



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102320292 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 11

(21) 申请号 201110192642. 2

B60T 13/74(2006. 01)

(22) 申请日 2006. 09. 26

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

US 6634724 B2, 2003. 10. 21, 全文.

278220/05 2005. 09. 26 JP

US 4918921, 1990. 04. 24, 全文.

(62) 分案原申请数据

审查员 赖俊科

200680035496. X 2006. 09. 26

(73) 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72) 发明人 大谷行雄 池田纯一 长井和裕

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 岳雪兰

(51) Int. Cl.

B60T 7/04(2006. 01)

B60T 8/32(2006. 01)

B60T 13/02(2006. 01)

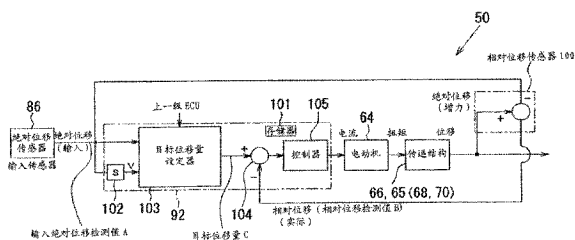
权利要求书2页 说明书18页 附图25页

(54) 发明名称

电动助力装置

(57) 摘要

本发明提供一种电动助力装置, 能根据输入部件的绝对位移量来控制位移量以使输入部件与助力部件的相对位移关系可变, 而能得到希望的各种制动特性, 能进行制动感觉的改善。根据电位计 (86) (输入绝对位移量检测机构) 的检测信号设定输入活塞与增压活塞的相对位移关系成为可变的目標位移量, 根据来自检测两活塞相对位移量的相对位移传感器 (100) 的信号, 使两活塞的相对位移量成为所述目標位移量地进行位移量控制。通过这样地控制输入活塞与增压活塞的相对位移量而能得到制动助力控制等的各种制动特性。



1. 一种电动助力装置,其具有:

主缸,其产生制动液压;增压活塞,其通过在所述主缸内进行位移来调节所述主缸的液压;电动驱动器,其使所述增压活塞位移,所述电动助力装置的特征在于,其具有:

目标位移量设定部,其基于制动踏板的操作量,设定由所述制动踏板的操作进行的进退移动的输入部件和所述增压活塞的相对位移量即目标相对位移量,或者,基于所述制动踏板的操作量,设定所述增压活塞的绝对位移量的目标位移量;

控制装置,其控制所述电动驱动器,以成为所设定的目标相对位移量或者绝对位移量的目标位移量。

2. 如权利要求1所述的电动助力装置,其特征在于,

所述目标位移量设定部,其改变所述输入部件和所述增压活塞的相对位置关系,设定所述目标相对位移量或者所述绝对位移量的目标位移量,以得到各种制动特性。

3. 如权利要求1所述的电动助力装置,其特征在于,所述目标位移量设定部基于所述制动踏板的操作量,设定所述输入部件和所述增压活塞的相对位移量的目标相对位移量,或者,基于所述制动踏板的操作量,设定所述增压活塞的绝对位移量的目标位移量,以使所述增压活塞的前进相对于所述输入部件在增加液压方向的前进进一步前进,而使所述输入部件和所述增压活塞的相对位移量随着所述增压活塞的前进而渐渐增大。

4. 如权利要求1所述的电动助力装置,其特征在于,所述目标位移量设定部,其基于所述制动踏板的操作量,设定所述输入部件和所述增压活塞的相对位移量的目标相对位移量,或者,基于所述制动踏板的操作量,设定所述增压活塞的绝对位移量的目标位移量,以使所述增压活塞相对于所述输入部件在增加液压方向的前进而渐渐相对地后退。

5. 如权利要求1所述的电动助力装置,其特征在于,具有所述目标位移量设定部和控制所述电动驱动器的控制装置的控制机构,该控制机构控制所述电动驱动器,以使随着所述输入部件向增加液压方向进行移动,所述增压活塞的位移量大于或者小于所述输入部件的位移量。

6. 如权利要求1至5中任一项所述的电动助力装置,其特征在于,具有检测所述增压活塞的位移量的增压活塞位移量检测机构,控制所述电动驱动器的控制装置以基于来自所述增压活塞位移量检测机构的信号控制所述电动驱动器,以成为所述设定的绝对位移量的目标位移量。

7. 如权利要求1至5中任一项所述的电动助力装置,其特征在于,利用来自所述制动踏板的由所述输入部件所付与的推力和来自所述电动驱动器的由所述增压活塞所付与的推力而在主缸内产生液压,由该制动液压的反力的一部分向所述输入部件传递,另外一部分向所述增压活塞传递。

8. 如权利要求7所述的电动助力装置,其特征在于,在所述输入部件与所述增压活塞之间设置有作用机构,该作用机构相对所述增压活塞把所述输入部件向两者相对位移的中立位置进行作用。

9. 如权利要求1至5、8中任一项所述的电动助力装置,其特征在于,具有存储器,该存储器存储:与所述输入部件和所述增压活塞的相对位移量或者所述增压活塞的绝对位移量相关的特性数据,所述目标位移量设定部基于所述存储器的所述特性数据设定所述目标相对位移量或者所述绝对位移量的目标位移量,所述输入部件和所述增压活塞的相对位移量

与所述制动踏板的操作量即制动踏板的绝对位移量相对。

10. 如权利要求 9 所述的电动助力装置,其特征在于,所述存储器存储有多个特性数据,以得到作为所述特性数据的各种制动特性。

## 电动助力装置

[0001] 本申请是株式会社日立制作所于 2006 年 9 月 26 日提交的名称为“电动助力装置”、申请号为 200680035496. X 的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及汽车制动机构等所使用的电动助力装置。

### 背景技术

[0003] 以往,有利用电动驱动器来对踏板输入进行助力并向主缸输出的电动助力装置。作为这种电动助力装置有专利文献 1 ~ 3 公开的电动助力装置。

[0004] 专利文献 1 公开的电动助力装置具备:为了对由输入杆所产生的向主缸的传递力进行助力而设置的助力部件(电磁装置)、检测输入杆与助力部件的相对位移量的相对位移传感器,控制助力部件的位移以使输入杆和助力部件一体位移,即,使由相对位移传感器检测的相对位移量为 0。

[0005] 专利文献 2 公开的电动助力装置把接受踏板输入的输入杆与助力部件(活塞轴)连结,当输入杆被按压时,则控制器通过把电动机产生的力付与助力部件,而使助力部件与输入杆一体位移,由此,对踏板输入进行助力并向主缸输出。

[0006] 专利文献 3 公开的电动助力装置对于与接受踏板输入的输入杆连动的助力部件(主活塞),是使其一端部面对主缸的压力室,当输入杆被按压时,则控制器通过把电动机产生的力付与助力部件,而使助力部件位移,由此,对踏板输入助力并向主缸输出。

[0007] 专利文献 1:日本特开昭 60-92151 号公报

[0008] 专利文献 2:日本特开平 10-53122 号公报

[0009] 专利文献 3:日本特开平 10-138909 号公报

[0010] 但在专利文献 1 ~ 3 公开的装置中,控制助力部件以使输入部件与助力部件的相对位移量总是一定,而不能控制助力部件的位移量以使输入部件与助力部件的相对位移关系变化。另外,也不能成为:根据检测输入部件的绝对位移量来对输入部件与助力部件的相对位移关系自由地进行位移量控制。

[0011] 即,专利文献 1 公开的装置是使输入部件与助力部件的相对位移量总是为 0 地来进行控制,不能把输入部件与助力部件的相对位移关系控制成可变。专利文献 1 公开的装置不检测输入部件的绝对位移量,不包含根据该绝对位移量来对上述两部件的相对位移关系自由地进行位移量控制的技术。

[0012] 专利文献 2 公开的装置是使输入部件与助力部件一体移动,因此,当然不能使输入部件与助力部件的相对位移关系可变。专利文献 2 公开的装置不检测输入部件的绝对位移量,不包含根据该绝对位移量来对上述两部件的相对位移关系自由地进行位移量控制的技术。

[0013] 专利文献 3 公开的装置虽然能使输入部件与助力部件相对位移,但完全没考虑检测两部件的相对位移量,因此,不能把输入部件与助力部件的相对位移关系进行可变控制。

专利文献 3 公开的装置不检测输入部件的绝对位移量,不包含根据该绝对位移量来对上述两部件的相对位移关系自由地进行位移量控制的技术。

## 发明内容

[0014] 本发明是鉴于上述情况而开发的,提供一种电动助力装置,基于制动踏板的操作量进行位移量控制,以使输入部件和增压活塞的相对位移量或者增压活塞的绝对位移量成为目标值,这样能得到希望的各种制动特性,能进行制动感觉的改善。

[0015] 本发明内容 1 记载发明的电动助力装置具备:主缸,其产生制动液压;增压活塞,其通过在所述主缸内进行位移来调节所述主缸的液压;电动驱动器,其使所述增压活塞位移,所述电动助力装置的特征在于,其具有:目标位移量设定部,其基于制动踏板的操作量,设定由所述制动踏板的操作进行的进退移动的输入部件和所述增压活塞的相对位移量即目标相对位移量,或者,基于所述制动踏板的操作量,设定所述增压活塞的绝对位移量的目标位移量;控制装置,其控制所述电动驱动器,以成为所设定的目标相对位移量或者绝对位移量的目标位移量。

[0016] 本发明内容 2 记载的发明是在本发明内容 1 记载的电动助力装置中,所述目标位移量设定部,其改变所述输入部件和所述增压活塞的相对位置关系,设定所述目标相对位移量或者所述绝对位移量的目标位移量,以得到各种制动特性。

[0017] 本发明内容 3 记载的发明是在本发明内容 1 记载的电动助力装置中,所述目标位移量设定部基于所述制动踏板的操作量,设定所述输入部件和所述增压活塞的相对位移量的目标相对位移量,或者,基于所述制动踏板的操作量,设定所述增压活塞的绝对位移量的目标位移量,以使所述增压活塞的前进相对于所述输入部件在增加液压方向的前进进一步前进,而使所述输入部件和所述增压活塞的相对位移量随着所述增压活塞的前进而渐渐增大。

[0018] 本发明内容 4 记载的发明是在本发明内容 1 记载的电动助力装置中,所述目标位移量设定部,其基于所述制动踏板的操作量,设定所述输入部件和所述增压活塞的相对位移量的目标相对位移量,或者,基于所述制动踏板的操作量,设定所述增压活塞的绝对位移量的目标位移量,以使所述增压活塞相对于所述输入部件在增加液压方向的前进而渐渐相对地后退。

[0019] 本发明内容 5 记载的发明是在本发明内容 1 记载的电动助力装置中,具有所述目标位移量设定部和控制所述电动驱动器的控制装置的控制机构,该控制机构控制所述电动驱动器,以使随着所述输入部件向增加液压方向进行移动,所述增压活塞的位移量大于或者小于所述输入部件的位移量。

[0020] 本发明内容 6 记载的发明是在本发明内容 1 到 5 任一项记载的电动助力装置中,具有检测所述增压活塞的位移量的增压活塞位移量检测机构,控制所述电动驱动器的控制装置以基于来自所述增压活塞位移量检测机构的信号控制所述电动驱动器,以成为所述设定的绝对位移量的目标位移量。

[0021] 本发明内容 7 记载的发明是在本发明内容 1 到 5 任一项记载的电动助力装置中,利用来自所述制动踏板的由所述输入部件所付与的推力和来自所述电动驱动器的由所述增压活塞所付与的推力而在主缸内产生液压,由该制动液压的反力的一部分向所述输入部

件传递,另外一部分向所述增压活塞传递。

[0022] 本发明内容 8 记载的发明是在本发明内容 7 记载的电动助力装置中,在所述输入部件与所述增压活塞之间设置有作用机构,该作用机构相对所述增压活塞把所述输入部件向两者相对位移的中立位置进行作用。

[0023] 本发明内容 9 记载的发明是在本发明内容 1 到 5、8 任一项记载的电动助力装置中,具有存储器,其存储:与所述输入部件和所述增压活塞的相对位移量相关或者与所述增压活塞的绝对位移量相关的特性数据,所述目标位移量设定部基于所述存储器的所述特性数据设定所述目标相对位移量或者所述绝对位移量的目标位移量,所述输入部件和所述增压活塞的相对位移量与所述制动踏板的操作量即制动踏板的绝对位移量相对。

[0024] 本发明内容 10 记载的发明是在本发明内容 9 记载的电动助力装置中,所述存储器存储有多个特性数据,以得到作为所述特性数据的所述各种制动特性。

[0025] 根据本发明内容 1 到 10 记载的发明,具有如下所述的优点:基于制动踏板的操作量进行位移量控制,以使输入部件和增压活塞的相对位移量或者增压活塞的绝对位移量成为目标值,例如,能得到制动助力控制等各种制动特性,且考虑到一般在低液压区域,液压相对行程的变化比在高液压区域小的情况,利用控制所述增压活塞的行程的位移量控制,而能高精度进行作为制动而被多次使用的在低液压区域的制动。

#### 附图说明

[0026] 图 1 是表示本发明第一实施例电动助力装置的剖视图;

[0027] 图 2 是用于说明图 1 电动助力装置的压力平衡的模式图;

[0028] 图 3 是表示包括图 1 电动助力装置的控制器的控制系统的方块图;

[0029] 图 4 (b)是表示图 1 控制器能进行的恒定助力控制所使用的目标位移量计算特性数据(输入行程相对位移量特性)的图,图 4 (a)是表示与该(b)的目标位移量计算特性数据对应的输入行程和助力行程的特性数据的图,图 4 (c)是表示与(b)的目标位移量计算特性数据对应的输入行程与液压的对应关系的图;

[0030] 图 5 (b)是表示图 1 控制器所进行的可变助力控制所使用的目标位移量计算特性数据的图,图 5 (a)、图 5 (c)是表示与图 4 (a)、图 4 (c)对应的特性数据的图;

[0031] 图 6 (b)是表示图 1 控制器所进行的进入跃升控制所使用的目标位移量计算特性数据的图,图 6 (a)、图 6 (c)是表示与图 4 (a)、图 4 (c)对应的特性数据的图;

[0032] 图 7 (b)是表示图 1 控制器 92 所进行的制动助力控制所使用的目标位移量计算特性数据的图,图 7 (a)、图 7 (c)是表示与图 4 (a)、图 4 (c)对应的特性数据的图;

[0033] 图 8 (b)是表示图 1 控制器所进行的瞬间增大制动效应控制所使用的目标位移量计算特性数据的图,图 8 (a)、图 8 (c)是表示与图 4 (a)、图 4 (c)对应的特性数据的图,图 8 (d)是表示时间经过中输入行程与液压变化的图;

[0034] 图 9 (b)是表示图 1 控制器所进行的再生协调控制所使用的目标位移量计算特性数据的图,图 9 (a)、图 9 (c)是表示与图 4 (a)、图 4 (c)对应的特性数据的图;

[0035] 图 10 (b)是表示图 1 控制器所进行的减助力控制所使用的目标位移量计算特性数据的图,图 10 (a)、图 10 (c)是表示与图 4 (a)、图 4 (c)对应的特性数据的图;

[0036] 图 11 是表示用于说明图 1 电动助力装置作用的基本流程的流程图;

- [0037] 图 12 是为了使图 11 基本流程中步骤 S2 的内容与各种控制对应而改变的流程图；
- [0038] 图 13 是表示与图 12 的步骤 S101 对应并与图 12 的流程并行处理的输入速度 BA 标志生成流程的流程图；
- [0039] 图 14 是表示与图 12 的步骤 S103 对应并与图 12 的流程并行处理的瞬间增大制动效应标志生成流程的流程图；
- [0040] 图 15 是表示与图 12 的步骤 S105 对应并与图 12 的流程并行处理的再生协调标志生成流程的流程图；
- [0041] 图 16 是表示与图 12 的步骤 S106 内容相当的再生协调目标位移量设定流程的流程图；
- [0042] 图 17 是表示第一实施例所使用的降低无效行程控制流程的流程图；
- [0043] 图 18 是表示本发明第二实施例电动助力装置的剖视图；
- [0044] 图 19 是表示图 18 电动助力装置包括控制器的控制系统的方块图；
- [0045] 图 20 是表示用于说明图 18 电动助力装置作用的基本流程的流程图；
- [0046] 图 21 是模式表示第二实施例的第一变形例的图；
- [0047] 图 22 是表示在图 21 的第二实施例的第一变形例中把相对位移错开时的输入行程与输出的关系的图；
- [0048] 图 23 是用于说明作为输入绝对位移量检测机构而能使用液压传感器、踏力传感器或电流传感器的模式图；
- [0049] 图 24 是表示主缸压力室 2A 的液量 V 与液压 Pb 的关系的图；
- [0050] 图 25 是表示本发明第三实施例电动助力装置控制系统的方块图；
- [0051] 图 26 是表示用于说明第三实施例电动助力装置作用的基本流程的流程图；
- [0052] 图 27 是为了使图 26 基本流程中步骤 S702 的内容与各种控制对应而改变的流程图。
- [0053] 符号说明
- [0054] 50、50A、50B、50C 电动助力装置 52 增压活塞(助力部件) 58 输入活塞(输入部件) 85 (85A、85B) 弹簧(作用机构) 86 电位计(输入绝对位移量检测机构) 91 分解器(助力绝对位移量检测机构) 92、92A、92C 控制器(控制机构) 100 相对位移传感器(相对位移量检测机构)

### 具体实施方式

- [0055] 以下根据图 1 ~ 图 17 说明本发明第一实施例的电动助力装置。
- [0056] 图 1 中, 电动助力装置 50 具备 : 作为串联主缸 2 的主活塞共用的活塞组装体 51 和向构成活塞组装体 51 的增压活塞(助力部件)52 付与(助力推力)推力的电动驱动器 53。活塞组装体 51 被配置在固定于车室壁 3 上的壳体 54 的内部, 电动驱动器 53 被配置在壳体 54 的外部。
- [0057] 壳体 54 包括 : 经由环状的安装部件 55 而被固定在车室壁 3 前面的第一筒体 56 和与第一筒体 56 同轴连结的第二筒体 57。第二筒体 57 的前端与串联主缸 2 连结。支承板 63 被安装在第一筒体 56 上。构成电动驱动器 53 的电动机 64 被固定在支承板 63 上。安装部件 55 使其内径轮毂部 55a 位于车室壁 3 的开口 3a 地被固定在车室壁 3 上。电动机 64 在

此由 DC 无刷电机构成。

[0058] 串联主缸 2 具备有底的缸本体 10 和贮液箱 11, 在缸本体 10 内的里侧能滑动地配置与作为所述主活塞的活塞组装体 51 成对的副活塞 12。缸本体 10 内被活塞组装体 51 和副活塞 12 划分成两个压力室 13、14, 随着所述两活塞(活塞组装体 51 和副活塞 12)的前进使被封入在各压力室 13、14 内的制动液向对应系统的车轮缸压进。

[0059] 缸本体 10 的壁上形成有把各压力室 13、14 内与贮液箱 11 连通的溢流口 15, 在缸本体 10 的内面, 所述溢流口 15 的前侧分别配置密封部件 16。随着所述两活塞(活塞组装体 51 和副活塞 12)的前进并通过所述一对密封部件 16 与对应的活塞组装体 51 的增压活塞 52 和副活塞 12 的外周面(位于后述通孔 18 后侧的外周面)滑动接触, 而各压力室 13、14 相对溢流口 15 被关闭。在各压力室 13、14 内配置把所述活塞组装体 51 的增压活塞 52 和副活塞 12 向后方作用的复位弹簧 17。在增压活塞 52 和副活塞 12 的前端部穿设有在图示的制动非动作时的初始位置能与主缸 2 内的溢流口 15 连通的通孔 18。

[0060] 活塞组装体 51 的结构是, 在增压活塞 52 内设置和能与其相对移动的输入活塞(输入部件)58。输入活塞 58 通过把设置在其后端的大径部 58a 与从制动踏板 8 延伸的踏板侧轴 9 连结而能通过制动踏板 8 的操作(踏板操作)而进退移动。这时, 踏板侧轴 9 以使其前端部与设置在大径部 58a 上的球面状凹部 58b 嵌合的状态被连结, 由此, 容许踏板侧轴 9 的摆动。

[0061] 构成活塞组装体 51 的增压活塞 52 在其内部的长度方向中间部位具有间隔壁 59, 输入活塞 58 插入该间隔壁 59 并且延伸。增压活塞 52 的前端侧插入主缸 2 内的压力室(主室) 13, 另一方面, 输入活塞 58 的前端侧被配置在相同压力室 13 内的增压活塞 52 的内侧。增压活塞 52 与输入活塞 58 之间通过配置在增压活塞 52 的间隔壁 59 前侧的密封部件 60 被密封, 增压活塞 52 与主缸 2 的缸本体 10 的导向器 10a 之间通过所述密封部件 16 被密封, 由此, 能防止制动液从压力室 13 向主缸 2 外的漏出。在增压活塞 52 和副活塞 12 的前端部穿设有在图示的制动非动作时的初始位置能与主缸 2 内的溢流口 15 连通的通孔 18。

[0062] 电动驱动器 53 大概包括: 被固定在与壳体 54 的第一筒体 56 成为一体的支承板 63 上的电动机 64、在第一筒体 56 的内部把输入活塞 58 包围设置的滚珠丝杠机构(旋转-直动变换机构) 65、把电动机 64 的旋转减速并向滚珠丝杠机构 65 传递的旋转传递机构 66。

[0063] 滚珠丝杠机构 65 包括: 经由轴承(角接触轴承) 67 被能自由转动支承在第一筒体 56 内的螺母部件(旋转部件) 68、经由滚珠(省略符号) 而与该螺母部件 68 啮合的中空的丝杠轴(直动部件) 70。丝杠轴 70 的后端部不能转动而能滑动地被支承在固定于壳体 54 的安装部件 55 上的环状导向器 71 上, 由此, 随着螺母部件 68 的旋转而丝杠轴 70 直动。

[0064] 另一方面, 旋转传递机构 66 包括: 被安装在电动机 64 输出轴 64a 上的第一带轮 72、经由键 73 不能转动地与螺母部件 68 嵌合的第二带轮 74、绕挂在所述两个带轮 72、74 之间的带(正时齿带) 75。第二带轮 74 比第一带轮 72 的径大, 由此, 则把电动机 64 的旋转减速并向滚珠丝杠机构 65 的螺母部件 68 传递。轴承 67 利用与螺母部件 68 旋合的螺母 67 并经由第二带轮 74 和垫圈 77 被加压。旋转传递机构 66 并不限定于是上述的带轮和皮带, 也可以是减速齿轮机构等。

[0065] 构成滚珠丝杠机构 65 的中空的丝杠轴 70 的前端部嵌合固定有凸缘部件 78, 在其后端部嵌合固定有筒状导向器 79。凸缘部件 78 和筒状导向器 79 为了发挥对输入活塞 58

进行滑动引导的导向器功能而分别设定有内径。凸缘部件 78 随着丝杠轴 70 向图 1 中的左方向前进而与增压活塞 52 的后端抵接,随此增压活塞 52 也前进。在构成壳体 54 的第二筒体 57 的内部配置一端卡止在形成于该第二筒体 57 内面的环状突起 80,而另一端与凸缘部件 78 对接的复位弹簧 81,在制动非动作时,丝杠轴 70 由该复位弹簧 81 来决定图示的初始位置。

[0066] 在输入活塞 58 与增压活塞 52 相互之间划分有环状空间 82。环状空间 82 配置一对弹簧(作用机构)85 (85A、85B)。一对弹簧 85 (85A、85B)使其各一端卡止在设置于输入活塞 58 的凸缘部 83 上,使弹簧 85A 的另一端卡止在增压活塞 52 的间隔壁 59 上,使弹簧 85B 的另一端卡止在嵌合于增压活塞 52 后端部的止动环 84 上。一对弹簧 85 相对增压活塞 52 把输入活塞 58 向两者相对位移的中立位置作用,在制动非动作时有把输入活塞 58 和增压活塞 52 保持在相对移动的中立位置的作用。在输入活塞 58 和增压活塞 52 从中立位置向任一方向相对位移时,利用上述一对弹簧 85 进行作用而产生使输入活塞 58 相对增压活塞 52 向中立位置返回的作用力。

[0067] 本第一实施例在车室内设置有检测输入活塞 58 相对车体的绝对位移量(适当地也叫做输入绝对位移检测值 A)的输入绝对位移量检测机构一例即电位计 86(位移传感器)。该电位计 86 包括:内藏有电阻的本体部 87、从本体部 87 与输入活塞 58 平行地向制动踏板 8 侧延伸的传感器杆 88。电位计 86 与输入活塞 58 平行地被安装在固定于壳体 54 的安装部件 55 的轮毂部 55a 上的托架 89 上。传感器杆 88 由内设于本体部 87 的弹簧总是向伸长方向作用而使前端与固定在输入活塞 58 后端部的托架 90 抵接。

[0068] 在在输入活塞 58 与丝杠轴 70 之间设置检测输入活塞 58 与增压活塞 52 相对位移量(以下也叫做相对位移检测值 B)的相对位移传感器 100 (相对位移量检测机构),以检测输入活塞 58 与丝杠轴 70 (进而与增压活塞 52)的相对位移量。相对位移传感器 100 检测物理上的输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移量并把检测数据向控制器 92 输出。

[0069] 电位计 86、相对位移传感器 100 和电动机 64 的未图示的驱动部与控制器 92 (控制机构)连接。

[0070] 控制器 92 与检测油门踏板(未图示)操作的油门踏板传感器(未图示)或与检测发动机节气门(未图示)开闭的节气门传感器(未图示)连接,在所述油门踏板传感器检测到油门踏板的操作被解除时,或所述节气门传感器检测到所述发动机节气门被关闭时,为了减少主缸 2 的无效行程的量,控制电动驱动器 53 以使增压活塞 52 相对输入活塞 58 向增加制动液压的方向位移(降低无效行程控制)。

[0071] 如图 3 所示,控制器 92 具有存储器 101,该存储器 101 存储有:具有后述运算、控制内容[图 11 ~ 17 的流程图]的程序、使用后述的输入行程和与之对应的相对位移量并且进行表示的目标位移量计算特性数据[表示在图 4 ~ 图 10 的(b)栏]以及图 9 (d)的输入行程液压特性数据。

[0072] 如图 3 所示,控制器 92 在具有存储器 101 之外还具有:微分电路 102、目标位移量设定器 103、减法电路 104 和控制器 105。

[0073] 微分电路 102 把电位计 86 检测到的绝对位移量进行微分来计算速度 V(适当地叫做速度信号 V)。目标位移量设定器 103 接受来自微分电路 102 的速度信号 V 和电位计 86 的检测信号(输入绝对位移检测值 A)输入来设定目标位移量 C (相对位移量),把它向减法

电路 104 输入。

[0074] 减法电路 104 从目标位移量设定器 103 输出的目标位移量 C 中把相对位移传感器 100 检测到的相对位移量(相对位移检测值 B) 减去  $[C - B]$  来求偏差。

[0075] 控制器 105 接受减法电路 104 得到的偏差的输入, 求出向电动机 64 供给的电流并控制电动机 64 的驱动部。

[0076] 如图 3 所示, 本实施例利用控制器 92 使电动机 64 和传递机构 [ 旋转传递机构 66、滚珠丝杠机构 65 (螺母部件 68、丝杠轴 70) ] 按该顺序被控制, 利用丝杠轴 70 的动作和复位弹簧 81 的弹簧力使增压活塞 52 位移(前进和后退)。把该增压活塞 52 的位移量加在输入活塞 58 的位移上, 并且调整主缸的液压, 且把增压活塞 52 的位移与电位计 86 的位移的差的量(相对位移检测值 B) 由相对位移传感器 100 检测。把该检测数据向控制器 92 反馈, 在电动机 64 和所述液压的控制中使用。

[0077] 即, 控制器 92 根据电位计 86 的检测信号(输入行程, 相当于是输入绝对位移检测值 A) 来设定使输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移关系成为可变的的目标位移量 C, 并根据相对位移传感器 100 的检测信号(相对位移检测值 B) 来控制电动机 64 以使输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移关系(相对位移检测值 B) 变成所述目标位移量 C。

[0078] 所述目标位移量 C 的设定是使用预先求出的图 4 ~ 图 10 (b) 栏所示的目标位移量计算特性数据并且如后述那样进行。

[0079] 控制器 92 通过执行所述程序而能进行恒定助力控制、可变助力控制、进入跃升控制、制动助力控制、瞬间增大制动效应控制、再生协调控制、减助力控制、降低无效行程控制。

[0080] 恒定助力控制与背景技术所述的相同, 是使输入活塞 58 与增压活塞 52 成一体地位移(使相对位移为 0 地进行位移, 以使增压活塞 52 相对输入活塞 58 总是处于上述中立位置), 当把输入活塞 58 的行程(适当地叫做输入行程) 作为横轴、把增压活塞(助力部件) 52 的行程(适当地叫做助力行程) 作为纵轴时, 助力行程成为图 4 (a) 实线所示的特性的控制方法。通过进行这种控制, 如图 4 (c) 所示那样, 随着输入活塞 58 的前进而在主缸 2 中产生的液压大到二次曲线、三次曲线或大于等于它们的高次曲线等复合的多次曲线(以下把它们总称叫做多次曲线) 状。

[0081] 当把输入行程作为横轴、把输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移量作为纵轴时, 则能把由图 4 (a) 所示的特性数据和图 4 (c) 所示的特性数据所表示的恒定助力控制特性由图 4 (b) 表示的目标位移量计算特性数据来表现。图 4 (b) 的实线是输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移量。当如图 4 (b) 的实线所示那样使输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移量总是为 0 地控制电动机 64 时, 则能得到图 4 (c) 所示的液压特性。

[0082] 上述的恒定助力控制与背景技术所述的相同, 但是, 下面说明本发明特长的使输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移关系可变的可变助力控制、进入跃升控制、制动助力控制、瞬间增大制动效应控制、再生协调控制、减助力控制的各种控制。图 5 ~ 图 10 的各(a)、(b)、(c) 中的虚线表示图 4 的(a)、(b)、(c) 使输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移量总是为 0 那样地位移的恒定助力控制的特性。

[0083] 首先, 可变助力控制是如下所述控制方法: 如图 5 (a) 实线所示那样, 使增压活塞 52 的前进比输入活塞 58 的前进更推进, 增压活塞 52 与输入活塞 58 的相对位移量随着输入

活塞 58 的前进而变大,与之对应,随着输入活塞 58 的前进而在主缸 2 中产生的液压的增加(多次曲线状增加的特性)如图 5 (c) 实线所示那样变大。

[0084] 作为可变助力控制是在上述控制 [ 随着输入活塞 58 向增加制动液压的方向移动而使增压活塞 52 的绝对位移量大于输入活塞 58 的绝对位移量地来控制电动驱动器 53 ] 的基础上,也可以包含如下所述的控制:随着输入活塞 58 向增加制动液压的方向移动而使增压活塞 52 的绝对位移量小于输入活塞 58 的绝对位移量地来控制电动驱动器 53。

[0085] 图 5 (b) 的目标位移量计算特性数据是通过与图 5 (a)、图 5 (c) 对应验证而得到的。例如与输入行程的一个值  $ns1$  对应并且决定相对位移量的一个值(以下也叫做目标位移量)  $X1$  地来控制电动机 64 时,则与目标位移量  $X1$  对应大小的液压  $ea1$  就在主缸 2 中产生。

[0086] 如图 5 (b) 所示,与输入行程的变化对应而相对位移量变化,且该相对位移量是作为目标位移量被设定,由此,目标位移量  $C$  (相对位移量) 根据输入活塞 58 的行程而变化,相当于是本发明内容 1 的“设定使所述输入部件与所述助力部件的相对位移关系成为可变的位移量”。该情况并不限于图 5 (b),而是图 6 ~ 图 10 的各(b) 栏都同样。

[0087] 进入跃升控制是电位计 86 检测输入活塞 58 的绝对位移量从初始位置移动规定量  $ns2$  时,使增压活塞 52 开始位移,且使增压活塞 52 的位移与输入活塞 58 的位移相同(相对增压活塞 52 而使输入活塞 58 成为中立位置地以相对位移为 0 地进行位移) 或比它大地来控制电动机 64 的控制方法。本实施例为了实现上述控制方法,如图 6 (a) 所示,在输入活塞 58 进行规定量  $ns2$  的位移之前使增压活塞 52 不位移,而是随着所述规定量  $ns2$  的变化而急剧位移,然后再与输入活塞 58 成一体地位移。由此,如图 6 (c) 所示,在输入活塞 58 进行规定量  $ns2$  的位移之前而主缸 2 中不产生液压,而是在输入活塞 58 进行规定量  $ns2$  的位移之后于主缸 2 中急剧产生液压,而该液压随着输入活塞 58 的前进成多次曲线状变大。上述说明中,在输入活塞 58 进行规定量  $ns2$  的位移而使增压活塞 52 急剧位移后,进行了使增压活塞 52 相对输入活塞 58 成为上述中立位置的控制,但也可以控制成使增压活塞 52 相对输入活塞 58 位于在比上述中立位置更前进的位置处。

[0088] 通过进行这样的进入跃升控制,在踏下制动踏板 8 的初期,利用伴随液压上升的反力而驾驶者受到制动有效的感觉,能进而把良好的制动感觉给予驾驶者。

[0089] 如图 7 (a) 所示,制动助力控制在使输入活塞 58 的绝对位移量成为规定量  $ns3$  (在此规定量  $ns3$  是比上述进入跃升控制时的规定量  $ns2$  大的值) 的第一条件成立(输入行程感应型制动助力) 时之前,或判断输入活塞 58 的移动速度到达规定速度的第二条件成立(输入速度感应型制动助力) 时之前,随着输入活塞 58 的前进而增压活塞 52 与输入活塞 58 一体位移。然后,在第一条件或第二条件成立后,随着电动机 64 的动作而增压活塞 52 再前进电动机 64 动作的那部分。随之,如图 7 (b)、7 (c) 所示,随着由电动机 64 的动作所引起的增压活塞 52 的前进大于输入活塞 58 的前进,向主缸 2 供给的液压成多次曲线状地变大。

[0090] 在第一条件或第二条件成立后的图 7 中实线所示的情况下,表示了使增压活塞 52 瞬时前进到规定相对位移量部分后与输入活塞 58 的移动同步时的特性。由点划线表示的情况是在第一条件或第二条件成立后进行上述可变助力比控制的情况。在进行这种制动助力控制时,驾驶者察觉要急制动操作时而能改变成更大的助力比进行紧急制动。也可以仅是上述第一条件或第二条件的任一个便可,也可以是把条件成立后增压活塞 52 的移动量

作为最大量地进行满制动控制。

[0091] 如图 8 所示,瞬间增大制动效应控制是如下所述的控制电动驱动器的控制方法:该控制方法使从输入活塞 58 的绝对位移量向输入活塞 58 的增加制动液压方向的移动停止,即如图 8 (d) 所示,输入活塞 58 的移动量在规定的行程幅度  $ns_4$  内,图中虽没表示,但输入活塞 58 的输入速度  $V$  是接近速度 0 的值,在判断该状态经过了规定时间  $t_0$  时,如图 8 (b) 所示,控制电动机 64 使增压活塞 52 相对输入活塞 58 向增加制动液压的方向位移规定相对位移量部分。

[0092] 为了实现该瞬间增大制动效应控制,本实施例如图 8 (a) 所示,当检测到制动踏板的踏下停止,则使增压活塞 52 相对输入活塞 58 逐渐前进,随之如图 8 (d) 所示,逐渐增大主缸 2 所产生的液压。

[0093] 由此,通过进行瞬间增大制动效应控制而在制动踏板的踏下停止时,利用伴随液压上升的反力而驾驶者受到制动有效的感觉,能进而把良好的制动感觉给予驾驶者。

[0094] 再生协调控制所进行的控制是:混合动力汽车减少与动力电机再生时所产生的制动(再生制动)力所对应的液压并且产生主缸 2 的液压。而再生协调控制的控制方法是:如图 9 (a) 所示,相对输入活塞 58 的前进而增压活塞 52 具有滞后地前进,即,对于输入活塞 58 而增压活塞 52 相对地后退,由此,如图 9 (c) 所示,主缸 2 产生的液压的多次曲线状增加程度变小而进行再生制动部分的减压。

[0095] 如图 9 (b) 所示,与输入行程的变化对应而相对位移量向负侧(相对输入活塞 58 的前进而增压活塞 52 后退的方向)变化,在所述弹簧 85A 被完全压缩处一定。即,控制成随着输入活塞 58 的前进而增压活塞 52 后退,控制成在所述弹簧 85A 被完全压缩处则增压活塞 52 与输入活塞 58 一起前进。这时的相对位移量随着再生制动力而变化,图 9 (b) 说到底也不过表示的是再生协调控制时的一例。

[0096] 由此,通过进行再生协调控制而能在主缸 2 中产生与再生制动力相应的液压,能把没有不舒服感的制动感觉给予驾驶者。

[0097] 减助力控制如图 10 (a) 所示,对于输入活塞 58 而增压活塞 52 相对地后退,由此,如图 10 (c) 所示,主缸 2 产生的液压得到与输入活塞 58 的行程成正比例增大的特性,是这样的控制方法。如图 10 (b) 所示,与输入行程的变化对应而相对位移量从某种程度的前进逐渐地向负侧(相对输入活塞 58 的前进而增压活塞 52 后退的方向)成二次曲线地变化。即,控制成随着输入活塞 58 的前进而增压活塞 52 保持与输入活塞 58 的中立位置后,增压活塞 52 从某种程度的前进逐渐地后退地进行控制。

[0098] 控制器 92 根据电位计 86 的检测信号和相对位移传感器 100 的检测信号来执行程序,在该执行过程中,选择利用图 4 ~ 图 10 (b) 栏和图 9 (d) 栏的特性数据来进行后述图 11 ~ 图 17 流程图所示的运算、控制。图 5 ~ 图 10 (b) 栏和图 9 (d) 栏的特性数据表示的是一例,按照各种条件而各特性在变化。

[0099] 如上所述,把增压活塞 52 的位移部分(前进和后退)加到输入活塞 58 的位移中来调整主缸的液压,该液压调整具有式(1)所示的压力平衡关系地进行。

[0100] 在此,压力平衡式(1)中的各要素也被表示在图 2 中地如下。

[0101]  $P_b$ :主缸 2 内的压力室(主室) 13 内的制动液压

[0102]  $F_i$ :输入推力

[0103] Fb :助力推力

[0104] Ai :输入活塞 58 的受压面积

[0105] Ab :增压活塞 52 的受压面积

[0106] K :弹簧 85 (85A、85B) 弹簧常数

[0107]  $\Delta X$  :输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移量

[0108] 把输入活塞 58 的位移作为  $X_i$ 、把增压活塞 52 的位移作为  $X_b$  时,相对位移量  $\Delta X$  被定义为  $\Delta X = X_i - X_b$ 。因此,  $\Delta X$  在相对移动的中立位置是 0,增压活塞 52 相对输入活塞 58 后退的方向为正符号,其反方向为负符号。压力平衡式(1)中忽略密封的滑动阻力。该压力平衡式(1)中助力推力 Fb 能从电动机 64 的电流值推测。

$$[0109] \quad P_b = (F_i - K \times \Delta X) / A_i = (F_b + K \times \Delta X) / A_b \quad (1)$$

[0110] 另一方面,助力比  $\alpha$  由下面的(2)式表示,因此若把上述压力平衡式(1)的  $P_b$  代入到该(2)式中,则助力比  $\alpha$  变成下面的(3)式。

$$[0111] \quad \alpha = P_b \times (A_b + A_i) / F_i \quad (2)$$

$$[0112] \quad \alpha = (1 - K \times \Delta X / F_i) \times (A_b / A_i + 1) \quad (3)$$

[0113] 这时,在进行背景技术即恒定助力控制的情况下,是根据电位计 86 的检测结果使相对位移量  $\Delta X$  成为 0 地控制电动机 64 的旋转(反馈控制)。由此,助力比  $\alpha$  成为  $\alpha = A_b / A_i + 1$ ,与真空助力装置和背景技术同样地由增压活塞 52 的受压面积 Ab 与输入活塞 58 的受压面积  $A_i$  的面积比来唯一地决定(图 4)。

[0114] 相对地,把相对位移量  $\Delta X$  设定成负的规定值,为了使相对位移量  $\Delta X$  成为所述规定值,即只要控制电动机 64 的旋转以使随着输入活塞 58 向增加制动液压的方向移动而使增压活塞 52 的绝对位移量大于输入活塞 58 的绝对位移量,则助力比  $\alpha$  就成为  $(1 - K \times \Delta X / F_i)$  倍的大小,即,助力比可变,电动驱动器 53 作为助力源发挥作用,能谋求踏板踏力有大的减少。

[0115] 如上所述,控制器 92 执行图 11 ~ 图 17 的流程图来进行运算、控制,在此,根据该图 11 ~ 图 17 来说明其运算和控制的内容。

[0116] 控制器 92 按规定周期来执行包含图 11 所示的步骤 S1 ~ S4 的基本流程。

[0117] 图 11 的步骤 S1 读入电位计 86 检测到的输入绝对位移检测值 A。接着步骤 S1 的步骤 S2 使用图 5 ~ 图 10 的各(b)所示的目标位移量计算特性数据来根据输入绝对位移检测值 A 计算目标位移量 C。

[0118] 接着步骤 S2 的步骤 S3 读入相对位移传感器 100 检测到相对位移检测值 B。

[0119] 接着步骤 S3 的步骤 S4 控制电动机 64 和传递机构以使相对位移检测值 B 成为目标位移量 C ( $B=C$  或  $C - B=0$ )。

[0120] 进行这种各步骤的控制,则对于依赖输入行程而进行目标位移量 C 计算的可变助力控制、进入跃升控制和输入行程感应型的制动助力控制能由上述的基本流程来控制。相对地,除了输入行程之外而依赖输入速度、时间来进行目标位移量 C 计算的输入速度感应型的制动助力控制、瞬间增大制动效应控制,另外,依赖再生制动力来进行目标位移量 C 计算的再生协调控制,则不能仅依赖输入行程的仅通过上述基本流程来进行控制,所以能通过图 12 ~ 图 15 所示的流程图实现。

[0121] 图 12 的流程图是把图 11 的基本流程所示的步骤 S2 置换成步骤 S101 ~ S107。

[0122] 如图 12 所示,步骤 S101 被接着步骤 S1 执行,判断有无并行动作的图 13 所示的输入速度 BA 标志生成流程所生成的输入速度 BA 标志。当步骤 S101 判断是 YES 时,则使用图 7 (b) [ 制动助力控制 ] 的目标位移量计算特性数据等来计算出目标位移量 C1 (步骤 S102),并向步骤 S3 前进。

[0123] 当步骤 S101 判断是 NO 时,则判断有无并行动作的图 14 所示的瞬间增大制动效应标志生成流程所生成的瞬间增大制动效应标志(步骤 S103)。当步骤 S103 判断是 YES 时,则使用图 8 (b) [ 瞬间增大制动效应控制 ] 的目标位移量计算特性数据等来计算出目标位移量 C2 (步骤 S104),并向步骤 S3 前进。

[0124] 当步骤 S103 判断是 NO 时,则判断有无并行动作的图 15 所示的再生协调标志生成流程所生成的再生协调标志(步骤 S105)。当步骤 S105 判断是 YES 时,则使用图 9 (b) [ 再生协调控制 ] 的目标位移量计算特性数据等来计算出目标位移量 C3 (步骤 S106),并向步骤 S3 前进。

[0125] 当步骤 S105 判断是 NO 时,则使用图 5 (b) [ 可变助力控制 ] 的目标位移量计算特性数据等来计算出目标位移量 C4 (步骤 S107),并向步骤 S3 前进。步骤 S101、S103、S105 的顺序是先判断紧急性高的,在以任何顺序判断都可以的情况下,例如也可以在判断 S105 之后再判断 S103。

[0126] 本实施例在步骤 S107 的目标位移量 C4 计算中,使用了图 5 (b) [ 可变助力控制 ] 的目标位移量计算特性数据,但替代它也可以使用图 6 (b) [ 进入跃升控制 ] 的目标位移量计算特性数据,为了进行输入行程感应型的制动助力,也可以使用图 7 (b) [ 制动助力控制 ] 的目标位移量计算特性数据。也可以使用图 5 (b) 与图 6 (b) 的合成数据、图 5 (b) 与图 7 (b) 的合成数据、图 6 (b) 与图 7 (b) 的合成数据或图 5 (b) ~ 图 7 (b) 所有的合成数据。

[0127] 与上述图 12 的流程图并行,执行图 13 所示的输入速度 BA 标志生成流程、图 14 所示的瞬间增大制动效应标志生成流程、图 15 所示的再生协调标志生成流程。

[0128] 如图 13 所示,输入速度 BA 标志生成流程读入电位计 86 检测的输入绝对位移检测值 A (步骤 S201)。

[0129] 然后确认输入速度 BA 标志是否被关闭(步骤 S202),当步骤 S202 判断 YES 时,则利用微分电路 102 的动作计算输入速度 V (步骤 S203)。

[0130] 然后判断输入速度 V 是否比规定值 V0 大(步骤 S204),当步骤 S204 判断 YES 时,则如驾驶者希望急制动那样地把输入速度 BA 标志设定为打开(ON) (步骤 S205),为了反复进行该流程而进行返回处理。当步骤 S204 判断 NO 时,则为了反复进行该流程而进行返回处理。

[0131] 当步骤 S202 判断 NO 时,是进行制动助力控制的状态,判断由制动助力控制的解除条件(例如通过输入绝对位移检测值 A 而输入活塞 58 后退和车辆速度大致是 0 等的规定条件)是否满足该制动助力控制是否不需要(步骤 S207)。

[0132] 当步骤 S207 判断 YES 时,由于不需要制动助力控制,所以把输入速度 BA 标志关闭(OFF)(步骤 S208),为了反复进行该流程而进行返回处理。当步骤 S207 判断 NO 时,为了继续制动助力控制而反复进行该流程地进行返回处理。

[0133] 如图 14 所示,瞬间增大制动效应标志生成流程读入电位计 86 检测的输入绝对位

移检测值 A (步骤 S301)。

[0134] 然后利用微分电路 102 的动作计算输入速度 V (步骤 S302)。

[0135] 然后判断输入速度 V (正的值和负的值)是否是接近速度 0 的值(步骤 S303),当步骤 S303 判断 YES 时,则由计时器开始计时或进行计时继续的处理(步骤 S304)。

[0136] 然后根据计时器的计时判断在判定输入速度 V 是接近速度 0 的值的状态后是否经过了规定时间  $t_0$  (图 8 的 d) (步骤 S305)。

[0137] 当步骤 S305 判断 YES 时,则把瞬间增大制动效应标志设定为打开(ON) (步骤 S306),为了反复进行该流程而进行返回处理。

[0138] 当步骤 S305 判断 NO 时,则进行计时的计数上升(步骤 S307),进行返回处理,并能继续计时。

[0139] 当步骤 S303 判断 NO 时,把瞬间增大制动效应标志关闭(OFF)(步骤 S308),把计时器归零(步骤 S309),进行返回处理。

[0140] 作为把瞬间增大制动效应标志关闭的条件是由 S302、S303 计算输入速度 V 并判断它是否是接近速度 0 的值,但除此之外也可以根据步骤 S301 的输入绝对位移检测值 A 来判断输入活塞 58 的移动量是否在图 8 的(d)的规定行程幅度  $ns_4$  内。

[0141] 如图 15 所示,再生协调标志生成流程判断:是否接受未图示的再生制动系统的制动动作的来自上一级 ECU (上一级的控制系统)的再生指令(包括再生部分减压量  $\Delta P$ )的输入(步骤 S401)。当步骤 S401 判断 YES 时,则把再生协调标志打开(步骤 S402),进行返回处理。

[0142] 当步骤 S401 判断 NO 时,把再生协调标志关闭(步骤 S403),进行返回处理。

[0143] 在再生协调标志打开时的图 12 的步骤 S106 中,如图 16 所示那样地进行控制。即,读入来自上一级 ECU 的再生部分减压量  $\Delta P$  (步骤 S404)。然后读入电位计 86 检测的输入绝对位移检测值 A (步骤 S405)。为了方便说明把该读入的检测值设为 A1。接着步骤 S405 而使用表示图 9(d)的液压与输入行程、相对位移量关系的特性数据中的虚线的特性数据来计算与输入绝对位移检测值 A1 对应的液压 P1,并且选择实线的特性数据 L1 (步骤 S406)。在此,图 9 (d)的虚线的特性与图 4 (c)的实线的特性相同,图 9 (d)的实线的特性是表示虚线的特性上某地点液压与相对位移量的关系的特性,图 9 (d)仅表示了两条实线的特性数据 L1 和 L2,但实际上在虚线数据上的每地点存在有各一个的一个的多个数据。然后使用在上述选择好的实线的特性数据 L1 来计算与从液压 P1 中减去  $\Delta P$  的液压 P2 对应的相对位移量  $-X_2$  (步骤 S407)。该相对位移量  $-X_2$  表示把上述的输入绝对位移检测值 A1 作为相对位移量 0 时的相对位移量。接着步骤 S407,把  $-X_2$  设定为目标位移量 C3 (步骤 S408),进行返回处理。

[0144] 通过进行图 16 的再生协调控制,如图 9 (c)所示,控制电动驱动器 53 以使成为增压活塞 52 相对输入活塞 58 成为向减少制动液压的方向的相对位移的关系,在减少再生制动部分的制动液压的状态下能产生所希望的制动力。

[0145] 然后根据图 17 说明用于消除主缸 2 无效行程的降低无效行程控制流程。该降低无效行程控制流程与上述图 11 或图 12 的流程并行,或中断执行,构成该流程的步骤 S502 和 S503、步骤 S504、步骤 S505 以及步骤 S506 分别与图 11 基本流程的步骤 S2、步骤 S1、步骤 S3 以及步骤 S4 相当。

[0146] 降低无效行程控制流程首先根据是否接受了油门踏板操作的检测信号输入来判断是否进行油门踏板操作(步骤 S501)。在油门踏板抬起而步骤 S501 判断 NO 时,则把目标位移量 C 作为值 C5 (步骤 S502),在油门踏板踩下而步骤 S501 判断 YES 时,则把目标位移量 C 作为值 C0 (步骤 S503)。上述的值 C5 是与主缸 2 的无效行程部分相当的相对位移量。

[0147] 接着步骤 S502、S503,读入电位计 86 检测的输入绝对位移检测值 A (步骤 S504)。

[0148] 接着步骤 S504 的步骤 S505,读入相对位移传感器 100 检测的相对位移检测值 B。

[0149] 接着在步骤 S506 控制电动机 64 以使相对位移检测值 B 成为目标位移量 C,进行返回处理。

[0150] 本实施例的主缸 2 中,增压活塞 52 前进,在通孔 18 越过主缸 2 内侧的密封部件 16 之前,即溢流口 15 被关闭之前,在主缸 2 内不产生制动液压,因此,该期间是无效行程。但本实施例通过执行图 17 的降低无效行程控制流程而控制电动机 64 使增压活塞 52 在制动动作前就前进到越过所述密封部件 16 的位置,这样能消除所述无效行程。在上述的步骤 S501 中,判断是否接受了油门踏板操作的检测信号输入,但并不限于此,也可以由节气门传感器来判断发动机节气门的开闭,在发动机节气门关闭时把目标位移量 C 设定为值 C5,在打开时把目标位移量 C 设定为 0。

[0151] 在上述的说明中说明了进行恒定助力控制、可变助力控制、进入跃升控制、制动助力控制、瞬间增大制动效应控制、再生协调控制、减助力控制、降低无效行程控制,但也可以进行其他的控制,也可以包含把可变助力控制、制动助力控制等的输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移关系设定为可变的位移量控制并且进行上述控制的一部分。

[0152] 在上述这种结构的电动助力装置 50 中,根据电位计 86 的检测信号,通过进行把输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移关系设定为可变的位移量控制而能得到例如制动助力控制等各种制动特性。且考虑到一般在低液压区域,液压相对行程的变化比在高液压区域小的情况,则具有利用控制行程的位移量控制而能高精度进行作为制动所多次使用的在低液压区域的制动的优点。

[0153] 由于输入活塞 58 接受制动液压的反力的一部分,所以通过改变输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移关系而能增减相对输入活塞 58 的行程所产生的制动液压,并能按照该液压的增减来改变对于输入活塞 58 行程的踏力,由此,能把输入活塞 58 的行程与液压和踏力的关系调整到所希望的。

[0154] 由于根据来自相对位移传感器 100 的信号来控制电动驱动器 53 而能把增压活塞 52 与输入活塞 58 的相对位移量变成任意的规定值并得到希望的助力比,所以不需要现有技术所必须的价格高的踏力传感器,这点就能谋求降低成本。通过控制电动驱动器 53 而把增压活塞 52 与输入活塞 58 的相对位移量变成任意的规定值,则能得到比由增压活塞 52 与输入活塞 58 的受压面积比所决定的助力比大的助力比或小的助力比,能得到按照希望助力的制动力。

[0155] 下面根据图 18 ~ 图 20 并参照第一实施例(图 1 ~ 图 17)来说明本发明第二实施例的电动助力装置 50A。

[0156] 如图 18、图 19 所示,第二实施例的电动助力装置 50A 与第一实施例的电动助力装置 1 相比有下面的不同:去掉了相对位移传感器 100、代替控制器 92 而设置控制器 92A 并在控制器 92A 中设置代替第一实施例相对位移传感器 100 的相对位移检测电路、使用代替

第一实施例的基本流程(图 11)的图 20 所示的基本流程。其他部分与第一实施例相同。

[0157] 相对位移检测电路设置在控制器 92A 中,并且检测如下的内容:根据为了控制电动机 64 旋转而设置的分解器(助力绝对位移量检测机构)91 所检测的电动机 64 的旋转位移所运算的增压活塞 52 相对车体的绝对位移量(以下也叫做助力绝对位移检测值 D)和根据电位计 86 的检测信号(输入绝对位移检测值 A)检测增压活塞 52 与输入活塞 58 的相对位移量[适当地是相对位移检测值(D - A)]。作为助力绝对位移量检测机构也可以代替分解器 91 而使用检测增压活塞 52 的绝对位移量的电位计(位移传感器),求增压活塞 52 的绝对位移量。

[0158] 图 20 所示的基本流程与图 11 的基本流程相比设置代替步骤 S3、S4 的步骤 S603、S604。步骤 S603 读入所述助力绝对位移检测值 D。步骤 S604 控制电动机 64 和传递机构[旋转传递机构 66、滚珠丝杠机构 65(螺母部件 68、丝杠轴 70)]以使相对位移检测值(D - A)成为目标位移量 C(成为 D - A=C)。

[0159] 通过把图 20 的步骤 S603、S604 在图 12 的步骤 S3、S4 和图 17 的步骤 S505、S506 中适用而也能根据图 12 ~ 图 17 的流程图进行控制。

[0160] 该第二实施例也有与上述第一实施例同样的作用和效果。

[0161] 图 21 所示的第二实施例的变形例即电动助力装置 50B 在下面的点上与第二实施例有大的不同:输入活塞(输入部件)326 和增压活塞(助力部件)329 不面临串联主缸 2 的液压室 13、在输入活塞 326 与增压活塞 329 之间不设置把输入活塞 326 向中立位置作用的弹簧 85。

[0162] 把固定在踏板侧输入轴 20 上的输入活塞 326 的另一端和增压活塞 329 的另一端插入在形成于串联主缸 2 的主活塞 321 一端部且封入有液体的液压室 327 中。在由电动机 64 和螺母部件 68 驱动的增压活塞 329 的内侧能自由滑动地配置输入活塞 326,输入活塞 326 和增压活塞 329 这两者被密封部件(图中省略)密封。图 21 中 320 表示各轮设置的制动钳。

[0163] 图 21 的电动助力装置 50B 中,在输入活塞 326 与增压活塞 329 保持有一定相对位移关系时的行程关系能由以下的式(4)表示,另外,输入与输出的关系只要把面朝液压室 327 的输入活塞 326 和增压活塞 329 的面积分别设定为是  $A_i$ 、 $A_b$  时,则能由以下的式(5)表示。

$$[0164] \quad X_{out}=X_i (=X_b) \quad (4)$$

$$[0165] \quad F_{out}=F_i ((A_i+A_b) / A_i) \quad (5)$$

[0166] 在此, $X_i$  是输入行程、 $X_{out}$  是主活塞 321 的输出行程、 $F_{out}$  是主活塞 321 的输出、 $F_i$  是踏板侧输入轴 20 的输入。

[0167] 因此,由于助力比  $\alpha$  是输出  $F_{out}$  与输入  $F_i$  的比,所以根据上述式(5)能由以下的式(6)表示。

$$[0168] \quad \alpha =F_{out} / F_i=(A_i+A_b) / A_i \quad (6)$$

[0169] 如从式(6)了解的那样,该变形例中助力比  $\alpha$  是总是一定的值。

[0170] 关于图 21 的电动助力装置 50B 的动作,即使输入活塞 326 与增压活塞 329 的相对位置被错开,只要保持这时的踏板侧输入轴 20 的位置,则由电动机 64 控制的增压活塞 329 的相对移动部分的量就使主活塞 321 的输出  $F_{out}$  增减。由此,输入行程  $X_i$  与主活塞 321

的输出  $F_{out}$  的关系就如图 22 所示,通过把相对位置如图 22 的 a、b、c 那样地错开,能得到任意的输入行程  $X_i$  与输出  $F_{out}$  进而液压 (= 输出  $F_{out}$  / 主活塞 321 的面积) 的关系。在此,图 22 的 a 表示输入活塞 326 与增压活塞 329 位于中立位置时的特性,图 22 的 b 表示增压活塞 329 位于比输入活塞 326 后退位置时的特性,图 22 的 c 表示增压活塞 329 位于比输入活塞 326 前进位置时的特性。假如输入活塞 326 和增压活塞 329 在中立位置,以从输入活塞 326 被踏入一定量的状态到保持输入活塞 326 的现在位置不变地使增压活塞 329 前进规定量时,则从图 22 的 a 特性向 c 特性转移。由此,相对输入活塞 326 的行程而产生的输出  $F_{out}$  进而液压就增加,能实现短行程(为了出来一定的输出以更短的行程便可)的踏板感觉。由于随着该液压的增加而加在输入活塞 326 上的反力增加,所以对于输入活塞 326 行程的踏力增加。由于这样也能改变对于输入活塞 326 的行程的踏力,所以能调整到所希望的。

[0171] 动作是通过电位计 86 与分解器 91 的检测信号的差分来求踏板侧输入轴 20(输入活塞 326)与增压活塞 329 的相对位移量  $(D - A)$ ,根据该相对位移量  $(D - A)$  与预定的目标位移量的偏差进行控制以使增压活塞 329 的位移大于踏板侧输入轴 20 的位移,由此,能实现良好的助力功能。

[0172] 本实施例在输入活塞 326 与增压活塞 329 之间不设置把输入活塞 326 向中立位置作用的弹簧 85,但只要设置该弹簧 85,则如图 21 所示,即使不把输入活塞 326 和增压活塞 329 的另一端面临主缸 2 的压力室 13,也能进行图 11、图 12 所示的控制。

[0173] 图 1 和图 18、图 21 所示的第一、第二实施例中,把作为输入绝对位移量检测机构而使用电位计 86 来得到输入绝对位移量的情况作为例子,但代替之也可以使用检测主缸 2 的压力室 13 液压的液压传感器、检测向制动踏板 8 输入的踏力的踏力传感器、或检测向电动机 64 供给的电流的电流传感器来推测(得到)输入绝对位移量,并把它们作为输入绝对位移量检测机构使用。参照图 23 说明通过上述的液压传感器、踏力传感器或电流传感器而能推测(能得到)输入绝对位移量的情况。

[0174] 图 23 中,把主缸 2 的压力室 13、14 和与它连通的配管、盘制动器 etc 所有负载侧元件的刚性(对液量产生的液压)的关系置换成主缸压力室 2A 和它的截面面积  $(A_i + A_b)$  上具有相等截面面积的活塞 2B 的位移  $X_m$  以及安装在其上的弹簧元件 2C 的弹簧常数  $K_d$  来进行考察。这时,把所述输入活塞 58 和增压活塞 52 的位移(行程)分别设定成  $X_i$ 、 $X_b$ ,把最终在面向主缸压力室 2A 的部分的输入活塞 58 所产生的力(输入推力)和增压活塞 52 所产生的力(助力推力)分别设定成  $F_i$ 、 $F_b$ 。

[0175] 把弹簧 85 (85A、85B) 的弹簧常数设定成  $K$ ,把丝杠轴 70 的输出设定成  $F_{b0}$ ,把制动踏板的踏力设定成  $F_{i0}$ 。

[0176] 由于第一实施例具有相对位移传感器 100,第二实施例在控制器 92A 中具有相对位移检测电路,所以相对位移量  $\Delta X = X_i - X_b$  已知。

[0177] (A1) 关于作为输入绝对位移量检测机构而使用液压传感器能推测(能得到)输入绝对位移量:

[0178] 由输入活塞 58 的行程  $X_i$  和增压活塞 52 的行程  $X_b$  而产生  $X_i - X_b = \Delta X$  (已知)的相对位移,与之对应压力室 2A 产生式(7)表示的液量的变化(体积变化)  $\Delta V$ 。

[0179] 把式(7)变形而能得到式(8)。

[0180]  $\Delta V = X_b \cdot A_b + X_i \cdot A_i = (X_i - \Delta X) A_b + X_i \cdot A_i = X_i (A_b + A_i) - \Delta X \cdot A_b$  (7)

[0181]  $X_i = (\Delta V + \Delta X \cdot A_b) / (A_b + A_i)$  (8)

[0182] 另一方面,关于压力室 2A 的液量(体积)V 与压力室 2A 的液压  $P_b$ ,当把液量 V 作为横轴、把液压  $P_b$  作为纵轴,表示在图 24 中时,则液量 V 与液压  $P_b$  的关系以多次曲线 [ $P_b = f(V)$ ] 来表示。由于有该对应关系,所以通过检测液压  $P_b$  就能求出与液压  $P_b$  对应的液量 V。由于从输入活塞 58 和增压活塞 52 的初始位置移动到两活塞 58、52 处于特定位置时的液量变化(体积变化) $\Delta V$  与该特定位置的液量 V 相同,所以只要检测这时的液压  $P_b$  就能求出与液压  $P_b$  对应的液量变化  $\Delta V$ 。

[0183] 因此,液压传感器通过计算液压  $P_b$ ,能从上述  $P_b - \Delta V$  的对应关系 [ $P_b = f(\Delta V)$ ] 得到液量变化(体积变化) $\Delta V$ ,把该液量变化  $\Delta V$  和已知的相对位移量  $\Delta X$  代入到式(8)中则能计算出输入活塞 58 的行程  $X_i$ 。图 24 中表示  $P_b - \Delta V$  特性的多次曲线虽然由盘制动器的制动块的磨损等时效变化而特性逐渐变化,通过行走距离、制动次数的因数来适当校正就能与实际的特性近似。

[0184] (B1) 关于作为输入绝对位移量检测机构而使用踏力传感器能推测(能得到)输入绝对位移量:

[0185] 由输入活塞 58 的行程  $X_i$  和增压活塞 52 的行程  $X_b$  而产生  $X_i - X_b = \Delta X$  的相对位移(已知)。这时压力室 2A 的液压  $P_b$  由式(9)表示。

[0186]  $P_b = F_i / A_i = (F_{i0} - K \cdot \Delta X) / A_i$  (9)

[0187] 根据式(9)和上述  $P_b - \Delta V$  的对应关系 [ $P_b = f(\Delta V)$ ] 能从所述踏力传感器检测的制动踏板的踏力  $F_{i0}$  得到液量变化(体积变化)  $\Delta V$ 。

[0188] 因此,把这样得到的  $\Delta V$  与上述(A1)同样适用于式(8)中则能计算出输入活塞 58 的行程  $X_i$ 。即,从所述踏力传感器检测的数据(踏力  $F_{i0}$ )能计算出输入活塞 58 的行程  $X_i$ 。

[0189] (C1) 关于作为输入绝对位移量检测机构而使用电流传感器能推测(能得到)输入绝对位移量:

[0190] 由输入活塞 58 的行程  $X_i$  和增压活塞 52 的行程  $X_b$  而产生  $X_i - X_b = \Delta X$  (已知)的相对位移。这时压力室 2A 的液压  $P_b$  由式(10)表示。

[0191]  $P_b = F_b / A_b = (F_{b0} + K \cdot \Delta X) / A_b$  (10)

[0192] 根据式(10)和上述  $P_b - \Delta V$  的对应关系 [ $P_b = f(\Delta V)$ ] 能从助力推力  $F_b$ ,即,由电流传感器检测向成为助力推力  $F_b$  产生根源的电动机 64 供给的电流,并且从该检测的电流值得到液量变化(体积变化)  $\Delta V$ 。

[0193] 因此,把这样得到的  $\Delta V$  与上述(A1)同样适用于式(8)中则能计算出输入活塞 58 的行程  $X_i$ 。即,从所述电流传感器检测的数据(电流值)能计算出输入活塞 58 的行程  $X_i$ 。

[0194] 下面根据图 25、26 并参照第一实施例(图 1 ~ 图 17)来说明本发明第三实施例的电动助力装置 50C。

[0195] 第三实施例电动助力装置 50C 的主要不同点在于:第一实施例的控制器 92 (I) 在反馈控制中使用相对位移传感器 100 的检测数据(II) 在目标位移量 C 的设定中,与使用存储器 101 预先存储的图 4 ~ 图 10 各(b) 栏的特性数据相对,而是替代控制器 92 设置控制器 92C,该控制器 92C (I c) 在反馈控制中使用分解器 91 的检测数据(助力绝对位移检测值 D) (II c) 在目标位移量 C 的设定中,与使用存储器 101 预先存储的图 4 ~ 图 10 各(a)

栏的特性数据。

[0196] 在图 25 中,控制器 92C 根据电位计 86 的检测信号使输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移关系成为可变地把增压活塞 52 的绝对位移量作为目标位移量(以下叫做助力目标位移量 E)来设定,该助力目标位移量 E 的设定使用存储器 101 预先存储的图 4~图 10 各(a)栏的特性数据。助力目标位移量 E 从图 4~图 10 各(a)栏的特性数据来求与输入行程相对的助力行程。即,助力目标位移量 E 是从输入行程与助力行程的相对对应关系得到的,包含输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移关系自身。

[0197] 本发明第三实施例的电动助力装置 50C 根据电位计 86 的检测信号,设定输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移关系成为可变目标位移量(助力目标位移量 E)的(本发明内容 1)情况,和使输入活塞 58(输入部件)与增压活塞 52(助力部件)的相对位移关系成为所述目标位移量(助力目标位移量 E)地来控制电动机 64 的(本发明内容 1)情况,与第一实施例的电动助力装置 50 相同,与本发明内容 1 记载的内容对应。

[0198] 电动助力装置 50C 的包含控制器 92C 的控制系统是与图 3 对应的图 25 所示的结构,控制器 92C 执行图 26 所示的基本流程。

[0199] 图 26 的步骤 S701 读入电位计 86 检测到的输入绝对位移检测值 A。接着步骤 S701 的步骤 S702 使用图 4~图 10 的各(a)栏所示的输入行程-助力行程特性来计算增压活塞 52 的绝对位移量即助力目标位移量 E(如上所述包含输入活塞 58 与增压活塞 52 的相对位移关系自身)。

[0200] 接着步骤 S702 的步骤 S703 读入分解器 91 检测的助力绝对位移检测值 D。

[0201] 接着步骤 S703 的步骤 S704 控制电动机 64(电动驱动器 53)以使助力绝对位移检测值 D 成为目标位移量 E ( $D=E$  或  $D-E=0$ )。

[0202] 在第一、第二实施例中,对于相对位移量进行反馈控制,如上所述,在第三实施例中,对增压活塞 52 的绝对位移量进行反馈控制。

[0203] 图 27 的流程图与图 12 的对应,是把图 26 的基本流程所示的步骤 S702 置换成步骤 S801~S807。

[0204] 步骤 S801~S807 与图 12 的步骤 S101~S107 对应。如图 27 所示,接着步骤 S701 执行步骤 S801,判断有无由进行并行动作的所述图 13 所示的输入速度 BA 标志生成流程所生成的输入速度 BA 标志。当步骤 S801 判断是 YES 时,则使用图 7(a)[制动助力控制]的目标位移量计算特性数据等来计算出目标位移量 E1(步骤 S802),并向步骤 S703 前进。

[0205] 当步骤 S801 判断是 NO 时,则判断有无由进行并行动作的图 14 所示的瞬间增大制动效应标志生成流程所生成的瞬间增大制动效应标志(步骤 S803)。

[0206] 当步骤 S803 判断是 YES 时,则使用图 8(a)[瞬间增大制动效应控制]的目标位移量计算特性数据等来计算出目标位移量 E2(步骤 S804),并向步骤 S703 前进。

[0207] 当步骤 S803 判断是 NO 时,则判断有无由进行并行动作的图 15 所示的再生协调标志生成流程所生成的再生协调标志(步骤 S805)。当步骤 S805 判断是 YES 时,则计算出目标位移量 E3(步骤 S806),并向步骤 S703 前进。计算再生协调控制的目标位移量 E3 的步骤 S806 的处理,是把上述图 9(d)[再生协调控制]的目标位移量计算特性数据 L1、L2 等代替为由液压-相对位移量关系所规定的的数据,使用规定液压-助力行程绝对位移量关系的数据来计算目标位移量 E3,这样就能与图 16 的再生协调目标位移量设定流程同样地进

行(具体说就是在步骤 S407、408 中代替相对位移量而计算助力行程绝对位移量,并把它设定为目标位移量 E3)。

[0208] 当步骤 S805 判断是 NO 时,则使用图 5(a)[可变助力控制]的目标位移量计算特性数据等来计算出目标位移量 E4(步骤 S807),并向步骤 S703 前进。

[0209] 该第三实施例也有与上述第一实施例同样的作用和效果。

[0210] 在图 25、26 所示的第三实施例的电动助力装置 50C 中,作为输入绝对位移量检测机构而使用电位计 86 来得到输入绝对位移量的情况作为例子,但该第三实施例也可以代替电位计 86 而使用上述的液压传感器、踏力传感器或电流传感器。这种情况参照图 23 和图 24 来说明。这时,增压活塞 52 的行程  $X_b$  通过分解器 91 的检测信号为已知。

[0211] (A2)关于作为输入绝对位移量检测机构而使用液压传感器能推测(能得到)输入绝对位移量:

[0212] 由输入活塞 58 的行程  $X_i$  和增压活塞 52 的行程  $X_b$  而在压力室 2A 产生式(11)表示的液量的变化(体积变化)  $\Delta V$ 。

$$[0213] \quad \Delta V = X_b \cdot A_b + X_i \cdot A_i \quad (11)$$

[0214] 把式(11)变形而能得到式(12)。

$$[0215] \quad X_i = (\Delta V - X_b \cdot A_b) / A_i \quad (12)$$

[0216] 根据式(11)和上述  $P_b - \Delta V$  的对应关系 [ $P_b = f(\Delta V)$ ] 而能从所述液压传感器检测的液压  $P_b$  得到液量变化(体积变化)  $\Delta V$ 。

[0217] 因此,把这样得到的  $\Delta V$  和已知的  $X_b$  代入到式(12)中则能计算出输入活塞 58 的行程  $X_i$ 。即,从所述液压传感器的检测数据(液压  $P_b$ ) 能计算出输入活塞 58 的行程  $X_i$ 。

[0218] (B2)关于作为输入绝对位移量检测机构而使用踏力传感器能推测(能得到)输入绝对位移量:

[0219] 液量变化(体积变化)  $\Delta V$  由下式(13)表示。

$$[0220] \quad \Delta V = X_b \cdot A_b + (X_i + \Delta X) \cdot A_i \quad (13)$$

[0221] 根据式(13)、式(9)和上述  $P_b = f(\Delta V)$  能从已知数据和所述踏力传感器检测的制动踏板的踏力  $F_{i0}$  得到  $X_i$ 。

[0222] 另一方面,  $X_i$  如下式(14)所示,能通过上述得到的  $\Delta X$  而计算出输入活塞 58 的行程  $X_i$ 。

$$[0223] \quad X_i = X_b + \Delta X \quad (14)$$

[0224] 由此,从所述踏力传感器检测的制动踏板的踏力  $F_{i0}$  能计算出输入活塞 58 的行程  $X_i$ 。

[0225] (C2)关于作为输入绝对位移量检测机构而使用电流传感器能推测(能得到)输入绝对位移量:

[0226] 压力室 2A 的液压  $P_b$  由式(10)表示,液量变化(体积变化)  $\Delta V$  由式(13)表示,根据这些式(10)、式(13)和上述的  $P_b = f(\Delta V)$ ,从已知的数据、助力推力  $F_b$  (即,成为助力推力  $F_b$  产生的根源的电流传感器所检测的电流值)能得到  $\Delta X$ 。

[0227] 另一方面,  $X_i$  如上式(14)所示,能通过上述得到的  $\Delta X$  而计算出输入活塞 58 的行程  $X_i$ 。

[0228] 由此,从所述电流传感器检测的电流值能计算出输入活塞 58 的行程  $X_i$ 。



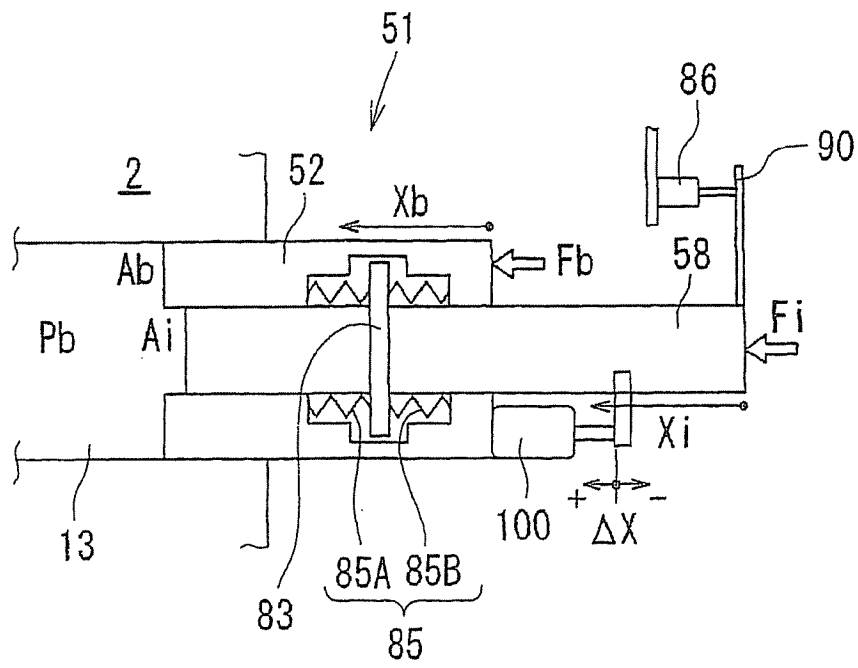


图 2

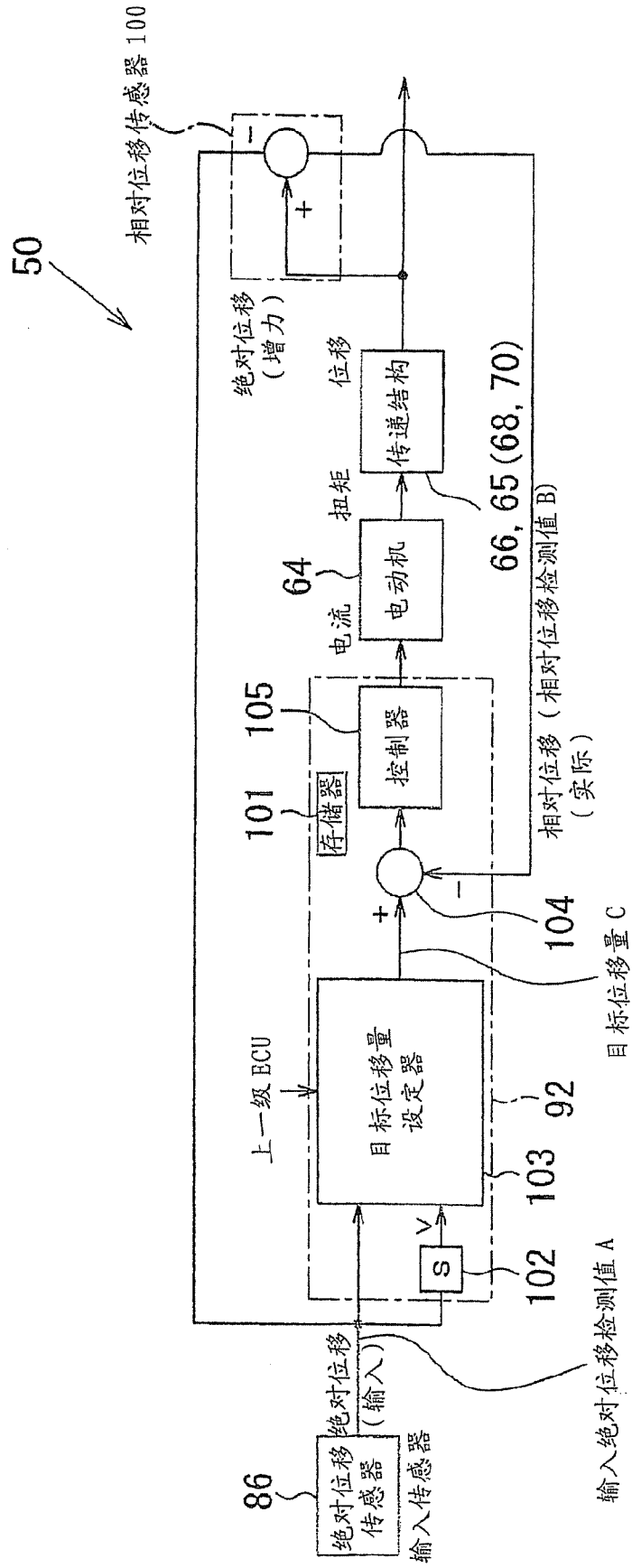


图 3

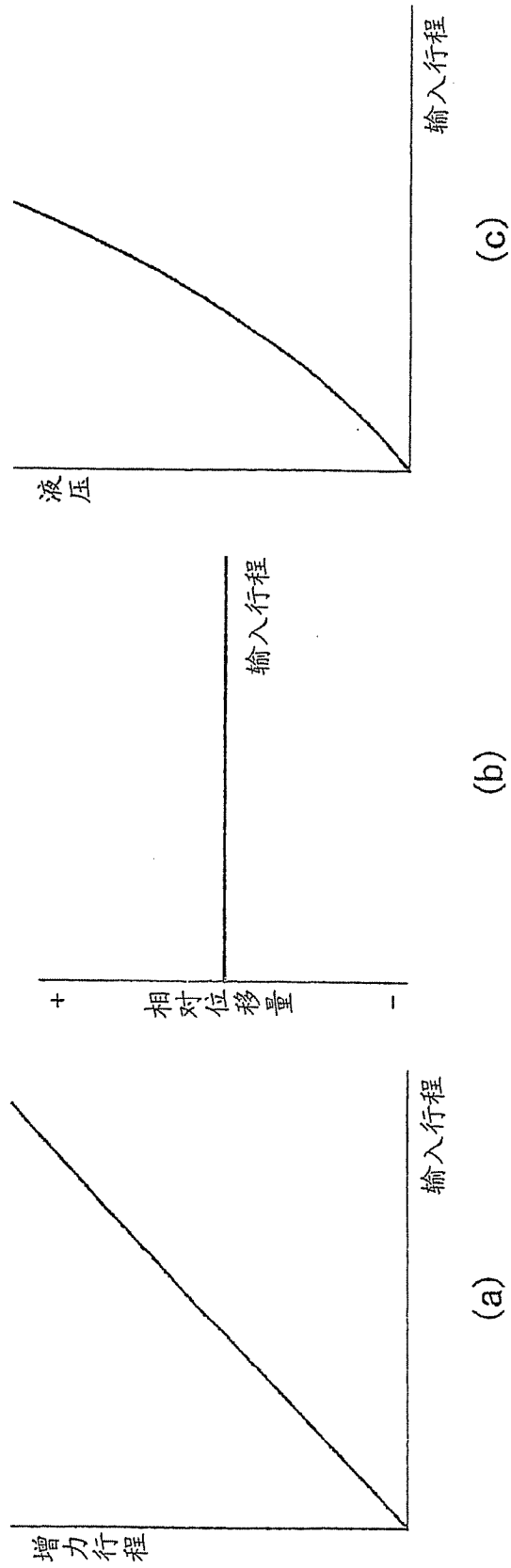


图 4

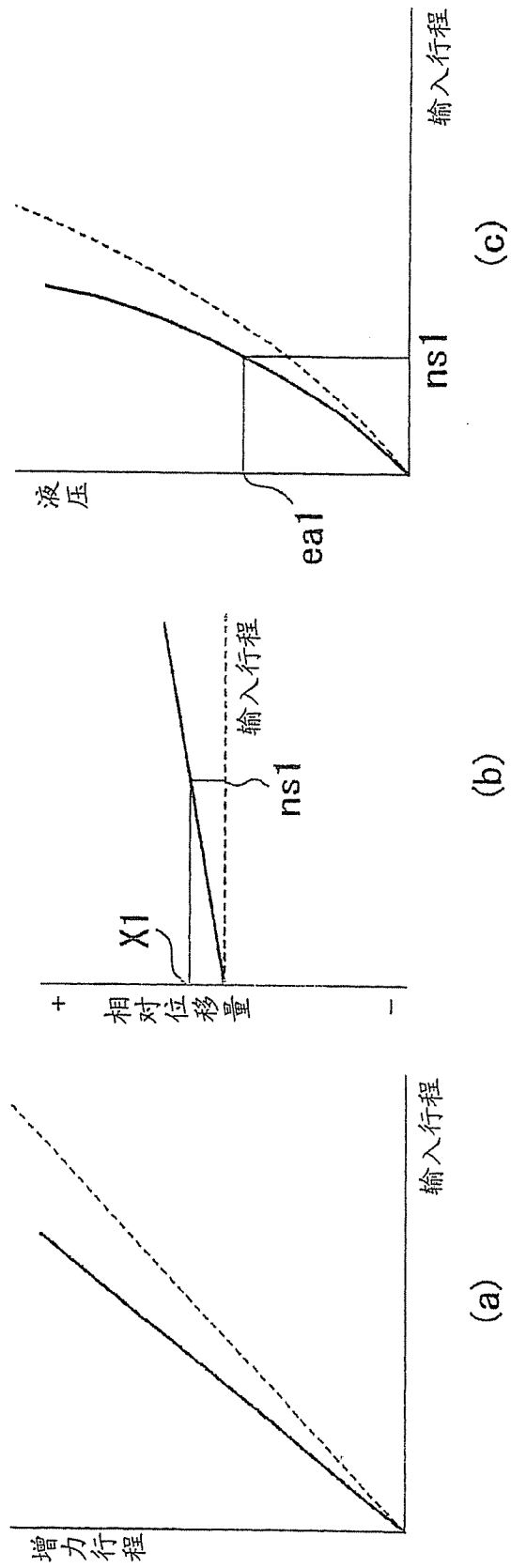


图 5

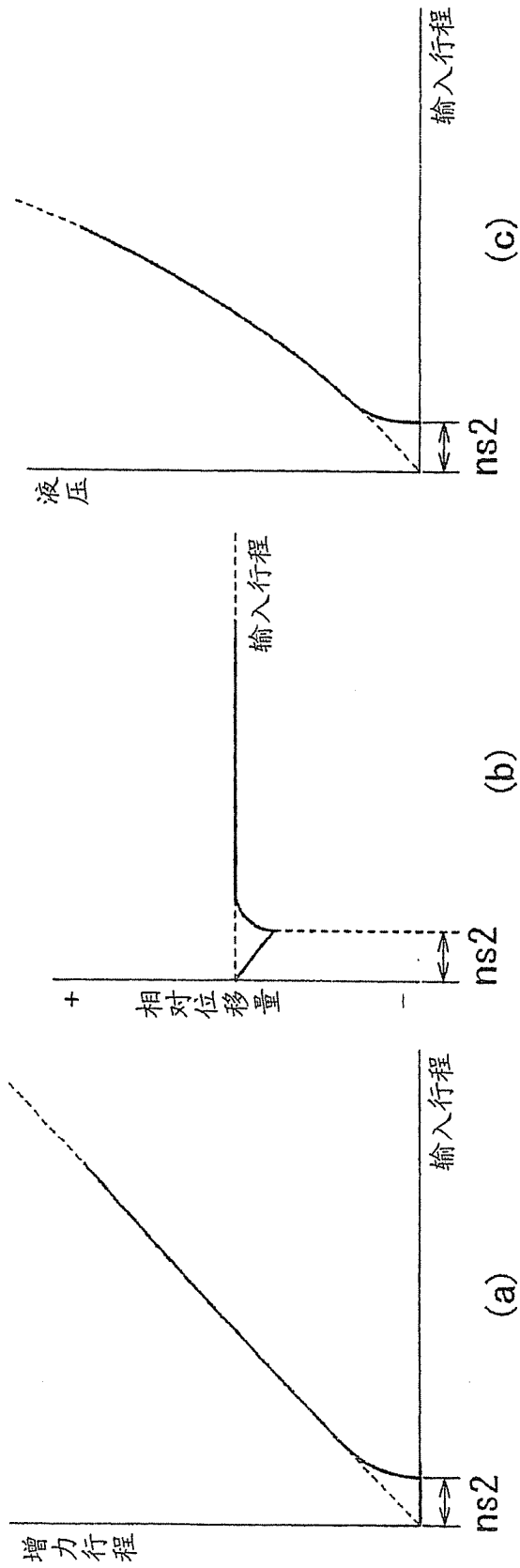


图 6

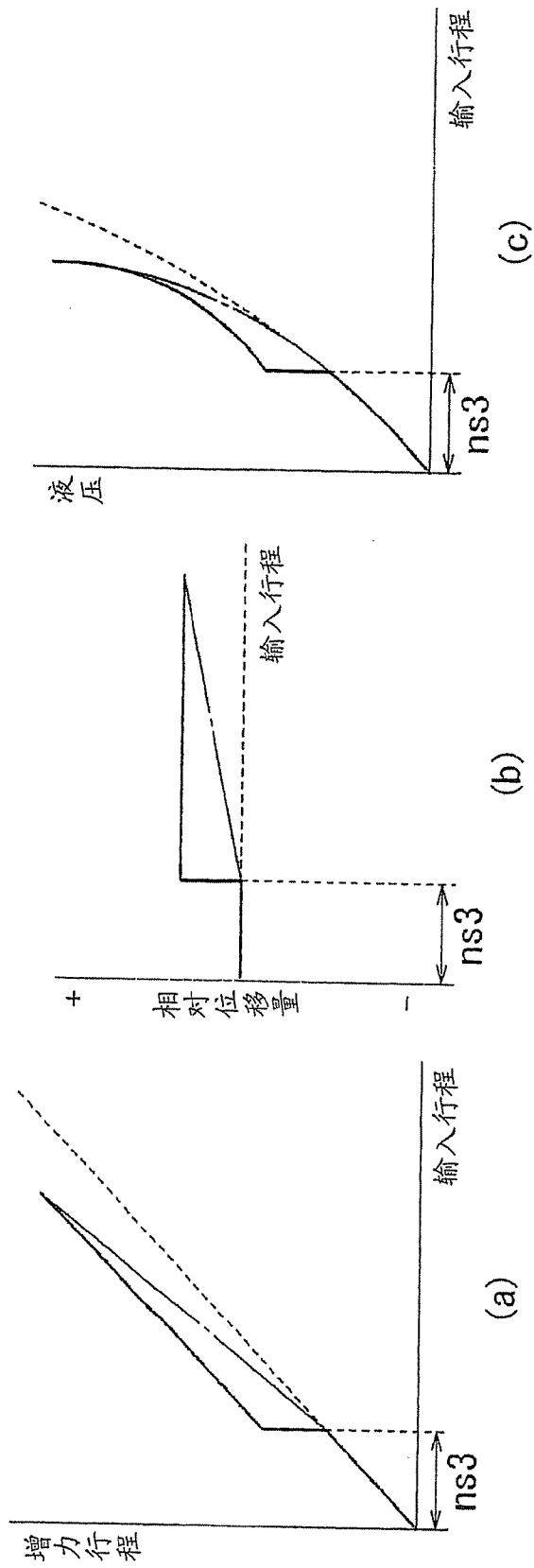


图 7

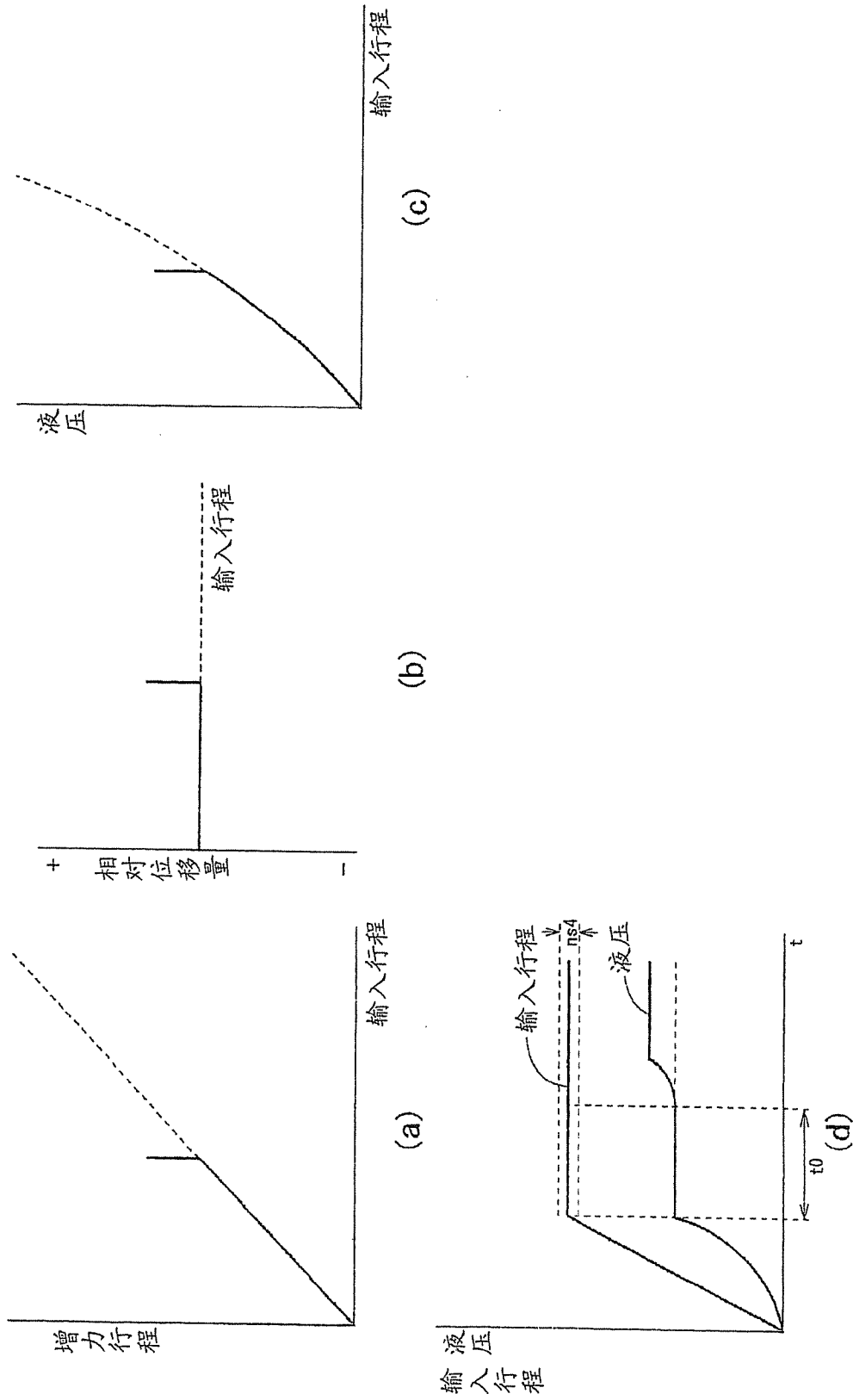


图 8

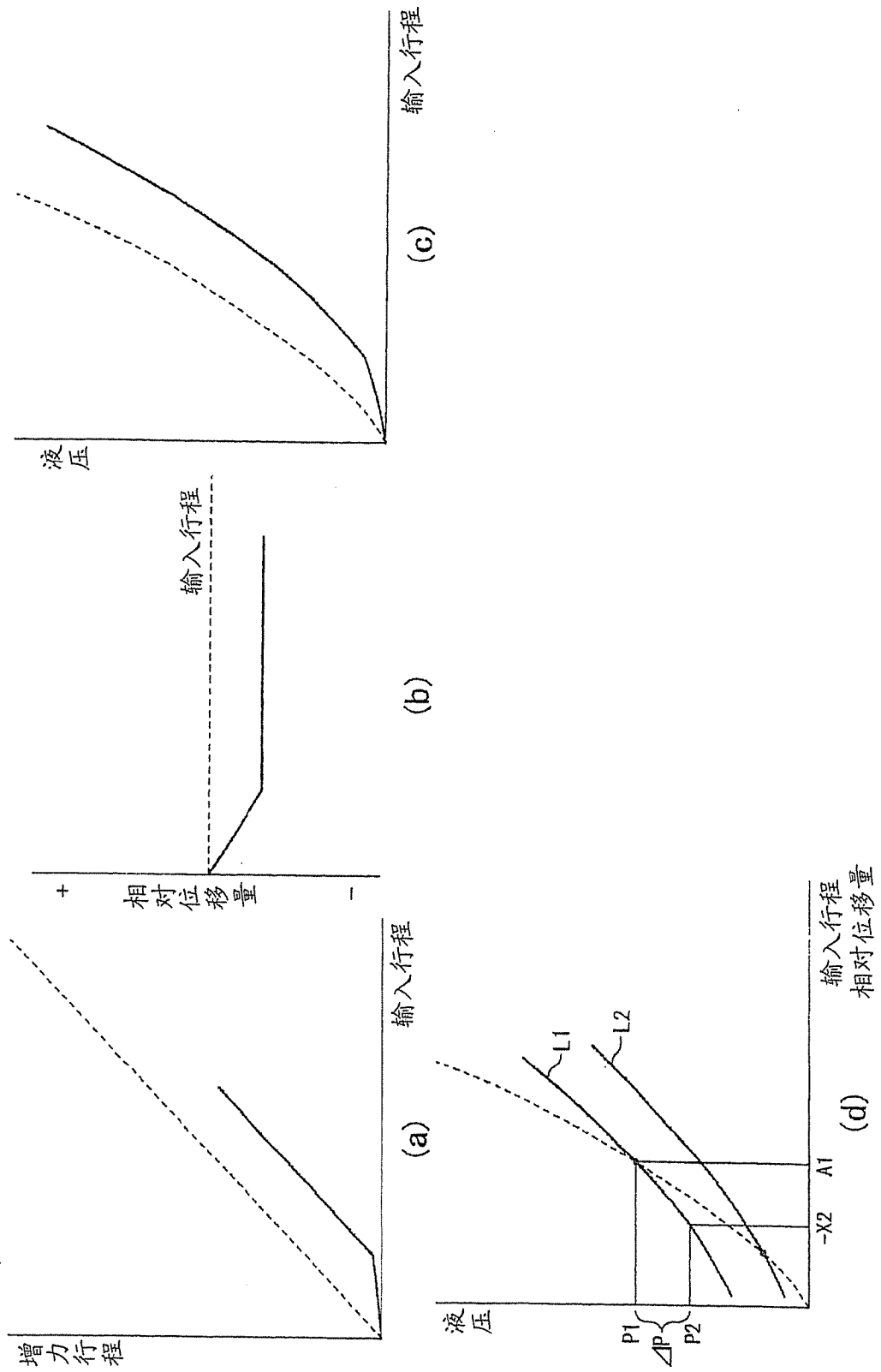
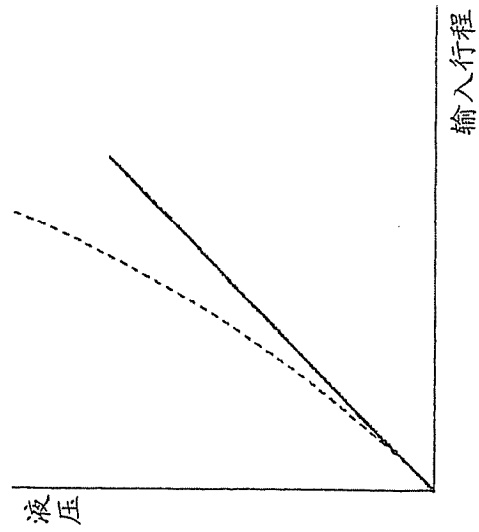
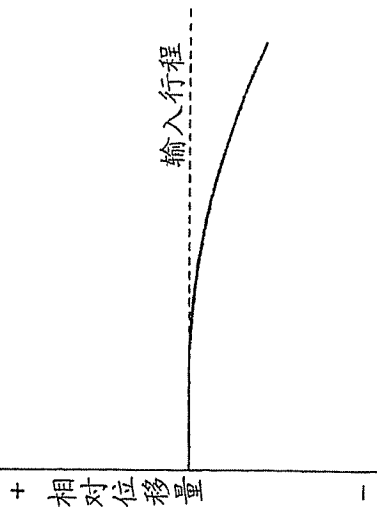


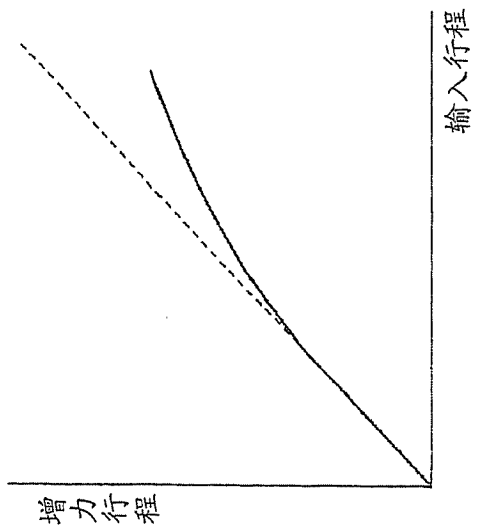
图 9



(c)



(b)



(a)

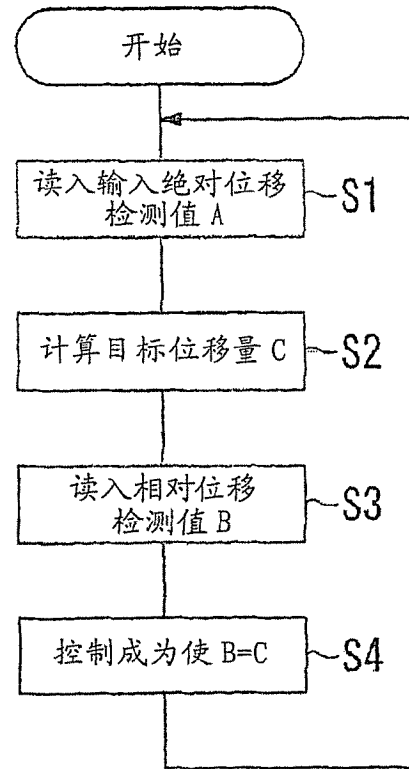


图 11

图 10

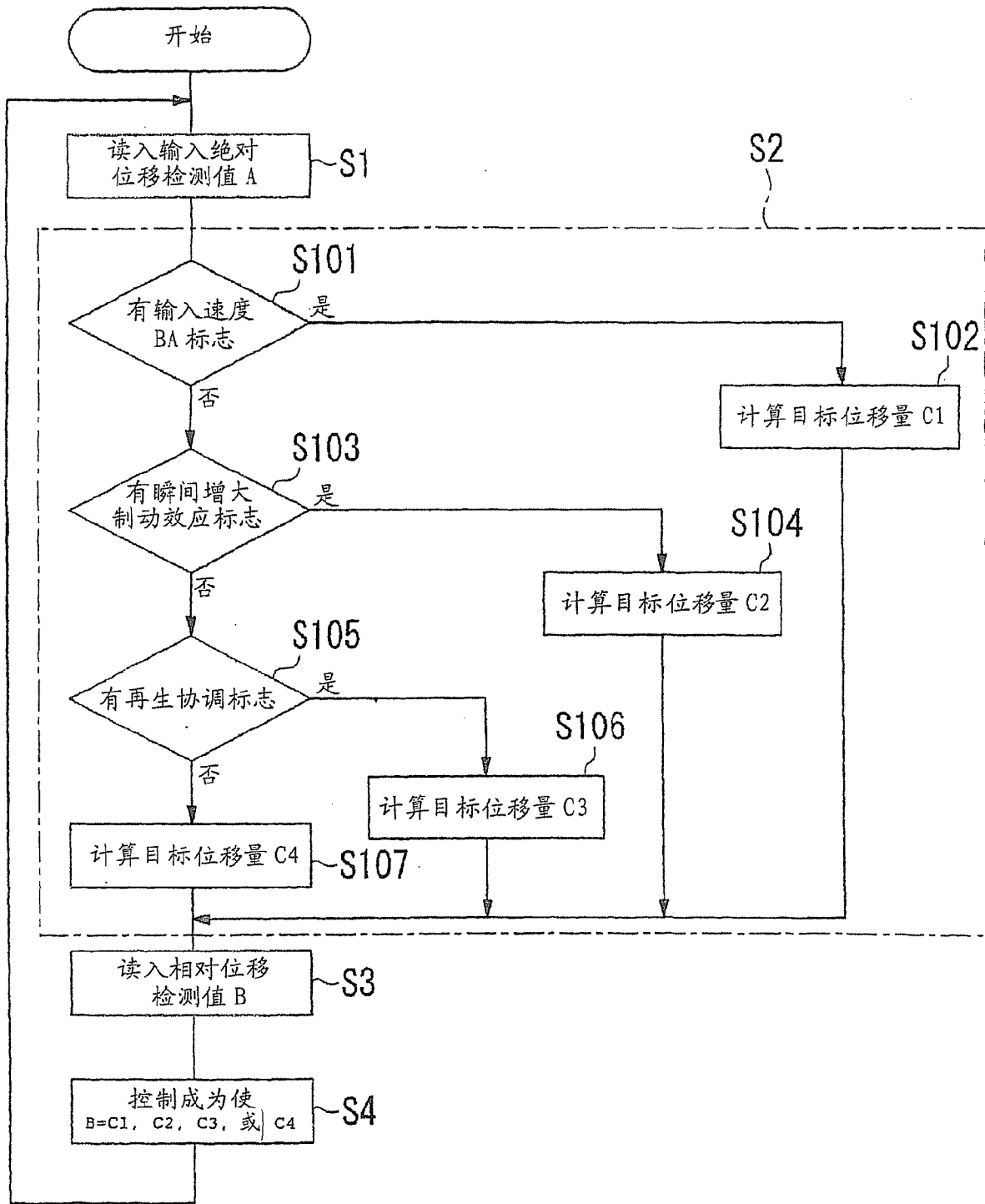


图 12

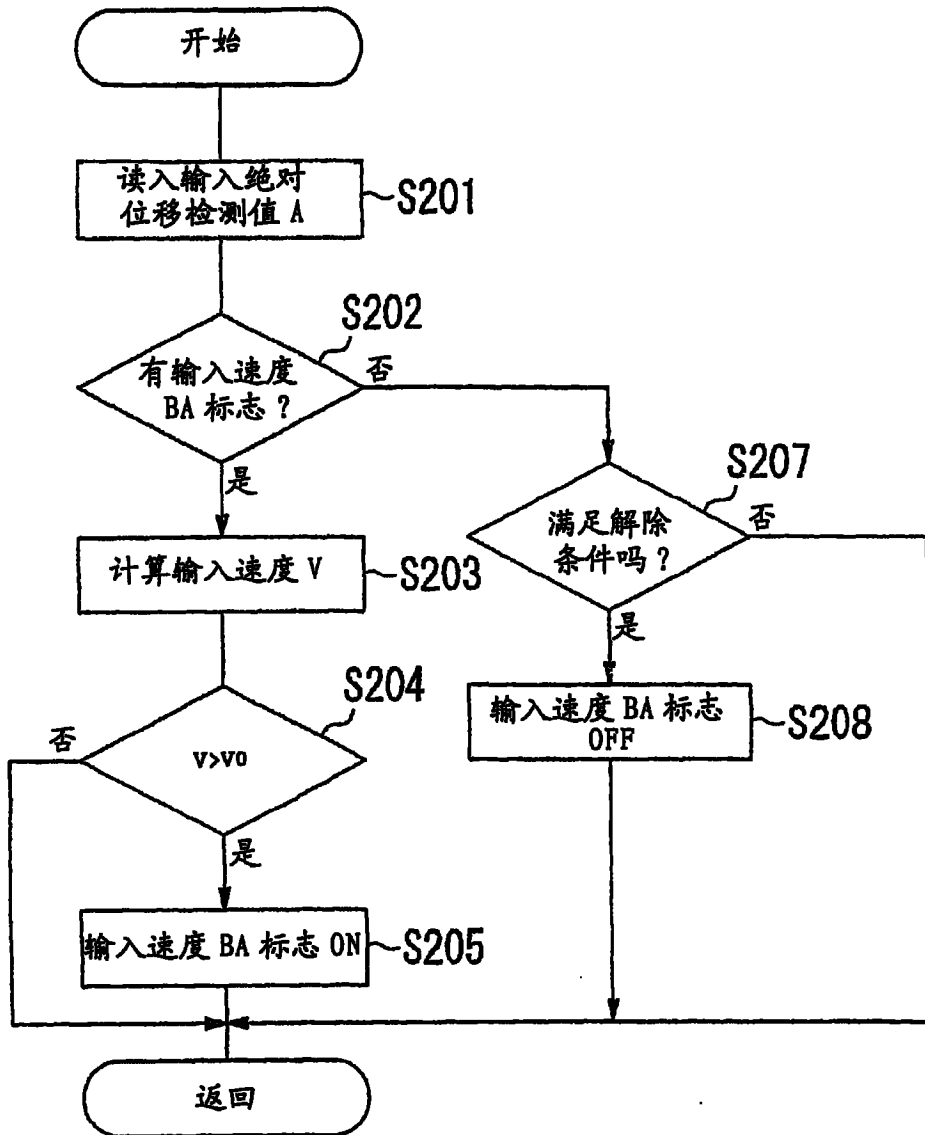


图 13

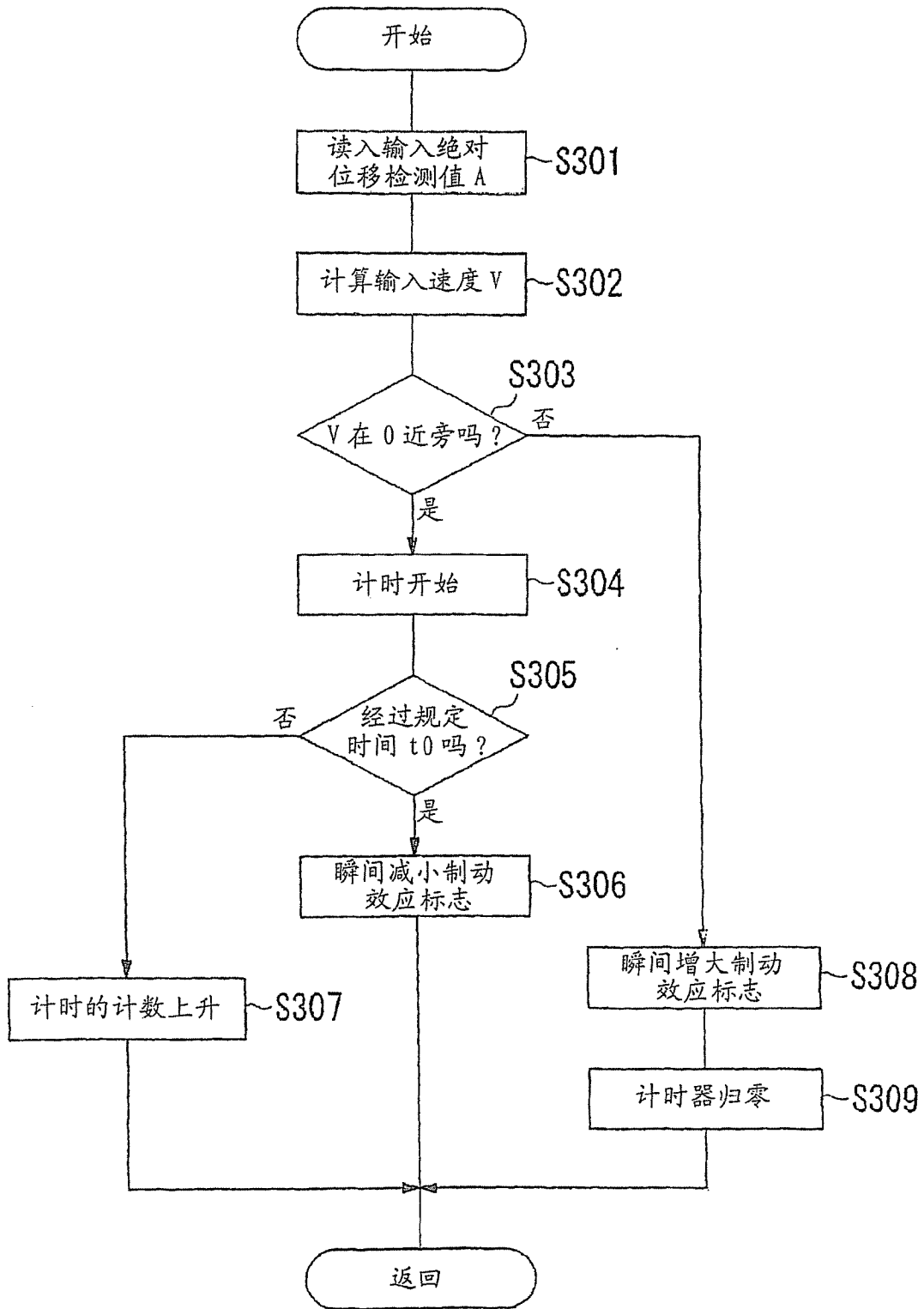


图 14

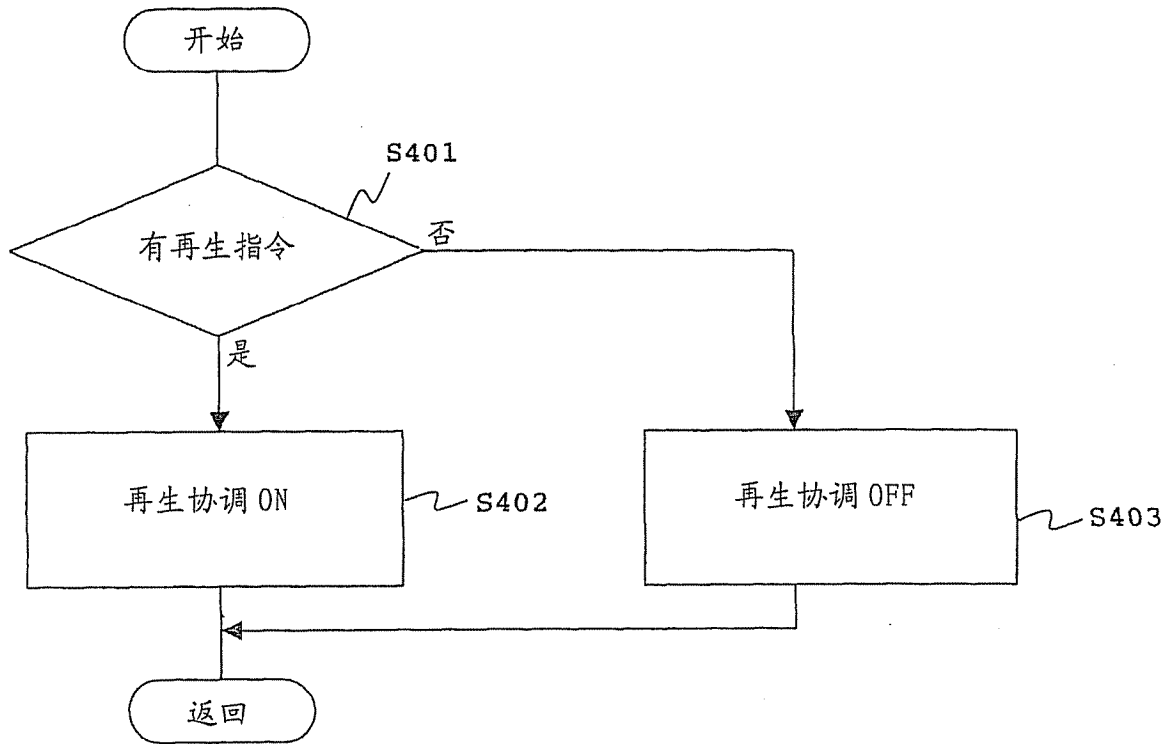


图 15

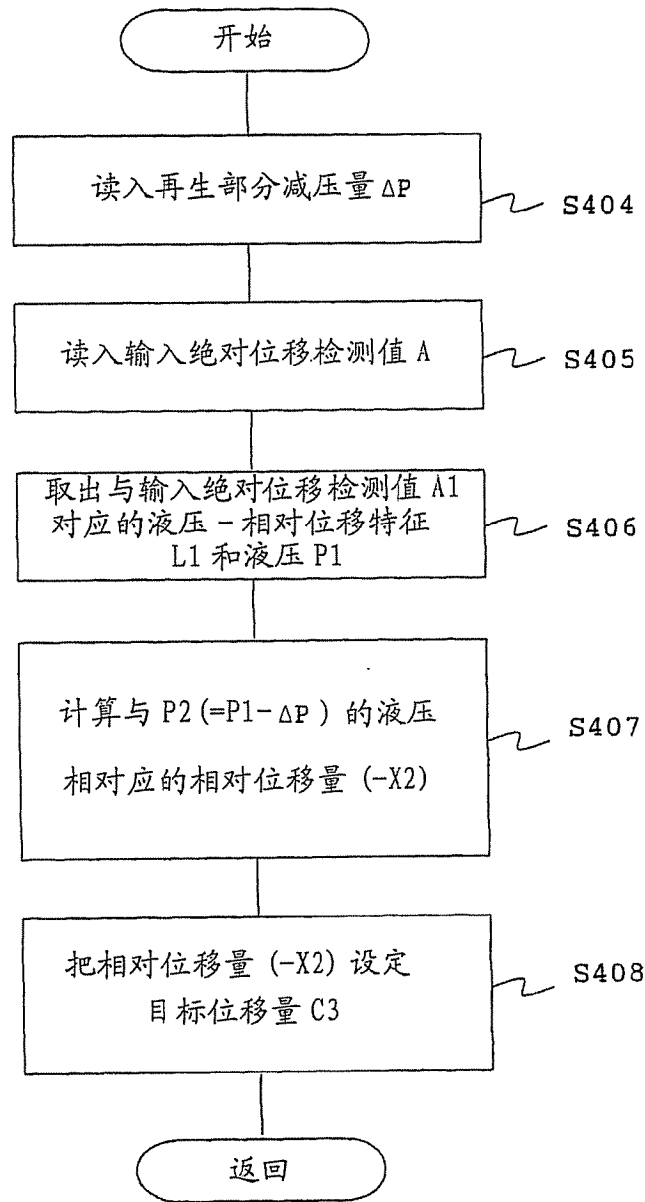


图 16

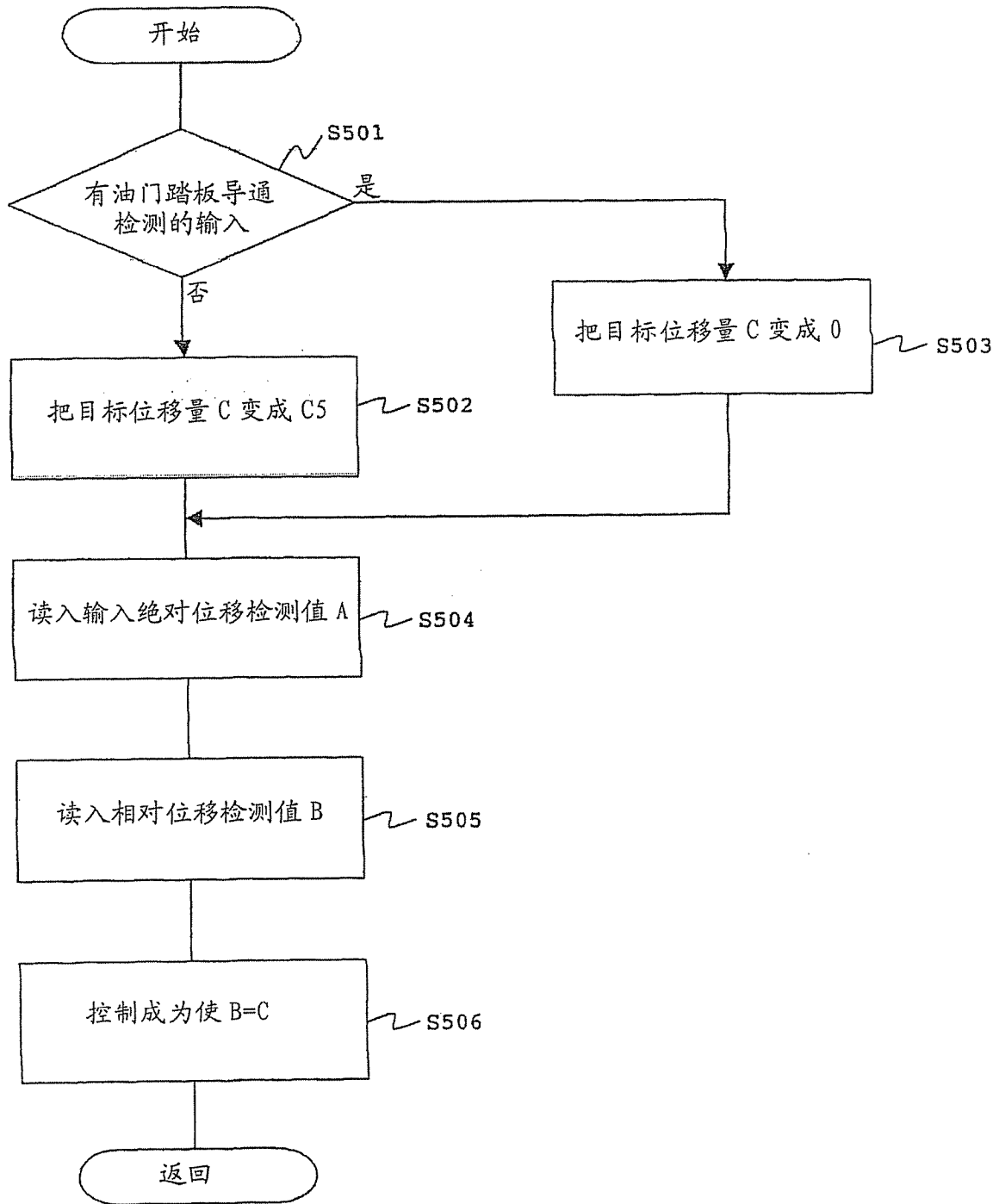


图 17

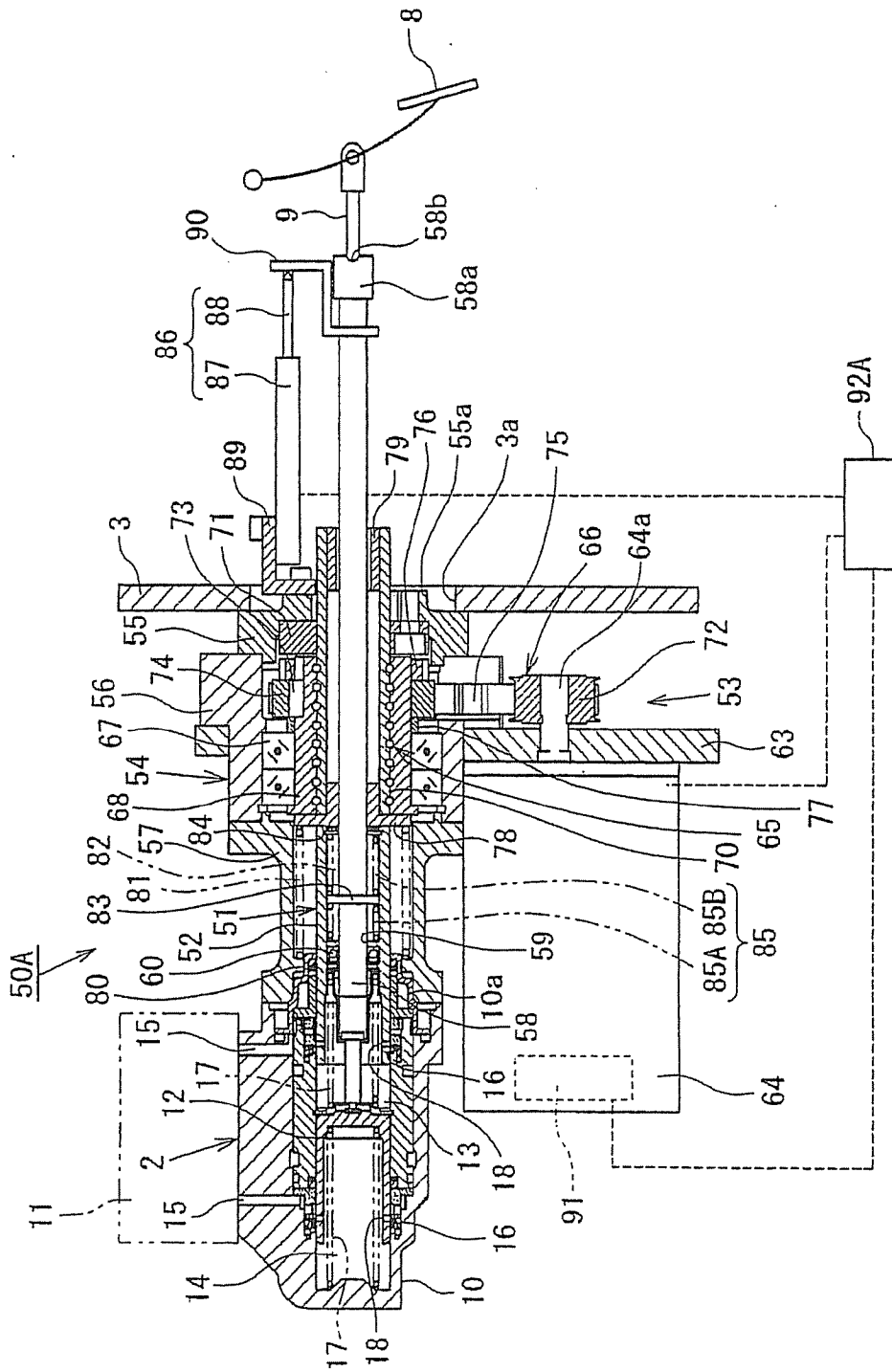


图 18

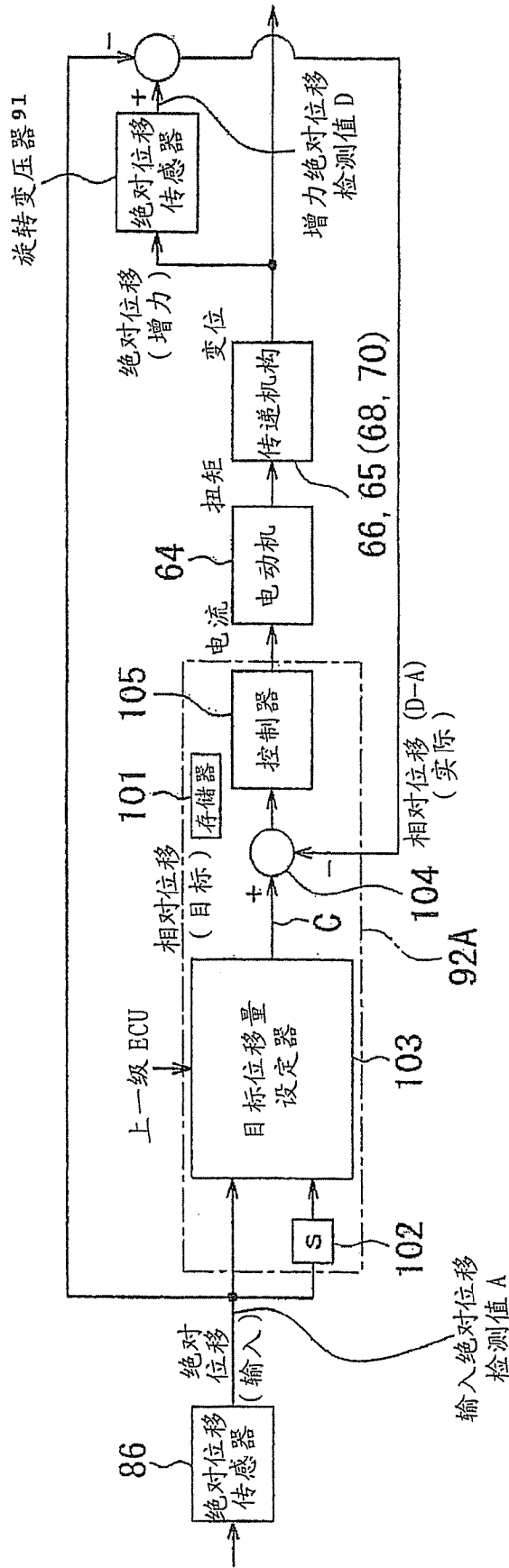


图 19

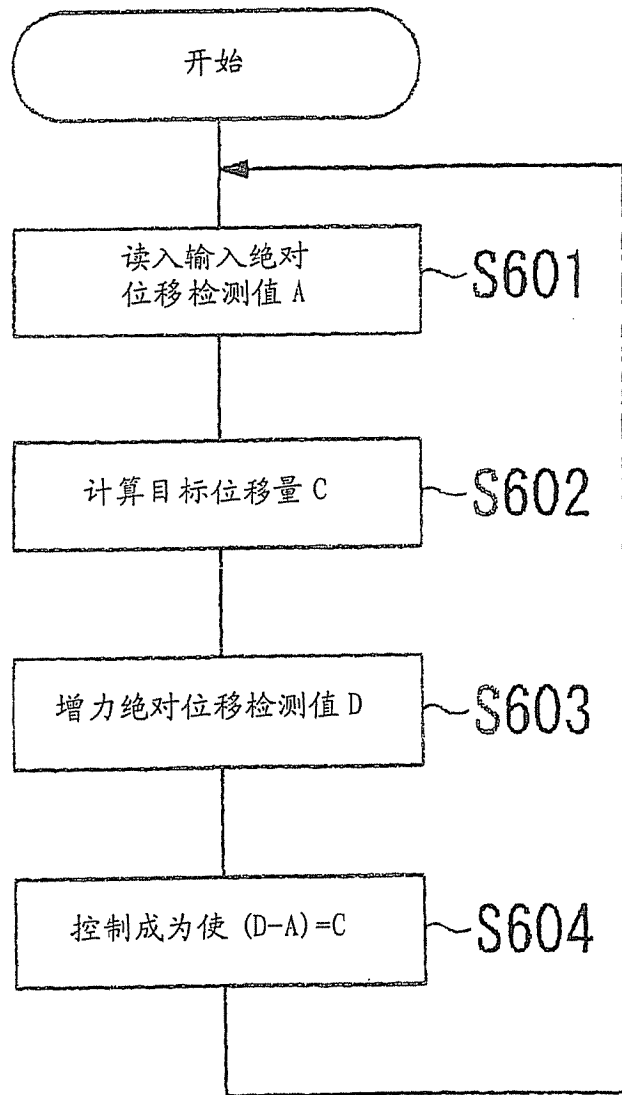


图 20

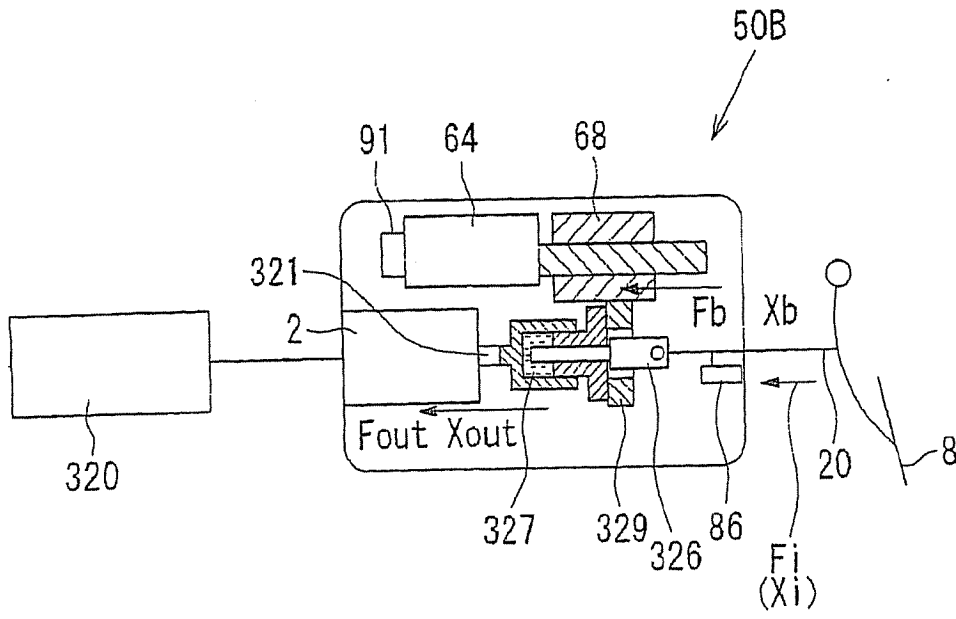


图 21

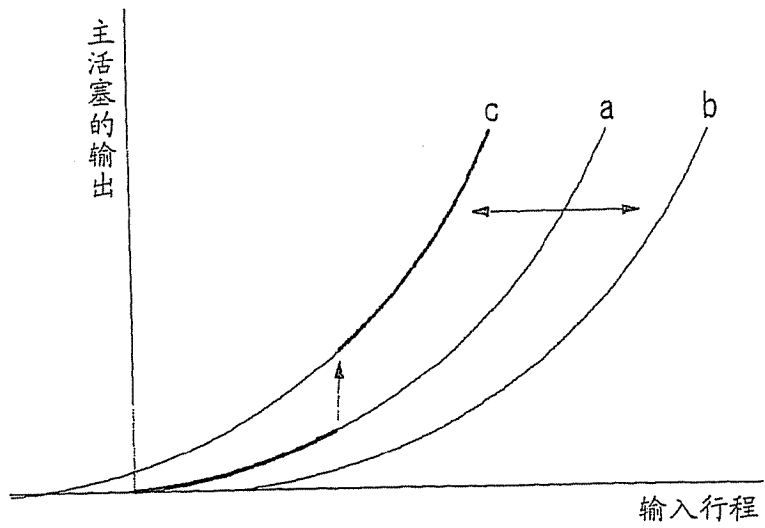


图 22

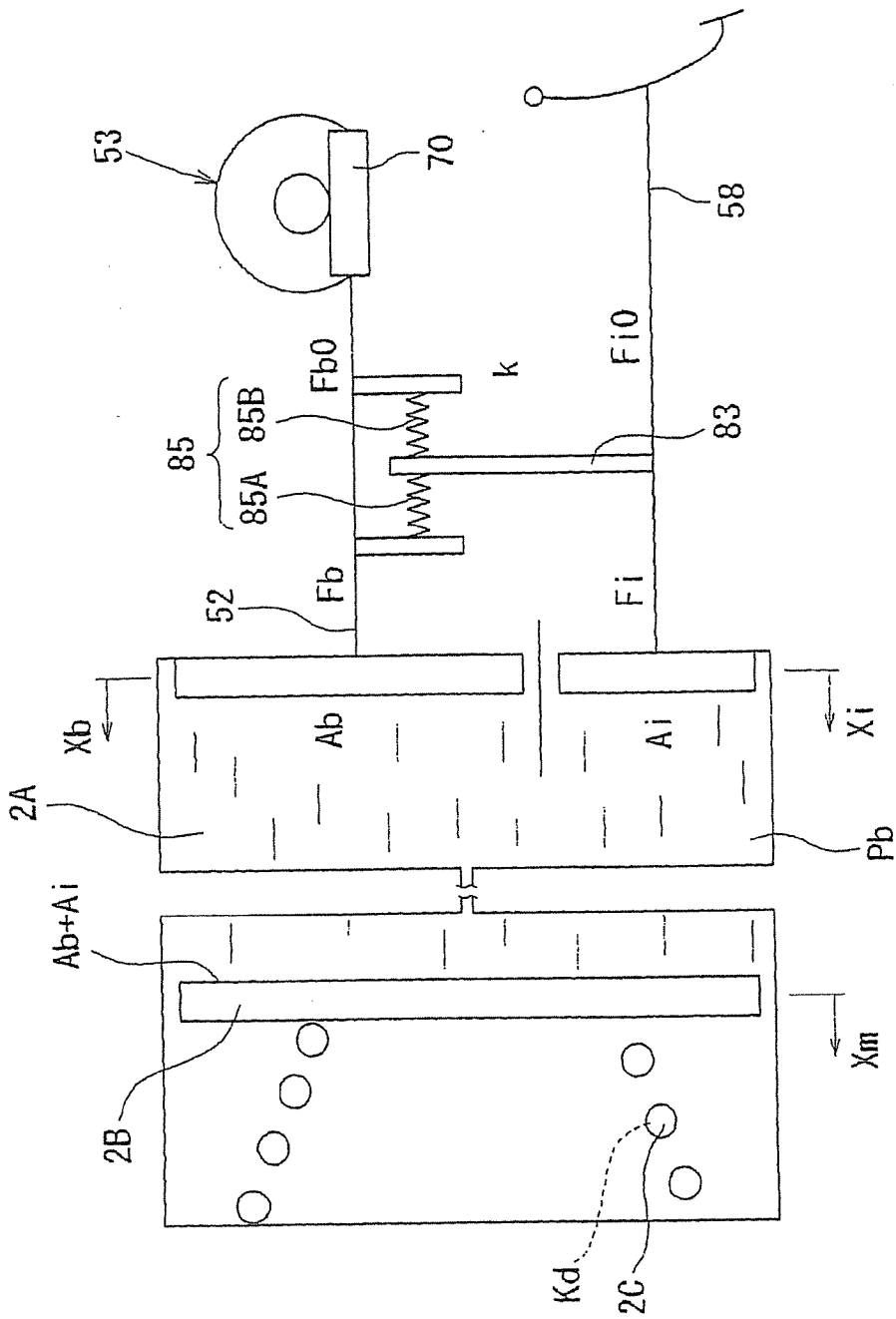


图 23

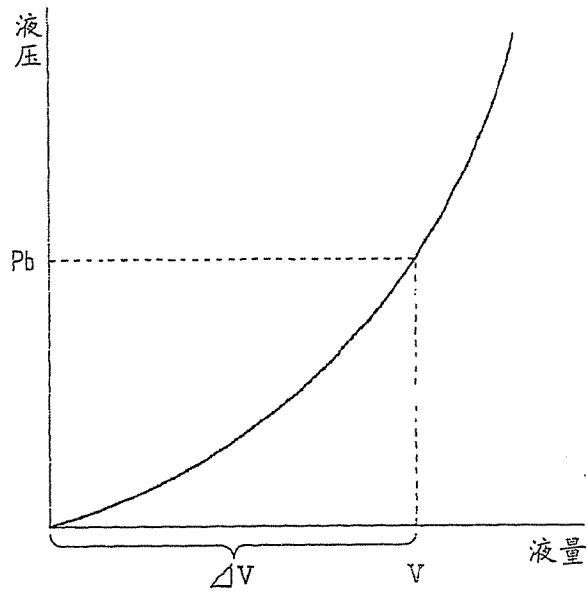


图 24

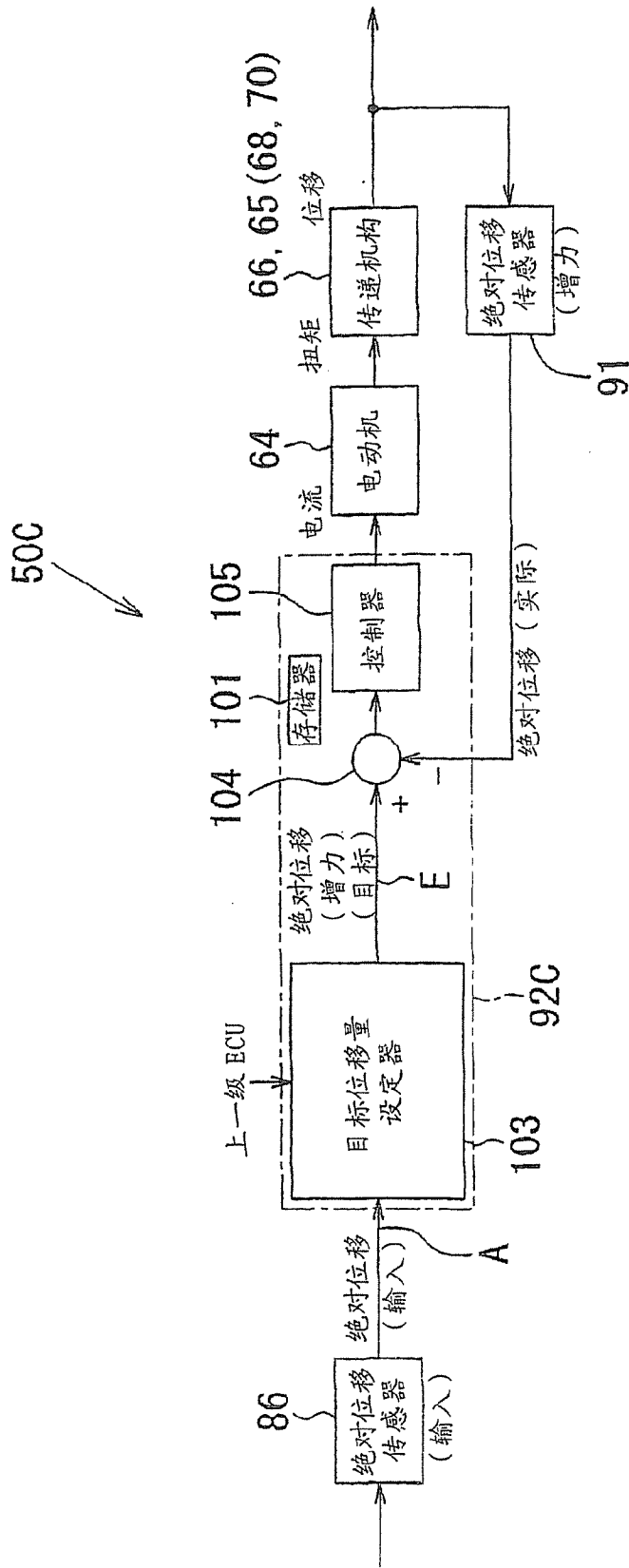


图 25

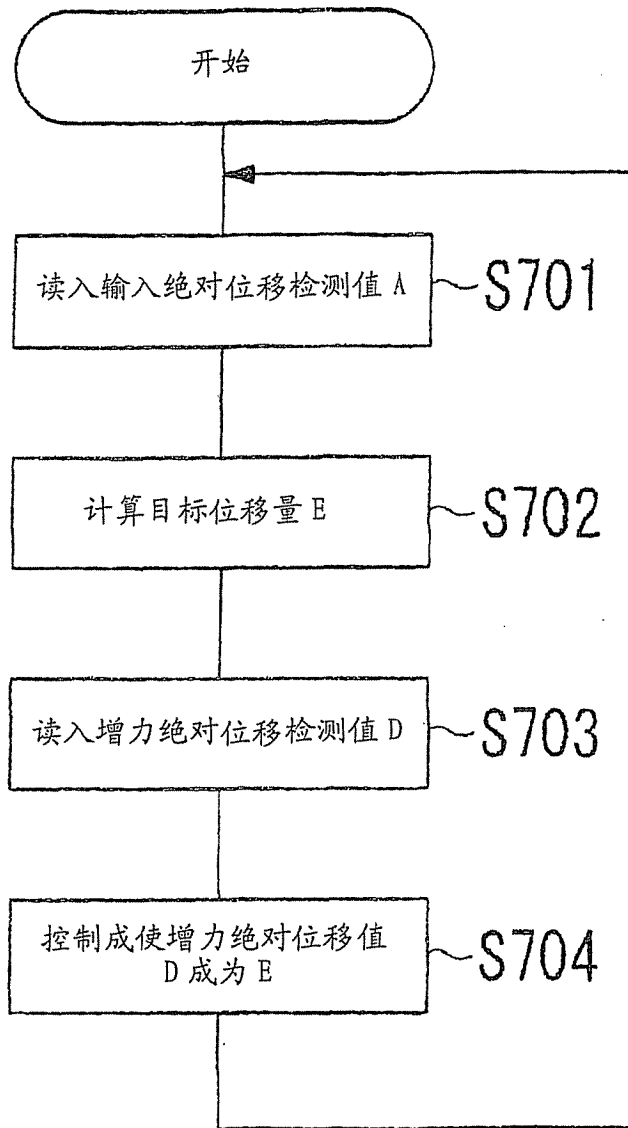


图 26

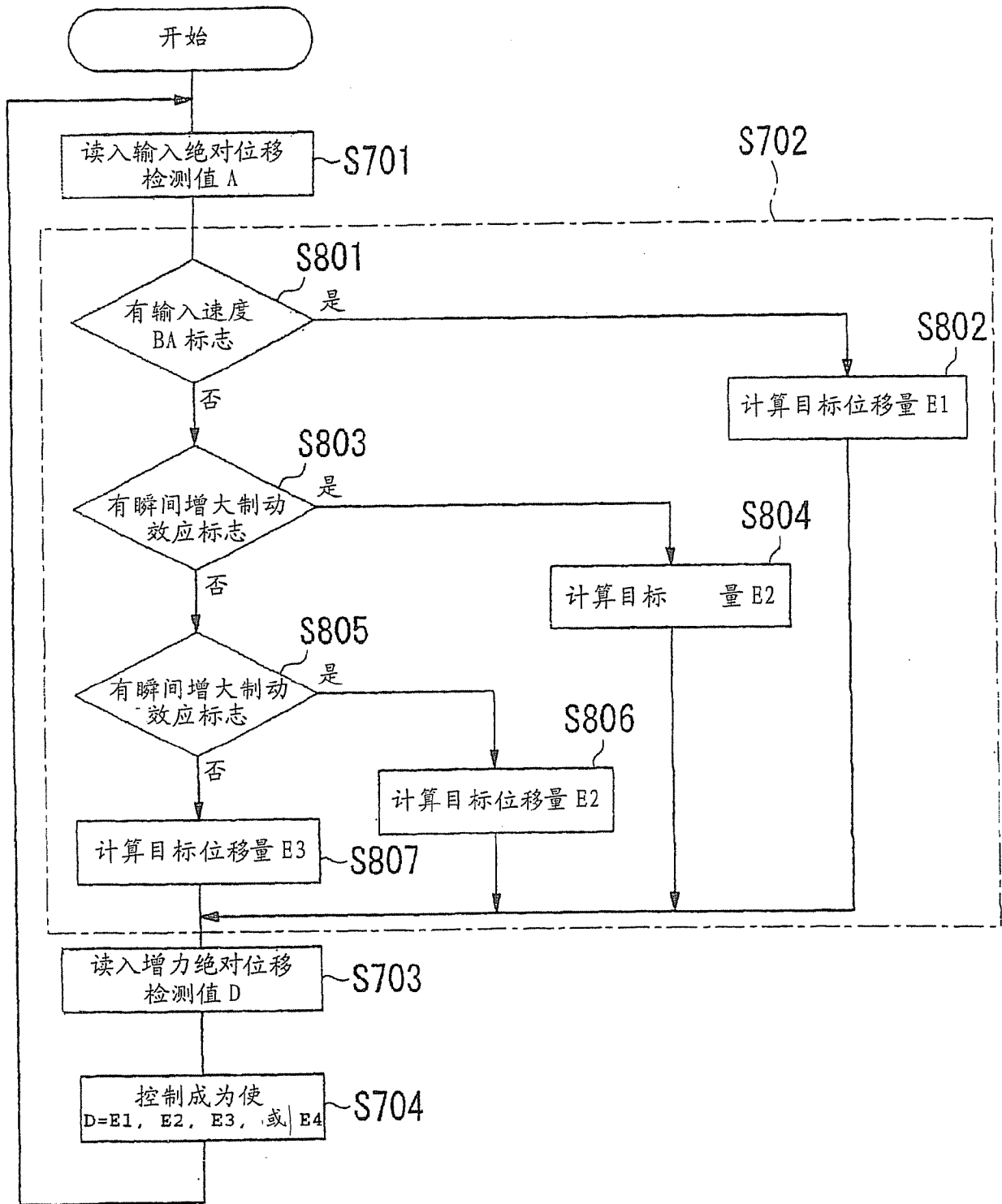


图 27