



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101142541 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200580044872.7

(56) 对比文件

(22) 申请日 2005.12.29

EP 0851336 A1, 1998.07.01, 全文.

(30) 优先权数据

US 5502838 A, 1996.03.26, 说明书第1栏第
46行—第2栏第4行、图4—6.

11/025, 140 2004.12.30 US

审查员 刘娜

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.06.26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2005/047688 2005.12.29

(87) PCT申请的公布数据

W02006/072106 EN 2006.07.06

(73) 专利权人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 E·罗滕 J·赫尔默丁

E·迪斯蒂芬诺 B·库珀

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 曾祥麦 张志醒

(51) Int. Cl.

G06F 1/20 (2006.01)

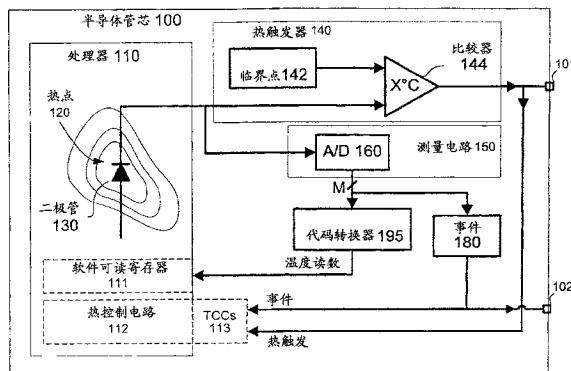
权利要求书 5 页 说明书 6 页 附图 12 页

(54) 发明名称

用于管芯上温度测量的装置和方法

(57) 摘要

一种利用定位在处理器核的热点上的传感器测量和管理半导体管芯上处理器核的热操作的方法。根据传感器检测的温度确定测量的温度读数。指示温度信息的中断信号和软件可读寄存器向处理器提供关于热环境的反馈。根据测量的温度读数，中断信号指导处理器修改操作。



1. 一种用于管芯上温度测量的系统，包括：

处理器，在操作期间具有热点，所述热点是其温度高于所述处理器中与所述热点邻接的区域的局部区域；

用于检测所述热点内温度的部件；

用于根据所述用于检测的部件所检测的温度生成测量的温度读数的部件；

用于根据所述测量的温度读数指导所述处理器通过改变处理器的工作频率或工作电压或工作频率和电压来修改处理器操作的部件；

半导体管芯，包括所述处理器、所述用于检测的部件、所述用于生成的部件和所述用于指导的部件；以及

用于热管理的部件，在所述半导体管芯外部，并对所述用于指导所述处理器的部件的输出作出响应。

2. 如权利要求 1 所述的系统，所述半导体管芯还包括用于确定所述用于检测的部件所检测的温度是否等于或大于阈值的部件，所述用于确定的部件包括：

用于比较所述阈值与所述用于检测的部件所检测的温度的部件。

3. 如权利要求 1 所述的系统，所述用于生成测量的温度读数的部件包括：

用于比较中间温度值与所述用于检测的部件所检测的温度的部件；以及

用于执行温度范围搜索以向所述用于比较的部件提供所述中间温度值的部件。

4. 如权利要求 3 所述的系统，所述半导体管芯还包括如下部件：当在所述温度范围搜索期间所述用于比较的部件进行的比较指示所述用于检测的部件所检测的温度等于或大于阈值时，指示所述用于检测的部件所检测的温度等于或大于所述阈值。

5. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述用于指导所述处理器修改处理器操作的部件按照所述测量的温度读数相对于多个阈值的大小，指导所述处理器。

6. 如权利要求 5 所述的系统，其中所述多个阈值可由在所述处理器上执行的指令存取和修改。

7. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述用于指导所述处理器修改处理器操作的部件按照所述测量的温度读数在时间上的趋势，指导所述处理器。

8. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述用于指导所述处理器修改处理器操作的部件根据在时间上的平均温度，指导所述处理器。

9. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述管芯还包括对在所述处理器上执行的指令可读的寄存器，以存储所述测量的温度读数，或根据所述测量的温度读数存储温度值。

10. 一种用于管芯上温度测量的装置，包括：

处理器，在操作期间具有热点，所述热点是其温度高于所述处理器中与所述热点邻接的区域的局部区域；

P-N 结，在所述热点内，所述 P-N 结的结电压作为所述处理器的所述热点温度的函数而改变；

比较器，比较来自所述 P-N 结的电压与表示第一阈值温度值的电压；

模数转换器，将来自所述 P-N 结的电压转换成测量的温度读数；

逻辑电路，监控所述测量的温度读数，来确定特定热事件的发生，以便当热事件发生时，指导所述处理器通过改变处理器的工作频率或工作电压或工作频率和电压来修改处理

器操作；以及

半导体管芯，包括所述处理器、所述 P-N 结、所述比较器、所述模数转换器和所述逻辑电路。

11. 如权利要求 10 所述的装置，其中所述逻辑电路包括至少一个数字比较器，以比较所述测量的温度读数与至少第二阈值温度值。

12. 如权利要求 11 所述的装置，其中所述至少第二阈值温度值可由所述处理器执行的指令来存取和修改。

13. 如权利要求 10 所述的装置，其中所述逻辑电路包括趋势电路，以计算所述测量的温度读数在一个时段内的趋势，所述趋势电路包括：

至少一个存储元件，以记录前一时间的温度；以及

比较电路，比较这个前一温度与当前温度。

14. 如权利要求 10 所述的装置，其中所述逻辑电路包括平均电路，以计算所述测量的温度读数在一个时段内的平均，所述平均电路包括：

至少一个存储元件，对平均结果进行累积；以及

至少一个计算元件，按照当前温度修改所述平均结果。

15. 如权利要求 10 所述的装置，其中指示特定热事件的发生的所述逻辑电路的输出被提供为所述半导体管芯的输出。

16. 如权利要求 10 所述的装置，所述半导体管芯还包括对在所述处理器上执行的指令可读的寄存器，以存储所述测量的温度读数，或根据所述测量的温度读数存储温度值。

17. 如权利要求 16 所述的装置，其中对指令可读的所述寄存器是所述处理器的特别模型寄存器 (MSR) 地址空间。

18. 如权利要求 16 所述的装置，所述半导体管芯还包括存储器，所述存储器包含查找表、要输入所述存储器的所述测量的温度读数和要由所述存储器输出的定标的温度读数，所述查找表编程为补偿所述测量的温度读数中的非线性，其中所述定标的温度读数要存储在对指令可读的所述寄存器中。

19. 如权利要求 10 所述的装置，所述管芯还包括：

具有另一个热点的另一个处理器，与另一个 P-N 结、比较器、模数转换器和逻辑电路；以及

路由矩阵，包括存储器，所述存储器存储判定表，所述路由矩阵从所述逻辑电路接收热事件指示，并接收所述比较器的输出，以按照所述判定表向所述处理器路由热事件命令。

20. 如权利要求 10 所述的装置，所述管芯还包括：

另一个热点，与另一个 P-N 结和另一个比较器，所述另一个比较器比较来自所述另一个 P-N 结的电压与表示第一阈值的电压；及

逻辑门，接收所述比较器的输出，并且如果所述热点中的至少一个超过第一阈值，则发信号通知。

21. 一种用于管芯上温度测量的装置，包括：

处理器，在操作期间具有热点，所述热点是其温度高于所述处理器中与所述热点邻接的区域的局部区域；

P-N 结，在所述热点内，所述 P-N 结的结电压作为所述处理器的所述热点温度的函数而

改变；

控制电路，包括：

数发生器，从对应于温度范围内温度值的多个二进制数中产生二进制数；

数模转换器，将所述多个二进制数中的所述二进制数转换成电压；

第一比较器，比较来自所述 P-N 结的电压与来自所述数模转换器的电压；以及

寄存器，保存测量的温度读数，如果来自所述 P-N 结的电压大约等于来自所述数模转换器的电压，则所述寄存器要将所述二进制数设置为所述测量的温度读数；

逻辑电路，监控所述寄存器，来确定特定热事件的发生，以便当热事件发生时，指导所述处理器通过改变处理器的工作频率或工作电压或工作频率和电压来修改处理器操作；以及

半导体管芯，包括所述处理器、所述 P-N 结、所述控制电路和所述逻辑电路。

22. 如权利要求 21 所述的装置，所述半导体管芯还包括：

数字比较器，比较由所述数发生器产生的所述二进制数与阈值温度值；以及

锁存器，用于保存所述数字比较器的输出，当所述控制电路的所述寄存器被设置时设置。

23. 如权利要求 21 所述的装置，所述半导体管芯还包括第二比较器，以比较所述 P-N 结的结电压与表示阈值温度值的电压。

24. 如权利要求 23 所述的装置，所述管芯还包括：

另一个热点，与另一个 P-N 结和第三比较器，第三个比较器比较所述另一个 P-N 结的结电压与表示所述阈值温度值的电压；以及

逻辑门，接收第二和第三比较器的输出，并且如果所述热点中的至少一个超过所述阈值温度值，则发信号通知。

25. 如权利要求 21 所述的装置，其中所述逻辑电路包括至少一个数字比较器，以比较所述测量的温度读数与阈值温度值。

26. 如权利要求 25 所述的装置，其中所述阈值温度值可由所述处理器存取和修改。

27. 如权利要求 21 所述的装置，其中所述逻辑电路包括趋势电路，以计算所述测量的温度读数在一个时段内的趋势，所述趋势电路包括：

至少一个存储元件，记录前一时间的温度；以及

比较电路，比较这个前一温度与当前温度。

28. 如权利要求 21 所述的装置，其中所述逻辑电路包括平均电路，以计算所述测量的温度读数在一个时段内的平均，所述平均电路包括：

至少一个存储元件，对平均结果进行累积；以及

至少一个计算元件，按照当前温度修改所述平均结果。

29. 如权利要求 21 所述的装置，其中指示特定热事件发生的所述逻辑电路的输出被提供为所述半导体管芯的输出。

30. 如权利要求 21 所述的装置，所述半导体管芯还包括对在所述处理器上执行的指令可读的寄存器，以存储所述测量的温度读数，或根据所述测量的温度读数存储温度值。

31. 如权利要求 30 所述的装置，其中对指令可读的所述寄存器是所述处理器的特别模型寄存器 (MSR) 地址空间。

32. 如权利要求 30 所述的装置,所述半导体管芯还包括存储器,所述存储器包含查找表、要输入所述存储器的所述测量的温度读数和要由所述存储器输出的定标的温度读数,所述查找表编程为补偿所述测量的温度读数中的非线性,其中所述定标的温度读数要存储在对指令可读的所述寄存器中。

33. 如权利要求 21 所述的装置,所述管芯还包括:

具有另一个热点的另一个处理器,与另一个 P-N 结、控制电路和逻辑电路;以及
路由矩阵,包括存储器,所述存储器存储判定表,所述路由矩阵接收来自所述逻辑电路的热事件指示,以按照所述判定表向所述处理器路由热事件命令。

34. 一种用于管芯上温度测量的方法,包括:

检测半导体管芯上处理器的热点温度,所述热点是其温度高于所述处理器中与所述热点邻接的区域的局部区域;

确定所检测的温度是否等于或大于阈值温度;

按照所检测的温度生成温度读数;以及

根据所述温度读数通过改变处理器的工作频率或工作电压或工作频率和电压来控制所述处理器的内部操作以调节温度,

所述检测、所述确定、所述生成和所述控制中的每一个都由所述半导体管芯内部的结构执行。

35. 如权利要求 34 所述的方法,其中控制所述处理器的操作包括按照所述温度读数相对于多个阈值的大小产生中断。

36. 如权利要求 35 所述的方法,其中所述中断通过包含在所述半导体管芯上的可编程中断控制器产生。

37. 如权利要求 35 所述的方法,其中所述中断选自由硬件中断、软件中断、操作系统中断及其组合构成的组。

38. 如权利要求 35 所述的方法,还包括所述处理器修改所述多个阈值中的至少一个。

39. 如权利要求 34 所述的方法,其中控制所述处理器的操作包括按照所述温度读数在时间上的趋势产生中断。

40. 如权利要求 34 所述的方法,其中控制所述处理器的操作包括:

计算在时间上的平均温度;以及

根据所述平均温度产生中断。

41. 如权利要求 34 所述的方法,其中控制所述处理器的操作包括按照所述温度读数改变工作电压。

42. 如权利要求 34 所述的方法,其中控制所述处理器的操作包括按照所述温度读数改变工作频率。

43. 如权利要求 34 所述的方法,还包括在所述处理器上执行的指令读出所述温度读数,或根据所述温度读数读出温度值。

44. 如权利要求 43 所述的方法,还包括补偿所述温度读数中的非线性,以产生定标的温度读数,在所述处理器上执行的指令读出定标的温度读数。

45. 一种用于管芯上温度测量的装置,包括:

多个处理器,每个处理器在操作期间具有至少一个热点,每个热点是其温度高于所述

处理器中与所述热点邻接的区域的局部区域；以及

路由矩阵，包括存储器，所述存储器存储判定表，所述路由矩阵接收热事件指示，每个热事件指示用以指示所述热点之一已经达到阈值温度，以按照所述判定表向所述处理器路由热事件命令。

46. 如权利要求 45 所述的装置，其中如果第一热事件指示用于所述多个处理器中的第一处理器，则所述热事件命令中的至少一个对应于第一处理器引发工作频率改变的指令。

47. 如权利要求 46 所述的装置，其中所述热事件命令中的至少一个对应于所述多个处理器中的第二处理器响应第一热事件指示引发工作频率改变的指令。

48. 如权利要求 45 所述的装置，还包括定时器，所述定时器的输入连接到所述路由矩阵的输出，且输出连接到所述路由矩阵的输入。

49. 如权利要求 48 所述的装置，其中如果第一热事件指示用于所述多个处理器中的第一处理器，则启动所述定时器，并且所述热事件命令中的至少一个对应于第一处理器引发工作频率改变的指令，并且

其中如果所述定时器达到一个设置的时段，且第一热事件指示尚未复位，则所述热事件命令中的至少一个对应于所述多个处理器中的第二处理器引发工作频率改变、工作电压改变、或工作频率和电压改变的指令。

50. 如权利要求 49 所述的装置，其中所述设置的时段的值是固定的，存储在可编程定时器寄存器中，或由所述路由矩阵输出。

51. 如权利要求 45 所述的装置，还包括逻辑电路，以比较所述热点的各自测量的温度读数，并为所述路由矩阵提供所述测量的温度读数中最高的读数。

52. 如权利要求 51 所述的装置，其中所述路由矩阵向所述多个处理器报告所述测量的温度读数中最高的读数，每个处理器包括寄存器以接收所述最高的读数。

用于管芯上温度测量的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及处理器核温度测量的装置和方法,更具体地说,涉及管芯上电路和温度测量和报告的方法。

背景技术

[0002] 现代的中央处理单元(CPU),随着处理器核频率和功率密度愈来愈大,迅速达到了CPU性能受到热量限制的地步,热量可通过冷却技术从CPU抽出。

[0003] 高性能CPU有时集成了将结温度转换成某个电气值的管芯上热二极管。外部模数(A/D)装置可以在几种计算机平台上找到,它将电气值转换成可供温度控制使用的信息。

[0004] 由于布线和精度的限制,热二极管被放在并非CPU热点的位置上。热点是一个其温度高于处理器中热点附近的区域的局部区域。在二极管位置和热点之间已经观察到高达15°C的温度差。结果是温度读数不准确,以及用于装置说明和控制的报告值与实际温度不符。温度读数不准确导致包括较高的设计余量、增加的冷却成本和受限的功能。

[0005] 另一个热保护机制使用单独的传感器来检测管芯上最热热点处的最大阈值温度。一旦达到阈值,便发生单个触发事件并引发热保护。除了这种单个触发外,传感器不为热学或声学管理提供其它反馈。

[0006] 如果这个第二传感器处于装置以外,则外部传感器由于与热点在物理上分离,就造成时间延迟和精度问题。

[0007] 因此有必要改进管芯上的温度监控,以在一个受热约束的环境中改进性能。还有必要更快和更准确地报告,消除热测量和控制之间的间隙。

附图说明

- [0008] 图1是本发明第一实施例的示意图;
- [0009] 图2是本发明第二实施例的示意图;
- [0010] 图3是本发明第三实施例的示意图;
- [0011] 图4是第一和第三实施例混合的示意图;
- [0012] 图5是第一和第二实施例混合的示意图;
- [0013] 图6示出热事件发生器的实施例的操作;
- [0014] 图7示出可与第二和第三实施例测量电路互换的替代测量电路;
- [0015] 图8示出本发明第一实施例的补充电路,在监控多个热点时,检测热点何时超过阈值温度;
- [0016] 图9和10示出可与第二和第三实施例的测量电路互换以测量多个热点温度的替代测量电路;
- [0017] 图10示出可与第二和第三实施例的测量电路互换以测量多个热点温度的替代测量电路;
- [0018] 图11示出本发明的第四实施例,为多个处理器核提供集中式热管理;

- [0019] 图 12 示出在图 11 出现的中央管理系统的示例；以及
[0020] 图 13 示出包括管芯上和管芯外热管理的热管理系统。

具体实施方式

[0021] 本发明的实施例在管芯的热点上集成一个传感器，用以测量和报告温度值，并产生通知。利用单个传感器提供响应温度的触发器和温度测量，改进了温度报告的速度、一致性和准确性。可以优化处理器操作，在受热约束的环境下使性能最大化。

[0022] 响应温度的触发器可用来同时指导管芯上和管芯外的温度控制，包括指导处理器修改操作、激活外部风扇或冷却系统、修改外部电源的输出、和 / 或将处理器的一部分或整体置于备用状态。修改处理器操作的示例包括修改处理器的时钟速度和修改处理器的工作电压。其中，测量温度的报告可以用来向处理器提供反馈。

[0023] 对于利用由管理系统，诸如先进配置与电源接口 (ACPI；修订版 3.0, 2004 年 9 月；Intel 公司等人) 或系统管理模式 (SMM) 触发的软件控制机制的处理器，直接管芯上的温度报告是特别有利的，因为通过处理器向本地软件报告温度的能力改进了响应时间，并在适应处理器操作方面为系统设计者和制造商提供了增大的灵活性。通过利用例如可以用在处理器上执行的软件和 / 或固件指令（例如用第三方软件、操作系统和 / 或基本输入 / 输出系统 (BIOS)）编程或用管芯上的熔丝或其它固件编程（例如由制造商或经销商编程）的可软件编程的响应温度的触发器，可以进一步增大灵活性。

[0024] 在制造之前，通过建模、经验数据、封装分析和 / 或通过其它传统的技术，识别处理器的至少一个热点。在该热点中制造一个温度传感器，必要时，修改电路的布局来提供传感器。传感器可以是任何对温度敏感的器件，诸如 P-N 结器件（例如二极管或晶体管）或热敏电阻。P-N 结器件的优点是，除了容易集成在处理器上以外，对温度变化的响应非常快，而且 P-N 结器件不需要基准温度（即与热电偶相比）。在这里的实施例中，所示传感器是二极管。但应明白，二极管只是用作一个示例，其它传感器类型也可以使用。

[0025] 在图 1 中示出本发明的第一实施例。处理器 110 和温度控制电路集成在半导体管芯 100 上。二极管 130 定位在热点 120 内。二极管 130 两端的电压降随着热点 120 的温度而变化。

[0026] 二极管 130 两端的电压提供给热触发电路 140 和测量电路 160。在热触发电路 140 中，由模拟比较器 144 比较二极管电压与临界点电压 142。临界点电压 142 对应于阈值温度，诸如处理器的最大热工作极限。通过利用简单的电路，诸如模拟比较器来确定温度，阈值报告几乎是瞬间的。

[0027] 临界点 142 可以是固定的或可调整的。提供临界点 142 的方法是利用数模转换器来读出保存温度值的寄存器（未示出）。然后将数模转换器的输出提供给比较器 144 作为输入。通过对寄存器编程，可以调整阈值。

[0028] 比较器 144 输出的热触发电信号提供给热控制电路 112 和 / 或 113。热触发电信号可以提供为管芯 100 的输出 101。当来自二极管 130 的温度信号（即电压）等于或大于临界点 142 时，热控制电路 112/113 引发管芯上的热保护，诸如降低工作电压或降低工作频率。另外，热触发电信号可以从管芯输出，以控制外部热控制设备。

[0029] 测量电路 150 也从二极管 130 接收温度信号。测量电路 150 的模数转换器 160 将

二极管电压转换成一个 M- 位数字值。该 M- 位数字值用作原始测量的温度读数。处理器 110 可以包括软件可读寄存器 111 以接收测量的温度读数。软件可读寄存器 111 的示例是特别模型寄存器 (MSR) 地址空间。备选地, 可以包括代码转换器 195, 以将原始测量的温度读数包括进格式化的温度中, 它们被提供给软件可读寄存器 111。使用代码转换器 195 允许补偿原始值中的任何非线性, 并允许标定测量的温度值 (例如摄氏、华氏)。代码转换器 195 的一个简单实现是非易失性存储器查找表。

[0030] 来自测量电路 150 的测量的温度读数还提供给热事件检测电路 180, 它根据测量的温度读数指导处理器修改处理器操作。如图 6 所示, 热事件检测电路 180 包括多个可编程断路点 (683、685、687 和 689), 其中每个都与测量的温度读数比较 (682、684、686 和 688)。比较的结果还可借助于中断提供给处理器 110, 并还可用于其它管芯上和管芯外的热保护控制。产生中断的一个方法是通过可编程中断控制器 (PIC), 诸如先进可编程中断控制器 (APIC)。PIC 可以包括在热控制电路 112/113 中, 或可以是一个单独的电路。事件电路 180 的一个或多个比较结果可以提供为管芯 100 的输出 102。

[0031] 这是从所涉及的电路中固有的时间延迟可以理解的, 即使临界点 142 和断路点 (683/685/687/689) 设置为同一阈值, 但热触发器 140 的响应也会比事件电路 180 快。于是, 因为响应速度可影响处理器生命力, 所以临界点 140 可设置为处理器可容忍的最大温度阈值。

[0032] 热事件检测电路 180 还可以包括 : 电路 690, 按照测量的温度读数在时间上的趋势指导处理器 ; 以及电路 692, 根据在时间上的平均温度指导处理器。电路 690 的一个示例是 : 至少一个存储元件, 寄存以前时间的温度 ; 以及比较电路, 将该以前温度与当前温度比较。电路 692 的一个示例是 : 至少一个存储元件, 累积平均结果 ; 以及至少一个计算元件, 按照当前温度修改平均结果, 诸如微分器每周期 N 对值进行采样, 并计算 $T_{rand} = T(n) - T(n-1)$ 。

[0033] 图 2 示出本发明的第二实施例。和第一实施例一样, 半导体管芯 200 再次包括处理器 110、代码转换器 195 和事件电路 180 ; 并且事件电路 180 的一个或多个比较结果可以提供为管芯 200 的输出 202。但是, 热触发电路 240 和测量电路 250 不同。

[0034] 测量电路 250 利用数字反馈来确定热点的温度。数发生器 256 产生一个对应于温度范围内中间温度值的数。数模转换器 252 将中间温度值转换成模拟电压, 且比较器 254 比较该模拟值与二极管电压。如果热点温度大致等于中间温度值, 则将中间温度值存储在锁存寄存器 258 中, 并根据所用的特定技术, 数发生器 256 可以复位, 或可以继续产生数。否则, 产生另一个中间温度。

[0035] 通过考虑产生数的特定实现, 诸如线性搜索和逐次逼近 (例如对半搜索), 可以较好地理解这一点。最简单的示例是利用增减计数器的线性搜索。

[0036] 例如, 考虑一个计数器扫描温度范围, 其热点温度固定在范围内的温度。如果热点温度处于由数发生器 256 产生的两个中间温度之间, 则结果不精确。在向上扫描温度范围时, 当热点温度等于或超过中间温度值时, 比较器输出 254 将经历一次转变。因而, 寄存器 258 将锁存一个略高于实际温度的温度值。另外, 如果对同一二极管温度执行向下扫描, 则结果不同于向上扫描 (相差 1)。因此准确性直接取决于数发生器提供的中间温度粒度, 以使测量的温度是近似的。

[0037] 利用比较器 254 的输出锁存寄存器 258, 对于大约在热点温度上将导致比较器转

变的搜索技术是适当的。但如果使用非线性搜索，诸如对半搜索，则以这种方式锁存寄存器将导致错误，因为对半搜索可能在搜索期间对实际温度进行下冲和上冲。在这种情况下，依靠比较器 254 的输出作为锁存寄存器 258 的触发器导致不准确的读数。而如图 7 所示，测量电路 350 包括数发生器 356，它自己锁存该锁存寄存器 258。

[0038] 可以用任何数目的电路来执行对半搜索。例如，可以利用两个寄存器、减法器和某些基本逻辑执行对半搜索。一个寄存器存储高温度值，而另一个寄存器存储低温度值。通过在减法器中从高温度值减去低温度值并除 2（例如丢弃最低位减法结果），来确定高和低之间的中间值。该中间值作为中间温度值输出。如果比较器 254 指示热点比中间温度值热，则将低温度值设置为中间温度，并重复该过程。类似地，如果比较器 254 指示热点比中间温度值冷，则将高温度值设置为中间温度，并重复该过程。当低寄存器和高寄存器锁定（即相等或大约相等）时，该过程以锁存寄存器的触发结束，从而搜索结束。可以用类似的方式执行其它类型的搜索，且也可以用查找表或算术逻辑单元 (ALU) 来确定中间值，代替二进制减法器。

[0039] 如果二极管 130 所检测的温度超出搜索的温度范围，则测量电路 250 和 350 也可以发信号通知处理器和 / 或热控制电路。如何能够做到这一点的示例包括：独立地将温度与范围的高值和低值比较；对于线性搜索，提供一种逻辑，如果整个范围均已扫描，但没有找到结果，则利用数发生器（例如计数器）的溢出标记信号，与比较器 254 的输出结合；而对于非线性搜索，提供一种逻辑，如果中间的搜索温度值达到高值或低值，则发信号通知，与比较器 254 的输出结合。在这样一种情况下，测量的温度读数设置为最接近二极管检测的温度的温度范围的极限。

[0040] 回到图 2，第二实施例的另一个特征是热触发电路 240。数字比较器 244 比较临界点 242 与数发生器 256/356 输出的中间温度值。锁存器 248 将比较器 244 的输出作为热触发电信号锁存。锁存器 248 受寄存器 258 所用的同一锁存信号控制。临界点 242 可以是可编程的。热触发电信号也可以作为管芯 200 的输出 201 提供。

[0041] 图 3 示出本发明的第三实施例。如上所述，半导体管芯 300 包括处理器 110、测量电路 250（或 350）和代码转换器 195。在该实施例中，热触发器包含在热事件电路 380 中。这是通过利用 N 个断路点（683、685、687、689）中的一个作为临界点完成的。热触发和 / 或事件电路 380 的一个或多个比较结果可提供为管芯 300 的输出 303。

[0042] 图 4 示出第一和第三实施例的混合。如上所述，半导体管芯 400 包括处理器 110、测量电路 150、代码转换器 195 和事件电路 380。热触发和 / 或事件电路 380 的一个或多个比较结果可以作为管芯 400 的输出 403 提供。

[0043] 利用事件电路 380 或热触发器 240 代替热触发电路 140 产生热触发的缺点是响应时间上略有延迟。但优点是减少了模拟电路，模拟电路对温度和瞬变比数字电路更敏感，通常工作在较高电压，并一般要求更多的管芯空间。其它优点是采用数字逻辑相对较容易，数字电路可通过软件编程（例如无需数模转换器 (DAC) 来编程热触发电路 140 中的临界点 142），而且可以使用软件可编程逻辑代替硬接线电路（由此增大了管芯设计灵活性）。

[0044] 图 5 示出第一和第二实施例的混合。如上所述，半导体管芯 500 包括处理器 110、测量电路 250（或 350）、代码转换器 195 和事件电路 380。热触发可以作为管芯 500 的输出 501 提供。事件电路 180 的一个或多个比较结果可以作为管芯 500 的输出 502 提供。这里，

热触发器 140 的优点是临界点响应时间。

[0045] 图 8 示出热触发器 440，作为监控多个热点时本发明第一实施例的变体。热触发器 440 提供一个可简化热管理的统一的热事件信号。如果当热点温度超过临界点 142 时比较器 144/144' 从高转变为低，则“与”门 359 转变为低，由此发信号通知其中一个热点已超过临界点。如果当热点超过临界点 142 时比较器 144/144' 从低转变为高，则可以用“或”门代替“与”门 359 来完成同样的功能（未示出）。同样，在以上的描述中，通过将“与”门换成“或”门并将“或”门换成“与”门，同样的电路可用来确定所有热点何时已超过临界点。

[0046] 图 9 和 10 示出补充的测量电路，它可与来自第二和第三实施例的测量电路互换，以测量多个热点的温度。根据当中间温度值超过各自的热点温度时比较器 254 和 254' 配置成从低切换到高还是从高切换到低，测量电路 450 和 550 在所有二极管当中确定最高或最低温度。与图 8 中的实施例一样，可使用“或”门来代替“与”门，取决于所要求的结果。参见图 9 和 10，可以通过最小限度地增大测量电路的尺寸和复杂性来增大所监控的热点数。另外，温度的集中报告本身有助于集中式热管理，这例如可通过将管芯上处理器外的热控制合并到单个电路（例如一个热控制电路 113 用于多个处理器）来执行。另外，如果多个热点和二极管包括在一个处理器上，则这种配置简化向一个处理器报告。

[0047] 图 11 示出半导体管芯 1110，它包括多个处理器，每个处理器都由热触发电路、测量电路和事件电路监控，正如在其它实施例所描述的。另外，中央管理系统 710 包括一个路由矩阵，该矩阵接受温度指示和热事件指示，并根据存储在路由矩阵中的判定表将它们路由到各个处理器核。判定表例如可以保存在易失性存储器或非易失性存储器中，不是固定的就是装入的（例如通过 BIOS）。中央管理系统 710 还可以向一个核或两个核产生中断，和 / 或可以通过可编程中断控制器（PIC）产生中断。可以为每个处理器提供一个 PIC，或者可以为多个处理器提供一个集中式 PIC 来处理中断。一种类型的 PIC 是先进可编程中断控制器（APIC；例如 Intel® 82093AA I/O 先进可编程中断控制器）。PIC 可以提供在处理器内部或外部热控制电路，可以作为单独电路包括，或可以集成到中央管理系统 710。

[0048] 作为一个操作示例，如果温度高，则热事件可以引发处理器频率的改变。中央管理系统 710 的策略可以是，如果任何一个核为高，则降低两个核的频率。另外，更复杂的策略将是首先只降低一个核的频率。如果某段时间之后温度没有下降，则再降低另一个核的频率和工作电压。这第二个策略的实现可以通过让定时器反馈到路由矩阵来完成。当判定表指示减少一个处理器中的操作但不减少另一个时，定时器开始计数。当定时器终止时，一个信号反馈到路由矩阵的输入，导致减少第二处理器的操作。延迟时间可以是固定的、预先存储在寄存器中、或由路由矩阵输出。

[0049] 逻辑电路 715 将来自多个测量电路的测量的温度读数加以比较，并将最高的测量温度读数作为管芯的最大测量温度值提供给中央管理系统 710。

[0050] 另外，中央管理系统 710 可以提供集中报告能力。每个核一般只可存取它自己的寄存器组。中央管理系统 710 可以向每个核报告封装状态，诸如最大测量温度、状态位等。另外，中央管理系统 710 内的查找表条目可以提供用作临界点和热事件两者的编程阈值的某些或全部值，在操作期间使系统阈值适应。中央管理系统 710 还可以在管芯外热管理的输出 1104 提供控制信号。

[0051] 尽管上述实施例利用二极管来检测热点内的温度，但是任何对温度敏感的 P-N 结

器件都可以使用。

[0052] 在这些实施例中，指导一个或多个处理器所用的中断包括硬件中断、软件中断，诸如操作系统中断，及其组合。其中，指向操作系统的处理器中断可以用来产生本地指令。

[0053] 图 12 示出中央管理系统 710 的示例。1 到 N 定时器 802、812 向路由矩阵 800 提供反馈。路由矩阵 800 向每个定时器提供复位信号、延迟时间和启动信号。通过包括多个定时器，可以使多个可能性同时未决。

[0054] 图 13 示出热管理系统，它既包括管芯上的又包括管芯外的热管理。各种不同实施例的管芯的输出 101、102、201、202、303、403、501、502 和 / 或 1104 用来控制管芯外热管理 1310 单元，包括风扇、冷却系统和电源。对这种单元的控制可以包括激活外部风扇或冷却系统，或修改外部电源的输出。

[0055] P-N 结利用基于带隙的器件来偏置，以便随着封装温度改变而保持一致的操作。用于偏置二极管的带隙电流源的示例是带隙比较器。

[0056] 正如从上面的描述可以理解的，作为设计的问题，各种不同实施例的组件可以互换。在不脱离以下权利要求书所定义的本发明的精神和范围的情况下，预期可对本发明进行各种各样的修改。

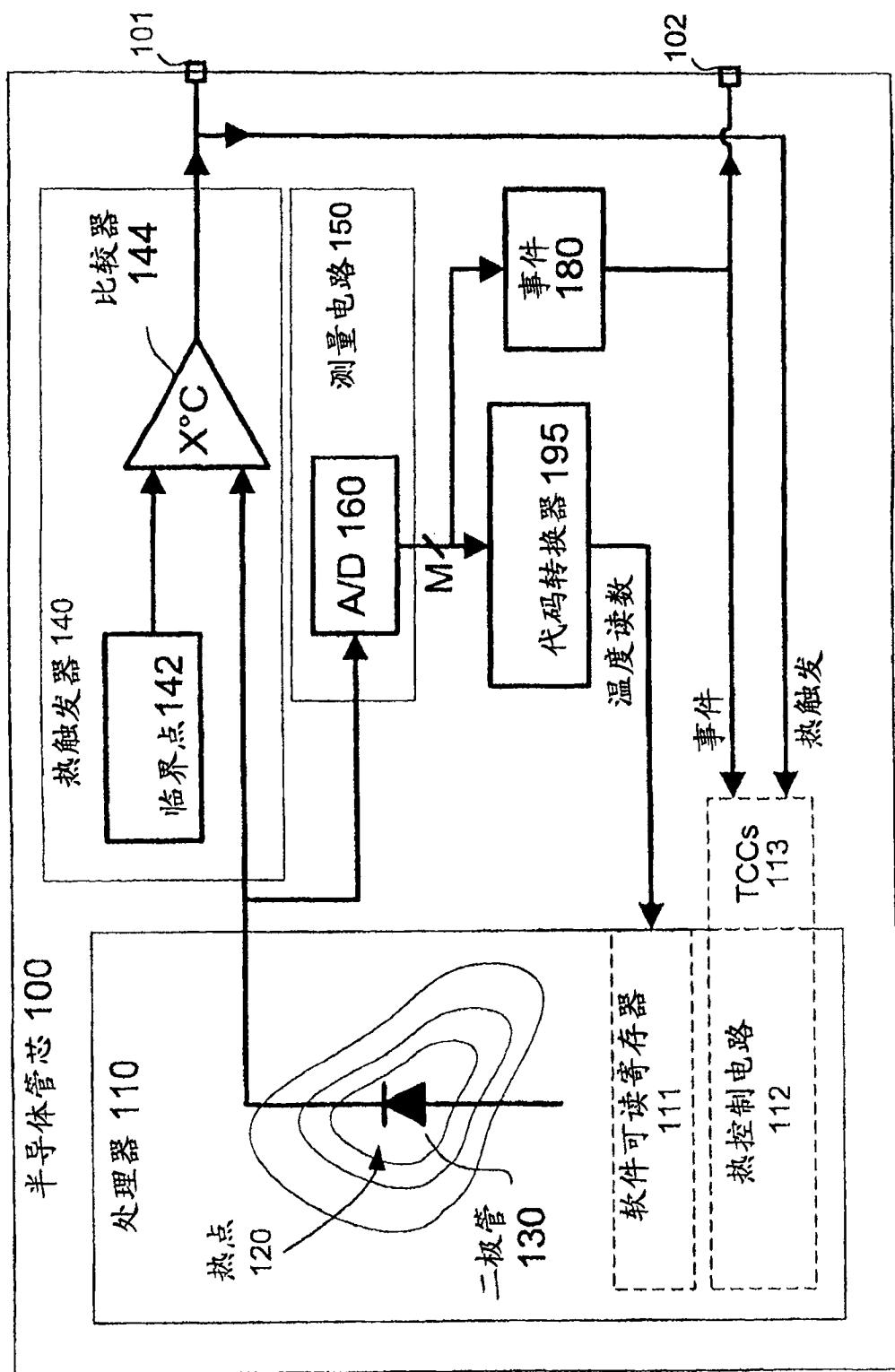


图 1

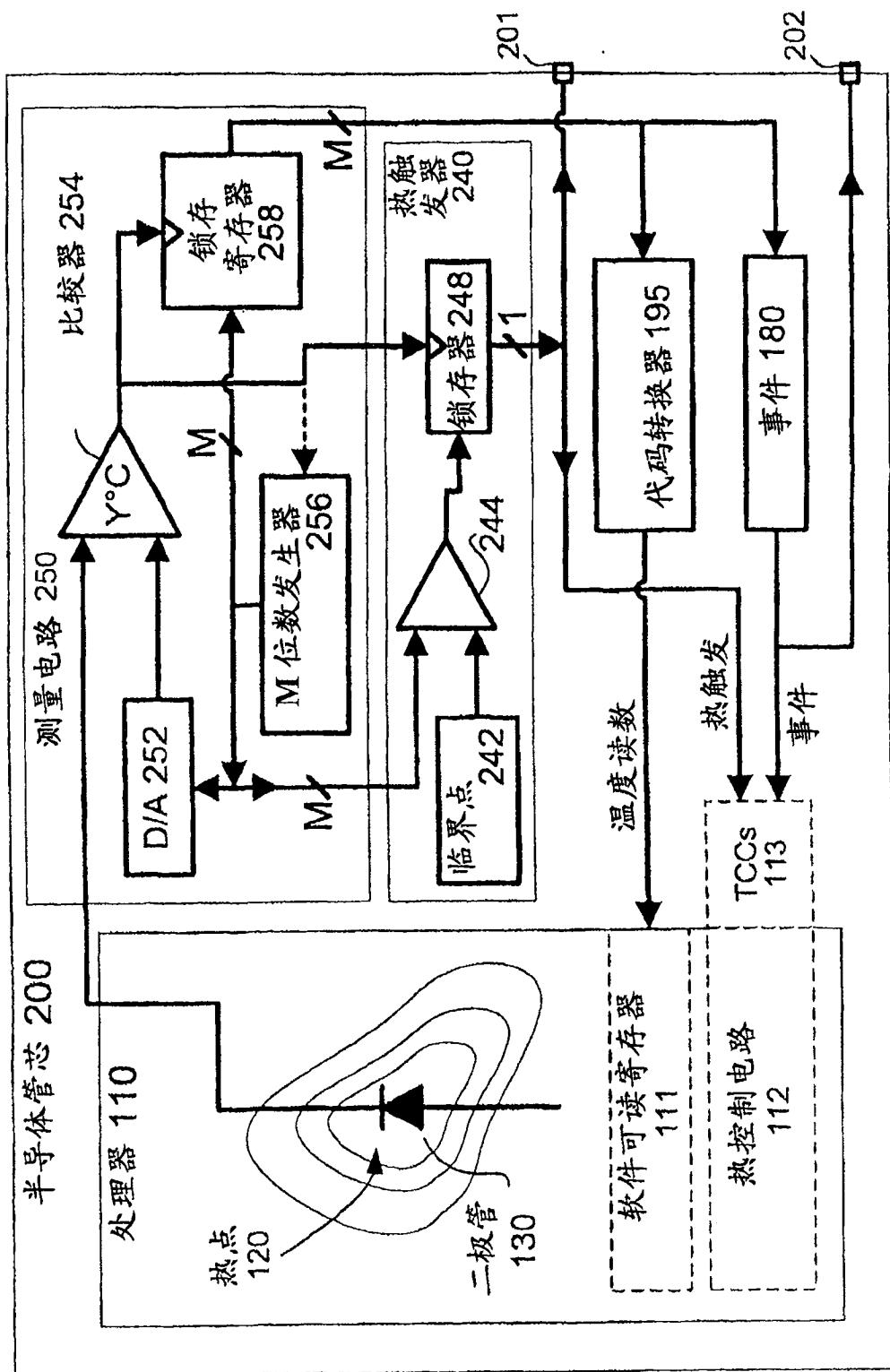


图 2

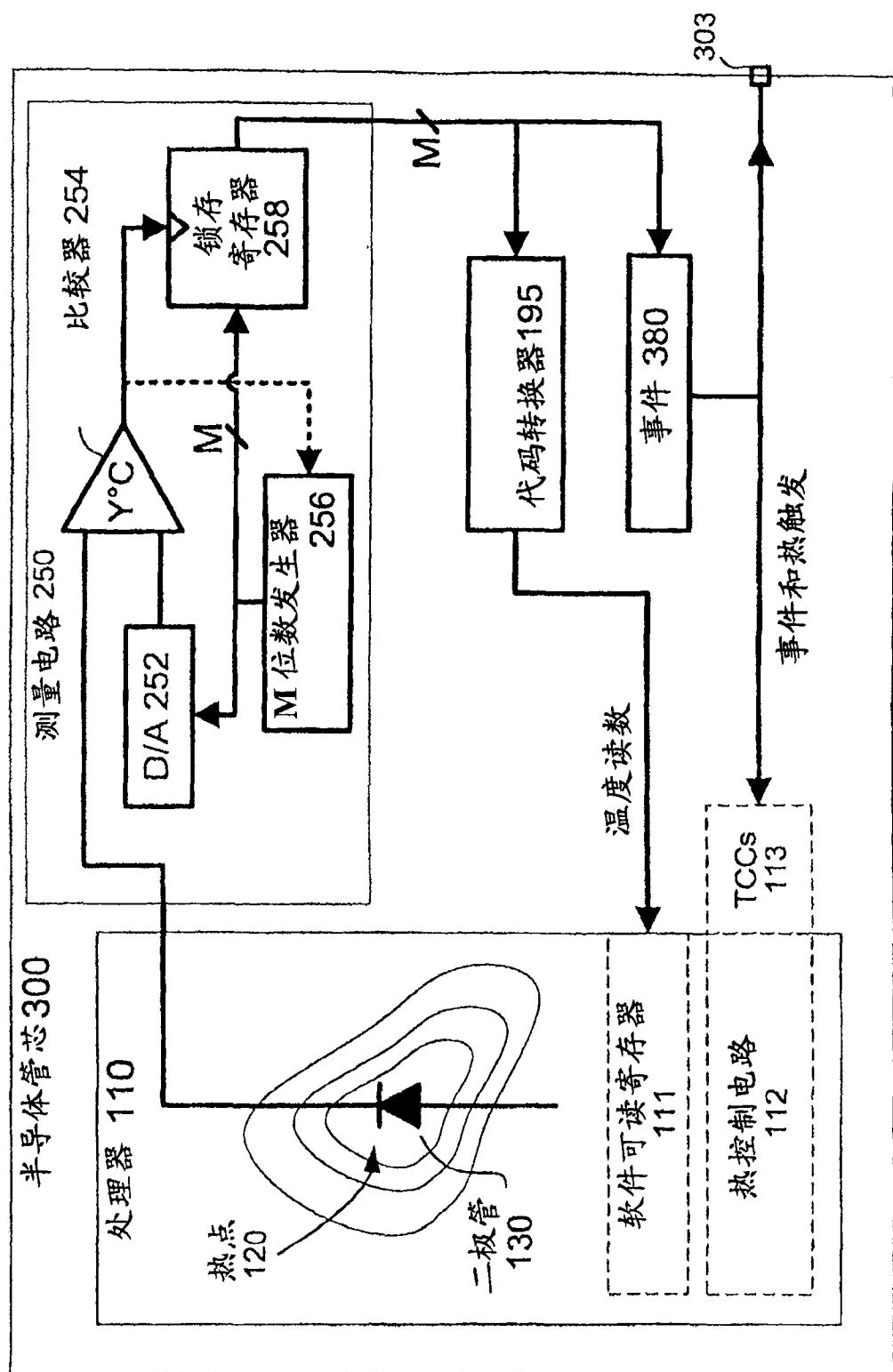


图 3

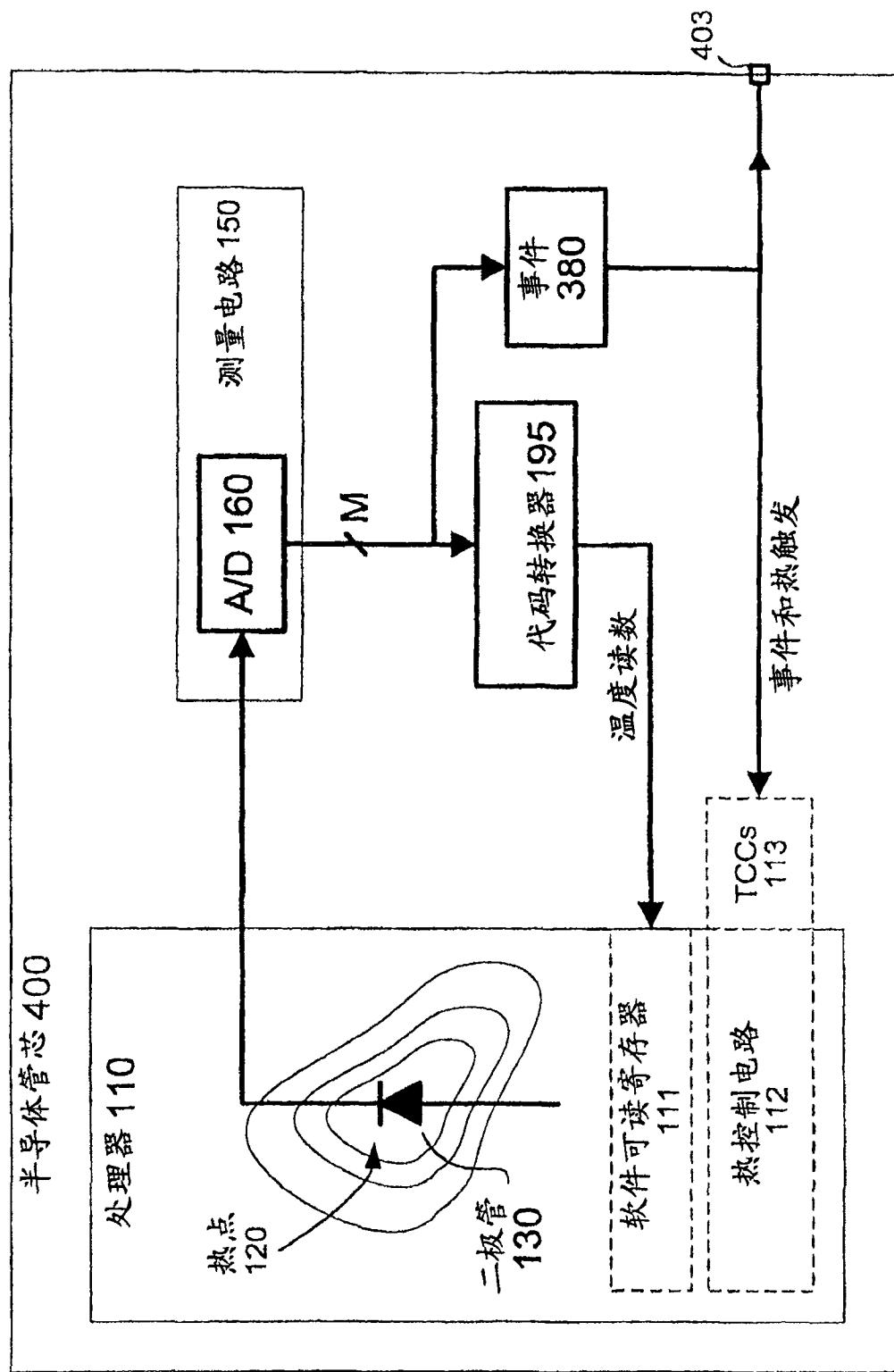


图 4

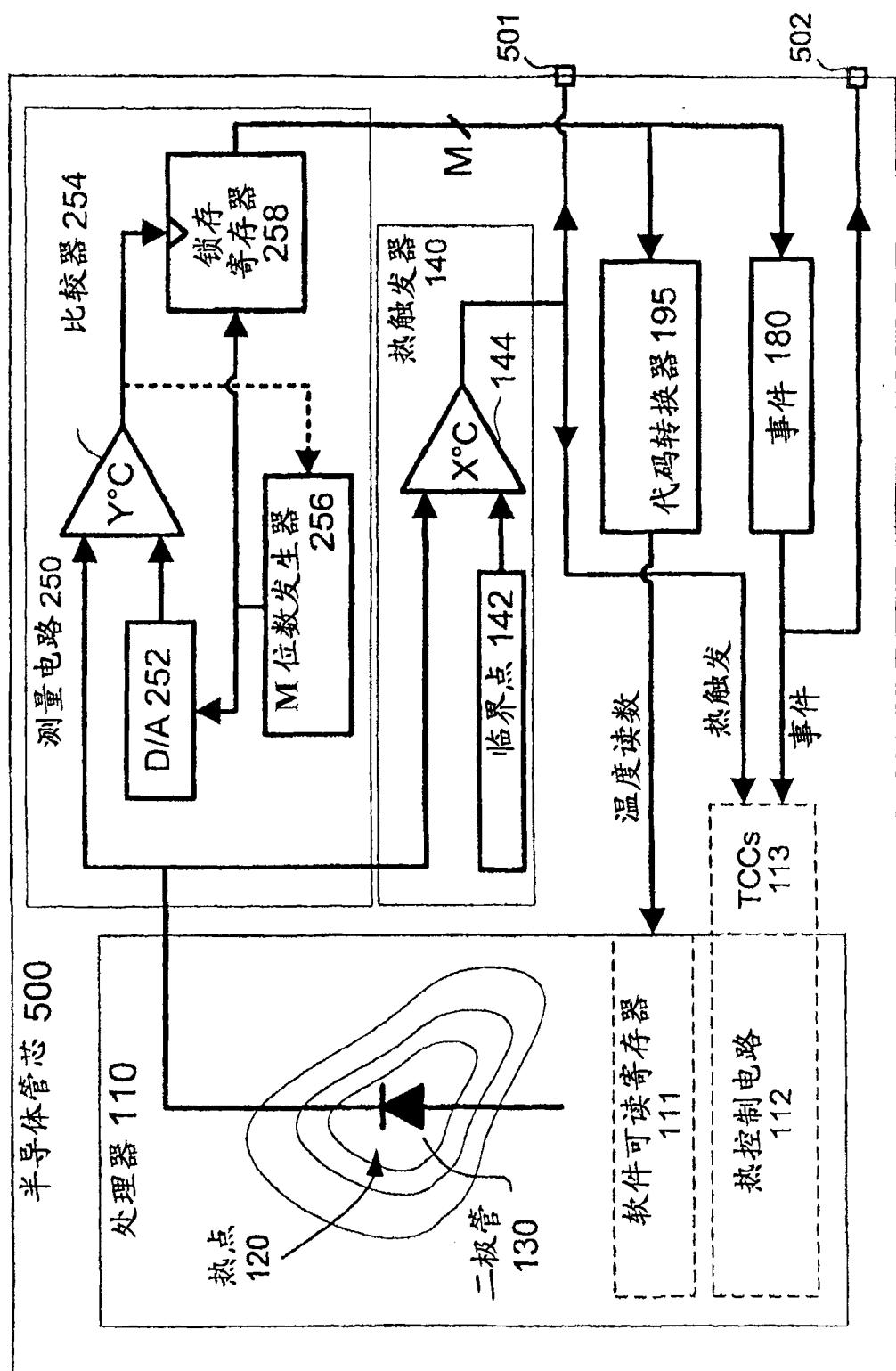


图 5

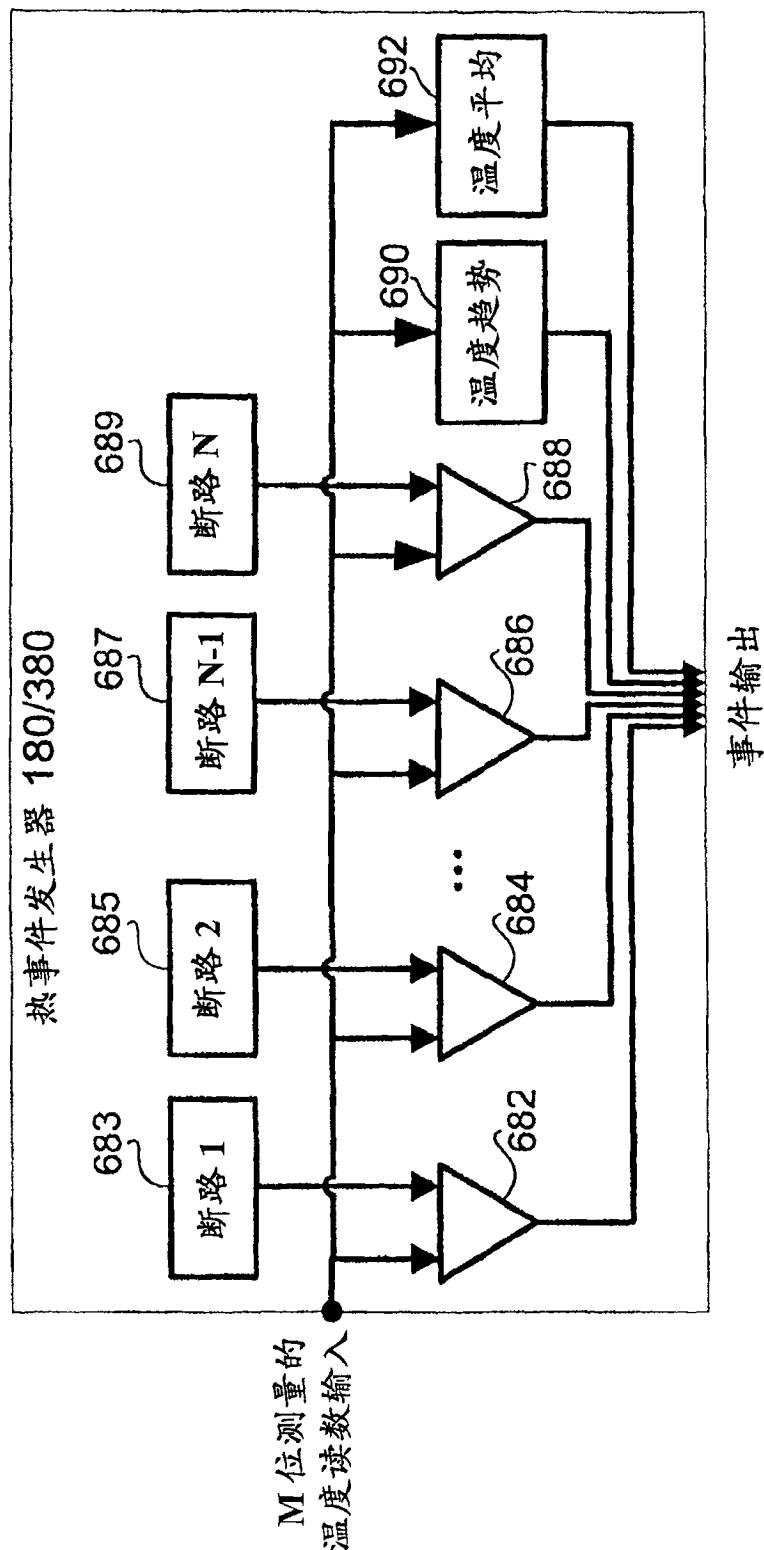


图 6

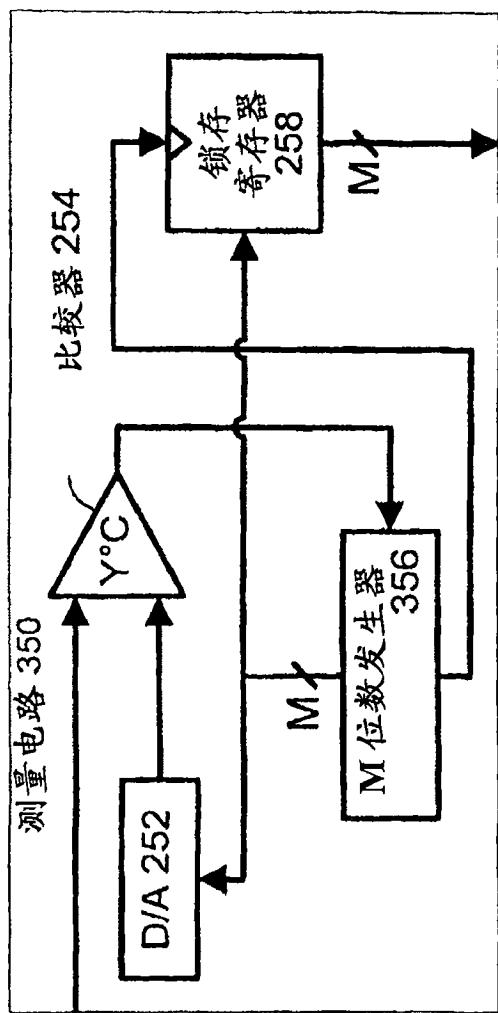


图 7

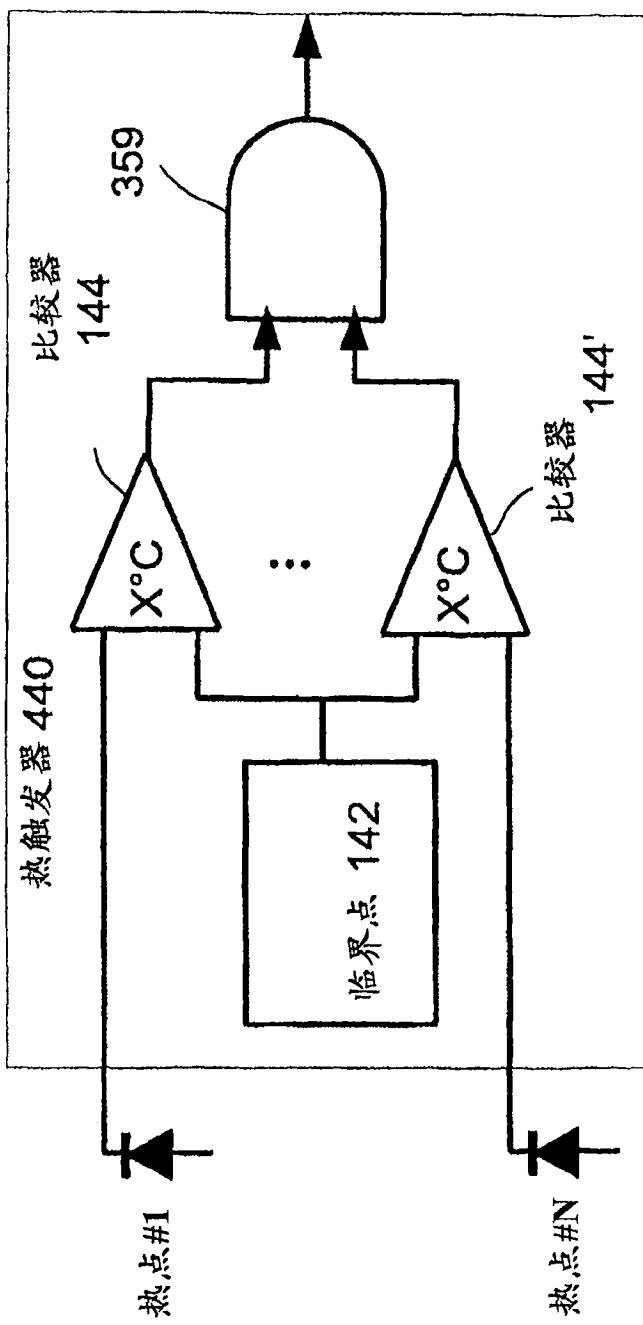


图 8

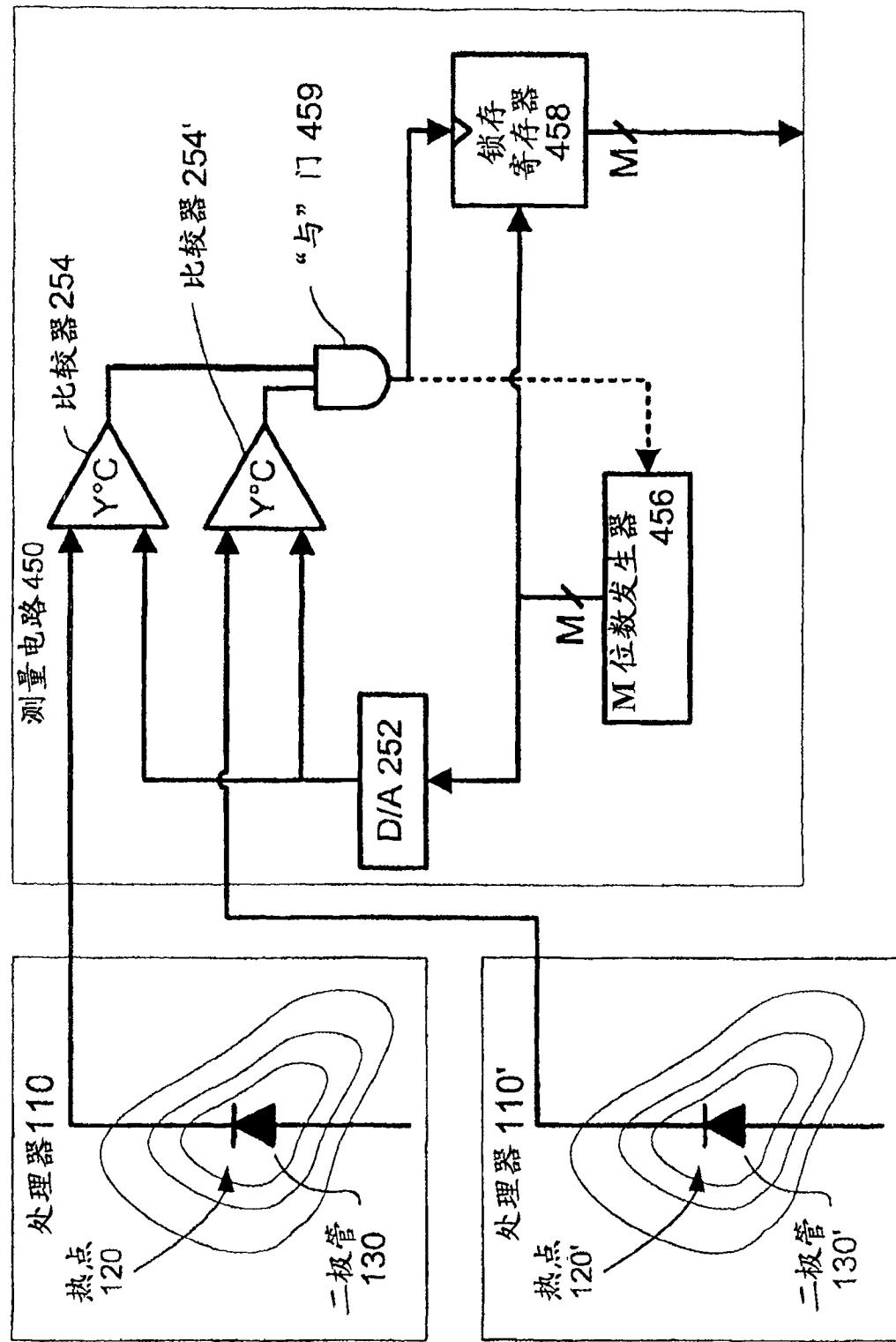


图 9

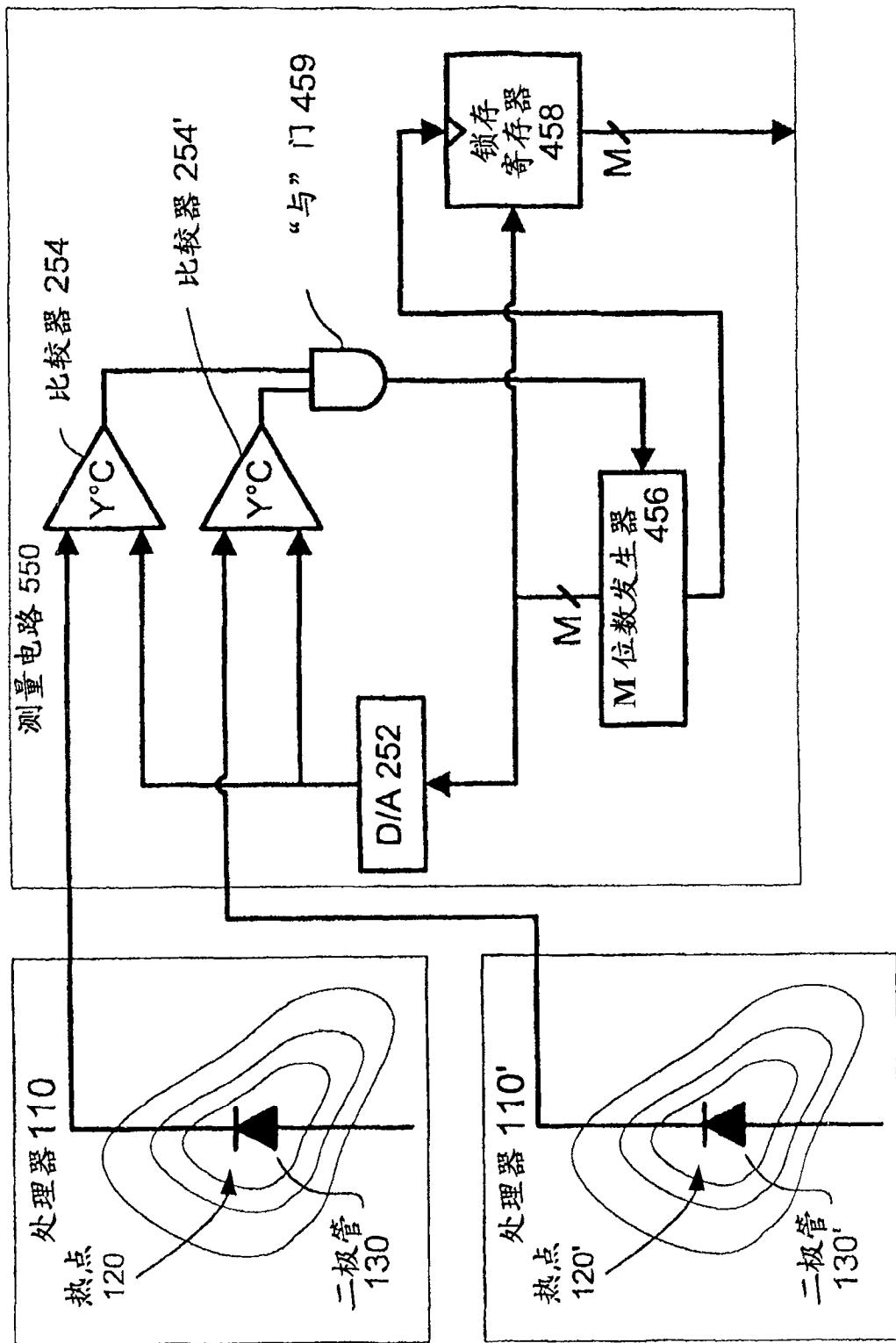


图 10

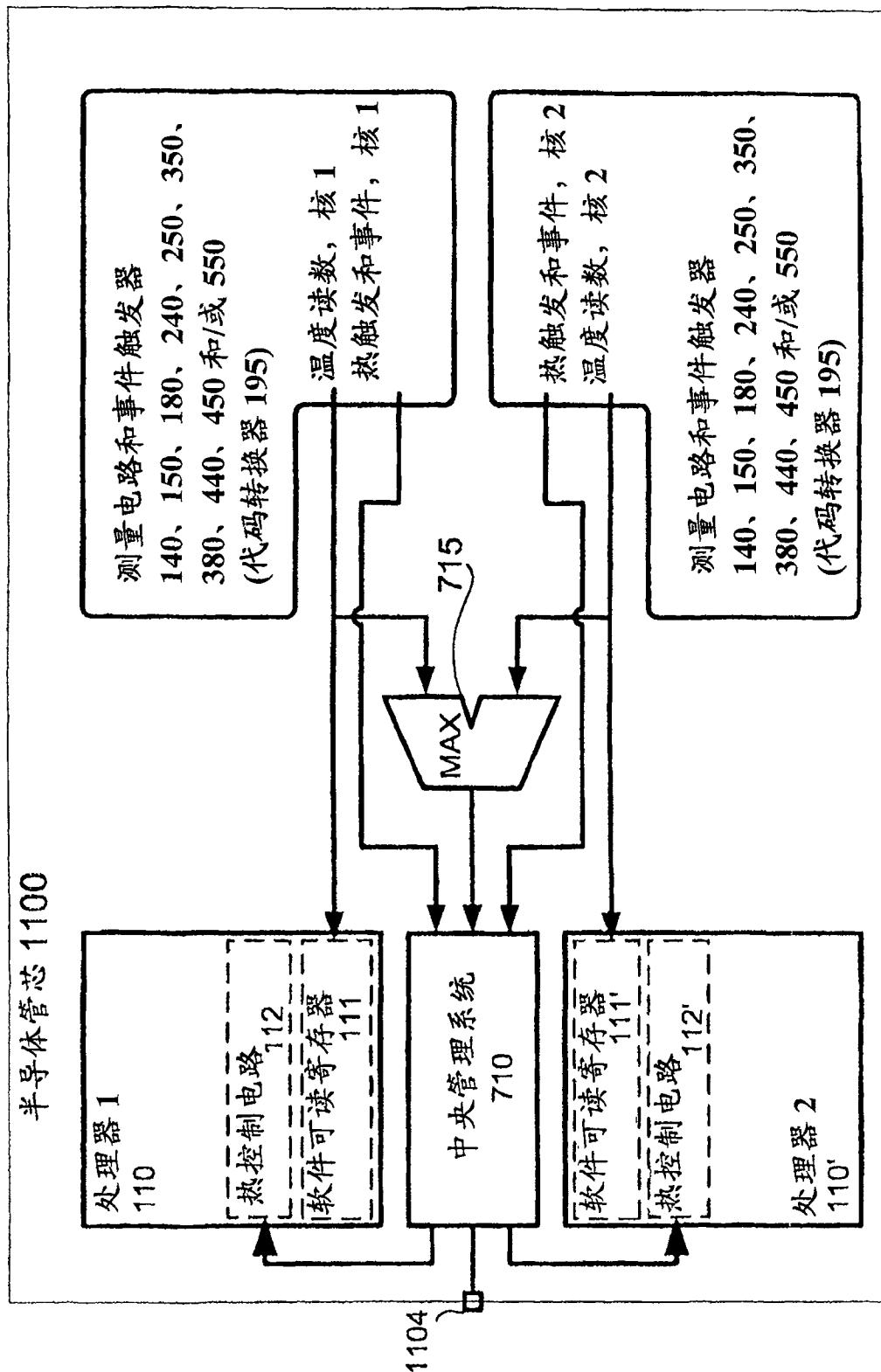


图 11

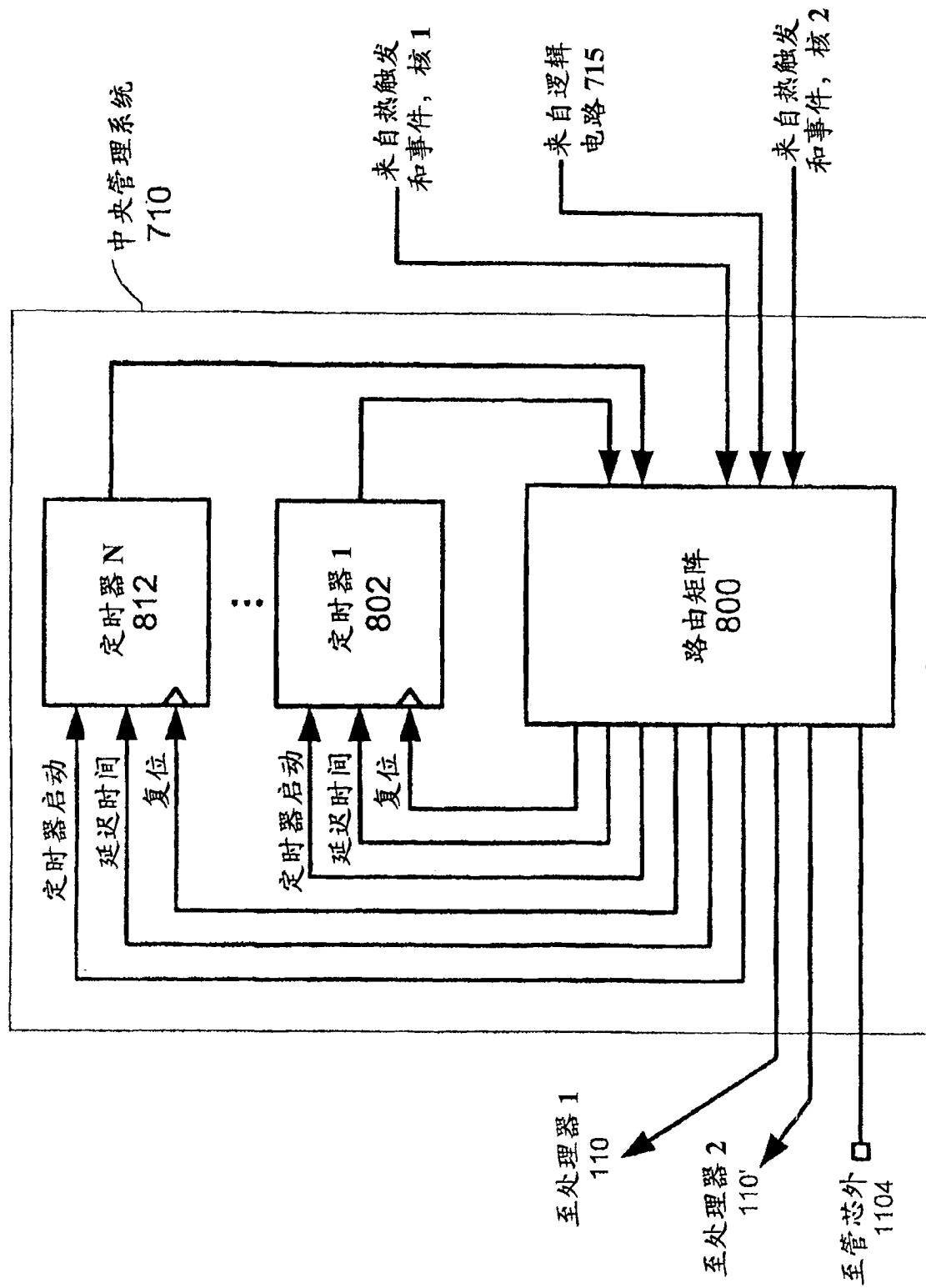


图 12

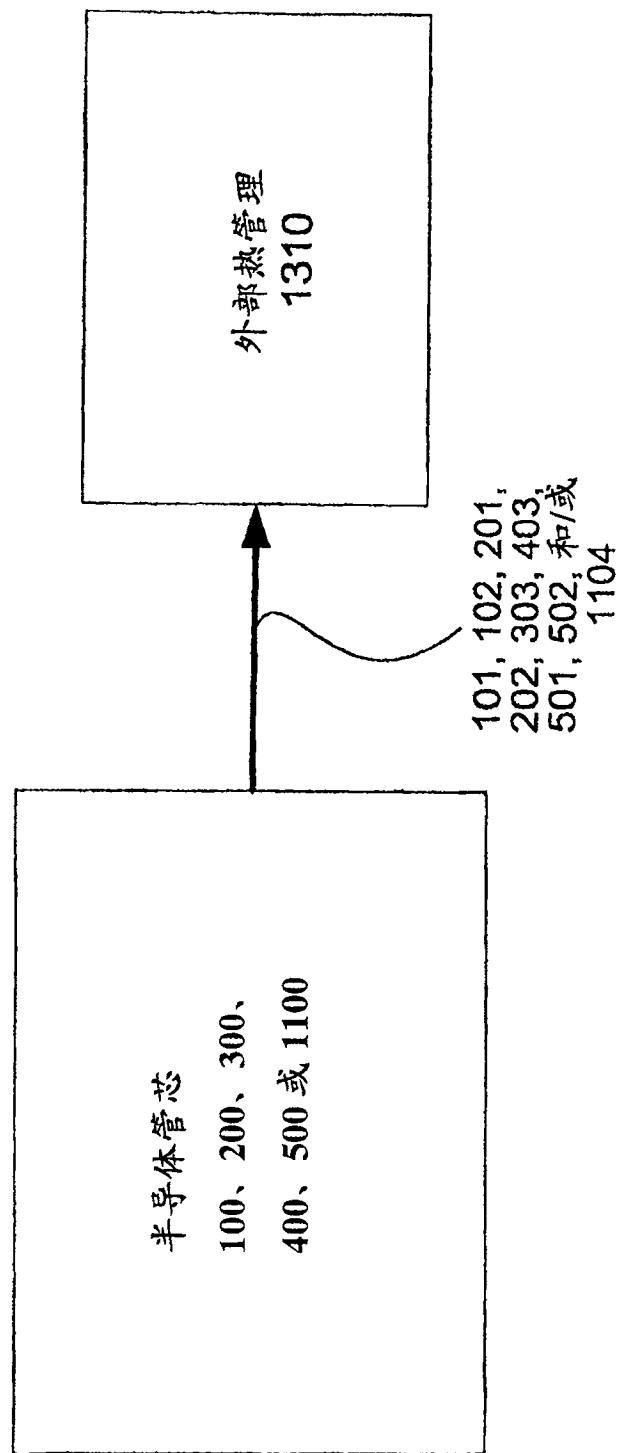


图 13