



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102859373 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201180020441. 2

(22) 申请日 2011. 05. 06

(30) 优先权数据

12/774, 730 2010. 05. 06 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 10. 23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/035600 2011. 05. 06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/140491 EN 2011. 11. 10

(73) 专利权人 德州仪器公司

地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 拉温德拉·卡尔纳迪

苏迪尔·普拉萨德

拉姆·A·约恩纳维图拉

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司

责任公司 11287

代理人 王璐

(51) Int. Cl.

G01R 31/28(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5233161 A, 1993. 08. 03, 说明书第 2 栏第 31 行 - 第 6 栏第 15 行、图 1-3.

US 5233161 A, 1993. 08. 03, 说明书第 2 栏第 31 行 - 第 6 栏第 15 行、图 1-3.

US 2008/0096490 A1, 2008. 04. 24, 图 2.

WO 96/17389 A1, 1996. 06. 06, 全文.

审查员 汤莎亮

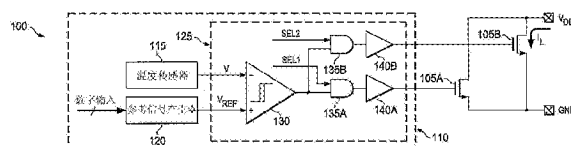
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

### (54) 发明名称

用于控制温度且使得能够对半导体芯片进行测试的电路

### (57) 摘要

一种用于控制半导体芯片的温度的电路 (100) 包含建置到所述半导体芯片内的第一加热元件 (105A)。所述第一加热元件 (105A) 产生热以增加所述半导体芯片的所述温度。所述芯片还包含温度控制器 (110)，所述温度控制器 (110) 耦合到所述第一加热元件 (105A) 且建置到所述半导体芯片内。所述温度控制器 (110) 控制所述温度以使得能够在所需的温度下对所述半导体芯片进行测试。



1. 一种用于控制半导体芯片的温度的电路,所述电路包括:

第一加热元件,其建置到所述半导体芯片内,其产生热以增加所述半导体芯片的所述温度;以及

具有温度传感器的温度控制器,其耦合到所述第一加热元件且建置到所述半导体芯片内,其控制所述温度以使得能够在所需的温度下对所述半导体芯片进行测试,其中所述温度传感器包括:

第一晶体管,其感测所述温度;

第二晶体管,其具有连接到所述第一晶体管的基极的基极,所述第二晶体管结合所述第一晶体管而感测所述温度;

第三晶体管,其耦合到电力供应器且具有耦合到所述第一晶体管的集电极的漏极;

第四晶体管,其耦合到所述电力供应器且具有耦合到所述第三晶体管的栅极的栅极;

第一电阻器,其与所述第一晶体管串联连接;

第二电阻器,其与所述第四晶体管串联连接,所述第二电阻器结合所述第四晶体管提供与所述温度相对应的电压;以及

第五晶体管,其耦合到所述电力供应器且具有耦合到所述第三晶体管的所述栅极和所述第四晶体管的所述栅极的栅极,所述第三晶体管和所述第五晶体管将从所述电力供应器流出的电流划分为第一电流和第二电流,所述第一电流流经所述第三晶体管、所述第一晶体管和所述第一电阻器,且所述第二电流流经所述第五晶体管和所述第二晶体管。

2. 根据权利要求 1 所述的电路,其中所述温度控制器包括:

温度传感器,其测量所述半导体芯片的所述温度以提供与所述温度相对应的电压;

参考信号产生器,其响应于数字输入而提供参考电压;以及

控制电路,其耦合到所述温度传感器和所述参考信号产生器,如果与所述温度相对应的所述电压大于所述参考电压,那么所述控制电路停用所述第一加热元件。

3. 根据权利要求 1 所述的电路,其中

所述第一晶体管和所述第二晶体管为 NPN 型双极结晶体管;且

所述第三晶体管、所述第四晶体管和所述第五晶体管为 PMOS 型晶体管。

4. 根据权利要求 2 所述的电路,其中所述控制电路包括:

比较器,其耦合到所述温度传感器和所述参考信号产生器,所述比较器将所述电压与所述参考电压进行比较以产生比较器输出;以及

第一缓冲器,其耦合在所述比较器与所述第一加热元件之间,所述第一缓冲器响应于所述比较器输出而执行启动所述第一加热元件和停用所述第一加热元件中的一者。

5. 根据权利要求 4 所述的电路,其中所述比较器包括施密特触发器。

6. 根据权利要求 4 所述的电路,其中所述控制电路进一步包括耦合在所述比较器与所述第一缓冲器之间的第一门电路,当所述半导体芯片处于非测试模式时,所述第一门电路和所述第一缓冲器停用所述第一加热元件。

7. 根据权利要求 6 所述的电路,且其进一步包括建置到所述半导体芯片内的第二加热元件,所述第二加热元件产生热以增加所述半导体芯片的所述温度。

8. 根据权利要求 7 所述的电路,其中所述控制电路进一步包括:

第二缓冲器,其耦合在所述比较器与所述第二加热元件之间,所述第二缓冲器响应于

所述比较器输出而执行启动所述第二加热元件和停用所述第二加热元件中的一者 ;以及

第二门电路,其耦合在所述比较器与所述第二缓冲器之间,当所述半导体芯片处于所述非测试模式时,所述第二门电路和所述第二缓冲器停用所述第二加热元件。

9. 根据权利要求7所述的电路,其中所述第一加热元件和所述第二加热元件为NMOS型晶体管、PMOS型晶体管和电阻器中的一者。

## 用于控制温度且使得能够对半导体芯片进行测试的电路

### 技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及一种用于控制温度且使得能够对半导体芯片进行测试的电路。

### 背景技术

[0002] 在制造半导体芯片期间,要对半导体芯片进行可靠性测试。可将未通过可靠性测试的半导体芯片淘汰掉,因此防止在半导体芯片的寿命期间的早期失效。

[0003] 老化测试 (burn-in) 是可靠性测试技术的一个实例。在老化测试期间,将老化测试板上的半导体芯片放到炉内并暴露在高于半导体芯片的操作温度的温度下。不能在较高温度下运作达某一老化测试时间的半导体芯片可被检测为不合格。然而,炉体积大且面积不够高效。炉价格也昂贵,从而导致增加半导体芯片的制造成本。由于老化测试板上的半导体芯片数量较多而导致时钟速率有限,所以更加难以在老化测试时实现高速测试。还需要外部源来加热炉、老化测试板及半导体芯片,这又导致加热时间比单独的半导体芯片所需的加热时间更长,因为单独的半导体芯片比使用外部源时的半导体芯片具有更低的热质量。此外,在老化测试期间加热及冷却半导体芯片所花费的时间占总的老化测试时间的相当大一部分。例如,加热及冷却半导体芯片所需的时间约为总的老化测试时间 8 个小时中的 2 个小时,这使得老化测试比较耗时。

### 发明内容

[0004] 用于控制半导体芯片的温度的电路的实例包含建置到所述半导体芯片内的第一加热元件。所述第一加热元件产生热以增加半导体芯片的温度。所述电路还包含耦合到所述第一加热元件且建置到所述半导体芯片内的温度控制器。所述温度控制器控制温度以使得能够在所需的温度下对所述半导体芯片进行测试。

[0005] 用来使得能够在所需的温度下对半导体芯片进行测试的电路的实例包含建置到所述半导体芯片内的第一加热元件。所述第一加热元件产生热以增加半导体芯片的温度。所述电路还包含建置到半导体芯片内的温度传感器。所述温度传感器测量半导体芯片的温度以提供与所述温度相对应的电压。所述电路进一步包含建置到半导体芯片内且响应于输入温度而提供参考电压的参考信号产生器。建置到半导体芯片内的比较器耦合到所述温度传感器及参考信号产生器。所述比较器将与温度相对应的电压与参考电压进行比较以产生比较器输出。第一缓冲器耦合在所述比较器与第一加热元件之间。所述第一缓冲器响应于比较器输出而执行启动第一加热元件和停用第一加热元件中的一者。第一栅极进一步耦合在所述比较器与第一缓冲器之间。当半导体芯片处于非测试模式时,所述第一栅极和第一缓冲器停用第一加热元件。

[0006] 方法的实例包含使用建置到半导体芯片内的至少一个加热元件加热半导体芯片。所述方法还包含产生与半导体芯片的温度相对应的电压。所述方法进一步包含将所述电压与参考电压进行比较。而且,所述方法包含基于所述比较的输出来控制至少一个加热元件

对半导体芯片的加热以使得能够在所需的温度下对半导体芯片进行测试。

## 附图说明

- [0007] 下文参考附图描述本发明的实例实施例；
- [0008] 图 1 说明用于控制半导体芯片的温度的实例电路；
- [0009] 图 2 说明实例温度传感器；
- [0010] 图 3 说明实例参考信号产生器；
- [0011] 图 4 说明参考信号产生器的实例频带间隙参考电路；
- [0012] 图 5 为说明滞后作用对加热元件的温度的影响的实例表示；以及
- [0013] 图 6 为说明用于控制半导体芯片的温度的实例方法的流程图。

## 具体实施方式

[0014] 图 1 说明用于控制半导体芯片的温度的电路 100。电路 100 通过控制温度而进一步使得能够在所需的温度下对半导体芯片进行测试。使用电路 100 以外的测试电路可提供用于对半导体芯片执行测试的测试信号。所述测试电路可在半导体芯片的外部。可在制造半导体芯片期间执行测试。电路 100 可用来执行老化测试。在封装的芯片或装置的晶片探测及最终的生产测试期间也可使用电路 100。在半导体芯片在自动化测试设备 (ATE) 上或在实验室内特征化期间也可使用电路 100。应注意, 电路 100 也可用在希望消除用外部加热源进行加热的需要的许多其他应用领域中。

[0015] 所需要的温度可定义为高于半导体芯片的周围温度或室温的测试温度。

[0016] 电路 100 包含建置到半导体芯片内的第一加热元件 105A (下文中称为加热元件 105A)。加热元件 105A (例如负金属氧化物半导体 (NMOS) 型晶体管) 具有耦合到电力供应器 (VDD) 的漏极和耦合到接地供应器 (GND) 的源极。

[0017] 在一些实施例中, 加热元件 105A 可为正金属氧化物半导体 (PMOS) 型晶体管或电阻器。应注意, 加热元件 105A 也可为能够产生热的电流源。

[0018] 应注意, 可基于半导体芯片的应用领域将加热元件 105A 设计为不同的大小以用于不同的半导体芯片。加热元件 105A 的大小可基于所需的泄漏电流、所需的温度和测试半导体芯片期间产生的所需的热量而定。在制造半导体芯片期间, 具有能够产生所需的热量的合适大小的加热元件 105A 被包含在半导体芯片内。

[0019] 电路 100 还包含耦合到加热元件 105A 的栅极且建置到半导体芯片内的温度控制器 110。温度控制器 110 包含温度传感器 115、参考信号产生器 120 和控制电路 125。温度传感器 115 和参考信号产生器 120 耦合到控制电路 125。

[0020] 控制电路 125 包含比较器 130、第一栅极 135A (下文中称为栅极 135A) 和第一缓冲器 140A (下文中称为缓冲器 140A)。比较器 130 的正输入端子耦合到参考信号产生器 120, 且比较器 130 的负输入端子耦合到温度传感器 115。比较器 130 的输出端子耦合到栅极 135A 的第一输入端子。栅极 135A 的第二输入端子接收选择输入 (SEL1)。栅极 135A 的输出端子耦合到缓冲器 140A 的输入端子。缓冲器 140A 的输出端子耦合到加热元件 105A 的栅极。

[0021] 下文解释电路 100 控制半导体芯片的温度或结温度的工作原理。加热元件 105A 产

生热以增加半导体芯片的温度。流经加热元件 105A 的泄漏电流 (IL) 可为内部热源。由于半导体芯片的总电力而产生温度的增加。使温度 (T) 从周围温度 (TA) 增加所需的热 (PH) 可由下面所给出的方程 (1) 算出：

$$[0022] \quad T = T_A + \theta_{JA}(P_A + P_H) \quad (1)$$

[0023] 其中,  $T_A$  为周围温度,  $\theta_{JA}$  为从结到半导体芯片周围的介质的热阻, 且  $P_A$  为半导体芯片的主动电力耗散。周围温度可定义为半导体芯片周围的介质的温度。

[0024] 温度控制器 110 控制温度以使得能够在所需的温度下对半导体芯片进行测试。下文将进一步解释包含多个元件的温度控制器 110。

[0025] 温度控制器 110 的温度传感器 115 测量半导体芯片的温度以提供与所述温度相对应的电压 (V)。温度传感器 115 可类似于与绝对温度成比例 (PTAT) 的传感器。结合图 2 解释包含多个元件的温度传感器 115。

[0026] 温度控制器 110 的参考信号产生器 120 响应于可由用户提供的数字输入而提供参考电压 (VREF)。在一些实施例中, 可在外部产生参考电压并将其提供到控制电路 125。结合图 3 解释包含多个元件的参考信号产生器 120。

[0027] 如果与温度相对应的电压大于参考电压, 那么温度控制器 110 的控制电路 125 停用加热元件 105A。现将进一步解释包含多个元件的控制电路 125。比较器 130 将电压与参考电压进行比较以产生比较器输出。缓冲器 140A 响应于比较器输出而启动加热元件 105A 或者停用加热元件 105A。当半导体芯片处于非测试模式时, 栅极 135A 和缓冲器 140A 共同停用加热元件 105A。

[0028] 在一些实施例中, 比较器 130 通过实施滞后作用而防止加热元件 105A 快速切换。滞后作用可用来延迟输出从一种状态到另一种状态的改变。具有滞后作用的比较器 130 的实例可包含施密特触发器。具有滞后作用的比较器 130 或者在温度变得小于第一阈值时启动加热元件 105A 或者在温度超过第二阈值时停用加热元件 105A。第一阈值可定义为与电压相对应的温度。第二阈值可定义为与参考电压相对应的温度。

[0029] 当半导体芯片处于非测试模式时, 就需要停用电路 100。可基于 SEL1 而无关于比较器输出来停用加热元件 105A 且进而停用电路 100。当半导体芯片处于测试模式时, 半导体芯片正在测试中且可被认为是正在测试的半导体装置或正在测试的半导体芯片或正在测试的装置。在测试模式时, 可基于 SEL1 和比较器输出而启动和停用加热元件 105A 且进而启动和停用电路 100。如果  $SEL1 = 0$ , 那么当栅极 135A 忽略比较器输出且迫使零值进入加热元件 105A 以由此停用电路 100 时, 电路 100 就被停用。

[0030] 在一些实施例中, 当启动加热元件 105A 时, 加热元件 105A 的栅极处的电压等于电力供应器 (VDD)。

[0031] 在一些实施例中, 电路 100 可包含一个以上加热元件, 例如除加热元件 105A 以外的第二加热元件 105B。第二加热元件 105B 与加热元件 105A 并联连接。第二加热元件 105B 的作用类似于加热元件 105A 的作用。也可存在第二栅极 135B 以使用选择输入 (SEL2) 选择性地启动或停用第二加热元件 105B。耦合到第二栅极 135B 的输出端子的第二缓冲器 140B 也响应于比较器输出而或者启动加热元件 105B 或者停用第二加热元件 105B。当半导体芯片处于非测试模式时, 第二栅极 135B 和第二缓冲器 140B 共同停用第二加热元件 105B。

[0032] 可基于多个因素而使用若干加热元件, 所述因素例如所需的总的电力耗散。另外,

加热元件可均匀分配并建置到半导体芯片内以便实现均匀加热。现说明实例估值。 $P_A$  确定为 1W,  $\theta_{JA}$  确定为  $20^{\circ}\text{C}/\text{W}$ , 且  $T_A$  和  $T_J$  分别为  $20^{\circ}\text{C}$  和  $140^{\circ}\text{C}$ 。方程 (1) 中的取代值  $P_H$  可确定为 5W。四个加热元件可建置到半导体芯片内以便跨越半导体芯片均匀地耗散 5W。每一加热元件耗散  $1.25\text{W}$  ( $5\text{W}/4$ ) 以使得能够均匀地加热半导体芯片。

[0033] 在一些实施例中,同时启动和停用加热元件 105A 与第二加热元件 105B。

[0034] 现在参考图 2,温度传感器 115 包含第一晶体管 205A(下文中称为晶体管 205A)、第二晶体管 205B(下文中称为晶体管 205B)、第三晶体管 210A(下文中称为晶体管 210A)、第四晶体管 210B(下文中称为晶体管 210B)、第五晶体管 210C(下文中称为 210C)、第一电阻器 215A(下文中称为电阻器 215A) 和第二电阻器 215B(下文中称为 215B)。晶体管 205A 和晶体管 210A 与电阻器 215A 串联连接。晶体管 205B 与晶体管 210C 串联连接。晶体管 210B 与电阻器 215B 串联连接。晶体管 205A 具有耦合到晶体管 205B 的基极的基极。晶体管 205A 具有耦合到晶体管 210A 的漏极的集电极和耦合到电阻器 215A 的一个端子的发射极。晶体管 205B 具有耦合到晶体管 210C 的漏极且耦合到晶体管 205B 的基极的集电极和耦合到接地供应器 (GND) 的发射极。晶体管 210B 具有耦合到电阻器 215B 的一个端子的漏极。晶体管 210A 具有耦合到晶体管 210C 的栅极、晶体管 210A 的漏极且耦合到晶体管 210B 的栅极的栅极。晶体管 210A、晶体管 210C 和晶体管 210B 具有耦合到电力供应器 (VDD) 的源极。电阻器 215A 和电阻器 215B 的其他端子耦合到接地供应器 (GND)。

[0035] 在一些实施例中,晶体管 205A 和晶体管 205B 为类似的负型双极结晶体管,其中晶体管 205A 的发射极面积为晶体管 205B 的发射极面积的 N 倍。在一个实例中,N 为 8 或 16。

[0036] 在一些实施例中,晶体管 210A、晶体管 210B 和晶体管 210C 为彼此类似的正金属氧化物半导体 (PMOS) 型晶体管。

[0037] 在一些实施例中,电阻器 215A 和电阻器 215B 可经设计大小以使得电阻器 215B 的电阻是电阻器 215A 的电阻的 N 倍。在一个实例中,N 为 5 或 10。

[0038] 温度传感器 115 可以多种方式实施。例如,温度传感器 115 可为具有约 4 毫伏/摄氏度 ( $\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ ) 的灵敏度的 PTAT 温度传感器。从电力供应器流出的电流被晶体管 210A 和晶体管 210C 划分为第一电流和第二电流。电流与半导体芯片的绝对温度成比例。绝对温度可定义为相对于绝对零度所测量的半导体芯片的温度。可使用下面的方程 (2) 表示晶体管 205A 和晶体管 205B 的基极-发射极电压的差异 ( $\Delta V_{BE}$ ) :

[0039]  $\Delta V_{BE} = kT/q \times \ln(N)$  (2)

[0040] 其中 ( $kT/q$ ) 为热电压,且 N 为晶体管 205A 与晶体管 205B 的大小的比率。热电压可定义为室温下约等于 26mV 的电压。

[0041] 下文解释温度传感器 115 测量半导体芯片的温度的工作原理。晶体管 205A 为启动的,且第一电流流经晶体管 210A、晶体管 205A 和电阻器 215A。晶体管 210A、晶体管 205A 和电阻器 215A 共同定义用于第一电流的第一路径。晶体管 205B 为启动的,且第二电流流经晶体管 210C 和晶体管 205B。晶体管 210C 和晶体管 205B 定义用于第二电流的第二路径。晶体管 205A 和晶体管 205b 感测半导体芯片的温度。晶体管 210B 和电阻器 215B 共同提供与温度相对应的电压 (V)。

[0042] 图 3 说明参考信号产生器 120。参考信号产生器 120 包含频带间隙参考电路 305、多个电阻器、多个开关,和数字解码器 310。所述多个电阻器耦合在频带间隙参考电路 305

与接地供应器 (GND) 之间。所述多个电阻器包含相互串联连接的电阻器 315A、电阻器 315B、电阻器 315C 和电阻器 315D。所述多个开关包含耦合在所述多个电阻器之间的开关 320A、开关 320B 和开关 320C。开关 320A 耦合在电阻器 315A 与电阻器 315B 之间, 开关 320B 耦合在电阻器 315B 与电阻器 315C 之间, 且开关 320C 耦合在电阻器 315C 与电阻器 315D 之间。数字解码器 310 耦合到所述多个开关。

[0043] 在一些实施例中, 电阻器 315A、电阻器 315B、电阻器 315C 和电阻器 315D 可在大小和电阻上类似。

[0044] 在一些实施例中, 开关 320A、开关 320B 和开关 320C 在大小上类似。

[0045] 频带间隙参考电路 305 提供预定义的参考电压。结合图 4 解释包含多个元件的频带间隙参考电路 305。预定义的参考电压可通过电阻器进一步划分为一个或一个以上的电压。可在多个节点, 例如在电阻器 315A 和电阻器 315B 之间的第一节点、在电阻器 315B 和电阻器 315C 之间的第二节点和在电阻器 315C 和电阻器 315D 之间的第三节点处提供电压。数字解码器 310 响应于数字输入而选择一个开关。在一个实例中, 数字输入可具有 3 个位的大小。被选择的开关输出与所述开关相关联的电压作为参考电压。例如, 如果开关 320A 被选择, 那么就提供第一节点处的电压作为参考电压。

[0046] 现在参考图 4, 频带间隙参考电路 305 包含第六晶体管 405A (下文中称为晶体管 405A)、第七晶体管 405B (下文中称为晶体管 405B)、第三电阻器 410A (下文中称为电阻器 410A)、第四电阻器 410B (下文中称为电阻器 410B)、第五电阻器 410C (下文中称为电阻器 410C) 和反馈放大器 415。晶体管 405A 具有耦合到晶体管 405B 的基极且耦合到接地供应器 (GND) 的基极, 及耦合到电阻器 410A 的一个端子的发射极。晶体管 405B 具有耦合到电阻器 410B 的一个端子的发射极。晶体管 405A 和晶体管 405B 具有耦合到接地供应器 (GND) 的集电极。电阻器 410C 耦合在电阻器 410A 和电阻器 410B 的其他端子之间。反馈放大器 415 具有耦合在晶体管 405A 与电阻器 410A 之间的正输入端子、耦合在电阻器 410B 与电阻器 410C 之间的负输入端子和耦合到电阻器 410A 和电阻器 410C 的其他端子的输出端子。

[0047] 在一些实施例中, 晶体管 405A 和晶体管 405B 为类似的正型双极结晶体管, 其中晶体管 405B 的发射极面积为晶体管 405A 的发射极面积的 N 倍。在一个实例中, N 为 8 或 16。

[0048] 在一些实施例中, 电阻器 410A 和电阻器 410B 可在大小和电阻上类似。电阻器 410C 的大小为电阻器 410A 和电阻器 410B 的大小的 N 倍。在一个实例中, N 为 6。

[0049] 晶体管 405A 与电阻器 410A 结合而从晶体管 405A 的第一基极 - 发射极电压 (VBE1) 产生第一参考电压 (VREF1)。所述第一参考电压具有负温度系数, 其指示第一参考电压随着温度的增加而降低。晶体管 405B 与电阻器 410B 和电阻器 410C 结合而从晶体管 405B 的第二基极 - 发射极电压 (VBE2) 产生第二参考电压 (VREF2)。第二参考电压具有正温度系数, 其指示当温度降低时第二参考电压增加。可基于晶体管 405A 和晶体管 405B 的基极 - 发射极电压的差异 ( $\Delta V_{BE}$ ) 而产生第二参考电压。可通过电阻器 410A 与电阻器 410B 的电阻的比率或电阻器 410C 与电阻器 410B 的电阻的比率来标定第二参考电压以便得到正温度系数。第一参考电压被施加到反馈放大器 415 的正输入端子, 且第二参考电压被施加到反馈放大器 415 的负输入端子。反馈放大器 415 放大第一参考电压与第二参考电压之间的差异以提供预定义的参考电压。预定义的参考电压为不随着温度改变的电压, 因为通过分别向第一参考电压和第二参考电压添加负温度系数和正温度系数而产生了零温度系数。



[0050] 图 5 为说明滞后作用对加热元件（例如加热元件 105A）的温度的影响的实例表示。X 轴表示时间变化，且 Y 轴表示加热元件 105A 的温度变化。因为在比较器（例如比较器 130）中实施滞后作用，所以波形 505 与加热元件 105A 的温度关于时间变化的变化相对应。滞后作用防止加热元件 105A 快速切换。波形 505 指示滞后作用防止加热元件 105A 的温度一直增加并将所述温度保持在  $T_{\text{hyst}}$  所说明的范围内。

[0051] 图 6 为说明用于控制半导体芯片的温度的方法的流程图。所述方法使得能够在所需的温度下对半导体芯片进行测试。

[0052] 在步骤 605 处，使用建置到半导体芯片内的至少一个加热元件（例如加热元件 105A）加热半导体芯片。在一些实施例中，另一加热元件（例如加热元件 105B）也可用于与加热元件 105A 结合来加热半导体芯片。因此在内部加热半导体芯片来增加半导体芯片的温度。

[0053] 在步骤 610 处，产生与半导体芯片的温度相对应的电压。温度传感器（例如温度传感器 115）可用来测量半导体芯片的温度并产生与所述温度相对应的电压。

[0054] 在步骤 615 处，将与温度相对应的电压与参考电压进行比较。参考信号产生器（例如参考信号产生器 120）可用来基于数字输入提供参考电压。控制电路（例如控制电路 125）可用来将电压与参考电压进行比较。

[0055] 在一些实施例中，电压的比较致使在温度变得小于第一阈值时至少一个加热元件被启动或者在温度超过第二阈值时至少一个加热元件被停用。此效果是由防止至少一个加热元件在启动模式与停用模式之间快速切换的滞后作用引起。

[0056] 在步骤 620 处，基于比较的输出而控制至少一个加热元件对半导体芯片的加热以使得能够在所需的温度下对半导体芯片进行测试。在测试模式时，如果电压小于参考电压，就例如通过使用控制电路来启动至少一个加热元件。如果有多个加热元件，那么可选择性地启动每一加热元件。被启动的加热元件可称为启动的加热元件。如果与温度相对应的电压大于参考电压，那么就例如通过使用控制电路来停用启动的加热元件。如果有多个启动的加热元件，那么可停用每一个启动的加热元件。可将半导体芯片的加热且因此将其温度控制为所需的。另外，因此可在所需的温度下对半导体芯片进行测试。

[0057] 在一些实施例中，当半导体芯片处于非测试模式时，停用至少一个加热元件。

[0058] 通过控制半导体芯片的温度，可使得能够在所需的温度下对半导体芯片进行测试。因为加热是在内部执行，所以还可减少测试的持续时间和生产成本。当个别地控制每一个半导体芯片的温度时，所述方法可进一步用来将多个半导体芯片维持在所需的温度下。

[0059] 具有在实例实施例的上下文中所描述的一个或一个以上特征或步骤的不同组合的实施例也希望包含在本文中，其中实例实施例具有所有的此类特征或步骤或仅具有其中的一些。

[0060] 所属领域的技术人员应了解，在本发明范围内的许多其它实施例和变化也是可能的。

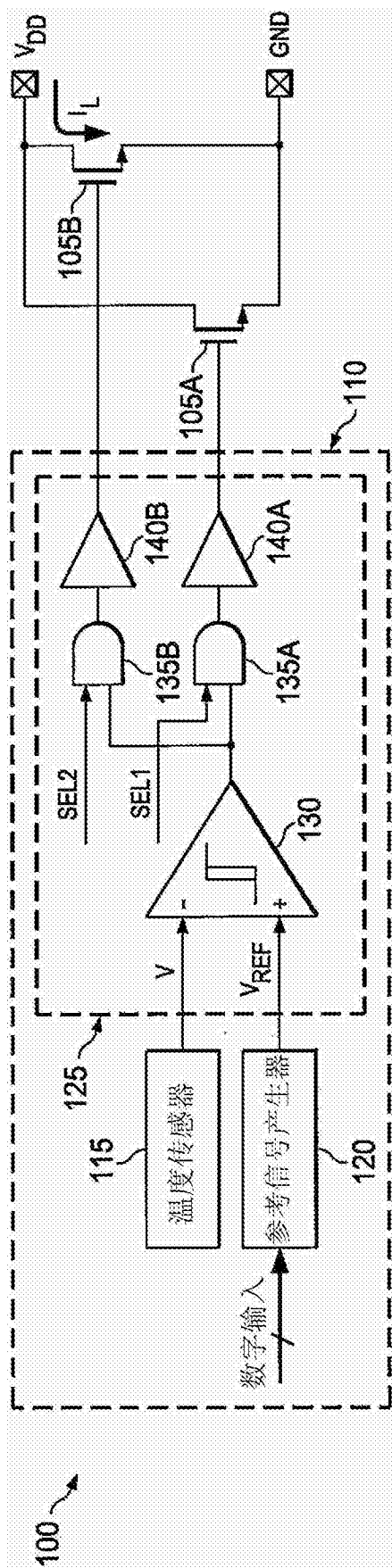


图 1

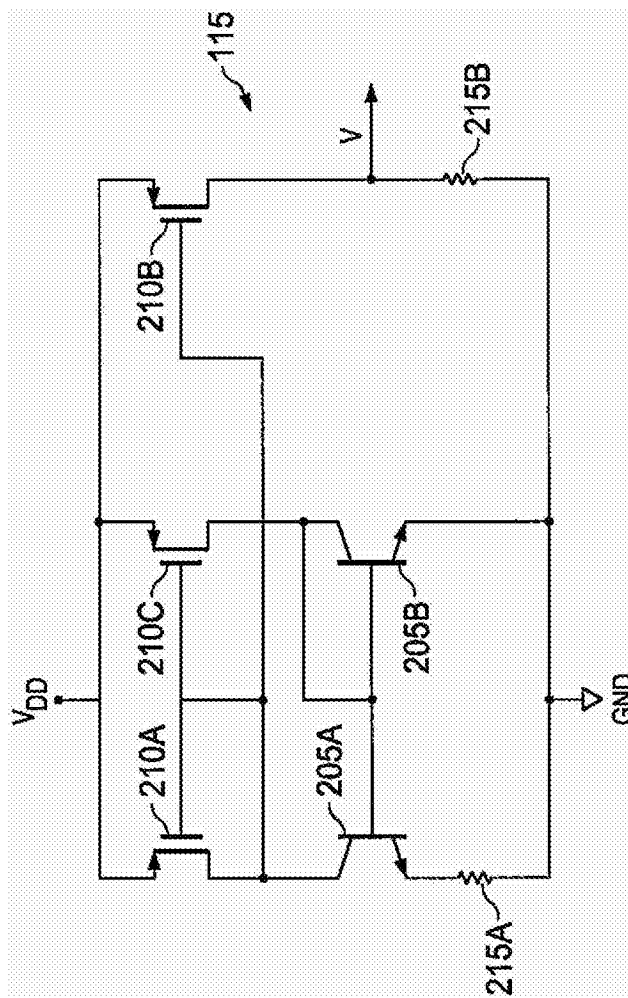


图 2

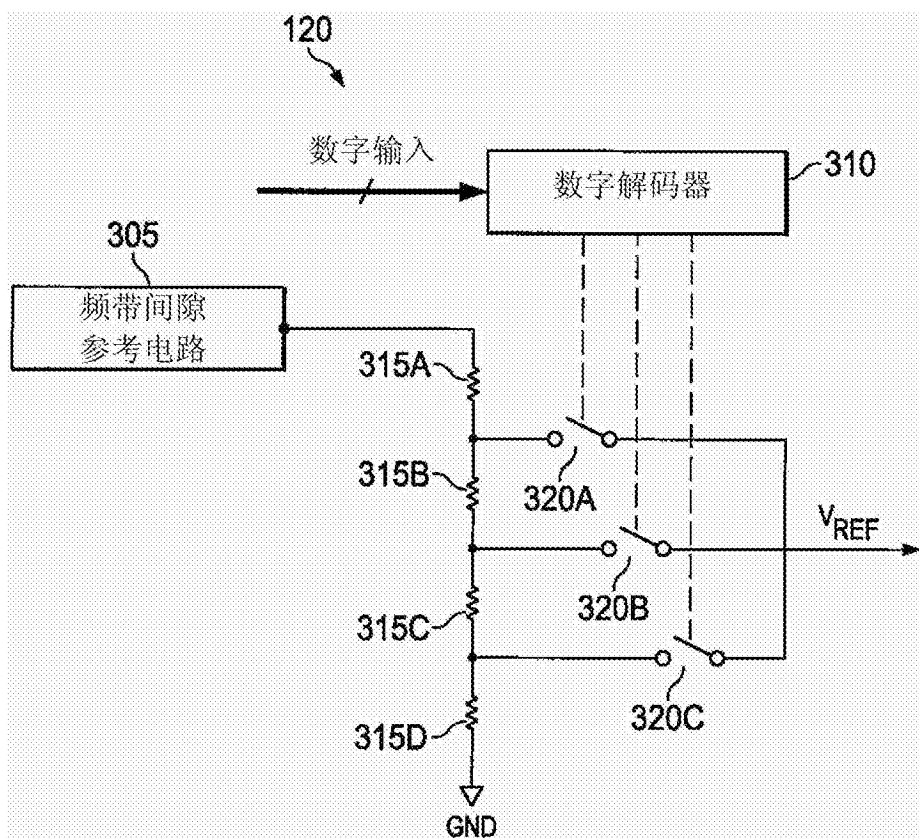


图 3

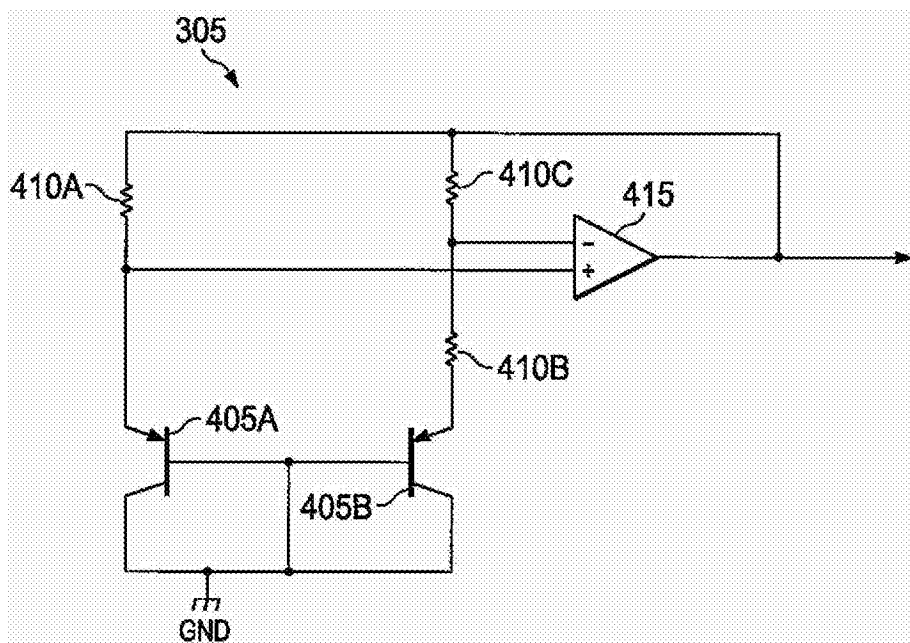


图 4

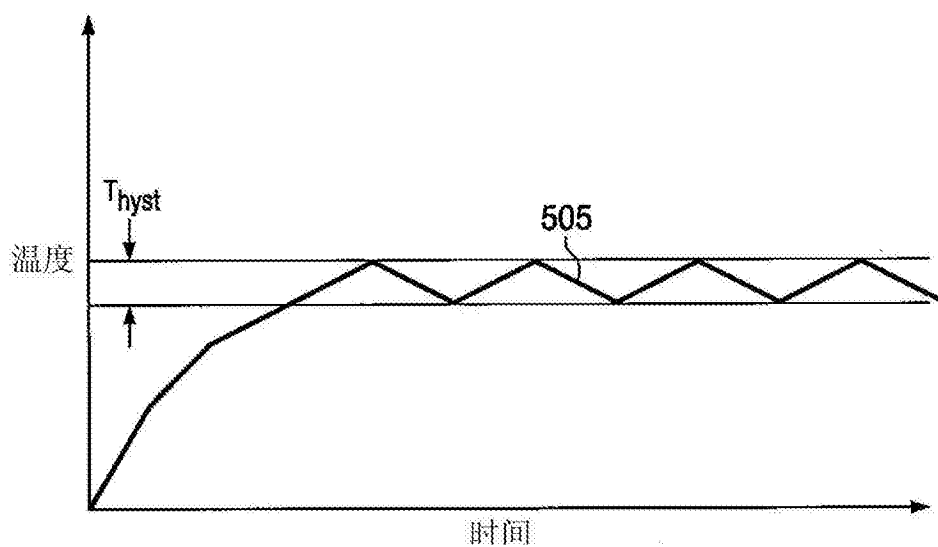


图 5

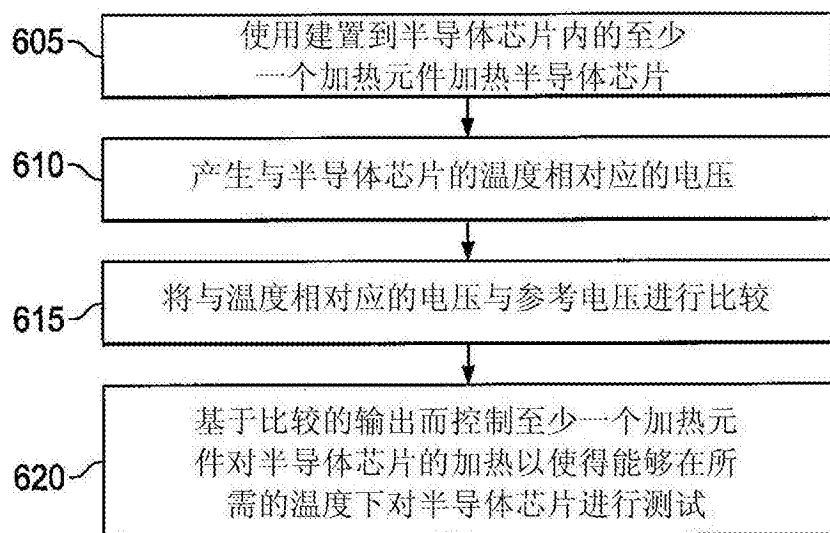


图 6