

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B62D 5/065 (2006.01)

B62D 6/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03140994.6

[45] 授权公告日 2006年9月6日

[11] 授权公告号 CN 1273342C

[22] 申请日 2003.1.25 [21] 申请号 03140994.6

[30] 优先权

[32] 2002. 1. 25 [33] JP [31] 16505/02

[32] 2002. 11. 12 [33] JP [31] 327756/02

[71] 专利权人 卡亚巴工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 清水升 有田恒文 岛直人

高井正史

审查员 张亚宁

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 魏晓刚 李晓舒

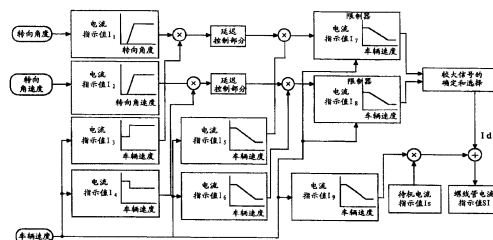
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 8 页

[54] 发明名称

动力转向系统

[57] 摘要

动力转向系统能够在即使当输入的电流指示值急剧降低的时候也不让驾驶员感觉到不舒服。动力转向系统包括用于根据依据从转向角度传感器提供的转向角度的电流指示值(I1)、依据转向角速度的电流指示值(I2)和依据车辆速度的电流指示值来确定螺线管电流指示值(SI)的控制器(C)。控制器(C)包括用于只有当输入的电流指示值急剧降低的时候才减少降低率并且输出所得结果的电流指示值的延迟控制部分。



1. 一种动力转向系统，包括：
用于控制动力缸的转向阀；
5 在转向阀上游设置的可变孔板；
用于控制可变孔板的开度的螺线管；
用于控制用来驱动螺线管的螺线管电流指示值（SI）的控制器；
被连接到控制器的转向角度传感器和车辆速度传感器；和
将从泵提供的流体分配成依据可变孔板开度而提供给转向阀的控制流
10 和循环回油箱或者泵的回流的流量控制阀，
上述控制器根据依据从上述转向角度传感器提供的转向角度的电流指
示值、依据转向角速度的电流指示值和依据车辆速度的电流指示值来确定
螺线管电流指示值，
其特征在于：上述控制器包括用于只有当输入的电流指示值突然降低
15 的时候减小降低率并且输出所得结果的电流指示值的延迟控制部分。
2. 一种动力转向系统，包括：
用于控制动力缸的转向阀；
在转向阀上游设置的可变孔板；
用于控制可变孔板的开度的螺线管；
20 用于控制用来驱动螺线管的螺线管电流指示值（SI）的控制器；
被连接到控制器的转向扭矩传感器和车辆速度传感器；和
将从泵提供的流体分配成依据可变孔板开度而提供给转向阀的控制流
和循环回油箱或者泵的回流的流量控制阀，
上述控制器根据依据通过上述转向扭矩传感器检测的转向转矩的电流指示
25 值和依据通过车辆速度传感器检测的车辆速度的电流指示值来确定螺线管
电流指示值，
其特征在于：上述控制器包括用于只有当输入的电流指示值突然降低的时
候减小降低率并且输出所得结果的电流指示值的延迟控制部分。

动力转向系统

技术领域

本发明涉及包括用于防止能量损耗的流量控制阀的动力转向系统。

背景技术

在已经公开的由当前申请者提交的日本专利申请号 NO.2001 - 260917 (专利文件 1) 中公开了包括用于防止能量损耗的流量控制阀的动力转向系统的实例。

如图 6 中所示, 先有技术实例的动力转向系统的流量控制阀 V 包括一个一端邻接伺服室 2 而另一端邻接伺服室 3 的阀柱 1。

伺服室 2 通过泵孔 4 与泵 P 始终连通。伺服室 2 通过流动通道 6、可变孔板 a 和流动通道 7 与为控制动力缸 8 而提供的转向阀 9 的流入口相连通。

伺服室 3 包括弹簧 5 并且还通过流动通道 10 和流动通道 7 与转向阀 9 的流入口相连通。因此, 伺服室 2 和 3 通过可变控板 a、流动通道 7 和流动通道 10 彼此相互连通。从可变孔板 a 向上游的压力作用在伺服室 2 上, 而从那里向下游的压力作用在伺服室 3 上。通过用于螺线管 SOL 的螺线管电流指示值 SI 来控制可变孔板 a 的开度。

阀柱 1 保持在作用于伺服室 2 上的力、作用于伺服室 3 上的力和弹簧 5 的力相平衡的位置上。这个平衡位置决定了油箱口 11 的开度。

例如, 在像发动机等这样的泵驱动源 12 的驱使下, 驱动泵 P 将压力油供给到泵孔 4 以便于在可变孔板 a 中发生流动。这样的流动在可变孔板 a 的两端之间产生压差, 压差导致了在伺服室 2 和 3 之间压力的不同。作为结果的压差抵消了弹簧 5 的力并且将阀柱 1 从如图 6 中图解说明的正常位置移动到平衡位置。

因此, 从正常位置朝着平衡位置移动阀柱 1 增加了油箱口 11 的开度。依据由此得到的油箱口 11 的开度, 确定在从泵 P 朝着转向阀 9 引入的控制流 QP 和循环到油箱 T 或者泵 P 的回流 QT 之间的分配率。换句话说, 依据油箱口 11 的开度确定控制流 QP。

依据油箱口 11 的开度进行的控制流 QP 的控制导致了依据可变孔板 a

的开度确定控制流 QP。这是因为通过在两个伺服室 2 和 3 之间的不同压力来确定阀柱 1 所移动到的确定油箱口 11 的开度的位置，并且通过可变孔板 a 的开度来确定这个不同压力。

因此，为了依据车辆速度或者车辆的转向条件来控制控制流 QP，可以控制可变孔板 a 的开度或者用于螺线管 SOL 的螺线管电流指示值 SI。这是因为依据螺线管 SOL 的激发电流可以有选择地控制从最小值到最大值变化的可变孔板 a 的开度。

施加了控制流 QP 转向阀 9 依据方向盘（没有显示）的输入转矩（转向转矩）来控制供给到动力缸 8 的油量。例如，如果转向转矩很大，则增加转向阀 9 的移动量来增加供给到动力缸 8 的油量，反之如果很小，则减少转向阀 9 的移动量来减少供给到动力缸 8 的油量。压力油供给量越大，动力缸 8 施加的辅助力越大。供给量越小，动力缸 8 施加的辅助力越小。

可以通过扭力杆（没有显示）等的扭转反作用力来确定转向转矩和转向阀 9 的移动量。

如上所述，转向阀 9 控制提供给动力缸 8 的流体 QM，流量控制阀 V 控制提供给转向阀 9 的控制流体 QP。如果动力缸 8 所需的流体 QM 尽可能的接近由流量控制阀 V 确定的控制流体 QP，则有可能减少泵 P 周围的能量损耗。这是因为在控制流 QP 和动力缸 8 所需的流体 QM 之间的差异导致了泵 P 周围的能量损耗。

为了使得控制流 QP 尽可能的接近动力缸 8 所需的流体 QM 来防止能量损耗，先有技术实例的系统控制可变孔板 a 的开度。如前所述通过应用于螺线管 SOL 的激发电流来确定可变孔板 a 的开度。将在下面详细描述的控制装置 C 控制激发电流。

将控制器 C 连接到转向角度传感器 14 和车辆速度传感器 15。如图 7 中所图解说明的，控制器 C 确定依据由转向角度传感器 14 检测的转向角度的电流指示值 $I1'$ ，还确定依据通过微分被检测的转向角度所计算的转向角速度的电流指示值 $I2'$ 。

根据将转向角度和电流指示值 $I1'$ 之间的关系给定为线性特性的理论值，确定到转向角度和控制流 QP 之间的关系。还根据将转向角速度和控制流 QP 之间的关系给定为线性特性的理论值，确定转向角速度和电流指示值 $I2'$ 之间的关系。电流指示值 $I1'$ 和 $I2'$ 输出为零除非转向角度和转向角速度

都超出设定值。特别地，当方向盘被置于中心或者中心周围，则电流指示值 I1' 和 I2' 输出为零以便于设定中心周围的死区。

此外，控制器 C 输出基于由车辆速度传感器 15 检测的值的相關转向角度电流指示值 I3' 和相關转向角速度电流指示值 I4'。

在低速车辆速度的时候相關转向角度电流指示值 I3' 输出为 1，而例如在最高车辆速度的时候为 0.6。在低速车辆速度的时候相關转向角速度电流指示值 I4' 输出为 1，而例如在最高车辆速度的时候为 0.8。特定地，关于在从低速车辆速度到最大车辆速度范围内的增益，被控制在 1 到 0.6 范围中的相關转向角度电流指示值 I3' 被设定为大于被控制在 1 到 0.8 范围中的相關转向角速度电流指示值 I4'。

然后，用根据转向角度的电流指示值 I1' 乘以相關转向角度电流指示值 I3'。因此，随着车辆速度的增加，由乘积产生的基于转向角度的电流指示值 I5' 变得更小了。另外，相關转向角度电流指示值 I3' 具有被设定为大于相關转向角速度电流指示值 I4' 的增益。因此车辆速度变得越快，电流指示值 I5' 的减小率变得越高。也就是说，在低速车辆速度中保持很高的响应而在高速车辆速度中降低响应。因此，响应根据车辆速度是可变的。这是因为在高速行进期间通常不需要很高的响应而在低速车辆速度的大多数情况下都是需要的。

控制器 C 将当作极限值的相關转向角速度电流指示值 I4' 应用于根据转向角速度的电流指示值 I2' 以便于输出基于转向角速度的电流指示值 I6'。电流指示值 I6' 也依据车辆速度而减少。但是，相關转向角速度电流指示值 I4' 的增益小于相關转向角度电流指示值 I3' 的增益以便于电流指示值 I6' 的减少率小于电流指示值 I5' 的减小率。

依据车辆速度设定如上所述的极限值以便于主要防止在高速行进期间施加过度的辅助力。

控制器 C 在基于转向角度的电流指示值 I5' 和基于转向角速度的电流指示值 I6' 之间进行比较，并且采用两者中较大的值。

例如，在高速行进期间方向盘很少突然地被转动，因此基于转向角度的电流指示值 I5' 典型的大于基于转向角速度的电流指示值 I6'。因此，在大多数情况下，在高速行进期间选择基于转向角度的电流指示值 I5'。设定较大的电流指示值 I5' 的增益以便于提高在那时方向盘操作中的安全性和稳定

性。换句话说，随着行进速度增加，增加降低控制流 QP 的比例用于增强行进中的安全性和稳定性。

另一方面，在以低速行进期间方向盘经常被突然转动以至于在许多情况中基于转向角速度的电流指示值 I6' 大于基于转向角度的电流指示值 I5'。因此，在低速行进期间大多数情况下都选择基于转向角速度的电流指示值 I6'。当转向角速度变大的时候，响应被认为是最重要的。

因此，在低速行进中，将转向角速度用作参考，设定较小的基于转向角速度的电流指示值 I6' 以便于提高方向盘的可操作性或者响应。换句话说，如果行进速度在某种程度上增加，则足够开度所确保的控制流 QP 使得有可能当突然转动方向盘的时候确保响应。

控制器 C 将待机流电流指示值 I7' 加上如上所述选择的电流指示值 I5' 或者 I6'，并且将这样相加所得的结果值输出到驱动装置 16' 作为螺线管电流指示值 SI。

因为待机电流指示值 I7' 的相加，即使当基于转向角度、转向角速度和车辆速度的全部电流指示值都是零的时候，螺线管电流指示值 SI 保持在预定的大小。为了这个原因，将预定的油流一直提供给转向阀 9。就防止能量损失而言，当动力缸 8 和转向阀 9 所需求的流 QM 是零的时候在流量控制阀 V 中的控制流 QP 理想的变为零。特定地，将控制流 QP 降低到零意味着从泵 P 流出的总油量从油箱口 11 返回泵 P 或者油箱 T。从油箱口 11 到泵 P 或者油箱 T 的油流通道在主体 B 中非常短，以至于几乎不产生压力损失。由于极低程度的压力损失，泵 P 的驱动转矩被减小到最小值，使得能量节约。在这篇文章中，关于防止能量损失，控制流 QP 具有当所需的流体 QM 是零的时候也被降低到零的优点。

尽管如此，即使当所需的流 QM 是零的时候也要维持待机流 QS。这是因为：

防止系统中的滞塞。通过系统的待机流 QS 的循环能够起到冷却效应。

(2) 确保响应。和不保持待机流 QS 的情况相比较，上述保持待机流 QS 使得减少了用于获得目标控制流 QP 所需的时间。所得到的时间差影响了响应。结果，待机流 QS 的保持导致了响应的改善。

(3) 消除例如像反冲等这样的干扰和回位转矩。回位转矩或者干扰的反作用力作用在车轮上，然后作用在动力缸 8 的连杆上。如果不保持待机

流，对回位转矩或者干扰的反作用力使得车轮不稳定。但是，保持待机流使得即使当上述反作用力作用在车轮上的时候也能防止车轮变得不稳定。特别地，动力缸 8 的连杆与用于转换转向阀 9 的齿轮等相啮合。在反作用力的作用的基础上，也能转换转向阀来在消除反作用力的方向上提供待机流。因此，保持待机流使得有可能消除回位转矩和由反冲导致的干扰。

接着，将给出先有技术实例的动力转向系统的操作的描述。

当车辆行进的时候，控制器 C 输出通过基于转向角度的螺线管电流指示值 $I1'$ 与相关转向角度电流指示值 $I3'$ 乘积所产生的基于转向角度的电流指示值 $I5'$ ，也输出基于转向角速度的电流指示值 $I6'$ 。通过将作为极限值的基于转向角速度的电流指示值 $I4'$ 应用于根据转向角速度的螺线管电流指示值 $I2'$ 来获得电流指示值 $I6'$ 。

接着，比较基于转向角度的电流指示值 $I5'$ 和基于转向角速度的电流指示值 $I6'$ 来选出较大的值加到待机电流指示值 $I7'$ 上的以便于确定这里的螺线管电流指示值 SI 。主要参考当车辆高速行进基于转向角度的电流指示值 $I5'$ 和当车辆低速行进基于转向角速度的电流指示值 $I6'$ 来确定螺线管电流指示值 SI 。

阀柱 1 具有在其前端形成的缝隙 13。即使当阀柱 1 在如图 6 中所图解说明的正常位置中的时候，缝隙 13 使得伺服室 2 和可变孔板 a 之间相互连通。特别地，即使当阀柱 1 在正常位置中的时候，从泵孔 4 提供到伺服室 2 的压力油还通过缝隙 13、流动通道 6，可变孔板 a 和流动通道 7 提供到转向阀 9。由于这样提供压力油，系统成功地实现了防止滞塞和例如反冲等这样的干扰和确保响应。

图 6 图解说明了用于驱动螺线管 SOL 而设定的并且连接到控制器 C 和螺线管 SOL、节流阀 17 和 18 和安全阀 19 的一个驱动器 16。

(专利文件 1)

公开的日本专利申请的出版物 No.2001-260917

(第 3-7 页，图 1 和图 2)

在如上所述的先有技术的动力转向系统中，例如，如图 8 中所图解说明的，当驾驶员将方向盘旋转 60 度，然后返回到中心位置，然后再旋转 60 度的时候，基于转向角度和基于转向角速度的电流指示值 $I1'$ 和 $I2'$ 临时降低到零然后再增加。也就是说，电流指示值 $I1'$ 和 $I2'$ 在方向盘的中心位置周围

形成V形线条，导致了值的剧烈变化。

当将这样剧烈变化的电流指示值 I1' 或者 I2' 输出作为螺线管电流指示值 SI 而不改变的时候，提供给转向阀 9 的控制流体也剧烈地变动。提供给转向阀 9 的控制流体的剧烈变化导致了使驾驶员在操作中感觉不舒服的问题。

此外，当在较高的转向角度处停止方向盘的时候，控制流不会剧烈波动因为依据转向角度来输出电流指示值。然而，当在较低的转向角度处停止方向盘的时候，控制流体剧烈地变化，导致使得驾驶员在操作中感觉不舒服的问题。

发明内容

本发明的目的是提供一个动力转向系统，即使输入电流指示值突然改变，也不会使驾驶员感觉不舒服。

依据本发明的动力转向系统具有第一个特征，包括：用于控制动力缸的转向阀；在转向阀上游提供的可变孔板；用于控制可变孔板的开度的螺线管；用于控制用于驱动螺线管的螺线管电流指示值 SI 的控制器；连接到控制器的转向角度传感器和车辆速度传感器；用于将从泵提供的流体分成依据可变孔板的开度而提供给转向阀的控制流体和循环回油箱或者泵的回流的流量控制阀，而且在第一个特征中，控制器根据依据从转向角度传感器提供的转向角度的电流指示值、依据转向角速度的电流指示值和依据车辆速度的电流指示值来确定螺线管电流指示值，并且包括用于只有当输入电流指示值突然降低的时候才减少降低率并且输出所得结果的电流指示值的延迟控制部分。

依据本发明的动力转向系统具有第二个特征，包括：用于控制动力缸的转向阀；在转向阀上游提供的可变孔板；用于控制可变孔板的开度的螺线管；用于控制用于驱动螺线管的螺线管电流指示值 SI 的控制器；连接到控制器的转向转矩传感器和车辆速度传感器；用于将从泵提供的流体分成依据可变孔板的开度而提供给转向阀的控制流体和循环回油箱或者泵的回流的流量控制阀，而且在第二个特征中，控制器根据依据由转向转矩传感器检测的转向转矩的电流指示值和依据通过车辆速度传感器检测的车辆速度的电流指示值来确定螺线管电流指示值，并且包括用于只有当输入电流

指示值突然降低的时候才减少降低率并且输出所得结果的电流指示值的延迟控制部分。

依据第一和第二个特征，执行延迟控制用于即使当输入电流指示值剧烈降低的时候也能防止电流指示值的突然改变，使得防止在操作中驾驶员的不舒适。

附图说明

图 1 是图解说明在第一个实施例中控制器 C 的控制系统的图。

图 2 是显示用于基于转向角度的电流指示值的延迟控制部分的过程的流程图。

图 3 是显示在受到延迟控制的电流指示值的改变的图。

图 4 是图解说明在第二个实施例中控制器 C 的控制系统的图。

图 5 是图解说明在第三个实施例中控制器 C 的控制系统的图。

图 6 是在先有技术中的动力转向的总图。

图 7 是图解说明在先有技术中控制器 C 的控制系统的图。

图 8 是显示当操作的时候电流指示值改变的图。

具体实施方式

图 1 图解说明依据本发明的第一个实施例的控制器 C 的控制系统。在第一个实施例的情况中，除了控制器 C 之外，动力转向系统具有与在图 6 中已经先期描述的先有技术实例相同的构造，包括如图 6 中所示的流量控制阀 V、动力缸 8、转向阀 9 等，现在将只给出控制器 C 的控制系统的描述。如图 1 中所图解说明的，控制器 C 确定基于由转向角度传感器 14 检测的转向角度的电流指示值 I1 和基于由通过转向角度的微分而获得的转向角速度的电流指示值 I2。注意到可以附加安装转向角速度传感器，以便于控制器 C 能够确定基于由转向角速度传感器检测的转向角速度的电流指示值 I2。

根据将转向角度和控制流 QP 之间的关系给定为线性特性的理论值来确定转向角度和电流指示值 I1 之间的关系。也可以根据将转向角速度和控制流 QP 之间的关系给定为线性特性的理论值来确定转向角速度和电流指示值 I2 之间的关系。

控制器 C 基于车辆速度传感器 15 的检测值输出相关转向角度电流指示

值 I3 和相关转向角速度电流指示值 I4。当车辆速度是零或者是非常低的速度时电流指示值 I3 变得更小，当车辆速度比固定速度更快的时候值 I3 输出为 1。当车辆速度是零或者非常低的速度时电流指示值 I4 输出大于 1，当车辆速度超过固定速度的时候将其输出为 1。控制器 C 将基于转向角度的电流指示值 I1 与电流指示值 I3 相乘，还将基于转向角速度的电流指示值 I2 与电流指示值 I4 相乘。

执行电流指示值 I1 与基于车辆速度的电流指示值 I3 的乘积以便于防止当车辆停止的时候或者当以非常低的速度驱动车辆的时候转动方向盘的能量损失。例如，当把车辆开进车库的时候，经常是运转发动机并转动方向盘来停车。即使在这种情况下，输出依据转向角度而确定的电流指示值 I1 作为螺线管电流指示值 SI，以至于将多余的流体提供到转向阀 9。为了防止这种情况中的能量损失，当车辆速度是零或者非常低的速度时，乘上电流指示值 I3 以便于降低基于转向角度的电流指示值 I1。

然而，如果如上所述电流指示值 I3 被降低，则当驾驶员开始转动保持在已经转动位置中的方向盘的时候，方向盘的响应变得更差。为了这个原因，当车辆速度是零或者非常低的时候，控制器 C 将基于转向角速度的电流指示值 I2 与作为较大值输出的电流指示值 I4 相乘用于确保足够的响应。

在电流指示值 I1 和 I2 分别乘上基于车辆速度的电流指示值 I3 和 I4 以后，延迟控制部分在通过乘积获得的值 $(I1 \times I3)$ 和 $(I2 \times I4)$ 上执行延迟控制。

在这里通过采用转向角度的事例作为例子来描述延迟控制。如图 2 中所示，假设输入电流指示值是 x 而被输出的电流指示值是 y ，延迟控制部分在步骤 1 中确定新的输入值 x 是否大于最后输出的值 y 。如果大于，则过程进行到步骤 6 来用输入值 x 代替新的输出值 y 并且输出所得结果的输出值 y 。如果输入值 x 小于最后的输出值 y ，则过程进行到步骤 2 来确定输入值 x 是否等于最后的输出值 y 。如果相等，则将输入值 x 直接输出作为输出值 y 。如果不等于最后的输出值 y ，则过程进行到步骤 3。

控制部分从最后的输出值 y 中减去固定值 α 并且在步骤 3 中将所得结果值 $y - \alpha$ 确定为新的输出值 y 。在步骤 4 中，延迟控制部分确定新的输出值 y 是否小于输入值 x 。如果大于输入值 x ，则延迟控制部分输出新的输出值 y 。如果小于输入值 x ，则延迟控制部分输出输入值 x 作为新的输出值 y 。

简而言之，当减小输入值 x 以至于小于最后的输出值 y 的时候，如果减小量小于设定值 α ，则延迟控制部分输出输入值 x 而不加改变。但是，如果减小量超过设定值 α ，则延迟控制部分输出通过从最后的输出值 y 中减去设定值 α 而产生的值。

对于延迟控制，如图 3 中所图解说明的，即使当方向盘旋转 60 度，然后返回中心位置，然后再旋转 60 度，被输出的电流指示值的降低率能够很小。

即使当输入的电流指示值剧烈降低的时候，减小降低率能够防止被输出的电流指示值中突然的波动，使得防止引起驾驶员的不舒服。

用与基于转向角度的电流指示值相同的方式在基于转向角速度的电流指示值上执行延迟控制。

在完成延迟控制以后，控制器 C 将所得结果的电流指示值与根据车辆速度而设定的相应的电流指示值 $I5$ 、 $I6$ 相乘。每个电流指示值 $I5$ 、 $I6$ 在低速车辆速度的时候被输出为 1，在最大车辆速度的时候输出为小于 1 的小数值。因此，控制器 C 在低速车辆速度的时候输出输入值而不用改变，而随着车辆速度的增加输出被降低的值。换句话说，在低速车辆速度的时候保持较高的响应而在高速车辆速度的时候降低响应。用于依据车辆速度改变响应的原因是因为在高速行进中通常不太需要较高的响应，然而在低速车辆速度的大多数情况下都需要较高的响应。

控制器 C 将作为极限值的根据车辆速度而设定的电流指示值 $I7$ 、 $I8$ 应用于在乘积以后相应的电流指示值上。特别的，如果乘积所得的结果值此时超过根据车辆速度的相应的电流指示值 $I7$ 、 $I8$ ，则除去超出的数量用于输出低于它们各自极限值的电流指示值。设定基于车辆速度的极限值以便于防止在高速行进期间施加过度的助力。

尽管也可以依据车辆速度来减少电流指示值 $I7$ 和 $I8$ ，但是设定它们的增益以便于小于电流指示值 $I5$ 、 $I6$ 的增益。

接着，控制器在已经被降低到极限值以下的基于转向角度的电流指示值和基于转向角速度的电流指示值之间进行比较，选择较大的电流指示值用作基本电流指示值 I_d 。

在获得基本电流指示值 I_d 以后，控制器 C 将待机电流指示值 I_S 与基本电流指示值 I_d 相加。在这种情况下，不直接加上待机电流指示值 I_S ，而是

在相加以前将其乘上根据车辆速度而设定的电流指示值 I_9 。

基于车辆速度的电流指示值 I_9 在较低的车辆速度范围中输出为 1，随着车辆速度的增加，在中等车辆速度范围中被逐渐降低，并且在较高的车辆速度范围中被保持在最低水平。因此，在较低车辆速度中输出由基于车辆速度的电流指示值 I_9 与待机电流指示值 I_S 的乘积产生的值而不用改变，然后在从中速朝着高速的车辆速度中被逐渐降低，然后在较高车辆速度中被输出为最低水平。

在高速车辆速度中降低待机电流指示值允许防止在高速车辆速度中待机电流的不必要的使用。

即使在高速车辆速度中，也不能将控制器 C 设计成输出零作为由电流指示值 I_9 与电流指示值 I_S 的乘积所产生的值。

在完成如前述待机电流指示值 ($I_S \times I_9$) 与基本电流指示值相加以后，控制器 C 将所得的结果值输出到驱动装置 16 (见图 6) 作为螺线管电流指示值 S_I 。驱动装置 16 将相应于螺线管电流指示值 S_I 的激发电流输出到螺线管 SOL。

第一个实施例具有这样的结构，即包括了被单独提供用于在作为增益的电流指示值 I_5 、 I_6 相乘以后立即将作为极限值的电流指示值 I_7 、 I_8 应用到相应的结果值上的限制器。然而，代替单独的限制器，可以提供全面的限制器用于将作为极限值的基于车辆速度的电流指示值应用到由待机电流指示值相加所产生的值上。

此外，在第一个实施例中，在执行延迟控制以后分别乘上基于车辆速度的电流指示值 I_5 、 I_6 作为增益。然而，代替各自的增益乘积，可以用基于车辆速度的电流指示值乘上在值比较中被选择的值作为全面增益。

更进一步，可以提供一个全面的限制器用来将作为极限值的基于车辆速度的电流指示值应用于由待机电流指示值相加所产生的值上，还可以用基于车辆速度的电流指示值乘上由值比较所选出的值来作为全面的增益。

图 4 图解说明第二个实施例，在其中代替在第一个实施例中的确定基于转向角度和基于转向角速度的电流指示值之间的大小，将这些电流指示值彼此相加。其他结构与第一个实施例中的结构相同。

如上所述基于转向角度的电流指示值和基于转向角速度的电流指示值的相加，提供了包括基于转向角度特性和基于转向角速度特性的螺线管电

流指示值 SI。

如在第一个实施例的情况中，在第二个实施例中也执行延迟控制，用于即使当输入的电流指示值剧烈降低的时候也能防止被输出的电流指示值中突然的波动。因此有可能避免使得驾驶员在操作中感到不舒适。

与第一个实施例类似，在第二个实施例中，还可以单独提供限制器用于将作为极限值的电流指示值 I7、I8 应用到在作为增益的电流指示值 I5、I6 的乘积之后生成的结果值上。然而，代替单个的限制器，可以提供一个全面限制器用于将作为极限值的基于车辆速度的电流指示值应用到待机电流指示值相加的结果值上。

此外，代替增益的个别相乘，在乘积操作中可以用基于车辆速度的电流指示值来作为全面增益。

更进一步，可以提供一个全面的限制器用于将作为极限值的基于车辆速度的电流指示值应用在由待机电流指示值相加而产生的值上，而且在上述的乘积操作中还可以用基于车辆速度的电流指示值来作为全面增益。

图5图解说明使用转向转矩来计算基本电流指示值 Id 的第三个实施例。在第三个实施例中，控制器 C 与用于检测转向转矩的转向转矩传感器相连接，并且根据依据被检测的转向转矩的电流指示值 It 和基于车辆速度的电流指示值 Iv 来计算基本电流指示值 Id。特别的，控制器 C 在基于转向转矩的电流指示值 It 上执行延迟控制，然后将受到延迟控制的电流指示值与基于车辆速度的电流指示值 Iv 相乘来获得基本电流指示值 Id，然后将待机电流指示值 Is 与基本电流指示值 Id 相加。在第三个实施例中，还用待机电流指示值 Is 乘上基于车辆速度的电流指示值 I9。

如上所述，第三个实施例在基于转向转矩的电流指示值 It 上执行延迟控制。即使当输入的电流指示值急剧降低的时候，有可能适当地降低输出值，使得避免引起驾驶员的不舒适。

在第一到第三个实施例中，控制器 C 控制在流量控制阀 V 中可变孔板 a 的开度来消除在控制流 QP 中多余流体的生成。如图 6 中所图解说明的，通过调整油箱口 11 的开度来控制控制流 QP，也就是说，将从泵 P 流出的多余的油流通过油箱口 11 循环回油箱 T 来调整控制流 QP。用于将从泵 P 流出的油引入油箱口 11 的流动通道位于主体 B 内部所以其长度足够小以至于在用于循环的流动通道中不产生压力损失。不产生压力损失意味着可以

忽略油温的增加。

第一到第三个实施例具有一个结构，在其中流量控制阀 V 将除了控制流 QP 以外的油流通过油箱口 11 循环回油箱 T，产生了使油温增加最小的优点。

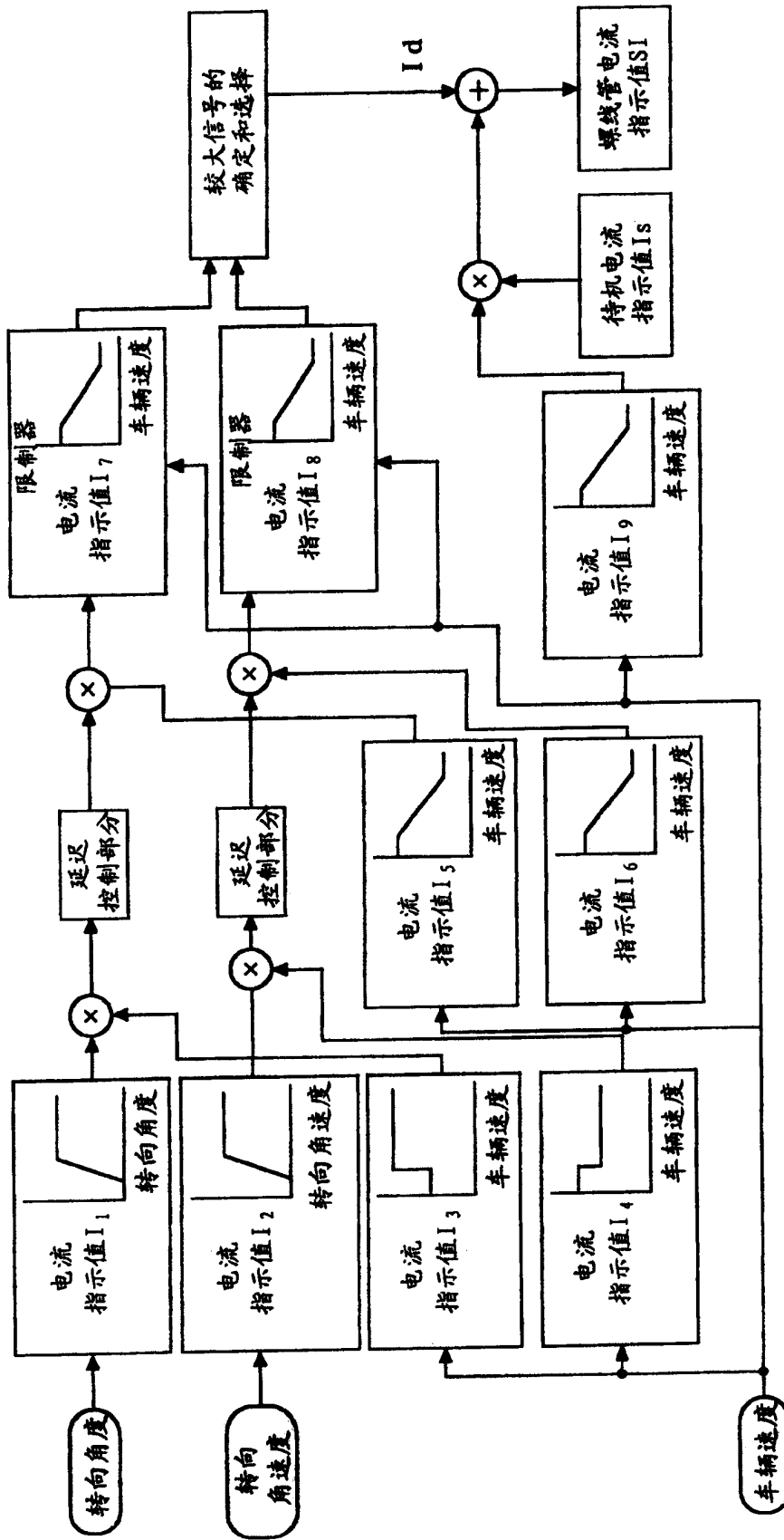


图 1

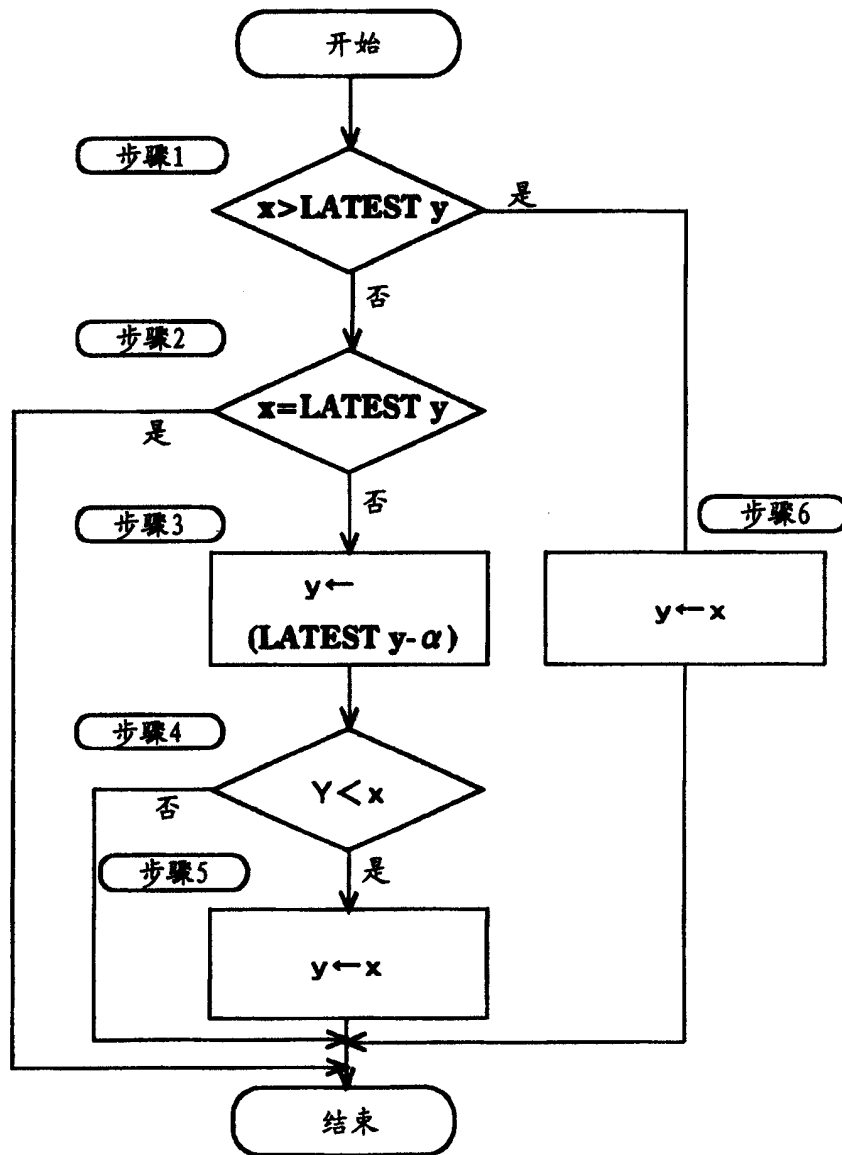


图 2

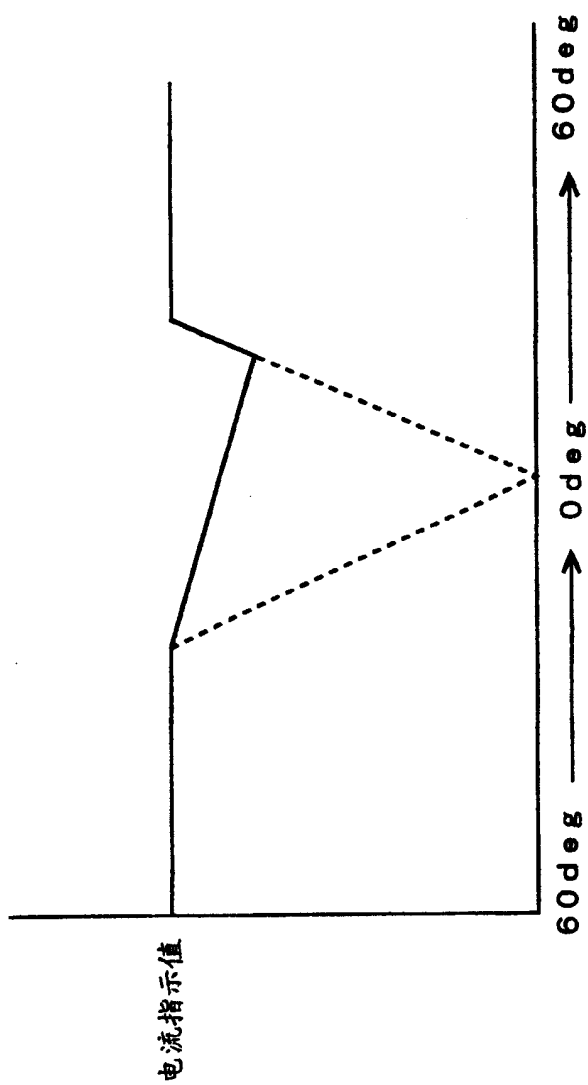


图 3

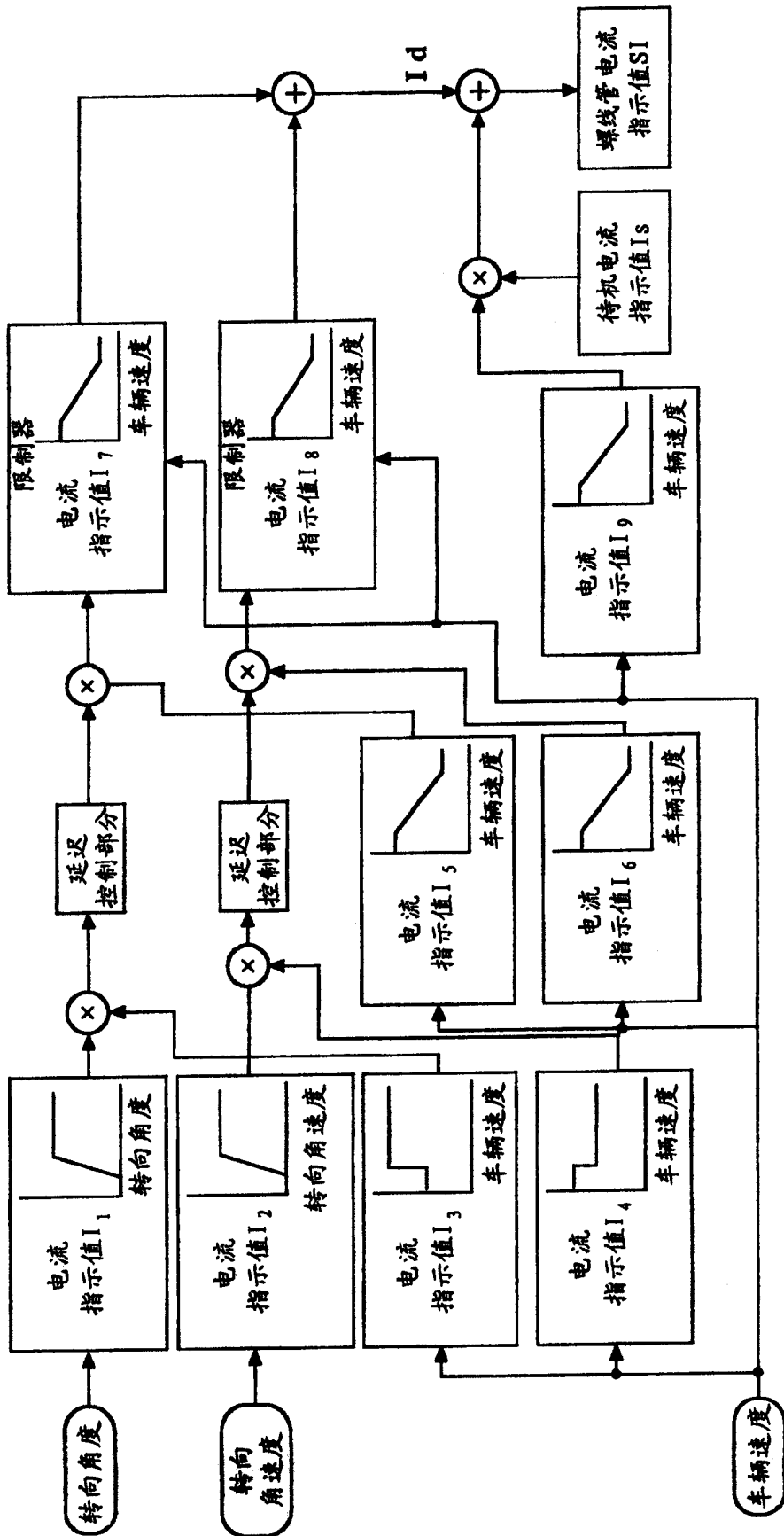


图 4

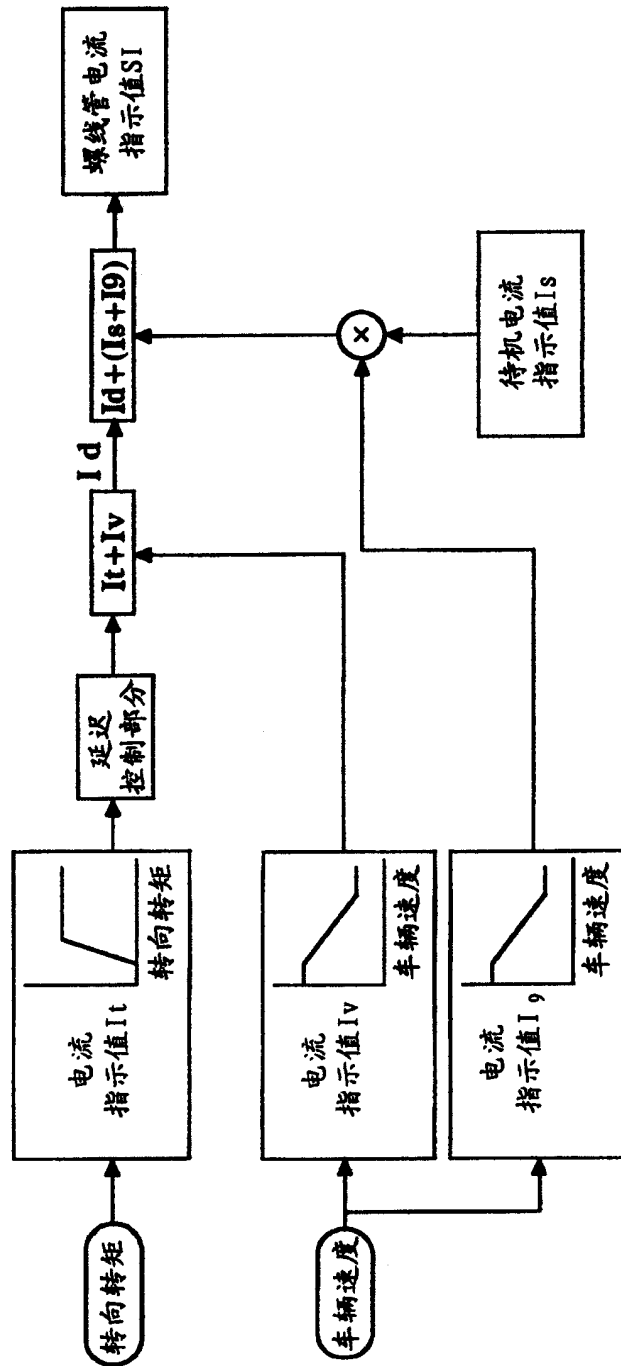


图 5

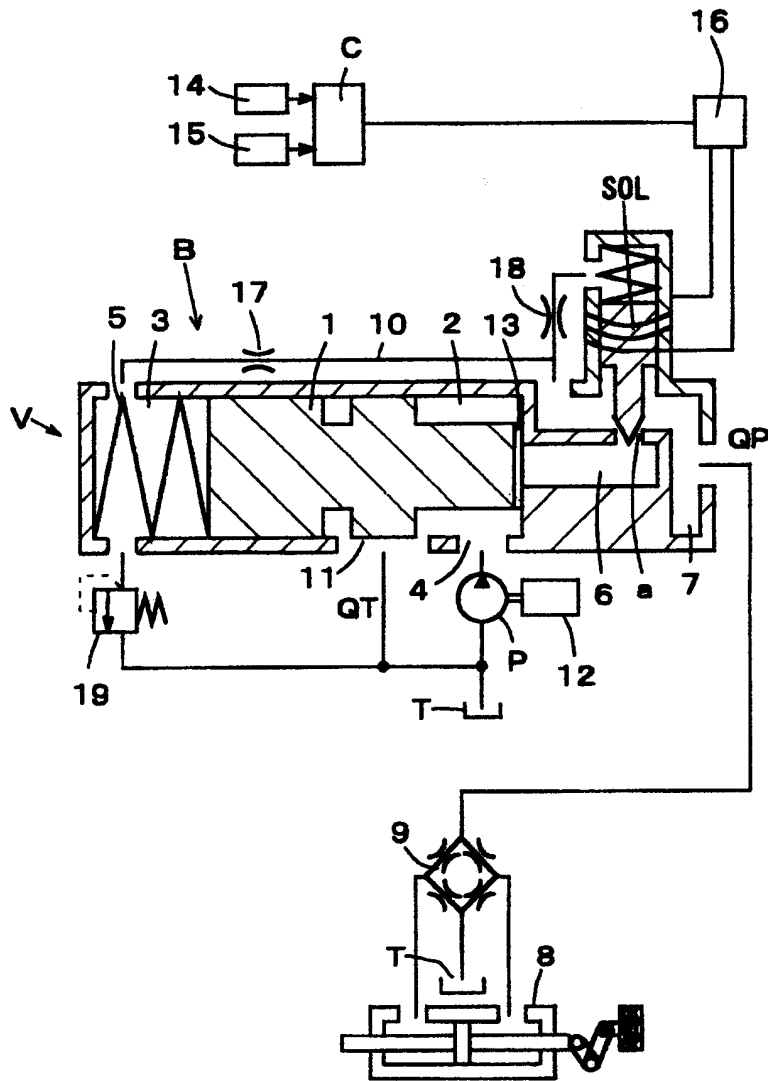


图 6

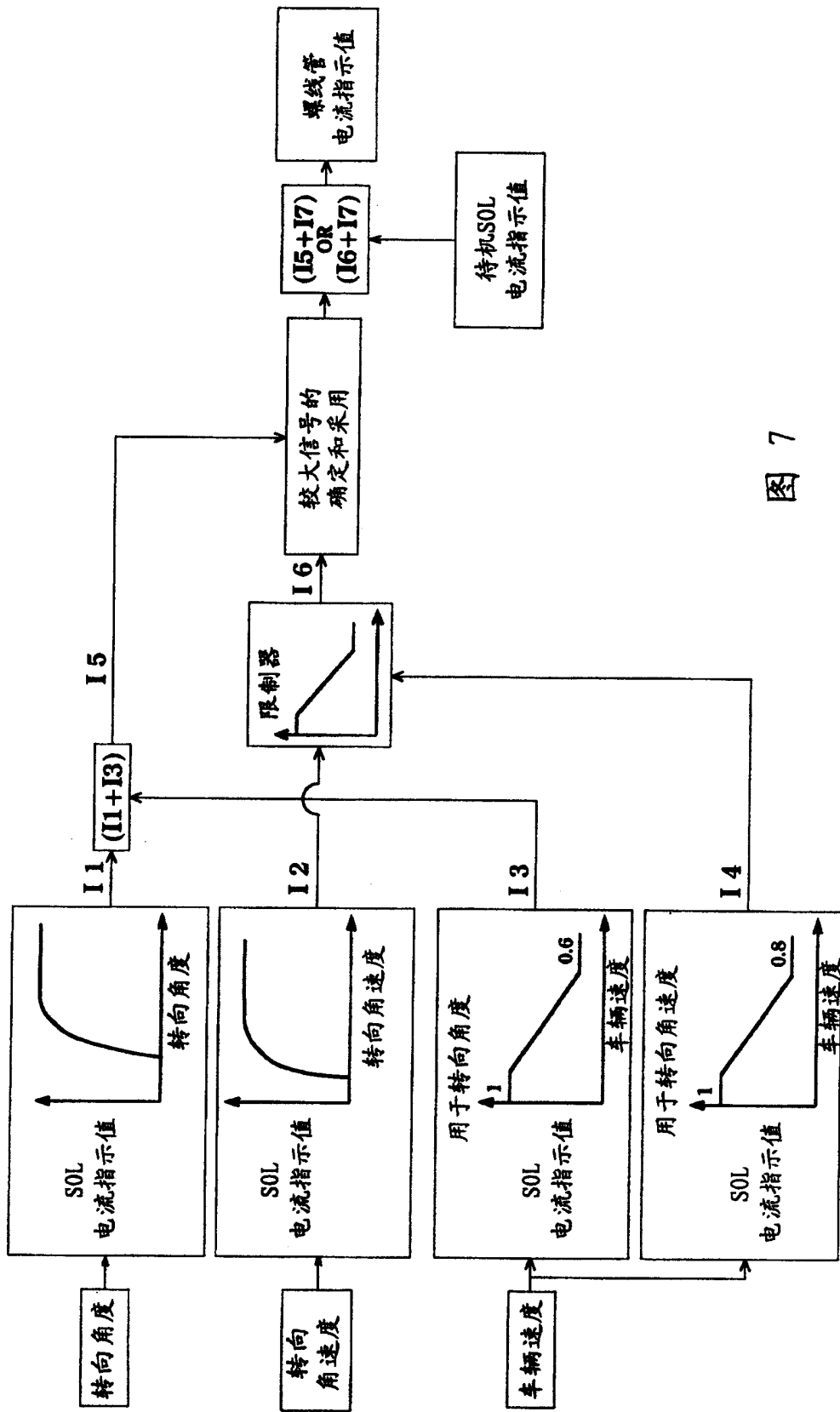


图 7

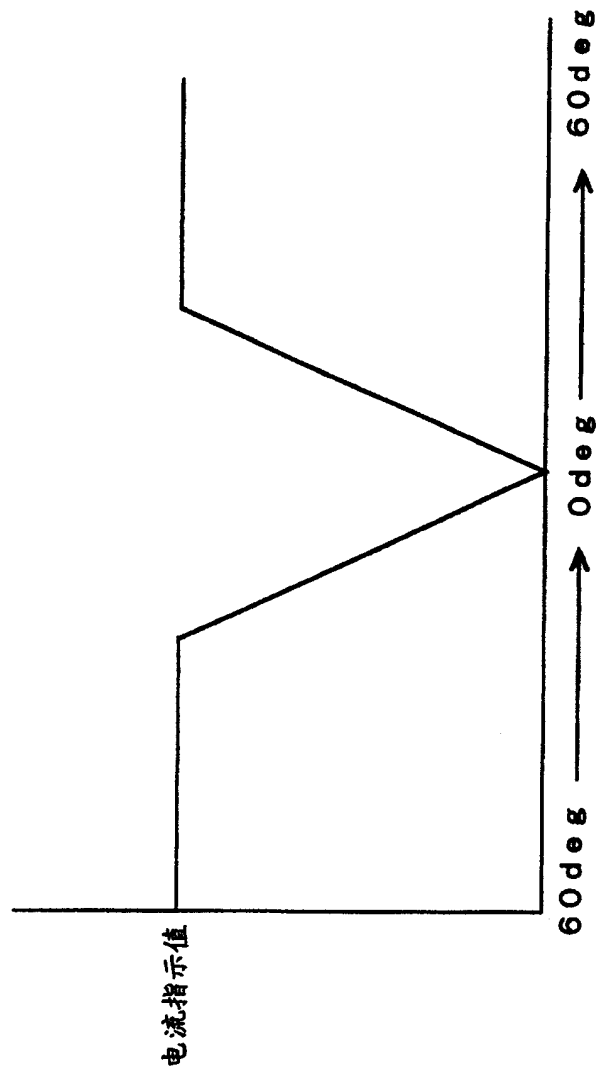


图 8