

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

H02P 7/00

H02K 33/00

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98100821.6

[45]授权公告日 2000年12月27日

[11]授权公告号 CN 1059989C

[22]申请日 1998.2.16 [24]颁证日 2000.10.28

[21]申请号 98100821.6

[30]优先权

[32]1997.2.25 [33]JP [31]41238/1997

[73]专利权人 松下电工株式会社

地址 日本国大阪府

[72]发明人 天谷英俊 前川多喜夫 冈本丰胜

伊吹康夫

[56]参考文献

CN 1125919A 1996.7.3 B26B19/28

审查员 陈钰生

[74]专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

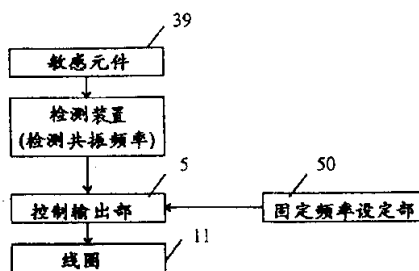
代理人 黄永奎 汪惠民

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图页数 9 页

[54]发明名称 线性振动电动机的驱动控制方法

[57]摘要

一种线性振动电动机的驱动控制方法,包括检测装置检测可动元件的位移、速度、加速度中的至少一种和控制装置根据该检测装置的输出控制向电磁铁线圈供给电流并使包括可动元件的弹簧振动以其固有振动频率同步共振的状态下进行驱动,在这种情况下,用检测装置不能进行检测时,控制装置按预定的固定频率进行驱动。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

---

1. 一种线性振动电动机的驱动控制方法，是由检测装置检测可动元件的变位、速度和加速度中的至少一种，以及由控制装置根据所述检测装置的输出控制向电磁铁线圈供给电流并使包括所述可动元件的弹簧振动系统以其固有振动频率同步共振的状态下进行驱动所构成的线性振动电动机的驱动控制方法，其特征是在用所述检测装置不能进行所述检测时，所述控制装置按预定的固定频率进行驱动。

2. 根据权利要求1所述的线性振动电动机的驱动控制方法，其特征是使用存储在控制装置中的检测装置不能检测当时的频率作为固定频率。

3. 根据权利要求1所述的线性振动电动机的驱动控制方法，其特征是用检测装置不能检测时而在用固定频率驱动时，根据驱动电流值的变动，修正固定频率。

4. 根据权利要求1所述的线性振动电动机的驱动控制方法，其特征是逐渐变更固定频率，用多数不同的固定频率进行驱动。

5. 根据权利要求1所述的线性振动电动机的驱动控制方法，其特征是也可在起动时，使用固定频率的驱动。



# 说 明 书

---

## 线性振动电动机的驱动控制方法

本发明涉及由线性振动电动机产生往复振动的线性振动电动机重负载时的驱动控制方法。

以线性振动电动机为往复振动发生源的技术已由特开平2-52692号公报公开。这种作为往复式电动刮胡刀的驱动源所用的线性振动电动机，是由棒状永久磁铁组成的可动元件、与在U形磁铁芯片上分别缠绕线圈的定子组成的单相同步电动机的形式而形成，通过全波整流电路将交流频率两倍的频率的直流电压供给线圈，使可动元件往复移动。

在这种情况下，使可动元件作往复移动而发生振动时，需要很强的电磁力，但是，通过弹簧支撑可动元件的方法以弹簧振动系统而构成，并以与该弹簧振动系统固有振动频率相一致的振动频率进行驱动，则可谋求降低驱动所需的能量，但在受到负载时，则有所谓往复振动的振幅不稳定的问题。

为此，提供一种线性电动机驱动控制方法，其包括：由电磁铁或永久磁铁组成的定子；具有永久磁铁并由弹簧支承的可动元件；检测可动元件的位移、速度、加速度中至少一种的检测装置；以及根据该检测装置的输出而控制向电磁铁线圈供给电流的控制装置。该法即由于负载变动等任何原因而使固有振动频率（共振频率）发生变化，通过检测可动元件的位移、速度、加速度中至少一种，则可检测出该变化，因此可经常处于进行共振状态下的驱动。

然而，在负载极大而振幅大幅度下降，用检测装置不能检测时，则当然不能形成共振状态的驱动，即使是在无负载之后向共振状态恢复也需相当时间，而且效率大幅度降低。



本发明为鉴于上述问题而提出。

本发明的目的在于提供一种即使在不能用检测装置检测时，也可进行适当的驱动并可尽快恢复共振状态的线性驱动电动机的驱动控制方法。

本发明的线性振动电动机的驱动控制方法是由检测装置检测可动元件的位移、速度、加速度中的至少一种，以及和由控制装置根据所述检测装置的输出控制向电磁铁线圈供给电流并使包括可动元件的弹簧系统以其固有振动频率同步共振的状态下进行驱动所构成的线性振动电动机的驱动控制方法，其特征是在所述检测装置不能进行上述检测时，控制装置按预定的固定频率进行驱动。即使在用检测装置不能进行检测时，也能进行驱动。

此时，若使用存储在控制装置中的检测装置不能检测当时的频率作为固定频率，则可较快地向共振状态恢复。

用检测装置不能检测时而用固定频率进行驱动时，则可根据驱动电流值的变化，修正固定频率。根据驱动电流值，预测伴随负载变化的共振频率的变化而进行修正是理所当然的。

也可以通过逐渐变更固定频率的方式进行多数不同的固定频率的驱动。此外，即使在起动机时，也可以使用固定频率的驱动。

以下对附图作简单说明。

图 1 为本发明一实施例的框图。

图 2 为表示负载、共振频率与电流之间相互关系的说明图。

图 3 为本发明其他实施例的框图。

图 4 为本发明又一其他实施例的框图。

图 5 为本发明另一实施例的框图。

图 6 为表示本发明的通常工作模式的工作时间图。

图 7 为本发明的略图。

图 8 为本发明的框图。

图 9 为本发明具体实施例的分解立体图。

图 10 为本发明可动元件的分解立体图。

图 11 为本发明框图电路图。

以下为符号说明。

1—定子，2—可动元件，3—框架，5—控制输出部，11—线圈，39—敏感元件。

### 实施例

首先说明一线性振动电动机结构的例子，图9及图10示出了往复电动刮胡刀用的线性振动电动机，由定子1、可动元件2（图中有两个可动元件21、22）以及框架3所构成。

定子1是由磁性材料烧结体和磁性材料铁板层压的E字形轭铁10，和在该轭铁10的中央片上缠绕的线圈11所构成，由轭铁10的两端面分别凸设销12。

固定所述定子1的框架3是分别由底板31、31将一对两侧板30、30的外端部的下部之间进行连结的截面呈U字形而构成的。所述定子1上销子12被安装在侧板30上所形成的固定沟32中，利用焊接或铆接的方法将其固定在框架3上。

如图9所示，两种可动元件21、22均在合成树脂制的被驱动体23、23的下面，通过由非磁性金属板所组成的增强板25和背面轭铁26固定永久磁铁的部件；可动元件21的被驱体23以平面形状口字形构成的，将增强板25和背面轭铁26及永久磁铁20设置在被驱动体23的两侧片的下面，而两侧的增强板25为整体形成。还有，增强板25是通过内成形（外成形）法与被驱动体23整体形成。图中24与被驱动体23成整体设置，同时是连接往复电动刮胡刀内刃的连接部。

而且，所述的两个可动元件21、22，其两端通过板簧4、4，与所述框架3连接。该板簧4由金属板4冲切而形成，同时支撑板40安装在框架3的固定部，连接板43分别被安装在可动元件21、22固定部，与可动元件22相连接的中央板簧部41、和与可动元件21相连接的左右一对板簧部42、42在支撑板40的部分成为整体连接，利用焊接装置将支撑板40固定在框架3的两端，利用焊接装置将各连接板43固定在可动元件21、22的增强板25

的端部时，两个可动元件 2 1、2 2 成为由框架 3 悬挂的状态，同时可动元件 2 2 的连接部 2 4 位于平面状口字形的可动元件 2 1 内。还有，在可动元件 2 1 内面的弹簧支承部 2 6、2 6 和可动元件 2 2 的连接部 2 4 的弹簧支承部 2 7、2 7 之间，在可动元件 2 1、2 2 的往复运动方向上，配置由压缩盘簧组成的对弹簧部件 2 8、2 8。

在这样构成的线性振动电动机中，设置在可动元件 2 上的永久磁铁 2 0，通过给定的罩与所述定子 1 上下对向，并沿可动元件 2 的往复移动方向磁化，如图 7 所示，按照流向定子 1 的线圈 1 1 的电流方向，边使板簧 4 弯曲，边作左右移动，通过适宜的定时，切换流向线圈 1 1 的电流方向，可使可动元件 2 进行往复振动。

还有，这里设置在可动元件 2 1 上的永久磁铁 2 0 的磁极排列，与设置在可动元件 2 2 上的永久磁铁的磁极排列是逆向的，所以可动元件 2 1、2 2 进行相位 180° 不同的往复振动。此时，弹簧部件 2 8、2 8 作压缩伸长，由此，图 9 所示的弹簧系统是由板簧 4 与弹簧部件 2 8 所构成（严格地说，由于磁的吸引力作用，弹簧常数成分会更增加）。

在使具有这种弹簧系统的振动系统进行振动时，按振动系统所固有振动频率同步进行振动，即作为共振状态在实现稳定的振动或降低驱动能量等方面是理想的，由此可见，为了进行这样的驱动，在这里可动元件 2 1 上要安装磁极排列成为可动元件 2 往复移动方向的敏感性磁铁 2 9，同时在框架 3 上设置的安装部 3 4 的安装如图 7 所示的由敏感性卷线所组成的敏感元件 3 9。伴随着可动元件 2 1 的振动，以敏感元件 3 9 所感应的电流（电压）为基础，控制输出部 5 控制流向线圈 1 1 的电流。

也就是说，敏感元件 3 9 感应的电流电压，如图 6 所示，是根据元件 2 的振幅大小或位置、振动的速度以及振动的方向等而变化。即是说，可动元件 2 达到其往复移动振幅的一端时，磁铁 2 9 的动作停止，由于磁束无变化，所以敏感元件 3 9 的输出为零，达到振幅中央位置时，可动元件 2 的速度变为最大，同时敏感元件 3 9 的输出电压

也变为最大。因此，若检测最大电压，则即可检测可动元件 2 的最大速度，还可将上述零点作为移动方向的反转时点（即达到死点的时点）进行检测，并可根据敏感元件 3 9 的输出极性，检测可动元件 2 的移动方向。

图 1 1 示出一例。敏感元件 3 9 的输出电压描述了正弦曲线的变化，而且，在通过放大电路 5 1 将其放大后，通过 A/D 变换电路 5 2 作成数字值，并且通过检测输出电压从零开始经过给定时间（例如  $t$ ）的时间经过后的电压，和检测输出电压从零开始至零为止的最大电压的方式，能检测可动元件 2 振幅中央的最大速度，能输出电压为零的时点检测移动方向的反转时点，尤其，可动元件 2（磁铁 2 9）的移动方向受往复运动的任一方向作用而改变电流流动方向，由此可根据输出电压的极性，检测可动元件 2 处于往复移动中的哪一冲程。

于是，根据已检测的可动元件 2 的速度，控制输出出 5 例如在检测因增加负载而减少振幅时，增加驱动电流量（图示例中通电时间  $T$  及最大电流值），这样就能使振幅保持在所需的值。还有，图示例中，驱动电流量的控制由 P W M 控制，电流量形成与检测的速度相对应而输出预存储的 P W M 脉冲幅。还有，根据速度、位移与加速度的相关性，也可改变速度检测位移或加速度。

此外，通过使电流沿着与检测的移动方向相应的方向流动的方法来防止驱动电流被制动的事态发生。尤其，通过从检测的移动方向反转时  $t_1$  以给定时间  $t$  定时地开始流动电源，有效地利用可动元件 2 的驱动，使弹簧系统工作，抑制所需的电流量。即是说，在从移动方向反转时之前开始向线圈 1 1 加逆向驱动电流的情况下，移动受到制动，在可动元件超过振幅中心点之后、抽线圈 1 1 加该移动方向的电流的情况下，由于受到可动元件 2 的振动而被压缩的弹簧系统的回弹力的驱动力已被减弱，所以不可能得到电磁力驱动与弹簧系统驱动力的几何学效率。为此，在从移动方向反转时点开始至振幅中央为止的时间内，设定向线圈 1 1 供给电流开始的定时。还有，已达到振幅中

央的时点，作为所述敏感元件 3 9 输出的最大点可被检测出。其中的时间  $t$  也可以是根据检测的可动元件 2 的速度或加速度调整的值。

图 1 1 示出了定子 1 的线圈 1 1 的驱动电路的一例。在由四个 F E T 型开关元件 Q 1 - Q 4 组成的驱动块 5 3 中，可同时使开关元件 Q 1、Q 3 打开，和同时使开关元件 Q 2、Q 4 打开，通过这种方法可切换流向线圈 1 1 的电流方向，使可动元件 2 进行往复移动。

但是，在进行上述驱动控制时，未必需要检测移动方向及检测移动方向的反转时点。根据所供给的驱动电流，判明可动元件 2 的移动方向，可依次地切换下一个驱动电流的方向，并可同步地按固有频率进行，所以可按所需周期开始通电。然而，若按这些检测进行上述控制，则即使因过度负载而产生临时的停止，也可按适宜的方向流通电流，而且即使由于可动元件 2 的质量或弹簧系统的弹簧常数的个体差异而产生固有振动频率的偏差，驱动电流往往也会适宜地进入线圈 1 1，因此，振动系统会可靠地受到固有振动频率的约束，并进行一定振幅的振动。

作为检测手段，使用将可全部检测移动方向与移动方向的反转时点与位置（速度或加速度）的敏感用磁铁 2 9，和由敏感用卷线组成的敏感元件 3 9 相组合，根据敏感元件 3 9 输出的最大值（绝对值）检测速度，但是也可以根据电流（电压）为零点的时间间隔，检测速度。所述零点，不受磁铁 2 9 的磁力偏差，或磁铁 2 9 与敏感元件 3 9 之间罩的偏差等影响，可准确地检测移动方向的反转时点。因此，可根据零点时间间隔能够较准确地检测可动元件 2 的速度。

此外，根据检测对象，可使用例如敏感用磁铁 2 9 与磁敏元件组合件，或者如图 9 及图 1 0 所示的、安装在可动元件 2 上的、检测隙缝板 6 0 和该隙缝板 6 0 的隙缝的敏感元件 3 8 等。使用不妨碍可动元件 2 振动的非接触式组件也是颇为理想的。

这样构成并在共振状态下驱动的线性电动机，若遇有如前所述的因重负载而振幅大幅度下降的情况，并发生不能用检测手段进行上述检测的事态，从控制输出部 5 根据检测结果向线圈 1 1 供给驱动电流



的情况来看，则陷入不能驱动的状态。

为此，这里如图 1 所示，设置固定频率设定部 5 0，在利用检测装置不能进行上述检测时，检测输出部 5 即根据固定频率设定部 5 0 设定的某种固定频率，向线圈 1 1 供给驱动电流。

在这种情况下，如图 2 所示，在负载  $N$  由  $N_1$  增加到  $N_2$  时，所述线性振动电动机中，共振频率由  $f_1$  变为  $f_2$ 。如今若负载  $N$  超过负载  $N_2$ 、不能进行上述检测时，则可很好地使用频率  $f_1 - f_2$  之间的频率作为所述固定频率，并且最好是使用频率  $f_2$ ，而频率  $f_2$  即使在相同的线性振动电动机中，从有因可动元件 2 的质量或弹簧系统的弹簧常数的个体差异而产生的偏差的情况来看，如图 3 所示，设置了共振频率存储部 5 5，该存储部存储了由于负载  $N$  的增加而不能进行上述检测之前的频率，即频率  $f_2$ 。在用检测装置不能进行上述检测时，则可利用共振频率存储部 5 5 所存储的频率  $f_2$  作为固定频率进行驱动。

还有，当负载  $N$  增加到超过  $N_2$  的  $N_3$  时，也可以根据驱动电流  $I$  只以  $\Delta I$  增加的情况，预测与该电流变动  $\Delta I$  相应的频率变动  $\Delta f$ ，并以基于所述预测对固定频率  $f_2$  修正过的频率  $f_3$  ( $=f_2 + \Delta f$ ) 进行驱动。图 4 示出该种情况的框图，图中 5 6 是驱动电流检测部。

如图 5 所示，将固定频率设定部 5 0 所设定的频率定为多个  $f_a, f_b, f_c, \dots$ ，在用检测装置不能检测可动元件 2 的动作（共振频率）时，也可以逐渐地变更驱动频率 ( $f_a, f_b, f_c, \dots$ ) 进行驱动。还有，所述频率  $f_a, f_b, f_c$  被设定为  $f_a = f_1, f_b = f_2, f_c = f_3$ 。

用检测装置进行上述检测不仅限于加重负载的情况，即使在启动时也不能检测，因此，也可以在启动时使用固定频率进行驱动，在启动时和重负载时，均不需进行个别的控制。

以下说明本发明的效果

如上所述，本发明根据检测可动元件的位移、速度、加速度中的至少一种的检测装置的输出，控制向电磁铁线圈供给电流，并在使包



括可动元件的弹簧振动系统按其固有振动频率同步共振的状态下进行驱动。在这种情况下，在用上述装置不能进行上述检测时，可通过预定的固定频率进行驱动。因此，即使用检测装置不能检测时，也能进行驱动，而且利用设定适宜的频率作为固定频率，能够尽快地恢复共振状态，并可进行高效率的驱动。

而且，若使用存储在控制装置中的、以检测装置不能检测当时的固定频率则可较快地恢复共振状态。

还有，根据用检测装置不能检测时而在用固定频率进行驱动时驱动电流值的变更，修正固定频率，这时根据驱动电流值，预测随负荷变化的共振频率的变化，并以该频率进行驱动，因此不能检测时，也可高效率地进行驱动。

也可以逐渐地变更固定频率，以多数不同的固定频率进行驱动。在此种情况下，也可很快地恢复共振状态。

而且，若将以固定频率进行的驱动亦用于起动时，则起动时与不能检测可动元件移动时不同驱动控制的情况相比较，可简化控制程序。

# 说明书附图

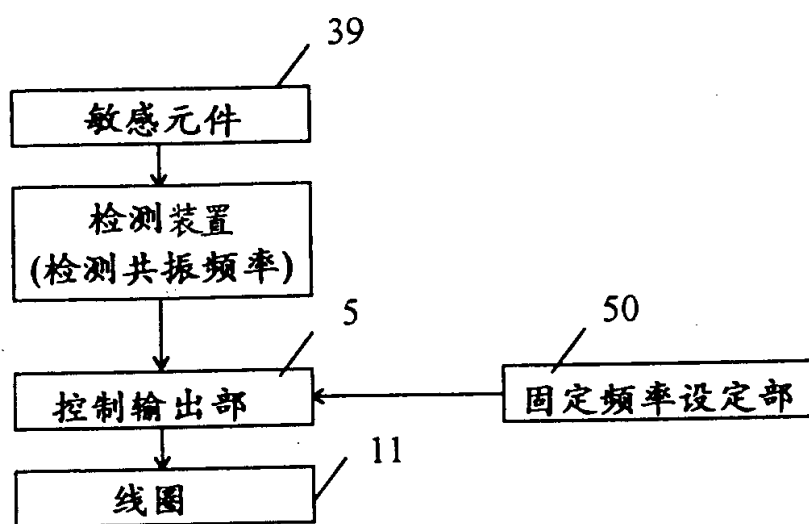


图 1

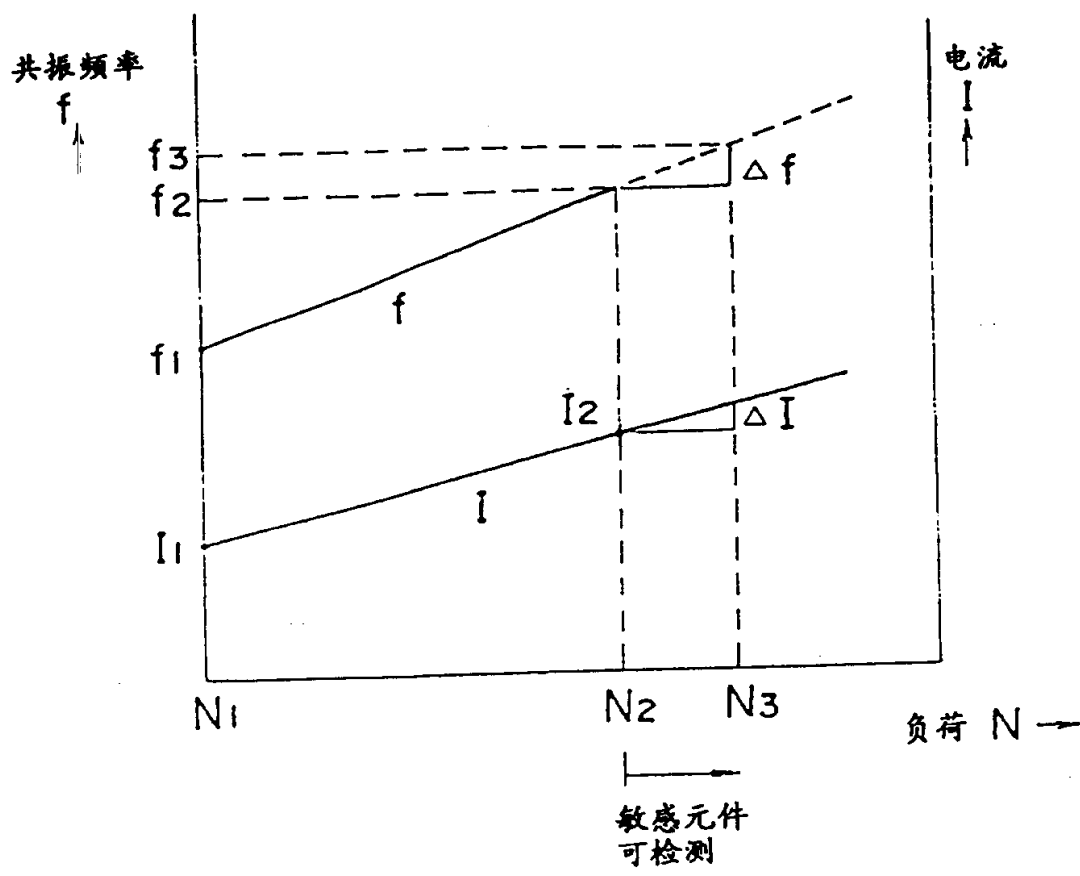


图 2

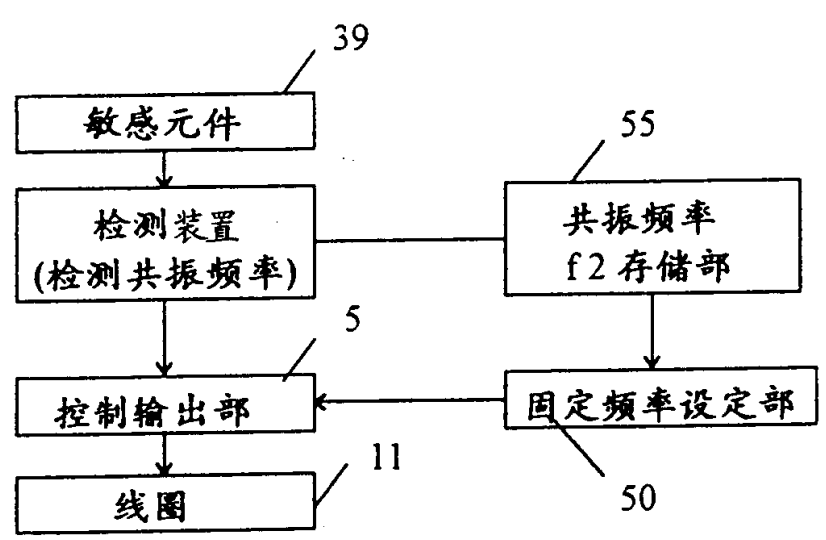


图 3

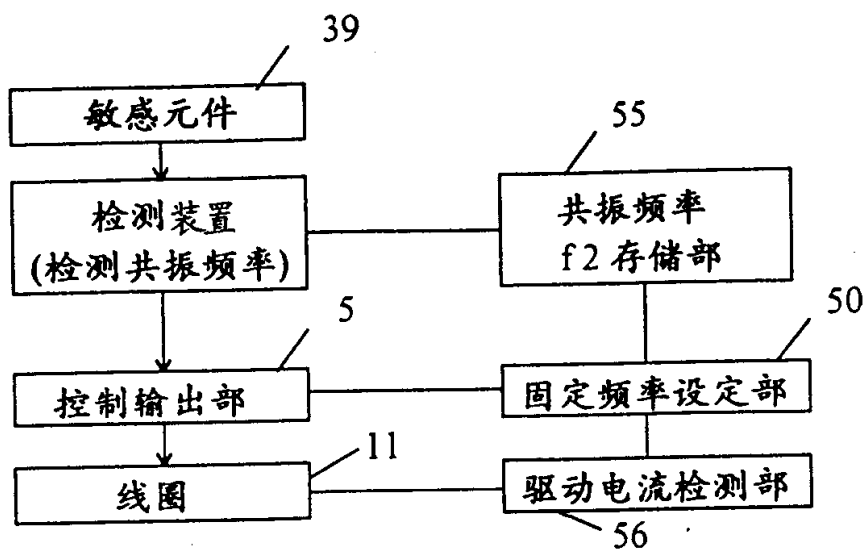


图 4

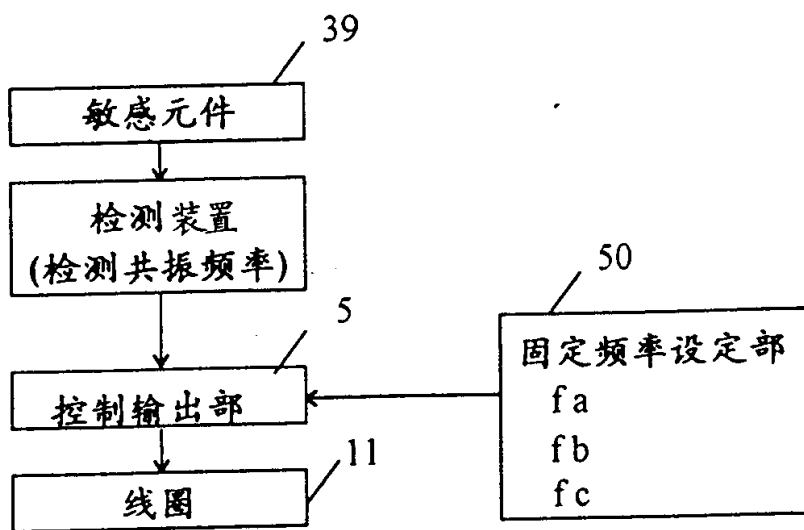


图 5

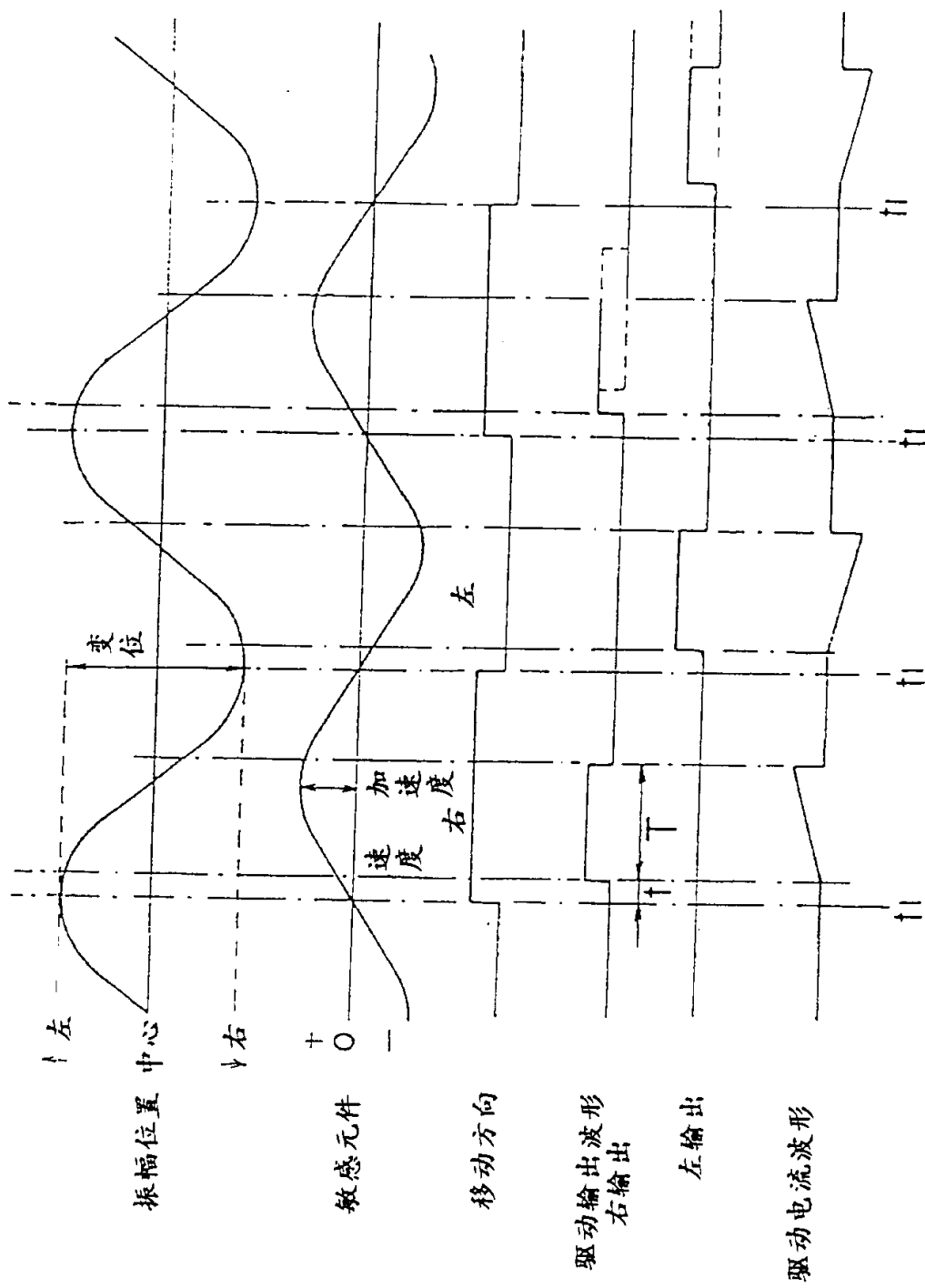


图 6



图 7

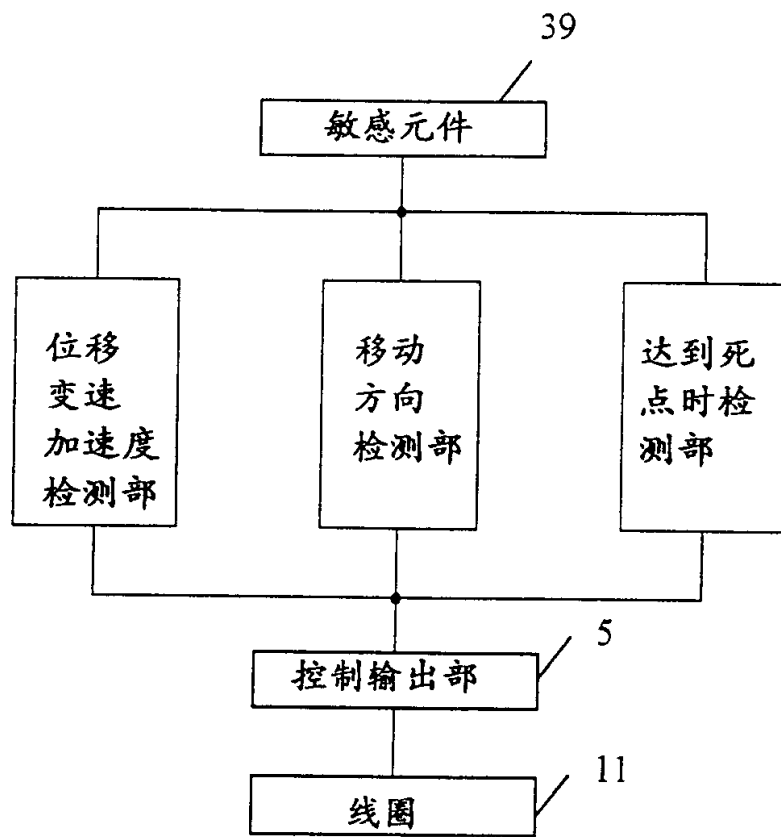


图 8

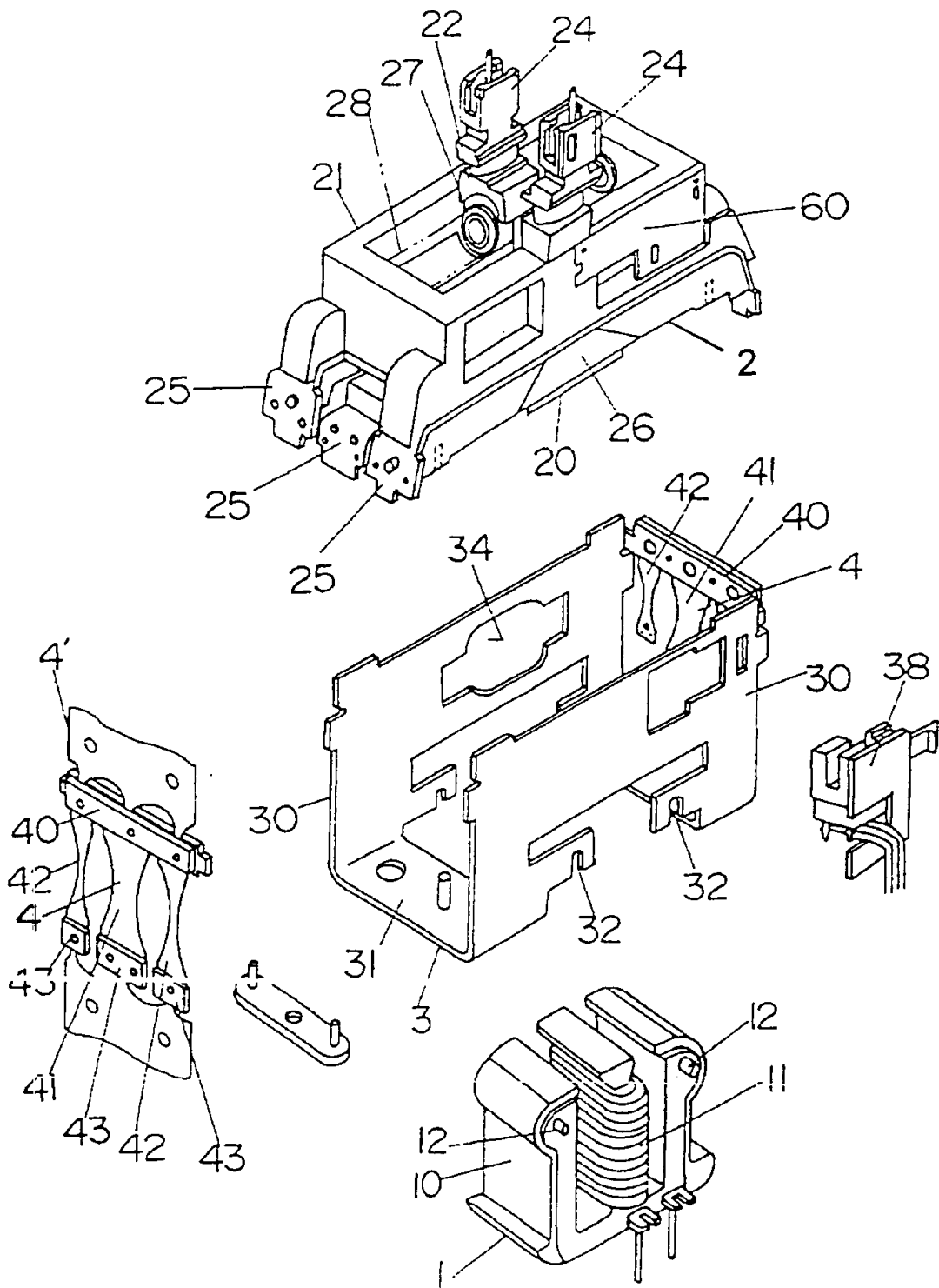


图 9

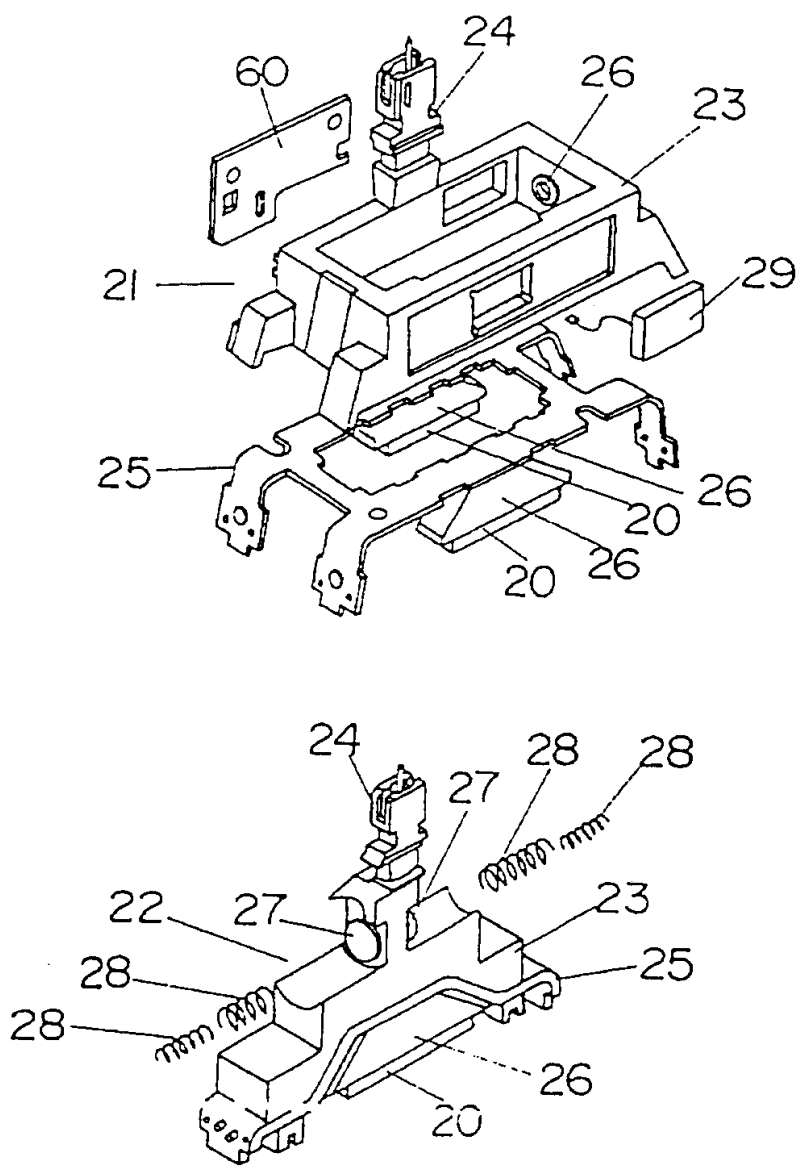


图 10

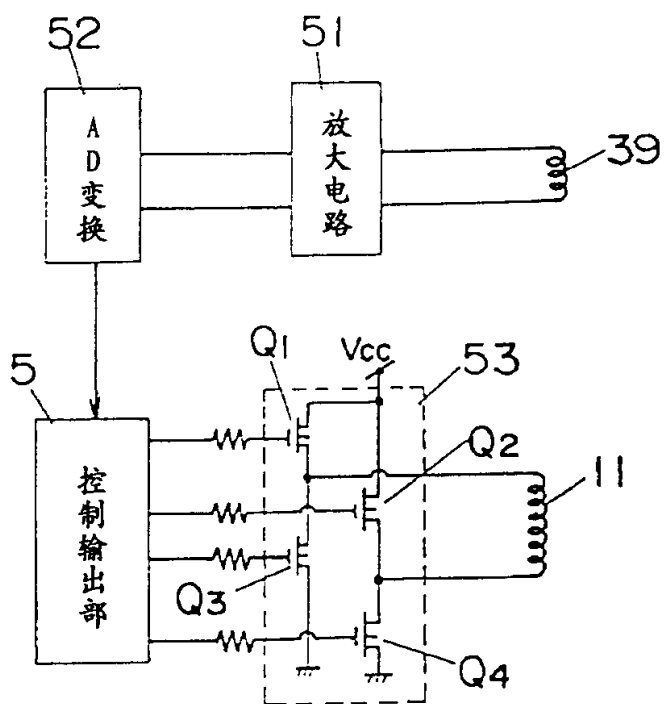


图 11