

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810131697.0

[51] Int. Cl.

H01F 7/08 (2006.01)  
H01F 7/18 (2006.01)  
H01H 47/22 (2006.01)  
H01H 47/32 (2006.01)

[43] 公开日 2009年1月28日

[11] 公开号 CN 101354944A

[22] 申请日 2008.7.23

[21] 申请号 200810131697.0

[30] 优先权

[32] 2007.7.23 [33] FR [31] 07/05343

[71] 申请人 施耐德电器工业公司

地址 法国吕埃-马迈松

[72] 发明人 斯蒂法妮·福利克 米歇尔·劳雷尔

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
代理人 钱大勇

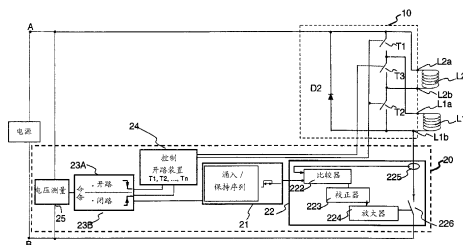
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

## [54] 发明名称

具有至少两个绕组的电磁致动器

## [57] 摘要

一种电磁致动器，包括：轭流圈(2)、芯(3)、至少两个绕组(L1, L2)和用于将该绕组(L1, L2)从串联位置切换为并联位置以及从并联位置切换为串联位置的开关装置(10)。该电磁致动器包括控制装置(20)，该控制装置包括：调节装置(22)，调节流进所述绕组(L1, L2)的电流。该控制装置(20)包括涌入装置(23B, 24, 21, 22)，其控制在闭路操作期间提供给所述绕组(L1, L2)的电压，并且控制所述开关装置(10)将所述绕组(L1, L2)放置为并联模式。该控制装置(20)还包括保持装置(23B, 24, 21, 22)，其控制在处于闭路位置的致动器的保持操作期间提供给所述绕组(L1, L2)的电流，并且控制该开关装置(10)将所述绕组(L1, L2)放置为串联模式。



1、一种电磁致动器，包括：

电磁电路，由沿着纵轴（Y）延伸的铁磁轭流圈（2）和在沿着该轭流圈的纵轴（Y）滑动的轴上安装的活动铁磁芯（3）形成，

至少两个绕组（L1，L2），

用于将该绕组（L1，L2）从串联位置切换为并联位置以及从并联位置切换为串联位置的开关装置（10），

其特征在于，该电磁致动器包括控制装置（20），该控制装置（20）包括：

调节装置（22），调节流进所述至少两个绕组（L1，L2）的电流，

涌入装置（23B，24，21，22），被布置为使得：

控制在所述致动器的闭路操作期间提供给所述至少两个绕组（L1，L2）的电压，并且

控制所述开关装置（10）将所述至少两个绕组（L1，L2）放置为并联模式，以产生第一涌入磁通量（ $\Phi_{inrush}$ ）来使得该致动器闭路，

保持装置（23B，24，21，22），被布置为使得：

控制在处于闭路位置的致动器的保持操作期间提供给所述至少两个绕组（L1，L2）的电流，并且

控制该开关装置（10）将所述至少两个绕组（L1，L2）放置为串联模式，以产生第二保持磁通量（ $\Phi_{holding}$ ）。

2、根据权利要求1所述的电磁致动器，其特征在于，该调节装置（22）包括比较器（222），将流进所述至少两个绕组（L1，L2）的电流的值与设定点进行比较，所述比较器（222）被连接到与控制一开关（226）的放大器（224）相关联的校正器（223）。

3、根据权利要求2所述的电磁致动器，其特征在于，该调节装置（22）包括控制器件（TC），用于以脉宽调制 PWM 来调制所述至少两个绕组（L1，L2）的电压供应。

4、根据权利要求1至3中的任何一个所述的电磁致动器，其特征在于，该电磁致动器包括第一和第二绕组（L1，L2）。

5、根据权利要求4所述的电磁致动器，其特征在于，该开关装置（10）包括：

第一开路装置（T1），串联连接在该第一绕组（L1）的第一端（L1a）和第一电压供应端（A）之间，该第一绕组（L1）的第二端（L1b）经由该控制晶体管（TC）连接到第二电压供应端（B），

第二开路装置（T2），串联连接在该第一绕组（L1）的第二端（L1b）和第二绕组（L2）的第二端（L2b）之间，所述第二绕组（L2）具有连接到第一电压供应端（A）的第一端（L2a）和经由该控制晶体管（TC）连接到该第二电压供应端（B）的第二端（L2b），

第三开路装置（T3），直接串联连接在该第二绕组（L2）的第二端（L2b）和该第一绕组（L1）的第一端（L1a）之间，

至少一个续流二极管（D2），反向并联连接在该第一绕组（L1）的第二端（L1b）和该第二绕组（L2）的第一端（L2a）之间，

所述三个开路装置（T1，T2，T3）被布置为从该涌入或保持装置（23B，24，21，22）接收命令，以使得分别将它们自身放置为开路或闭路状态；

当该第一和第二开路装置（T1，T2）为开路且该第三开路装置（T3）为闭路时，该绕组（L1，L2）处于串联模式，

当该第一和第二开路装置（T1，T2）为闭路且该第三开路装置（T3）为开路时，该绕组（L1，L2）处于并联模式。

6、根据前述权利要求中的任何一个所述的电磁致动器，其特征在于，该控制装置（20）包括测量装置（R1），被设计为检测流过所述两个绕组（L1，L2）的电流。

7、根据前述权利要求中的任何一个所述的电磁致动器，其特征在于，该控制装置（20）包括回落装置（23A，24，30），被布置为使得：

控制提供给所述两个绕组（L1，L2）的反向电压，

控制该开关装置（10）以将所述两个绕组（L1，L2）放置为并联模式，从而产生第三回落磁通量（ $\Phi_{\text{drop-out}}$ ）。

8、根据权利要求7所述的电磁致动器，其特征在于，该回落装置（23A，24，30）包括：

第四开路装置（T4），与该续流二极管（D2）串联连接，

齐纳二极管（Dz），反向并联连接到该续流二极管（D2）的两端，

该第四开路装置 (T4) 被布置为由控制子单元 (24) 来控制, 以使得将其自身放置为开路状态并且断开与所述续流二极管 (D2) 的连接, 反向电压被施加到该绕组 (L1, L2) 的各端上。

9、根据前述权利要求中的任何一个所述的电磁致动器, 其特征在于, 该控制装置 (20) 包括电压测量装置 (25), 其能够:

检测在闭路操作之前的第一和第二电压供应端 (A, B) 之间的电压 ( $U_{AB}$ ), 并且

根据在闭路操作期间检测到的电源电压 ( $U_{AB}$ ) 来控制提供给绕组 (L1, L2) 的电压。

10、根据前述权利要求中的任何一个所述的电磁致动器, 其特征在于, 该电磁致动器包括具有相同欧姆电阻的第一和第二绕组 (L1, L2)。

11、根据权利要求 10 所述的电磁致动器, 其特征在于, 该绕组 (L1, L2) 是相同的, 并且包括相同的电感和相同的匝数。

12、根据权利要求 10 到 11 中的任何一个所述的电磁致动器, 其特征在于, 该绕组 (L1, L2) 被布置在 2 个分开的线圈中。

13、根据权利要求 10 到 12 中的任何一个所述的电磁致动器, 其特征在于, 该绕组 (L1, L2) 是圆柱形的, 并且沿着同一纵轴 (Y) 排列。

14、根据前述权利要求中的任何一个所述的电磁致动器, 其特征在于, 该电磁致动器包括测试装置, 该测试装置在保持阶段期间循环控制改变所述至少两个绕组 (L1, L2) 的配置, 该测试装置向该开关装置 (10) 发送命令以暂时将所述至少两个绕组 (L1, L2) 放置成并联。

## 具有至少两个绕组的电磁致动器

### 技术领域

本发明涉及一种电磁致动器，包括电磁电路，该电磁电路由沿着纵轴延伸的铁磁轭流圈和在沿着该轭流圈的纵轴滑动的轴上安装的活动铁磁芯形成。该致动器包括至少两个绕组和用于将该绕组从串联位置切换为并联位置以及从并联位置切换为串联位置的装置。

### 背景技术

已知对于电磁致动器的涌入（inrush）和保持阶段（phase）使用至少两种不同类型的绕组。实际上在电磁致动器的设计阶段中，常常将电磁致动器的电源操作的最优化考虑在内。已知的原理在于对于涌入阶段使用第一类型的绕组以及对于保持阶段使用第二绕组。在现有技术中描述了几种特定的绕组的使用，特别是在下述专利 FR2290009、US4227231、US4609965、EP1009003 中。一般来说，用于涌入阶段的绕组的尺寸被设计为能够经受涌入电力的基本部分，而用于保持阶段的绕组被设计为仅提供使所述芯保持处于闭路位置所必需的安培匝数。根据芯的位置实施每种绕组。

此外，使用具有较宽电源电压范围的电磁致动器的需求也变为优先要注意的事。在下列文献 FR2568715、EP1009003 和 EP1009004 中描述的几种解决方案使用调节一个绕组或多个绕组的电源电压的装置。提供给绕组的电压传统上是以脉宽调制 PWM 方式调制的。

在现有技术文献 EP0998623 中描述的脉冲电流的使用不能够获得该一个线圈或多个线圈中的电流的调节，并且也不能够根据设定点（setpoint）保持所述电流。此外，脉冲电流的使用不能够达到满意的调节水平。使用脉冲电流实际上意味着固定的占空比，而不是根据电压调节的占空比。因此，电流直接是电压的函数或者按照固定的比率与电压联系起来。因此在电压和电流之间没有去耦。控制电压和电流之间的独立性是不可能的。此外，可以注意到线圈的电阻值相对于温度而增加的危害影响。设计具有在电消耗方面和在工作电压范围方面都最优化的操作的电磁致动器仍然非常困难。在这两个

发展方向中的一个上做出的进步通常都会造成对在另一个方向上的损害。此外，在回落（drop-out）或开路阶段期间，电磁致动器的操作一般不是最优化的。

## 发明内容

因此，本发明的目的是除去现有技术的缺点，以便于提出一种具有高电源效率的电磁致动器。

根据本发明的电磁致动器包括控制装置，该控制装置包括：调节装置，用于调节流进所述至少两个绕组中的电流；涌入装置，被布置为使得控制在致动器的闭路操作期间提供给所述至少两个绕组的电压，并且控制开关装置将所述至少两个绕组放置为并联模式以产生第一涌入磁通量来使该致动器闭路。该控制装置包括保持装置，其被布置为使得控制在处于闭路位置的致动器的保持操作期间提供给所述至少两个绕组的电流，并且控制所述开关装置将所述至少两个绕组放置为串联模式，以产生第二保持磁通量。

根据优选实施例，该调节装置包括比较器，其将流进所述至少两个绕组的电流的值与设定点进行比较，所述比较器被连接到与用于控制一开关的放大器相关联的校正器。

有利的是，该调节装置包括控制器件，用于以脉宽调制 PWM 来调制所述至少两个绕组的电源电压。

有利的是，该电磁致动器包括第一和第二绕组。

根据本发明的开发，该开关装置包括第一开路装置，其串联连接在该第一绕组的第一端和第一电压供应端之间，该第一绕组的第二端经由控制晶体管连接到第二电压供应端。该开关装置包括第二开路装置，其串联连接在该第一绕组的第二端和第二绕组的第二端之间，该第二绕组具有连接到第一电压供应端的第一端和经由该控制晶体管连接到该第二电压供应端的第二端。第三开路装置直接串联连接在该第二绕组的第二端和该第一绕组的第一端之间。至少一个续流二极管被反向并联连接在该第一绕组的第二端和该第二绕组的第一端之间。这三个开路装置被布置为从该涌入或保持装置接收命令，以使得分别将所述两个绕组放置为开路或闭路状态，当该第一和第二开路装置为开路且该第三开路装置为闭路时该绕组处于串联模式，而当该第一和第二开路装置为闭路且该第三开路装置为开路时该绕组处于并联模式。

该控制装置优选地包括测量装置，其被设计为检测流过所述两个绕组的电流。

根据本发明的开发，该控制装置包括回落装置，其被布置为使得控制提供所述两个绕组的反向电压，并且控制该开关装置以将所述两个绕组放置为并联模式以产生第三回落磁通量来使得该致动器开路。

该回落装置优选地包括与该续流二极管串联连接的第四开路装置、反向并联连接到该续流二极管的两端的齐纳二极管，该第四开路装置被布置为由控制子单元来控制，以使得切换到开路状态并且断开与续流二极管的连接，反向电压被施加到该绕组的各端上。

该控制装置优选地包括电压测量装置，其能够检测在闭路操作之前的第一和第二电源电压端之间的电压，并且根据在闭路操作期间检测到的电源电压来控制提供给绕组的电压。

该电磁致动器优选地包括具有相同欧姆电阻的第一和第二绕组。

所述绕组优选地是相同的，并且包括相同的电感和相同的匝数。

有利的是，该绕组被布置在两个分开的线圈中。

有利的是，该绕组是圆柱形的，并且沿着同一纵轴排列。

在具体实施例中，该电磁致动器包括测试装置，其在保持阶段期间循环命令改变所述至少两个绕组的配置，该测试装置向该开关装置发送命令以暂时将所述至少两个绕组并联放置。

## 附图说明

通过对附图中表示的、仅作为非限制性示例给出的本发明的具体实施例的描述，其它优点和特征将变得更清楚明显，其中：

图 1 表示根据本发明的第一优选实施例的具有至少两个绕组的电磁致动器的布线图；

图 2 表示根据本发明的第二优选实施例的具有至少两个绕组的电磁致动器的布线图；

图 3 表示根据图 1 的第一优选实施例的电磁致动器的开关装置的可替换实施例的布线图；

图 4 表示根据图 1 和 2 的实施例的电磁致动器的开关装置的可替换实施例的布线图；

图 5 表示绘出最大和最小电源电压的比相对于涌入和保持电流的比的曲线;

图 6 表示根据图 1 和 2 的实施例的致动器的具体实施例的透视图;

图 7A 表示代表根据公知实施例的处于涌入阶段的绕组中的电流相对于电源电压的图;

图 7B 表示代表根据本发明的实施例的处于涌入阶段的绕组中的电流相对于电源电压的图。

### 具体实施方式

根据第一模式优选实施例, 电磁致动器包括由铁磁材料构成的固定磁路。该磁路包括沿纵轴 Y 延伸的铁磁轭流圈 2。活动铁磁芯 3 面对该轭流圈放置。所述芯被安装在沿着该轭流圈的纵轴 Y 滑动的轴上。该电磁致动器包括至少两个绕组 L1、L2。所述至少两个绕组优选地沿着纵轴 Y 延伸。

为了示例性的目的, 如图 6 所示, 该致动器为 E 型致动器。可以设想具有活塞式芯 (plunger core) 的其它几何形状的致动器, 如 U 型致动器。该致动器可以包括或不包括极靴 (polar shoe) 或永久磁铁。

根据本发明的优选实施例, 该致动器包括第一和第二绕组 L1、L2。开关装置 10 根据致动器的工作阶段将所述至少两个绕组 L1、L2 放置成串联或并联。

所述至少两个绕组 L1、L2 在致动器闭路的涌入阶段期间并联连接。在致动器闭路操作期间, 所述至少两个绕组 L1、L2 产生第一涌入磁通量  $\Phi_{inrush}$ , 以将活动芯 3 从第一位置 P1 移动到第二位置 P2。

所述至少两个绕组在致动器被保持在闭路位置的保持阶段期间串联连接。所述至少两个绕组 L1、L2 产生第二保持磁通量  $\Phi_{holding}$ , 以保持活动芯 16 处于第二位置 P2。

控制装置 20 控制开关装置 10 以将所述至少两个绕组 L1、L2 放置为并联模式或串联模式。

控制装置 20 包括调节装置 22, 其调节流进所述至少两个绕组 L1、L2 中的电流。

在涌入和/或保持阶段期间, 控制装置 20 调节流进致动器的所述两个绕组 L1、L2 的电流 I。该基于时间的调节优选地是根据设定点的, 该设定点



可以是单独考虑或组合考虑的几个参数的函数。

该设定点可以根据依照电流随时间变化定义的电流分布图来设置。

该设定点可以根据时间常数来设置。然后在预设时间之后观测到涌入和保持阶段之间的突然转换。

该设定点可以根据移动电枢的位置来设置。然后，在该致动器的移动电枢达到设置位置时观测到涌入和保持阶段之间的突然转换。

该设定点还可以被设置为所要求的闭路时间的函数。此闭路时间依赖于涌入上的源电力。此约束然后可以对保持阶段中的消耗具有影响。限制保持阶段中的消耗使得能够限制热耗散。

如图 1 所示，此调节是由校正器 223 来执行的，校正器 223 可以是例如 PID (Proportional Integral Derivative, 比例积分微分) 控制器。该 PID 控制器是使得能够执行致动器的闭环调节的控制设备，即使在环境条件改变时，特别是在致动器电源电压发生改变的情况下，该调节也必须操作。该控制器与放大器 224 相关联，该放大器 224 可以是例如脉宽调制 (PWM) 型放大器。该放大器控制开关 226。根据电压的此脉宽调制使得能够将电流值调节到尽可能接近该设定点。流进所述至少两个绕组 L1、L2 中的实际电流由电流传感器 225 来测量。比较器 222 将所述实际电流的值与设定点相比较。电流传感器 225 可以例如是测量分路器 (shunt)，诸如与所述至少两个绕组 L1、L2 串联连接的电阻器 R1。该电阻器具有已知电阻值，该电阻值优选地很弱。

在每个工作周期 (闭路/保持)，调节装置 22 使得能够以可再现的方式提供稳定的电流。如图 7B 中所示，电流独立于电压和温度的变化。然后，获得工作在较宽电压范围内、具有尽可能宽的调节电流窗的致动器。此外，以使用条件相对不敏感的方式进行操作。唯一的限制在于 PWM 型调节的固有极限 (limit proper)。调节实际上被限制在某个最大值和最小值之间的电压范围内。

双绕组原理使得能够增加电压范围或涌入电流与保持电流之间的比率。这些量实际上由根据工作阶段 (涌入或保持) 修改的线圈电阻连接起来。

作为示范性实施例，如图 2 所示，调节装置 22 包括控制晶体管 TC，其以脉宽调制 PWM 来调制提供给所述至少两个绕组 L1、L2 的电压。经由与滤波电容器相关的电阻器 R1 来执行线圈电流测量。利用比较器来比较该测量结果，以调制 PWM 并且使得能够获得电流调节。

控制装置 20 包括涌入装置 23B、24、21、22，它们被布置为使得控制在致动器的闭路操作期间提供给所述至少两个绕组 L1、L2 的电压。

控制装置 20 包括保持装置 23B、24、21、22，它们被布置为使得控制在处于闭路位置的致动器的保持操作期间提供给所述至少两个绕组 L1、L2 的电流。

根据图 1 所示的本发明的第一优选实施例，开关装置 10 包括第一开路装置 T1，其串联连接在第一绕组 L1 的第一端 L1a 和第一电压供应端 A 之间。第一绕组 L1 的第二端 L1b 经由调节装置 22 的控制晶体管 TC 连接到第二电压供应端 B。

开关装置 10 包括第二开路装置 T2，其串联连接在第一绕组 L1 的第二端 L1b 和第二绕组 L2 的第二端 L2b 之间。所述第二绕组 L2 具有连接到该第一电压供应端 A 的第一端 L2a 和经由控制晶体管 TC 连接到第二电压供应端 B 的第二端 L2b。

第三开路装置 T3 直接串联连接在第二绕组 L2 的第二端 L2b 和第一绕组 L1 的第一端 L1a 之间。

如图 1 和 2 所示，至少一个续流二极管 D2 被反向并联连接 (reverse-connected in parallel) 在第一绕组 L1 的第二端 L1b 和第二绕组 L2 的第一端 L2a 之间。因此，当第一电压供应端 A 被提供有正电压时二极管 D2 不导电。

三个开路装置 T1、T2、T3 被布置为接收来自于控制子单元 24 的命令，以便分别将它们自身放置成开路状态和闭路状态，反之亦然。当第一和第二开路装置 T1、T2 处于开路并且第三开路装置 T3 闭路时，绕组 L1、L2 处于串联模式。当第一和第二开路装置 T1、T2 闭路并且第三开路装置 T3 开路时，绕组 L1、L2 处于并联模式。

第一和第二开路装置 T1、T2 优选地分别包括能够由控制装置 20 的控制子单元 24 控制的晶体管。第三开路装置 T3 还优选地包括由控制子单元 24 控制的晶体管。

控制装置 20 包括测量装置 R1，其被设计为检测流过这两个绕组 L1、L2 的电流。测量装置 R1 包括电流测量电阻器，其串联连接在控制晶体管 TC 和第二电压供应端 B 之间。

根据如图 3 所示的、第一优选实施例的可替换实施例，第三开路装置

T3 包括开关二极管 D1，其反向并联连接到第二绕组 L2。增加开关二极管 D1 保证了在第一和第二开路装置 T1、T2 的致动不同步时仍然能够进行满意的操作。

根据第一优选实施例的具体实施例，该电磁致动器包括第一和第二线圈 L1、L2。这两个线圈 L1、L2 具有相同的绕组，因此具有基本相等的欧姆电阻、基本相同的匝数和基本相同的电感。线圈 L1、L2 优选地为圆柱形的，并且沿着同一纵轴 Y 排列。

利用此配置，可以分离（dissociate）在涌入阶段和保持阶段中受到的对抗压力。此外，根据本发明的致动器可以用于较宽的电源电压范围，这使得该致动器非常通用。

根据涌入和保持电流以及调节控制占空比，所用的一个绕组或多个绕组的最小与最大电阻决定了电源电压范围的宽度  $U_{\max}/U_{\min}$ 。在使用单个绕组且具有对涌入和保持的电流调节的传统配置中，最大服务电压与最小电压的比率定义如下：

$$U_{\max}/U_{\min}=(\tau_{\max} \times R_{\text{coil}_{\min}})/(\tau_{\min} \times R_{\text{coil}_{\max}}) \times 1/(I_{\text{inrush}}/I_{\text{holding}})$$

其中， $\tau_{\max}$  与最大占空比对应，其等于最大脉冲持续时间与脉冲发送周期之间的比率， $\tau_{\min}$  与最小占空比对应，其等于最小脉冲持续时间与脉冲发送周期之间的比率。 $R_{\text{coil}_{\max}}$  等于在涌入阶段中的绕组的最大电阻， $R_{\text{coil}_{\min}}$  等于在保持阶段中的绕组的最小电阻。

在传统配置中，绕组电阻的变化本质上取决于温度。

根据本发明，最大服务电压与最小电压之间的比率定义如下：

$$U_{\max}/U_{\min}=k \times (\tau_{\max} \times R_{\text{coil}_{\min}})/(\tau_{\min} \times R_{\text{coil}_{\max}}) \times 1/(I_{\text{inrush}}/I_{\text{holding}})$$

由于在涌入和保持阶段的绕组的最大和最小电阻是可调节的，并且不再完全依赖于温度，因此最大服务电压与最小电压之间的比率  $U_{\max}/U_{\min}$  可以乘以因子 k。例如，如果两个绕组 L1、L2 的电阻是相同的，则在串联模式和并联模式之间的切换使得能够获得等于 4 的因子 k。电源电压范围的宽度和/或涌入/保持电流比率可以根据需求而增加，因而减轻了对控制电路可见的阻抗的压力。

根据本发明的开发，根据对于最大工作温度和在最大占空比时的电压范围的最小电压值  $U_{\min}$  来确定最大涌入电流。根据下述等式来表示最大涌入电

流:

$$I_{inrush} = U_{min} \times (\tau_{max}) \times R_{coil_{max}}$$

其中,  $R_{coil_{max}}$  等于在最大工作温度时的绕组的电阻,  $U_{min}$  等于工作范围的最小电压。

此外, 根据对于最小工作温度和在最大占空比时的电压范围的最大电压值  $U_{max}$  来确定最小保持电流。根据下述等式来表示最小保持电流:

$$I_{holding} = U_{max} \times (\tau_{max}) \times R_{coil_{min}}$$

其中,  $R_{coil_{min}}$  等于在最小工作温度时的绕组的电阻,  $U_{max}$  等于工作范围的最大电压。

图 5 的虚线图 50 表示当绕组的阻抗在涌入阶段和保持阶段之间变化时, 相对于涌入和保持电流比  $I_{inrush}/I_{holding}$  的电压比  $U_{max}/U_{min}$ 。实线图 51 表示当绕组的阻抗不改变时, 相对于涌入和保持电流比  $I_{inrush}/I_{holding}$  的电压比  $U_{max}/U_{min}$ 。

如图 5 所示, 因此可以增加电压范围的宽度  $U_{max}/U_{min}$  和/或涌入和保持电流比  $I_{inrush}/I_{holding}$ 。为了获得最大电压范围  $U_{max}/U_{min}$  和更大的  $I_{inrush}/I_{holding}$  电流比, 期望有一种在涌入时具有最低阻抗并且在保持时具有最高阻抗的绕组。根据具体实施例, 可以容易地在涌入和保持之间将电阻乘以 4 ( $k=4$ )。

根据图 2 所示的第二优选实施例, 电磁致动器控制装置 20 包括回落装置 23A、24。回落装置 23A、24 被布置为控制提供给这两个绕组 L1、L2 的反向电压, 并且控制开关装置 10 将这两个绕组 L1、L2 放置成并联模式, 以产生第三回落磁通量  $\Phi_{drop-out}$  来使致动器开路。

回落装置 23A、24 包括与续流二极管 D2 串联连接的第四开路装置 T4。它们包括与续流二极管 D2 的两端反向并联连接的齐纳二极管 Dz。第四开路装置 T4 (优选地为晶体管) 被布置为接收来自于控制子单元 24 的命令, 以便于将它们自身放置成开路状态并且断开与续流二极管 D2 的连接, 然后反向电压被施加到绕组 L1、L2 的两端。

回落装置 23A、24 包括与齐纳二极管 Dz 串联连接的第五开路装置 T5。第五开路装置 T5 被布置为接收来自于控制子单元 24 的命令, 以便于在回落操作期间将它们自身放置成闭路状态, 第五开路装置 T5 在致动器的闭路或保持操作期间是开路的。

回落装置使得绕组 L1、L2 能够切换到并联模式，并且通过降低所需的反向电压电平而使得易于电磁的回落。这使得电子电路简化，特别是涉及到能够工作在较低电压下的 Asic (专用集成电路) 组件。与已知技术方案相比，对于相同的保持电流值以及对于反向电压值，将绕组切换到并联模式从而使得能够更快地将致动器消磁，并且因此使得致动器能够更快地开路。此外，对于相同的保持电流值，对于相同的消磁时间，将绕组放置成并联模式以使得能够利用较低的反向电压来消磁。例如，利用较小的两倍的 (twice as small) 反向电压值可以获得所述开路速度。

根据第二优选实施例的另一个可替换实施例，第三开路装置 T3 包括与开关二极管 D1 串联连接的晶体管。

根据图 1 和 2 所示的实施例，控制装置 20 包括电压测量装置 25，被设计为检测在闭路操作之前的第一和第二电压供应端 A、B 之间的电压  $U_{AB}$ ，并且根据在闭路操作期间检测到的电源电压  $U_{AB}$  来控制提供给绕组 L1、L2 的电压。

根据该优选实施例的可替换实施例，每个绕组 L1、L2 可以包括与这些端反向并联连接的续流二极管。

当利用电线通过长途来传输发送给致动器的控制命令 (特别是在保持阶段期间发送给致动器的控制命令) 时，电线上的寄生电容的存在可能在致动器端子处产生剩余电压。此剩余电压可能特别是修改检测回落电压所需的时间。例如，可能增加检测回落电压所需的时间。

因而，利用具有较低耗电的致动器并且在存在非常大的电源线缆长度的情况下，取消电源电压不会立即引起致动器的开路。寄生电容被充电并且作为类似于滤波器或屏蔽而工作。当致动器具有较低消耗且被提供有高电压时，此问题是不可解决的。

可以通过减小从电压提供源看进去的致动器的阻抗来限制寄生电容对于致动器的开路时间的有害影响。特别是通过吸收包含在寄生电容中的能量，减小致动器的阻抗实际上的确使得可以吸收更大的能量总量。

但是，在这些条件下吸收的能量的量受到致动器承受热应力的能力的限制。在存在寄生电容的情况下由于电源的电压变化引起的能量必须能够在不引起致动器的过量热产生的情况下被检测并吸收。

根据前述模式的具体实施例，电磁致动器的控制装置 20 包括循环控制

所述至少两个绕组 L1、L2 的配置变化的测试装置。在保持阶段期间，该测试装置向开关装置 10 发送命令，以暂时将所述至少两个绕组 L1、L2 放置成并联。然后，通过绕组的配置从串联模式到并联模式的改变，致动器的阻抗减小。将绕组 L1、L2 放置成并联模式具有按因子  $k$  减小致动器的阻抗的结果，因子  $k$  等于串联模式的绕组 L1、L2 的电阻与并联模式的绕组的电阻之间的比率。

由绕组 L1、L2 以及寄生电容形成的电子电路 RLC 的时间常数也按因子  $k$  减小。因此，在所述电容两端的电压下降更快，因而回落电压检测时间按因子  $k$  减小。可以通过提高线圈调节设定点电流的电平来进一步提高电压下降的速度。在后一种情况下，我们将受到致动器过热的风险的限制。优选地，以循环方式执行串并配置改变。必须将其中绕组被放置成并联模式的测试阶段所花的时间合并到回落电压检测时间中。

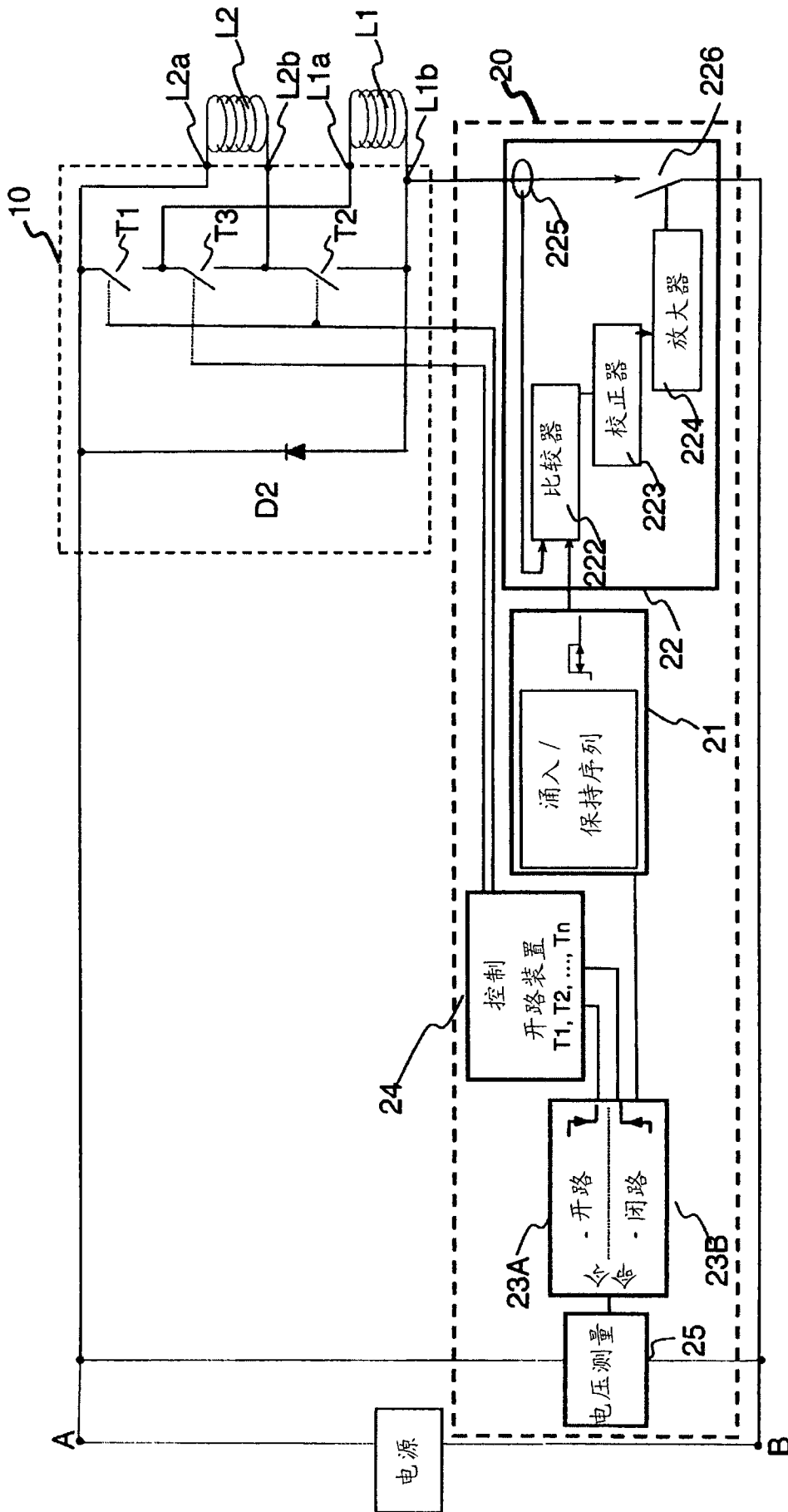


图 1

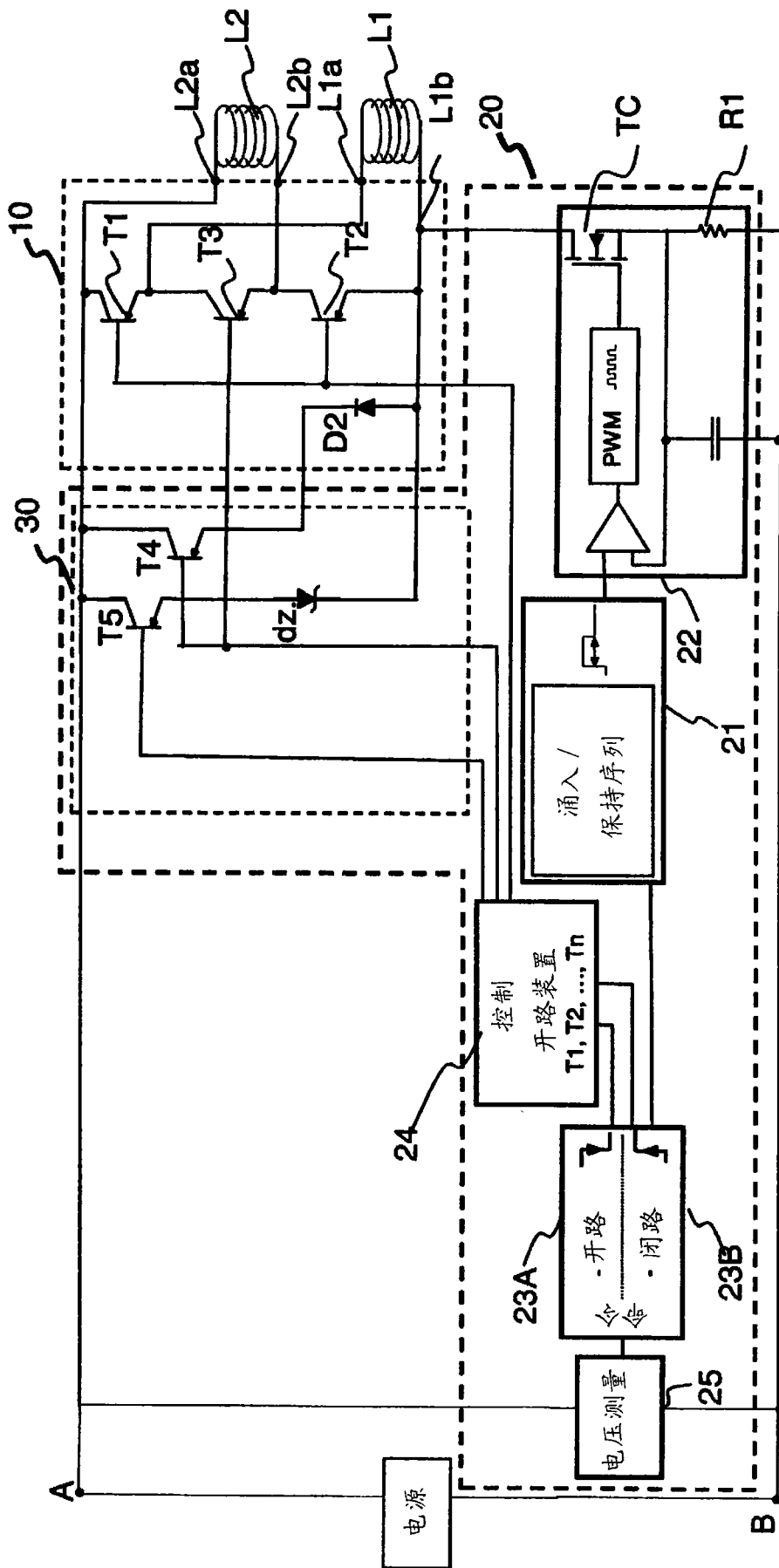


图 2



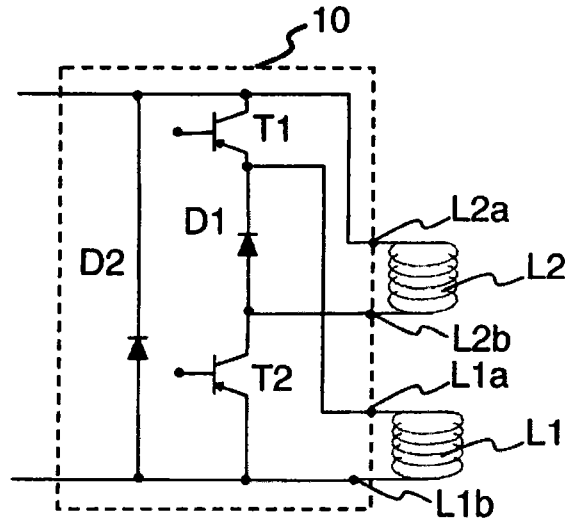


图 3

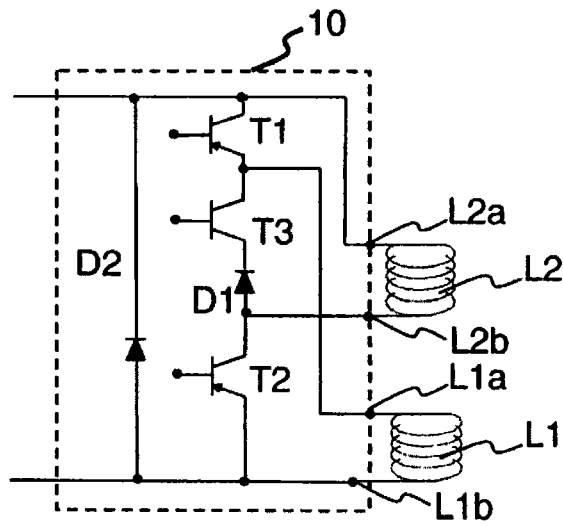


图 4

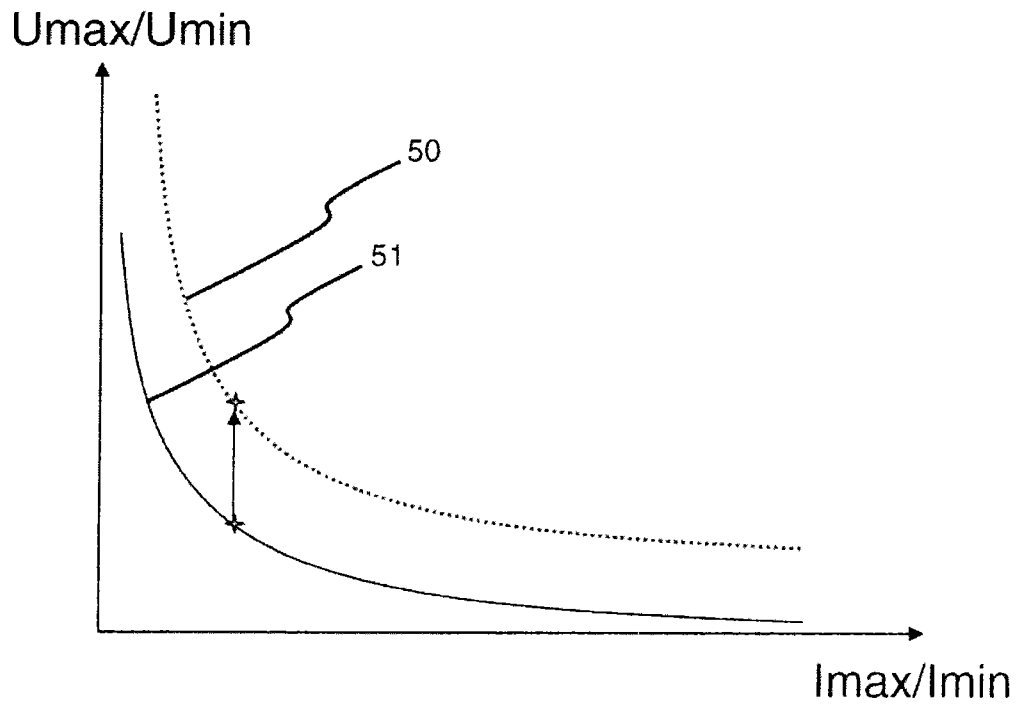


图 5

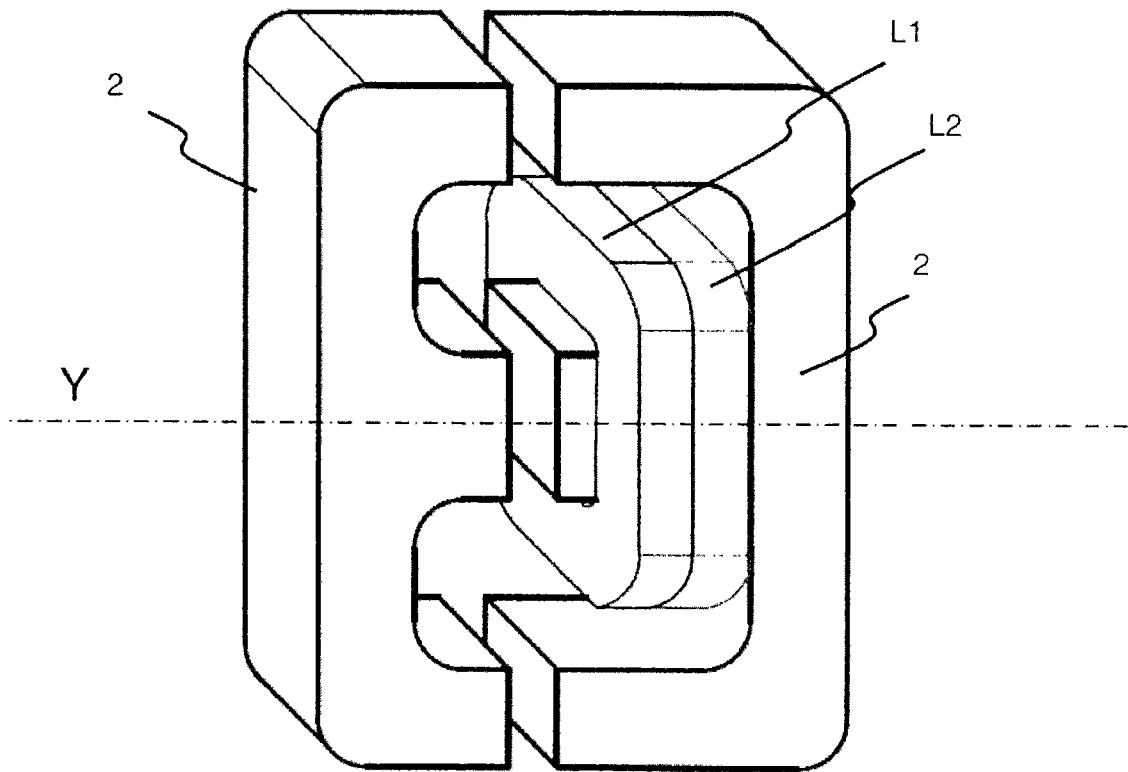


图 6

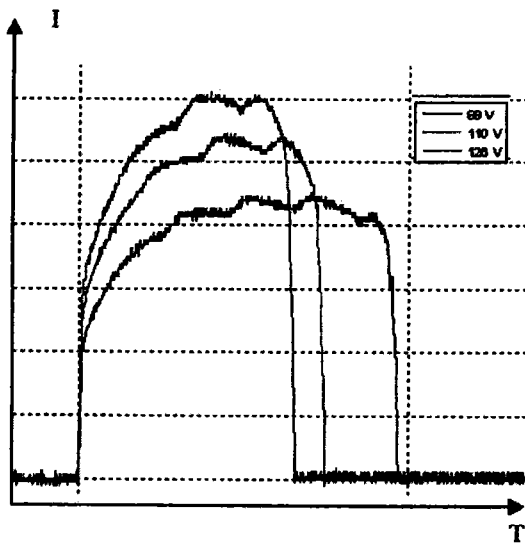


图 7A

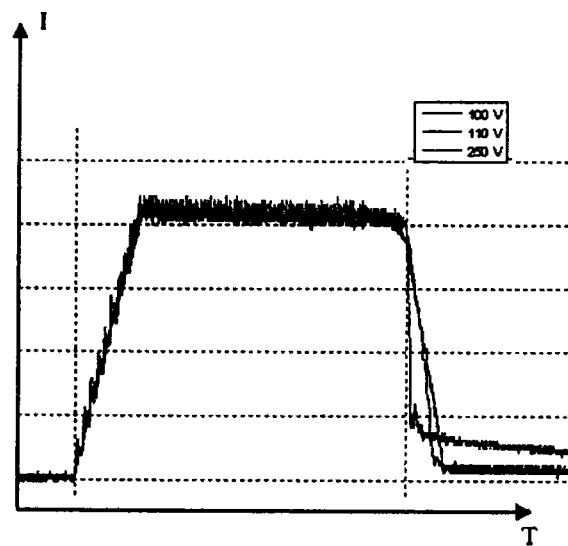


图 7B