



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1973147 B

(45) 授权公告日 2011.01.12

(21) 申请号 200580020655.4

(22) 申请日 2005.06.10

(30) 优先权数据

10/874,133 2004.06.22 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.12.22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2005/001625 2005.06.10

(87) PCT申请的公布数据

W02006/000861 EN 2006.01.05

(73) 专利权人 伊顿公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 A·苏里亚那雷安安

D·R·索斯诺夫斯基 M·L·德莱瓦

P·M·雅各布森 E·O·巴罗斯

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光 李峥

(51) Int. Cl.

F16D 48/06 (2006.01)

(56) 对比文件

US 4947970 A, 1990.08.14, 说明书第3栏第55行至第5栏第30行, 第13栏第66行至第14栏第49行、附图1, 15.

审查员 王秋丽

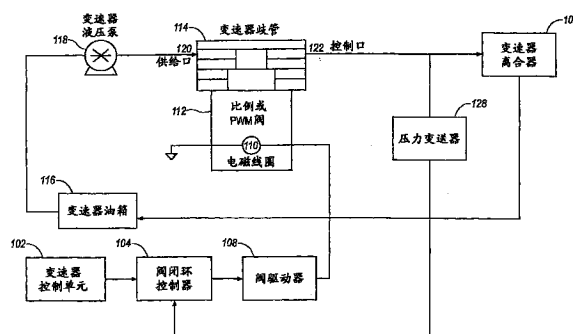
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

闭环的基于阀的变速器控制算法

(57) 摘要

一种用于控制变速器中的压力的系统, 该系统包括变速器控制单元 (102)、从变速器控制单元 (102) 接收作为输入的期望压力 (202) 的阀控制器 (104)、阀驱动器 (108)、调节变速器离合器 (106) 中的流体量的阀 (112)、读取变速器离合器 (106) 中的压力并将压力读数 (204) 输出到阀控制器 (104) 的压力变送器; 其中, 阀控制器 (104) 包括用于将控制阀 (112) 的指令输出到阀驱动器 (108) 的逻辑, 该指令用期望压力 (202) 和压力读数 (204) 表示。



1. 一种用于控制变速器中的压力的系统,该系统包括:

变速器控制单元(102);

从所述变速器控制单元(102)接收作为输入的期望压力(202)的阀控制器(104);

阀驱动器(108);

调节变速器离合器(106)中的流体量的阀(112);以及

读取所述变速器离合器(106)中的压力并将压力读数(204)输出到所述阀控制器(104)的压力变送器;

其中,所述阀控制器(104)包括用于将控制所述阀(112)的指令输出到所述阀驱动器(108)的逻辑,所述指令用所述期望压力(202)、所述压力读数(204)以及比例加积分控制、比例-积分-微分控制与比例-微分控制中的一个表示,其中,期望压力(202)被输入到关于所述控制使用的可变比例增益的确定(216)之中,所述确定(216)使用查询表来确定所述可变比例增益。

2. 根据权利要求1的系统,其中,所述阀(112)是脉冲宽度调制(PWM)阀。

3. 根据权利要求1的系统,其中,所述阀(112)是比例阀。

4. 根据权利要求1的系统,其中,所述阀控制器(104)包括用于判定所述系统是否到达饱和点的逻辑。

5. 根据权利要求4的系统,其中,所述饱和点包括电容器所能容纳的电压的最大量。

6. 一种用于控制变速器中的压力的方法,该方法包括:

在阀控制器(104)中接收来自变速器控制单元(102)的期望压力(202);以及

将用于控制变速器中的阀(112)的指令输出到阀驱动器(108),所述指令用所述期望压力(202)、变速器离合器(106)中实际压力的读数(204)以及比例加积分控制、比例-积分-微分控制与比例-微分控制中的一个表示,其中,期望压力(202)被输入到关于所述控制使用的可变比例增益的确定(216)之中,所述确定(216)使用查询表来确定所述可变比例增益。

7. 根据权利要求6的方法,其中,所述阀(112)是脉冲宽度调制(PWM)阀。

8. 根据权利要求6的方法,其中,所述阀(112)是比例阀。

9. 根据权利要求6的方法,其中,所述阀控制器(104)包括用于判定系统是否到达饱和点的逻辑。

10. 根据权利要求9的方法,其中,所述饱和点包括电容器所能容纳的电压的最大量。

闭环的基于阀的变速器控制算法

[0001] 本申请涉及 2003 年 12 月 23 日提交的申请号为 no. 10/327,792、名称为“CLOSED LOOP CONTROL OF SHIFTING CLUTCH ACTUATORS IN AN AUTOMATIC SPEED CHANGE TRANSMISSION”(“自动变速器中切换离合器致动器的闭环控制”)的待准美国专利申请,上述申请被转让给了本发明的受让人。

技术领域

[0002] 本发明涉及阀的闭环压力控制,其中,阀例如为车辆变速器中的阀。

背景技术

[0003] 众所周知,为了在自动变速器的离合器中获得期望的液压流体压力,使用微处理器以控制阀。现有的系统使用启发式规则 (heuristic rules),其假设将阀打开某一段时间与变速器离合器中的期望压力成比例,即成线性关系。因而,一旦将这种线性关系编入逻辑控制器,则系统被强制假设为:产生某一阀动作被正确地校准到离合器内结果得到的压力。然而,即使校准在最初时是准确的,随着时间的推移,由于变速器中部件的磨损、变速器流体的减少、系统运行的固有非线性等原因,该校准变得较不准确。另外,由于电气负荷变动、压力脉动以及其它的系统非线性,现有的系统在运行中本身容易出错。

[0004] 简言之,在运行期间,现有的变速器控制系统不能对其预先设计的启发式规则进行再校准或实施修正。也就是说,现有的变速器控制系统可能以“开环”为特征,这是因为它们向变速器提供输入但不能利用变速器系统可作为输出提供的信息。因此,存在对这样一种变速器压力控制系统的需要:该系统解释实际上存在于每一种系统中的非线性。人们进一步还可期望在这种系统中消除或明显减少稳态误差。

[0005] 此外,我们知道,车辆性能、特别是变速器性能随着时间推移由于例如变速器部件等车辆部件的老化和磨损而改变。然而,因为它们是开环的,现有的变速器控制系统不能将变速器离合器中施加的压力校准到变速器当前的老化和磨损。现有的开环系统根本不能解释变速器部件的磨损和老化。

[0006] 因此,在车辆中具有这样的变速器控制系统是非常有利的:该系统在变速器离合器上施加适合于变速器的老化和磨损的压力量。这样的变速器控制系统将具有提高的燃料经济性以及更好的“可驱动性 (drivability)”的优点,即与具有传统的开环控制系统的变速器相比,该变速器能够更平滑地变速 (shift)。另外,这样的变速器控制系统的优点在于能使变速器中的部件在老化时积累较少的磨损。此外,这样的变速器控制系统的优点还在于降低了变速器中部件的成本。这是因为与现今的变速器部件相比,要求这些部件具有对于压力和其它力的波动的较低的耐受性,因而降低了设计和制造成本。

[0007] 因此,存在对这种变速器压力控制系统的需求:该系统使用关于变速器中的压力状态的信息,以便通过期望压力校准阀的动作。

发明内容

[0008] 一种用于控制变速器中的压力的系统包括：变速器控制单元，接收来自变速器控制单元的、作为输入的期望压力的阀控制器，阀驱动器，调节变速器离合器中的流体量的阀，以及读取变速器离合器中的压力并将压力读数输出到阀控制器的压力变送器，其中，阀控制器包括用于将控制该阀的指令输出给阀驱动器的逻辑，该指令用期望压力和压力读数表示。

[0009] 此外，一种用于控制变速器中的压力的方法包括：在阀控制器中接收来自变速器控制单元的期望压力，并将控制变速器中的阀的指令输出到阀驱动器，该指令用期望压力和变速器离合器中实际压力的读数表示。

附图说明

[0010] 图 1 提供了对本发明的系统的介绍；

[0011] 图 2 提供了本发明的系统的控制逻辑的详细视图；

[0012] 图 3 为第一曲线图，其示出本发明的系统在变速器离合器中成功地产生了期望的压力；

[0013] 图 4 为第二曲线图，其示出本发明的系统在变速器离合器中成功地产生了期望的压力。

[0014] 具体实施方式

[0015] 参照图 1，变速器控制单元 102 将变速器离合器 106 的期望压力输出到阀控制器 104。使用预定的启发式规则，阀控制器 104 指示阀驱动器 108 释放某个电压，其中，阀驱动器 108 为能生成期望电压的激发驱动器 (excitation driver)。阀控制器 104 中执行的启发式规则包括可变增益控制结构，将在下文中参照图 2 对该可变增益控制结构进行更详细的讨论。在一些实施例中，例如在图 1 所示的实施例中，变速器控制单元 102 和阀控制器 104 各自包括至少一个微处理器。然而，在其它实施例中，变速器控制单元 102 和阀控制器 104 被结合在一起并共同包括一个微处理器。通常，变速器控制单元 102 为例如现有技术中已知的装置，而阀控制器 104 呈现出几个新的特征，这些特征包括但不限于：接收作为输入、与变速器离合器压力状态有关的信息的能力，以及应用启发式规则指示阀驱动器 108 至少在某些程度上基于前述信息生成某一电压的能力。接收来自阀驱动器 108 的电压的电磁线圈 110 是阀 112 的部件，阀 112 又被布置在变速器歧管 114 中。

[0016] 来自变速器油箱 (sump) 116 的液压流体通过变速器泵 118 经由供给口 120 被泵入变速器歧管 114 中。液压流体经过控制口 122 排出变速器歧管。阀 112 的状态决定在给定时间段内从控制口 122 排出变速器歧管 114 的液压流体量。因而，阀 112 打开或关闭的程度决定了进入变速器离合器 106 的液压流体量，即施加到变速器离合器 106 上的压力。为便于在此进行讨论，当所有或一些流过变速器歧管 114 的液压流体被指向通过控制口 122 时，阀 112 可被视为“打开”或“部分打开”。类似地，当没有或一些流过变速器歧管 114 的液压流体被指向通过控制口 122 时，阀 112 可被视为“关闭”或“部分关闭”。

[0017] 例如，压力变送器 128 为本领域技术人员所公知的一种变送器，其被布置为接近变速器离合器 106 或被布置在变速器离合器 106 内部。压力变送器 128 向阀控制器 104 提供输入，阀控制器 104 使其对阀驱动器 108 的指令至少在某种程度上基于对变速器离合器 106 内当前压力的判定。也就是说，阀控制器 104 接收作为输入的、来自变速器控制单元 102

的期望压力值,并接收来自压力变送器 128 的测量压力值。阀控制器 104 中所实现的控制逻辑——下文将参照图 2 对其进行详细说明——的目标在于:为了使变速器离合器 106 中的测量压力等于或更加接近地近似于由变速器控制单元 102 确定的期望压力,判定对阀 112 进行何种调节。

[0018] 阀 112 可以为任何类型的比例阀,例如可变排放电磁线圈 (VBS) 阀或可变量电磁线圈 (VFS) 阀。阀 112 还可以为压力宽度调制 (PWM) 阀。VBS、VFS 和 PWM 阀在本领域是公知的。VBS 和 VFS 阀也叫比例阀,因为它们基于被打开或被部分打开的阀调节压力。与之相比, PWM 阀在工作周期 (duty cycle) 上运行,工作周期由一段时间内阀被打开的时间的百分比构成。通过在工作周期期间打开以及关闭, PWM 阀模拟 VBS 阀的稳态运行。众所周知, PWM 阀的运行效率更高,但需要更大的带宽。

[0019] 图 2 介绍了可在阀控制器 104 中实现的控制逻辑。在图 2 所示的实施例, 阀控制器 104 的控制逻辑使用比例加积分控制,也称为比例-积分控制或 PI 控制。比例加积分控制为本领域技术人员所公知。本发明的其它实施例使用比例-积分-微分 (PID) 控制、比例-微分 (PD) 控制或前馈控制,所有这些是本领域所公知的。此外,本领域的技术人员将会明了,此处介绍的控制逻辑是已被经验显示在减小或差不多消除稳态误差方面有效的控制逻辑,然而,启发式规则而非此处所述的将与本发明的精神和范围一致。在本发明经实践的一个实施例中,马萨诸塞州 (Massachusetts) 内蒂克 (Natick) 的 Mathworks 公司所发售的 SIMULINK[®] 软件程序已被用于对该启发式规则建立模型。

[0020] 阀控制器 104 接收作为输入的两个压力值。 P_{c202} 代表接收自变速器控制器 102 的期望压力,有时称作指令压力或控制压力。 P_{t204} 代表来自压力变送器 128 的压力读数,也即当前在变速器离合器 106 中施加的实际压力。通过计算 P_{c202} 和 P_{t204} 之间的差值,模块 206 计算采样误差 208。

[0021] 环路增益 209 向可变增益模块 210 的输入提供简单增益 (simple gain)。本领域技术人员将意识到:通过使可变增益模块 210 中的计算更加精确,增加环路增益 209 的大小将减小误差。当然,还将明了的是,一旦环路增益 209 的大小增加到超过某个点,系统会变得不稳定。

[0022] 可变增益模块 210 应用启发式规则以产生从阀控制器 104 的适当输出。采样误差 208 作为输入 212 被提供给比例增益 213,比例增益 213 又为乘法模块 214 提供输入。 P_{c202} 作为输入 215 被提供给查询表模块 216,查询表模块 216 使用查询表来确定采样误差 208 应当被乘以的常数值。使用这种查询表获得增益安排 (gain scheduling),从而补偿阀的非线性。本领域技术人员将会意识到:通过记录与采样误差 208 的相应值对应的哪些常数值会产生具有最小响应时间的、阀 112 的最准确控制,可经验性地确定查询表中的值。模块 214 将采样误差 208 乘以模块 216 中确定的常数值以产生输出 218。

[0023] 采样误差 208 作为输入 219 被提供给积分增益 220,积分增益 220 将采样误差 208 乘以已被凭经验确定为会产生具有最小响应时间的阀 112 的最准确控制的常数。离散时间积分器 222 为由积分增益 220 修正过的采样误差 208 求积分,产生输出 224。离散时间积分为本领域技术人员所公知。通常,仅在车辆熄火又接着被重新启动时重启离散时间积分器 222。在一个经实践的实施例中,本发明使用离散时间积分的梯形 (Trapezoidal method) 法,其在 SIMULINK 软件程序中实现。除其它一些方法外,离散时间积分的梯形法在

Mathworks 公司的 Simulink Reference (第五版) 的第 2-114 到 2-121 页进行了介绍,其包含在此作为参考。本领域技术人员将会明了,其它的离散时间积分方法也可用在离散时间积分器 222 中,包括在 Simulink Reference 中也进行了介绍的前向欧拉法 (Forward Euler method) 和后向欧拉法 (Backward Euler method)。

[0024] 输出 218 和输出 224 在模块 226 中相加,相加的结果通过环路增益 227 放大,并接着被提供给饱和模块 228。已经知道:除非给电容器足够的时间进行放电,它可能会出现电压“饱和”,这意味着对电容器的进一步的输入将不具有期望的效果,并且,用于限制这种饱和效应的方法也为人们所公知。因此,本领域技术人员将会明了,饱和模块 228 判定在向阀驱动器 108 提供输入之前需要什么样的延时 230。

[0025] 在延时 230 之后,阀控制器 104 将输入 232 提供给阀驱动器 108。在阀 112 为 VBS 阀的情况下,到阀驱动器 108 的输入 232 使得阀 112 以在变速器离合器 106 中产生期望压力 P_{c202} 所需的量被打开。在阀 112 为 PWM 阀的情况下,到阀驱动器 108 的输入将工作周期设定为适合在变速器离合器 106 中产生期望压力 P_{c202} 的等级。

[0026] 图 3 和图 4 均为曲线图,其示出了本发明的系统将期望压力 P_{c202} 非常接近地匹配到变速器离合器 106 中的实际压力 P_{t204} 。通过实现期望压力 P_{c202} 与变速器离合器 106 中的实际压力 P_{t204} 的密切匹配,本发明实现了优于现有技术的许多有价值的优点。通过使期望压力 P_{c202} 适合于车辆变速器中的部件的老化和磨损,本发明有利地提供了变速器部件的改进的磨损性能。尽管现有技术中的开环变速器控制系统能够准确地将期望压力 P_{c202} 与实际压力 P_{t204} 匹配到 10 磅每平方英寸 (PSI) 之内,而本发明已显示出具有高达正负 2 磅 PSI 的准确度。因此,本发明能够实现更好的燃料节约性、更长且更好的变速器部件磨损性能、更好的车辆驱动性即与先前可能的相比更为平滑的档位切换,并使变速器部件的更低的设计与制造成本成为可能。

[0027] 上述的介绍仅仅是示例性的,而不是限定性的。通过阅读上述说明,对本领域技术人员来说,除所提供实例之外的许多实施例和应用将会是显而易见的。本发明的范围不应参照上述的说明确定,而是应参照所附权利要求以及这些权利要求的等价物的整体范围来确定。可以预期,在变速器控制系统领域将出现未来的发展,且这些系统和方法将被包含在这些未来的实施例中。因此,应当明了,本发明能够进行修改和变形并仅通过所附权利要求进行限定。

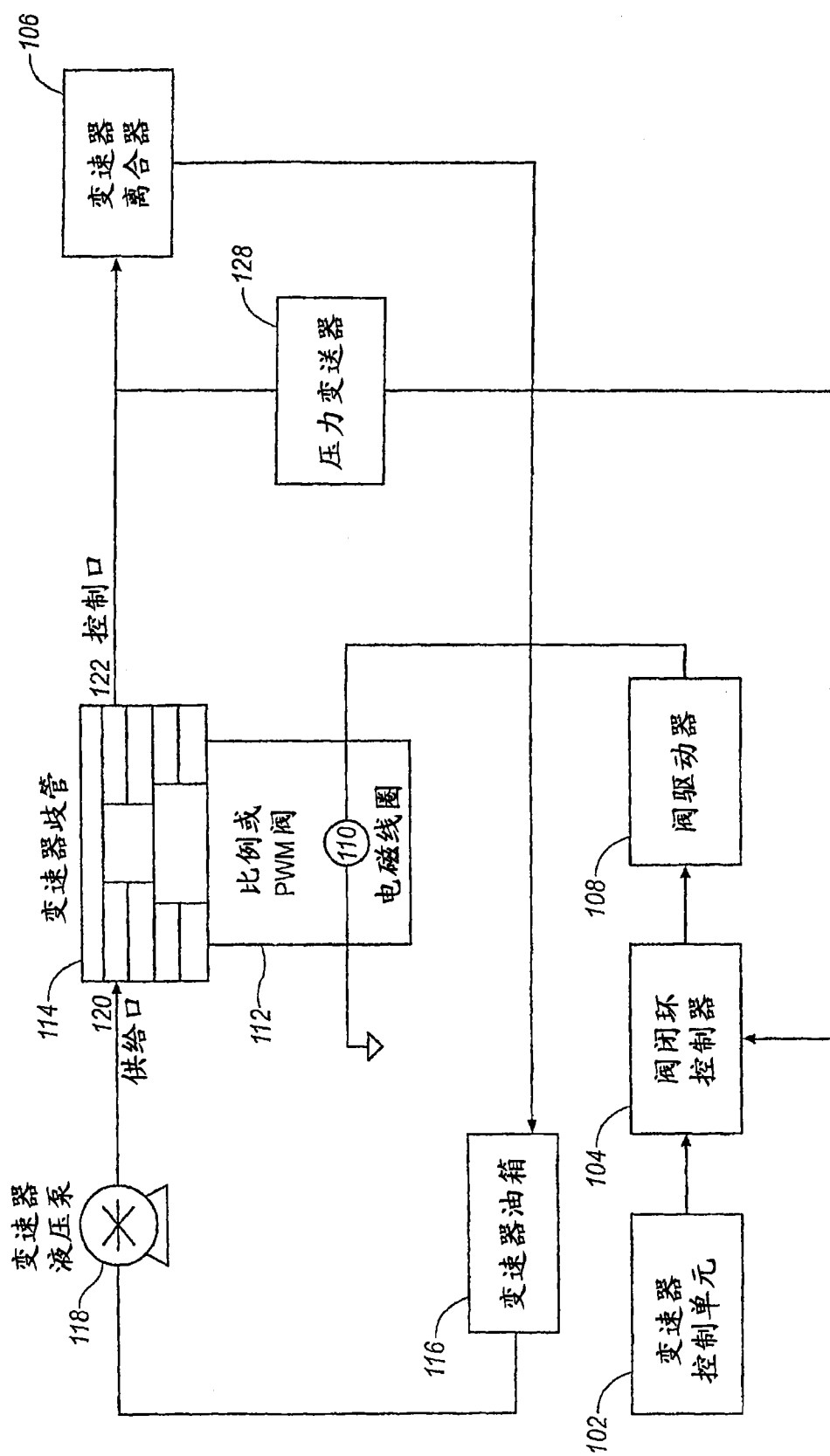


图 1

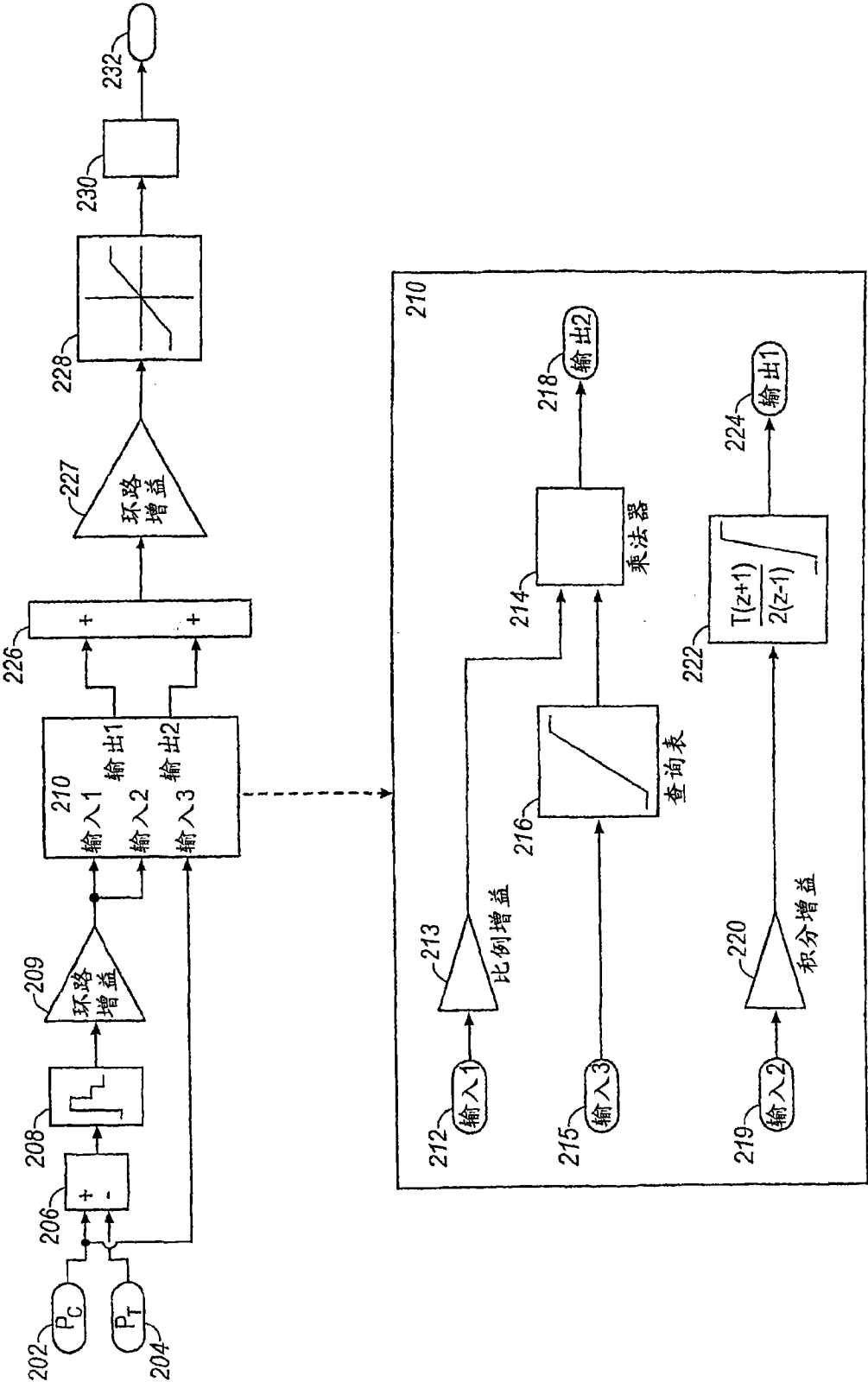


图 2

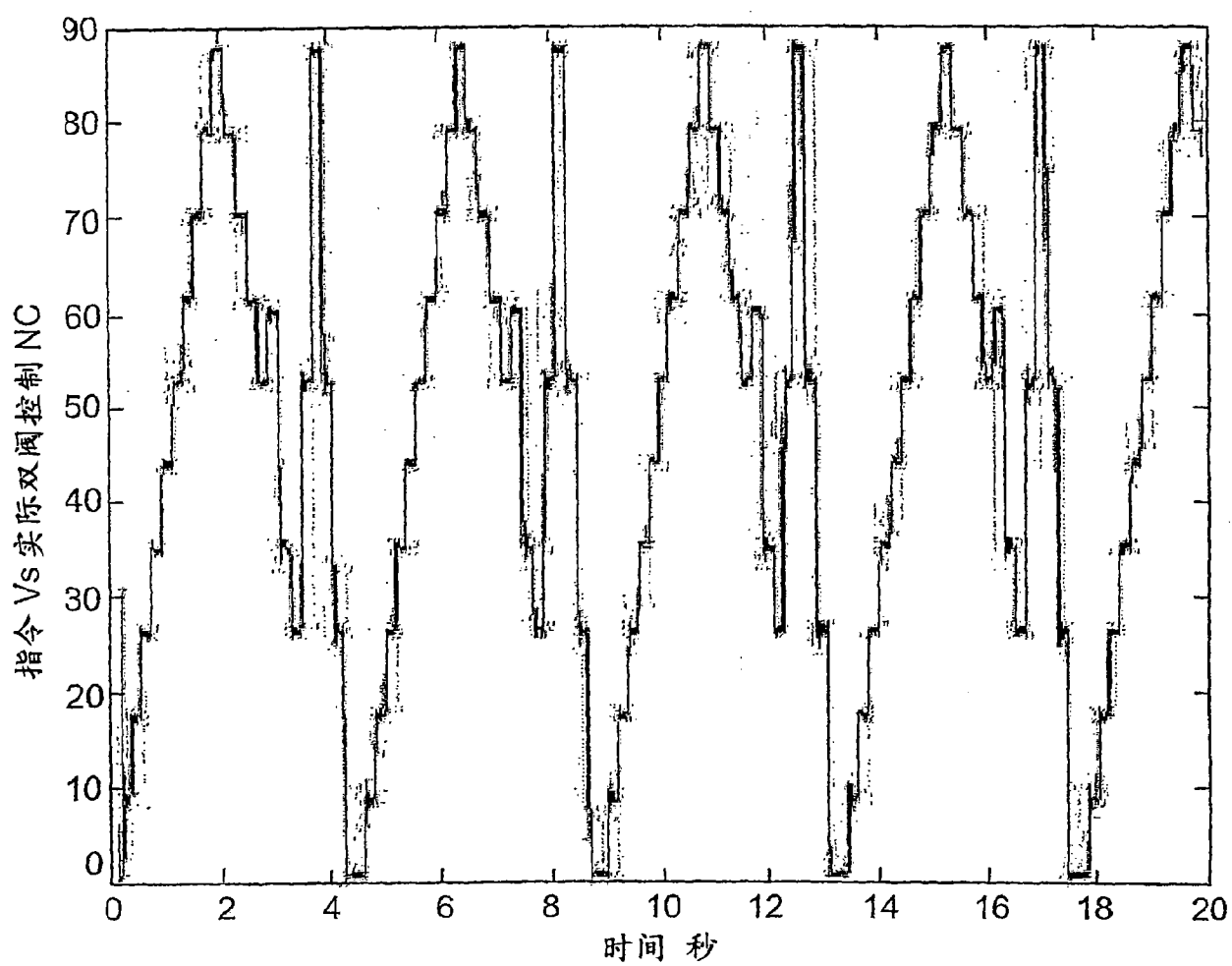


图 3

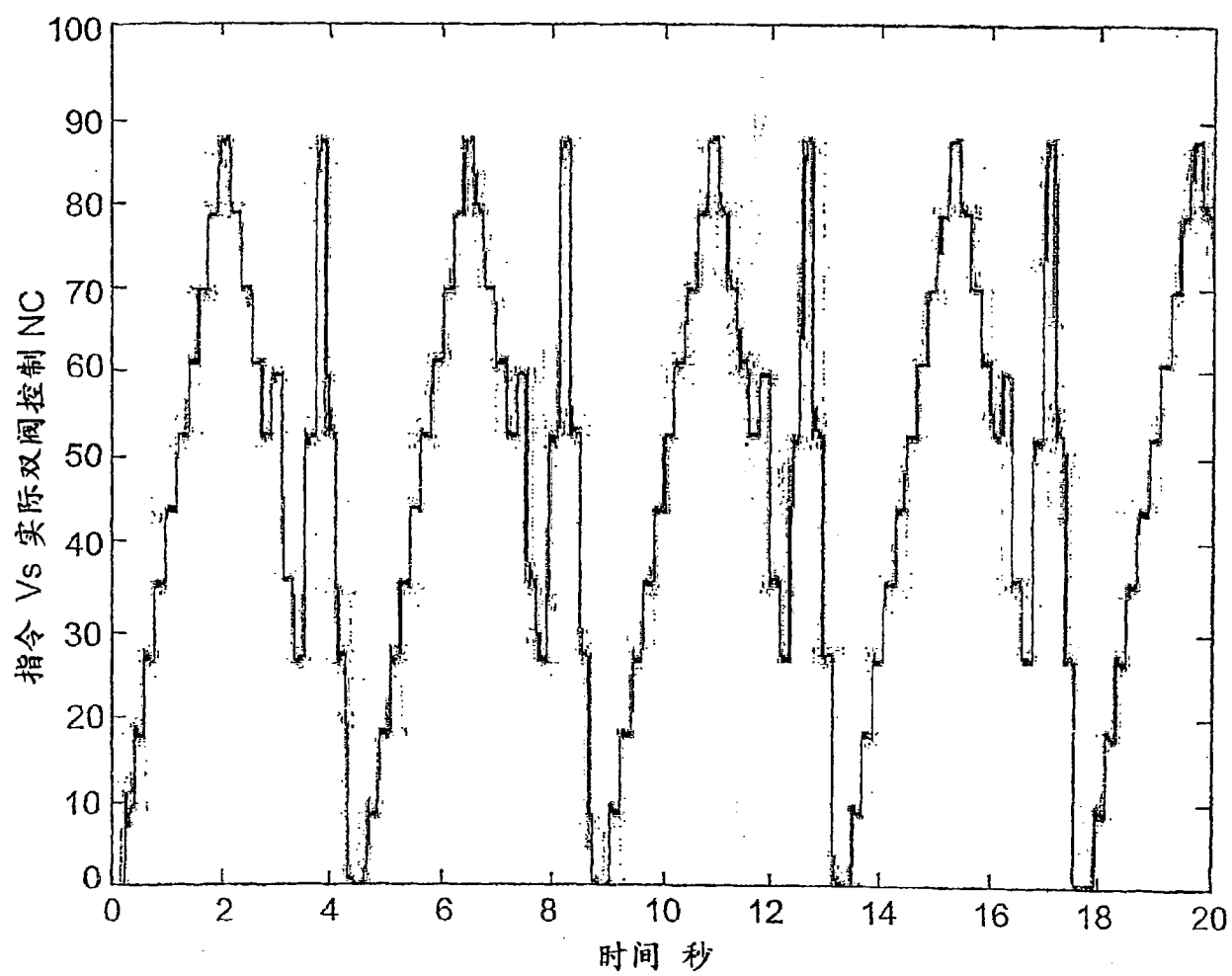


图 4