

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G11B 33/14

G11B 19/00



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01137683. X

[45] 授权公告日 2005 年 8 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1215479C

[22] 申请日 2001. 11. 16 [21] 申请号 01137683. X

[30] 优先权

[32] 2000. 11. 20 [33] US [31] 09/714,952

[71] 专利权人 日立环球储存科技荷兰有限公司

地址 荷兰阿姆斯特丹

[72] 发明人 戈登·J·史密斯

乔治·W·范里文

审查员 丛 珊

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

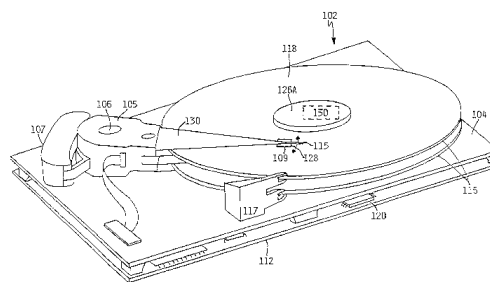
代理人 王以平

权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 8 页

[54] 发明名称 能使磁盘在低温下运行的方法

[57] 摘要

在寒冷的天气下，由于润滑油增加了粘性，对于直接存取存储装置中的主轴电动机组件正常旋转操作来说需要较高的扭矩，而通过将加热元件固定到主轴电动机组件上，以减小润滑油的粘性克服了此问题，并且让磁盘驱动器在主轴电动机组件旋转过程中和旋转之后自加热。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种防止冷温损害直接存取存储器的主轴电动机组件的方法，包括：

测量所述直接存取存储器的温度；

激励所述主轴电动机组件的相位，时间为所述主轴电动机组件的温度升高到正常操作的最小临界温度所需的时间；以及

开始所述主轴电动机组件的旋转操作。

2. 如权利要求 1 的方法，其特征在于激励所述主轴电动机组件的所述相位包括以预定的速率以顺时针-逆时针的方式来回摇摆所述相位。

3. 如权利要求 1 的方法，其特征在于激励所述主轴电动机组件的所述相位，直到所述主轴电动机组件的轴承组件到达最小临界温度。

4. 如权利要求 3 的方法，其特征在于激励所述主轴电动机组件的所述相位，直到所述主轴电动机组件的所述轴承组件的润滑油到达最小临界温度。

5. 如权利要求 1 的方法，其特征在于所述直接存取存储器的所述温度在其特征在于的插件上的热敏电阻上测量。

6. 如权利要求 1 的方法，其特征在于所述直接存取存储器的所述温度在所述主轴电动机组件上的热敏电阻上测量。

7. 一种防止低温损害直接存取存储器的主轴电动机组件的方法，所述方法包括：

测量所述直接存取存储器的温度；

加热所述主轴电动机组件，以在所述直接存取存储器的测量温度低于摄氏 0 度时，将所述主轴电动机组件的温度升高到正常操作的最小临界温度；

在对所述主轴电动机组件已加热了等于或大于预定临界时间量时，暂停所述主轴电动机组件的加热，施加一个电流到所述主轴电动机组件上，测量施加到主轴电动机组件上的该电流并比较测量电流和最大临界电流，

其中，在测量电流低于最大临界电流时开始所述主轴电动机的旋转操作；以及

在测量电流超过最大临界电流时，重新加热所述主轴电动机组件，在重新加热的主轴电动机组件的测量温度低于或等于最大临界温度时，重新将电流施加到所述主轴电动机组件上，并重新测量重新施加到主轴电动机组件上的该电流并比较重新测量的电流和最大临界电流，

其中，在重新加热的主轴电动机组件的重新测量温度大于最大临界温度时重新加热终止并且发出一个出错报告，

其中，在重新测量的电流超过最大临界电流时继续进一步进行所述主轴电动机组件的重新加热，并且所述方法返回到所述主轴电动机组件的所述重新加热，

其中，在重新测量的电流小于最大临界电流时所述主轴电动机组件的进一步重新加热终止，并且开始所述主轴电动机的旋转操作，以及

其中，加热所述主轴电动机组件，是通过将加热电流施加到所述主轴电动机组件的线圈上来进行。

8. 一种防止低温损害直接存取存储器的主轴电动机组件的方法，所述方法包括：

测量所述直接存取存储器的温度；

加热所述主轴电动机组件，以在所述直接存取存储器的测量温度低于摄氏 0 度时，将所述主轴电动机组件的温度升高到正常操作的最小临界温度；

在对所述主轴电动机组件已加热了等于或大于预定临界时间量时，暂停所述主轴电动机组件的加热，施加一个电流到所述主轴电动机组件上，测量施加到主轴电动机组件上的该电流并比较测量电流和最大临界电流，

其中，在测量电流低于最大临界电流时开始所述主轴电动机的旋转操作；以及

在测量电流超过最大临界电流时，重新加热所述主轴电动机组件，在重新加热的主轴电动机组件的测量温度低于或等于最大临界温度时，重

新将电流施加到所述主轴电动机组件上，并重新测量重新施加到主轴电动机组件上的该电流并比较重新测量的电流和最大临界电流，

其中，在重新加热的主轴电动机组件的重新测量温度大于最大临界温度时重新加热终止并且发出一个出错报告，

其中，在重新测量的电流超过最大临界电流时继续进行所述主轴电动机组件的重新加热，并且所述方法返回到所述主轴电动机组件的所述重新加热，

其中，在重新测量的电流小于最大临界电流时所述主轴电动机组件的进一步重新加热终止，并且开始所述主轴电动机的旋转操作，以及

其中，加热所述主轴电动机组件，是通过激励所述主轴电动机组件的相位来进行。

能使磁盘在低温下运行的方法

技术领域

本发明涉及能使磁盘在低温下运行的方法和装置。

背景技术

在一些环境条件下，施加功率和试图旋转磁盘驱动器存储器件可导致重大和经常不能还原的损坏和数据丢失。上述的有害环境条件之一为低温。生产商经常警告计算机系统的用户，特别是个人计算机和便携式电脑的用户，避免开启“冷的”或“冻结的”系统，直到该系统加热到“安全”温度。不幸的是，上述的警告经常被用户忽视，或完全忽略。因此，有必要保护上述的计算机系统不受在装置还未足够变热时开启“冷的”或“冻结的”系统的上述不明智尝试所造成的系统损害和/或数据丢失。

在现代的计算机中广泛应用直接存取存储器，或硬盘。经常包括例如层叠的，通常旋转的硬磁盘的硬盘驱动器单元，被用于将数据以磁的形式存储在磁盘表面上。数据可以放射状间隔数据信息有轨数组的形式记录在磁盘的表面上。在朝向和远离该驱动轴的轨道上受到驱动的转换器头将数据写到磁盘上和从磁盘上读取数据。

图 2 示出了数据存储磁盘存储器 100 的实例，其包括磁盘驱动器单元 102 和接口控制器 114。磁盘驱动器单元 102 至少包括一个磁盘 116，磁盘至少具有一个可被包含在磁盘驱动器外壳 122 中的磁表面 118。为了旋转，磁盘 116 可安装在和集成于主轴电动机组件 126 上。通过相应的转换器头组件 128，每个磁盘表面 118 上的信息可从磁盘表面 118 读取或写到其上，转换器头组件可在一个具有穿过旋转磁盘表面 118 的径向分量的路径上运动。每个转换器头组件 128 可被悬挂臂组件 130 支撑。悬挂臂组件 130 被结合在一起，由致动线圈电动机 132 协同内磁铁和磁芯组件而同时进行枢轴运动。施加到致动线圈电动机 132 的驱动信号引起悬挂臂组件 130 一致运动，以与在其上可读写信息的磁盘表面 118 上的

信息存储磁道相一致地定位转换器头组件 128。

特别是，磁盘驱动单元 102 具有两个可被低温影响的主机械装置。第一机械装置为致动线圈电动机 132，读/写头装配在它上面，第二机械装置为主轴电动机组件 126。低温对主轴电动机组件 126 所造成的问题是由于转矩常数随着温度下降而增加，在电动机轴承中的润滑油变得更加粘稠，从而影响运行或旋转磁盘驱动器的性能和能力。

当前解决在低温中操作磁盘驱动器单元 102 的方案包括将电阻加热器放在磁盘驱动器单元 102 的顶盖 122 上，其中该加热器可为密封在克茵丹板(captan sheet)中的电阻导线。热敏电阻，或等效温度传感器则可放在磁盘驱动器单元 102 上或放置在其附近，从而测量环境温度。在系统加电过程中，在致动线圈电动机 132 或主轴电动机组件 126 旋转之前测量磁盘驱动器单元 102 的温度。如果测量的温度低于预定最小临界温度，电流（或者 DC，AC 或者脉冲电流）可施加到加热器上，并可再一次测量温度。如果需要，重复上述的步骤，直到测量的温度等于或超过最小临界温度。然后可关闭加热器，并且电源可施加到磁盘驱动器单元 102 上。而在旋转和进行读/写访问时致动线圈电动机 132 和主轴电动机组件 126 应该提供足够的热消散以自加热磁盘驱动器。然而，如果磁盘驱动器单元 102 的温度下降到低于规定的限制（也就是例如低于最小临界温度 10℃），那么加热器可再次开启，直到磁盘驱动器单元 102 的温度等于或超过最小临界温度。这种方法需要相当数量的功率，以在旋转致动线圈电动机 132 和主轴电动机组件 126 之前完全加热整个磁盘驱动器单元 102。

因此，有必要克服低温环境对硬盘驱动器正常操作所造成的问题，直到目前该问题只是通过避免开启“冷的”或“冻结的”系统，直到该单元加热到“安全”温度而解决的。由于上述的警告经常被用户忽视，或完全忽略，所以有必要保护上述的计算机系统不受在装置单元还未足够变热时开启“冷的”或“冻结的”系统的不明智尝试所造成的系统损害和/或数据丢失。

发明内容

因此，本发明的主要目的在于提供能够使磁盘在低温下运行的方法和装置。

本发明的另一目的在于提供能够解决上述问题的能使磁盘在低温下运行的方法和装置。

本发明的这些和其他目的是通过在此公开的能使磁盘在低温下运行的方法和装置而实现的。

鉴于随着温度下降需要主轴力矩增大的事实，本发明通过将加热元件定位在主轴电动机组件，克服了由于润滑油增加粘度而需要较高扭矩。因此，减小了润滑油的粘度，从而在主轴电动机组件旋转过程中和旋转过程之后，本发明能够由磁盘驱动器自加热。

具体地说，本发明一方面提供一种防止冷温对直接存取存储装置的主轴电动机组件的损坏的方法，包括：测量所述直接存取存储装置的温度；将电流施加到所述主轴电动机组件的线圈上，施加时间为所述主轴电动机组件的温度上升到正常操作的最小临界温度所需的时间；以及开始所述主轴电动机组件的旋转操作。

根据本发明的上述方法，其特征在于所述电流为 DC 电流，AC 电流和脉冲电流中的任何一种。

根据本发明的上述方法，其特征在于所述电流被施加到所述主轴电动机组件的所述线圈上，施加时间为各自所述线圈上的电阻到达施加电流对应的预定值所需的时间。

根据本发明的上述方法，其特征在于所述电流被施加到所述主轴电动机组件的所述线圈上，施加时间为各自所述线圈上的电阻到达一预定值所需的时间，该值是基于存储在所述直接存取存储装置中的控制器中的一个表格。

根据本发明的上述方法，其特征在于根据施加到各自线圈上的电流或电压量的变化测量各自所述线圈中的变化的电阻值，确定存储在所述控制器中所述表格中的电流值对应的所述线圈的电阻值。

根据本发明的上述方法，其特征在于施加到所述主轴电动机组件的所述线圈上的所述电流与存储在所述直接存取存储装置控制器中的表格中

的所述直接存取存储装置的测量温度相对应。

根据本发明的上述方法，其特征在于所述电流被施加到所述线圈上，施加时间为所述主轴电动机组件的轴承到达预定最小临界温度所需的时间。

根据本发明的上述方法，其特征在于所述直接存取存储装置的所述温度在所述直接存取存储装置的一个插件上的热敏电阻上测量。

根据本发明的上述方法，其特征在于所述直接存取存储装置的所述温度在所述主轴电动机组件上的热敏电阻上测量。

另一方面，本发明提供一种防止冷温损害直接存取存储器的主轴电动机组件的方法，包括：测量所述直接存取存储器的温度；激励所述主轴电动机组件的相位，时间为所述主轴电动机组件的温度升高到正常操作的最小临界温度所需的时间；以及开始所述主轴电动机组件的旋转操作。

根据本发明的上述方法，其特征在于激励所述主轴电动机组件的所述相位包括以预定的速率以顺时针-逆时针的方式来回摇摆所述相位。

根据本发明的上述方法，其特征在于激励所述主轴电动机组件的所述相位，直到所述主轴电动机组件的轴承组件到达最小临界温度。

根据本发明的上述方法，其特征在于激励所述主轴电动机组件的所述相位，直到所述主轴电动机组件的所述轴承组件的润滑油到达最小临界温度。

根据本发明的上述方法，其特征在于所述直接存取存储器的所述温度在其特征在于的插件上的热敏电阻上测量。

根据本发明的上述方法，其特征在于所述直接存取存储器的所述温度在所述主轴电动机组件上的热敏电阻上测量。

再一方面，本发明提供一种防止低温损害直接存取存储器的主轴电动机组件的方法，所述方法包括：测量所述直接存取存储器的温度；加热所述主轴电动机组件，以在所述直接存取存储器的测量温度低于摄氏 0 度时，将所述主轴电动机组件的温度升高到正常操作的最小临界温度，其特征在于，加热所述主轴电动机组件，是通过将加热电流施加到所述主轴电动机组件的线圈上来进行；在对所述主轴电动机组件已加热了等

于或大于预定临界时间量时，暂停所述主轴电动机组件的加热，施加一个电流到所述主轴电动机组件上，测量施加到主轴电动机组件上的该电流并比较测量电流和最大临界电流，其特征在于在测量电流低于最大临界电流时开始所述主轴电动机的旋转操作；以及在测量电流超过最大临界电流时，重新加热所述主轴电动机组件，在重新加热的主轴电动机组件的测量温度低于或等于最大临界温度时，重新将电流施加到所述主轴电动机组件上，并重新测量重新施加到主轴电动机组件上的该电流并比较重新测量的电流和最大临界电流，其特征在于在重新加热的主轴电动机组件的重新测量温度大于最大临界温度时重新加热终止并且发出一个出错报告，其特征在于在重新测量的电流超过最大临界电流时继续进行所述主轴电动机组件的重新加热，并且所述方法返回到所述主轴电动机组件的所述重新加热，以及其特征在于在重新测量的电流小于最大临界电流时所述主轴电动机组件的进一步重新加热终止，并且开始所述主轴电动机的旋转操作。

又一方面，本发明提供一种防止低温损害直接存取存储器的主轴电动机组件的方法，所述方法包括：测量所述直接存取存储器的温度；加热所述主轴电动机组件，以在所述直接存取存储器的测量温度低于摄氏 0 度时，将所述主轴电动机组件的温度升高到正常操作的最小临界温度，其特征在于，加热所述主轴电动机组件，是通过激励所述主轴电动机组件的相位来进行；在对所述主轴电动机组件已加热了等于或大于预定临界时间量时，暂停所述主轴电动机组件的加热，施加一个电流到所述主轴电动机组件上，测量施加到主轴电动机组件上的该电流并比较测量电流和最大临界电流，其特征在于在测量电流低于最大临界电流时开始所述主轴电动机的旋转操作；以及在测量电流超过最大临界电流时，重新加热所述主轴电动机组件，在重新加热的主轴电动机组件的测量温度低于或等于最大临界温度时，重新将电流施加到所述主轴电动机组件上，并重新测量重新施加到主轴电动机组件上的该电流并比较重新测量的电流和最大临界电流，其特征在于在重新加热的主轴电动机组件的重新测量温度大于最大临界温度时重新加热终止并且发出一个出错报告，其特

征在于在重新测量的电流超过最大临界电流时继续进行所述主轴电动机组件的重新加热，并且所述方法返回到所述主轴电动机组件的所述重新加热，以及其特征在于在重新测量的电流小于最大临界电流时所述主轴电动机组件的进一步重新加热终止，并且开始所述主轴电动机的旋转操作。

还一方面，本发明提供一种能够阻止冷温损害直接存取存储器的主轴电动机组件的处理器，所述处理器包括：用于测量所述直接存取存储器温度的装置；用于将电流施加到所述主轴电动机组件的线圈上的装置，施加时间为所述主轴电动机组件的温度升高到正常操作的最小临界温度所需的时间；以及用于在所述主轴电动机组件的温度已升高到正常操作的最小临界温度时，开始所述主轴电动机组件旋转操作的装置。

根据本发明的上述处理器，其特征在于所述电流为 DC 电流，AC 电流和脉冲电流的任何一种。

根据本发明的上述处理器，其特征在于施加所述电流的所述装置将所述电流施加到所述主轴电动机组件的所述线圈上，时间为各自所述线圈上的电阻到达与施加电流对应的预定值所需的时间。

根据本发明的上述处理器，其特征在于所述电流被施加到所述主轴电动机组件的所述线圈上，时间为各自所述线圈上的电阻到达一预定值所需的时间，该值是基于存储在所述直接存取存储器中的控制器中的表格。

根据本发明的上述处理器，其特征在于根据施加到各自线圈上的电流或电压量的变化测量各自所述线圈中的变化的电阻值，确定存储在所述控制器中的所述表格中的电流值对应的所述线圈的电阻值。

根据本发明的上述处理器，其特征在于施加到所述主轴电动机组件的所述线圈上的所述电流与存储在所述直接存取存储器控制器中的表格中的所述直接存取存储器的测量温度相对应。

根据本发明的上述处理器，其特征在于所述电流被施加到所述线圈上，施加时间为所述主轴电动机组件的轴承到达预定最小临界温度所需的时间。

根据本发明的上述处理器，其特征在于所述直接存取存储器的所述温

度在所述直接存取存储器中的一个插件上的热敏电阻上测量。

根据本发明的上述处理器，其特征在于所述直接存取存储器的所述温度在所述主轴电动机组件上的热敏电阻上测量。

根据本发明的第一实例实施方案，小电流（DC，AC 或脉冲电流）可施加到磁盘驱动器单元定子的一个或多个线圈上。由于线圈中的电阻，热量可消散在主轴电动机组件中，并且消散的热量可传导到轴承和轴承润滑油中。润滑油于是可加热到最小临界温度，因此为主轴电动机组件的正常操作提供安全的环境。

可利用下述中的一种方法来确定要被施加到磁盘驱动器单元定子线圈的电流所需的时间量，该电流包括任意一种恒定 DC 电流 AC 电流和脉冲电流。首先，考虑主轴电动机组件的电压测量，可对主轴电动机组件进行实验测量，根据给定线圈的电流或电压的变化，确定随温度变化时的线圈电阻变化。所述测量可保存在磁盘驱动器单元控制器中的表格中，并且一旦得到给定的电阻值，主轴电动机组件可开始正常旋转操作。

其次，热敏电阻可提供在磁盘驱动器单元的插件上。控制器在加电之前首先确定磁盘驱动器插件的温度。如果磁盘驱动器插件的温度低于最小临界温度，控制器运行表格查找，检查最接近于测量温度的温度。然后在主轴电动机组件旋转之前，控制器施加电流到定子线圈上，时间为表格中规定的给定时间。

通过测量轴承温度相对于电流注入到主轴电动机定子线圈的时间，将用实验方法确定每个电动机的旋转时间。

最后，可为加热循环提供控制器的闭合回路反馈。当起始功率施加到磁盘驱动器单元上时，将会查询放在主轴电动机上的热敏电阻。如果测量的温度低于最小临界温度，控制器可施加电流，包括任何一种 DC，AC 或脉冲电流到主轴电动机线圈上，然后连续监控热敏电阻的温度，直到获得临界最小热敏电阻温度，由此能够使主轴电动机组件正常旋转。

本发明的第二实例实施方案不施加电流，包括任何一种 DC，AC 或脉冲电流，而是激励主轴电动机组件的相位，以“前后”的方式摇摆主轴电动机组件，避免了主轴的磨损，使得热量被消散在线圈中，结果，热

量可被消散在润滑油中，除此之外，与上述的第一实例实施方案相似。通过上述的示范性方法可确定摇摆相位以产生要被消散在线圈中的热量所需的时间量。

本发明的第三实例实施方案直接将加热器应用到主轴电动机组件的外部，或另一种方法，集成在主轴电动机组件里面，邻近轴承组件。加热器和热敏电阻可被集束在作为多相的和中线的电缆束中，并将被集中加热以尽可能迅速和有效地只加热主轴电动机组件。

附图说明

图 1 是流程图，描述了根据本发明实例实施方案的实例加电程序。

图 2 是数据存储磁盘存储器的实例示意图。

图 3 是根据本发明实例实施方案的主轴电动机组件的实例横截面图。

图 4 是根据本发明实例实施方案使用的旋转磁盘驱动器存储装置的实例。

图 5 是根据本发明的实例实施方案的磁盘主轴电动机的实例。

图 6 是流程图，描述了根据本发明另一实例实施方案的实例加电程序。

图 7 是流程图，描述了根据本发明另一实例实施方案的实例加电程序。

具体实施方式

在开始详细描述本发明之前，应当注意到在适当的时候，相同的参考号和字符可用于表示不同图表中相同的，相应的或相似的元件。此外，在下面的详细描述中，尽管本发明并不局限于此，但也给出了实例实施方案和数值。

根据本发明的第一实例实施方案，该实施方案可被应用到诸如图 2 示出的数据存储磁盘存储器 100 的示例数据存储磁盘存储器上，电流，包括任何一种小的恒定 DC 电流，AC 电流或脉冲电流，可被施加到磁盘驱动器单元 102 的一个或多个定子 135 的线圈上。由于线圈中的电阻，热量可被消散在主轴电动机组件 126 中，并且该热量可被传导进轴承和轴承润滑油中。轴承组件 127 显示在图 3 中，该图是主轴电动机组件 126 的横截面图。然后，润滑油可加热到最小临界温度，因此为主轴电动机组件 126 的正常操作提供了安全环境。

利用下述方法中的一种，可确定施加到磁盘驱动器单元 102 的定子线圈上的电流所需的时间量。首先，考虑主轴电动机组件 126 的电压测量，可对主轴电动机组件 126 进行实验测量，以在依靠给定线圈上的电流或电压的变化而变化温度时，确定线圈中电阻的变化。所述测量结果可被存储在控制单元 114 的表格中，并且一旦得到给定的电阻值，主轴电动机组件 126 可开始正常操作。

其次，可将热敏电阻提供在磁盘驱动器单元 102 的插件（卡）上。图 4 示出了根据本发明实例实施方案使用的图 2 中的旋转磁盘驱动存储装置 100 的图。磁盘驱动单元 102 包括可旋转的磁盘 116，其可被刚性地附着在轴心组件或主轴 126A 上，该组件或主轴可安装在磁盘驱动基底 104 上。主轴 126A 和磁盘 116 被主轴电动机组件 126 以恒定的旋转速度驱动。主轴电动机组件 126 在图 4 中未显示出来。数据可被记录在磁盘 116 的表面 118 上。致动组件 105，其可被定位在磁盘 116 的一端，由电磁电动机 107 驱动，沿着平行于主轴 126A 通路的轴 106 的圆弧旋转，从而定位转换器头 128。图 2 示出的顶盖 122，与基底 104 紧密结合，以密封和保护磁盘和致动组件。用于控制驱动操作和与其他装置（包括主计算机）连通的电子模块，被安装在电路插件 112 上。电路插件 112 可被安装在由基底 104 和顶盖 122 形成的机罩上，尽管电路插件 112 也可被安装在该机罩的里面，或者一部分电子设备可安装在机罩的里面同时其他部分被安装在机罩的外面。多个磁头/悬挂组件 130 被刚性地附着在致动装置 105 的尖端上。具有转换器头 128 的空气动力滑动块 109 可被定位在邻近磁盘表面 118 的每个磁头/悬挂组件 108 的端部。为了保护磁盘表面和磁头，并且为了促使主轴电动机组件 126 更加容易地从完全停止状态开启，在磁盘驱动单元 102 未使用时滑动块和转换器头组件 129 可被“卸载”，因此致动装置 105 可远离磁盘 116 的中心旋转，使得在每个悬挂组件 108 端部的突出指 115 啮合于倾斜组件 117 的各自倾斜面，升高滑动块 109 远离磁盘表面 116。热敏电阻 120 被安装在由基底 104 和顶盖 122 组成的机罩的外部，尽管与电路插件 112 相似，热敏电阻也可被安装在所述机罩的里面。

在加电之前，控制器 114 首先确定磁盘驱动插件的温度。如果磁盘驱动单元插件的温度低于最小临界温度，控制器 114 可执行表格，查找最接近于测量温度的温度。然后在主轴电动机组件 126 旋转之前，控制器 114 将电流施加到定子线圈上，时间为表格中规定的时间。

一般来说，在初始功率施加到磁盘驱动器单元上时热敏电阻将被轮询。如果测量的温度低于最小临界温度，控制器 114 会施加电流到主轴电动机线圈上，然后连续地监测热敏电阻温度，直到得到临界最小热敏温度，以能够正常旋转主轴电动机组件 126。施加的电流可为 DC，AC 或脉冲电流的任何一种。

在图 1 中，步骤 1 中的加电或开始命令之后，在步骤 5 中，热敏电阻 120 指示磁盘驱动单元 102 的温度是否低于或等于摄氏 0 度。如果温度高于摄氏 0 度，在步骤 15 中控制器 114 接收加热器被关闭的状态，并且在步骤 40 中硬盘驱动加电程序开始。然而，如果温度低于或等于摄氏 0 度，在步骤 10 中控制器 114 接收加热器要被打开的返回状态，并且在步骤 20 中硬盘驱动器被加热一段预定时间。在步骤 25 中，可再次确定温度是否低于摄氏 0 度。如果温度低于摄氏 0 度，控制器 114 接收磁盘驱动器未准备好的状态，并且在步骤 35 中结束加电程序。然而，在步骤 25 中所确定的，如果温度为摄氏 0 度或更高，在步骤 40 中可开始硬盘驱动器加电程序。在步骤 45 中，可确定硬盘驱动器是否准备好。如果准备好，相应的状态可汇报到控制器 114 中，并且在步骤 60 中结束加电程序。然而，如果磁盘驱动器未准备好，在步骤 65 中该状态可汇报到控制器 114 中，并在步骤 70 中结束加电程序。

在另一方案中，通过测量轴承温度相对于电流流入到主轴电动机定子线圈中的时间，可通过实验确定每个电动机的旋转时间。

例如，如图 6 所示，对于加热循环可提供控制器 114 的闭合回路反馈。在步骤 601 中的加电或开始命令之后，在步骤 605 中热敏电阻 120 指示磁盘驱动单元 102 的温度是否低于等于摄氏 0 度。如果温度高于摄氏 0 度，在步骤 615 中控制器 114 接收加热器被关闭的状态，并在步骤 640 中开始硬盘驱动器加电程序。然而，如果温度低于或等于摄氏 0 度，在

步骤 610 中控制器接收加热器要被打开一段足以加热的期望或估计时间的返回状态，并在步骤 620 中对硬盘驱动器加热一段估计时间，X 分钟。在步骤 622 中，可确定加热时间的实际长短是否低于估计的时间长短 X。如果低于，可在步骤 625 中再次确定温度是否低于摄氏 0 度。然后，如果温度低于摄氏 0 度，可再次进行确定加热时间的实际长短是否低于估计的时间长短 X。如果温度不低于摄氏 0 度，那么在步骤 640 中开始 HDD 加电程序。在步骤 645 中，可确定硬盘驱动器是否准备好。如果准备好了，在步骤 650 中相应的状态可汇报到控制器 114 中，并在步骤 660 中结束加电程序。然而，如果硬盘驱动器未准备好，那么在步骤 665 中相应的状态可汇报到控制器 114 中，并在步骤 670 中结束加电程序。但是，如果在步骤 622 中加热的实际时间不低于估计的时间 X，那么在步骤 623 中控制器 114 接收加热器被关闭的状态，还在步骤 630 中接收磁盘驱动器未准备好的状态，并在步骤 635 中结束加电程序。

本发明的第二实例实施方案不施加 DC，AC 或脉冲电流，而是激励主轴电动机组件 126 的相位，以“前后”的方式摇摆主轴电动机组件 126 使得热量可被消散在线圈中，结果，热量可被消散在润滑油中，除此之外，与上述的第一实例实施方案相似。如图 5 所示，主轴电动机组件 126 为具有线圈的电定子和永久磁转子的无刷 DC 电动机。定子线圈连接到具有中心分接头的三相 Y 形组态上，虽然其他相数或诸如 Δ 组态的其他组态也是可能的。虽然可改变极的个数，定子线圈 301-309 优选装配有每相串联连接的三个极，总共九个极。定子线圈的三相分别由主轴电动机驱动器中的驱动晶体管驱动。给定相位的所有的极由相关相位线上共同的驱动电路驱动，例如，极 301，304 和 307 串联连接并由相位线 A 驱动。然而，另一方面，对于相同相位的不同极提供单独的驱动晶体管应该是可能的。

图 5 描绘出了典型的磁盘驱动器主轴电动机组态。相位，极和其他要素的具体组态对于本发明并不是决定性的。在此描述的限制磁盘的机械装置可应用在具有各种主轴电动机组态的磁盘驱动器中。然而，关于本发明，可通过上述的示例方法确定摇摆相位以产生消散在线圈中的热量

的时间量。

如图 4 所示的本发明第三实例实施方案包括加热元件 150，其可被直接施加到主轴电动机组件 126 的外部，或另一种方法，如图 3 所示，集成在主轴电动机组件 126 中，邻近轴承组件。例如，加热元件 150 可包括电阻加热元件，其可被机械地结合到如图 3 所示定子 135 上，或可被连接到主轴电动机组件 126 的另一外部部分，包括安装法兰 134。此外，可为电阻加热元件的加热元件 150 可被配置在主轴电动机组件 126 的中心区域 137 中，如图 3 所示。加热元件 150 和热敏电阻应被放进作为 3 相线和中线（假定 Y 组态）的相同电缆束中，并应被安装成以尽可能迅速和有效地只对主轴电动机组件加热。

本发明的第四实例实施方案显示在图 7 中，该图示出了利用正被施加以启动主轴电动机组件 126 的电流 I 的加电程序。也就是说，目前对于主轴电动机控制器来说，测量正在施加以引起主轴电动机组件开始的电流量是可能的。因此，通过本发明，在步骤 701 中的加电或启动命令之后，在步骤 705 中热敏电阻 120 指示磁盘驱动单元 102 的温度是否低于或等于摄氏 0 度。如果温度高于摄氏 0 度，那么在步骤 740 中主轴电机开始工作并且开始正常操作，并在步骤 790 中结束加电程序。然而，如果磁盘驱动单元 102 的温度低于或等于摄氏 0 度，开启加热元件 150，并在步骤 715 中热敏电阻 120 指示磁盘驱动单元 102 的温度 T 是否高于或等于最小临界温度 T_{\min} 。如果温度 T 低于最小临界温度 T_{\min} ，在步骤 720 中对磁盘驱动单元 102 连续加热，并且加电程序返回到步骤 715 的确定。然而，如果 $T > T_{\min}$ ，在步骤 725 中关闭加热器。

然后，在步骤 730 中，通过本领域所熟知的电流传感器（未示出），在步骤 730 中测量施加到主轴电动机组件 126 的电流 I ，并且控制器 114 确定 I 是否大于最大临界电流 I_{\max} ，其为主轴电动机组件 126 启动所允许的最大温度。如果 I 低于 I_{\max} ，那么在步骤 740 中主轴电机开始工作并且进行正常操作，并在步骤 790 中结束加电程序。然而，如果 I 大于 I_{\max} ，在步骤 745 中加热元件 150 再次开启，并且在步骤 750 中热敏电阻 120 确定磁盘驱动单元 102 的温度 T 是否低于或等于最大临界温度 T_{\max} 。如

果温度 T 高于最大临界温度 T_{\max} ，在步骤 755 中给控制器 114 出错报告，并在步骤 790 中结束开始程序。然而，如果在步骤 750 中磁盘驱动单元 102 的温度 T 低于或等于最大临界温度 T_{\max} ，那么在步骤 767 中再次测量施加到主轴电动机组件 126 的电流 I ，并且在步骤 765 中控制器 114 确定 I 是否大于最大临界电流 I_{\max} 。如果 I 大于 I_{\max} ，在步骤 770 中对主轴电动机组件 126 继续加热，并且启动程序返回到步骤 750。但是如果 I 低于 I_{\max} ，控制器 114 关闭加热元件 150，然后在步骤 780 中主轴电机开始工作并且进行正常操作，并在步骤 790 中结束加电程序。

通过第四实施方案，主轴起始电流 I 用作主轴电机冲突的指示器，因此提供了主轴电动机组件 126 准备好正常操作的进一步指示。

应当注意到已在上面对的本发明的方法实施方案可被应用到已在上面对的本发明的各种装置实施方案中。例如，方法实施方案可被应用到任何的计算机上，以阻止冷温引起其直接存取存储装置 (DASD) 的主轴电动机组件的损坏。

就此结束本发明实例实施方案的描述。尽管针对其说明性的实施方案已对本发明进行了描述，应当明白，在本发明原则的范围和精神内，本领域中的技术人员可设计许多其他的修改和实施方案。特别是，在先前公开内容、附图和附加的权利要求不脱离本发明精神的范围内，在主题组合配置的组件和/或布置中进行一些合理的变化和修改是可能的。除了组件和/或布置中的变化和修改，替换性的应用对于本领域中的技术人员来说也是明显的。

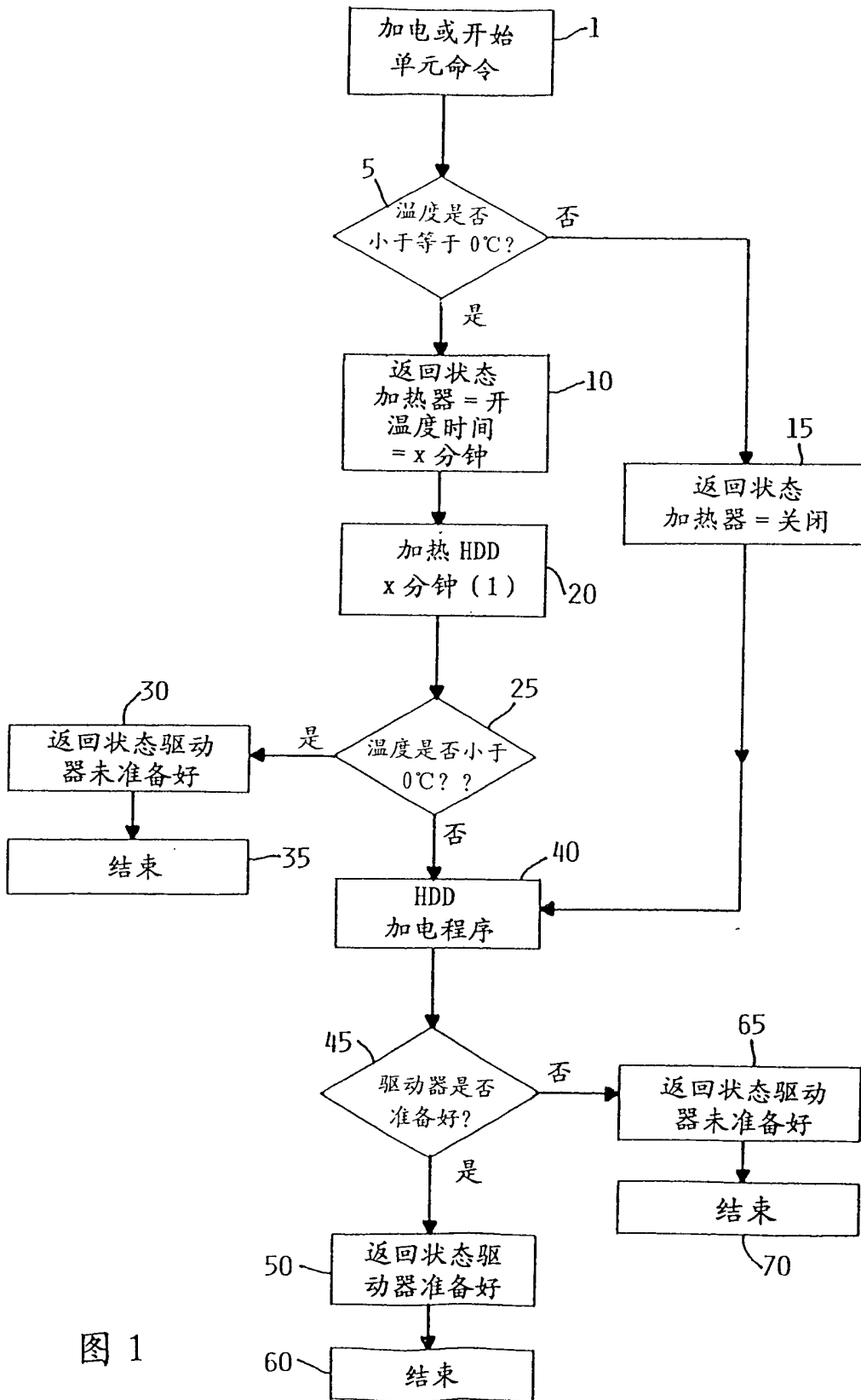


图 1

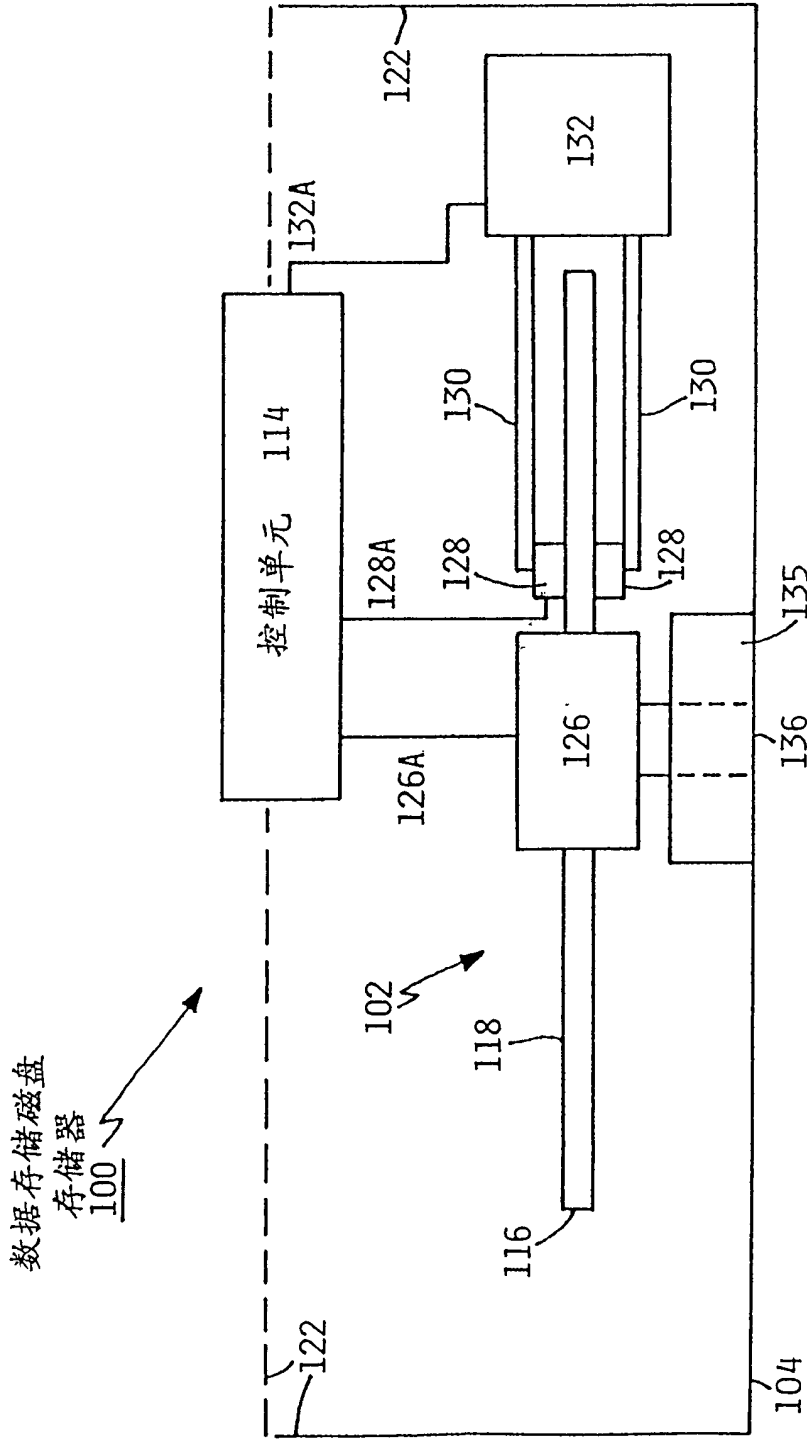
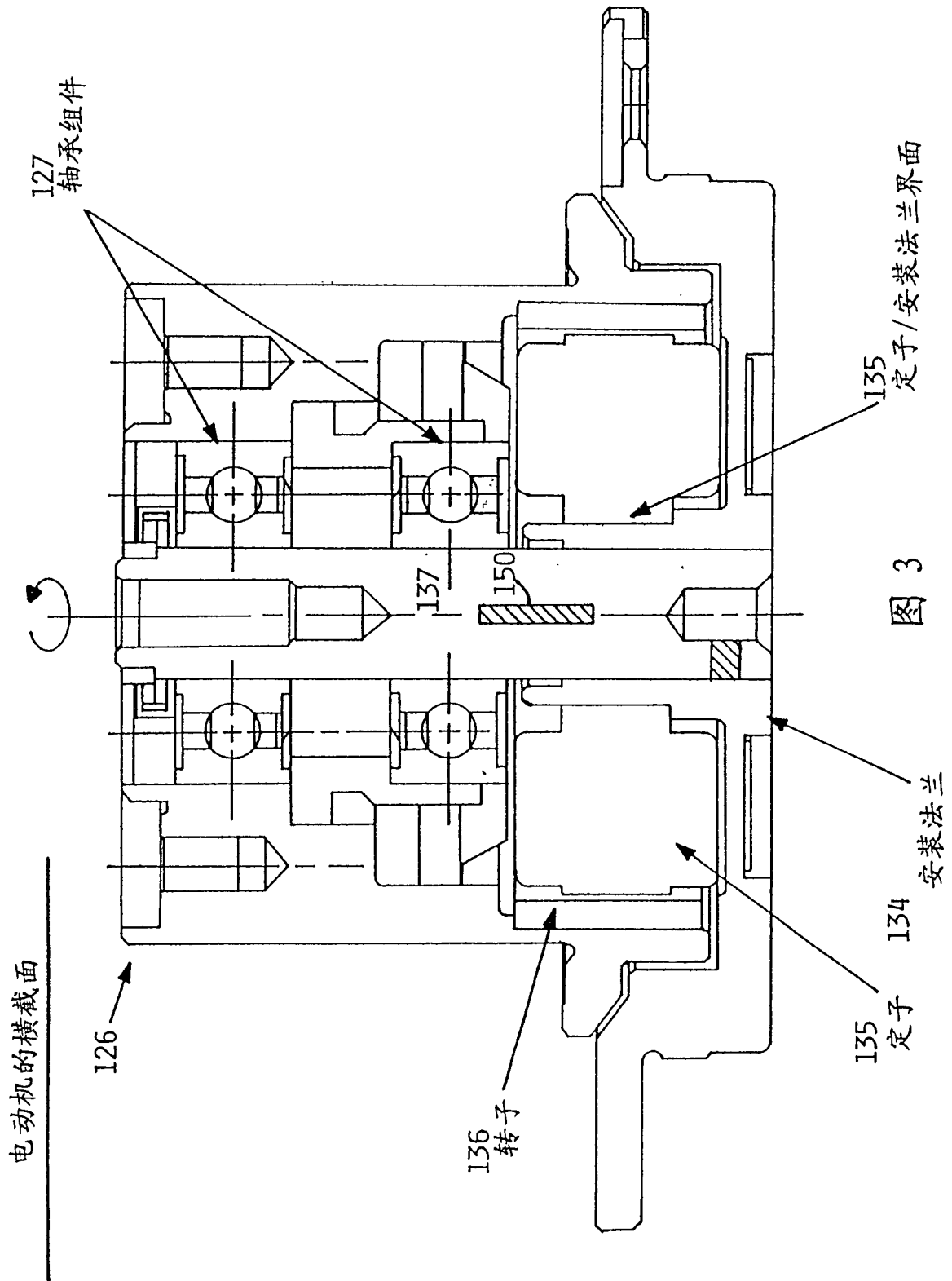


图2 (现有技术)



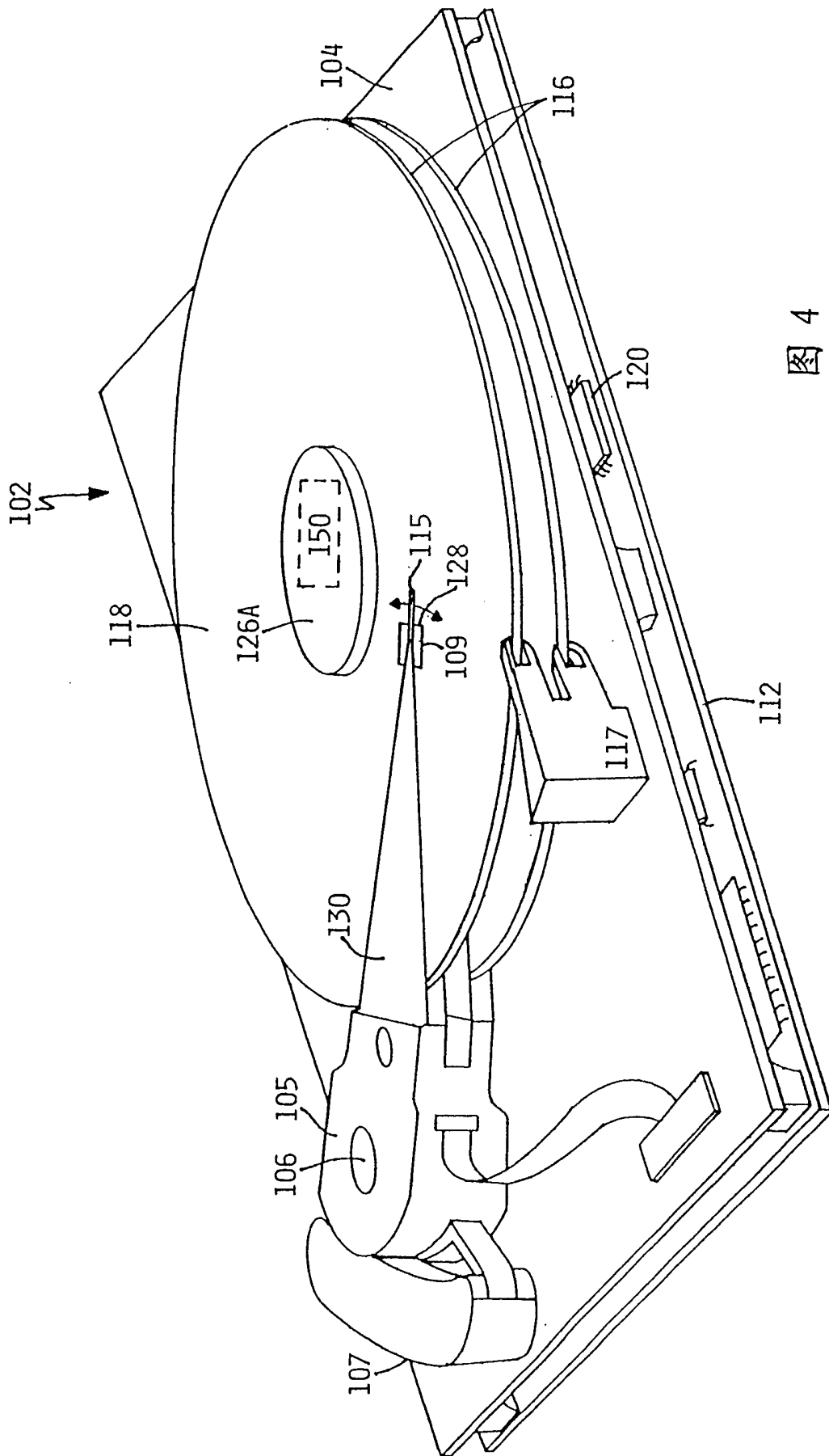


图 4

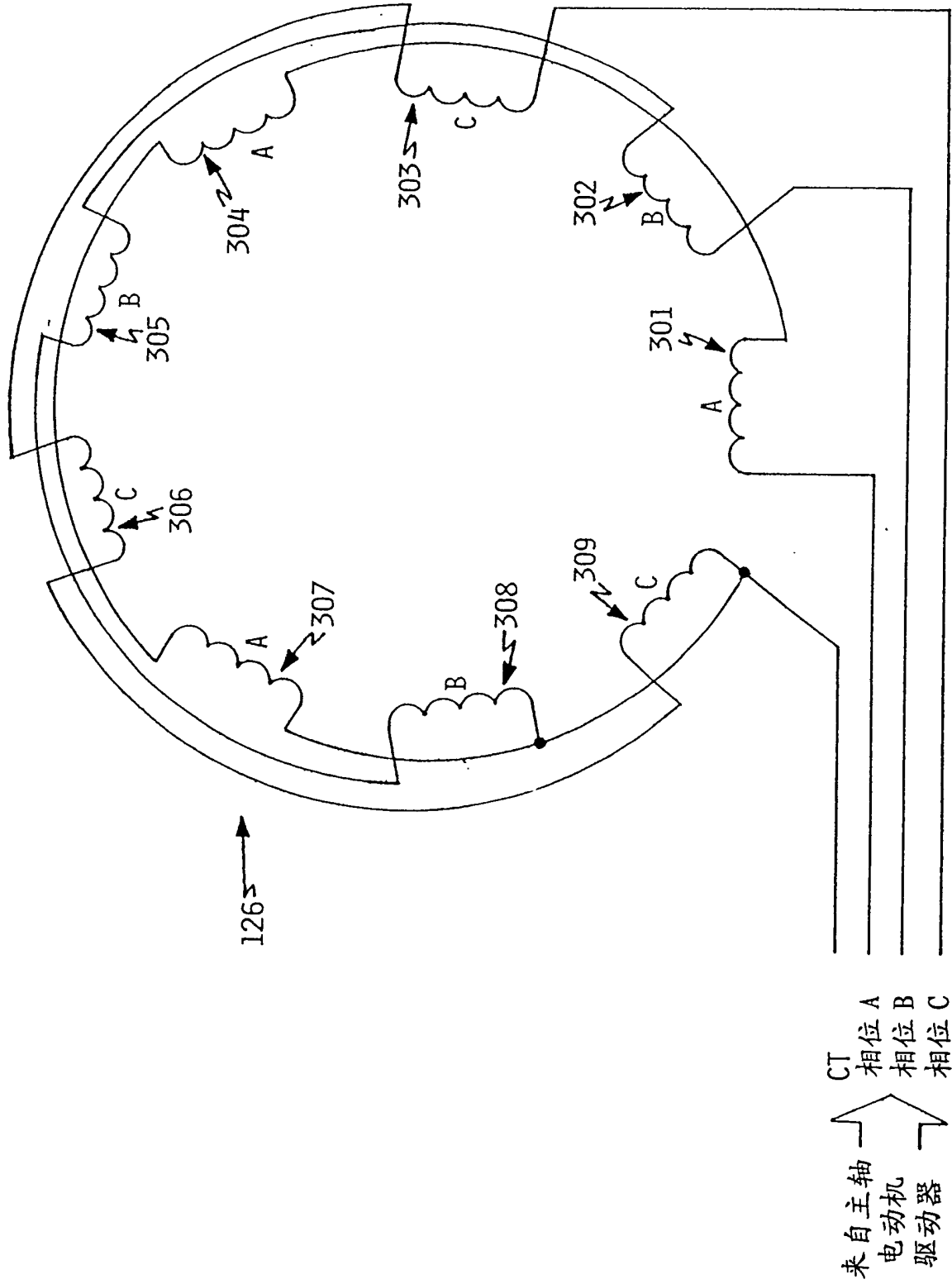


图 5

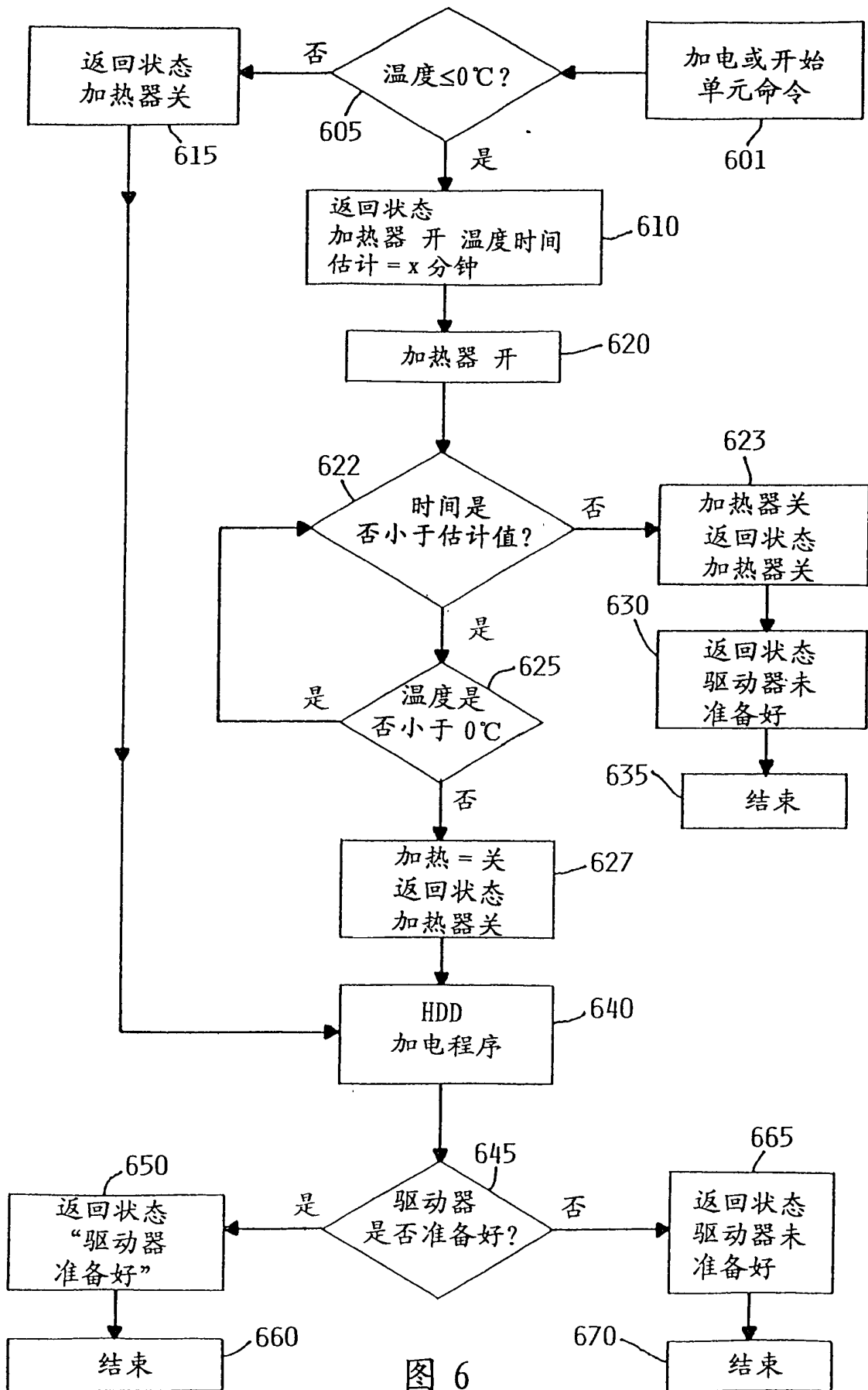


图 6

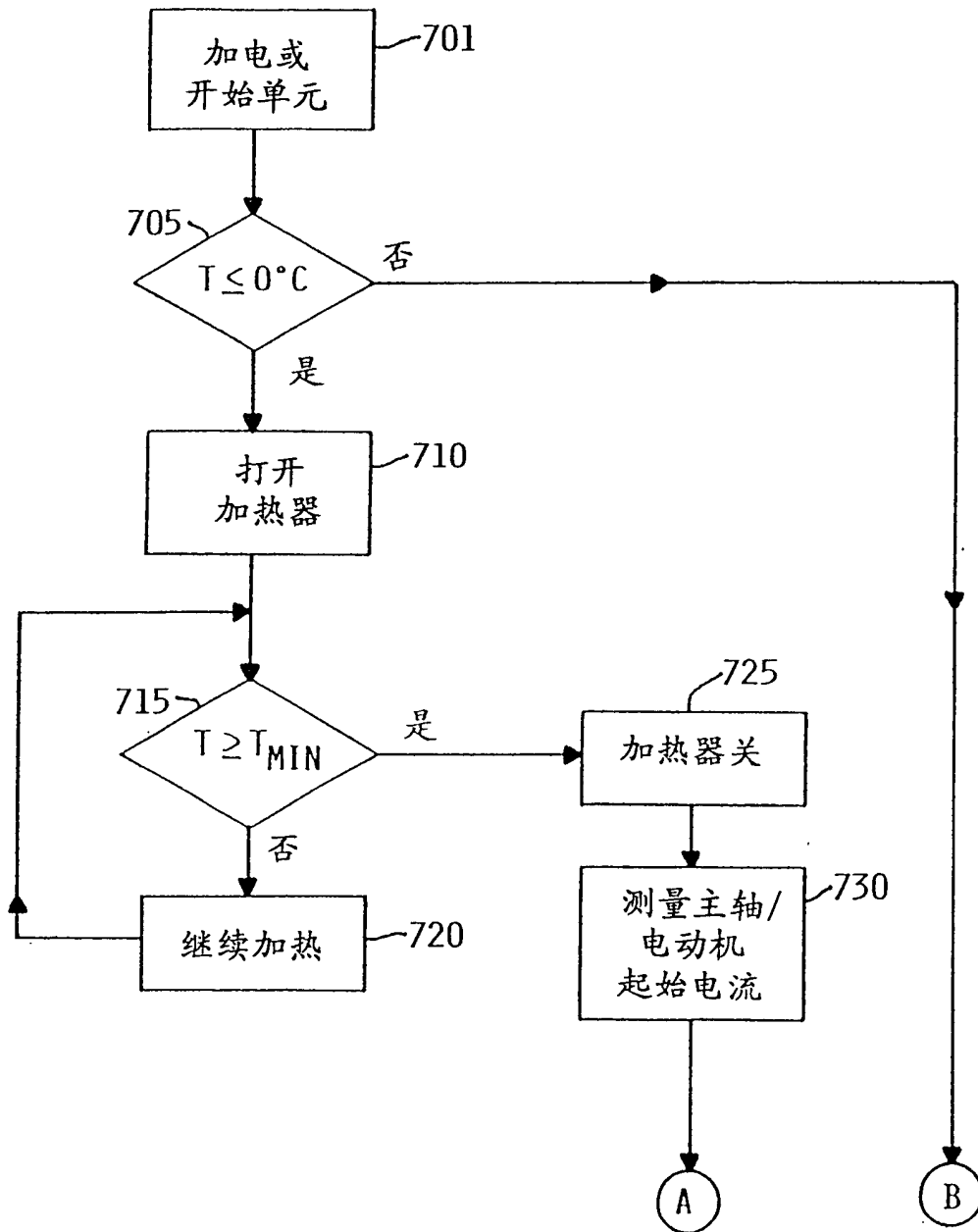


图 7A

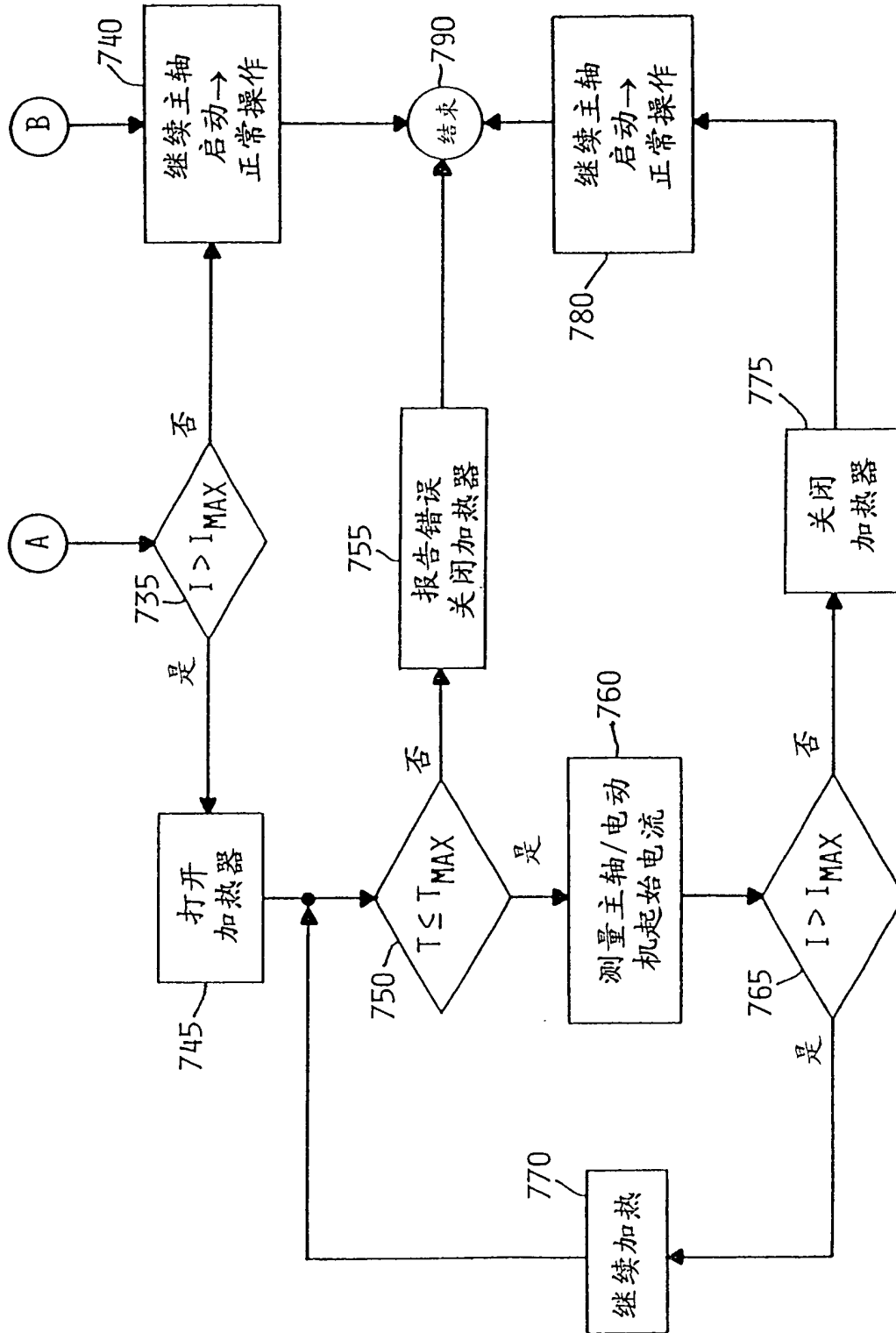


图 7B