



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 00817673.6

[45] 授权公告日 2005 年 12 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1232161C

[22] 申请日 2000.12.18 [21] 申请号 00817673.6

[30] 优先权

[32] 1999.12.23 [33] US [31] 09/470,800

[86] 国际申请 PCT/IE2000/000149 2000.12.18

[87] 国际公布 WO2001/049093 英 2001.7.5

[85] 进入国家阶段日期 2002.6.24

[71] 专利权人 模拟器件公司

地址 美国马萨诸塞州

[72] 发明人 约翰·布拉克

审查员 王 欢

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

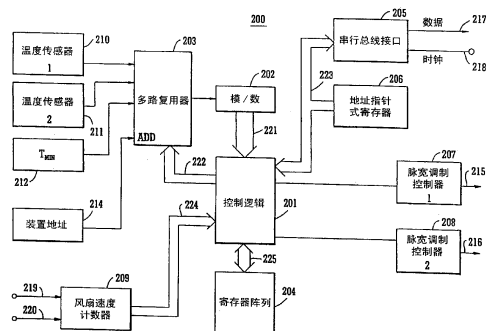
代理人 朱进桂

权利要求书 5 页 说明书 14 页 附图 8 页

[54] 发明名称 风扇速度控制系统

[57] 摘要

一种电子设备外壳用的风扇速度控制系统(200)包括:确定外壳内部多个位置上的温度的装置(201, 202, 203, 210, 211);确定风扇控制系统运行参数的装置(201, 202, 203, 212);设置至少一个冷却风扇的运行速度的装置(201);和装置,其用于与外部控制器交换涉及风扇速度控制系统运行的信息信号(205, 217, 218)。同时提供一种电子设备外壳用的风扇的速度控制方法,包括步骤:确定外壳内部多个位置上的温度;确定风扇控制系统运行参数;设置至少一个冷却风扇的运行速度;和装置,其用于与外部控制器交换涉及风扇速度控制系统运行的信息信号。



1. 一种电子设备外壳的风扇速度控制系统，包括：
5 确定外壳内部多个位置上的温度的装置；
响应所确定的温度，和至少一个其它可变输入，来确定风扇控制系统运行参数的装置，所述其它可变输入包括最小控制温度值、温度增量值和临界温度之中的一个或多个值；
响应所述操作参数和所述确定的温度，设置至少一个冷却风扇的运行速度的装置；和
10 装置，其用于与外部控制器交换涉及风扇速度控制系统运行的信息信号。
2. 根据权利要求 1 所述的风扇速度控制系统，其中，所述确定温度的装置包括：
15 多个温度传感器；
与温度传感器相连的模拟多路复用器；
与模拟多路复用器相连的 A / D 转换器；和
控制模拟多路复用器通道选择及读取 A / D 转换器输出的控制逻辑电路。
- 20 3. 根据权利要求 1 所述的风扇速度控制系统，其中，确定风扇速度控制系统运行参数的装置包括：
多个电压分压器网络；
与电压分压器相连的模拟多路复用器；
与模拟多路复用器相连的 A / D 转换器；和
25 控制模拟多路复用器通道选择及读取 A / D 转换器输出的控制逻辑电路。
4. 根据权利要求 3 所述的风扇速度控制系统，其中，电压分压器网络包括电阻性电压分压器网络。
5. 根据权利要求 4 所述的风扇速度控制系统，其中，电阻性电压分
30 压器网络包括配置在规定的电源电压和地电位之间的多个串联电阻器。

6. 根据权利要求 5 所述的风扇速度控制系统, 其中, 选择电阻器值, 以便在每两个相邻的串联电阻器之间的分接头上产生一组八个预定电压之一。

7. 根据权利要求 1 所述的风扇速度控制系统, 其中, 设置至少一个
5 冷却风扇的运行速度的装置包括:

与控制逻辑电路相连的计算装置, 该计算装置根据所选运行参数的线性内插, 计算风扇控制输出信号的脉冲宽度调制占空比。

8. 根据权利要求 7 所述的风扇速度控制系统, 其中, 所选运行参数的线性内插包括:

10 确定测得的运行温度值与运行温度值的预定范围之间的比值; 和
根据所述比值确定风扇控制输出占空比。

9. 根据权利要求 1 所述的风扇速度控制系统, 其中, 交换信息信号的装置包括:

在风扇速度控制系统和外部控制器之间, 互连数据信号和时钟信号
15 的信息流, 以建立串行通信总线的装置; 和
用于管理信息信号互换的串行总线接口。

10. 根据权利要求 9 所述的风扇速度控制系统, 其中, 互连数据信号和时钟信号信息流的装置, 包括专用数据信号通信线和专用时钟信号通信线。

20 11. 根据权利要求 9 所述的风扇速度控制系统, 其中, 串行总线接口装置包括:

确定串行通信总线上 START 条件的装置;

将来自外部控制器的数据信号通信线上的串行发送的数据信号, 转换为并行数据信号的装置;

25 确认收到来自外部控制器的串行发送的数据信号的装置; 和
从风扇速度控制系统向外部控制器串行发送被请求数据的装置。

12. 根据权利要求 11 所述的风扇速度控制系统, 其中, 转换串行发送的数据信号的装置包括移位寄存器。

13. 根据权利要求 11 所述的风扇速度控制系统, 其中, 确定串行通
30 信总线上的 START 条件的装置包括一个装置, 其用于检测数据通信线上

的由高至低的逻辑转变，同时检测时钟信号通信线上的高逻辑状态。

14. 一种电子设备外壳的风扇速度控制系统，包括：

多个温度传感器；

多个电压分压器网络；

5 其中，温度传感器和电压分压器网络向风扇速度控制系统提供运行参数，

与温度传感器和电压分压器相连的模拟多路复用器；

与模拟多路复用器相连的 A / D 转换器；

控制模拟多路复用器通道选择及读取 A / D 转换器输出的控制逻辑
10 电路；

与控制逻辑电路相连的运算逻辑单元，该单元根据所选运行参数之一的线性内插，计算风扇控制输出信号的脉冲宽度调制占空比；和

串行总线接口，该接口提供风扇速度控制系统和外部控制器之间的数据信号线和时钟信号线的互连。

15 15. 根据权利要求 14 所述的风扇速度控制系统，其中，所选运行参数的线性内插包括：

确定测得的运行温度值与运行温度值的预定范围之间的比值；和
根据所述比值确定风扇控制输出占空比。

16. 根据权利要求 14 所述的风扇速度控制系统，其中，串行总线接
20 口包括：

检测串行通信总线上 START 条件的监控逻辑电路；

将数据信号通信线上来自外部控制器的串行发送的数据信号，转换为并行数据信号的移位寄存器；

确认收到来自外部控制器的串行发送数据信号的逻辑电路；和

25 与控制逻辑电路协同工作，从风扇速度控制系统向外部控制器串行发送被请求数据的逻辑单元。

17. 一种控制电子设备外壳用的风扇的速度的方法，包括步骤：

(a) 确定外壳内部多个位置上的温度；

(b) 响应所确定的温度，和至少一个其它可变输入，来确定风扇控
30 制系统运行参数，所述其它可变输入包括最小控制温度值、温度增量值

和临界温度之中的一个或多个值；

(c) 响应所述操作参数和所述确定的温度，设置至少一个冷却风扇的运行速度；和

(d) 与外部控制器交换涉及风扇速度控制系统运行的信息信号。

5 18. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，设置运行速度的步骤进一步包括步骤：

根据所选运行参数的线性内插，计算风扇控制输出信号的脉冲宽度调制占空比。

10 19. 根据权利要求 18 所述的方法，其中，计算脉冲宽度调制占空比的步骤进一步包括步骤：

(a) 确定测得的运行温度值与运行温度值的预定范围之间的比值；
和

(b) 根据所述比值确定风扇控制输出占空比。

15 20. 一种电子设备外壳中控制冷却风扇运行速度的方法，该方法包括步骤：

(a) 测量最低控制温度值；

(b) 确定温度增量值；

(c) 在预定的存储寄存器中，存储最低控制温度值和温度增量值；

(d) 设置冷却风扇在预定的时间周期内为全速；

20 (e) 从温度传感器读取运行温度信息；

(f) 如果运行温度低于所述最低温度，则停止冷却风扇；

(g) 如果运行温度高于预定临界温度，冷却风扇则继续运行于全速；

(h) 否则，根据测得的温度，所述最低温度，和温度增量值，计算脉冲宽度调制的风扇控制输出信号的脉冲宽度；和

25 (i) 将脉冲宽度调制的风扇控制输出信号加至冷却风扇，以控制它的运行速度。

21. 根据权利要求 20 所述的方法，其中，确定温度增量值的步骤包括：从存储寄存器的预定的一个之中读取温度增量值。

30 22. 根据权利要求 20 所述的方法，其中，确定温度增量值的步骤包括：从外部电压分压器网络中读取输出电压值。

23. 根据权利要求 20 所述的方法，其中，进一步包括步骤：

- (a) 确定风扇速度控制系统的一个装置地址；
- (b) 监控来自外部控制器的串行数据和时钟信息信号；
- (c) 确定 START 条件是否已经存在；
- 5 (d) 将接收到的装置地址与风扇控制系统的装置地址比较，并判定是否匹配；和
- (e) 如果匹配存在，则确认接收到的装置地址，并在被请求时响应进一步接收到的数据信号。

风扇速度控制系统

5

技术领域

本发明一般涉及风扇速度控制，特别是涉及电子设备外壳的风扇速度控制系统，尤其是针对这样一种风扇速度控制系统，它在保留一定自主性的同时，与外部处理器源通信，并利用脉冲宽度调制维持风扇速度与设备温度之间的预定关系。

背景技术

电子设备常常产生热量，在很大程度上是因为事实上没有一种电子系统能有百分之百的效率。系统的相当一部分输入功率必然会耗散为热量。

随着半导体的出现，有可能构成在低功耗下工作的电子系统。这些早期的固态电子系统一般表现低的总功耗，所以即使效率低，发热量却较小。只有在设备内部要求产生高功率的某些部分，例如无线电发射机装置，在设备内部有局部发热，需要使用散热片和 / 或冷却风扇。

早期的计算机实际上有房间那样的大小，这是因为需大量只能用真空管来提供的开关电路。由于真空管本来就是低效的，所以早期计算机系统的尺寸和费用，很大一部分归因于电源和冷却系统，随着晶体管和最后的集成电路变得更为广泛地存在，计算机系统的尺寸和电源要求奇迹般地降低了。

因为微处理器系统那么小，又只用那么一点电源，所以可手携的以电池供电的系统突飞猛进地生长发展起来。但是，许多新的应用程序需要大量的处理功率，新的亚微米结构的高速操作，也需要消耗相当数据的功率。

然而，这并没有妨碍快速处理器或手携式系统的发展。不依赖于电池供电的固定式设备，能够容许冷却风扇所需要的附加功率消耗，此外，

由于很高容量电池的新近发展，即使小型封装，可携式计算设备也能利用承认对冷却风扇的需要并因而考虑功率的新的更有力的处理技术。

当然，即使最好的时新的电池部件也不会有无限的功率，何况还存在涉及风扇高速运行产生的噪声的环境标准。在许多形式的高性能设备中，例如高速、大容量文档服务器中，多个处理器产生的热量足以要求集合例如多至 8 个或 16 个风扇，以达到满意的冷却效果。从声学方面考虑，希望风扇低速运行以降低噪声水平，虽然环境要求的噪声水平也许能通过风扇低速运动而实现，但在低的风扇速度下，却不可能提供足够的冷却。应当是没有必要为了顺从噪声发射标准而牺牲设备的冷却。毕竟，缺乏适当的冷却会缩短部件的寿命，系统维护的成本也会持续上升。

长期以来已认识到，与温度成比例的速度控制可以用脉冲宽度调制（PWM）的方法实现。已有大量已知技术的装置能响应来自外部温度传感器的温度信号，提供 PWM 风扇速度控制。

虽然目前能买到的装置能响应温度信号，提供风扇速度控制，但这引起装置不允许工作参数被轻易地改编程序，以适应特定机壳的热特性，它们也不允许外部控制器操纵风扇的管理，除非完全地接管风扇。这些装置普遍地没有提供在广泛应用范围内最灵活的适当接口给外部控制单元。

20 发明内容

现有技术的这些缺点及其他，是本发明的风扇控制系统的考虑目标。计算机系统一般有多个热源，包括处理器，电源模块等等，在计算机系统工作时，它们会产生相当大的热量。在计算机系统外壳的内部，温度上升显著，所以，用风扇将温度保持在可以接受的水平。

然而，让风扇总是工作于最高速度未必是一个最佳的解决办法。对于适当的特定的温度，希望风扇运行于最低速度，以降低声学噪声和功率消耗，并延长用来进行冷却的风扇的寿命。当然，功率消耗的考虑主要是着眼于使用电池电源的手携式设备。

一个或多个热敏二极管可用作温度检测。使用热敏二极管比用热敏电阻的方法花费较少，也能更精确。本发明也包括与系统软件通信的技

术, 增强本发明的灵活性, 并使本发明在广泛的应用和环境范围内变得实用。

本发明总的来说, 描述一种 PWM 风扇速度控制电路, 其中, PWM 脉冲宽度, 和最终的风扇速度, 在预定的温度范围 T_{min} 至 T_{max} 内线性地变化。有各种选择, 以设置若干不同的 T_{min} 值, 并通过规定与脉冲宽度的每一增量相应的度数 C , 选择设置温度范围 ($T_{max}-T_{min}$)。

举个例子, 可假定风扇速度大致与 PWM 占空比线性相关, 并假定方案规定, PWM 占空比以预定数目的增量从 T_{min} 至 T_{max} 线性增加。已经观察到, 风扇在很低速度下尤其不能很好地工作, 经验上的判定支持这样的看法, 即实用的最低风扇速度是最高速度的 $1/3$ 左右。所提出的系统提供约 240 级速度增量, 每一增量相应于几分之一度 C 。为便于实现, 通常只允许有限数目的增量, 即 $1/16$ 度 C , $1/8$, $1/4$, $1/2$ 和 1 度。事实上, 在正常情况下, 一般只实用大约 160 级速度增量, 因为在大多数应用中, 前三分之一 (240 级中除外的 80 级) 是不用的。当然, 总是有这样的可能, 一个特殊的风扇也许在低于全速的 $1/3$ 速度下良好地工作, 所以可能有 240 级速度增量中的更多增量被使用的情形。

T_{min} 值的范围可通过外部的电阻性分压器网络来设置。系统能区分八个电压级。这些电压级中的七个与各个不连续的 T_{min} 值相对应, 而第八个值的作用则是完全禁止自动风扇速度控制。温度增量也能预先编程进入系统。为了简化起见, 或许最好将增量限制为 1 度的 2 倍率倍数 (power-of-two multiples of 1 degree C)。

这个约束条件使数学上的处理非常简单, 因为处理 2 或 2 的倍率, 能通过简单的移位操作而不是复杂得多的浮点运算操作来进行。

由于一般只使用 240 个不连续级中的大约 160 级, 至少在理论上有可能选择 1°C 的增量温度值, 而最低温度为 20°C 。这意味着最高温度将是 180°C 。也有一种将临界温度编入程序的措施, 如果超过临界温度, 将自动地将风扇速度增加至最大。应当注意, 临界温度是外部编程能力提供的另一值, 因为可以料想到临界温度从机壳到机壳会有相当大的变化, 并至少在某种程度上依赖于温度传感器的位置。

使用一些定性分析, 临界温度似乎可能在例如 50 至 100°C 左右之间

变化。一种可能的实现临界温度编程方法，可包括默认临界值 80℃，系统软件对这个值有改写能力。可以在硬件上忽略这个默认值，即单纯地设置 Tmin 和温度增量，以确保风扇速度在温度值低于临界温度时，将增加至全速。

- 5 系统软件能改写临界温度，然后设置一个锁定位，它将防止现存状态的进一步改变。也许硬件或软件复位的各级能清除锁定位，并允许进一步编程，虽然这并不是本发明的关键要素。

根据本发明，提供一种电子设备外壳用的风扇速度控制系统，包括：确定外壳内部多个位置上的温度的装置；确定风扇速度控制系统运行参
10 数的装置；设置至少一个冷却风扇的运行速度的装置；和装置，其用于与外部控制器交换涉及风扇速度控制系统运行的信息信号。

确定温度的装置可包括：多个温度传感器；与温度传感器相连的模拟多路复用器；与模拟多路复用器相连的 A/D 转换器；和控制模拟多路复用器通道选择及读取 A/D 转换器输出的控制逻辑。确定风扇速度
15 控制系统运行参数的装置可包括：多个电压分压器网络；与电压分压器相连的模拟多路复用器；与模拟多路复用器耦合的 A/D 转换器；和控制模拟多路复用器通道选择及读取 A/D 转换器输出的控制逻辑。

在本发明的一种形式中，设置至少一个冷却风扇的运行速度的装置包括：与控制逻辑关联的计算装置，该计算装置根据所选运行参数的线性内插，计算风扇控制输出信号的脉冲宽度调制占空比。这样实现所选
20 运行参数的线性内插：确定测得的运行温度值与运行温度值的预定范围之间的比值；和通过将这个比值加至预定的风扇控制输出占空比的范围，选择风扇控制输出占空比。

在本发明的一个实施例中，交换信息信号的装置包括：在风扇速度
25 控制系统和外部控制器之间，互连数据信号和时钟信号的信息流，以建立串行通信总线的装置；和用于管理信息信号互换的串行总线接口。

互连数据信号和时钟信号信息流的装置，最好包括专用数据通信线和专用时钟通信线。

在本发明的一种形式中，串行总线接口装置包括：确定串行通信总
30 线上 START 条件的装置；将数据信号通信线上来自外部控制器的串行发

送的数据信号，转换为并行数据信号的装置；确认收到来自外部控制器的串行发送的数据信号的装置；和从风扇速度控制系统向外部控制器串行发送被请求数据的装置。转换串行发送的数据信号的装置可包括移位寄存器；而确定串行通信总线上的 START 条件的装置，可包括这样的装置，其用于检测数据通信线上的由高至低的逻辑转变，同时检测时钟信号通信线上的高逻辑状态。

在本发明的另一形式中，提供一种电子设备外壳用的风扇速度控制系统，包括：多个温度传感器和多个电压分压器网络，其中，温度传感器和电压分压器网络向风扇速度控制系统提供运行参数。系统进一步包括：与温度传感器和电压分压器相连的模拟多路复用器；与模拟多路复用器相连的 A/D 转换器；控制模拟多路复用器通道选择及读取 A/D 转换器输出的控制逻辑；与控制逻辑关联的运算逻辑单元，该单元根据所选运行参数之一的线性内插，计算机风扇控制输出信号的脉冲宽度调制占空比；和串行总线接口，该接口提供风扇速度控制系统和外部控制器之间的数据信号线和时钟信号线的互连。

所选运行参数的线性内插包括：确定测得的运行温度值与运行温度值的预定范围之间的比值；和通过将这个比值加至预定的风扇控制输出占空比的范围，选择风扇控制输出占空比。

根据本发明的一种形式，串行总线接口包括：检测串行通信总线上 START 条件的监控逻辑；将数据信号通信线上来自外部控制器的串行发送的数据信号，转换为并行数据信号的移位寄存器；确认收到来自外部控制器的串行发送数据信号的逻辑电路；和与控制逻辑协同工作，从风扇速度控制系统向外部控制器串行发送被请求数据的逻辑单元。

根据本发明的又一种形式，提供一种电子设备外壳用的风扇速度控制方法。这种方法包括步骤：确定外壳内部多个位置上的温度；确定风扇速度控制系统的运行参数；设置至少一个冷却风扇的运行速度；和与外部控制器交换涉及风扇速度控制系统运行的信息信号。

设置运行速度的步骤进一步包括步骤：根据所选运行参数的线性内插，计算机风扇控制输出信号的脉冲宽度调制占空比。最好是，计算机脉冲宽度调制占空比的步骤进一步包括步骤：确定测得的运行温度值与运行

温度值的预定范围之间的比值；和通过将这个比值加至预定的风扇控制输出占空比的范围，选择风扇控制输出占空比。

在本发明的再一个方面，提供一种电子设备外壳用的冷却风扇运行速度的控制方法。这种方法包括步骤：测量最低控制温度值；确定温度增量值；在预定的存储寄存器中，存储最低控制温度值和温度增量值；
5 设置冷却风扇在预定的时间周期内为全速；和从温度传感器读取运行温度信息。如果运行温度低于最低温度，则停止冷却风扇。如果运行温度高于预定临界温度，风扇则继续运行于全速。否则，根据测得的温度，最低温度，和温度增量值，计算脉冲宽度调制的风扇控制输出信号的脉冲宽度。然后，将脉冲宽度调制的风扇控制输出信号加至冷却风扇，以
10 控制它的运行速度。

确定温度增量值的步骤可包括：从存储寄存器的预定的一个之中读取温度增量值，或者，从外部电压分压器网络中读取输出电压值。

在本发明的又一个方面，所提供的方法可进一步包括步骤：确定风扇速度控制系统的一个装置地址；监控来自外部控制器的串行数据和时钟信息信号；确定 START 条件是否已经存在；将接收到的装置地址与风扇控制系统的装置地址比较，并判定是否匹配；和如果匹配存在，则确
15 认接收到的装置地址，并在被请求时响应进一步接收到的数据信号。

本发明的另外的目的，特征和优点，在下面的描述和附图中将变得
20 显而易见。

附图说明

- 图 1 是表示现有技术的风扇速度控制装置的方块图；
- 图 2 是描绘根据本发明的风扇速度控制系统的方块图；
- 25 图 3 是被选参数编程用的电阻器数值表；
- 图 4 表示适用于本发明的电阻分压器的结构；
- 图 5 表示适用于多路系统编程装置寻址的分压器；
- 图 6 是图 2 的风扇速度控制系统操作顺序的流程图；
- 图 7 是说明根据本发明的通讯协议的流程图；
- 30 图 8 表示根据本发明的自动风扇速度控制传递函数；

图 9 是表示根据本发明的自动风扇速度控制系统的各种操作方式的方块图。

具体实施方式

5 根据本发明，描述一种风扇速度控制系统，它与现有技术的控制系统相比，具有明显的优点。图 1 表示现有技术中一种众所周知的风扇速度控制系统，一般地以数字 100 指示。脉冲宽度调制（PWM）控制器集成电路（IC）101 有一个来自温度传感器 105 的信号，作为它的主要控制输入，它通过输入线 108 被接收。温度传感器 105 可以是一个适当偏置的热敏电阻器，例如，选定的在预定参考温度（例如，25℃）具有已知电阻的热敏电阻器。当然，虽然本系统以温度信息用于风扇速度控制目的，但是，也有可能利用其他的工作参数，例如，在装备外壳内选定位置的空气流动。空气流动速度信息可容易地用变化的电压来表示。

众所周知，出现在风扇控制器输出端 104 的风扇驱动脉冲序列的占空比，与直流（DC）风扇 102 的速度之间存在着一种线性关系。输出端 104 的这个驱动电压的占空比加至风扇 102 电路接地一侧的三极管 103 的基极。因此，驱动信号占空比直接影响风扇 102 的平均电流，因而影响它的速度。尽管在附图中没有描述，但是，至风扇控制器 101 的第二种输入可以用于使电路处于过载方式，这里，风扇 102 在所有时间将以全速工作。

由于风扇速度基本上是由输入信号线 108 上的电压控制，所以，已提出建议（作为例子，尽管图中未表示）：这个控制电压可由外部微控制器提供，这个微控制器可利用能买到的通用输入 / 输出（GPIO）线的小子集和粗糙的 R / 2R 梯形变体 A/D（模拟/数字）转换器。利用这个技术，预定的电压电平能够供给风扇控制器 101，直接控制风扇的速度。当然，外部微控制器或其他外围部件得承担温度监控任务，如果这类功能是希望有的话。

图 2 以方块图的形式，描绘根据本发明的风扇速度控制系统，一般地用数字 200 表示。系统 200 的核心是硬布线 PWM 逻辑控制器 201，它提供系统操作的本地控制。控制逻辑 201 可以是状态机控制器，微编程

处理器单元，或者其他适用的控制逻辑电路，该电路在电源接通并响应外部适当的激励时，执行预定顺序的操作。尽管脉冲宽度调制是在优选实施例中控制风扇速度的方法，但是，也有可能提供连续可变电压驱动信号，用于不采用 PWM 操作的常规冷却风扇。

- 5 借助于输入多路复用器 203 和模数转换器 (A/D) 202，在电源接通时序（下面将详细描述）期间读入若干个输入信号。系统 200 将容纳多个温度传感器（本实施例优选形式为两个）210—211，并将通过脉冲宽度调制器 (PWM) 控制器 207—208，驱动两个风扇的输出 215—216。在下面将要描述的方法中，由于可同时采用多于八个单独的控制器 200，
10 所以可控制多至十六个风扇。这种安排对于高端文档服务器是理想的，这种服务器常常要求大范围强迫风冷。

- 温度传感器 210—211 最好是热敏二极管类型。热敏二极管的制造相当廉价，特别是，由于它们能在集成电路模(die)上容易实现，所以能在现场提供有关特定装置的操作温度信息。尽管为完成与热敏二极管传感
15 器妥当相接需要的辅助电路在图中未表示，但是，众所周知，热敏二极管的温度读数精确度能通过两个不同的电流电平上取得的电压读数而提高。配备系统 200 可处理这种测量要求。另一方面，温度传感器 210—211 也可以是常规的热敏电阻器类型。

- 无论如何，对来自温度传感器 210—211 的输出电压的测量，可方便
20 地由控制逻辑 201 选择多路复用器 203 的适当信道，然后读 A/D 转换器的数据，很容易完成。而后，将与每个温度测量对应的电压，存储到有关的寄存器阵列 204。寄存器阵列 204 是一个简单的存储器单元的集合，每一个都具有唯一的八位地址。

- 由控制逻辑 201 取样的其他电压电平，包括最低温度值 T_{min} 212 和
25 装置地址值 ADR 214。较可取地，在电源接通时序中，这些数值只被取样一次。

- 装置地址 ADR 214 用于通过串行总线接口 205 与系统 200 通信，这一点在下面将较详细地描述。系统 200 在主装置控制下，通过 DATA（数据）和 CLOCK（时钟）通信线 217，218，与串行总线相连接，作为从
30 属装置。

系统 200 具有一个 7 位串行总线地址 ADR 214。四个最高有效位 (MSBS) 可硬布线为例如 0101。三个最低有效位 (LSBS) 可由用户设置, 给出总数为八个不同的地址, 允许多至八个系统连接到同一串行通信总线结构。为了减少装置的引脚数目和尺寸, 三位 LSBs 利用装置封装上的单一引脚 ADD 来设置。这个装置引脚上的输入电压在电源接通之后, 通过多路复用器 203 和模数转换器 202 立即被取样。电压电平由如图 4 所示的电压分压器来设置。

图 3 表示 R1 和 R2 的适用值, 用于设置串行总线地址的三个 LSBs。同样的原理被用于通过装置封装的另一引脚和多路复用器 203 的不同信道, 来选择 Tmin 212 的数值。如果在单一设备外壳中使用若干个风扇速度控制系统 200, 例如, 它们的装置地址输入, 可以分接在单个分压器上, 如图 5 所表示的。

为了保证在装置地址确定中的最高精度, A / D 转换器的测量范围被划分为八个相等的段或区, 电阻值的选择, 是把每个理想电压输入精确地置于每个区的中间。因此提供最好的噪声抗扰性。这个选择适合的电阻值的方法表示在图 3 表中的第二列, 作为理想电压的分压比。

当然, 从实际的观点出发, 用于装置地址编程的电阻值应当是容易得到的。在图 3 的列 3 和 4 中, 利用商品上容易得到的电阻数值来编制表中 R1 和 R2 的数值。实际得到的比值和偏离理想的误差, 表示在图 3 的列 5 和 6 中。为了得到最好的精确度, 最好使用百分之一公差电阻器。

如前所述, 有关最低温度 Tmin 和某些其他装置参数的信息, 通过使用刚才所述同样电阻器方案的专用电压分压器网络 212, 被进行编程。如果 R1 的值选择为 0 欧姆 (相应的装置输入端搭接至 Vcc), 则自动风扇速度控制失效, 风扇的数目设置为 2。如果 R2 设置为 0 欧姆 (装置输入端搭接至地), 则自动风扇速度控制失效, 设置风扇数目。如表中所示, 对于所选的电阻值, 自动速度控制操作的最低温度, 在安装的风扇数目为 1 或 2 时, 可选择为 32℃, 40℃或 48℃。如上所述, 通过电压分压器在装置的 ADD 输入端选择装置地址, 并且, 装置地址不受 Tmin 编程的

影响。

Tmin 电压电平以风扇控制系统记忆的操作环境进行编程。Tmin 是这样的温度，低于它时，控制逻辑便断开冷却风扇。

装置地址输入电压 ADR 214 建立地址，风扇控制器 200 能以此地址被外部装置访问。从零伏至电源电压这个范围被划分为八段，由 ADR 电压分压器网络 214 产生的电压，被选择与这些范围之一对应。这种地址分配能力的目的是提供八个唯一的地址，它们是允许外部装置与八个风扇控制系统通信所必需的，这八个控制系统的串行通信线 217—218，在串行总线结构中被连接在一起。串行通信协议将在以后的段落中作详细的讨论。

风扇控制系统 200 也具有监控与它相连的风扇速度的性能。这一功能通过风扇速度计数器 209 对风扇脉冲计数来完成。每个与系统 200 相连接的风扇，有它自己的连接至风扇计数器 209 的速度监控输入 219—220，风扇计数器 209 最好是双路计数器，以支持来自两个风扇的数据的会合。控制逻辑 201 能读出和在寄存器阵列 201 中存储风扇速度数据，以便能由外部装置访问，并且也使用速度数据，以确定故障条件是否存在。

每个风扇有 PWM 控制器 207—208，提供其占空比与温度成线性关系的脉冲序列，只要所传感的温度在系统的控制范围内。控制范围标称地处于最低温度 Tmin 和临界温度之间。临界温度被预先编程至装置中（每个风扇子系统有它自己的临界温度），并存储在寄存器阵列中的寄存器中，以便这些数值可由外部控制部件通过串行通信进行修改。

从有关正常使用 PWM 的无电刷直流（DC）风扇的电子机械方面考虑，最低风扇速度约为全速的三分之一。为了得到给定温度下适当的风扇速度，有许多可能的方法。一种技术是从约 30%至 100%范围允许分布 160 个风扇驱动占空比。对于温度步长为 1℃和最低温度为 20℃，在低于 20℃的温度时风扇处于停止状态，温度从 20℃至 180℃时，风扇速度逐渐增加（随温度线性变化），而在 180℃和高于 180℃时，风扇为全速。每当检测到温度变化，风扇的速度总是相应地通过改变输出脉冲序列占空比而被调整。

如以上简要的陈述，系统 200 能够通过串行通信接口与外部装置通信。通信信号通过串行数据线 217，连同时钟信号 218 进行发送。串行总线接口 205 监控数据线和时钟线 217—218。图 7 是一个描述串行通信协议的流程图 700。如上所述，在步骤 702 中，时钟和数据线 217—218 受串行总线接口 205 监控，直至检测到“START”状态（703）。在这个优选实施例中，当检测到数据线 217 上从高至低的跳变而时钟线 218 保留在高逻辑状态时，START 状态出现在串行总线接口上。当然，其他信号状态也可能被选择用来发出 START 条件信号。

一旦 START 条件已被验证，8 个数据位移入串行总线接口 205。这些跟在 START 状态后的第一批 8 个数据位与装置地址加读 / 写（R / W）位相符。因为特定风扇速度控制系统 200 的地址已经从 ADR 电压分压器网络 214 读出，并存储在寄存器阵列 204 的适当的寄存器中，所以，控制逻辑能够确定，风扇控制装置 200 是否正被外部控制单元寻址。如果地址不匹配（步骤 704），下面的数据字节被忽略，串行总线接口 205 返回到步骤 702，监控串行数据和时钟线。

如果检测到地址匹配，串行总线接口通过简单地将数据线 217 下拉到低电平，确认发送的数据，并在发送的数据指明时予以应答（步骤 705）。比较好地构成通信协议的方法是，在装置地址后面的数据字节是一个内部寄存器地址（如果操作是由发送的 R / W 位所确定的写操作）。

如果写操作确实在进行中，数据字节译码为一个内部寄存器地址，这个地址标识寄存器阵列 204 中一个寄存器，这个寄存器是外部控制单元希望向它写数据的寄存器。这个寄存器识别信息存储在地址指针式寄存器 206 中。再有，如果写操作是在进行中，可能有一个后继数据字节，它是控制逻辑将要写入寻址寄存器的数据字节。

作为串行协议的部分，一个简单的读操作也是允许的，其中寄存器地址不需要指定。如果外部控制单元已经知道地址指针式寄存器 206 的内容，不需要再发送地址，而由控制逻辑 201 通过串行总线接口 205，被寻址的寄存器内容在串行总线上简单地被移位。一般不允许向风扇控制系统 200 执行写操作，除非寄存器地址被明确发送而作为控制器发送的数据流的一部分。

根据本发明的风扇控制系统的电源接通时序，以流程图的形式（用数字 600 指示）表示在图 6 中。紧接在电源复位之后（复位是由图 2 未示的芯片网络响应给装置加上电源而产生的，或者由专用 RESET（复位）输入产生的），指定 T_{min} 的电压电平和装置地址 ADR 被读出（步骤 602）。

5 无论如何，在这些参数根据步骤 603 被测量并存储到寄存器阵列中适当的位置之后，在下一步骤 604，两个风扇以两秒时间达到全速旋转。然后，温度信息从每个温度传感器读出（步骤 605）。

如果检测的温度低于最低温度 T_{min} （步骤 606），相应的冷却风扇简单地被停止（步骤 607）。如果测量的温度超过临界温度（步骤 608），
10 相应的风扇被允许继续全速运行（步骤 609）。否则，在后继续作 610 中，根据测量的温度，计算每个风扇的脉冲宽度（或者，如果愿意，占空比），并由此设置风扇速度（步骤 611）。然后再在步骤 605 再读出温度信息。应当注意，监控周期（每隔多久测量一次温度数据）最好可通过寄存器阵列中的一个寄存器编程，这个寄存器可由外部控制装置通过串行接口
15 改写。

由于每个单独的风扇速度控制系统有能力控制两个风扇，并由一个内部温度传感器和两个外部温度输入两者来测量温度。较可取的是，系统足够灵活，允许任何温度控制输入来控制任何风扇或全部风扇。事实上，在本发明的系统中，通过对寄存器阵列中的控制寄存器的适当编程，
20 有可能用多于一个温度传感器控制单个风扇。如果选择这种操作方式，读出最高温度的温度传感器获得优先权，根据由这个测量通道测量的温度来设置风扇速度。

作为一个实际问题，自动风扇速度控制操作方式，在 T_{min} 开始到 $T_{min}+RANGE$ 结束的线性范围内，改变被控风扇的速度，这里 RANGE
25 通过写入装置寄存器阵列是可编程的。较好的是，温度范围数值可从数值 10°C ， 20°C ， 40°C ， 80°C 和 160°C 之中选择。风扇速度到达 100% 时的温度是由 $T_{min}+RANGE$ 确定的最高温度。

图 8 描绘自动风扇速度控制操作方式中风扇速度控制系统的传递函数。如前所述，电源一接通，风扇两秒钟旋转于最大速度。最高风扇速度
30 度值是可编程的，以使最高风扇速度不必与 PWM 输出信号的 100% 占空

比相对应。在两秒过去之后，风扇速度通过温度测量来设置，这个温度被编程，以控制特定的风扇。

如果测量的温度在 T_{min} 以下，则风扇断开。随着温度升高到 T_{min} 以上，风扇速度在编程的最低风扇速度（默认值为三分之一最大速度，或者 33%PWM 占空比）至编程的最大风扇速度之间线性地变化。在通常环境下，测得的温度将随较高风扇速度产生的增强冷却而下降。

然而，当温度下降到 T_{min} 以下时，风扇将不必断开。系统允许在 0 和 15°C 之间进行滞后数值的编程。这可防止风扇在 T_{min} 的上下区域内，不断地接通和断开。

如前面讨论中所叙述的，风扇控制系统也允许报警条件的编程，这个报警条件将超越自动风扇速度控制方式的选择，并引起风扇以全速运行。这些报警条件的一个例子是过热温度条件。报警温度也可通过写到寄存器阵列的适当控制寄存器中来编程。

虽然装置能够通过它的串行通信能力，改变各种操作参数变量，但是，所述的风扇速度控制系统也能够高度独立地操作。在不受外部控制装置任何监视时，本发明的风扇速度控制系统将响应测量温度值，提供对有关的冷却风扇的全自动控制，并且还将适当地响应报警条件。如果通过估算从它的有关温度传感器之一读出的温度值，检测到设备外壳内局部发热，那么，风扇速度控制系统的响应是使它的风扇加速至全速，并产生一个通知有关主控制系统的中断。

图 9 提供风扇速度控制系统操作的方块图（一般以数字 900 指示）。图 9 中表示的参数已在前面描述过。

考虑被编程的参数 T_{min} 在加法器 901 中从测得的温度 $TEMP$ 中减去，差值 $TEMP - T_{min}$ 被提供给由 $RANGE / T_{ste}$ 风扇速度控制信号控制的范围多路复用器 902，这对全面理解系统的操作是有帮助的。这个多路复用器 902 的作用是影响计算风扇速度值的方法。在 $RANGE$ 方式中，风扇速度由从 T_{min} 至 $T_{min} + RANGE$ 的数据范围上通过线性内插来确定。另一方面，在 T_{step} 方式中，相应的温度范围从 T_{min} 延伸至临界温度 $T_{CRITICAL}$ ，步长为 T_{step} 度。

范围多路复用器 902 的输出供给加法器 903，在那里与风扇运行最

低速的相应值相加。如前所述，风扇运行最低速一般约为风扇全速的三分之一，但这个最低速度值可经过串行通信接口重新编程，并存储在寄存器阵列中。风扇速度控制系统支持的每个风扇都有一些可编程的最低速度值。

- 5 加法器 903 的输出传递给迟滞多路复用器 904。迟滞多路复用器对系统自动控制传递函数中的迟滞进行控制，如前所述。迟滞值是可编程的，用以防止冷却风扇在最低温度 T_{min} 附近区域内循环地接通和断开。

- 超越逻辑 905 插在迟滞多路复用器 904 之后。超越逻辑有能力根据临界事件的发生，超越计算所得的风扇速度值，这种临界事件例如为所测得的温度 TEMP 超过临界温度 $T_{CRITICAL}$ 。超越逻辑 905 控制风扇速度值进入寄存器 906 的位置。计算逻辑 907 与寄存器 906 协同操作，计算跨越三个可用的测量通道的最高风扇速度。应当重提一下前面所述，即来自一个内部温度传感器和两个外部传感器的温度信息是系统要利用的。这些值中的任何值都能控制两个有关风扇中的任一风扇的运行速度，
15 这个控制协议通过存储在有关寄存器阵列中的可编程控制字来确定。

- 然后，寄存器 906 的输出供给最后的速度控制多路复用器 908。这个多路复用器 908 被 AUTO MODE / PROGRAMMABLE MODE 控制信号控制。在 AUTO MODE（自动方式）时，基于线性内插的速度值，被提供给后继的比较器 910。在 PROGRAMMABLE MODE（可编程方式）
20 时，来自寄存器阵列中适当的位置的编程速度值，被提供给比较器 910。速度值在比较器 910 中被计数器 909 计时，成为脉冲宽度调制 PWM 输出信号，从而提供适当频率和占空比的 PWM 输出信号。

- 这里，已经描述了比现有技术有所改进的一种风扇速度控制系统。对本领域普通技术人员来说，很明显，在不偏离本发明的精视和范围的情况下，可以做出修改。因此，除了所附权利要求的必要内容以外，不
25 表示本发明受到限制。

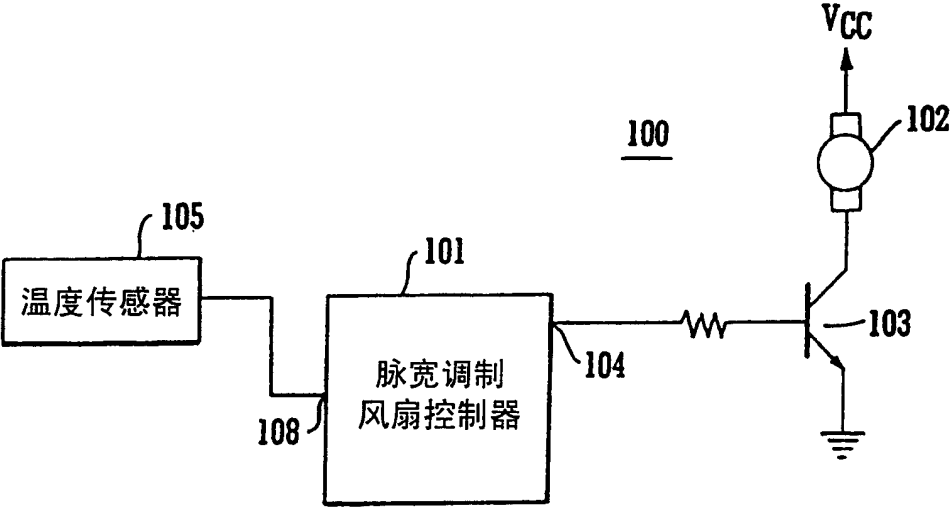


图 1

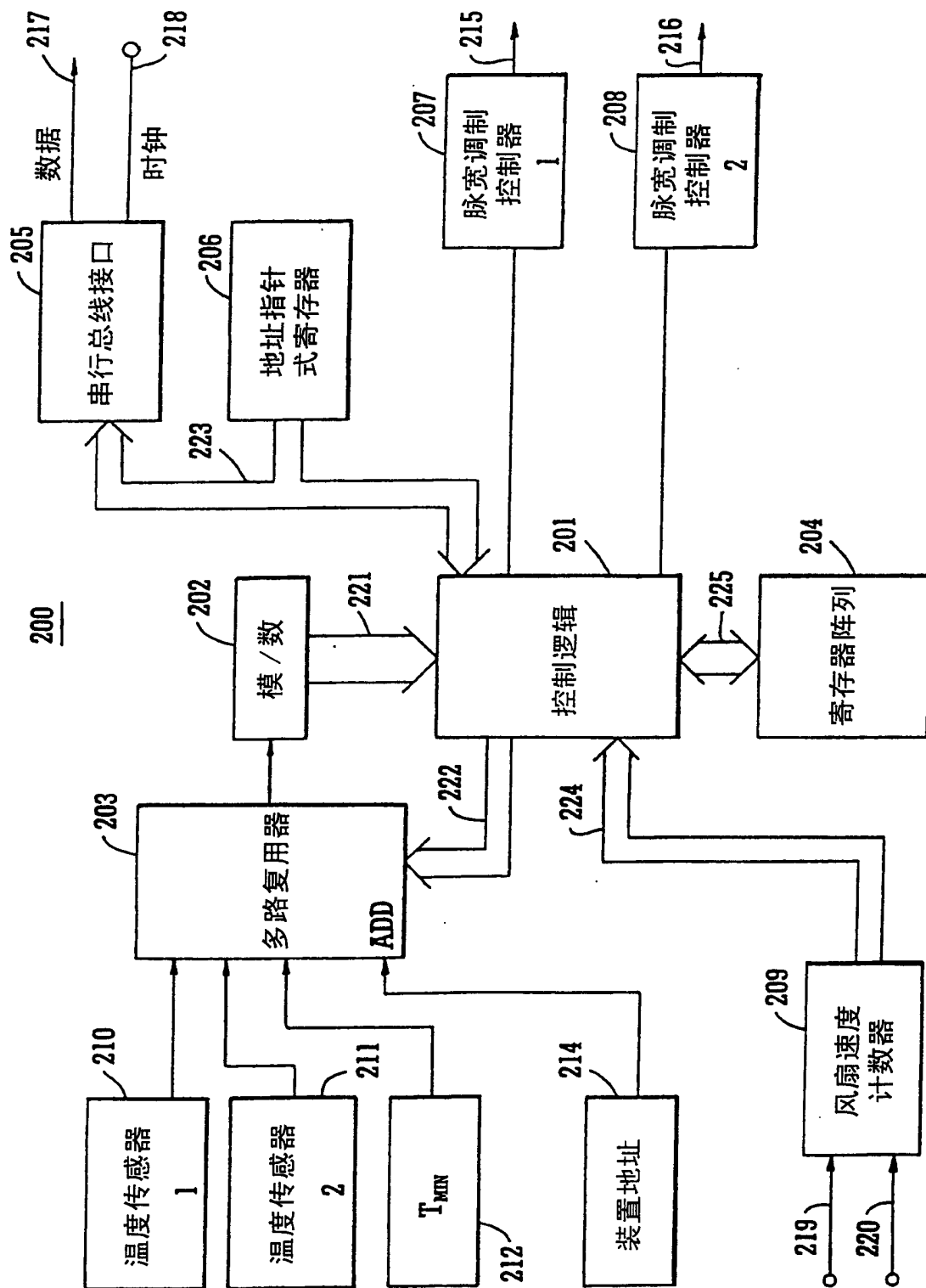


图 2

地址的三个 最低有效位	理想比值 $R2/(R1+R2)$	R1	R2	实际 $R2/(R1+R2)$	偏差	最低温度	安装风扇数	地址
111	n/a	0	∞	1	0	Disabled	2	0101111
110	0.8125	18k	82k	0.82	0.75%	48°C	2	0101110
101	0.6875	22k	47k	0.6812	-0.63%	40°C	2	0101101
100	0.5625	12k	15k	0.5556	-0.69%	32°C	2	0101100
011	0.4375	15k	12k	0.4444	0.69%	32°C	1	0101011
010	0.3125	47k	22k	0.3188	0.63%	40°C	1	0101010
001	0.1875	82k	18k	0.18	-0.75%	48°C	1	0101001
000	n/a	∞	0	0	0	禁止	1	0101000

图 3

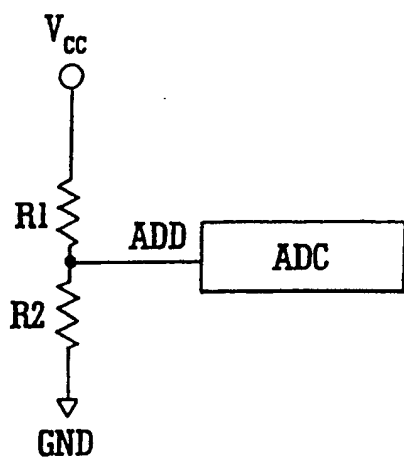


图 4

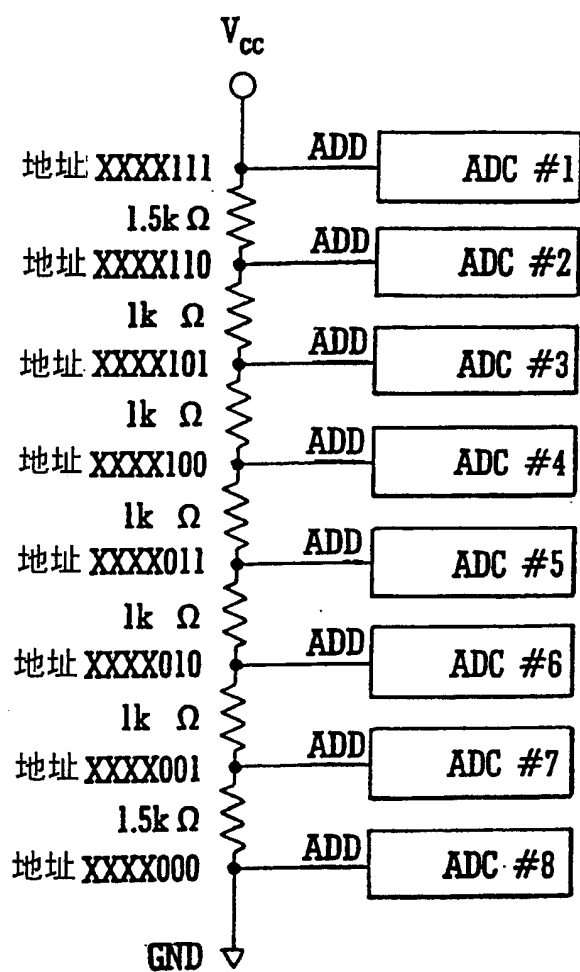


图 5

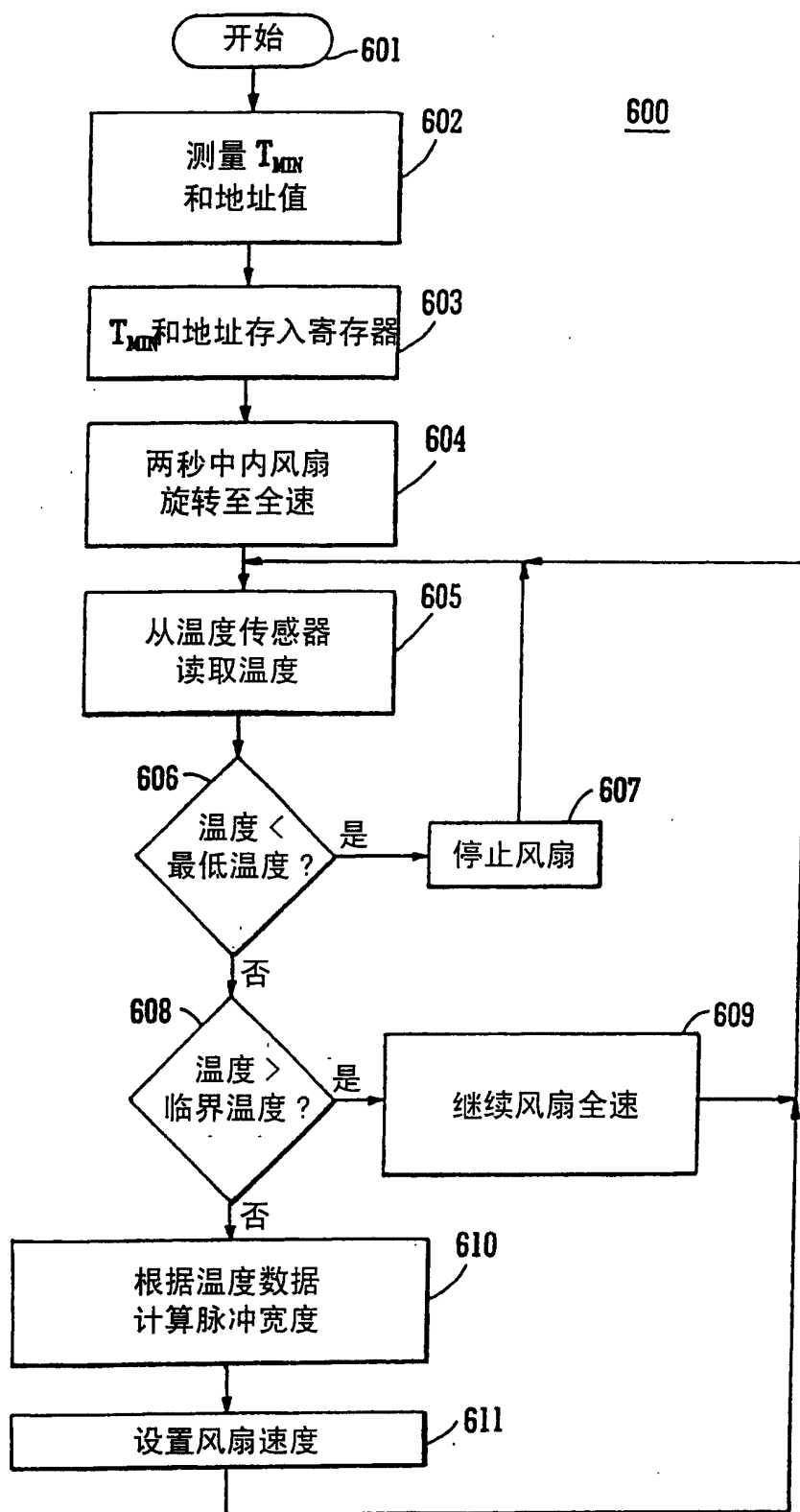


图 6

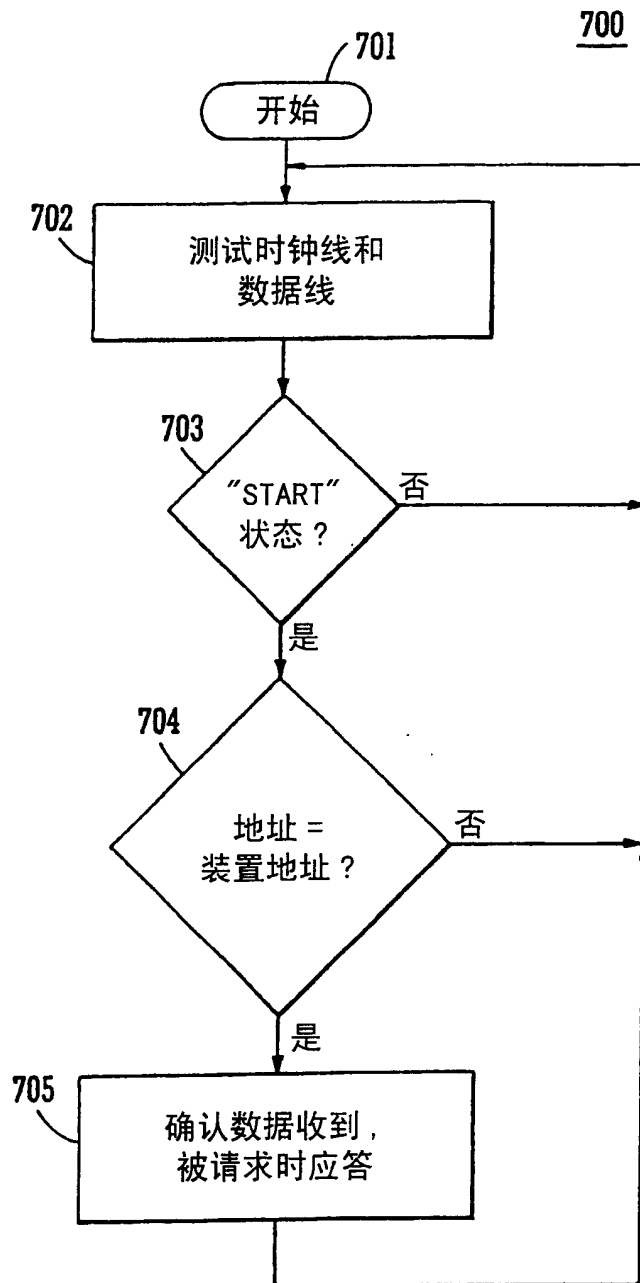


图 7

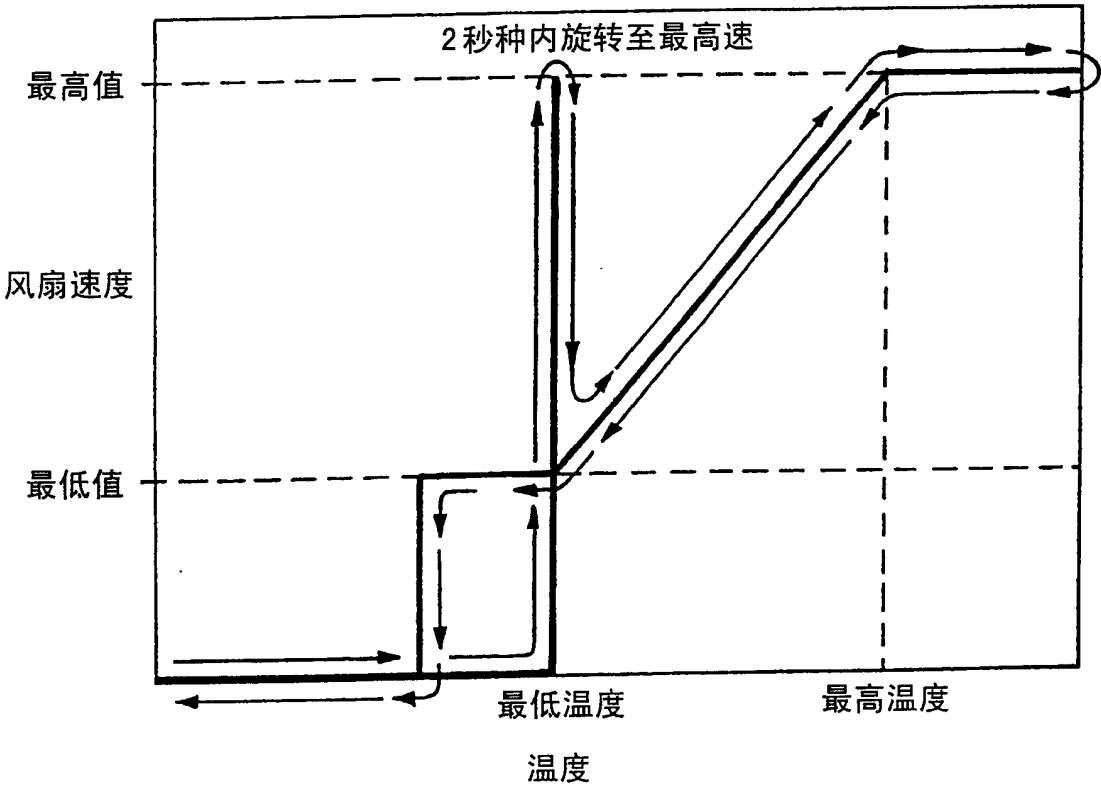


图 8

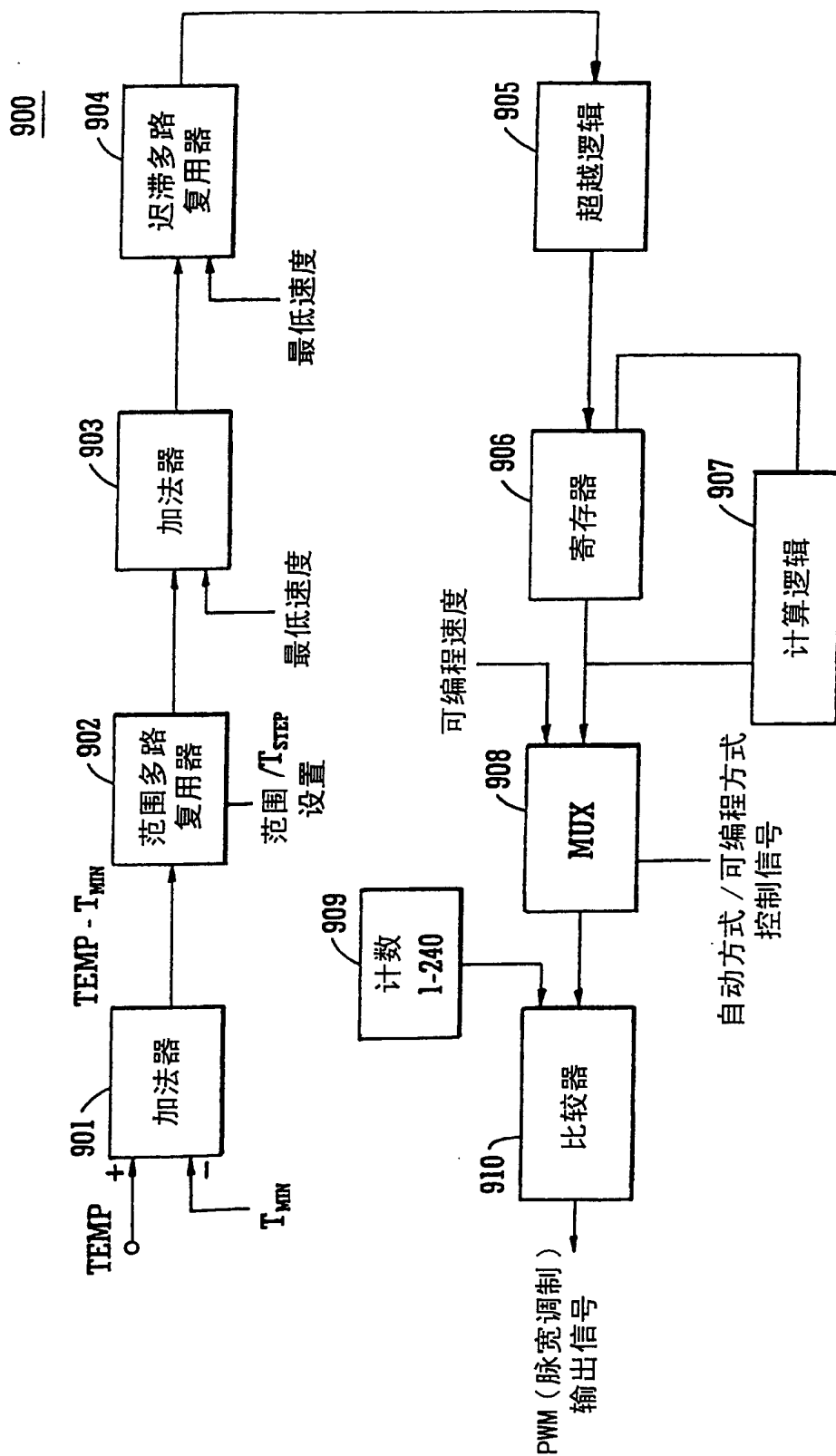


图 9