



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108287591 B

(45) 授权公告日 2020.12.29

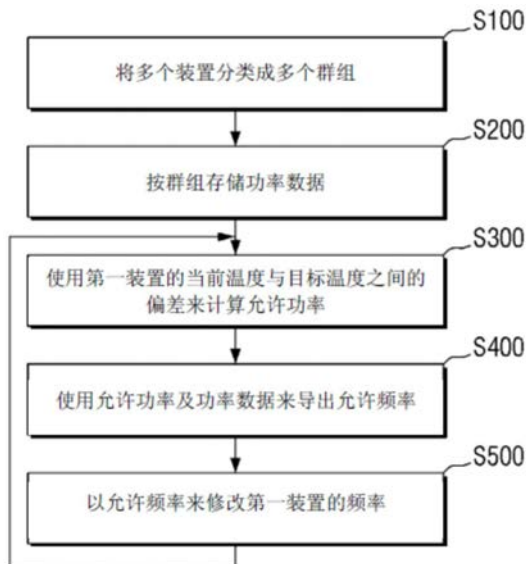
(21) 申请号 201710891718.8
 (22) 申请日 2017.09.27
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 108287591 A
 (43) 申请公布日 2018.07.17
 (30) 优先权数据
 10-2017-0003447 2017.01.10 KR
 (73) 专利权人 三星电子株式会社
 地址 韩国京畿道水原市灵通区三星路129号
 (72) 发明人 白仁焕
 (74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224
 代理人 刘培培 黄隶凡

(51) Int.Cl.
 G05F 3/24 (2006.01)
 H01L 23/34 (2006.01)
 G06F 1/20 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 105009021 A, 2015.10.28
 CN 105009021 A, 2015.10.28
 CN 101187831 A, 2008.05.28
 CN 103869909 A, 2014.06.18
 US 2010213919 A1, 2010.08.26
 审查员 杨欢欢

权利要求书3页 说明书14页 附图9页

(54) 发明名称
 动态热管理方法

(57) 摘要
 一种动态热管理方法包括：测量第一装置的当前温度；使用所述当前温度来计算允许功率；使用第一数据导出与所述当前温度及所述允许功率对应的允许频率，以及以所述允许频率来修改所述第一装置的工作频率。所述第一数据是与所述第一装置所属的第一群组相关的数据，且所述第一数据包括与温度及频率对应的功率值。



1. 一种动态热管理方法,其特征在于,包括:
测量第一装置的当前温度;
使用所述当前温度来计算允许功率;
使用第一数据导出与所述当前温度及所述允许功率对应的允许频率,其中所述第一数据是与所述第一装置所属的第一群组相关的数据,且所述第一数据包括与温度及频率对应的所述第一群组的功率值;以及
以所述允许频率来修改所述第一装置的工作频率,
其中所述第一群组是根据对与所述第一装置为同一类型的多个装置实施的测试的测试结果进行分类的多个群组中的一个,且所述第一装置根据所述测试结果被分类到所述第一群组中。
2. 根据权利要求1所述的动态热管理方法,其特征在于,所述测试包括根据所述频率测量所述多个装置的功率。
3. 根据权利要求2所述的动态热管理方法,其特征在于,所测量的所述功率包括静态功率与动态功率之和,
所述静态功率是使用所述多个装置的电流、温度及电压来确定,且
所述动态功率是使用所述多个装置的电容、所述电压、及所述工作频率来确定。
4. 根据权利要求1所述的动态热管理方法,其特征在于,所述多个群组包括互不相同的参考范围,且
所述测试结果中与所述第一装置对应的测试结果包含在所述参考范围中与所述第一群组对应的第一参考范围中。
5. 根据权利要求4所述的动态热管理方法,其特征在于,所述多个群组的所述参考范围的大小是相同的。
6. 根据权利要求4所述的动态热管理方法,其特征在于,所述多个群组包括:所述第一群组,其具有所述测试结果中的最高测试结果;
第二群组,其具有所述测试结果中的最低测试结果;以及
第三群组,其具有所述测试结果中位于所述最高测试结果与所述最低测试结果之间的测试结果,且
所述第三群组的参考范围的大小小于所述第一群组的参考范围的大小及所述第二群组的参考范围的大小。
7. 根据权利要求1所述的动态热管理方法,其特征在于,计算所述允许功率包括使用所述当前温度与目标温度之间的偏差来计算所述允许功率。
8. 根据权利要求7所述的动态热管理方法,其特征在于,计算所述允许功率包括通过对以下进行相加来计算所述允许功率:
第一允许功率,其通过将比例控制系数乘以所述偏差来计算;以及
第二允许功率,其通过将所述偏差随着时间进行累积的积分值乘以积分控制系数来计算。
9. 根据权利要求7所述的动态热管理方法,其特征在于,计算所述允许功率包括通过对以下进行相加来计算所述允许功率:
第一允许功率,其通过将比例控制系数乘以所述偏差来计算;以及

第三允许功率,其通过将所述偏差的随着时间的梯度乘以微分控制系数来计算。

10. 根据权利要求7所述的动态热管理方法,其特征在于,计算所述允许功率包括通过对以下进行相加来计算所述允许功率:

第一允许功率,其通过将比例控制系数乘以所述偏差来计算;

第二允许功率,其通过将所述偏差随着时间进行累积的积分值乘以积分控制系数来计算;以及

第三允许功率,其通过将所述偏差的随着时间的梯度乘以微分控制系数来计算。

11. 一种动态热管理方法,其特征在于,包括:

使用第一装置的当前温度与目标温度之间的偏差来计算允许功率,其中所述第一装置属于预先根据功率特性进行分类的多个群组中的第一群组;

导出与所述允许功率及所述当前温度对应的允许频率,其中所述允许频率是使用所述第一群组的预先存储数据来导出;以及

以所述允许频率修改所述第一装置的工作频率,

其中所述第一群组是根据对与所述第一装置为同一类型的多个装置实施的测试的测试结果进行分类的多个群组中的一个,且所述第一装置根据所述测试结果被分类到所述第一群组中。

12. 根据权利要求11所述的动态热管理方法,其特征在于,所述计算所述允许功率包括使用比例积分控制。

13. 根据权利要求11所述的动态热管理方法,其特征在于,所述计算所述允许功率包括使用比例积分微分控制。

14. 根据权利要求11所述的动态热管理方法,其特征在于,所述导出所述允许频率包括将所述允许频率指定为所述第一群组的所述预先存储数据中与小于所述允许功率且最接近所述允许功率的功率值对应的频率。

15. 根据权利要求11所述的动态热管理方法,其特征在于,所述第一群组的所述预先存储数据是功率表格,所述功率表格根据预先所进行的测试的频率及所述多个群组来存储功率值。

16. 一种动态热管理方法,其特征在于,包括:

使用第一装置的第一当前温度及第二装置的第二当前温度分别计算第一允许功率及第二允许功率,其中所述第一允许功率及所述第二允许功率是使用同一方法进行计算,所述第一装置与所述第二装置是同一种装置类型,且所述第一装置及所述第二装置属于互不相同的第一群组与第二群组;

使用第一功率表格来导出与所述第一允许功率对应的第一允许频率,其中所述第一功率表格包括与所述第一群组中的所述第一装置的功率对应的频率;

使用与所述第一功率表格不同的第二功率表格来导出与所述第二允许功率对应的第二允许频率,其中所述第二功率表格包括与所述第二群组中的所述第二装置的功率对应的频率;以及

以所述第一允许频率及所述第二允许频率来修改所述第一装置的频率及所述第二装置的频率,

其中所述第一群组是根据对与所述第一装置为同一类型的多个装置实施的测试的测

试结果进行分类的多个群组中的一个,且所述第一装置根据所述测试结果被分类到所述第一群组中。

17. 根据权利要求16所述的动态热管理方法,其特征在于,所述第一群组及所述第二群组是根据对所述第一装置及所述第二装置实施的测试的测试结果而从多个群组进行分类得到的群组,

所述第一群组及所述第二群组分别包括互不相同的参考范围,

所述测试结果中与所述第一装置对应的测试结果包含在所述参考范围中与所述第一群组对应的第一参考范围中,且

所述测试结果中与所述第二装置对应的测试结果包含在所述参考范围中与所述第二群组对应的第二参考范围中。

18. 根据权利要求17所述的动态热管理方法,其特征在于,所述参考范围中与所述第一群组对应的功率的参考范围大于所述参考范围中与所述第二群组对应的功率的参考范围,且

所述第一允许功率大于所述第二允许功率。

19. 根据权利要求18所述的动态热管理方法,其特征在于,所述第一允许频率大于所述第二允许频率。

动态热管理方法

技术领域

[0001] 本文所述本发明概念涉及一种动态热管理方法。

背景技术

[0002] 一般来说,例如封装或芯片等半导体装置均设置有温度保护功能,所述温度保护功能用于根据温度调整装置的工作频率。这种温度保护功能的原理是当装置达到特定温度时通过降低工作频率来降低装置的温度。

[0003] 根据这一工艺,由于工作频率与半导体装置的性能紧密相关,因此调整工作频率以使得半导体装置实现最大性能至关重要。

[0004] 可通过将工作频率限制成或调整成以温度间隔为单位确定的频率来应用温度保护功能。在这种情形中,由于根据温度而应用了相当严格的频率约束,因此装置的整体性能可能会划一性的下降,从而使得装置的运行在同一类型的装置中具有最差的功率特性。

[0005] 因此,需要一种能够在实现半导体装置的最大性能的同时提供适当的温度保护的方法。

发明内容

[0006] 本发明概念的实施例提供一种可实现装置的最大性能的动态热管理方法。

[0007] 本发明概念的实施例提供一种动态热管理(dynamic thermal management,DTM)方法,所述方法包括:测量第一装置的当前温度;使用所述当前温度来计算允许功率;使用第一数据导出与所述当前温度及所述允许功率对应的允许频率,其中所述第一数据是与所述第一装置所属的第一群组相关的数据,且所述第一数据包括与温度及频率对应的所述第一群组的功率值;以及以所述允许频率来修改所述第一装置的工作频率。

[0008] 本发明概念的实施例进一步提供一种动态热管理方法,所述方法包括:使用第一装置的当前温度与目标温度之间的偏差来计算允许功率,其中所述第一装置属于预先根据功率特性进行分类的多个群组中的第一群组;导出与所述允许功率及所述当前温度对应的允许频率,其中所述允许频率是使用所述第一群组的预先存储数据来导出;以及以所述允许频率修改所述第一装置的工作频率。

[0009] 本发明概念的实施例仍进一步提供一种动态热管理的方法,所述方法包括:使用第一装置的第一当前温度及第二装置的第二当前温度分别计算第一允许功率及第二允许功率,其中所述第一允许功率及所述第二允许功率是使用同一方法进行计算,所述第一装置与所述第二装置是同一种装置类型,且所述第一装置及所述第二装置属于互不相同的第一群组与第二群组;使用第一功率表格来导出与所述第一允许功率对应的第一允许频率,其中所述第一功率表格包括与所述第一群组中的所述第一装置的功率对应的频率;使用与所述第一功率表格不同的第二功率表格来导出与所述第二允许功率对应的第二允许频率,其中所述第二功率表格包括与所述第二群组中的所述第二装置的功率对应的频率;以及以所述第一允许频率及所述第二允许频率来修改所述第一装置的频率及所述第二装置的频

率。

附图说明

[0010] 通过结合附图阅读以下详细说明将更清楚地理解本发明概念的实施例,且其中除非另外指明,否则在所有的各个图中参考编号指代相似的部件。

[0011] 图1说明根据本发明概念实施例的动态热管理方法的流程图。

[0012] 图2说明详细阐述图1所示分类步骤的流程图。

[0013] 图3说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法的分类步骤而提供的概念图。

[0014] 图4说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的分类方式而提供的示例性功率分布曲线图。

[0015] 图5说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的分类方式而提供的示例性功率分布曲线图。

[0016] 图6说明根据本发明概念实施例的动态热管理方法的示例性功率表格。

[0017] 图7说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的用于计算允许功率的比例控制而提供的示例性曲线图。

[0018] 图8说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的用于计算允许功率的比例控制及积分控制而提供的示例性曲线图。

[0019] 图9说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的用于计算允许功率的比例控制及微分控制而提供的示例性曲线图。

[0020] 图10说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的根据允许功率而导出允许频率的过程而提供的概念图。

[0021] 图11说明根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的单独的装置的结构的功能视图。

[0022] 图12说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的传送功率数据的方式而提供的方块图。

[0023] 图13说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的传送功率数据的方式而提供的方块图。

[0024] 图14说明根据本发明概念实施例的动态热管理方法的流程图。

[0025] 图15说明根据本发明概念实施例的动态热管理方法的流程图。

[0026] [符号的说明]

[0027] 50:数据库;

[0028] 100:多个装置;

[0029] 110:第一装置;

[0030] 111:温度传感器;

[0031] 112:存储器;

[0032] 113:处理器;

[0033] 120:第二装置;

[0034] 200:分类系统;

- [0035] a1:第一大小;
- [0036] a2:第二大小;
- [0037] a3:第三大小;
- [0038] a4:第四大小;
- [0039] a5:第五大小;
- [0040] (t):时间
- [0041] e(t):偏差;
- [0042] S10、S20、S30、S100、S110、S120、S130、S140、S200、S300、S400、S500、S1100、S1200、S1300、S1400、S1500a、S1500b、S1600a、S1600b、S1700a、S1700b、S1800a、S1800b:步骤;
- [0043] K_d :微分控制系数;
- [0044] K_i :积分控制系数;
- [0045] K_p :比例控制系数;
- [0046] t1:计算的开始点
- [0047] T_{c_max} :最大操纵温度;
- [0048] T_{target} :目标温度。

具体实施方式

[0049] 将参照附图阐述与动态热管理方法相关的本发明概念的实施例。

[0050] 按照本发明概念的领域中的传统,可采用用于执行所阐述的一个或多个功能的区块来阐述及说明各实施例。这些区块(在本文中可将其称作单元、或模块等)是由例如逻辑门、集成电路、微处理器、微控制器、存储器电路、无源电子组件、有源电子组件、光学组件、硬接线式电路(hardwired circuit)等模拟及/或数字电路以实体方式进行实作,且可视需要通过固件及/或软件来驱动。所述电路可例如被实施于一个或多个半导体芯片中、或例如印刷电路板等衬底支撑件(substrate support)上。构成区块的电路可由专用硬件、或由处理器(例如,一个或多个经过编程的微处理器及相关联的电路系统)、或者由用于执行所述区块的某些功能的专用硬件与用于执行所述区块的其他功能的处理器的组合来实作。所述实施例中的每一区块可在不背离本发明概念的范围的条件下在实体上分成两个或更多个交互作用且分立的区块。相同地,所述实施例的区块可在不背离本发明概念的范围的条件下在实体上组合成多个复杂区块。

[0051] 图1说明根据本发明概念实施例的动态热管理方法的流程图。

[0052] 参照图1,在S100处,将多个装置分类成多个群组。

[0053] 图2说明根据本发明概念实施例的详细阐述图1所示分类步骤S100的流程图。图3说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法的分类步骤S100而提供的概念图。

[0054] 参照图2,首先在S110处提供多个装置100。

[0055] 具体来说,参照图3,可提供多个装置100。举例来说,所述多个装置100可为半导体装置。所述多个装置100可为例如半导体芯片、半导体封装、或者其中包括半导体芯片或封装的电子装置。所述多个装置100可为具有内部时钟且能够以变化的频率(即,工作频率)工作的装置。另外,所述多个装置100中的许多装置可例如为由相同的工艺制作的同一装置类型的装置。

[0056] 一般来说,由相同或相似的工艺制作的同一类型的装置的性能理想地应为相同的。然而,同一类型的装置的实际性能可因各种原因或制作工艺的不一致而彼此不同。举例来说,由不同的晶片形成的装置、在相同的地点但在不同位置处制作的装置、或由不同的设备处理的为同一装置类型的装置可以相似的但不完全相同的方式执行。

[0057] 如上所述,所述多个装置100可包括以彼此不同的方式执行的第一装置110及第二装置120。如以下将加以解释,第一装置110与第二装置120可具有不同的功率特性且可被分类成不同的群组。也就是说,第一装置110与第二装置120可为同一装置类型,但可具有互不相同的功率特性。

[0058] 接下来,返回图2,在S120中,对所述多个装置100的功率特性进行测试。

[0059] 参照图3,分类系统200可指代制作所述多个装置100且对所述多个装置100进行分类的整个系统(或者可为所述整个系统的一部分),然而本发明概念的示例性实施例并非仅限于此。举例来说,在一些实施例中,分类系统200可被设置为相对于所述多个装置的制作系统来说的单独的系统。分类系统200可例如包括半导体装置制作工艺的各种测试设备。所述测试设备可例如由例如逻辑门、集成电路、微处理器、微控制器、以及存储器电路、电子组件及/或硬接线式电路等模拟及/或数字电路进行实作并包括所述模拟及/或数字电路,且可视需要通过固件及/或软件来驱动。所述测试设备可由专用硬件、或由处理器(例如,一个或多个经过编程的微处理器及相关联的电路系统)、或者由用于执行各种功能的专用硬件的组合来实作。

[0060] 分类系统200可例如测试多个装置的功率特性。也就是说,分类系统200可执行功率测试。所述功率特性可指代在参考条件下进行测试的所述多个装置100中的每一个的各自的功率输出。本文中所使用的‘参考条件’可例如表示特定频率这一条件。也就是说,由于所述多个装置100中的每一个在以相同的条件(即,以相同的频率)工作时可具有不同的功率特性,因此可对这些功率特性进行测试。

[0061] 功率特性可例如被表示为通过对所述多个装置100中的每一个的静态功率与动态功率进行相加而获得的和。静态功率可指代装置未在工作时的泄漏功率(leakage power),且动态功率可指代装置工作时发生的额外功率消耗。

[0062] 静态功率可利用所述多个装置100中的每一个的电流、温度及电压来计算或确定。然而,示例性实施例并非仅限于以上所给出的实例。也就是说,预期可存在各种方法来计算所述多个装置的静态功率。

[0063] 动态功率可利用所述多个装置100中的每一个的电容、电压及频率来计算或确定。然而,示例性实施例并非仅限于以上所给出的实例。也就是说,预期可存在各种方法来计算动态功率。

[0064] 总功率(测量功率)可被确定为静态功率与动态功率的和。分类系统200可测量上述参数并计算所述多个装置100中的每一个的总功率。

[0065] 返回图2,在S130处,可根据功率特性对所述多个装置100进行排列。可通过分类系统200来对所述多个装置100进行排列。

[0066] 图4说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的分类方式而提供的示例性功率分布曲线图。在图4中,x轴表示上述总功率,且y轴表示对应的总功率处的装置数目。

[0067] 参照图4,可根据功率测试的测试结果来对功率特性较好的装置与功率特性较差的装置进行排列。在图4所示的曲线图中,在x轴上具有较高值的装置(即,被确定为具有较高总功率的装置)可为功率特性较好的装置,且相反,具有接近0的值的装置(即,被确定为具有较低的总功率的装置)可为功率特性较差的装置。

[0068] 接下来,返回图2,在S140处,可根据参考范围来对所述多个经排列的装置100进行分类。可通过分类系统200来对所述多个经排列的装置100进行分类。

[0069] 参照图3,所述多个装置100可被分类成包括例如群组1(Group 1)、群组2(Group 2)、群组3(Group 3)、群组4(Group 4)、及群组5(Group 5)在内的五个群组。举例来说,第一装置110可被分类到第四群组(群组4)中,且第二装置可被分类到第二群组(群组2)中。

[0070] 分类系统200可对所述多个装置100进行分类。分类系统200可利用所述多个装置100的各自的功率特性来将多个装置100分类成多个群组。

[0071] 图3示出五个群组来作为实例。然而,在本发明概念的其他实施例中,动态热管理方法并非仅限于将多个装置分类成五个群组。在其他实施例中,多个装置可被分类成大于或等于2的任意数目的群组。

[0072] 所述多个装置100可根据各自的功率特性而被分类成不同的群组。举例来说,第一装置110可被分类到第四群组(群组4)中,且第二装置可被分类到第二群组(群组2)中。

[0073] 参照图4,所述多个装置100可进行依序排列且被分类为第一群组至第五群组(群组1至群组5)。在实例中,第一群组(群组1)可为所述多个装置100中具有最差功率特性(即,最低测试结果)的装置的群组,且第五群组(群组5)可为具有最优功率特性(即,最高测试结果)的装置的群组。因此,图3所示第一装置110的功率特性可优于第二装置120的功率特性。

[0074] 可根据功率值的参考范围来确定第一群组至第五群组(群组1至群组5)。举例来说,用于确定第一群组至第五群组(群组1至群组5)的功率值的参考范围可具有彼此相等的大小。

[0075] 具体来说,第一群组(群组1)可具有为第一大小(a1)的参考范围,第二群组(群组2)可具有为第二大小(a2)的参考范围,第三群组(群组3)可具有为第三大小(a3)的参考范围,第四群组(群组4)可具有为第四大小(a4)的参考范围,且第五群组(群组5)可具有为第五大小(a5)的参考范围。

[0076] 举例来说,第一大小至第五大小(a1至a5)中的所有的大小均可相等。因此,不同数目的所述多个装置100可被分组成第一群组至第五群组(群组1至群组5)。一般来说,定位在x轴的中心位置处的群组(例如,图4所示第三群组(群组3))可包括最大数目的装置,且定位在x轴两端处的群组(例如,图4所示第一群组(群组1)及第五群组(群组5))可包括最少数目的装置。然而,所述分组可根据功率特性的分布而有所不同。

[0077] 图5说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的分类方式而提供的示例性功率分布曲线图。与图4相似,在图5中,x轴表示总功率,且y轴表示对应的总功率处的装置数目。

[0078] 参照图5,在根据本发明概念一些实施例的动态热管理方法中,第一群组至第五群组(群组1至群组5)的参考范围可具有不同的大小。具体来说,由于定位在x轴的两端处的第一群组(群组1)及第五群组(群组5)将不可避免地包括与第二群组至第四群组(群组2至群组4)相比相对少的数目的装置,因此可增大第一群组(群组1)的参考范围的大小及第五群

组(群组5)的参考范围的大小以使得这些群组中包括具有广泛范围的功率特性的装置。

[0079] 相反,由于第二群组至第四群组(群组2至群组4)具有较大数目的装置,因此可将第二群组至第四群组(群组2至群组4)的参考范围的大小减小成小于第一群组(群组1)及第五群组(群组5)的参考范围的大小。

[0080] 也就是说,第一大小(a1)及第五大小(a5)可大于第二大小(a2)、第三大小(a3)、及第四大小(a4)。因此,具有较大数目的装置的间隔(第二群组至第四群组(群组2至群组4))可具有功率特性进一步被细分的分类形式。

[0081] 由于根据本发明概念一些示例性实施例的动态热管理方法根据装置的各自的群组而表现出不同的温度保护功能,因此随着群组数目及群组间隔的大小减小可执行更精确的温度保护功能。

[0082] 接下来,返回图1,在S100中将所述多个装置100分类成多个群组之后,在S200处,可存储每个群组的功率数据。可通过分类系统200来存储所述功率数据。

[0083] 图6说明根据本发明概念实施例的动态热管理方法的示例性功率表格。具体来说,参照图6,可按群组来存储随着频率而变化的功率值。这些功率值可以图6所示的形式被存储为功率表格。然而,功率值的存储并非仅限于图6所示的形式,且在其他实施例中,所述功率数据可以其他形式而非表格形式进行存储。

[0084] 图6所示的功率表格可包括温度保护水平。也就是说,功率表格可根据温度而具有对应的水平。也就是说,图6中的水平L1至L13可为温度水平。举例来说,当装置温度为85°C时,可指定与频率2,574Mhz对应的第三水平(L3)。温度与频率之间的关系可被预先指定。举例来说,在本发明概念的实施例中,功率表格可包括第一数据(功率数据),所述第一数据与第一装置110所属的第四群组(即,群组4)的装置相关,且第一数据可包括与第四群组的温度及频率对应的数据。

[0085] 大体来说,动态热管理的现有方法可被配置成针对同一装置类型来应用位于同一水平处的相同的频率约束,而不考虑多个装置中的每一个的特性。也就是说,尽管装置的第一群组至第五群组(群组1至群组5)可分别具有各自不同的功率特性,然而动态热管理的现有方法可对第一群组至第五群组中的每一个应用均匀的频率约束,而不考虑不同的功率特性。

[0086] 举例来说,在现有方法中,当指定第三水平(L3)时,分别属于第四群组(群组4)及第二群组(群组2)的第一装置110及第二装置120均可具有被限制为2,574Mhz的工作频率。

[0087] 在现有方法中,在这种情形中,应用相当保守的频率约束来确保同一装置类型的所述多个装置中的所有装置能够稳定地运行。也就是说,由于现有方法的频率约束被指定为使得多个装置中具有最差功率特性的装置可稳定地运行,因此具有相对优良的功率特性的装置的性能标准将会不可避免地下降。

[0088] 与现有方法相比,根据本发明概念实施例的动态热管理方法可首先计算或确定允许功率而非根据温度来直接计算对应的频率,且可使用所计算的结果来导出允许频率。另外,可不以批次方式来计算允许功率。也就是说,可针对多个群组(例如,第一群组至第五群组(群组1至群组5))中的每一个来计算允许功率,且可导出使每一个群组具有最优化性能的最优化频率。以下将具体解释整体方法。

[0089] 图6所示功率表格可根据与温度水平对应的频率来存储功率值。在实例中,如上所

述,可按群组来存储功率值。

[0090] 应理解,由于每一个群组均包括多个装置,因此在本发明概念的实施例中,存储在功率表格中的功率值可为每一个群组的代表值。这种代表值可为平均值及中间值中的任意一个。然而,本发明概念的实施例并非仅限于上述代表值,且因此,在其他实施例中,可使用用于反映每一个群组的特性的任意代表值。

[0091] 如图6所示,功率特性在第五群组(群组5)中可最优,且在第一群组(群组1)中可最差。如上所述,五个群组仅为示例性的,且因此,实际实施方式中的群组的数目可更大或更小。

[0092] 相同地,图6中所表示的水平数目是13,但水平的数目不应仅限于图中所示。在其他实施例中,根据动态热管理方法的目标及目的,可对水平的数目作出各种调整。

[0093] 图6所示的功率表格可通过图3所示分类系统200来产生并被存储在数据库中。以下将详细解释所述数据库。

[0094] 返回图1,在S300处,使用第一装置110的当前温度与目标温度之间的偏差来计算或确定允许功率。

[0095] 计算允许功率可使用比例控制。

[0096] 图7说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的用于计算允许功率的比例控制而提供的示例性曲线图。在图7中,实线曲线代表装置的当前温度,虚线代表温度控制变量,且x轴代表时间(t)。

[0097] 参照图7,使用当前温度与目标温度 T_{target} 之间的偏差 $e(t)$ 来将当前温度提升到目标温度 T_{target} 。

[0098] 当使用恒定受控的最大值(即,最大操纵温度 T_{c_max})而非使用比例控制来作为控制变量时,所述控制可在当前温度降低至目标温度 T_{target} 之下时断开(OFF),且所述控制可在当前温度升回目标温度 T_{target} 之上时导通(ON)。以上被称为‘通/断控制(on/off control)’。通断控制的缺点在于,由于100%的控制变量始终被使用,因此当前温度无法停留在恒定值,而是始终在目标温度 T_{target} 左右波动。

[0099] 相反,由于比例控制使用目标温度 T_{target} 与当前温度之间的偏差 $e(t)$,因此当前温度的控制变量可随着偏差 $e(t)$ 减小而减少。因此,可执行更精确的温度控制。

[0100] 比例控制的温度控制变量可被表达为 $K_{pe}(t)$,其中 K_p 是比例控制系数,且 $e(t)$ 是当前温度与目标温度 T_{target} 之间的偏差,且 t_1 是 $K_{pe}(t)$ 计算的开始点。

[0101] 当比例控制系数 K_p 增大时,超调量(overshoot)会增大,但从上升时间到初始超调量的持续时间减小。也就是说,‘ K_p 增大’这一表达意指根据偏差 $e(t)$ 利用较大的控制变量来执行控制。因此,可能相对快速地达到接近目标值(即,目标温度 T_{target}),同时减小稳定状态误差(steady state error)。

[0102] 举例来说,‘稳定状态’是指接近目标温度 T_{target} 的状态,且达成稳定状态的时间被称为‘安定时间(settling time)’。

[0103] 然而,大的控制变量可按字面意思使整个系统负担过重。相反,当比例控制系数 K_p 小时,偏差 $e(t)$ 的控制变量为小的,且因此可能在缓慢地对控制变量进行控制的同时达到接近目标值(即,目标温度 T_{target})。因此,超调量可减小,但达成目标值需要的时间可能会增大。

[0104] 可利用以下阐述的方法来确定比例控制系数 K_p 的所述值。

[0105] 首先,可确定比目标温度 T_{target} 低的值(即,位于目标温度 T_{target} 之下的值)的比例控制系数 K_{pu} 。

[0106] 从所述多个装置100的频率的最大值获取随着时间而变化的温度增量 Δt ,且 K_{pu} 被设计成使得从其获取 $T_{target} - \Delta t$ 的温度成为第一参考温度(即,图6中的功率表格中的第一水平(L1)的温度)。

[0107] 接下来,确定比目标温度 T_{target} 高的值(即,位于目标温度 T_{target} 之上的值)的比例控制系数 K_{po} 。

[0108] 由于在频率线性增大的同时功率指数式增大,因此对于比目标温度 T_{target} 高的温度来说,系数被指定成在图6中的功率表中以 1°C 为单位使频率逐级降低。

[0109] 上述方法仅为根据本发明概念的实施例的指定最优化比例控制系数的实例,且其他实施例并非仅限于以如上所述方式指定最优化比例控制系数。也就是说,在此实施例中,可通过将比例控制系数乘以当前温度与目标温度 T_{target} 之间的偏差 $e(t)$ 来计算(第一)允许功率。

[0110] 在根据本发明概念一些实施例的动态热管理方法中,计算允许功率可涉及比例控制及积分控制的使用。

[0111] 图8说明为了解释根据本发明概念一些实施例的动态热管理方法中的用于计算允许功率的比例控制及积分控制而提供的示例性曲线图。在图8中,实线曲线代表当前温度,虚线代表温度比例控制变量(temperature proportional controlled variable),点虚线代表温度积分控制变量,且x轴代表时间(t)。

[0112] 参照图8,除了使用上述比例控制之外,根据一些实施例的动态热管理方法还可使用积分控制。

[0113] 当使用比例控制而不使用积分控制时,不论比例控制系数 K_p 的大小如何,安定时间均保持为相同的。然而,仅使用比例控制可能无法完全消除偏差 $e(t)$ 。

[0114] 当利用比例控制将当前温度提升到目标温度 T_{target} 附近的稳定状态时,可在存在剩余残留偏差的条件下对累积残留偏差以时间值进行积分,且因此,当前温度可更准确地朝目标温度 T_{target} 提升。

[0115] 积分控制的温度控制变量可被表达为 $K_i \int_{t_1}^t e(\tau) d\tau$,其中 K_i 是积分控制系数。

[0116] 当积分控制系数 K_i 增大时,超调量会增大,且因此用于达到目标温度 T_{target} 的达成时间会稍微减小。相反,当积分控制系数 K_i 减小时,超调量会减小,且因此用于达到目标温度 T_{target} 的达成时间会增大。

[0117] 当执行积分控制时,可消除因比例控制引起的稳定状态误差,但安定时间可增大。也就是说,当 K_i 增大时,由于超调量及负调量(undershoot)增大,因此安定时间会进一步增大。

[0118] 可利用以下阐述的方法来确定所述积分控制系数 K_i 。

[0119] 在当前温度在操作期间从接近目标温度 T_{target} 的某一温度升高或降低时,可修改图6所示的至少一个频率水平,但积分控制系数值可被确定为不能达成最大频率的值。

[0120] 因此,在此实施例中,允许功率是通过(第一)允许功率与(第二)允许功率进行

相加来计算, (第一) 允许功率是通过将比例控制系数乘以当前温度与目标温度 T_{target} 之间的偏差 $e(t)$ 来计算, 且(第二) 允许功率是通过将随着时间而累积的偏差 $e(t)$ 的积分值乘以积分控制系数来计算。

[0121] 上述方法仅为根据本发明概念的实施例的指定最优化积分控制系数的实例, 且本发明概念的其他实施例并非仅限于以如上所述方式指定最优化积分控制系数。

[0122] 另外, 针对积分控制系数, 由于所述控制应以稳定状态来运行, 因此可能有必要预先指定积分控制变量的最大值。结果, 可将超过某一大小的累积值指定为无法在积分控制中使用的值。

[0123] 在根据本发明概念一些实施例的动态热管理方法中, 计算允许功率可使用比例控制及微分控制。

[0124] 图9说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的用于计算允许功率的比例控制及微分控制而提供的示例性曲线图。在图9中, 实线曲线代表当前温度, 虚线曲线代表温度比例及微分控制变量, 且x轴代表时间(t)。

[0125] 参照图9, 除了使用比例控制之外, 根据本发明概念一些示例性实施例的动态热管理方法还可使用微分控制。

[0126] 当不使用微分控制时(即, 当仅使用比例控制时, 或仅使用比例控制及积分控制时), 在出现干扰的情形中, 反应速度可减慢。

[0127] 微分控制方法对目标温度 T_{target} 与当前温度之间的偏差 $e(t)$ 进行比较, 并提供与偏差 $e(t)$ 相反的梯度的控制变量。换句话说, 当距离目标温度 T_{target} 的偏差 $e(t)$ 是+10时, 应用梯度-10来作为控制变量。

[0128] 因此, 即使在比例控制及积分控制中突然出现干扰时, 仍可通过对干扰与目标温度之间的偏差进行比较来再次快速地使所述干扰稳定。

[0129] 微分控制的温度控制变量可被表达为 $K_d \frac{d}{dt} e(t)$, 其中 K_d 是微分控制系数。

[0130] 由于在微分控制系数 K_d 增大时, 用于稳定化的时间首先减少, 因此安定时间可减少。然而, 在稳定状态, 比例控制及积分控制具有比微分控制更好的效果, 且因此, 存在小的稳定状态微分变化。

[0131] 在对距离目标温度的偏差进行比较的比例控制及积分控制的实例中, 更高值的系数可使超调量增大而同时减少达成时间。然而, 利用对距离目标温度 T_{target} 的偏差 $e(t)$ 进行比较且提供具有相反的梯度的操纵变量的微分控制, 在 K_d 增大时, 可更快速地导出偏差 $e(t)$ 。

[0132] 因此, 当微分控制系数 K_d 增大时, 超调量会减小, 用于达到目标温度 T_{target} 的达成时间也会减少, 且安定时间也会减少, 这与比例控制及积分控制不同。相反, 如果微分控制系数 K_d 小, 则偏差 $e(t)$ 会更缓慢地导出, 且因此超调量会增大, 用于达到目标温度 T_{target} 的达成时间也会增大, 且安定时间也会增大。

[0133] 因此, 在此实施例中, 允许功率是通过(第一) 允许功率与(第三) 允许功率进行相加来计算, (第一) 允许功率是通过将比例控制系数乘以当前温度与目标温度 T_{target} 之间的偏差 $e(t)$ 来计算, 且(第三) 允许功率是通过将偏差 $e(t)$ 的随着时间的梯度乘以微分控制系数来计算。

[0134] 另外,可额外地确定边界参数 (boundary parameter) 以便防止因在低温下的过量累积而产生的故障。边界参数可包括例如积分控制变量的最小值、复位阈值、及截止积分值 (cutoff integration value)、以及其他可能的边界参数。

[0135] 比例控制、积分控制、及微分控制也可分别被称为比例 (proportional, P) 控制、积分 (integral, I) 控制、微分 (derivative, D) 控制。因此,根据本发明概念一些示例性实施例的动态热管理方法可应用以下中的任意控制:P控制(即,比例控制)、PI控制(即,比例积分控制)、PD控制(即,比例微分控制)、及PID控制(即,比例积分微分控制)。然而,本发明概念的其他示例性实施例并非仅限于上述示例性控制。

[0136] 也就是说,根据一些示例性实施例的动态热管理方法可根据上述方法中的任意方法来计算允许功率。举例来说,在本发明概念的再一实施例中,允许功率可通过对(第一)允许功率、(第二)允许功率、及(第三)允许功率进行相加来计算,(第一)允许功率是通过将比例控制系数乘以当前温度与目标温度 T_{target} 之间的偏差 $e(t)$ 来计算,(第二)允许功率是通过将随着时间而累积的偏差 $e(t)$ 的积分值乘以积分控制系数来计算,(第三)允许功率是通过将偏差 $e(t)$ 的随着时间的梯度乘以微分控制系数来计算。

[0137] 再次返回图1,在S400处,使用允许功率及在S200处存储的功率数据来导出允许频率。

[0138] 图10说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的根据允许功率而导出允许频率的过程而提供的概念图。

[0139] 参照图10,使用第一装置110的群组及允许功率来找出对应的允许频率。首先,如在图10中由①所表示,由于第一装置110位于第四群组(群组4)中,因此适当的功率是从功率表格中的第四群组(群组4)的列找出。在实例中,找出比允许功率小但最接近允许功率的值的功率。

[0140] 举例来说,如在图10中由②所表示,5,713.4mW是比允许功率5,800mW小但最接近允许功率5,800mW的功率。因此,如在图10中由③所表示,可导出与5,713.4mW对应的第四水平(L4)的2,496MHz作为允许频率。也就是说,通过选择与低于允许功率的功率对应的频率作为允许频率,可防止功率超过允许功率。

[0141] 再次返回图1,在S500处,以允许频率来修改第一装置110的频率(即,工作频率)。举例来说,第一装置110的工作频率被修改成允许频率。

[0142] 因此,可将第一装置110的温度调整成接近目标温度。这是因为当第一装置110的工作频率被限制成允许频率时,相应地对热量产生进行调节并调节温度。

[0143] 根据本发明概念一些示例性实施例的动态热管理方法中的当前温度可被实时地连续更新。因此,可在S300处使用重新修改的当前温度来再次计算允许功率。

[0144] 结果,可在S400处重新导出允许频率,且可在S500处利用重新导出的允许频率来修改第一装置110的频率(即,工作频率)。也就是说,S300、S400、及S500处的过程可连续地且动态地进行迭代,且因此,当前温度可逐渐被提升至接近目标温度。

[0145] 图11说明根据本发明概念实施例的动态热管理方法中可使用的单独的装置的结构方块图。

[0146] 参照图11,最初针对图3所阐述的第一装置110可包括温度传感器111、处理器113、及存储器112。

[0147] 温度传感器111测量第一装置110的当前温度。温度传感器111可将第一装置110的当前温度(温度(Temperature))实时地递送到处理器113。处理器113可使用当前温度来执行针对图1至图10所阐述的动态热管理方法。

[0148] 存储器112存储功率数据。存储器112可存储用于识别第一装置110所属的群组的信息,及第一装置110所属的群组(例如,图3所示群组4)的功率数据。举例来说,功率数据可包括例如图6所示的功率表格。存储器112可将功率数据传送至处理器113(功率数据(Power Data))。结果,处理器113可导出允许频率。

[0149] 功率数据也可包括目标温度。因此,处理器113可使用当前温度与目标温度之间的偏差来计算允许功率。另外,功率数据可包括比例控制系数、积分控制系数、微分控制系数、及上述其他边界参数。

[0150] 处理器113可接收从温度传感器111传送的当前温度。另外,处理器113可接收从存储器112传送的包括目标温度及功率表格的功率数据。

[0151] 处理器113可使用目标温度与当前温度之间的偏差计算或确定允许功率,使用允许功率及功率表格来导出允许频率,且以允许频率修改第一装置110的频率。

[0152] 由于温度传感器111将当前温度实时地提供到处理器113,因此处理器113可对频率修改的上述操作进行连续地迭代。结果,可动态地调整第一装置110的温度。

[0153] 图12说明为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的传送功率数据的方式而提供的方块图。

[0154] 参照图12,分类系统200包括数据库(database,DB) 50。数据库50可包括按群组进行内部分类的功率数据。所述功率数据可包括目标温度及以群组为单位的功率表格。

[0155] 功率数据可包括第一功率数据及第二功率数据。第一功率数据可为与第一装置110所属的群组(例如,第四群组(群组4))相关的功率数据,且第二功率数据可为与第二装置120所属的群组(例如,第二群组(群组2))相关的功率数据。

[0156] 尽管图中未示出,然而第二功率数据可存储在第二装置120的存储器中。尽管图式仅示出第一装置110及第二装置120,然而数据库50可相对于所述多个装置100中的所有装置传送每一个群组的功率数据。

[0157] 尽管为便于说明起见,将第一功率数据及第二功率数据阐述为包括特定群组的功率表格,然而本发明概念的实施例不应以上述方式进行限制。也就是说,在其他实施例中,第一功率数据及第二功率数据二者可均匀地包括所有群组的所有的功率表格,且也包括哪一装置属于哪一群组的相关信息,从而包括用于确认哪一功率数据是第一装置110及第二装置120所需要的数据。

[0158] 以下在本文中,将参照图13阐述根据一些示范性实施例的动态热管理方法。在下文中,为简洁起见,可不再对与前面阐述的实施例重复的说明予以赘述。

[0159] 图13是为了解释根据本发明概念实施例的动态热管理方法中的传送功率数据的方式而提供的方块图。

[0160] 参照图13,在一些实施例中,可与分类系统200分开地提供数据库50。

[0161] 也就是说,分类系统200可向数据库50传送作为预先对多个装置执行的功率测试的结果而准备的功率数据。举例来说,功率数据可包括例如哪一装置属于哪一群组的相关数据、目标温度、各个群组的功率表格、比例控制系数、积分控制系数、微分控制系数、及各

自的边界参数、以及其他数据等数据。

[0162] 接下来,数据库50可分别将第一功率数据及第二功率数据传送到第一装置110及第二装置120。举例来说,第一功率数据可包括第一装置110所属的群组的功率表格,且第二功率数据可包括第二装置120所属的群组的功率表格。

[0163] 以下在本文中,将参照图10、图11、及图14阐述根据本发明概念实施例的动态热管理方法。在下文中,为简洁起见,可不再对与前面阐述的实施例重复的说明予以赘述。

[0164] 图14说明根据本发明概念实施例的动态热管理方法的流程图。

[0165] 参照图14,在S10处,使用第一装置的当前温度来计算允许功率。

[0166] 参照图11,通过温度传感器111来测量第一装置110的当前温度,且将当前温度递送至处理器113。另外,存储器112可向处理器113递送包括目标温度、控制系数、及边界参数的功率数据。处理器113可使用当前温度与目标温度之间的偏差、且使用PI控制、PD控制、或PID控制来计算允许功率。

[0167] 再次参照图14,在S20处,使用允许功率及相对于第一装置的群组的功率数据(第一数据)来导出与当前温度对应的允许频率。也就是说,使用对应群组的预先存储的数据来导出允许频率。

[0168] 参照图10及图11,处理器113可接收从存储器112传送的包括功率表格的功率数据。处理器113可使用功率表格及允许功率来导出允许频率。

[0169] 允许频率可为与低于功率表格内的允许功率且最接近所述允许功率的功率对应的频率。举例来说,可根据群组来以不同的方式设定所述功率。因此,由于可根据群组的特性来指定最优化的允许频率,因此具有优良的功率特性的装置处的性能可增大到最大值。

[0170] 再次返回图14,在S30处,以允许频率来修改第一装置的频率。

[0171] 参照图11,处理器113可在导出允许频率时以允许频率修改当前频率(即,当前工作频率),且因此,第一装置110的温度可提升至接近目标温度。

[0172] 之后,在当前温度改变时,处理器113可继续对S10、S20、及S30进行迭代。因此,可将第一装置110的当前温度逐渐提升至接近目标温度。

[0173] 以下在本文中,将参照图3、图12、及图15阐述根据本发明概念实施例的动态热管理方法。在下文中,为简洁起见,可不再对与前面阐述的实施例重复的说明予以赘述。

[0174] 图15说明根据本发明概念一些实施例的动态热管理方法的流程图。

[0175] 参照图15,在S1100处,分类系统200对第一装置110及第二装置120进行测试及分类。

[0176] 具体来说,如上所述,参照图3,所述多个装置100可包括以彼此不同的方式执行的第一装置110及第二装置120。如以下将加以解释,功率特性彼此不同的第一装置110与第二装置120可被分类成不同的群组。也就是说,第一装置110与第二装置120可为同一装置类型,但可具有互不相同的功率特性。

[0177] 分类系统200可测试多个装置100的功率特性。所述功率特性可指代在参考条件下进行测试的所述多个装置100中的每一个的各自的功率输出。本文中所使用的‘参考条件’可表示例如特定频率这一条件。也就是说,由于所述多个装置100中的每一个在以相同的条件(即,以相同的频率)工作时可具有不同的功率特性,因此可对这些功率特性进行测试。

[0178] 分类系统200可对多个装置100进行分类。分类系统200可利用多个装置100的各自

的功率特性来将多个装置100分类成多个群组。

[0179] 再次参照图15,在S1200处,分类系统200存储测试结果并产生功率数据。

[0180] 参照图12,分类系统200内的数据库50可存储测试结果。也就是说,测试结果表示每一装置根据频率输出的功率,且所述测试结果可例如在图6中所示,以功率表格的形式存储。然而,图6所示功率表格仅为一个实例,且测试结果可以除了图6所示的功率表格之外的形式存储。

[0181] 再次参照图15,在S1300处,分类系统200将第四群组(群组4)的功率数据传送到第一装置110。

[0182] 具体来说,参照图12,分类系统200的数据库50可将第一装置110的第四群组(群组4)的功率数据传送到第一装置110作为第一功率数据。举例来说,可一起传送另一群组的功率数据。

[0183] 再次参照图15,在S1400处,分类系统200将第二群组(群组2)的功率数据传送到第二装置120。

[0184] 具体来说,参照图12,分类系统200的数据库50可将第二装置120的第二群组(群组2)的功率数据传送到第二装置120作为第二功率数据。举例来说,可一起传送另一群组的功率数据。

[0185] 可同时执行或以相反地顺序执行S1300及S1400处的过程。也就是说,可在S1300处的过程之前执行S1400处的过程。

[0186] 接下来,第一装置110及第二装置120中的每一个可执行动态热管理方法的重复迭代。

[0187] 具体来说,第一装置110可在S1500a处测量第一当前温度,在S1600a处使用测量值计算或确定第一允许功率,在S1700a处使用第一允许功率及第一功率表格导出第一允许频率,且在S1800a处,以第一允许频率修改当前频率(即,当前工作频率)。以上过程可以迭代的方式继续进行。

[0188] 相同地,第二装置120可在S1500b处测量第二当前温度,在S1600b处使用测量值计算或确定第二允许功率,在S1700b处使用第二允许功率及第二功率表格导出第二允许频率,且在S1800b处,以第二允许频率修改当前频率。以上过程也可以迭代的方式继续进行。在本发明概念的一些实施例中,可例如使用相同的方法(例如,前面阐述的方法)来计算第一允许功率及第二允许功率,且第二功率表格与第一功率表格不同。

[0189] 举例来说,第一允许功率可大于第二允许功率。应注意,允许功率是被假设为在相同的温度条件下进行比较。也就是说,由于第一装置110的功率特性优于第二装置120的功率特性,因此可导出这一结果。

[0190] 另外,第一允许频率可大于第二允许频率。应注意,允许频率是被假设为在相同的温度条件下进行比较。也就是说,由于第一装置110的功率特性优于第二装置120的功率特性,因此在允许功率方面存在差异,且因此,在允许频率方面存在差异。

[0191] 尽管已参照本发明概念的示例性实施例具体示出并阐述了本发明概念,然而所属技术领域中的普通技术人员应理解,在不背离由以上权利要求所界定的本发明概念的精神及范围的条件下,在本文中可作出形式及细节上的各种变化。因此,期望本实施例在所有方面均被视为例示性的而非限制性的,并应参照随附权利要求而非上述说明来表示本发明概

念的范围。

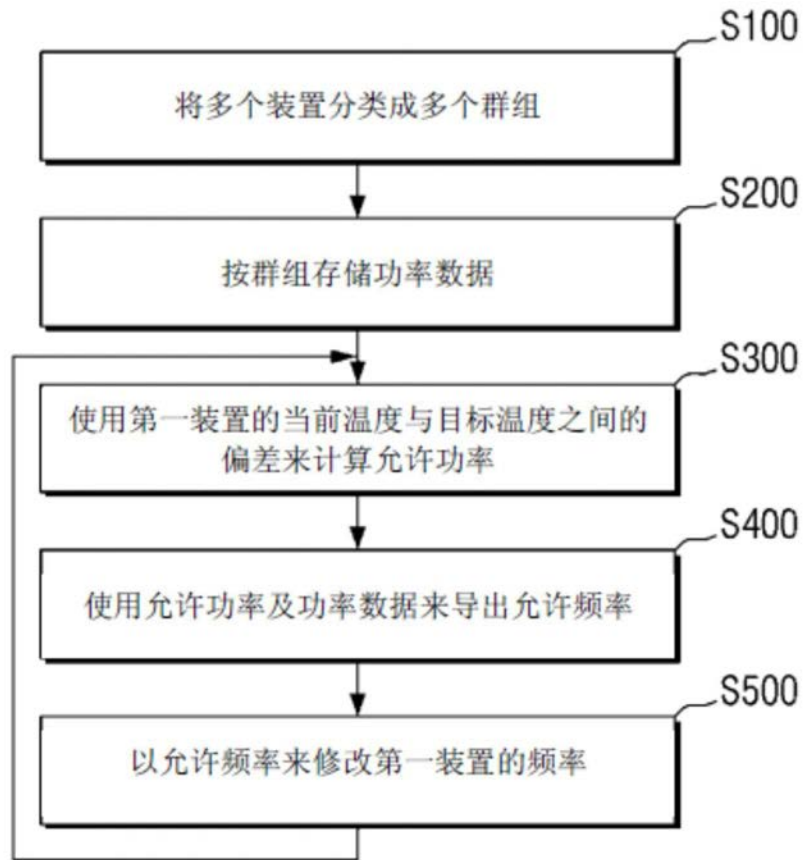


图1

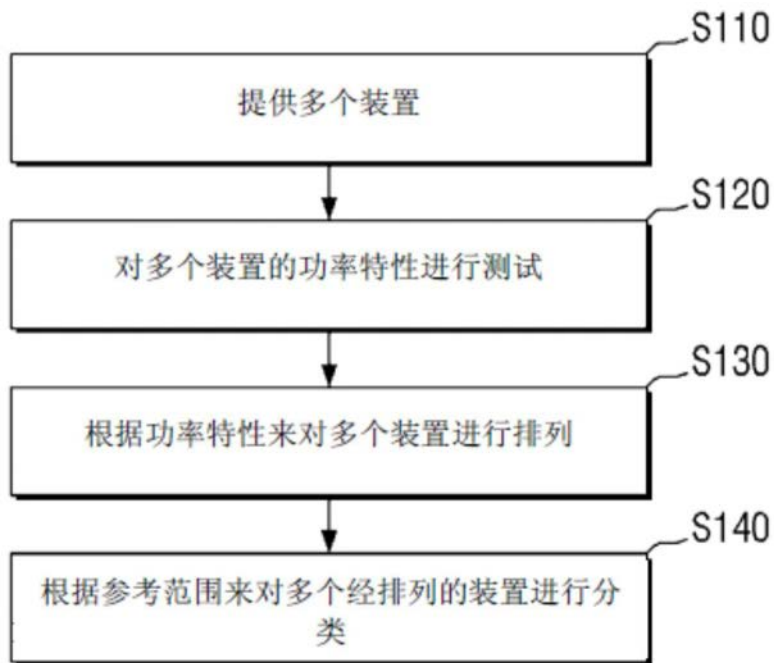


图2

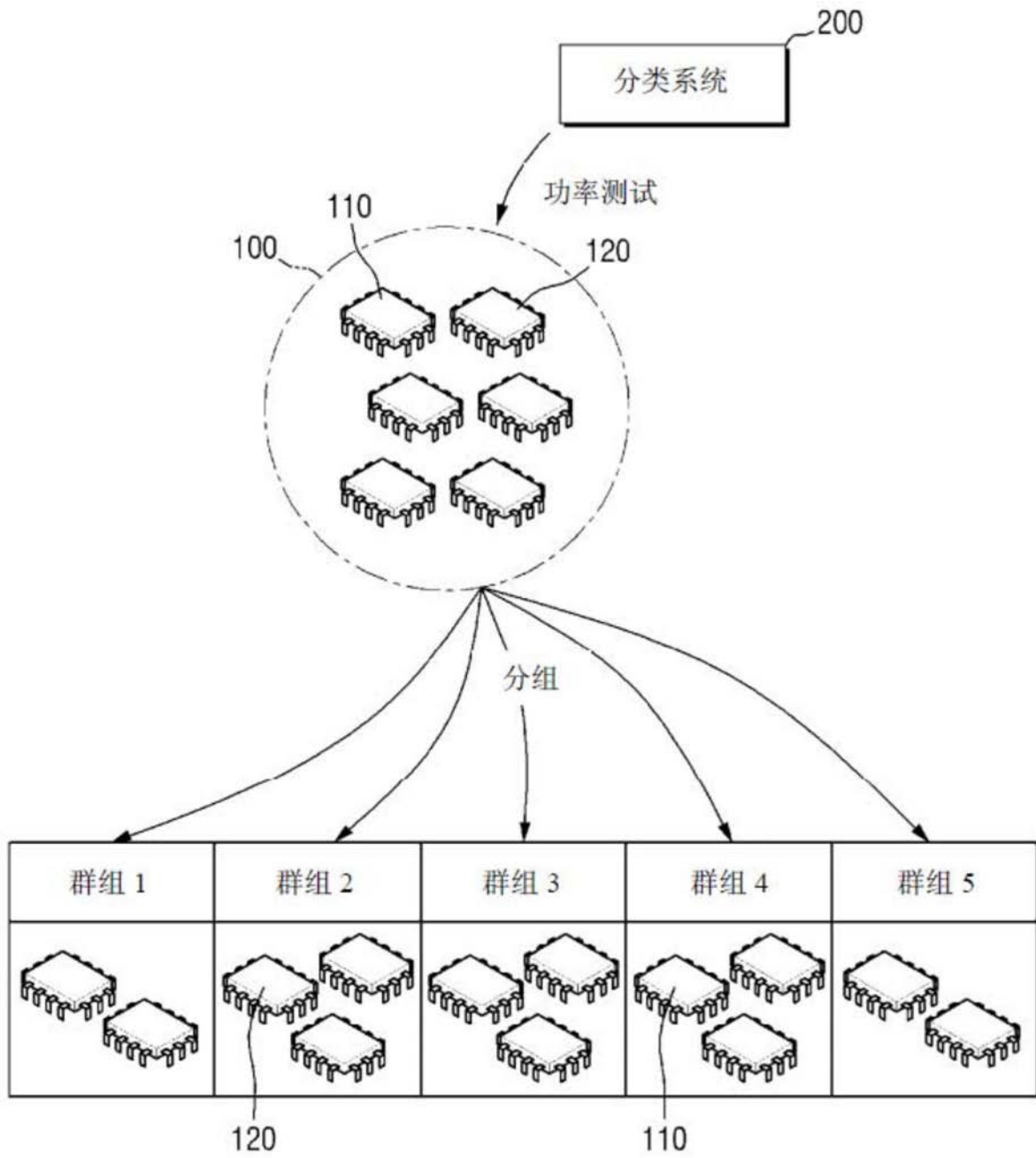


图3

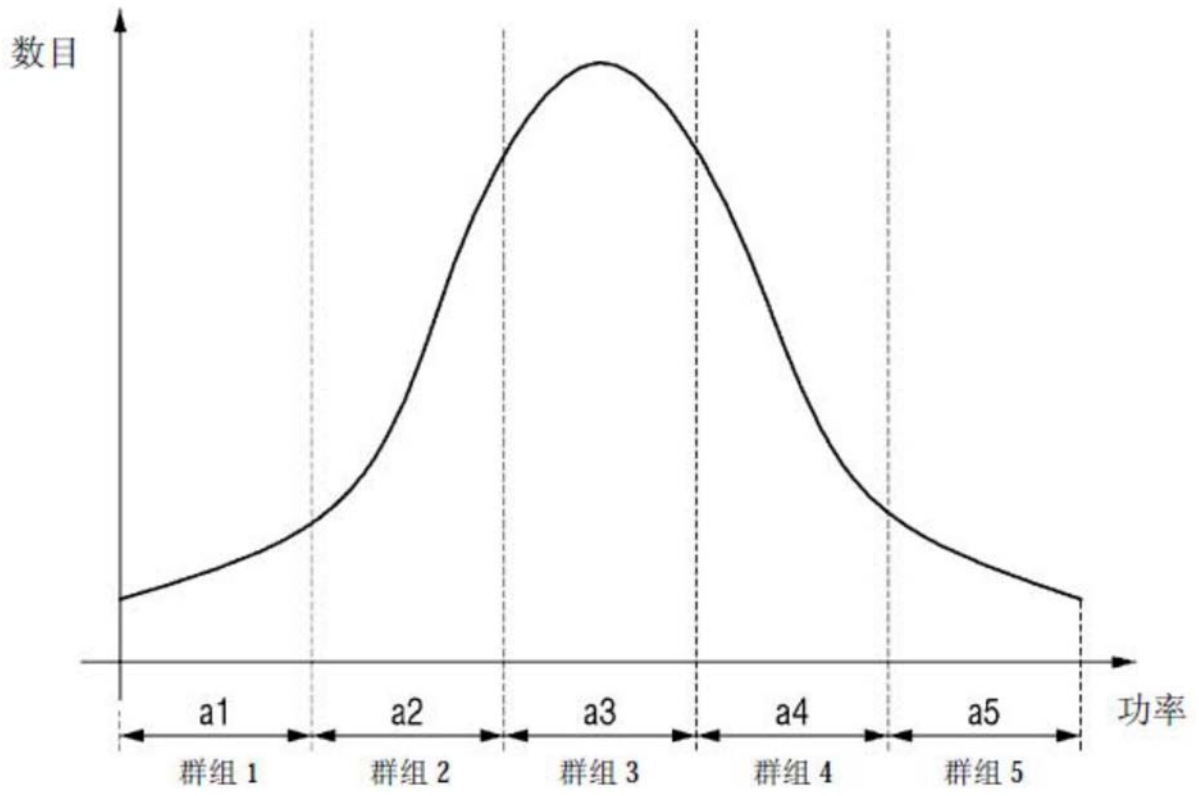


图4

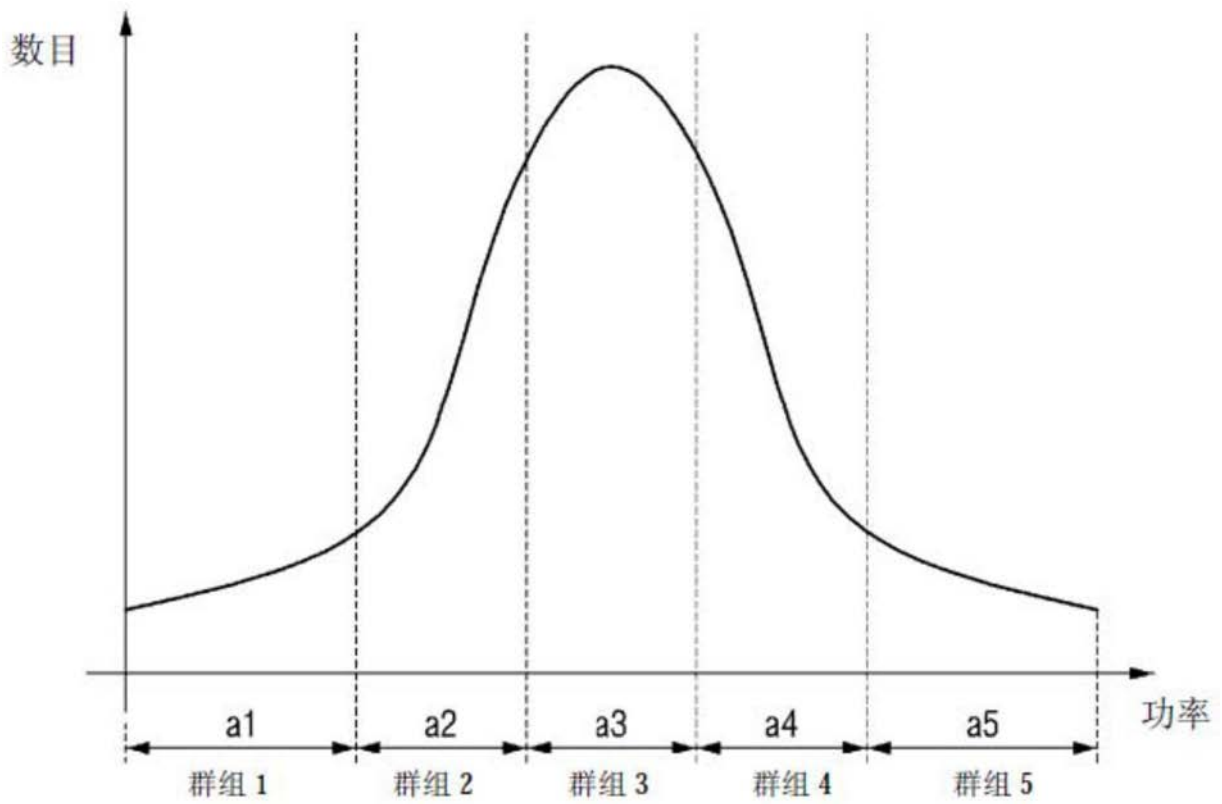


图5

水平	群组					
	频率	群组 1	群组 2	群组 3	群组 4	群组 5
L3	2574MHz	5531.8mw	5614.2mw	5922.0mw	6148.8mw	6246.5mw
L4	2496MHz	5124.3mw	5527.4mw	5622.7mw	5713.4mw	5934.8mw
L5	2314MHz	4433.6mw	4504.1mw	4768.5mw	4850.6mw	5049.4mw
L6	2158MHz	3846.1mw	3909.5mw	4140.9mw	4223.6mw	4301.3mw
L13	650MHz	431.1mw	442.6mw	468.6mw	483.3mw	498.9mw

图6

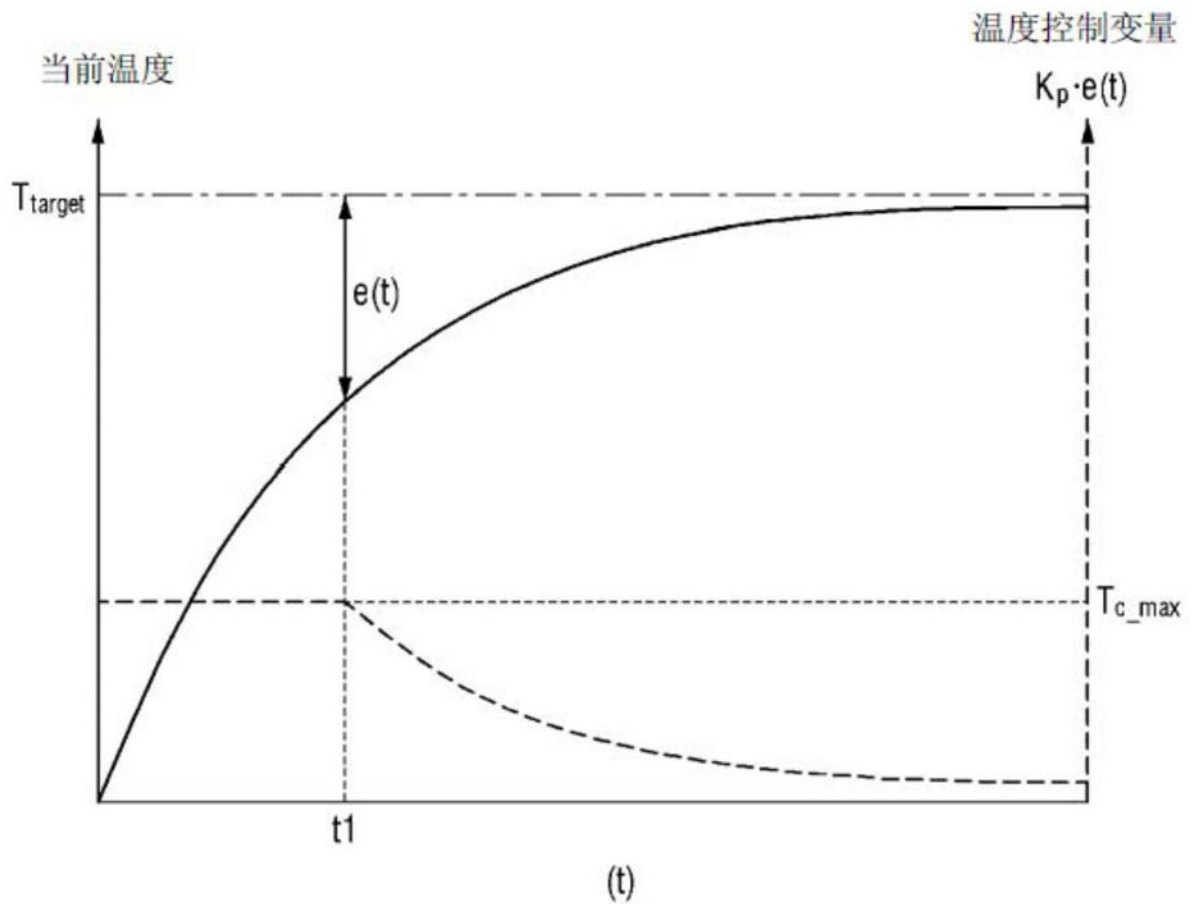


图7

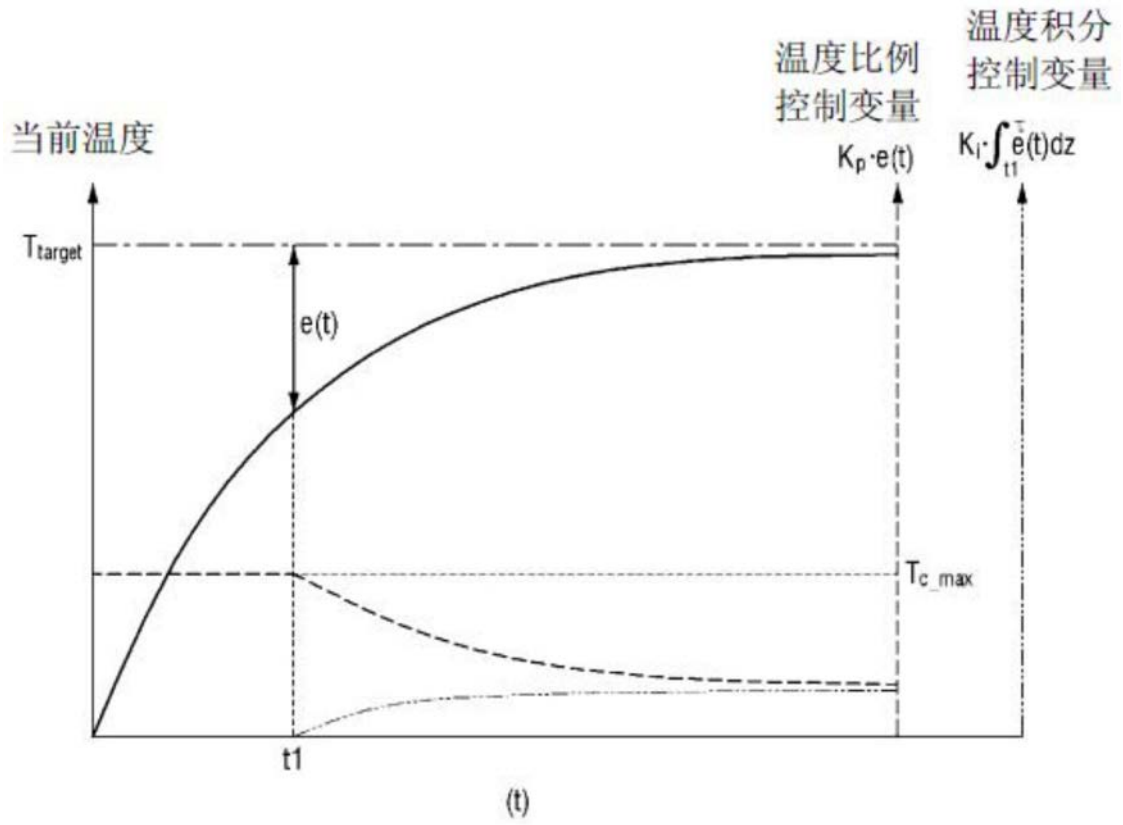


图8

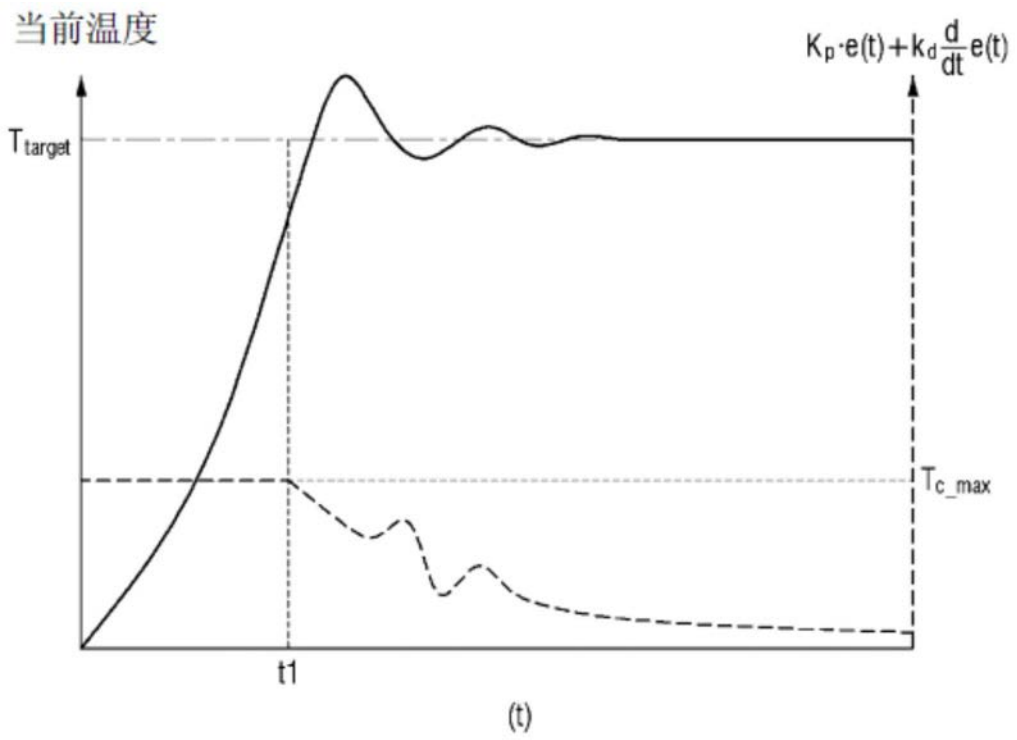


图9

③允许频率：2496 MHz

(①群组 4
②允许功率：5800 mw)

水平	频率	群组 1	群组 2	群组 3	群组 4	群组 5
L3	2574MHz	5531.8mw	5614.2mw	5922.0mw	6148.8mw	6246.5mw
L4	2496MHz	5124.3mw	5527.4mw	5622.7mw	5713.4mw	5934.8mw
L5	2314MHz	4433.6mw	4504.1mw	4768.5mw	4850.6mw	5049.4mw
L6	2158MHz	3846.1mw	3909.5mw	4140.9mw	4223.6mw	4301.3mw
L13	650MHz	431.1mw	442.6mw	468.6mw	483.3mw	498.9mw

图10

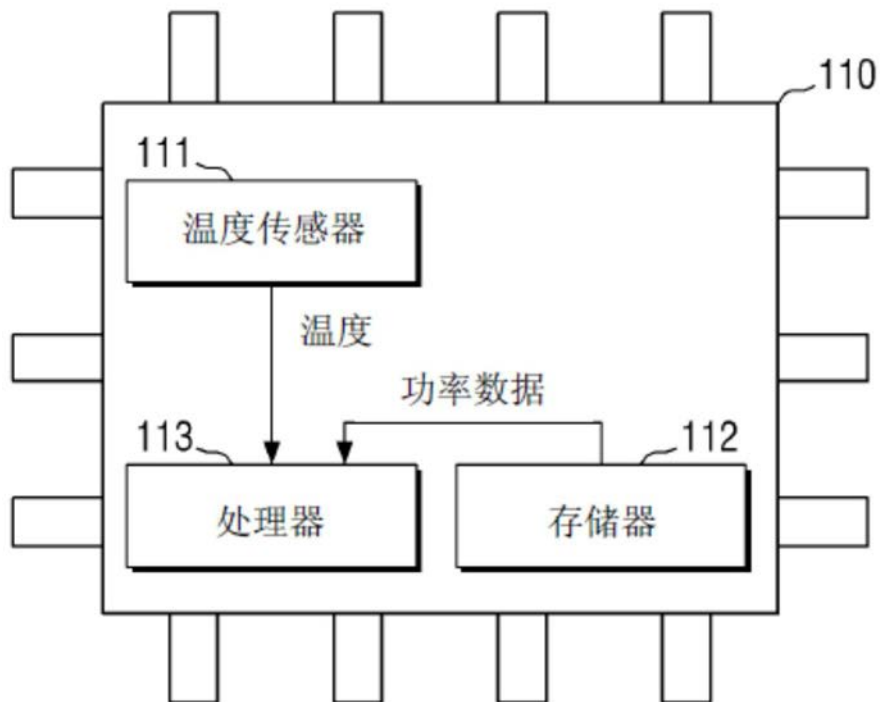


图11

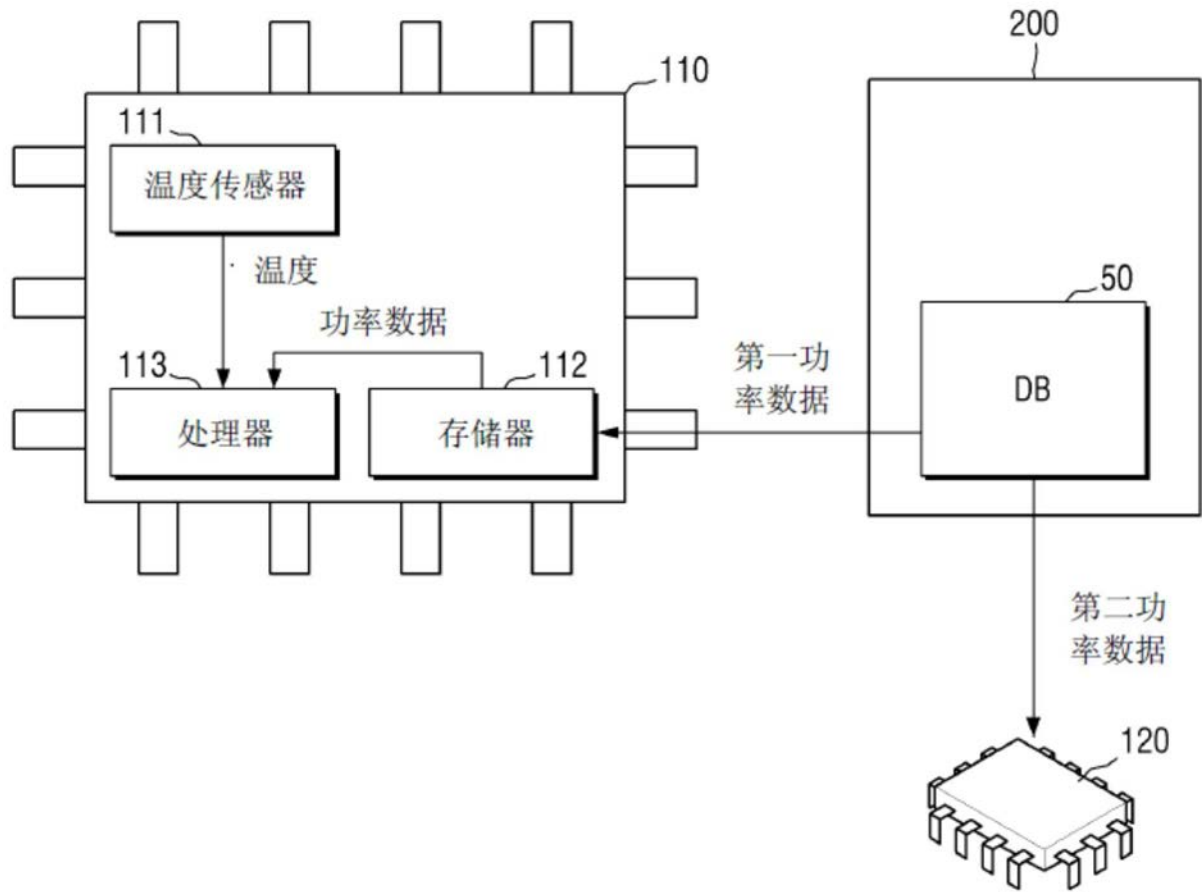


图12

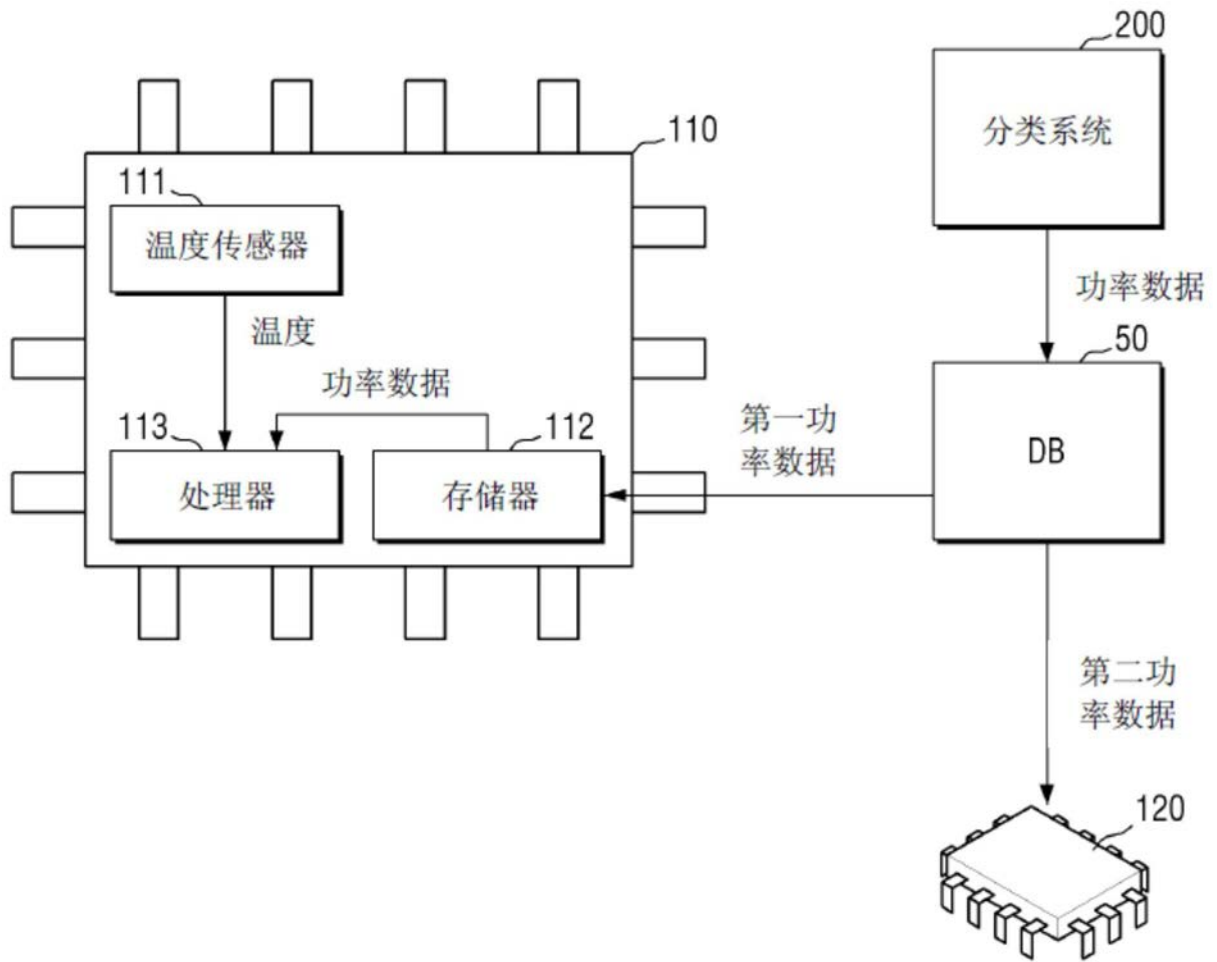


图13

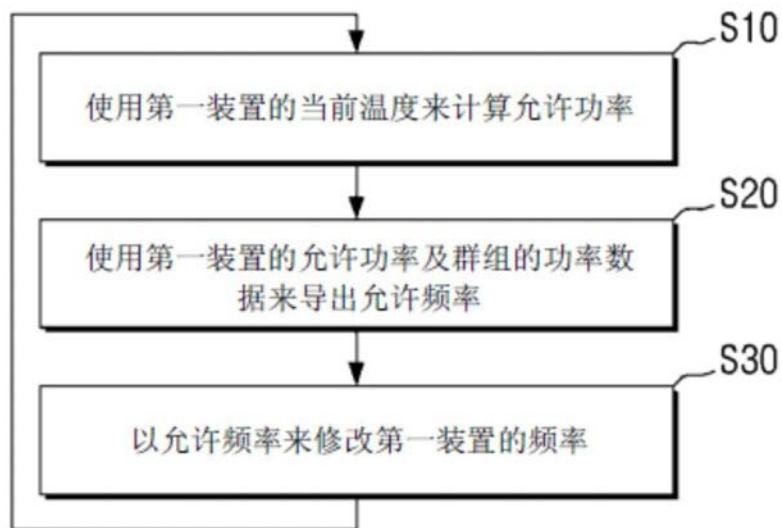


图14

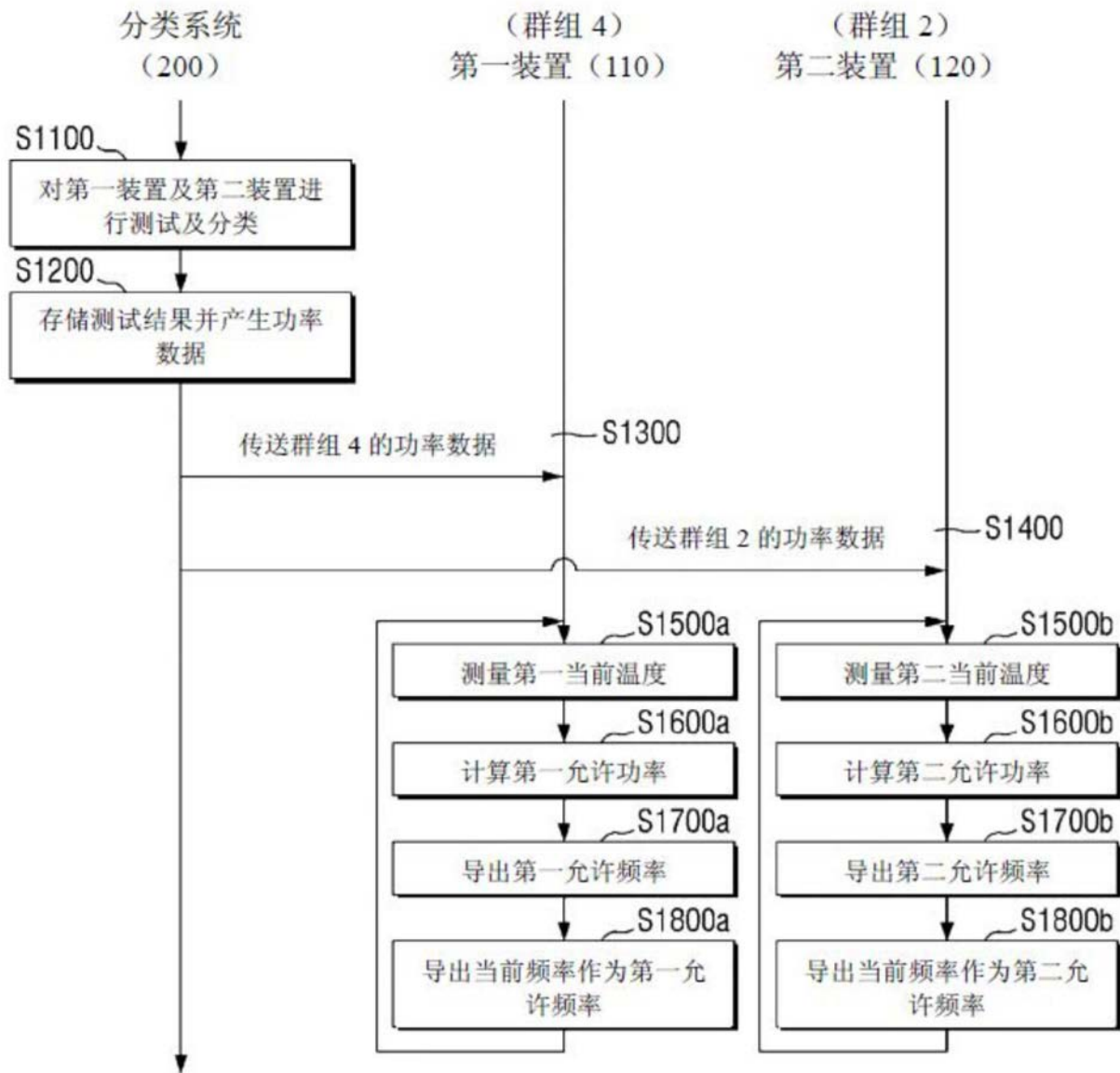


图15