制条件下, 对于左前轮 FL, 通过打开减压阀 14 并关闭增压阀 12 从左前轮缸 4a 排出工作液体来对左前轮缸 4a 减压。当左前轮 FL 从减压导致的锁止状态恢复时, 通过打开增压阀 12 并关闭减压阀 14 再对左前轮缸 4a 加压。此时, 控制液压泵 P 来以从左前轮缸 4a 释放到内部储存罐 16 的工作液体充装液体通路 10k。

[0044] 在自动制动控制条件 (例如, 车辆行为稳定控制条件) 下, 关闭出口阀门 11 和 21 并且打开入口阀门 17 和 27。同时, 操作液压泵 P 使得工作液体通过吸入通路 10g、10h、20g 和 20h、液压泵 P 以及排放通路 10i 被从主缸 2 提供到液体通路 10k 和 20k。此外, 控制出口阀门 11 和 21 或者增压阀 12、13、22 和 23 来使得轮缸压  $P_{wc}$  符合生成期望制动力所需的期望压力值。

[0045] (轮缸压力控制机构的放大控制) 通常, 当驾驶员压下制动踏板时, 主缸根据制动踏板的压下而生成液压。为了推进或放大施加给制动踏板的下压力 (对应于输入杆 6 的推力), 或者为了生成更高的主缸压, 制动系统包括助力器系统 (对应于主缸压力控制机构 5 和主缸压力控制器 8)。当助力器系统故障时, 就不可能推进下压力或放大主缸压。

[0046] 助力器系统的功能可以通过实现轮缸压相比较驾驶员的下压力而生成的主缸压升得更高的状况来实现。在本实施例中, 为了在助力器系统故障时实现助力器系统的功能, 制动控制装置相对于主缸压将期望的轮缸压设置为更高, 并且根据该期望的轮缸压来控制轮缸。具体来说, 当处在下面将详述的备用模式 1 和 2 下时, 制动控制装置 1 控制轮缸压力控制机构 3 中的出口阀门 11 和 21。

[0047] 下面说明轮缸压力控制机构 3 如何实现放大控制的功能。在轮缸压力控制机构 3 中, 控制液压泵 P1 和 P2、入口阀门 17 和 27 以及出口阀门 11 和 21, 以实现放大控制功能。具体来说, 在入口阀门 17 和 27 打开并且通过电动机 M 驱动液压泵 P 以提供液压的状况下, 通过差压控制来控制出口阀门 11 和 21。下面详细说明液压电路部 10, 其与液压电路部 20 相同。

[0048] (对出口阀门的控制) 出口阀门 11 包括用于感应电磁引力的线圈、由该电磁引力移动的用于调节阀门打开量的可移动部件、以及液压地连接至液体通路 10k 的上游部和下游部的阀体。

[0049] 出口阀门 11 的可移动部件受到力“Fwc”、力“Fmc”以及电磁引力“Fb”的作用, 其中力“Fwc”源自更靠近左前轮缸 4a 和右后轮缸 4d 一侧上的液压并且沿增大阀门打开量的方向作用, 力“Fmc”源自主缸压 Pmc 并且沿减小阀门打开量的方向作用, 电磁引力“Fb”沿减小阀门打开量的方向作用。尽管出口阀门 11 是常开阀门, 并且出口阀门 11 实际上受到沿增大阀门打开量的方向作用的复位弹簧的力的作用, 但是这种力被忽略。当有必要考虑该力时, 在以下的讨论中加入偏移量。

[0050] 当三个外力彼此平衡或抵消时, 出口阀门 11 的可移动部件是静止的。具体来说, 当  $F_{mc} + F_b - F_{wc} = 0$  (或  $F_b = F_{wc} - F_{mc}$ ) 时, 可移动部件是静止的; 当  $F_{mc} + F_b - F_{wc} > 0$  (或  $F_b > F_{wc} - F_{mc}$ ) 时, 可移动部件沿减小阀门打开量的方向移动; 并且当  $F_{mc} + F_b - F_{wc} < 0$  (或  $F_b < F_{wc} - F_{mc}$ ) 时, 可移动部件沿增大阀门打开量的方向移动。因为力 Fmc 正比于主缸压 Pmc, 并且力 Fwc 正比于轮缸压 Pwc, 所以主缸压 Pmc 与轮缸压 Pwc 之间的差压  $\Delta P$  与  $(F_{wc} - F_{mc})$  相关。另一方面, 可移动部件的位置取决于 Fb 与  $(F_{wc} - F_{mc})$  之间的关系。因此, 可通过设置电磁引力 Fb 等于与差压  $\Delta P$  对应的  $(F_{wc} - F_{mc})$  值来实现差压  $\Delta P$ , 并且允许可移动部件移动以达到差压  $\Delta P$ 。

[0051] 基于由主缸压力传感器 3a 和 3b 测得的主缸压 Pmc 以及期望放大因数  $a^*$  来设置期望差压  $\Delta P^*$ 。可基于由制动操作传感器 7 测得的并且从制动操作传感器 7 通过主缸压力控制器 8 发送到轮缸压力控制器 9 的制动踏板 BP 的操作量, 来设置期望差压  $\Delta P^*$ 。

[0052] 为了通过轮缸压力控制机构 3 实现放大控制功能, 通过操作第一液压泵 P1 以在出口阀门 11 的下游侧上生成高液压而将轮缸压 Pwc 控制为高于主缸压 Pmc。此时, 可通过将电磁引力 Fb 设置为相当于期望差压  $\Delta P^*$  并且使得出口阀门 11 的可移动部件能够自动地移动, 来实现期望的轮缸压  $P_{wc}^*$ 。例如, 当轮缸压 Pwc 高于期望值时, 可移动部件自动地沿增大阀门打开量的方向移动, 使得工作液体从左前轮缸 4a 和右后轮缸 4d 排出到主缸 2, 从

而减小轮缸压  $P_{wc}$ , 直到实现期望差压  $\Delta P^*$ 。这样, 无需来自用于感测轮缸压  $P_{wc}$  的传感器的反馈, 利用机械反馈就可自动控制轮缸压  $P_{wc}$  达到期望值。

[0053] 以上的放大控制无需复杂的反馈控制系统。即使在对电动机 M 的控制中有误差, 也可通过出口阀门 11 的操作来消除这些误差。换言之, 当基于与施加给制动踏板 BP 的下压力相对应的主缸压  $P_{mc}$  按照前向反馈式的方式将电磁引力  $F_b$  设置为相当于期望差压  $\Delta P^*$  时, 出口阀门 11 利用机械反馈实现期望差压  $\Delta P^*$ 。因此, 该控制系统无需用于感测控制目标的状态的传感器, 该传感器是用于配置电子反馈控制系统所必需的。这样, 控制系统稳定得多。

[0054] (电动机驱动控制) 基本上, 打开入口阀门 17 并且驱动第一液压泵 P1, 同时控制出口阀门 11 以实现前面的放大控制。通过电动机 M 来驱动第一液压泵 P1。控制电动机 M 以按照实现基于主缸压  $P_{mc}$  放大的期望轮缸压  $P_{wc}^*$  的最小速度旋转。因此, 第一液压泵 P1 可提供所需液压, 并且使得能够按期望地控制轮缸压  $P_{wc}$ 。

[0055] 第一液压泵 P1 通过吸入通路 10g 和 10h 来接收工作液体, 并且将其排放到左前轮缸 4a 和右后轮缸 4d。因此, 无需行程模拟器来使能制动踏板 BP 的行程。

[0056] 对于以上的放大控制, 除了对主缸压  $P_{mc}$  的测量外, 传感器的测量都是不必要的。因此, 即使在制动操作传感器 7 故障时, 制动控制装置 1 也可实现放大控制。换言之, 如下将详述的, 即使当制动操作传感器 7 故障时, 也可采用备用模式 1 和 2。

[0057] [主缸压力控制机构]

[0058] 下面说明主缸压力控制机构 5 的结构和操作。电动机 50 是三相 DC 无刷电动机, 并且通过根据从主缸压力控制器 8 输出的控制信号所提供的电力来工作, 从而产生期望扭矩。

[0059] 减速器 51 通过滑轮系统来减小电动机 50 的输出转速。减速器 51 包括主动滑轮 52、从动滑轮 53、以及带 54。主动滑轮 52 具有较小的外径, 并且连接到电动机 50 的输出轴。从动滑轮 53 具有较大的外径, 并且连接到旋转-平移转换器 55 的滚珠丝杠螺母 56。带 54 绕主动滑轮 52 和从动滑轮 53 缠绕。减速器 51 根据作为主动滑轮 52 与从动滑轮 53 的直径之比的减速比来放大扭矩, 并将增大的扭矩传送到旋转-平移转换器 55。

[0060] 如果电动机 50 可以输出足够大的扭矩使得不必基于减速进行扭矩放大, 那么可无需减速器 51 而将电动机 50 直接连接到旋转-平移转换器 55。这消除了设置减速器 51 在可靠性、噪声以及可安装性方面带来的问题。

[0061] 旋转-平移转换器 55 将电动机 50 生成的扭矩转换为沿正 x 轴方向施加给主活塞 2b 的线性推力。在本实施例中, 旋转-平移转换器 55 包括滚珠丝杠运动转换器。具体来说, 旋转-平移转换器 55 包括滚珠丝杠螺母 56、滚珠丝杠轴 57、接触板 58 以及复位弹簧 59。

[0062] 主缸 2 的缸部 2a 在其负 x 侧上的纵端处连接到第一壳体部“HSG1”。第一壳体部 HSG1 在其负 x 侧上的纵端处连接到第二壳体部“HSG2”。滚珠丝杠螺母 56 置于第二壳体部 HSG2 内, 并且通过轴承“BRG”相对于第二壳体部 HSG2 被支承, 以绕滚珠丝杠螺母 56 的纵轴转动。从动滑轮 53 嵌合到滚珠丝杠螺母 56 在其负 x 侧上的纵端部的外周面。滚珠丝杠轴 57 为中空柱形式, 并且旋在滚珠丝杠螺母 56 的柱状孔中。在滚珠丝杠螺母 56 限定的槽与滚珠丝杠轴 57 限定的槽之间限定的空间中设置有多个用于滚动的滚珠。

[0063] 接触板 58 固定到滚珠丝杠轴 57 在其正 x 侧上的纵端。接触板 58 的面向正 x 轴方向的纵端面与主活塞 2b 接合。主活塞 2b 置于第一壳体部 HSG1 中。主活塞 2b 包括位于正 x 侧上的纵端部,其延伸出第一壳体部 HSG1 并可旋转地嵌合在主缸 2 的缸部 2a 中。

[0064] 复位弹簧 59 绕第一壳体部 HSG1 中的主活塞 2b 放置。复位弹簧 59 包括固定到第一壳体部 HSG1 的底面“A”的第一纵端和配合固定到接触板 58 的第二纵端,其中第一纵端面向正 x 轴方向,底面 A 面向负 x 轴方向,而第二纵端面向负 x 轴方向。复位弹簧 59 沿 x 轴方向压缩在面 A 与接触板 58 之间,从而相对于第一壳体部 HSG1 沿负 x 轴方向偏置接触板 58 和滚珠丝杠轴 57。

[0065] 当滚珠丝杠螺母 56 与从动滑轮 53 一体旋转时,该旋转使得滚珠丝杠轴 57 沿 x 轴方向移动。滚珠丝杠轴 57 沿正 x 轴方向的移动的推力通过接触板 58 沿正 x 轴方向推压主活塞 2b。

[0066] 另一方面,复位弹簧 59 的弹力沿负 x 轴方向施加给滚珠丝杠轴 57。图 1 示出了在制动踏板 BP 没有操作的状况下滚珠丝杠轴 57 沿负 x 轴方向最大移位且处于初始位置处的状态。即使在制动操作过程中发生故障使得对电动机 50 断电并且使得电动机 50 无法沿负 x 轴方向移动回滚珠丝杠轴 57,即当沿正 x 轴方向推压主活塞 2b 而增大主缸压 Pmc 时,复位弹簧 59 的弹力将滚珠丝杠轴 57 带回到初始位置。因此,主缸压 Pmc 减小到接近零。这防止非期望地保持制动力,并因此防止车辆行为不稳定。

[0067] 一对弹簧 6d 和 6e 串联地设置在输入杆 6 与主活塞 2b 之间限定的环形空间“B”中。弹簧 6d 的一个纵端固定地安装到绕输入杆 6 形成的凸缘 6c,其另一纵端固定地安装到限定主液室 2d 得分隔壁 2h。弹簧 6e 的一个纵端固定地安装到输入杆 6 的凸缘 6c,其另一纵端固定地安装到接触板 58。弹簧 6d 和 6e 相对于主活塞 2b 将输入杆 6 偏置到中立位置,并且用于在无制动操作的状况下相对于主活塞 2b 将输入杆 6 保持在中立位置处。当输入杆 6 相对于主活塞 2b 从中立位置移位时,弹簧 6d 和 6e 相对于主活塞 2b 将输入杆 6 偏置到中立位置。

[0068] 电动机 50 设置有旋转传感器 50a,用于将感测信号输出到主缸压力控制器 8,其中该感测信号表示电动机 50 的输出轴的旋转位置。基于该感测信号,主缸压力控制器 8 确定电动机 50 的旋转角,并且计算旋转-平移转换器 55 的行程量、或者主活塞 2b 沿 x 轴方向的位移。

[0069] 电动机 50 还设置有温度传感器 50b,用于输出感测信号到主缸压力控制器 8,其中该感测信号表示电动机 50 的温度。

[0070] (放大控制处理)下面说明主缸压力控制器 8 如何通过主缸压力控制机构 5 放大输入杆 6 的推力。

[0071] 主缸压力控制器 8 根据制动踏板 BP 的操作带来的输入杆 6 的位移通过主缸压力控制机构 5 来移位主活塞 2b。输入杆 6 和主活塞 2b 的推力对主液室 2d 加压从而改变主缸压 Pmc。输入杆 6 的推力由此被放大。放大因数 a 取决于输入杆 6 与主活塞 2b 在主液室 2d 中的截面积之比。

[0072] 在多个力平衡的状况下,如式(1)所表述地来确定主缸压 Pmc。

$$[0073] \quad P_{mc} = (F_{IR} + K \cdot \Delta x) / A_{IR} = (F_{PP} - K \cdot \Delta x) / A_{PP} \quad (1)$$

[0074] 其中,

[0075]  $P_{mc}$  表示主液室 2d 中的液压（主缸压）；

[0076]  $F_{IR}$  表示输入杆 6 的推力；

[0077]  $F_{pp}$  表示主活塞 2b 的推力；

[0078]  $A_{IR}$  表示输入杆 6 的受压面积；

[0079]  $A_{pp}$  表示主活塞 2b 的受压面积；

[0080]  $K$  表示弹簧 6d 或 6e 的弹簧常数；以及

[0081]  $\Delta x$  表示输入杆 6 与主活塞 2b 之间的相对位移。

[0082] 相对位移  $\Delta x$  定义为  $\Delta x = x_{pp} - x_{IR}$ ，其中  $x_{IR}$  表示输入杆 6 的位移，而  $x_{pp}$  表示主活塞 2b 的位移。当主活塞 2b 相对于输入杆 6 处于中立位置时，相对位移  $\Delta x$  等于零；当主活塞 2b 从输入杆 6 沿正  $x$  轴方向前进时，相对位移  $\Delta x$  为正；而当输入杆 6 从主活塞 2b 前进时，相对位移  $\Delta x$  为负。在式 (1) 中，忽略了输入杆 6 与密封之间的摩擦。基于电动机 50 的驱动电流的幅值可以估计主活塞 2b 的推力  $F_{pp}$ 。

[0083] 另一方面，放大因数  $a$  由式 (2) 来表示。

$$[0084] \quad a = P_{mc} \cdot (A_{IR} + A_{pp}) / F_{IR} \quad (2)$$

[0085] 当将式 (2) 代入式 (1) 时，获得表示放大因数  $a$  的式 (3)。

$$[0086] \quad a = (1 + K \cdot \Delta x / F_{IR}) (A_{IR} + A_{pp}) / A_{IR} \quad (3)$$

[0087] 在放大控制中，控制电动机 50（或主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$ ），以获得主缸压  $P_{mc}$  相对于输入杆 6 的位移  $x_{IR}$  的期望特性。基于主缸压  $P_{mc}$  相对于输入杆 6 的位移  $x_{IR}$  的期望特性，实验地或理论地确定主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$  相对于输入杆 6 的位移  $x_{IR}$  的期望特性，从而确定相对位移  $\Delta x$  相对于输入杆 6 的位移  $x_{IR}$  的期望特性。基于相对位移  $\Delta x$  相对于位移  $x_{IR}$  的期望特性来计算期望相对位移  $\Delta x^*$ 。也就是说，根据输入杆 6 的位移  $x_{IR}$  的值来计算期望相对位移  $\Delta x^*$  的值。

[0088] 当控制电动机 50 的旋转（或者主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$ ）以实现根据输入杆 6 的测得位移  $x_{IR}$  确定的期望相对位移  $\Delta x^*$  时，在主缸 2 中产生对应于期望相对位移  $\Delta x^*$  的主缸压  $P_{mc}$ 。

[0089] 由制动操作传感器 7 来测量输入杆 6 的位移  $x_{IR}$ ，基于来自旋转传感器 50a 的信号来测量或计算主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$ ，并且将相对位移  $\Delta x$  计算为上述两个测量值之差。通过基于位移  $x_{IR}$  和期望变化特性设置期望相对位移  $\Delta x^*$ ，并且以反馈控制来控制电动机 50 使得测得的相对位移  $\Delta x$  符合期望相对位移  $\Delta x^*$ ，从而实现了放大控制。可以另外设置行程传感器，来直接测量主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$ 。

[0090] 这样，无需昂贵的下压力传感器就可实现放大控制，从而降低了成本。通过控制电动机 50 以适当地设置相对位移  $\Delta x$ ，可根据受压面积比  $(A_{IR} + A_{pp}) / A_{IR}$  任意地改变（增大或减小）放大因数  $a$ 。

[0091] 为了保持放大因数  $a$  恒定，主活塞 2b 与输入杆 6 一体地移动。即，控制电动机 50 以保持相对位移  $\Delta x = 0$ 。在  $\Delta x = 0$  的情况下，从式 (3) 推导出放大因数  $a$  等于  $(A_{IR} + A_{pp}) / A_{IR}$ 。通过设置  $A_{IR}$  和  $A_{pp}$  以达到放大因数  $a$  的期望值，并且控制主活塞 2b 以使位移  $x_{pp}$  符合输入杆 6 的位移  $x_{IR}$ ，来实现恒定放大控制，并由此保持放大因数  $a$  恒定。

[0092] 根据以上的恒定放大控制，主缸压  $P_{mc}$  相对于输入杆 6 的位移按照二次曲线、三次曲线或者更高次曲线增加。

[0093] 另一方面,通过将期望相对位移  $\Delta x^*$  设置为等于正值,并且控制电动机 50 以达到期望相对位移  $\Delta x^*$ ,来实现可变放大控制。当输入杆 6 沿增大主缸压  $P_{mc}$  的方向行进时,控制主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$  使其恒大于输入杆 6 的位移  $x_{IR}$ 。根据式 (3),放大因数  $a$  增大的因数为  $(1+K \cdot \Delta x/F_{IR})$ 。这样,主缸压力控制机构 5 用作能够根据相对位移  $\Delta x$  改变放大因数  $a$  并且减小制动踏板 BP 的下压力,同时生成驾驶员所需的制动力的放大器。

[0094] 考虑可控制性方面,优选地增益  $(1+K \cdot \Delta x/F_{IR})$  等于 1。然而,例如当请求紧急制动操作时,为了将制动力控制为高于驾驶员制动操作的水平,可临时将增益  $(1+K \cdot \Delta x/F_{IR})$  改变为 1 以上。1 以上的增益  $(1+K \cdot \Delta x/F_{IR})$  产生大于驾驶员请求的制动力。当制动操作传感器 7 检测到的值的改变率高于预定阈值时,可以采用这种紧急制动操作。

[0095] 通过控制电动机 50 以随输入杆 6 沿正  $x$  轴方向移动增大相对位移  $\Delta x$  从而使得主缸压  $P_{mc}$  比恒定放大控制中增加更快速,来实现可变放大控制。

[0096] 在以上的可变放大控制中,主缸压  $P_{mc}$  相对于输入杆 6 的位移的改变率高于恒定放大控制的情形。从而,将主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$  设置为比输入杆 6 的位移  $x_{IR}$  增加得更快速。简言之,随着输入杆 6 的位移  $x_{IR}$  增加,期望相对位移  $\Delta x^*$  以预定改变率增大。

[0097] 可变放大控制可包括如下临时操作,即当输入杆 6 沿增大主缸压  $P_{mc}$  的方向移动时,控制电动机 50 以将主缸 2 的位移  $x_{pp}$  设置为小于输入杆 6 的位移  $x_{IR}$ 。当在混合动力车中产生再生制动力并且液压制动减小再生制动力的量时,该操作可用于混合动力车。

[0098] 尽管通过控制相对位移  $\Delta x$  作为控制变量来实现以上放大控制,但是也可通过由主缸压力传感器 3a 和 3b 测量主缸压  $P_{mc}$  并且以反馈控制来控制主缸压力控制机构 5 (电动机 50) 以使主缸压  $P_{mc}$  符合期望值,来实现放大控制。制动控制装置 1 可根据情况采用一种控制方法。

[0099] 如上所述,基于相对位移  $\Delta x$  的放大控制不要求测量主缸压  $P_{mc}$ 。然而,作为故障安全功能,为了检查主缸压  $P_{mc}$  是否正常,将测得的主缸压  $P_{mc}$  与主缸压  $P_{mc}$  对应于位移  $x_{IR}$  的期望值进行比较。

[0100] (自动制动控制) 在制动踏板 BP 没有操作并且输入杆 6 没有移位的自动制动控制中,主缸压力控制器 8 通过主缸压力控制机构 5 自动地产生和控制主缸压  $P_{mc}$ 。在自动制动控制中,控制主活塞 2b 的位移,以使主缸压  $P_{mc}$  符合期望值。自动制动控制可用于车辆行为控制,例如车辆跟随控制、防偏道控制、躲避障碍控制等。基于从针对车辆行为控制而设置的控制器输出的期望制动力来计算主缸压  $P_{mc}$  的期望值。

[0101] 可通过利用定义了主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$  与主缸压  $P_{mc}$  之间的关系的存储表,并且从该表中推导出作为目标的达到主缸压  $P_{mc}$  的期望值的位移  $x_{pp}$ ,来实现针对自动制动控制对于主活塞 2b 的控制。具体来说,主缸压力控制器 8 将电动机 50 的旋转角转换为主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$ ,并且通过反馈控制来控制电动机 50 使得位移  $x_{pp}$  符合以上确定的期望位移  $x_{pp}$ 。

[0102] 可通过调节主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$  以使测得的主缸压  $P_{mc}$  符合自动制动的期望值,而利用反馈控制来控制主缸压  $P_{mc}$ 。主缸压力控制器 8 可从外部设备接收关于自动制动的期望值的信息。

[0103] 如上所述,基于表的放大控制无需测量主缸压  $P_{mc}$ 。然而,作为故障安全功能,为了检查主缸压  $P_{mc}$  是否正常,将测得的主缸压  $P_{mc}$  与主缸压  $P_{mc}$  对应于位移  $x_{IR}$  的期望值进行



比较。

[0104] [主缸压力系统的电路]图2示意性地示出了在图1的制动控制装置中的主缸压力控制系统的电路。在图2中,轮缸压力控制器9是用于车辆动态控制(VDC)的电子控制单元(ECU)。

[0105] 例如,可通过利用传感器感测车辆的姿态、在转弯时在判断车辆处于过度转向的状态下的情况中向外侧前轮施加制动扭矩、并且在以减小的发动机功率转弯时在判断车辆处于转向不足的状态下的情况中向内侧后轮施加制动扭矩,来实现用于VDC的控制系统。

[0106] 主缸压力控制器8包括处理器或中央处理单元(CPU)80、中继电路81a和81b、5V电压源电路82a和82b、监视控制电路83、驱动器(驱动装置)或三相电动机驱动电路84a、相电流监视电路84b、相电压监视电路84c、存储器电路85、以及接口电路(I/F电路)86a、86b、86c、86d、86e、86f以及86g。

[0107] 通过ECU电源中继电路81a将12V电压从安装在车辆内的电路提供到主缸压力控制器8。12V电压被提供给5V电压源电路82a和82b。5V电压源电路82a和82b中的每一个都提供稳定的5V电压Vcc1和Vcc2。5V电压Vcc1被提供到CPU80、温度传感器接口电路86b、位移传感器接口电路86c和86d、以及主缸压力传感器接口电路86e。5V电压Vcc2被提供到监视控制电路83。

[0108] ECU电源中继电路81a响应于以下状况而被接通(turn on),即起动信号输出部88a接收来自主缸压力控制器8外部的预定起动信号(唤醒信号)和响应于通过CAN通信发送的信号由CAN通信接口电路86f生成的起动信号之一。起动信号可以是门开关信号、制动开关信号、或者点火(IGN)开关信号。主缸压力控制器8可以接收所有的开关信号,并且ECU电源中继电路81a在至少一个开关信号表示ON状态时被接通。

[0109] 从车辆中的电源线提供的12V电压通过滤波器电路87和故障安全中继电路81b被提供到三相电动机驱动电路84a,其中滤波器电路87移除噪声。故障安全中继电路81b被配置为选择性地切断12V电压源与三相电动机驱动电路84a之间的连接,并且通过CPU80和监视控制电路83而被接通或关断(turn off)。因此,故障安全中继电路81b选择性地三相电动机驱动电路84a提供12V电压或者从三相电动机驱动电路84a切断12V电压。on-off信号输出部88b被配置为响应于从CPU80和监视控制电路83之一输出的off信号而关断故障安全中继电路81b。

[0110] CPU80通过CAN通信接口电路86f和86g从外部接收表示车辆相关信息以及自动制动的期望液压的信号。另外,CPU80通过旋转传感器接口电路86a、温度传感器接口电路86b、位移传感器接口电路86c和86d、以及主缸压力传感器接口电路86e,接收来自包括旋转传感器50a、温度传感器50b、位移传感器7a和7b、以及主缸压力传感器3a和3b在内的传感器的信号。

[0111] 检查来自主缸压力传感器3a和3b的信号,用于在基于相对位移 $\Delta x$ 的可变放大控制过程中将测得的主缸压 $P_{mc}$ 与期望主缸压进行比较。

[0112] 基于来自外部设备和传感器的信号,CPU80将适当的控制信号输出到与电动机50相连接的三相电动机驱动电路84a,用于控制电动机50。针对三相电动机驱动电路84a的三相输出中的每一个设置相电流监视电路84b和相电压监视电路84c,用于监视每一相的电流和电压。监视值被输出到CPU80,CPU80基于该监视值控制三相电动机驱动电路

84a。

[0113] 这样,CPU 80 基于关于主缸压力控制机构 5 的电流状态的信息来控制主缸压力控制机构 5(电动机 50)。当监视值超出正常范围时,或者当电动机 50 没有根据来自 CPU 80 的控制信号而正确操作时,CPU 80 利用主缸压力控制机构 5 检测或识别故障或异常。

[0114] 监视控制电路 83 接收来自 CPU 80 的用于监视 CPU 80、5V 电压源电路 82a 以及 5V 电压源 Vcc1 中的故障的信号,并将该信号发送到 CPU 80。当检测到故障时,监视控制电路 83 迅速地将信号输出到故障安全中继电路 81b 以关断故障安全中继电路 81b,并且切断对三相电动机驱动电路 84a 的供电。

[0115] 另一方面,CPU 80 对监视控制电路 83、5V 电压源电路 82b、以及 5V 电压源 Vcc2 中的故障进行监视。

[0116] 存储器电路 85 是用于从 CPU 80 接收信号并向 CPU 80 发送信号的 EEPROM(电可擦除可编程只读存储器)。例如,存储器电路 85 存储关于故障的信息。CPU 80 允许存储器电路 85 存储关于故障的信息、用在主缸压力控制机构 5 的控制中通过学习获得的值(控制增益、传感器的偏差值等)。

[0117] [制动控制装置的控制处理]图 3 是示出了由制动控制装置 1 执行的用于处理图 2 中的主缸压力控制系统中的故障的控制处理的流程图。

[0118] 在步骤 S1 处,制动控制装置 1(具体来说为 CPU 80 或监视控制电路 83)确定是否存在故障。当对步骤 S1 的回答是否定的(N0)时,即不存在故障时,制动控制装置 1 进行到步骤 S5,在步骤 S5 处,制动控制装置 1 在正常控制模式下执行正常制动控制。当对步骤 S1 的回答是肯定的(YES)时,即 CPU 80 或监视控制电路 83 检测到至少一个故障时,制动控制装置 1 进行到步骤 S2。制动控制装置 1 在步骤 S2 到 S4 处识别存在的故障,并且根据对故障的识别在步骤 S6 到 S9 处选择一种备用模式。

[0119] 在步骤 S2 处,制动控制装置 1 确定 CPU 80 是否处于故障状态。具体来说,监视控制电路 83 通过双向通信监视 CPU 80 的状态,并且确定 CPU 80 是否处于故障状态。故障状态不限于 CPU 80 中存在故障的状态,而是包括向 CPU 80 供电的 5V 电压源电路 82b 和 5V 电压源 Vcc1 中存在故障的状态。

[0120] (备用模式 1) 当对步骤 S2 的回答为 YES 时,即当 CPU 80 处于故障状态时,制动控制装置 1 进行到步骤 S6,在步骤 S6 处,制动控制装置 1 进入备用模式 1。在处于备用模式 1 时,监视控制电路 83 通过关断故障安全中继电路 81b 而切断对三相电动机驱动电路 84a 的供电。主缸压力控制器 8 通过 CAN 通信接口电路 86f 和 86g,向轮缸压力控制器 9 发送关于选择备用模式 1 的信息以及 CPU 80 处于故障状态下的事实。制动控制装置 1 通过使得告警灯点亮或蜂鸣器发声来警告驾驶员。

[0121] 当接收到选择备用模式 1 的信息时,轮缸压力控制器 9 进入放大控制模式,在该模式中轮缸压力控制器 9 基于主缸压力传感器 3a 和 3b 的信号来测量制动踏板 BP 的操作量,根据测得的制动踏板 BP 的操作量来控制入口阀门 17 和 27、出口阀门 11 和 21、以及电动机 M。轮缸压力控制器 9 可不同地被配置为接收来自制动操作传感器 7 的信号,并且基于来自制动操作传感器 7 的信号测量制动踏板 BP 的操作量。

[0122] 当对步骤 S2 的回答为 N0 时,制动控制装置 1 进行到步骤 S3。在步骤 S3 处,制动控制装置 1 确定三相电动机驱动电路 84a 是否处于故障状态。故障状态不限于三相电动

机驱动电路 84a 本身中存在故障的状态,而是包括当相电流监视电路 84b、相电压监视电路 84c、旋转传感器接口电路 86a、旋转传感器 50a、电动机 50 以及连接在它们之间的线路中存在故障时无法正常地驱动电动机 50 的状态。当三相电流和电压值中的至少一个超出预定正常范围时,或者当电动机 50 不能正确地按控制操作时,CPU 80 检测出三相电动机驱动电路 84a 处于故障状态。

[0123] (备用模式 2) 当对步骤 S3 的回答为 YES 时,即当三相电动机驱动电路 84a 处于故障状态时,制动控制装置 1 进行到步骤 S7,在步骤 S7 处制动控制装置 1 进入到备用模式 2。当在备用模式 2 时,CPU80 通过关断故障安全中继电路 81b 然后停止电动机 50 的控制,来切断对三相电动机驱动电路 84a 的供电。主缸压力控制器 8 通过 CAN 通信接口电路 86f 和 86g 向轮缸压力控制器 9 发送关于选择备用模式 2 的信息。制动控制装置 1 通过使得警告灯点亮或者蜂鸣器发声来警告驾驶员。

[0124] 当接收到选择备用模式 2 的信息时,轮缸压力控制器 9 进入到放大控制模式,在该放大控制模式下,轮缸压力控制器 9 基于制动操作传感器 7(位移传感器 7a 和 7b)的信号来测量制动踏板 BP 的操作量,根据制动踏板 BP 的操作量来控制入口阀门 17 和 27、出口阀门 11 和 21、以及电动机 M。轮缸压力控制器 9 可不同地被配置为接收来自主缸压力传感器 3a 和 3b 的信号,并且基于来自主缸压力传感器 3a 和 3b 的信号测量制动踏板 BP 的操作量。

[0125] 当对步骤 S3 的回答为 NO 时,制动控制装置 1 进行到步骤 S4。在步骤 S4 处,制动控制装置 1 确定传感器是否处于故障状态。故障状态不限于位移传感器 7a 和 7b 以及主缸压力传感器 3a 和 3b 中存在故障的状态,而是包括在位移传感器接口电路 86c 和 86d、主缸压力传感器接口电路 86e 以及连接在它们之间的线路中存在故障时导致无法正常地使用传感器的状态。当通过接口电路和 5V 电压源 Vcc1 输入的信号中的至少一个超出预定正常范围时,CPU 80 检测出传感器处于故障状态。

[0126] (备用模式 3) 当对步骤 S4 的回答为 YES 时,即当传感器处于故障状态下时,制动控制装置 1 进行到步骤 S8,在步骤 S8 处,制动控制装置 1 进入到备用模式 3。图 4 是示出了当在图 3 的控制处理中选择备用模式 3 时执行的控制处理的流程图。在图 4 的控制处理过程中,制动控制装置 1 判断哪个传感器发生故障,并且考虑传感器的状态选择备用模式 31 到 33 之一。

[0127] 在步骤 S81 处,制动控制装置 1 判断位移传感器 7a 是否无法正常使用。当对步骤 S81 的回答为 YES 时,制动控制装置 1 进行到步骤 S84,在步骤 S84 处制动控制装置 1 进入到备用模式 31。

[0128] 当在备用模式 31 下时,制动控制装置 1 不用位移传感器 7a 而利用位移传感器 7b 来测量制动踏板 BP 的操作。除此之外,制动控制装置 1 如在正常控制模式下一样操作。此外,制动控制装置 1 通过使得警告灯点亮或蜂鸣器发声来警告驾驶员,并且将故障记录在存储器电路 85 中。另外,主缸压力控制器 8 通过 CAN 通信接口电路 86f 和 86g 向轮缸压力控制器 9 或其他的外部设备发送位移传感器 7a 故障的信息。

[0129] 当对步骤 S81 的回答为 NO 时,即当位移传感器 7a 可以正常使用时,制动控制装置 1 进行到步骤 S82。在步骤 S82 处,制动控制装置 1 判断位移传感器 7b 是否无法正常使用。当对步骤 S82 的回答为 YES 时,制动控制装置 1 进行到步骤 S85,在步骤 S85 处制动控制装置 1 进入到备用模式 32。

[0130] 当在备用模式 32 时,制动控制装置 1 不用位移传感器 7b 而利用位移传感器 7a 测量制动踏板 BP 的操作。除此之外,备用模式 32 与备用模式 31 相同。

[0131] 当对步骤 S82 的回答为 NO 时,即当位移传感器 7b 可以正常使用时,制动控制装置 1 进行到步骤 S83。在步骤 S83 处,制动控制装置 1 判断主缸压力传感器 3a 和 3b 是否无法正常使用。当对步骤 S83 的回答为 YES 时,制动控制装置 1 进行到步骤 S86,在步骤 S86 处,制动控制装置 1 进入备用模式 33。

[0132] 当在备用模式 33 时,制动控制装置 1 禁止基于由主缸压力传感器 3a 和 3b 测得的主缸压  $P_{mc}$  通过反馈控制来控制主缸压力控制机构 5。相反,制动控制装置 1 通过方法 (a) 或方法 (b) 来控制主缸压力控制机构 5。

[0133] 在方法 (a) 中,制动控制装置 1 禁止基于测得的主缸压  $P_{mc}$  的反馈控制用于自动制动控制。制动控制装置 1 利用存储的主缸压  $P_{mc}$  与主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$  之间的关系确定位移  $x_{pp}$  的期望值,并且在基于旋转传感器 50a 的检测值而测量了位移  $x_{pp}$  的情况下通过反馈控制使位移  $x_{pp}$  符合该期望值。

[0134] 在方法 (b) 中,制动控制装置 1 禁止自动制动控制。作为放大控制,制动控制装置 1 禁止可变放大控制,并且执行恒定放大控制,在恒定放大控制中,控制主活塞 2b 的位移  $x_{pp}$  以等于输入杆 6 的位移  $x_{IR}$ 。

[0135] 在方法 (b) 中,禁止基于主缸压  $P_{mc}$  的反馈控制、方法 (a) 的自动制动控制、以及基于相对位移  $\Delta x$  的可变放大控制。这是因为在没有检测主缸压  $P_{mc}$  的情况下,方法 (a) 的自动制动控制以及基于相对位移  $\Delta x$  的可变放大控制无法基于主缸压  $P_{mc}$  提供上述故障安全功能。

[0136] 当在备用模式 33 时,制动控制装置 1 通过使得告警灯点亮或蜂鸣器发声来警告驾驶员,并将故障记录在存储器电路 85 中。此外,主缸压力控制器 8 通过 CAN 通信接口电路 86f 和 86g 向轮缸压力控制器 9 或其他的外部设备发送主缸压力传感器 3a 和 3b 故障的信息。

[0137] 当对步骤 S4 的回答为 NO 时,即当传感器没有异常时,制动控制装置 1 进行到步骤 S9,在步骤 S9 处制动控制装置 1 进入备用模式 4。当在备用模式 4 时,制动控制装置 1 判定可继续由主缸压力控制器 8 执行正常操作,这是因为在步骤 S2 到 S4 处没有识别出故障。因此,制动控制装置 1 通过使得告警灯点亮或蜂鸣器发声来警告驾驶员,并将故障记录在存储器电路 85 中。此外,主缸压力控制器 8 通过 CAN 通信接口电路 86f 和 86g 向轮缸压力控制器 9 或其他的外部设备发送故障信息。

[0138] (时序图) 图 5A、5B 和 5C 是时序图,其中图 5A 示出了在备用模式 1 时图 1 的制动控制装置中的液压如何随时间改变的示例,图 5B 示出了在备用模式 2 时液压如何随时间改变的示例,而图 5C 示出了在备用模式 3 或备用模式 4 时液压如何随时间改变的示例。在出口阀门 11 和 21 的部分与轮缸 4a、4b、4c 和 4d 的部分之间测量液压。在图 5A、5B 和 5C 中,按照相同的方式操作制动踏板 BP。

[0139] 在备用模式 1 和 2 两者下,通过轮缸压力控制机构 3 而非主缸压力控制机构 5 来控制轮缸压  $P_{wc}$ 。因此,图 5A 中的曲线与图 5B 中的曲线相类似。然而,备用模式 1 和 2 采用不同的方法来测量制动踏板 BP 的操作。具体来说,备用模式 1 采用主缸压力传感器 3a 和 3b,而备用模式 2 利用与主缸压力控制器 8 进行信号通信而采用制动操作传感器 7。

[0140] 总之,由于制动踏板的行程具有初始无效区域,所以没有主缸压力产生,直到制动踏板的行程超出初始无效区域。因此,位移传感器可比主缸压力传感器更快速地检测制动踏板的操作。因此,采用制动操作传感器(位移传感器 7a 和 7b)的信号备用模式 2 在对液压的响应快速度上很优异。因此,如图 5A 和 5B 所示,备用模式 2 示出了比备用模式 1 上升更快的对液压的更优响应。

[0141] 在备用模式 3 或 4 中对液压的响应在快速度、平滑度(更小波动)、与理想值的吻合以及任何其他方面都优于备用模式 2。这是因为在备用模式 2 下通过轮缸压力控制机构 3 来控制轮缸压  $P_{wc}$ ,而在备用模式 3 和 4 下通过由主缸压力控制机构 5 调节主缸压  $P_{mc}$  来控制轮缸压  $P_{wc}$ 。换言之,备用模式 3 或 4 采用基于主缸 2 的放大控制,尽管备用模式 2 采用基于液压泵 P 的放大控制。

[0142] [有益效果] 制动控制装置 1 产生至少以下有益效果 (1) 至 (16)。

[0143] (1) 制动控制装置 (1) 包括:主缸 (2),其被设置为根据车辆的输入设备(制动踏板)的操作来提升该车辆的轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ );助力器(主缸压力控制机构 5),其被设置为通过独立于所述输入设备(制动踏板 BP)的操作地操作所述主缸 (2),来提升所述轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ );带有液压源(液压泵 P)的压力调节器(轮缸压力控制机构 3),其被设置为独立于所述主缸 (2) 的操作地提升所述轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ );以及控制部(主缸压力控制器 8,轮缸压力控制器 9),其包括第一控制器(主缸压力控制器 8)和第二控制器(轮缸压力控制器 9),所述第一控制器(主缸压力控制器 8)连接到助力器(主缸压力控制机构 5)用以进行信号通信并被配置为控制所述助力器(主缸压力控制机构 5),所述第二控制器(轮缸压力控制器 9)连接到压力调节器(轮缸压力控制机构 3)用以进行信号通信并被配置为控制所述压力调节器(轮缸压力控制机构 3),所述控制部(主缸压力控制器 8,轮缸压力控制器 9)被配置为:检测助力器(主缸压力控制机构 5)和第一控制器(主缸压力控制器 8)中的至少一个处于故障状态 (S1-S4, S81-S83);根据所述故障状态来选择备用模式之一,其中所述备用模式以不同的方式限制助力器(主缸压力控制机构 5)和压力调节器(轮缸压力控制机构 3)中的至少一个的操作 (S6-S9, S84-S86);并且按照所选备用模式来控制所述轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ )。即使当助力器系统故障时,该制动控制装置 (1) 也可有效于产生如驾驶员所期望的适当制动力,并且该制动控制装置 (1) 在安全性、易于操作以及舒适性方面都是有利的。

[0144] (2) 该制动控制装置还包括传感器(位移传感器 7a 和 7b,主缸压力传感器 3a 和 3b),其被设置为收集用于测量输入设备(制动踏板 BP)的操作量的信息,其中,第一控制器(主缸压力控制器 8)包括:处理器 (CPU 80);和设置为监视处理器 (CPU 80) 的状态的电路(监视控制电路 83);所述第一控制器(主缸压力控制器 8)被设置为响应于检测到处理器 (CPU 80) 处于故障状态而向第二控制器(轮缸压力控制器 9)发送表示请求备用模式的信号;并且所述第二控制器(轮缸压力控制器 9)被设置为响应于接收到该信号,通过根据输入设备(制动踏板 BP)的测得的操作量而操作压力调节器(轮缸压力控制机构 3),来控制轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ ) (在备用模式 1 下)。即使在助力器系统故障时,通过操作压力调节器(轮缸压力控制机构 3)而非操作助力器(主缸压力控制机构 5),该制动控制装置也有效于产生如驾驶员所期望的适当制动力。

[0145] (3) 在该制动控制装置中,所述输入设备包括制动踏板 (BP),并且所述传感器包

括设置用来测量制动踏板 (BP) 的行程的行程传感器 (制动操作传感器 7)。与使用主缸压力传感器相比,该制动控制装置有效于快速检测制动踏板 (BP) 的行程,并且以更快的上升获得对液压更优的响应。

[0146] (4) 在该制动控制装置中,传感器包括被设置用于测量主缸 (2) 的内压 ( $P_{mc}$ ) 的主缸压力传感器 (3a, 3b)。即使在行程传感器 (制动操作传感器 7) 故障时,该制动控制装置也有效于通过基于主缸压  $P_{mc}$  控制压力调节器 (轮缸压力控制机构 3) 来实现放大控制,并且基于主缸压力传感器 (3a, 3b) 的信号精确地测量制动踏板 (BP) 的操作以精确地控制液压,这是因为在制动踏板 (BP) 的行程超出初始无效区域以开始产生主缸压之后,主缸压力传感器 (3a, 3b) 比位移传感器指示传感器值相对于制动踏板 (BP) 的行程的大的改变率。

[0147] (5) 该制动控制装置还包括设置为收集用于测量输入设备 (制动踏板 BP) 的操作量的信息的传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b), 其中:助力器 (主缸压力控制机构 5) 包括设置用于操作主缸 (2) 的电动机 (50); 第一控制器 (主缸压力控制器 8) 包括被配置用于驱动电动机 (50) 的驱动器 (三相电动机驱动电路 84a) 和被配置用于监视驱动器 (三相电动机驱动电路 84a) 的状态的电路 (相电流监视电路 84b, 相电压监视电路 84c); 第一控制器 (主缸压力控制器 8) 被配置为响应于检测到驱动器 (三相电动机驱动电路 84a) 处于故障状态而向第二控制器 (轮缸压力控制器 9) 发送表示请求备用模式的信号; 并且第二控制器 (轮缸压力控制器 9) 被配置为响应于接收到所述信号, 根据测得的输入设备 (制动踏板 BP) 的操作量操作压力调节器 (轮缸压力控制机构 3) 来控制轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ ) (在备用模式 2 下)。即使在无法正常控制电动机 50 时, 该制动控制装置也有效于通过操作压力调节器 (轮缸压力控制机构 3) 而非操作助力器 (主缸压力控制机构 5) 来生成如驾驶员所请求的适当制动力。

[0148] (6) 在该制动控制装置中, 主缸 (2) 包括被设置用于提升主缸 (2) 的内压 ( $P_{mc}$ ) 的活塞 (主活塞 2b), 并且助力器 (主缸压力控制机构 5) 包括被设置用于通过向活塞 (主活塞 2b) 传送电动机 (50) 的输出扭矩来移动主缸 (2) 的活塞 (主活塞 2b) 的机构 (旋转-平移转换器 55)。即使在助力器 (主缸压力控制机构 5) 中的电动机 (50) 故障时, 该制动控制装置也有效于产生如驾驶员所期望的适当制动力, 并且该制动控制装置在安全性、易于操作以及舒适性方面都是有利的。

[0149] (7) 该制动控制装置还包括设置为收集用于测量输入设备 (制动踏板 BP) 的操作量的信息的多个传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b), 其中, 第一控制器 (主缸压力控制器 8) 被配置为: 检测所述多个传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b) 中的至少一个处于故障状态; 并且响应于检测到所述多个传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b) 中的至少一个处于故障状态而通过根据一组正常传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b) 的输出而操作助力器 (主缸压力控制机构 5), 来控制轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ ) (在备用模式 31、备用模式 32 下)。即使在传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b) 中的至少一个故障时, 该制动控制装置也有效于通过继续操作助力器 (主缸压力控制机构 5) 来产生如驾驶员所期望的适当制动力。

[0150] (8) 在该制动控制装置中, 输入设备包括制动踏板 (BP), 传感器包括设置用于测量制动踏板 (BP) 的行程的多个行程传感器 (7a, 7b)。这有效于改善制动控制装置 1 的故障

安全特性。

[0151] (9) 在该制动控制装置中,主缸 (2) 包括被设置用于提升主缸 (2) 的内压 ( $P_{mc}$ ) 的活塞 (主活塞 2b);传感器包括被设置用于测量主缸 (2) 的内压 ( $P_{mc}$ ) 的主缸压力传感器 (3a, 3b);助力器 (主缸压力控制机构 5) 包括被设置用于操作主缸 (2) 的电动机 (50);控制部 (主缸压力控制器 8, 轮缸压力控制器 9) 被配置为:根据主缸 (2) 的内压 ( $P_{mc}$ ) 的期望值,设置主缸 (2) 的活塞 (主活塞 2b) 的期望位移 ( $x_{pp}^*$ );并且根据电动机 (50) 的旋转量来估计主缸 (2) 的活塞 (主活塞 2b) 的实际位移 ( $x_{pp}$ );并且第一控制器 (主缸压力控制器 8) 被配置为:检测主缸压力传感器 (3a, 3b) 处于故障状态;并且响应于检测到主缸压力传感器 (3a, 3b) 处于故障状态,通过在自动制动控制下独立于输入设备 (制动踏板 BP) 的操作地操作助力器 (主缸压力控制机构 5) 以使活塞 (主活塞 2b) 的估计的实际位移 ( $x_{pp}$ ) 符合期望位移 ( $x_{pp}^*$ ),来控制轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ ) (在备用模式 33 下)。即使在主缸压力传感器 (3a, 3b) 故障时,该制动控制装置也有效于在自动制动控制下通过继续操作助力器 (主缸压力控制机构 5) 来产生如驾驶员所期望的适当制动力。

[0152] (10) 在该制动控制装置中,主缸 (2) 包括被设置用于提升主缸 (2) 的内压 ( $P_{mc}$ ) 的活塞 (主活塞 2b);传感器包括被设置用于测量主缸 (2) 的内压 ( $P_{mc}$ ) 的主缸压力传感器 (3a, 3b);助力器 (主缸压力控制机构 5) 包括被设置用于操作主缸 (2) 的电动机 (50);控制部 (主缸压力控制器 8, 轮缸压力控制器 9) 被配置为:根据主缸 (2) 的内压 ( $P_{mc}$ ) 的期望值,设置主缸 (2) 的活塞 (主活塞 2b) 的期望位移 ( $x_{pp}^*$ );并且根据电动机 (50) 的旋转量来估计主缸 (2) 的活塞 (主活塞 2b) 的实际位移 ( $x_{pp}$ );并且第一控制器 (主缸压力控制器 8) 被配置为:检测主缸压力传感器 (3a, 3b) 处于故障状态;并且响应于检测到主缸压力传感器 (3a, 3b) 处于故障状态,通过根据测得的制动踏板 (BP) 的行程利用助力器 (主缸压力控制机构 5) 调节活塞 (主活塞 2b) 的位移以将主缸 (2) 的内压 ( $P_{mc}$ ) 提升恒定放大因数,来控制轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ ) (在备用模式 33 下)。即使在主缸压力传感器 (3a, 3b) 故障时,该制动控制装置也有效于通过以改善的故障安全特性继续操作助力器 (主缸压力控制机构 5) 来产生如驾驶员所期望的适当制动力。

[0153] (11) 制动控制装置 (1) 包括:主缸 (2),其被设置为根据车辆的输入设备 (制动踏板) 的操作来提升该车辆的轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ );助力器 (主缸压力控制机构 5),其被设置为通过独立于所述输入设备 (制动踏板 BP) 的操作地操作所述主缸 (2),来提升所述轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ ),该助力器 (主缸压力控制机构 5) 包括设置用于操作所述主缸 (2) 的电动机 (50);带有液压源 (液压泵 P) 的压力调节器 (轮缸压力控制机构 3),其被设置为独立于所述主缸 (2) 的操作地提升所述轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ );多个传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b),其被设置为收集用于测量输入设备 (制动踏板 BP) 的操作量的信息;以及控制部 (主缸压力控制器 8, 轮缸压力控制器 9),其包括第一控制器 (主缸压力控制器 8) 和第二控制器 (轮缸压力控制器 9),所述第一控制器 (主缸压力控制器 8) 连接到助力器 (主缸压力控制机构 5) 用以进行信号通信并被配置为控制所述助力器 (主缸压力控制机构 5),第一控制器 (主缸压力控制器 8) 包括处理器 (CPU 80) 和配置用于驱动电动机 (50) 的驱动器 (三相电动机驱动电路 84a),所述第二控制器 (轮缸压力控制器 9) 连接到压力调节器 (轮缸压力控制机构 3) 用以进行信号通信并被配置为控制所述压力调节器 (轮缸压力控制机构 3),所述控制部 (主

缸压力控制器 8, 轮缸压力控制器 9) 被配置为: 检测助力器 (主缸压力控制机构 5) 和第一控制器 (主缸压力控制器 8) 中的至少一个处于故障状态; 根据所述故障状态来选择备用模式之一, 其中所述备用模式以不同的方式限制助力器 (主缸压力控制机构 5) 和压力调节器 (轮缸压力控制机构 3) 中的至少一个的操作, 所述备用模式包括第一、第二和第三备用模式; 响应于检测到第一控制器 (主缸压力控制器 8) 的处理器 (CPU 80) 处于故障状态而选择第一备用模式; 响应于检测到第一控制器 (主缸压力控制器 8) 的驱动器 (三相电动机驱动电路 84a) 处于故障状态而选择第二备用模式; 响应于检测到传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b) 中的至少一个处于故障状态而选择第三备用模式; 并且按照所选备用模式来控制所述轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ )。即使当助力器系统故障时, 该制动控制装置 (1) 也可有效地通过适当地选择一种备用模式而产生如驾驶员所期望的适当制动力, 并且该制动控制装置 (1) 在安全性、易于操作以及舒适性方面都是有利的。

[0154] (12) 在该制动控制装置中, 第一控制器 (主缸压力控制器 8) 包括配置用于监视处理器 (CPU 80) 的状态的电路 (监视控制电路 83); 第一控制器 (主缸压力控制器 8) 被配置为响应于检测到处理器 (CPU 80) 处于故障状态而向第二控制器 (轮缸压力控制器 9) 发送表示请求第一备用模式的第一信号; 第二控制器 (轮缸压力控制器 9) 被配置为响应于接收到第一信号, 通过根据测得的输入设备 (制动踏板 BP) 的操作量而操作压力调节器 (轮缸压力控制机构 3), 来控制轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ ) (在备用模式 1 下)。即使在助力器系统故障时, 该制动控制装置也有效地通过操作压力调节器 (轮缸压力控制机构 3) 而非操作助力器 (主缸压力控制机构 5), 来产生如驾驶员所期望的适当制动力。

[0155] (13) 在该制动控制装置中, 第一控制器 (主缸压力控制器 8) 包括配置用于监视驱动器 (三相电动机驱动电路 84a) 的状态的电路 (相电流监视电路 84b, 相电压监视电路 84c); 第一控制器 (主缸压力控制器 8) 被配置为响应于检测到驱动器 (三相电动机驱动电路 84a) 处于故障状态而向第二控制器 (轮缸压力控制器 9) 发送表示请求第二备用模式的第二信号; 并且第二控制器 (轮缸压力控制器 9) 被配置为响应于接收到第二信号, 根据测得的输入设备 (制动踏板 BP) 的操作量操作压力调节器 (轮缸压力控制机构 3) 来控制轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ ) (在备用模式 2 下)。即使在无法正常控制电动机 50 时, 该制动控制装置也有效地通过操作压力调节器 (轮缸压力控制机构 3) 而非操作助力器 (主缸压力控制机构 5) 来生成如驾驶员所请求的适当制动力。

[0156] (14) 在该制动控制装置中, 第一控制器 (主缸压力控制器 8) 被配置为: 检测所述多个传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b) 中的至少一个处于故障状态; 并且响应于检测到所述多个传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b) 中的至少一个处于故障状态而在第三备用模式下通过根据一组正常传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b) 的输出而操作助力器 (主缸压力控制机构 5), 来控制轮缸 (4a、4b、4c、4d) 的内压 ( $P_{wc}$ ) (在备用模式 31、备用模式 32 下)。即使在传感器 (位移传感器 7a 和 7b, 主缸压力传感器 3a 和 3b) 中的至少一个故障时, 该制动控制装置也有效地通过继续操作助力器 (主缸压力控制机构 5) 来产生如驾驶员所期望的适当制动力。

[0157] (15) 在该制动控制装置中, 所述控制部 (主缸压力控制器 8, 轮缸压力控制器 9) 被配置为在选择的备用模式下时执行告警操作。该制动控制装置有效地使得驾驶员能够快速认识到故障状态, 由此改善了安全性和可靠性。



[0158] (16) 在该制动控制装置中,所述控制部(主缸压力控制器 8,轮缸压力控制器 9)被配置为执行:第一操作,用于关于选择第一备用模式而确定第一控制器(主缸压力控制器 8)的处理器(CPU 80)是否处于故障状态;第二操作,用于在第一操作之后关于选择第二备用模式而确定第一控制器(主缸压力控制器 8)的驱动器(三相电动机驱动电路 84a)是否处于故障状态;和第三操作,用于在第三操作之后关于选择第三备用模式确定传感器(位移传感器 7a 和 7b,主缸压力传感器 3a 和 3b)中的至少一个是否处于故障状态,该制动控制装置有效地执行对一种备用模式的选择。这是因为检测除 CPU80 的故障之外的故障要求 CPU 80 是正常的,并且如果电动机 50 故障则检测传感器故障就没有意义。

[0159] 根据本实施例的制动控制装置 1 可如下修改。

[0160] 尽管如图 1 所示轮缸压力控制机构 3 具有液压电路,但是液压电路可任意修改,只要修改后的轮缸压力控制机构能够提供类似的功能。

[0161] 尽管主缸压力控制机构 5 包括电动机 50 和旋转-平移转换器 55 用以移动主活塞 2b 并提升主缸压,但是主缸压力控制机构 5 可被配置为利用真空泵提升主缸压,或者可包括由电动机驱动的其他类型的机构来提升主缸压。

[0162] 尽管电动机 50 由三相无刷 DC 电动机来实现,但是电动机 50 可由诸如 DC 电动机或 AC 电动机的其他类型的电动机来实现。三相无刷 DC 电动机通常在可控制性、安静度以及公差方面有利。

[0163] 尽管减速器 51 由滑轮机构来实现,但是减速器 51 还可不同地由齿轮机构来实现。

[0164] 尽管旋转-平移转换器 55 由滚珠丝杠机构来实现,但是旋转-平移转换器 55 可不同地由齿条齿轮机构来实现。

[0165] 尽管轮缸压力控制机构 3 中的液压泵 P 由齿轮泵来实现,但是液压泵 P 可不同地由柱塞泵或次摆线泵来实现。齿轮泵通常在安静度方面有利。

[0166] 本申请基于 2007 年 8 月 10 日提交的在先日本专利申请 No. 2007-208869。在此通过引用将日本专利申请 No. 2007-208869 的全部内容并入于此。

[0167] 尽管以上参照本发明的特定实施例描述了本发明,但是本发明并不限于上述实施例。本领域技术人员根据以上教习可构想对上述实施例的修改和变型。本发明的范围参照以下权利要求来限定。

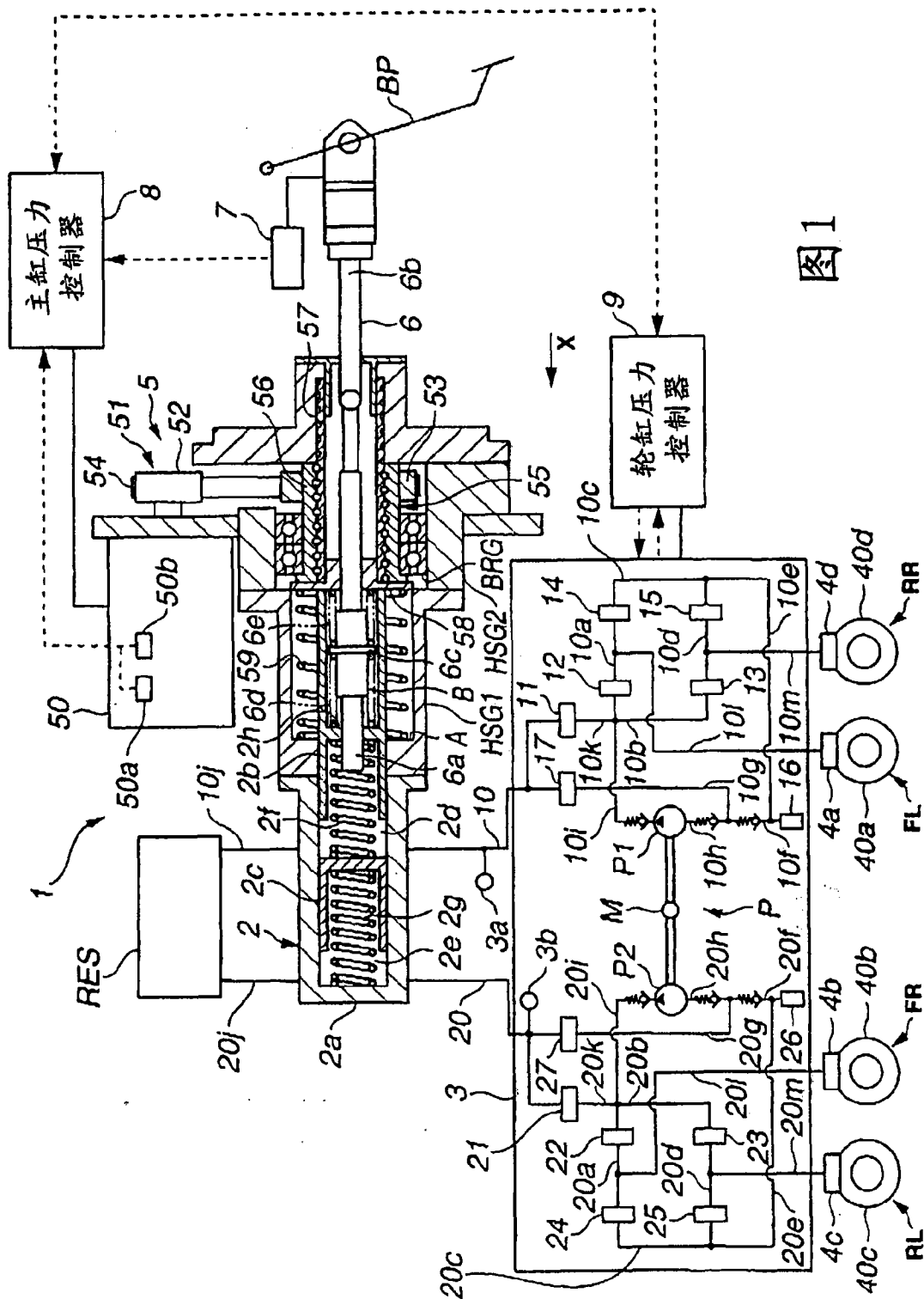


图1

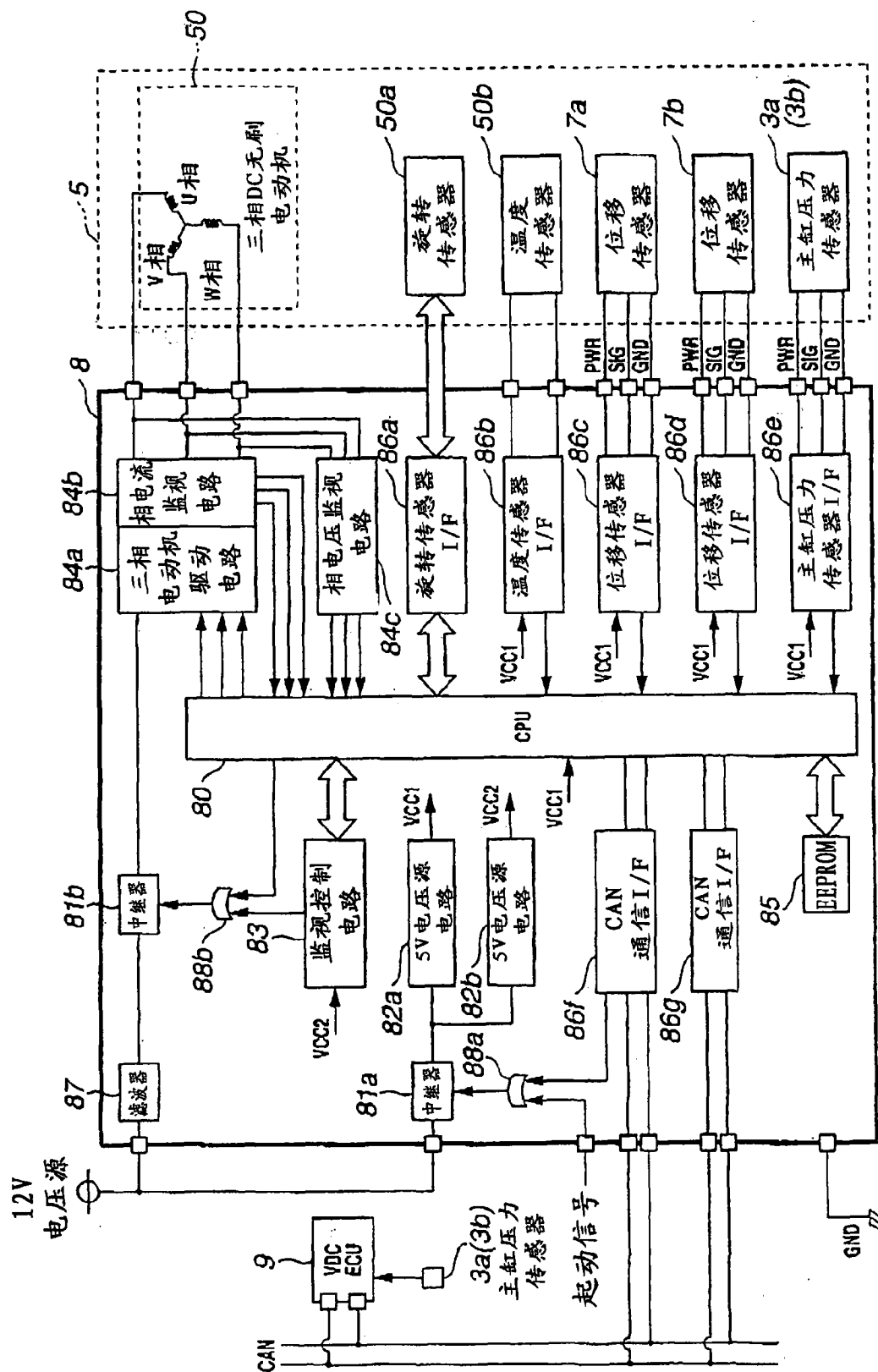


图2

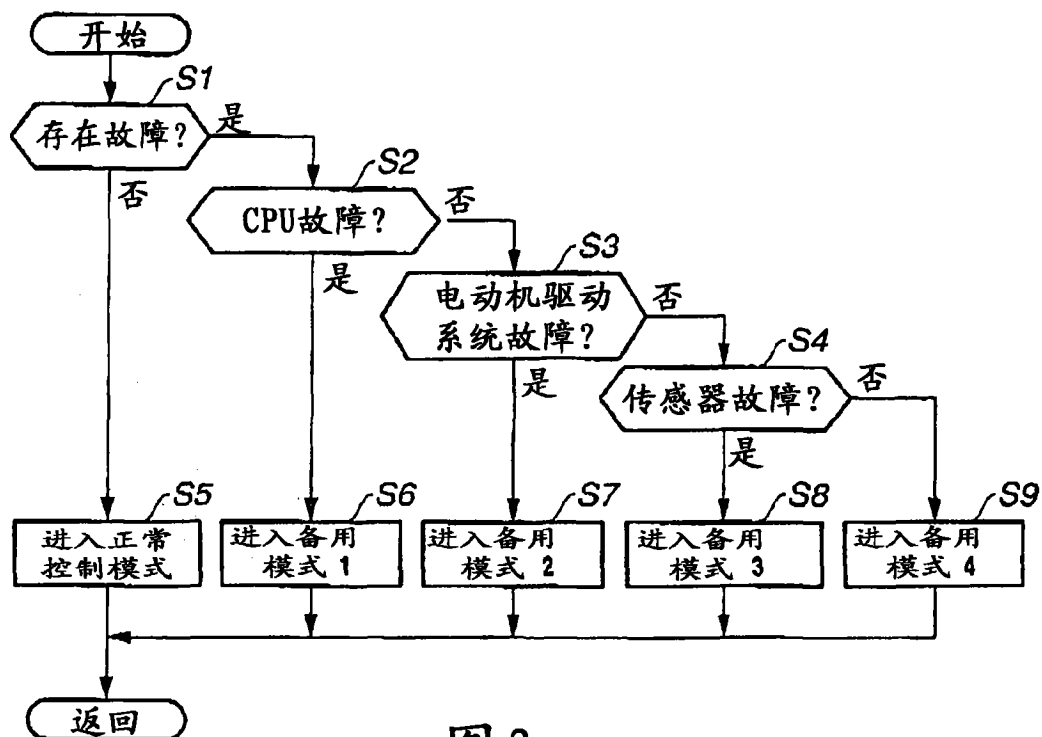


图 3

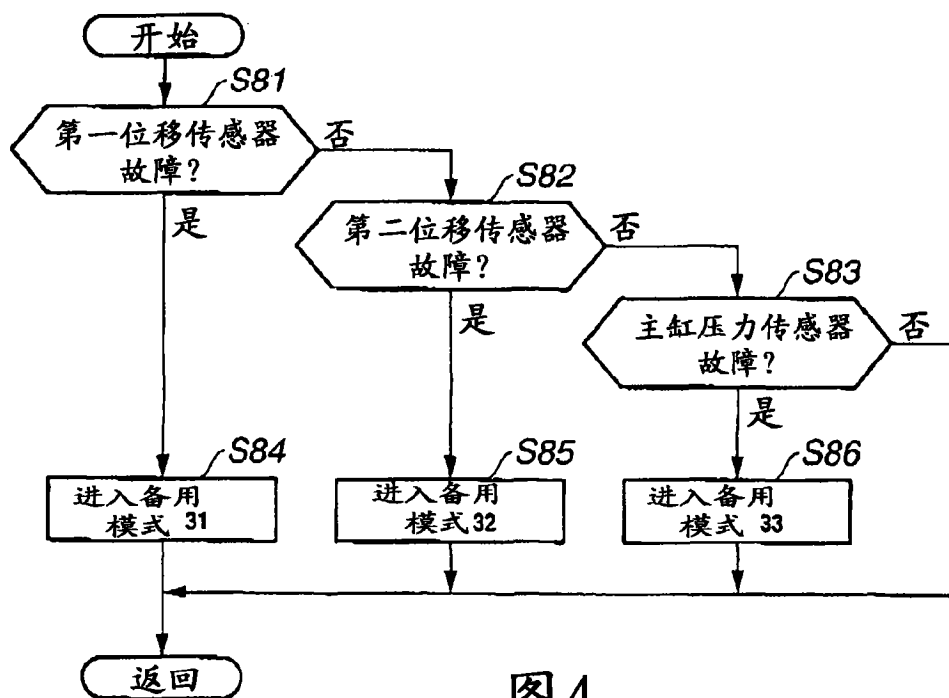


图 4

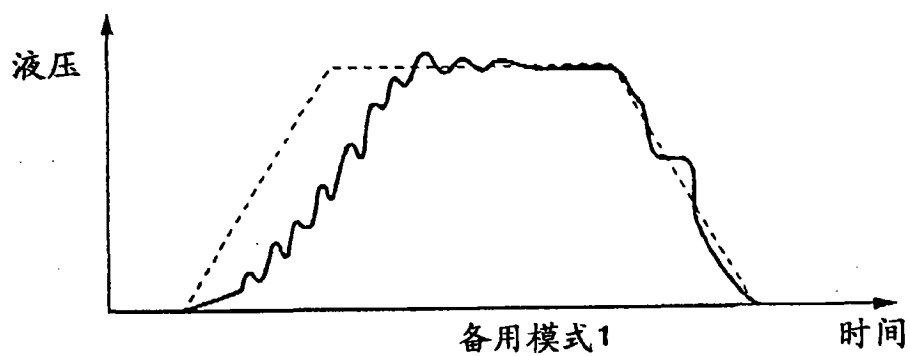


图 5A

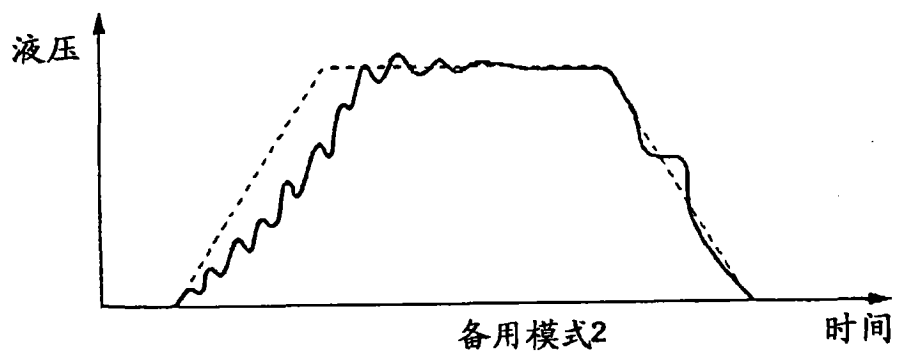


图 5B

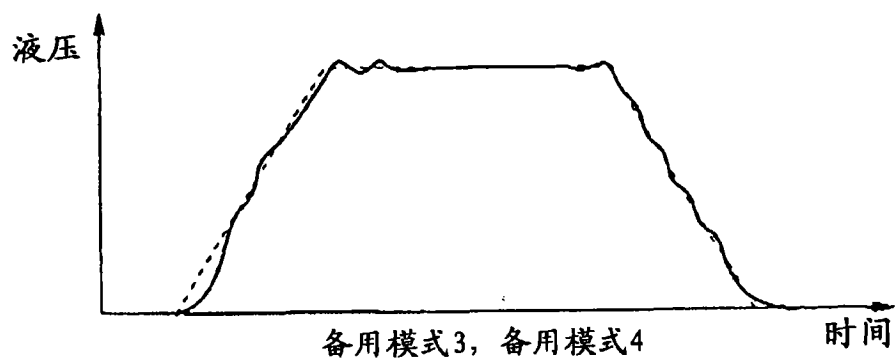


图 5C