



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1745358 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200380109600.1

(22) 申请日 2003.12.29

(30) 优先权数据

10/334,918 2002.12.31 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005.08.09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2003/041489 2003.12.29

(87) PCT申请的公布数据

WO2004/061635 EN 2004.07.22

(73) 专利权人 知识风险基金有限责任公司

地址 美国内华达

(72) 发明人 詹姆斯·B·伯尔 安得鲁·雷得

汤姆·史都华

(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 11038

代理人 王永刚

(51) Int. Cl.

G06F 1/32(2006.01)

(56) 对比文件

US 20020194509 A1, 2002.12.19, 说明书第
0018-0095 段及附图 1-10.

US 5727208 A, 1998.03.10, 说明书第 2-7 栏
及附图 1-3.

US 6425086 B1, 2002.07.23, 全文.

EP 0978781 A3, 2000.02.09, 全文.

US 20020116650 A1, 2002.08.22, 全文.

US 5812860 A, 1998.09.22, 全文.

US 20020087896 A1, 2002.07.04, 说明书第
0011-0024 段及附图 1-3.

BAKER K ET AL. Shmoo plotting: the black
art of IC testing. IEEE DESIGN & TEST
OF COMPUTERS, IEEE COMPUTERS SOCIETY 14
3. 1997, 14(3), 90-97.

审查员 李楠

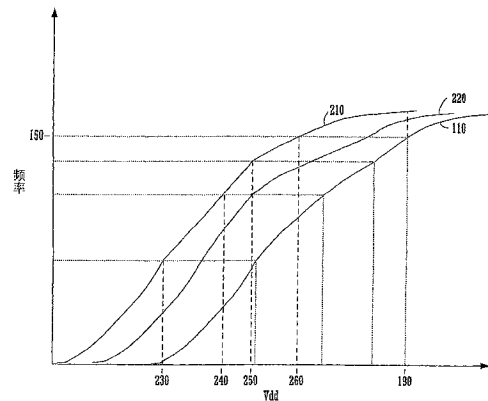
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 14 页

(54) 发明名称

自适应功率控制

(57) 摘要

需要反映特定集成电路特性的自适应功率控
制系统和方法。



1. 一种运行集成电路的方法,包括:
测量和记录所述集成电路的多个频率电压特性;
为了优化所述集成电路的运行使该多个频率电压特性和该集成电路相关联;以及
在该多个频率电压特性所给定的电压和频率下运行该集成电路。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述集成电路是一个微处理器,其中所述多个频率电压特性被存储在所述集成电路外的存储器内。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述测量和记录在封装该集成电路之前进行。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于:所述测量和记录在该集成电路的芯片水平上进行。
5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述测量和记录在封装该集成电路之后进行。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述关联包括根据所述多个频率电压特性设置集成电路的不可挥发性组件。
7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于:所述集成电路的不可挥发性组件是可编程的。
8. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于:所述集成电路的不可挥发性组件是不可重复设置的。
9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述关联包括将所述多个频率电压特性编码到存储器设备中。
10. 如权利要求 9 所述的方法,其特征在于:所述存储器设备包含在该集成电路的普通封装内。
11. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述关联包括从该集成电路的制造商到用户电子传输所述多个频率电压特性。
12. 如权利要求 11 所述的方法,其特征在于:所述用户制造了一个包括该集成电路的计算机。
13. 如权利要求 11 所述的方法,其特征在于:所述用户运行该集成电路。
14. 一种运行微处理器的方法,包括:
为所述微处理器确定一个期望运行频率;
为在所述期望运行频率下运行该微处理器确定一个优化电压,该优化电压是基于该微处理器特有的多个频率电压特性而确定的;
在该优化电压下运行该微处理器;以及在所述期望运行频率下运行该微处理器。
15. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于:其中所述多个频率电压特性被存储在所述集成电路外的存储器内。
16. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于:所述微处理器的所述多个频率电压特性包括该微处理器的温度。
17. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于:所述确定步骤包括获得存储在所述微处理器中的信息,该信息用于从至少两个系列的频率电压特性中确定该微处理器特有的所述多个频率电压特性。

18. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于:所述确定步骤包括获得存储在所述微处理器的存储器设备中的信息,该信息用于从至少两个系列的频率电压特性中确定该微处理器特有的所述多个频率电压特性。

19. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于:所述确定步骤包括获得存储在存储器设备中的该微处理器特有的所述多个频率电压特性,其中该存储器设备只包括一个系列的频率电压特性。

20. 一种运行微处理器的方法,包括:

获得运行该微处理器的一系列频率;

用上述一系列频率,确定该微处理器在该一系列频率下优化运行对应的一系列电压,该确定过程基于该微处理器特有的频率电压关系;以及

在上述一系列频率和相应的一系列电压下运行该微处理器。

21. 如权利要求 20 所述的方法,其特征在于:所述频率电压关系表示该微处理器优化运行的频率电压对。

22. 如权利要求 20 所述的方法,其特征在于:所述频率电压关系是一个表格。

23. 如权利要求 20 所述的方法,其特征在于:所述频率电压关系存储在与该微处理器分开的一个集成电路中。

24. 如权利要求 20 所述的方法,其特征在于:所述频率电压关系和该微处理器集成在一起。

25. 如权利要求 20 所述的方法,其特征在于:进一步包括可以通过检查微处理器同时期进行的一系列运行来确定所述一系列频率。

26. 如权利要求 20 所述的方法,其特征在于:所述频率电压关系也包括温度信息。

27. 一种计算机系统,包括:

一个能够运行在许多频率和许多电压下的微处理器,其中所述频率和所述电压基于该微处理器特有的多个频率电压特性;

用于存储所述多个频率电压特性的存储器设备;以及

用于指引该微处理器运行在特殊电压和特殊频率下的设置逻辑,其中使用所述多个频率电压特性根据该特殊频率来确定该特殊电压。

28. 如权利要求 27 所述的计算机系统,其特征在于:所述多个频率电压特性表示该微处理器优化运行的多个频率电压对。

29. 如权利要求 27 所述的计算机系统,其特征在于:所述多个频率电压特性是一个表格。

30. 如权利要求 27 所述的计算机系统,其特征在于:所述存储器设备与该微处理器分开。

31. 如权利要求 27 所述的计算机系统,其特征在于:所述存储器设备和该微处理器集成在一起。

32. 如权利要求 27 所述的计算机系统,其特征在于:该多个频率电压特性也包括了温度信息。

33. 一种特征化微处理器的方法,包括:

测量和记录微处理器特有的多个频率电压特性,该多个频率电压特性记录了该微处理

器优化运行的多个频率电压对；

使上述多个频率电压特性和上述微处理器相关联，从而可以在所述微处理器的运行期间获得和使用所述多个频率电压特性实现该微处理器的运行优化；以及在所述多个频率电压特性所给定的电压和频率下运行所述微处理器。

34. 如权利要求 33 所述的方法，其特征在于：上述测量是在该微处理器处于制造过程中的芯片阶段进行的。

35. 如权利要求 33 所述的方法，其特征在于：上述测量是在封装该微处理器之前进行的。

36. 如权利要求 33 所述的方法，其特征在于：该多个频率电压特性存储在该微处理器外的存储器内。

37. 如权利要求 33 所述的方法，其特征在于：所述多个频率电压特性表示一个表格。

38. 如权利要求 33 所述的方法，其特征在于：所述多个频率电压特性表示多项式的系数。

39. 如权利要求 33 所述的方法，其特征在于：上述关联包括将所述多个频率电压特性编程写入该微处理器的一个存储元件。

40. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述测量和记录是在集成电路制造期间实施的。

41. 如权利要求 33 所述的方法，其中所述测量和记录是在微处理器制造期间实施的。

自适应功率控制

技术领域

[0001] 本发明涉及一种集成电路的制造和应用。特别涉及一种由计算机实施处理控制使得一个集成电路处于该集成电路的优化电压下。广义而言,本发明公开了一种自适应功率控制的方法和系统。一个特定集成电路的特征是使用自适应来控制该集成电路的功率。

背景技术

[0002] 移动计算机,例如电池供电计算机,所面对的一个重要问题就是在两次充电之间计算机所能工作的时间长度问题。另一个需要关心的是电子器件的热散失。随着计算机处理器变得更强大,它们趋向于运行在更高时钟速率下并且散失更多的能量。此外,更有能力的外部设备例如更高容量的硬盘驱动器和无线高速网络,也与主计算机处理器竞争可利用的电池功率的不断提高部分。同时,便携式计算机的尺寸和重量不断减少使得其更便于携带。因为电池通常占据便携式计算机及其他便携设备重量的很大一部分,所以倾向于在保持电池尺寸最小而导致电池容量最小。便携设备紧凑的特性也强化了热散失问题。

[0003] 大量的时间、开支和精力都消耗在为延长便携式计算机运行时间的技术上。目前,典型处理器和计算机系统具有电路和软件,当便携式计算机的各种耗用功率功能在很多时期不被使用时来禁止那些功能。例如,当在某个选定时间内不使用显示器时将其关闭的多种技术已经被设计。用相似的方法测量硬盘驱动器的使用和一段时期后停止之间的时间长度。另一个方法适合于中央处理器在无工作一段时间后进入静止状态。

[0004] 一般而言,这些方法对于延长便携式计算机的运行时间是有用的。然而,这个时间通常并未达到一个满意的时间。事实上,电池寿命对于便携式处理器和计算机厂商是一个极有竞争性的指标,延长电池寿命是普遍的愿望。

[0005] 已经进行了大量的研究使得制造处理器需要的较低功率成为可能。今天大部分使用于计算机系统处理器利用了互补金属氧化半导体 (CMOS) 技术。CMOS 集成电路的功率消耗包括两个组件,一个静态部分和一个动态部分。动态功率可以由 $p = CV^2f$ 近似获得,其中 C 是活动开关容量, V 是供电电压, f 是运行频率,静态功率表示不工作或“off”状态电流乘以电压。

[0006] 最好能让处理器运行在最低可能电压下还可以提供使用者任何时刻所需计算资源的一个频率。例如,如果一个处理器在 600MHz 运行,使用者运行一个程序只需使用该处理器要求的一半,该频率可以降低大约一半。相对地,在许多情况中电压也可能递减一半。所以,动态功率消耗量可以减少到八分之一。执行这个动态频率电压缩放比例的各种方法已经在常规技术中被描述。

[0007] 加州圣克拉拉 Transmeta 公司 (Transmeta Corporation Of SantaClara, California) 提供的商用处理器具有一调节电压符合处理要求的高效系统。该系统被描述于美国专利申请号为 09/484, 516 号,名称为自适应功率控制,发明人为 S. Halepete 等人,申请日为 2000/01/18,并且转让给本申请的受让人。

[0008] Halepete 等人公开了处理器动态地调整电压和时钟脉冲频率以符和软件对处理

器所要求的能力。因为动态功率随时钟速度线性变化而随电压平方变化,调整两者可以以立方或更高阶降低动态功率消耗,而以前的处理器只可以线性调节功率(仅通过调节频率)。

[0009] 图 1 根据传统技术描述了微处理器工作的示范性工作频率对应电压的曲线 110。曲线 110 表示为实现一个期望的运行频率所必需的供给电压 Vdd。例如,为了运行于频率 120,需要一个 160 的供给电压。

[0010] 可以建立曲线 110 作为一批微处理器的一个标准,例如,通过对一些微处理器样品收集频率确定电压的信息。通过使用各种众所周知的统计分析方法,可以建立曲线 110 来得到一个性能和程序收益的优化平衡。例如,曲线 110 可以被设定为所有产品展示中 90%比曲线 110 好的频率电压性能。利用曲线 110,一系列的频率电压运行点可以被设定。例如,频率 150 对应电压为 190,频率 140 对应电压 180,频率 130 对应电压 170 以及频率 120 对应电压 160。这种一系列频率电压对(或点)也可以用一个表格来表示,如下面表 1 所示:

[0011] 表 1

[0012]

频率	供给电压
150	190
140	180
130	170
120	160

[0013] 这种处理器被设定在不同频率电压结合、或频率电压点下运行。为了有利于最小化处理器的动态功率消耗,用特定的功率管理软件来监督处理器并且随着运行时间条件的变化在这些运行点之间动态切换开关。

[0014] 遗憾地是在先前的技术中,这种功率管理软件局限在单一系列的频率电压运行点中运行。一系列频率电压运行点被确定,例如,在一个特定制造程序的一个特定处理器模型的质量测试中,以及使用在该处理器模型的每个设备的运行中。这种一系列频率电压运行点确定根据一批处理器设备的一种最差运行情况来确定,例如,在处理器设备普遍可以得到之前就被确定了。

[0015] 许多关系到处理器集成电路(“微处理器”)功率消耗的特性在制造过程中有很大变化。例如,从一批到另一批甚至在相同芯片内,最大运行频率,阈值电压和容量都可以变更 30%或者更多。以泄漏电流为例,在阈值电压成指数变化时,可以相对名义值变化 500%。不幸的后果是,这种系列频率电压运行点是根据一批处理器设备的一种较差情况的运行来确定的,例如,在质量测试中,通常在处理器设备普遍可以得到之前就被确定了。

[0016] 许多处理器,通常一个制造批次的大多数,比起根据最差情况性能的标准设置能够运行在更好的频率电压点。例如,如果标准设置指定在 1.2v 下以 600MHz 运行,许多单独的处理器设备可能只能在 1.1v 下以 600MHz 运行。然而,这些性能更好的处理器被不

正确地设置在标准频率电压运行点下运行,将浪费功率。此外,该部分通常有一个更低阈值电压,而且如果在一个更高供给电压下强迫运行将出现增大的泄漏电流。两种影响都将过度消耗功率从而引起不希望地比优化特定处理器设备更短的电池寿命。

[0017] 此外,在处理器模型的商用寿命中,通常会进行许多制造过程方面的细化和改进。其中一些可以改进该批处理器的功率特性,例如,频率电压运行点的原有标准设置描述低于优化。

[0018] 传统技术主要关注于减少微处理器的动态功率消耗。遗憾地是,在现代半导体处理中静态功率消耗,例如,处理最小特征尺寸约为 0.13 微米或更小尺寸,其不再是完全功率消耗的一个可忽略部分。对于这些处理,静态功率可能是总体功率消耗的一半。更进一步,静态功率占总功率的百分比,趋向于随半导体处理的连续产生而增长。

[0019] 例如,最大运行频率通常正比例于值 $(1-V_t/V_{dd})$,也就是,减去阈值电压除以供给电压(对于小的处理尺寸)。随着处理尺寸缩小,为了避免如氧化断裂这样的不利影响供给电压(V_{dd})通常也减小。因此,为了维持或者增大一个期望的最大运行频率阈值电压也应该减小。相对地,栅极氧化变得较薄以便一个栅极能够维持沟道控制。较薄的栅极氧化导致栅极容量增加。因为一个 CMOS 设备的“off”或者泄漏电流通常与栅极容量成比例,这种使得栅极氧化较薄的趋势使泄漏电流趋于增加。遗憾地是,增加泄漏电流有害地增加了静态功率消耗。不幸的后果是,半导体加工尺寸的持续减少也导致总功率消耗中静态功率消耗所占部分不断增长。

[0020] 此外,因为泄漏电流受到设备几何尺寸和插入特征的许多方面的影响,静态功率可以相对名义值变化 500%左右。因为与功率消耗相关的性能是移动处理器的一个关键特征,处理器制造商通常测试和保证一个零件在最大功串水平时满足一个特定时钟速率,例如,8.5w 时 1GHz。当运行在一个固定系列的频率电压运行点时,必须在这一系列频率电压运行点中的一个电压下达到这样一个最大功率水平。

[0021] 如果一个特殊的处理器设备不能在标准频率电压运行点达到最大功率极限,它将被拒绝或者置入一个更高功率分组,从而在制造测试中获得更少的合适的编组或者“接收器”。这一部分反映了制造商的产出损失和潜在收入的损失。然而,这一部分可能时常能够在一个更低电压下达到需要的时钟速率和功率消耗规格。

[0022] 因而,尽管在传统技术中当控制频率电压运行点的系统和技术已经产生了关于处理器减少功率消耗的改进,在大批处理器中使用标准系列的运行点仍然可以降低优化功率消耗并且减少极其让人讨厌的生产产出损失。

发明内容

[0023] 本发明的第一方面提供了一种运行集成电路的方法,包括:测量和记录所述集成电路的多个频率电压特性;为了优化所述集成电路的运行使该多个频率电压特性和该集成电路相关联;以及在该多个频率电压特性所给定的电压和频率下运行该集成电路。

[0024] 本发明的第二方面提供了一种运行微处理器的方法,包括:为所述微处理器确定一个期望运行频率;为在所述期望运行频率下运行该微处理器确定一个优化电压,该优化电压是基于该微处理器特有的多个频率电压特性而确定的;在该优化电压下运行该微处理器;以及在所述期望运行频率下运行该微处理器。

[0025] 本发明的第三方面提供了一种运行微处理器的方法,包括:获得运行该微处理器的一系列频率;用上述一系列频率,确定该微处理器在该一系列频率下优化运行对应的一系列电压,该确定过程基于该微处理器特有的频率电压关系;以及在上述一系列频率和相应的一系列电压下运行该微处理器。

[0026] 本发明的第四方面提供了一种计算机系统,包括:一个能够运行在许多频率和许多电压下的微处理器,其中所述频率和所述电压基于该微处理器特有的多个频率电压特性;用于存储所述多个频率电压特性的存储器设备;以及用于指引该微处理器运行在特殊电压和特殊频率下的设置逻辑,其中使用所述多个频率电压特性根据该特殊频率来确定该特殊电压。

[0027] 本发明的第五方面提供了一种特征化微处理器的方法,包括:测量和记录微处理器特有的多个频率电压特性,该多个频率电压特性记录了该微处理器优化运行的多个频率电压对;使上述多个频率电压特性和上述微处理器相关联,从而可以在所述微处理器的运行期间获得和使用所述多个频率电压特性实现该微处理器的运行优化;以及在所述多个频率电压特性所给定的电压和频率下运行所述微处理器。

[0028] 以下对本发明自适应功率控制的详细描述中,为了提供对本发明的全面理解阐述了很多特定细节。然而,熟悉本技术的人将会发现本发明可以不需要这些特定细节或者用替代方法来实施。在其他的实例中,熟知的方法、流程、组件、电路没有详细被描述,并不会给本发明造成不必要的模糊。

附图说明

[0029] 图 1 根据传统技术描述了微处理器工作的示范性工作频率对应电压的曲线;

[0030] 图 2 根据本发明的实施例描述了特定集成电路的示范性频率电压特征;

[0031] 图 3 根据本发明的实施例描述了一个集成电路模块;

[0032] 图 4 根据本发明的实施例描述了一个设备;

[0033] 图 5A、5B 和 5C 根据本发明的实施例描述了计算组件的结构;

[0034] 图 6 根据本发明的实施例描述了一种制造微处理器的方法;

[0035] 图 7 根据本发明的实施例描述了一种制造微处理器的方法;

[0036] 图 8 根据本发明的实施例描述了一种制造微处理器的方法;

[0037] 图 9 根据本发明的实施例描述了一种操作集成电路的方法;

[0038] 图 10 根据本发明的实施例描述了一种操作微处理器的方法;

[0039] 图 11 根据本发明的实施例描述了一种操作微处理器的方法;

[0040] 图 12 根据本发明的实施例描述了一种特征化微处理器的方法;

[0041] 图 13 根据本发明的实施例描述了一种操作微处理器的方法。

[0042] 符号与术语

[0043] 细节描述中相连的一些部分(例如,处理 600、700、800、900、1000、1100、1200 和 1300)根据流程、步骤、逻辑块、处理和其他可以用在计算机存储操作中的数据位操作符号表示法来介绍。这些描述和表示法是那些熟悉数据处理技术的人向其他熟悉该技术的人最有效传达他们工作内容的手段。流程、计算机执行步骤、逻辑块、处理等等,在这里并且通常被认为是能产生一个期望结果的一致步骤或者指令或者固件的序列。步骤要求对于物理量

进行物理操作。通常,尽管不是必需的,这些量采用电或者磁信号,可以被存储、传递、合并、比较以及以其他方式在计算机系统中被操作。参考这些信号比如位、值、元素、符号、字符、术语、数字或者其他,有时证明是方便的,主要出于共同使用的原因。

[0044] 然而,应该牢记的是,所有这些和相似的术语是关联于适当的物理量并且只是应用于方便这些量的符号。除非特别声明否则如下列阐述所示,在整篇发明中我们倾向于使用以下术语,例如,“获得”或者“检索”或者“处理”或者“计算”或者“传递”或者“计算”或者“决定”或者“选择”或者“存储”或者“识别”或者“产生”或者“选择”或者“移动”或者“编码”或者“合并”或者“测试”或者“设置”或者“操作”或者“转换”或者“决定”或者“优化”或者“合成”或者“分类”或者“估计”或者“描述”或者“测量”或者“记录”或者“相关”或者其他来指代计算机系统或者相似电子计算设备的操作和处理,该电子计算设备把计算机系统的注册器和存储器中用物理(电子)量表达的数据操作和传输为表达在计算机系统的存储器和注册器或者其他信息存储传递和显示设备中的其他类似的被物理量表达的数据。

具体实施方式

[0045] 本发明的实施例描述了高度集成半导体的设计和运行。更特别地,本发明的实施例涉及了微处理器的自适应功率管理。然而,值得赞赏的是本发明的实施例的组件可以被利用于半导体运行的其他领域。

[0046] 美国专利申请号 09/484, 516, 名称为自适应功率控制,由 S. Halepete 等人发明,申请日为 2000/01/18,特此参考其全部内容合并于此。

[0047] 半导体制造过程通常被认为是高度一致的,也就是说,该过程非常善于制造一个集成电路设计的精确拷贝。用于数字领域的半导体产品更是如此。从功能上讲,半导体工艺已经成功地制造了功能相似本质上完美的拷贝。

[0048] 然而,一个半导体器件的许多相似特性是高度可变的。例如,阈值电压、容量、栅极延迟、电流消耗、最小工作电压和最大工作频率可能在芯片和芯片之间产生 30%或更大的变化。泄漏或者“off”电流甚至可能是更可变的。例如,泄漏电流相对于名义水平上下变化 500%是很常见的。更特别地是,涉及的一个集成电路功率消耗的参数是高度可变的。

[0049] 图 2 根据本发明的实施例描述了特定集成电路的示范性频率电压特征。曲线 210 描述了对应于一个制造批次中一特定集成电路的测量频率电压特性。标准频率电压曲线 110 也显示在此作为参考。显示在曲线 210 中的频率电压与曲线 110 不同是让人高兴的,反应出制造过程结果中的变化。

[0050] 曲线 210 反映出一个特定集成电路具有比标准曲线 110 更好的频率电压特性。例如,曲线 210 所反映的集成电路能够在供给电压 260 实现频率 150,这要小于标准频率电压特性(表 1)所指定的供给电压 190。作为一个有利的结果,这样一个集成电路可以在一个较低的电压(例如电压 260)提供相同水平的处理性能(频率所反映的),并且相对于在标准电压(电压 190)下运行消耗更低的功率。

[0051] 曲线 210 反映出一个特定集成电路具有比标准曲线 110 更好的频率电压特性。典型地,当一个标准曲线被确定,或者至少部分被确定,来最大化制造过程的产出,一个制造批次的大部分将有更好的频率电压特性。然而,这样一个标准频率电压特性的不利影响是

大多数的集成电路将能具有比他们评估时所具有的更好的功率性能。

[0052] 一个移动处理器与功率消耗相关的性能是一个关键特征,处理器制造商通常测试和保证一个零件在最大功率水平时满足一个特定时钟速率。当运行在一个确定系列的频率电压运行点时,必须根据期望频率在一电压下实现该最大功率水平,该电压由一系列频率电压运行点指定。例如,一个集成电路的功率水平在供给电压 190 频率 150 下必须小于最大极限。

[0053] “快速”部件,例如一个对应于曲线 210 的集成电路,能够在更低的电压下相对于“较慢”部件实现更高的运行频率。快速部件在一个给定电压下相对于较慢部件通常也增加电流消耗。相应地,当对应于曲线 210 的集成电路能够很容易地在频率 150 供给电压 190 下工作,因为它通常将消耗更多的电流,它可能在测试电压下超过功率极限。遗憾地是,在传统技术下,对应于曲线 210 的集成电路,因为消耗太多能量将会被拒绝,尽管它能够在一个比标准频率电压特性所指定的电压更低的电压下实现一个期望的工作频率,比如,频率 150。

[0054] 在典型工作频率下,例如,从几百 MHz 到 GHz 范围,集成电路的测试,比如生成曲线 210 所需的测试,通常是在集成电路封装之后进行的。测试一个封装部件所需的测试夹具通常要比在一个裸模或者芯片水平上的测试所需的测试夹具便宜。此外,封装,包括比如一个引线框,将引入许多附加的电子和热特性,可能影响一个封装设备的性能,特别是频率性能。

[0055] 遗憾地是,封装过程是昂贵的,体现在封装材料、处理设备的运行消耗和容量。如果一个被封装的半导体在封装后被发现具有不好的功率特性,那么该封装开支被浪费。此外,半导体的某些种类的不可挥发性组件,例如,数据存储熔合,可能通常在封装前被设定。例如,一个数据存储熔合可能是一个半导体结构,该结构直接被访问(例如,通过激光)或者通过通常不能外连接的片。出于这种或者那种原因,通常希望在封装之前确定一个集成电路的功率性能。

[0056] CMOS 电路耗率的功率包括两个部分,一个静态部分和一个动态部分。动态功率可以由 $p = CV^2f$ 近似获得,其中 C 是活动开关容量, V 是供电电压, f 是运行频率,静态功率表示不工作状态电流乘以电压。如前所述,通常不可能在封装前的频率下精确测试一个集成电路。因此,动态功率不可能在一个集成电路封装之前被精确测试。然而,容量 C 和不工作电流是相对地不受封装影响的,并且可能在裸模或者芯片水平被精确测量。

[0057] 有利的是,根据本发明的实施例,如果给定容量,基于一个在封装之前的假设运行频率动态功率可以被估计。例如,基于容量的一个测量值,可以估算出一个期望运行频率下的动态功率。一个运行电压可以被指定,例如,在每个标准频率电压运行点。更进一步,因为不工作电流可以在一个未封装设置上被测量,总的功率(在一个期望的运行频率下)可以被直接估计。

[0058] 根据本发明的一个实施例,这样一种功率消耗(在一个期望的运行频率下)的估计可以在封装之前基于过功率消耗来测试不合格件。然而,如前所述,基于这样一个标准可能会错误的拒绝集成电路设备,例如,对应于图 2 曲线 210 的集成电路。

[0059] 根据本发明的另一实施例,假设一个期望的运行频率可以实现,我们更期望确定一个最大电压用于实现最大功率极限。例如,在上述功率估计中,指定功率(作为最大极

限)并且求解电压。该求解电压是集成电路设备可以在一期望频率下实现一个可接受的功率水平的最大电压。我们不愿意在期望频率下测试集成电路。然而,为了达到功率极限,集成电路在期望频率下的运行电压应该等于或者小于已确定的求解电压。

[0060] 根据本发明的实施例,该求解电压的表达可以编码,例如,编程,写入集成电路的一个不可挥发性组件,例如,数据存储融合(例如,不可重设半导体特征),电子可擦除可编程只读存储器(EEPROM)或者类似部件。例如,允许的最大电压可以编码写入集成电路。可作为替代的是,编码写入对应的可变系列频率电压的特性。

[0061] 再次参照图 2,根据本发明的一个实施例,曲线 220 表示在一个制造批量的部分之间的分界线。一些集成电路可能拥有一个在曲线 220 左边的电压频率特性,例如,对应于曲线 210 的集成电路,并且有一些可能拥有位于曲线 220 和曲线 110 之间的电压频率特性。

[0062] 基于对一个期望运行频率确定一个可接受的最大电压(不至于超过最大功率水平),特定的集成电路可能会置入上述分组中的一个。曲线 220 可能成为第二系列频率电压运行点。有了分别被曲线 110 和 220 表述的两个系列频率电压运行点,集成电路可以运行在基于给定特定集成电路的特定特性的更多的优化功率水平下。例如,对应于曲线 210 的集成电路可以运行在曲线 220 的频率电压运行点下,相比较运行该集成电路在曲线 110 的标准频率电压运行点下节省功率。一个编码的不可挥发性集成电路可以决定运行中哪一系列频率电压运行点应该被使用。

[0063] 如下,表 2 根据本发明的实施例显示了一对示范频率电压运行点系列

[0064] 表 2

[0065]

标准		快速	
频率	供给电压	频率	供给电压
1.0GHz	1.50v	1.0GHz	1.40v
800MHz	1.30v	800MHz	1.25v
600MHz	1.20v	600MHz	1.10v
400MHz	1.05v	400MHz	1.00v

[0066] 表 2 描述了两个系列的频率电压运行点,左边两列是一个标准系列,右边两列是一个“快速”部件系列。例如,如果频率电压运行点的“快速”系列对应于曲线 220,那么对应于曲线 210 的集成电路在表 2 所示“快速”系列中的频率电压点可能运行更有利。当根据这样的“快速”运行点工作时,一个“快速”集成电路将比在一个标准运行点系列下运行消耗更少功率。

[0067] 本发明的实施例也非常适用于描述集成电路的频率电压特性的其他方法。例如,一个频率电压特性可以描述为多项式表达或者近似表达的一个频率电压特性的系数。

[0068] 再者,以相似的方式,这样一种编码不可挥发性电路组件可以用来确定一个封装设备的动态功率测试的供给电压。例如,快速部件比如对应于曲线 210 的集成电路,应该在对应曲线 220 的期望频率的一个更低供给电压下进行测试。然而,在传统技术下一个快速部件可能不能通过在一个标准频率电压运行点,例如,曲线 110 下运行的最大功率极限测试,更高百分比的设备将通过这样一个运行在对应于曲线 220 的一个更低电压下的测试。

一个有利的结果是,本发明的实施例有利于增加制造产出。

[0069] 可意识到的是本发明的实施例适用于把一个制造批次分割成比所述的两个分组更多的分组。更多系列的频率电压特性可以被创造并且更多用来标定这些系列的数字可以被编码到每个特定集成电路中。

[0070] 速度、或者运行频率对于大多数的半导体来说都是随着温度变化的。例如,在一给定电压下集成电路在较低温度下要比在较高温度下运行得更快。作为一个推论,一个集成电路可能通常来说在较低温度下的一个期望频率下运行需要一个较低的供给电压,而在更高温度下的相同期望频率下运行需要一个更高的供给电压。

[0071] 根据本发明的实施例,芯片的温度可能用来给一个期望运行频率选择一个优化运行电压。如下,表 3 根据本发明的实施例显示了示范系列的频率电压运行点以及芯片温度。

[0072] 表 3

[0073]

芯片温度	标准		快速	
	频率	供给电压	频率	供给电压
100 °C “热”	1.0GHz	1.50v	1.0GHz	1.40v
	800 MHz	1.30v	800 MHz	1.25v
	600 MHz	1.20v	600 MHz	1.10v
	400 MHz	1.05v	400 MHz	1.00v
50 °C “冷”	1.0GHz	1.40v	1.0GHz	1.30v
	800 MHz	1.30v	800 MHz	1.15v
	600 MHz	1.10v	600 MHz	1.00v
	400 MHz	0.95v	400 MHz	0.90v

[0074]

[0075] 表 3 表示了四个系列的频率电压运行点,两个标准系列在第二和第三列,两个“快速”部分系列在右边的两列。基于芯片温度例如“热”和“冷”有两个标准系列和两个快速系列。如果已知芯片温度低于或者等于 50°C,可能运行在表 3 的“更冷”或者底部的频率电压点上对集成电路更有利。当运行在这些“冷”的运行点,集成电路将比运行在标准系列(没有考虑温度,例如表 2)运行点上消耗更少的功率。

[0076] 可意识到的是,本发明的实施例非常适用于把频率电压特征化为比上述两个温度分组更多的分组。更多系列的依赖于温度的频率电压特性可以被创造,并且更多用来标定这些系列的数字可以被编码到每个特定集成电路中。

[0077] 虽然有时期望编码变化的系列频率电压特性对应到一个集成电路中,仍然存在局限。第一个限制是和可能实际上被编码到集成电路中的信息量相关的。微处理器通常具有极为有限或者没有不可挥发性存储器。芯片上不可挥发存储器极为有限的原因包括电路尺

寸,例如,不可挥发存储器每一数位消耗相当的电路面积,该面积对微处理器来说是需要优化使用的。另一个原因和半导体处理有关,例如,许多类型的集成电路不可挥发性存储器需要附加的标准微处理器电路不需要的半导体掩膜和处理步骤。这样的掩膜和处理步骤是昂贵的,并且增加了制造过程的复杂性,从而提高成本并降低产量。出于这样和那样的原因,要求附加处理步骤的不可挥发性存储器通常不会包括在微处理器中。

[0078] 第二个限制和模具/芯片的容量和能量水平的测试有关。模具和芯片检测器要比封装测试器昂贵,如前所述因为封装的电子影响通常不能完全特征化一个集成电路的频率电压特性。这样导致的后果是,有时更希望特征化一个封装后的集成电路的频率电压特性。

[0079] 可意识到的是本发明的实施例非常适用于编码变化的系列频率电压特性对应到一个封装后的集成电路中。例如,在芯片上的不可挥发性存储器可以通过封装钉接触,并且检测器可以向这些存储器写入映射信息。然而,经常会遇到这种情况,就是芯片上不可挥发性存储器可能在封装后不能被编码。在其他时间可能存在芯片上不可挥发性存储器不足以用于编码期望数量的信息。在这些情况中,应该运行替代方法来联系一个或多个频率电压特性与一个特定集成电路。

[0080] 根据本发明的实施例,一个特定集成电路的频率电压特性或者频率电压特性的映像可以编码到与该集成电路相关联的不可挥发性存储器设备。例中设备包括无限次电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、电池支持的随机存储器 (RAM)、掩膜 (ROM)、铁磁 RAM,具有半导体封装的数据存储熔合,作为集成电路一部分的数据存储熔合,线连接(例如,通过耦合连接到 Vcc 和 / 或者接地的钉来进行编码)和相似部件。

[0081] 将一不可挥发性存储器设备和特定集成电路连接起来的期望方法是在该集成电路的封装中引入一个存储器设备,例如在多芯片模式下。

[0082] 本发明的实施例适用于其他的连接一特定集成电路的频率电压特性或频率电压特性的映像和该集成电路的方法。一个方法在计算机可读介质中维持一个对应于许多集成电路的许多频率电压特性的数据库。一个特定集成电路的特定频率电压特性可以通过集成电路的识别特征例如唯一的序列号来获得。

[0083] 从而特定频率电压特性可能通过许多方式来传输,例如因特网下载,并且在制造中的许多地方和 / 或者使用拥有集成电路的产品中被参考。例如,如果集成电路是一个微处理器,包含有该微处理器的计算机的制造商可以装配计算机,通过电子方法获得微处理器的序列号,获得特定的频率电压特性,例如在一个数据文件里,并且选用一个唯一的 ROM 给那台计算机。这样一个 ROM 将会反映出位于那部特别的计算机的核心的微处理器的特定频率电压特性。

[0084] 在封装操作之后的信息编码通常会比封装前的编码创造出更多的存储空间。例如,一个存储器半导体通常包括上百万个数字的信息,相对而言,可能只有几个数字的信息将被存储在微处理器中。此外,可能耦合了一个微处理器许多种知名计算机系统,例如测试机器,已经或者被进一步耦合了本质上无限的存储器。

[0085] 再者,因为一个集成电路可能在封装后已经被完全特征化,通常可能在封装后编码写入更多的特殊集成电路指定的信息。根据本发明的实施例,集成电路频率电压特性指定的信息可以在集成电路封装后被编码写入。

[0086] 这些封装后的编码可能存储了许多种类的信息。例如,一个集成电路可能被认为

属于一些具有相似频率电压特性的集成电路分组中的一个。被编码的信息可以确定哪一个分组最好地描述了一个特定集成电路。

[0087] 另一选择,一个集成电路指定的频率电压特性可以被编码。例如,曲线 210(图 2)的特性可以被编码。用这种方式,单一系列频率电压特性可以被运行在一个集成电路上的功率管理软件所采用。有利地是,这样的单一系列特性相对于存储多个系列降低了存储需求。此外,由于参考单一系列运行点降低了不明确性使得功能管理软件可以被简化并且运行得更有效。

[0088] 本发明实施例非常适用于许多著名的描述曲线比如集成电路的频率电压曲线的方法,包括数据减少技术。根据本发明的实施例,包含坐标点的表格被用于描述频率电压特性。根据另一实施例,频率电压特性可以用多项式描述或者近似描述频率电压特性的系数来表示。

[0089] 如下,表 4 根据本发明的实施例描述了一特定微处理器的频率电压特性。

[0090] 表 4

[0091]

芯片温度	运行点	
	频率	供给电压
100°C “热”	1.0GHz	1.50v
	800MHz	1.30v
	600 MHz	1.20v
	400 MHz	1.05v
50°C “冷”	1.0 GHz	1.40v
	800 MHz	1.30v
	600 MHz	1.10v
	400 MHz	0.95v

[0092] 可意识到的是表 4 中只包含一个系列的电压频率特性(每个温度下任意)。

[0093] 图 3 根据本发明的实施例描述了一个集成电路模块 300。模块 300 包括一个微处理器 310 和一个不可挥发性存储器 320。微处理器 310 和存储器 320 通过耦合 330 相连。模块 300 通常适应于许多类型的集成电路封装,例如,直接或者间接安装在印刷电路板上的封装设计。实施例中封装包括无极限球状栅格阵列,钉状栅格阵列,细四方平板封装,无铅芯片承载器及其他类似者。模块 300 可能是一个多芯片模块,能够包含许多集成电路。在一个例子中,处理器 310 和存储设备 320 是分开的集成电路。

[0094] 本发明的实施例也非常适用于包括直接附加于电路板上例如通过直接芯片连接(DCA)的微处理器的模块。采用 DCA 安装的集成电路在安装之后通常要采用一种密封剂或者“软胶质顶”,尽管这不是本发明实施例所要求的。在前面的阐述中没有要求模块组件的物理近似。

[0095] 不可挥发性存储器 320 非常适用于许多种类的不可挥发性存储器。例如,存储器

320 可以是一个集成电路设备,包括无限次电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、电池支持的随机存储器 (RAM)、掩膜 (ROM)、铁磁 RAM。存储器 320 也非常适用于许多其他种类的数据存储器,包括具有半导体封装的数据存储熔合,作为集成电路一部分的数据存储熔合,线连接(例如,通过耦合连接到 Vcc 和 / 或者接地的钉来进行编码)和相似部件。

[0096] 图 4 根据本发明的实施例描述了一个设备 400。设备 400 可以组成一个计算机,或者是其中的部件,例如计算机主机板。设备 400 有一个微处理器 410 和一个存储器空间 450 组成。微处理器 410 能够运行在许多电压下并且进一步能够运行在许多频率下。

[0097] 存储器空间 450 被连接到微处理器 410 上。存储器空间 450 非常适用于许多知名类型的内存,包括微处理器 410 内的无限内部 RAM 或者 ROM,微处理器 410 外的 RAM 或者 ROM 以及其他形式的计算机可读介质。

[0098] 电压供给器 420 被连接到微处理器 410 上。电压供给器 420 提供一个可选择的电压 430 给微处理器 410。为了指导电压供给器 420 选择一个优化电压,微处理器 410 和电压供给器 420 通过耦合 440 相连。

[0099] 根据本发明的另一实施例,设备 400 可能进一步包括存储器空间 460。存储器空间 460 被连接到微处理器 410 上,例如采用和存储器空间 450 相同的连接方式。存储器空间 460 非常适用于与上述存储器空间 450 相似类型的内存,而且更加适用于与存储器空间 450 相同的物理设备内。然而,存储器空间 460 不要求处在和存储器空间 450 相同的物理设备内,并且计算机 400 的某些优化可能倾向于通过类型和 / 或者设备分开这两个存储器设备。

[0100] 根据本发明的另一实施例,设备 400 可能包括逻辑体 470。逻辑体 470 被连接到存储器空间 460 和微处理器 410。逻辑体 470 获得了一个可能是由微处理器 410 确定的期望运行频率,并使用存储器空间 460 去确定一个相应的电压。逻辑体 470 促使微处理器 410 运行在期望运行频率和相应的电压下。逻辑体 470 非常适用于软件实施例在例如微处理器 410 上的运行。逻辑体 470 也可以执行在第二处理器上(未显示),或者包括一个功能系列的门和 / 或开关。逻辑体 470 非常适用于作为微处理器的内部或者外部设备。

[0101] 图 5A, 5B 和 5C 根据本发明实施例描述了计算组件的结构。图 5A 根据本发明的实施例描述了计算组件的结构 570。结构 570 非常适用于许多放置,安装和相互连接的安排。例如,结构 570 可能是一个计算机“主机板”的一部分。作为另一选择,结构 570 可能是一个多芯片模块。

[0102] 数据结构 505 包括处理器 501 的电压频率关系指定的信息。相对于传统技术,数据结构 505 的信息是基于处理器 501 的测试,而非通常的关于许多相似设计的处理器的信息。数据结构 505 可能放在位于处理器 501 外的存储器空间 506 内。存储器空间 506 可能是比如一个 ROM 集成电路。本发明的实施例非常适用于其他类型的存储器,比如 RAM,旋转磁性存储器等。

[0103] 控制逻辑体 507 使用来自数据结构 505 的信息去控制处理器 501 的电压和 / 或运行频率。这样的控制可以最小化处理器 501 的功率消耗。控制逻辑体 507 非常适用于执行在处理器 501 上的软件。

[0104] 图 5B 根据本发明的实施例描述了计算组件的结构 580。结构 580 非常适用于许多放置、安装和相互连接的安排。例如,结构 580 可能是计算机“主机板”的一部分。作为另一选择,结构 580 可能是一个多芯片模块。

[0105] 数据结构 530 包括一种处理器 503 类型的处理器的电压频率关系的信息。同样的,数据结构 540 和 550 分别包括其他种处理器 503 类型的处理器的电压频率关系的信息。不同于传统技术,数据结构 530-550 的信息描述了和处理器 503 同类型的处理器制造批量的分类。通常,信息 530,540 和 550 是不同的。本发明的实施例非常适用于许多数据结构。数据结构 530,540 和 550 可能放置在位于处理器 503 外的存储器空间 560 内。存储器空间 560 可能是比如一个 ROM 集成电路。本发明的实施例也非常适用于其他类型的存储器,比如 RAM,旋转磁性存储器等。

[0106] 分类识别器 520 包括关于哪一个电压频率关系(例如,包含在数据结构 530、540 或者 550 内)最好地对应于处理器 503 的信息。分类识别器 520 在处理器 503 制造过程中被确定和记录。分类识别器的确定和记录可能在处理器 503 封装之前被完成。分类识别器 520 通常只有几个数字,并且非常适用于许多种类的不可挥发性存储器,例如,数据存储熔合或者电可擦除可编程只读内存(EEPROM)。

[0107] 控制逻辑 525 从分类识别器 520 获得信息来决定哪一个数据结构例如 530、540 或者 550 对应于处理器 503 并且应该被用于控制处理器 503 的运行电压和/或者频率。这样的控制可能是想最小化处理器 503 的功率消耗。控制逻辑 525 非常适用于处理器 503 上执行的软件。

[0108] 图 5C 根据本发明的实施例描述了计算组件的结构 590。结构 590 非常适用于许多放置,安装和相互连接的安排。例如,结构 590 可能是计算机“主机板”的一部分。作为另一选择,结构 590 可能是一个多芯片模块。

[0109] 数据结构 505 包括处理器 502 的电压频率关系指定的信息。相对于传统技术,数据结构 505 的信息是基于处理器 502 的测试,而非通常的关于许多相似设计的处理器的信息。数据结构 505 位于处理器 502 内。数据结构 505 可能被存储在许多类型的用于处理器上的知名存储类型内,例如,不可挥发性 RAM,电可擦除可编程只读内存(EEPROM)等。

[0110] 控制逻辑 508 使用来于数据结构 505 的信息去控制处理器 502 的运行电压和/或者频率。这样的控制可能是想最小化处理器 502 的功率消耗。控制逻辑 508 非常适用于处理器 502 上执行的软件。

[0111] 图 6 根据本发明的实施例描述了一种制造微处理器的方法 600。步骤 610 中,确定了一个微处理器要求的在一个特定频率下达到一个功率极限电压。例如,可以通过在特定频率下运行微处理器并测量其功率消耗来确定该电压。

[0112] 步骤 620 中,电压信息被存储到计算机可读介质中。本发明的实施例非常适用于将信息存储到许多类型的计算机可读介质中,包括集成电路检测器或者制造数据记录系统的内存或者存储系统、微处理器的具有普通封装的集成电路、独立的集成电路内存和其他相似组件。根据本发明的实施例,该信息包括微处理器指定的频率电压关系。

[0113] 图 7 根据本发明的实施例阐述了一种制造微处理器的方法 700。步骤 710 中,确定了微处理器运行在每个特定频率下所要求的优化电压,从而产生了许多电压频率关系。这些电压频率关系可能与上述表 4 中所示关系相类似。

[0114] 步骤 720 中,这些关系的信息被存储到计算机可读介质中。本发明的实施例非常适用于将信息存储到许多类型的计算机可读介质中,包括集成电路检测器或者制造数据记录系统的内存或者存储系统、微处理器的具有普通封装的集成电路、独立的集成电路内存

和其他相似组件。

[0115] 图 8 根据本发明的实施例描述了一种制造微处理器的方法 800。步骤 810 中,获得了许多未封装的微处理器。可意识到的是,“封装”和类似的术语指的是半导体封装,例如,一个钉栅格数组封装,而不是运输和消费者封装。微处理器可能采用芯片形式。

[0116] 步骤 820 中,确定了一个未封装的微处理器要求的在一个特定频率下达到一个功率极限电压。电压可以通过测量微处理器的容量和 / 或者不工作电流来确定。

[0117] 步骤 830 中,上述电压信息被编码写入微处理器。本发明的实施例非常适用于许多知名类型的可以作为微处理器一部分并且在步骤 830 被编码的存储器。例子包括,无限次数据存储融合、电可擦除可编程只读内存和其他相似组件。

[0118] 图 9 根据本发明的实施例描述了一种操作集成电路的方法 900。在步骤 910 中,测量和记录了一个集成电路的频率电压特性。集成电路可以是一个微处理器,而且集成电路可能被封装也可能未封装。

[0119] 步骤 920 中,将优化集成电路运行的频率电压特性与集成电路联系在一起。频率电压特性可以通过许多方法与集成电路联系在一起,包括通过在集成电路中编码写入信息或者在一个将被和集成电路一起送给客户的设备中编码写入信息。根据本发明的另一实施例,关联可以通过在计算机可读介质中建立许多集成电路的许多频率电压特性的数据库来实现。一个特定集成电路的特定频率电压特性可以通过集成电路的识别特征例如唯一的序列号来获得。

[0120] 步骤 930 中,集成电路运行在一个有频率电压特性所指定的电压和频率下。

[0121] 图 10 根据本发明的实施例描述了一种操作微处理器的方法 1000。步骤 1010 中,确定了微处理器期望的运行频率。一个典型的确定期望频率的方法基于执行在微处理器上的软件的处理需要。

[0122] 步骤 1020 中,选择了一个在期望的运行频率下运行微处理器的优化电压。该优化电压的选择基于微处理器指定的特征。

[0123] 步骤 1030 中,微处理器运行在优化电压下。例如,微处理器可能使得一个可选择性电压供给器比如图 4 中的电压供给器 420 输出优化电压。根据本发明的另一实施例,微处理器运行在优化电压下时可以实现一个期望频率。

[0124] 图 11 根据本发明的实施例描述了一种操作微处理器的方法 1100。步骤 1120 中,获得了微处理器运行的一系列频率。

[0125] 步骤 1130 中,使用该系列频率确定在该系列频率下微处理器优化运行的相应电压系列。该确定是基于微处理器指定的电压频率关系来进行的。

[0126] 步骤 1140 中,微处理器运行在该系列频率以及其相应的系列电压下。

[0127] 在可选择步骤 1110 中,系列频率可以通过检查微处理器同时期进行的一系列运行来确定。

[0128] 图 12 根据本发明的实施例描述了一种特征化微处理器的方法 1200。步骤 1210 中,测量和记录了微处理器指定的频率电压关系。频率电压关系可能记录了微处理器优化运行的频率电压对。本发明的实施例非常适用于其他知名的记录关系的方法,包括许多知名的数据还原法。

[0129] 步骤 1220 中,频率电压关系被和微处理器联系在一起从而在微处理器的运行中

可以获得和使用该频率电压特性以实现优化使用。

[0130] 图 13 根据本发明的实施例描述了一种操作微处理器的方法 1300。步骤 1310 中，确定了微处理器的期望运行频率。本发明实施例非常适用于许多确定期望频率的优化方法。一个典型的确定期望频率的方法是基于执行在微处理器上的软件的处理需要。

[0131] 步骤 1320 中，获得了微处理器指定的信息。例如，信息可以储存在存储器比如图 4 中的存储器空间 450。该信息用于确定微处理器在期望频率下运行时的优化电压。优化电压基于微处理器特性。

[0132] 根据本发明的另一实施例，信息可以在微处理器内获得。

[0133] 步骤 1330 中，微处理器运行在优化电压下。例如，微处理器可能使得一个可选择性电压供给器比如图 4 中的电压供给器 420 输出优化电压。根据本发明的另一实施例，微处理器运行在优化电压下时可以实现一个期望频率。如果希望的话，步骤 1310 到 1330 可以被重复。例如，如果处理载荷变化，新的期望运行频率可以被确定，相应的电压可以被获得，并且微处理器可以运行在新的频率电压下。

[0134] 公开了一个集成电路的自适应功率控制系统和方法。集成电路的期望的运行频率被确定。集成电路可能是微处理器。期望运行频率可以基于微处理器的已确定的期望处理载荷来确定。选择在期望运行频率下运行微处理器的优化电压。该选择基于微处理器指定的特性。微处理器运行在优化电压下。

[0135] 本发明实施例提供了基于集成电路特定特性对集成电路功率消耗进行自适应性控制的方法。更进一步，本发明实施例在不修改熟知工具和技术的基礎上通过使用现有半导体处理过程和设备实现了上述解决方法。

[0136] 至此描述的是本发明的自适应功率控制所优选的实施例。尽管本发明描述了特殊的实施例，应该注意的是，本发明并非构筑在这些实施例所局限的范围内，而是构筑在如下权利要求项所界定的范围内。

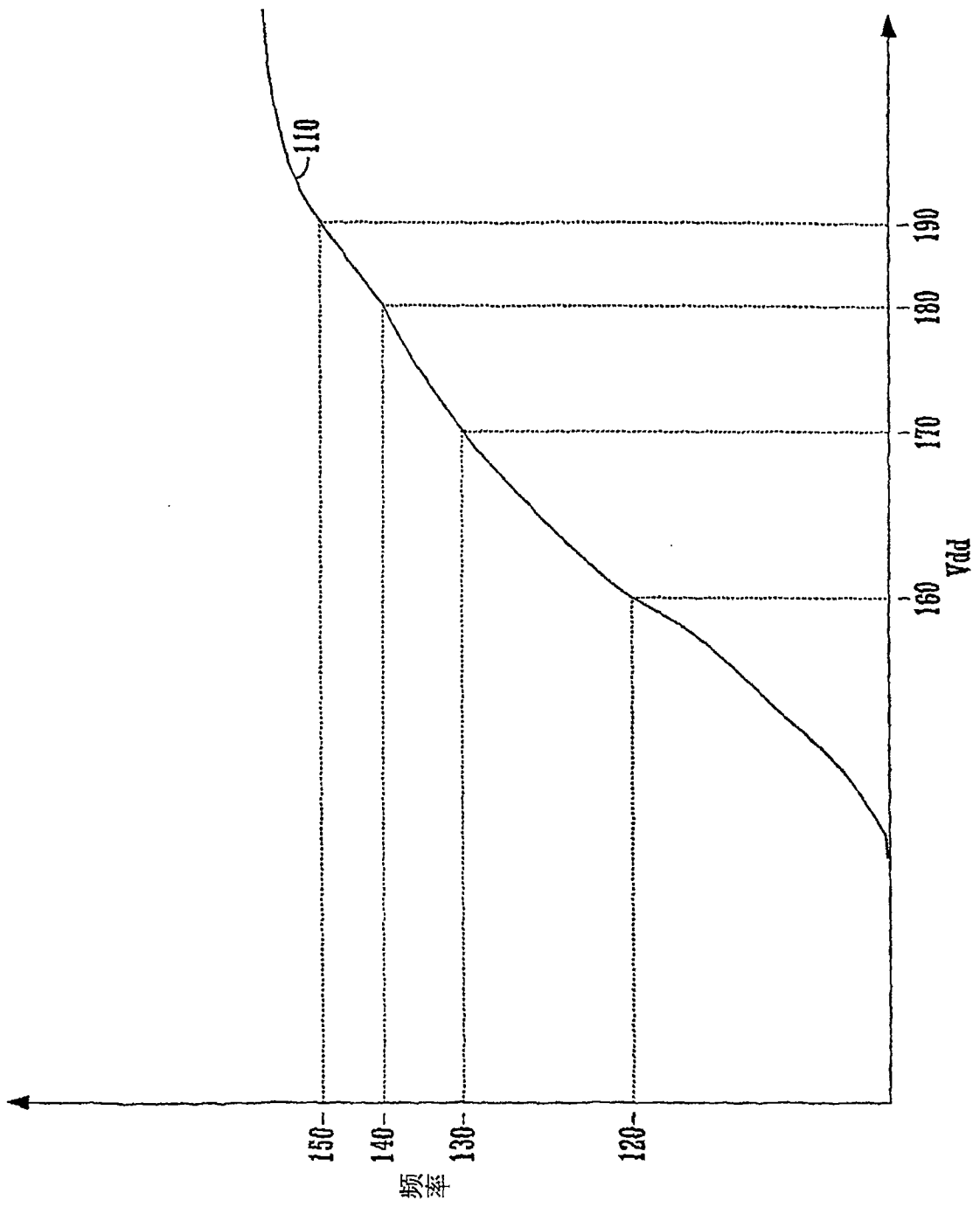


图 1

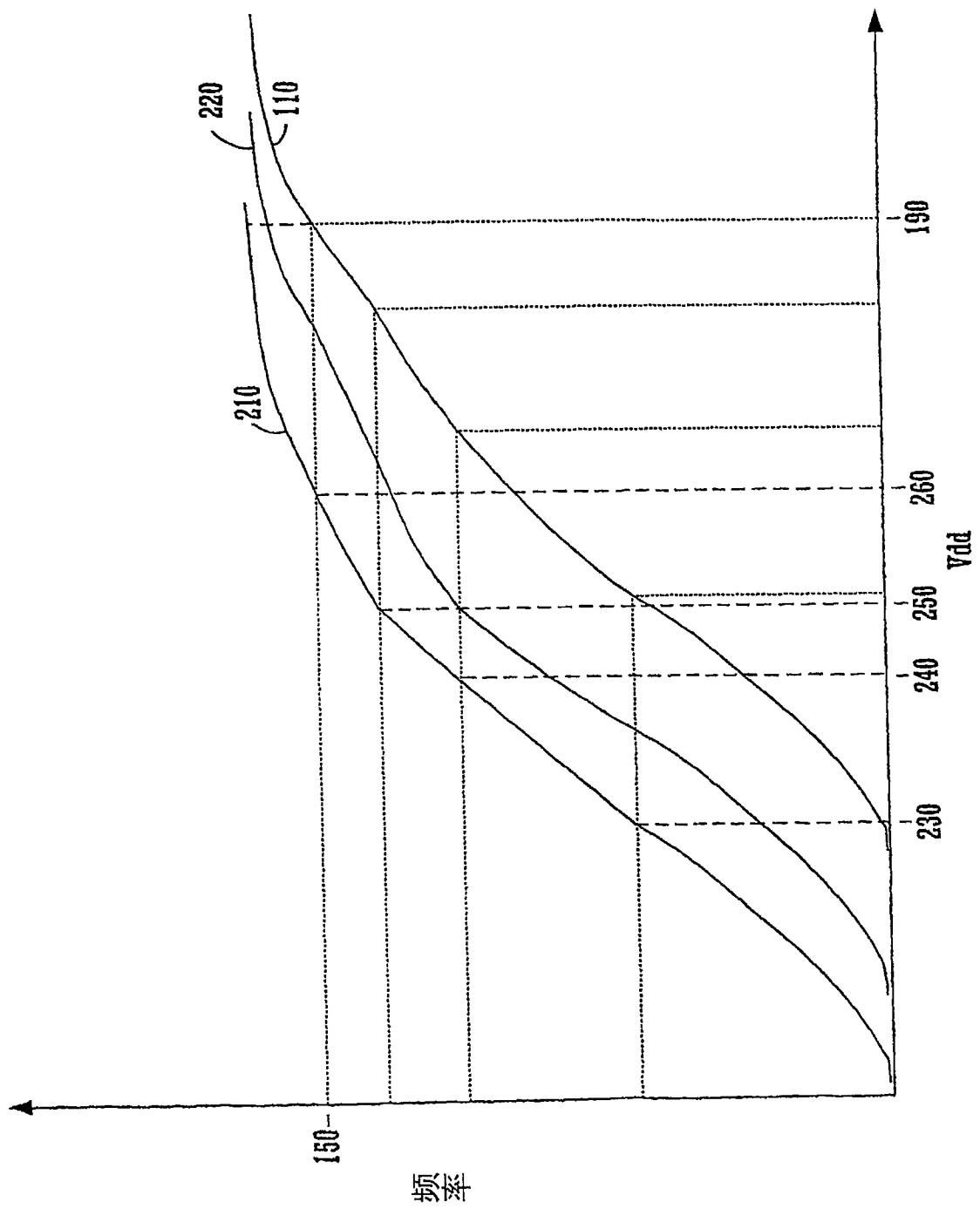


图 2

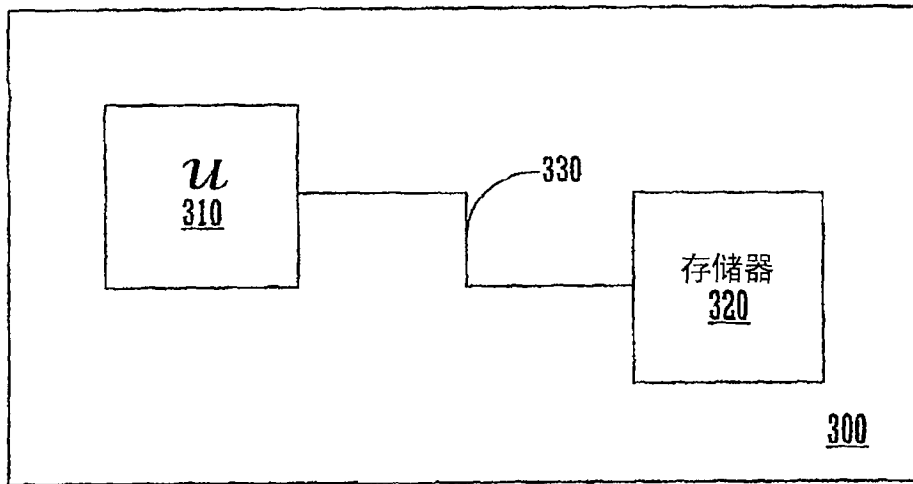


图 3

400

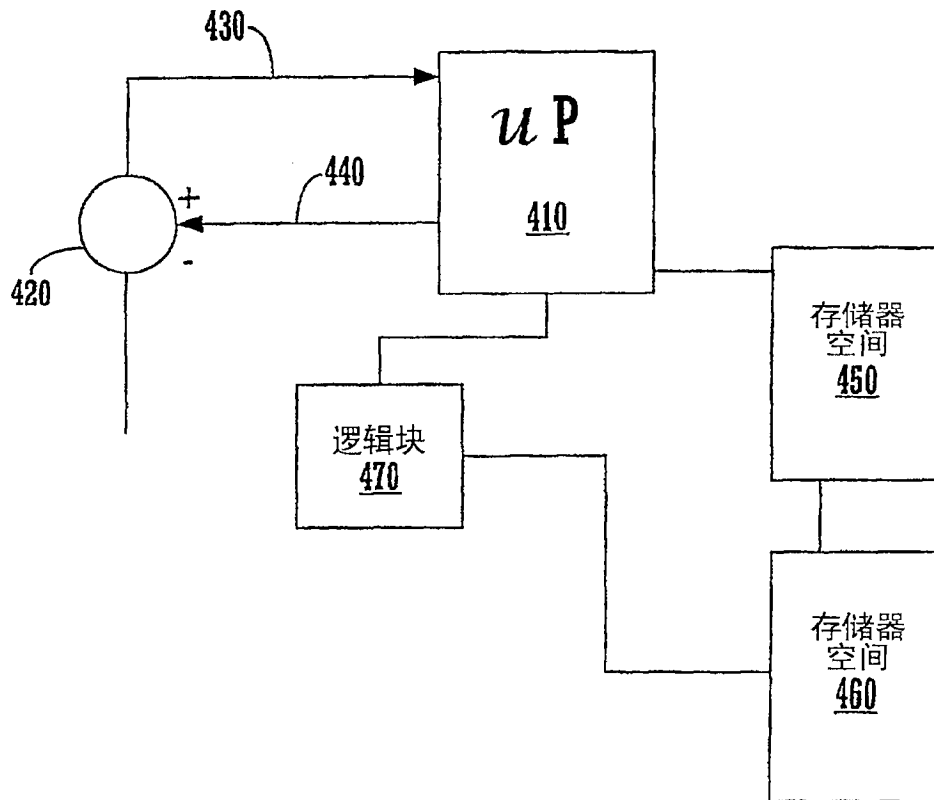


图 4

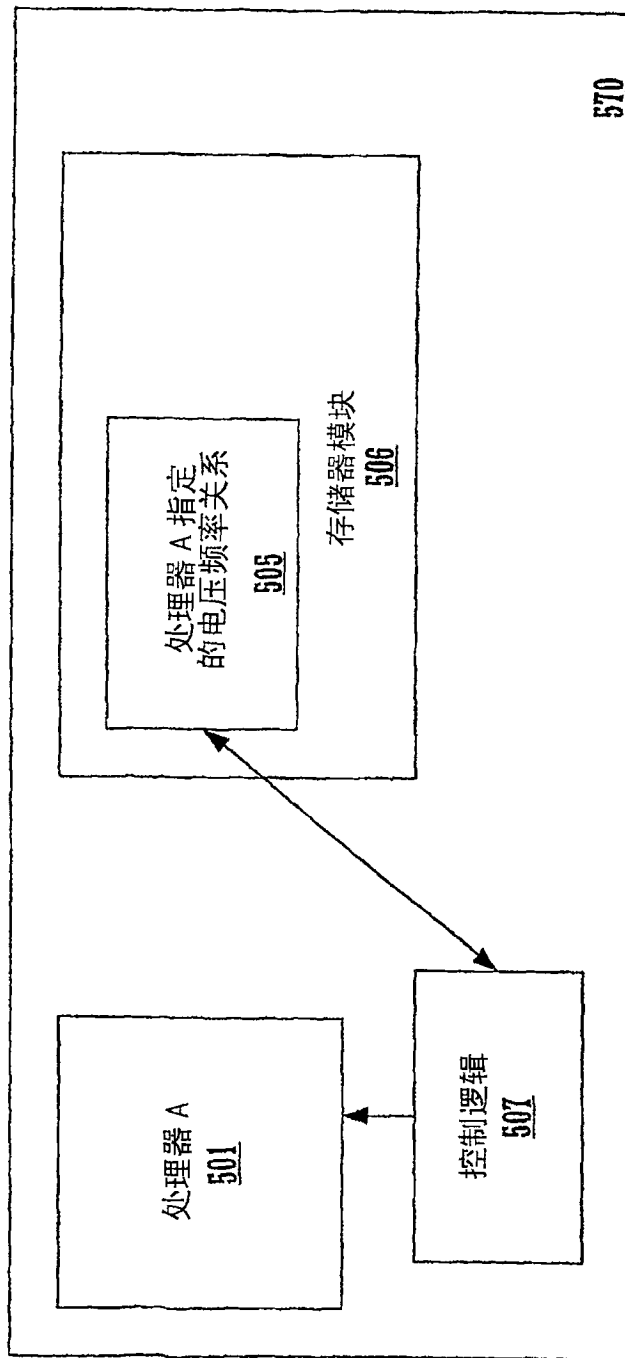


图 5A

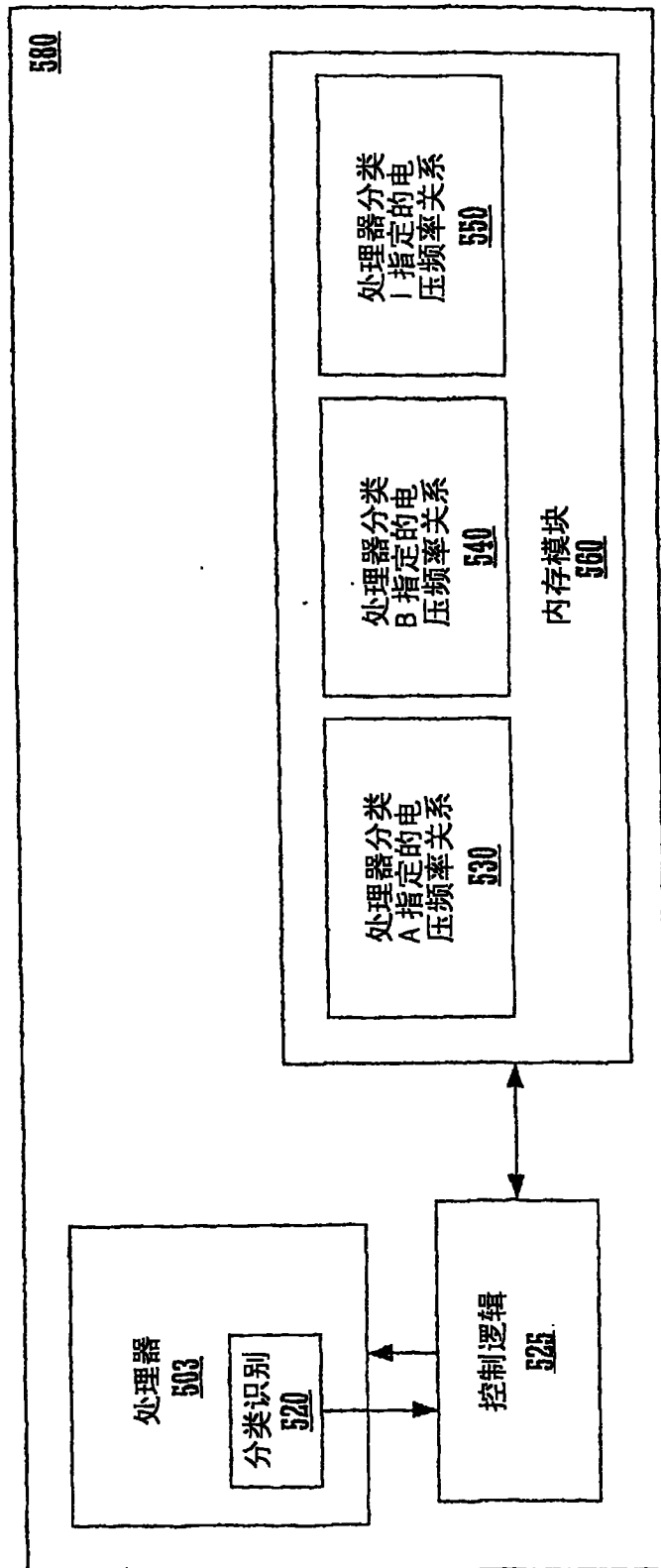


图 5B

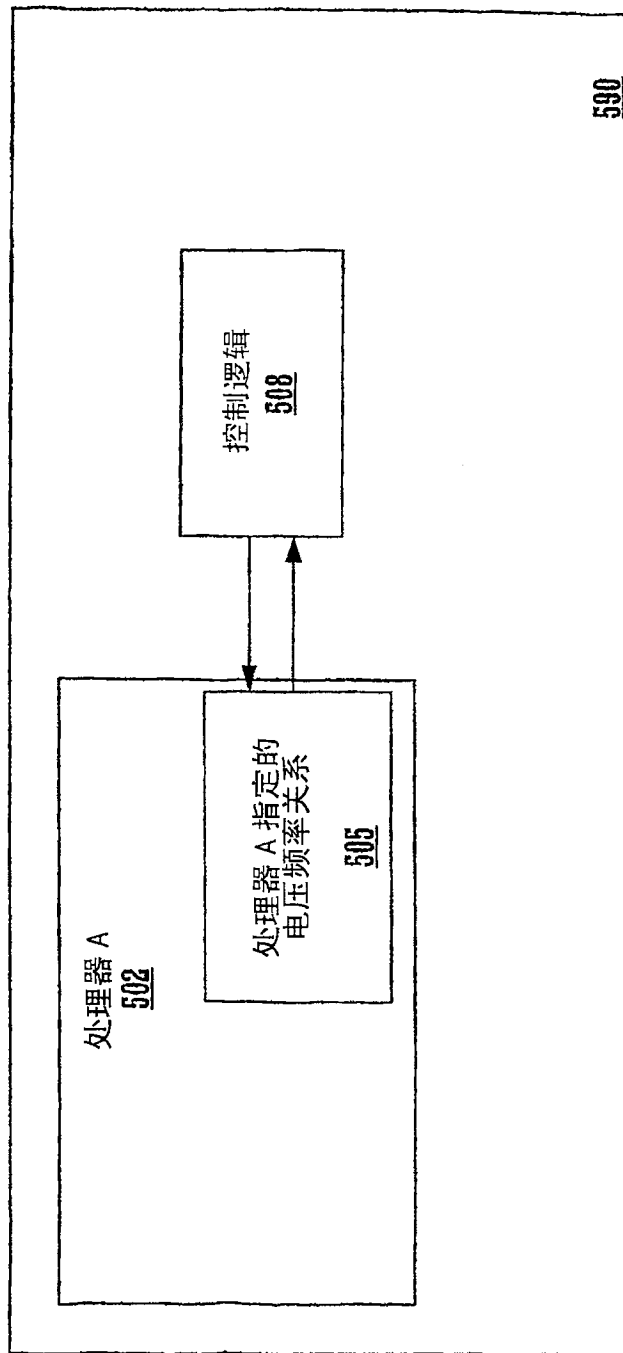


图 5C

600

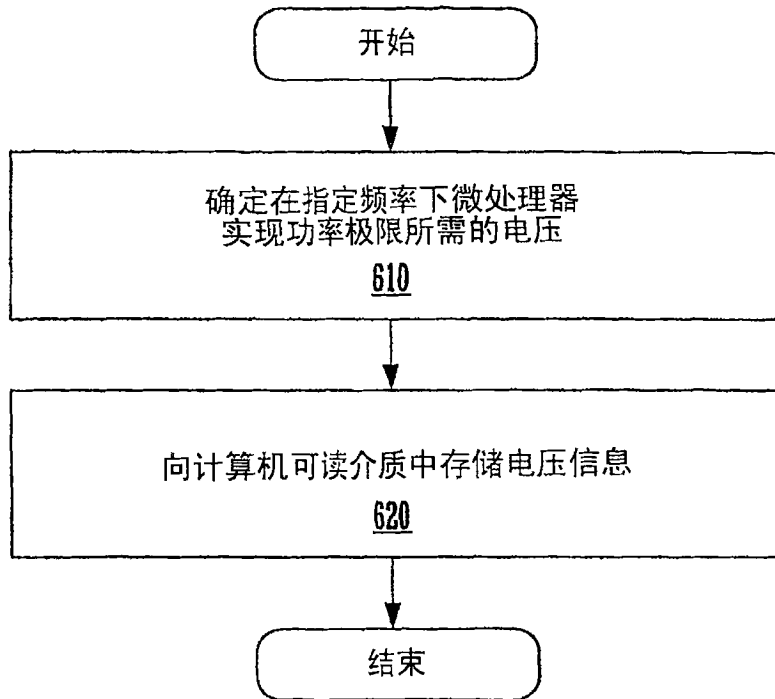


图 6

700

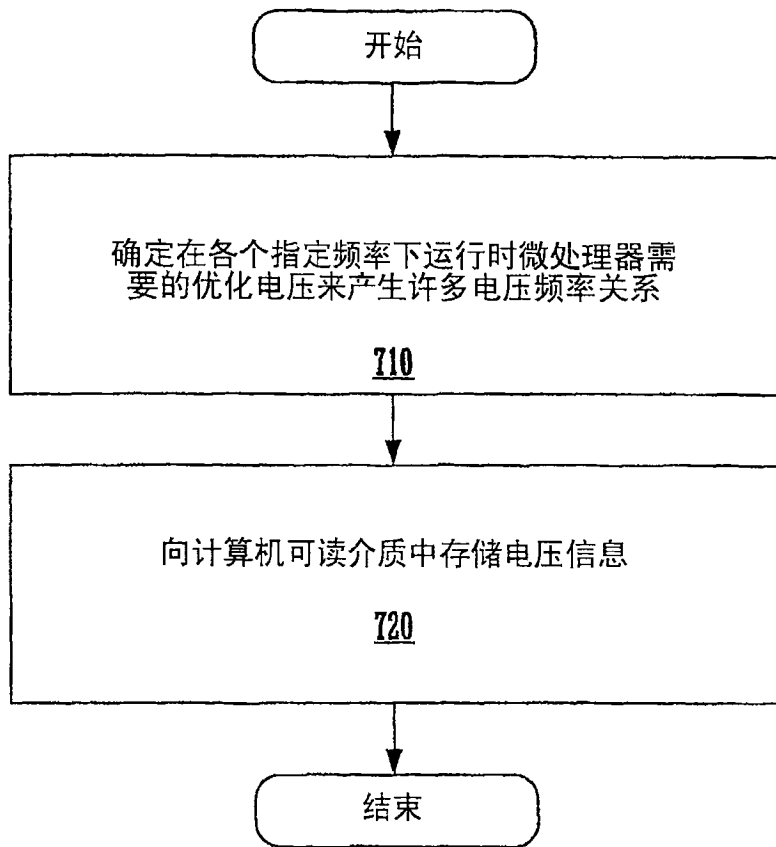


图 7

800

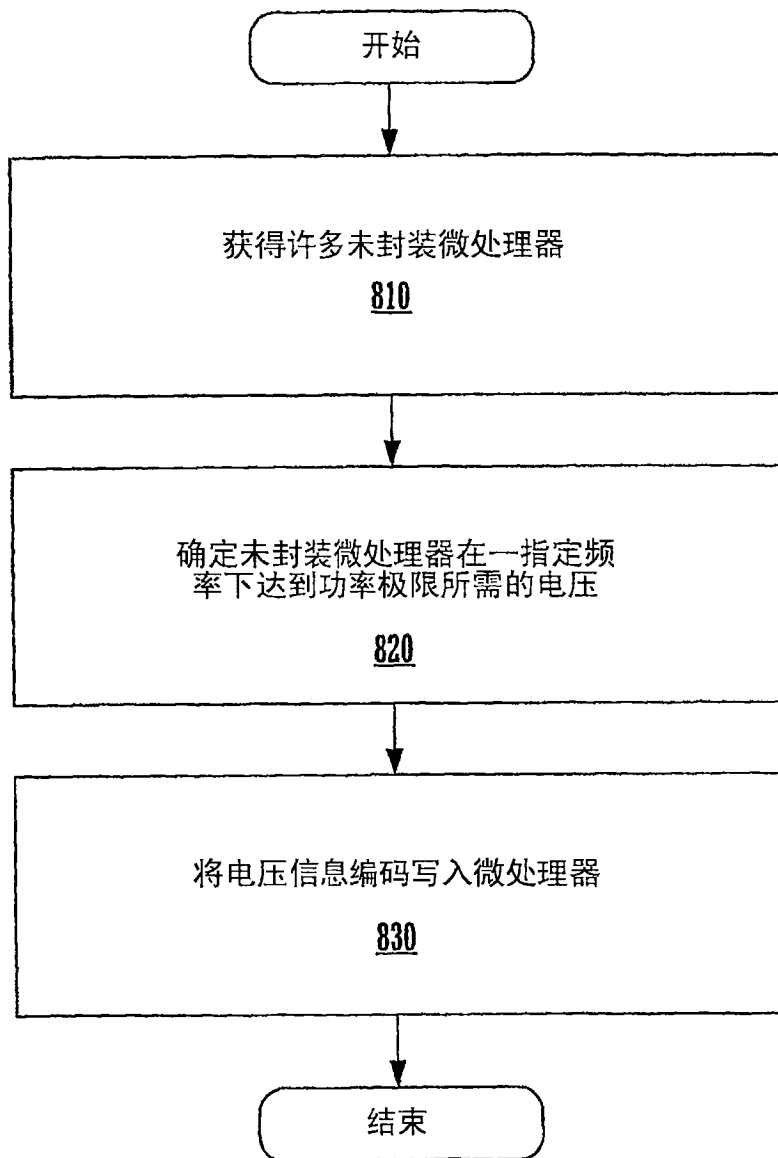


图 8

900

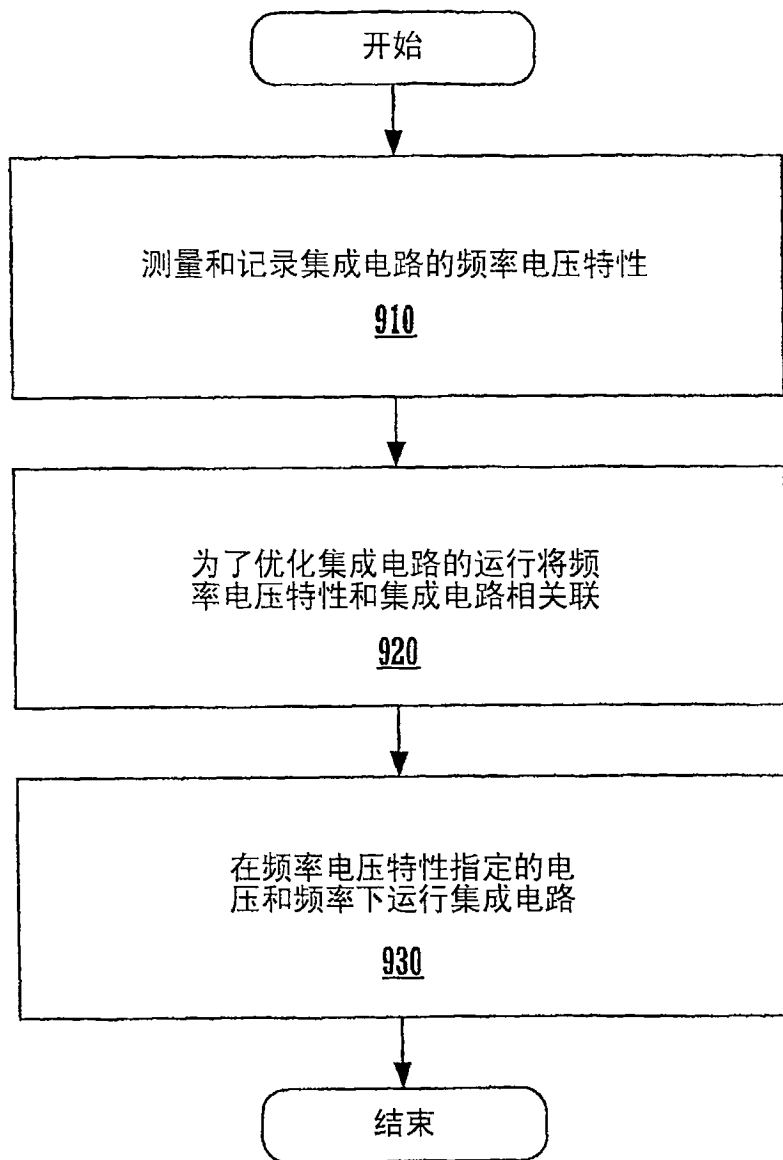


图 9

1000

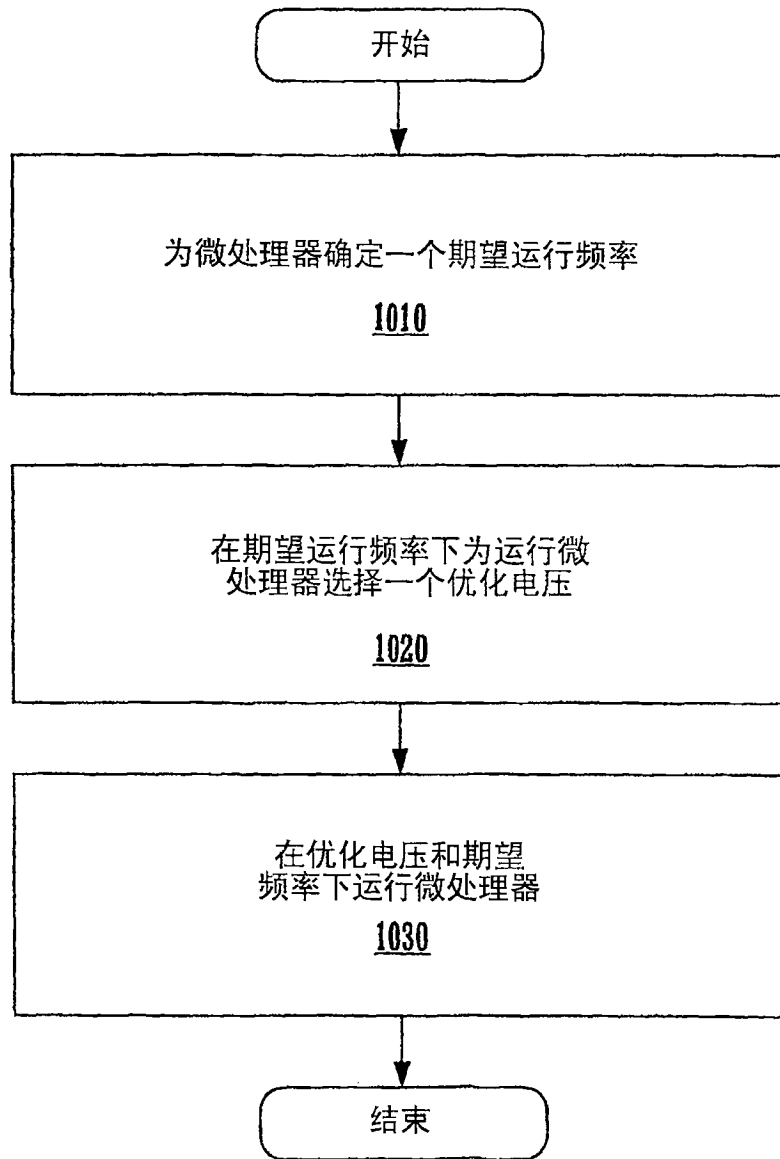


图 10

1100

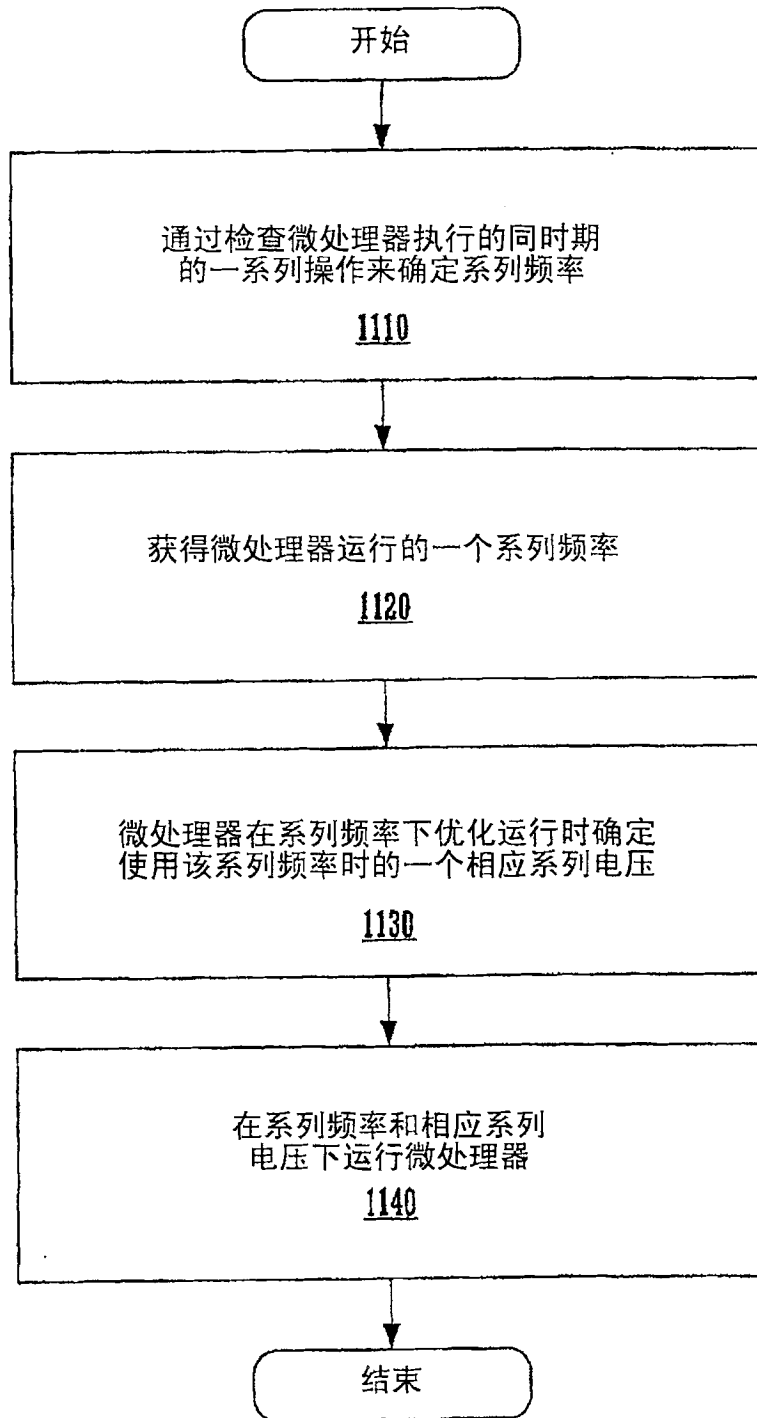


图 11

1200

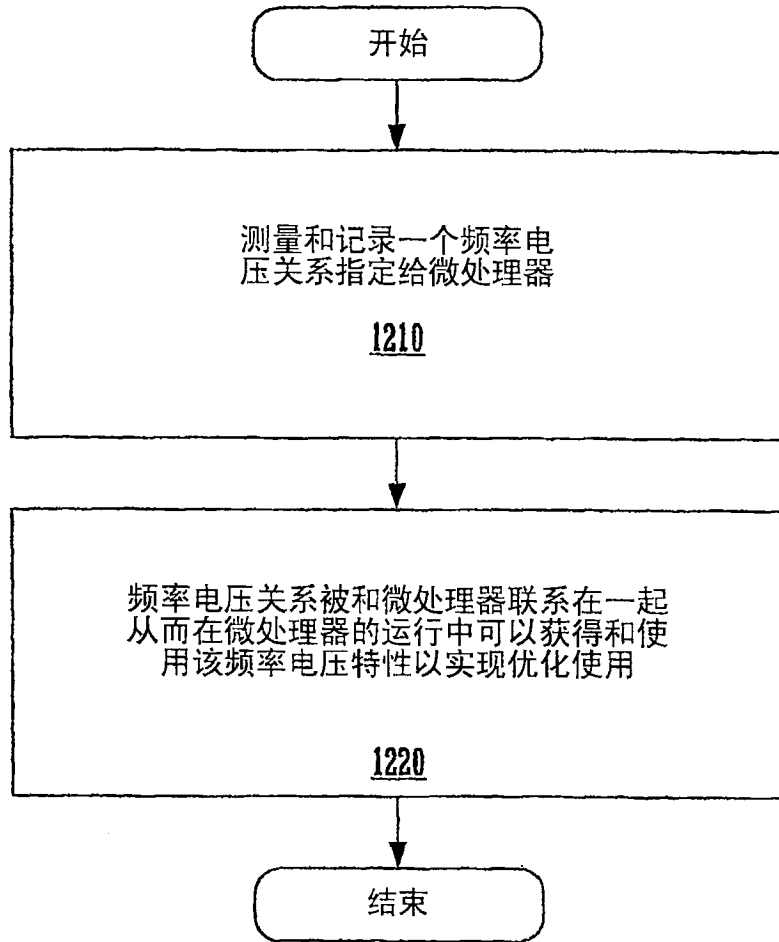


图 12

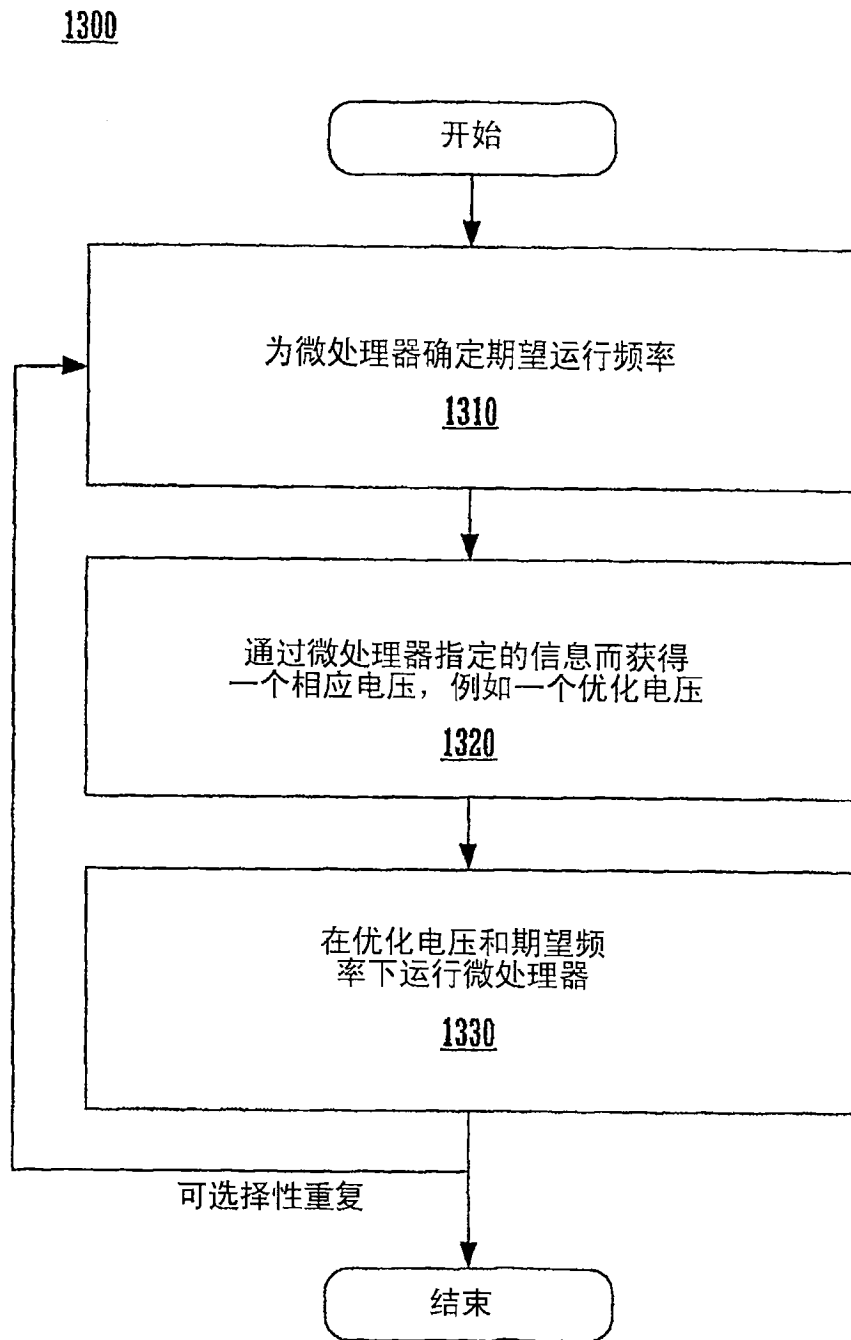


图 13