



(10) 授权公告号 CN 110663108 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 12

(21) 申请号 201880033408.5

(22) 申请日 2018.05.03

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110663108 A

(43) 申请公布日 2020.01.07

(30) 优先权数据  
62/500,609 2017.05.03 US  
15/966,211 2018.04.30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.11.20

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2018/030787 2018.05.03

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/204576 EN 2018.11.08

(73) 专利权人 应用材料公司  
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 普雷塔姆·拉奥  
丹尼斯·伊万诺夫  
阿南塔克里希纳·朱普迪 欧岳生

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006  
专利代理师 徐金国

(51) Int.Cl.  
H01L 21/67 (2006.01)  
H01L 21/324 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2002203844 A, 2002.07.19  
CN 103533690 A, 2014.01.22  
JP 2004172044 A, 2004.06.17  
WO 2011114711 A1, 2011.09.22  
JP 2008060016 A, 2008.03.13  
JP 2010073383 A, 2010.04.02  
US 2014042152 A1, 2014.02.13  
EP 3151636 A1, 2017.04.05  
US 2015156827 A1, 2015.06.04  
CA 1053760 A, 1979.05.01  
CN 105120549 A, 2015.12.02

审查员 吕广珍

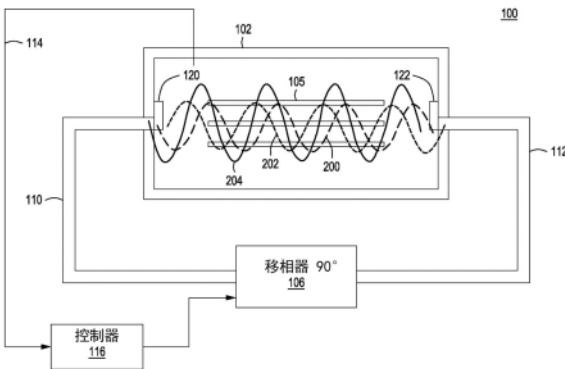
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

用于半导体处理期间的微波腔体中均匀热分布的方法和设备

(57) 摘要

此处提供用于整个半导体批料上的均匀热分布的方法和设备。根据一个实施方式,用于半导体处理的微波炉,包含:热外壳,具有腔体和多个输入通口;功率源,配置成经由多个输入通口将微波信号提供至热外壳的腔体;移相器,设置于功率源与输入通口之间,其中移相器配置成在提供至移相器的两个或更多个信号之间改变相位差;和控制器,通信耦合至移相器,且配置成控制两个或更多个信号之间的相位差。



1. 一种用于半导体处理的微波炉, 包含:
  - 热外壳, 具有腔体和多个输入通口;
  - 功率源, 配置成经由所述多个输入通口将微波信号提供至所述热外壳的所述腔体;
  - 移相器, 设置于所述功率源与所述输入通口之间, 其中所述移相器配置成在提供至所述移相器的两个或更多个信号之间改变相位差;
  - 第一波导, 所述第一波导将所述功率源耦合至所述移相器, 且将所述微波信号划分成至少两个微波信号, 其中所述至少两个微波信号为用于所述移相器的输入信号;
  - 控制器, 通信耦合至所述移相器, 其中所述控制器根据控制参数修改由所述移相器所引入的相位差, 所述控制参数包括所述腔体的温度、所述腔体中的物体的温度、所述腔体的几何、在所述物体上或所述腔体之中所检测的湿度等级、或所述物体或所述腔体测量的直接电磁场, 且其中所述控制器配置成:
    - 从0度至180度控制由所述移相器所引入的两个或更多个信号之间的相位差; 和
    - 建立混合模式的电场畸变且随机化电场密度, 导致更均匀的固化;
  - 第二波导, 所述第二波导将所述移相器耦合至所述多个输入通口的第一输入通口, 且配置成引导所述至少两个微波信号的第一微波信号至所述腔体中;
  - 第三波导, 所述第三波导将所述移相器耦合至所述多个输入通口的第二输入通口, 且配置成引导所述至少两个微波信号的第二微波信号至所述腔体中,
  - 其中在所述第一微波信号与所述第二微波信号之间存在相位差;
  - 其中所述第一输入通口和所述第二输入通口设置于所述腔体的相对端中。
2. 如权利要求1所述的微波炉, 进一步包含:
  - 机械基座, 具有由所述控制器控制的可移动位置。
3. 如权利要求2所述的微波炉, 进一步包含:
  - 反馈机构, 所述反馈机构耦合至所述热外壳和所述控制器, 其中所述反馈机构配置成确定所述控制参数, 且其中所述控制器根据所述控制参数控制所述机械基座的定位。
4. 如权利要求1-3任一项所述的微波炉, 进一步包含:
  - 反馈机构, 所述反馈机构耦合至所述热外壳和所述控制器, 其中所述反馈机构配置成确定所述控制参数。
5. 如权利要求1-3任一项所述的微波炉, 其中所述功率源为变频微波驱动器。
6. 一种利用根据权利要求1所述的用于半导体处理的微波炉的用于处理基板的方法, 所述方法包含以下步骤:
  - 将多个微波信号提供至设置于微波腔体中的基板, 以处理所述基板;
  - 测量所述基板和所述微波腔体的控制参数;
  - 基于所述控制参数将所述多个微波信号的至少一个的相位控制成不同于所述多个微波信号的至少另一个, 其中所述控制参数包括所述腔体的温度、所述腔体中的物体的温度、所述腔体的几何、在所述物体上或所述腔体之中所检测的湿度等级、或所述物体或所述腔体测量的直接电磁场, 其中在所述多个微波信号之间的相位差从0度变化至180度; 和
  - 建立混合模式的电场畸变且随机化电场密度, 导致更均匀的固化。

## 用于半导体处理期间的微波腔体中均匀热分布的方法和设备

### 技术领域

[0001] 本公开内容的实施方式一般涉及半导体晶片级封装。

### 背景技术

[0002] 微波炉广泛地使用于数个工业应用,包括半导体晶片级封装,其中通常进行加热晶片的批料。在批料中均匀地加热所有的晶片对获得最高质量的固化或移除湿气为重要的。发明人已发现除了有效率的炉设计以实现均匀加热之外,控制机制可有利地用以改变炉中的空间加热图案。

[0003] 因此,发明人已发展出用于在批料加热处理中均匀地加热多个基板的方法和设备。

### 发明内容

[0004] 此处提供用于整个半导体批料上的均匀热分布的方法和设备。根据一些实施方式,用于半导体处理的微波炉可包括热外壳,具有腔体和多个输入通口;功率源,配置成经由多个输入通口将微波信号提供至热外壳的腔体;移相器,设置于功率源与输入通口之间,其中移相器配置成在提供至移相器的两个或更多个信号之间改变相位差;和控制器,通信耦合至移相器,且配置成控制两个或更多个信号之间的相位差。

[0005] 根据另一实施方式,用于处理基板的方法,包括以下步骤:将多个微波信号提供至设置于微波腔体中的基板,以处理基板;将多个微波信号的至少一个的相位控制成不同于多个微波信号的至少另一个;和测量基板和微波腔体的控制参数;并且基于控制参数控制相位。

[0006] 根据一些实施方式,用于均匀地加热半导体晶片的微波炉,可包括热外壳,具有腔体,在所述腔体中悬吊半导体晶片;移相器,耦合至热外壳,而在两个或更多个信号之间引入大约0度至180度的相位差;功率源,耦合至移相器,而产生功率信号;和控制器,基于半导体晶片的特性而改变两个或更多个信号之间的相位差。

[0007] 以下说明本公开内容的其他及进一步实施方式。

### 附图说明

[0008] 如上简要概述且如以下详细讨论的本公开内容的实施方式,可参考随附附图中描绘的本公开内容的图示实施方式来理解。然而,随附附图仅图示本公开内容的通常实施方式,且因此不应考虑为范围的限制,因为本公开内容认可其他均等效果的实施方式。

[0009] 图1是根据本公开内容的至少一些实施方式的用于在腔体中均匀热分布的设备的方块图。

[0010] 图2是根据本公开内容的至少一些实施方式的图示图1中设备的功能的图。

[0011] 图3是根据本公开内容的至少一些实施方式的于整个半导体晶片上的各种相位处电场分布的图示。

[0012] 图4是根据本公开内容的至少一些实施方式的控制器的方块图。

[0013] 图5是根据本公开内容的至少一些实施方式的用于均匀热分布的方法。

[0014] 为了促进理解,已尽可能地使用相同的附图标记代表共通附图中相同的元件。附图并非按照比例绘制且可能为了清楚而简化。一个实施方式的元件及特征可有益地并入其他实施方式中而无须进一步说明。

## 具体实施方式

[0015] 此处提供用于在腔体中均匀地加热半导体批料的方法和设备的实施方式。一些半导体晶片具有环氧树脂基底,而具有嵌入环氧树脂中的工作硅小晶片(dies)。在一些实例中,这些小晶片可为逻辑芯片、存储器芯片、信号处理芯片或类似者。金属触点在这些芯片上建造,形成外部连接。晶片还历经数个其他生产步骤,例如沉积钝化层、聚合物层和金属重新分布层。接着,建立焊接凸块用于外部连接。通常,这些晶片称为“扇出(fan-out)晶片”,且生产处理称为“扇出晶片级封装”。

[0016] 在生产处理期间,环氧树脂晶片的除气和固化在微波炉中实行,以从晶片移除湿气,以便进行至金属化和溅镀而在这些处理期间避免脱气。此外,归因于使用相同设备固化而可能的各种晶片的不同几何,整个晶片的加热将会不同。因此,发明人已建立可在扇出晶片级封装的各种相位期间使用的方法和设备,以经由均匀热分布及电场暴露来改善除气和固化。

[0017] 更具体而言,微波炉使用驻波原理加热内部的物体。驻波对应于腔体的给定形状和尺寸的共振频率。在本公开内容的实施方式中,选定微波炉的操作频率以最大化共振模式的数量,使得场分布且因此加热图案在被加热的物体之中为均匀的。在高功率工业应用中馈送至微波炉腔体的功率常常通过多重输入源。在晶片级封装中,使用变频微波电源,以实现高程度的热均匀性,并且避免因为金属部件的存在所造成的炉腔体内部电弧放电。变频微波炉腔体的设计并非无价值的,且涉及腔体的共振频率的识别,而可为几何上复杂的,且需考虑可显著改变环氧树脂和金属组成物的晶片。在宽频带之中计算共振模式涉及求解麦克斯韦方程(Maxwell equations),使用复杂且耗时的以计算机为基础模型决定电磁场分布。结果,多数情况为并非理想的设计,且涉及高数量的非共振频率部件,导致在腔体中的非均匀场分布。因此,本公开内容的实施方式有利地提供输入馈送上的控制机制,在此情况中调整场均匀性。更具体而言,通过引入输入馈送中的相位差,可实现控制。输入之间的相位差的改变造成炉之中来自每个发射的微波场相长或相消干涉。这造成场图案的改变,且由此造成共振模式。此效应类似于轻微替换炉腔体的形状或尺寸,以改变场分布。

[0018] 此外,如以下更详细地说明,改变相位差将共振模式转换成衰减模式,且反之亦然。这在变频驱动器的相同的频带中引入更多早先不存在的共振模式。这本质上等于具有模式搅拌器,或晶片堆叠旋转器或垂直振荡驱动器。这极度有益于在场中达到高程度的均匀性。可有利地选择精确频率模式,以通过相移而在装载的某些区域中集中场,以便如根据需要控制加热。

[0019] 与本公开内容一致的至少一些实施方式,如附图中所显示且在以下更详细说明,由多重源微波腔体、功率源(多个功率源)、波导和移相器组成,用于双源微波炉。

[0020] 图1中所述的设备100是在聚合物涂布和图案化期间使用于环氧树脂晶片上,以在

腔体中均匀地分布电场用于均匀地固化聚合物。后续,当建造起铜线时(例如,镶嵌结构),晶片放置在设备100中用于移除湿气,以确保干燥铜。

[0021] 根据发明人所公开的一个实施方式,用于固化且从半导体晶片移除湿气的设备耦合至移相器,此移相器控制对设备的微波功率输入馈送之间的相位差。微波信号的每个馈送具有不同相位,且微波信号之间的相位差根据晶片的特性控制且改变,造成微波信号馈送的电磁场彼此相长和相消,建立各种模式的电场畸变,随机化场密度且在腔体中引入加热的均匀性。

[0022] 图1是根据此处所呈现的实施方式的在腔体中用于均匀热分布的设备100的方块图。

[0023] 设备100(例如,微波炉)包含具有腔体103的热外壳102,其中物体105放置在腔体103中用于例如加热和固化。在一些实例中,物体105为经历封装的固化和移除湿气阶段的半导体晶片批料。设备100进一步包含第一输入通口120和第二输入通口122。在一些实施方式中,取决于由移相器106所提供的输入功率源的数量,设备100包含更多输入通口。

[0024] 设备100进一步包含功率源104,在一些实例中可为放大器或类似者。功率源104为变频功率源,通常可操作用于更高功率工业应用。在一些实施方式中,功率源104为变频微波驱动器(VFMD)。举例而言,一些配置允许功率源104在4096个频率上改变,每个频率大约25秒。VFMD降低可能在设备100的金属部件中发生的电弧放电的可能性,且通过混合加热的不同图案,在腔体103之中维持一定程度的温度的均匀性,以尝试在所有经处理的晶片上获得均匀加热,然而,因为设备100的紧密度及环氧树脂硅和小晶片材料特性,仍可发生小的改变,导致无法预期的均匀性。因此,经由移相器106引入相移,以获得整个晶片上的稳定均匀性。

[0025] 功率源104经由波导108耦合至移相器106。波导108将来自功率源104的进入信号划分,而提供至少两个信号至移相器106。在一些实施方式中,至少两个微波信号在振幅和频率上为相等的。在一些实施方式中,至少两个微波信号的振幅和频率不同。在一些实施方式中,波导108将信号划分成多于两个信号。移相器106通过相移微波信号的至少一个,同时维持其他信号的至少一个的相位,来控制两个或更多个微波信号之间的相位差。

[0026] 在一些实施方式中,移相器106可嵌入源的一个的馈送波导中。在本公开内容的其他实施方式中,数字移相器可在馈送至供应至源的一个的波导之前嵌入。在一些实施方式中,移相器106含有把手或其他控制器,以改变输入和输出之间的相位差。此可为实体上转动把手、数字控制电路或类似者。

[0027] 选择波导108的长度及移相器106的位置,使得输入源之间的默认相位差已知为足够地精确。举例而言,在一些实施方式中,无移相器的波导长度之间的差选择为输入微波电源的平均波长的整数倍,使得从多重源进入域的波为同相位。

[0028] 在图1所描绘的范例中,移相器106从功率源104将微波信号划分成两个微波信号。第一信号沿着波导110传播而例如不引入相移,同时第二信号沿着波导112传播而例如具有从原始功率信号90度的相移。第二信号与第一信号相比结果具有90度的相位差。在一些实施方式中,输入源之间的相位差为90度,而在其他实施方式中,由移相器106引入的相位差由控制器116改变,通过移相器106的控制的机械、电子或数字调整,而介于0度至180度之间任一个。

[0029] 随着每个信号传播通过分别的波导110和112,信号以大约相同的时间于腔体103的相对端处经由分别的通口120、122进入腔体。两个信号的电场相长和相消干涉,导致电场图案及整个物体105上的共振模式的改变,因此有利地提供更均匀的加热,例如用于被处理的晶片。

[0030] 根据一些实施方式,提供反馈机构114,以传递腔体103和/或腔体103之中物体105的控制参数直接或经由例如控制器116的中介回到移相器106。在一些实例中,控制器116测量控制参数。控制器116根据所接收的特性,修改由移相器106引入的信号之间的相位差。一些控制参数的范例包含腔体103的温度、腔体103中物体105的温度、腔体103的几何、在物体105上或腔体103之中所检测的湿度等级、物体105或腔体103测量的直接电磁场、或关于物体的其他读数。取决于被处理的晶片的温度均匀性,输入源之间的相位差可使用步进电机或(例如)螺线管调整,而控制移相器106的把手或供应至移相器106的外部电压。本公开内容还考虑控制相位差的其他手段,例如控制器116经由从控制器116至移相器106的数字信号,直接修改输入信号的至少一个的相位。

[0031] 为了实现物体(例如,半导体)的理想且有效的固化/湿气移除,由设备100处理的物体暴露至腔体103中变化的空间加热图案。根据发明人,由相位差信号源建立的整个物体表面上的电磁场和热变化对物体提供相对均匀的热分布,相较于传统固化/湿气移除处理导致更均匀的固化和湿气移除。此外,控制器116可从非共振模式改变成衰减模式,建立混合的模式且随机化电场密度,导致比传统方法更均匀的固化。

[0032] 如图2中所显示,通口120产生微波信号200且通口122产生微波信号202。本领域技术人员将理解图标信号仅为微波功率的代表,且由通口120和122引入的实体信号可显著地不同。图标的微波信号200和202相长和相消干涉形成微波204。微波204具有更深的峰和谷,导致如图3中图标的电场图案,图像300。图像300图标称为所谓的“非共振模式”。

[0033] 控制器116在相位差为90度一段时间之后,可调整相位差至180度。图3的图像302图标当在由通口120的输入的波与由通口122的输入的波之间建立180度的相位差之后所见证的电场图案,称为“衰减模式(evanescent mode)”。

[0034] 通过在所述范围内改变移相器106所引入的相位差,实现被处理的物体105的均匀加热。在一些实施方式中,设备100用于固化和移除湿气,且可在环氧树脂晶片的除气、铜退火、平滑化或可从均匀电磁分布获益的任何处理期间使用。

[0035] 根据另一实施方式,控制器116经由可选底座130调整腔体103之中物体105的实体位置,以便修改物体105的位置。在其他实施方式中,底座130在微波加热之外提供对物体105的辐射加热。控制器116基于设备100中测量的控制参数,经由机械构件调整底座130的高度,或底座130在其他维度中的定位。底座130的重新定位对移相器106的相移为欢迎的,且在一些实例中底座130的位置保持静止。

[0036] 图4是根据本公开内容的范例实施方式的控制器116的方块图。

[0037] 用于控制移相器的方法的各种实施方式可由控制器116执行。图4仅为控制器116的范例实施方式,而其他配置和实施方式为可能的。根据图4中描绘的实施方式,控制器116包含一个或多个CPU 1至N、支持电路404、I/O电路406和系统存储器408。系统存储器408可进一步包含控制参数420。CPU 1至N操作性地执行位于系统存储器408中的一个或多个应用。控制器116可用以实施在本说明书中所述实施方式的任何其他系统、装置、元件、功能或

方法。在图示的实施方式中,控制器116可配置成实施方法500(图5)作为处理器可执行程序指令。

[0038] 控制器116控制耦合至图1中描绘的移相器106的两个或更多个信号之间引入的相位差,其中当修改引入的相位差时,或当修改相位差的时间时,控制参数420含有关于设备100的参数。

[0039] 在不同实施方式中,控制器116可为各种类型的装置的任一个,包括但非限于个人计算机系统、台式计算机、膝上型计算机、笔记本、或上网本计算机、大型计算机系统、手持式计算机、工作站、网络计算机、诸如智能型手机或PDA的移动装置、消费型装置或基本上任何类型的计算或电子装置。

[0040] 在各种实施方式中,控制器116可为包括一个处理器的单处理器系统,或为包括数个处理器(例如,两个、四个、八个或其他适合的数量)的多重处理器系统。CPU 1至N可为能够执行指令的任何适合的处理器。举例而言,在各种实施方式中,CPU 1至N可为通用或嵌入式处理器,实施任何各种指令集体系结构(ISA)。在多重处理器系统中,每个CPU 1至N可共同但非必要地实施相同的ISA。

[0041] 系统存储器408可配置成存储由CPU 1至N可存取的程序指令和/或数据。在各种实施方式中,系统存储器408可使用任何适合的存储器技术实施,例如静态随机存取存储器(SRAM)、同步动态RAM(SDRAM)、非易失性/闪存类型存储器或任何其他类型的存储器。在图示的实施方式中,实施上述的实施方式的任何元件的程序指令和数据可存储于系统存储器408之中。在其他实施方式中,程序指令和/或数据可接收、发送或存储于不同类型的计算机可存取介质或在与系统存储器408或控制器116分开的类似介质上。

[0042] 在一个实施方式中,I/O电路406可配置成协调CPU 1至N、系统存储器408及装置中任何外围装置之间的I/O通信量(traffic),包括网络接口或其他外围接口,例如输入/输出装置。在一些实施方式中,I/O电路406可实行任何必要的协议、时间或其他数据转换,以将来自一个部件(例如,系统存储器408)的数据信号转换成适合由其他部件(例如,CPU 1至N)使用的格式。在一些实施方式中,I/O电路406可包括通过各种类型的外围总线附接的装置的支持,例如外围部件互连(PCI)总线标准或通用串行总线(USB)标准的变体。在一些实施方式中,I/O电路406的功能可划分成两个或更多个分开的部件,例如北桥接及南桥接。而且,在一些实施方式中,I/O电路406的一些或所有功能性,例如对系统存储器408的接口,可直接并入CPU 1至N中。

[0043] 网络接口可配置成允许数据在控制器116和附接至网络的其他装置之间交换,例如一个或多个显示装置(未显示)、或一个或多个外部系统或节点之间。在各种实施方式中,网络可包括一个或多个网络,包括但非限于局域网络(LAN)(例如,以太网或公司网络)、广域网(WAN)(例如,因特网)、无线数据网络、一些其他电子数据网络、或上述的一些结合。在各种实施方式中,网络接口可经由有线或无线通用数据网络支持通信,例如任何适合类型的以太网;经由电信/电话网络,例如模拟语音网络或数字光纤通信网络;经由存储区域网络,例如光纤通道SAN,或经由任何其他适合类型的网络和/或协议。

[0044] 输入/输出装置在一些实施方式中可包括一个或多个显示终端、键盘、小键盘(keypads)、触摸板、扫描装置、语音或光学识别装置或适合用于由一个或多个控制器116输入或存取数据的任何其他装置。可存在多重输入/输出装置或可分布在控制器116的各种节

点上。在一些实施方式中,类似的输入/输出装置可与控制器116分开,且可通过有线或无线的连接,例如通过网络接口,而与控制器116的一个或多个节点交互。

[0045] 在一些实施方式中,图示的控制器为由图5的流程图图标的方法的范例实施方式。在其他实施方式中,可包括不同的元件和数据。

[0046] 图5是根据此处所呈现的范例实施方式的用于以更均匀热分布处理基板的方法500。方法500图示由控制器116实行的处理,以通过修改整个腔体的电场,达到在设备100的例如腔体103的腔体中在整个被固化或干燥的物体的均匀热分布。

[0047] 方法500于502处开始,且进行至503。

[0048] 于步骤503处,多个波导相对应地提供多个微波信号至设置于微波腔体中的基板。微波信号由诸如图1中所显示的功率源104的功率源产生。基板为例如半导体晶片,且微波腔体为例如用以在半导体处理和封装中处理半导体晶片的腔室的一个。

[0049] 于504处,控制器116确定是否已修改任何控制参数。在一些实施方式中,控制参数包含在腔体中测量的湿度和电磁场、物体和腔体的温度或类似者。如果于504处并未修改控制参数,则方法进行至508。如果已修改参数,则控制器116进行至506。

[0050] 于506处,修改移相器106的参数。举例而言,控制参数可指示信号之间的相位角度差应为更大或更小。于506处,控制器116使移相器106修改相位差参数。

[0051] 方法接着进行至508,其中控制器116控制移相器106以将微波信号的至少一个的相位改变成不同于多个微波信号的至少另一个。在一些实施方式中,控制器116根据由控制器116所接收的控制参数改变相位差。在其他实施方式中,控制器116根据预定的参数维持两个或更多个功率信号之间的相位差。随着功率从两个或更多个源馈送至加热设备(例如,设备100),信号相长和相消干涉建立如图2中所显示的电场图案。非共振和衰减模式的混合在整个晶片上诱发均匀热分布,用于在设备100中固化和移除湿气。

[0052] 于510处,控制器116在设备100上实行测量,以便确定控制参数是否需要再次修改,以在输入功率馈送中引入不同的相移。

[0053] 方法在512处终止。

[0054] 尽管以上涉及本公开内容的实施方式,在不背离本公开内容的的基本范围的情况下可设计本公开内容的其他及进一步实施方式。



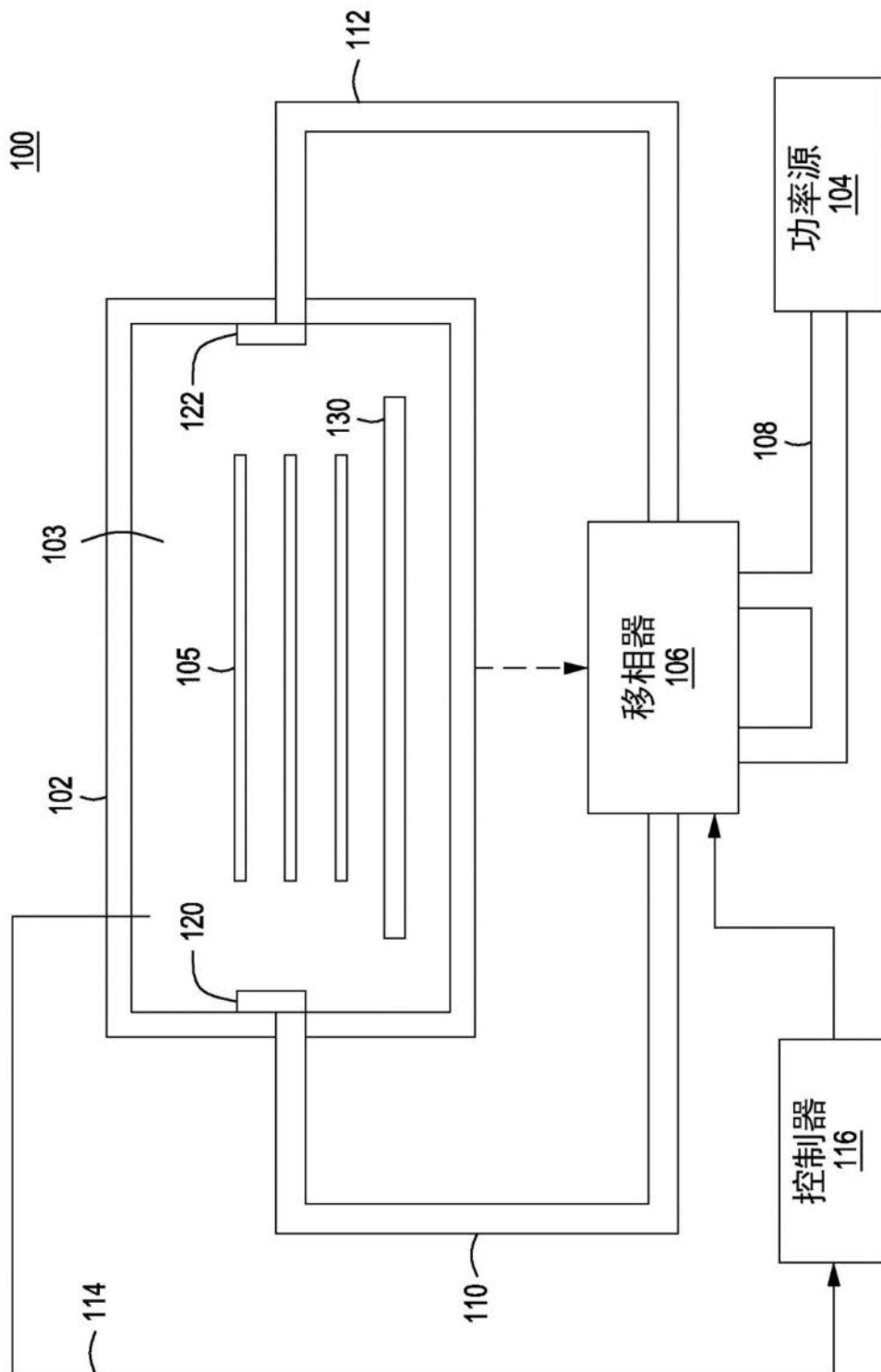


图1

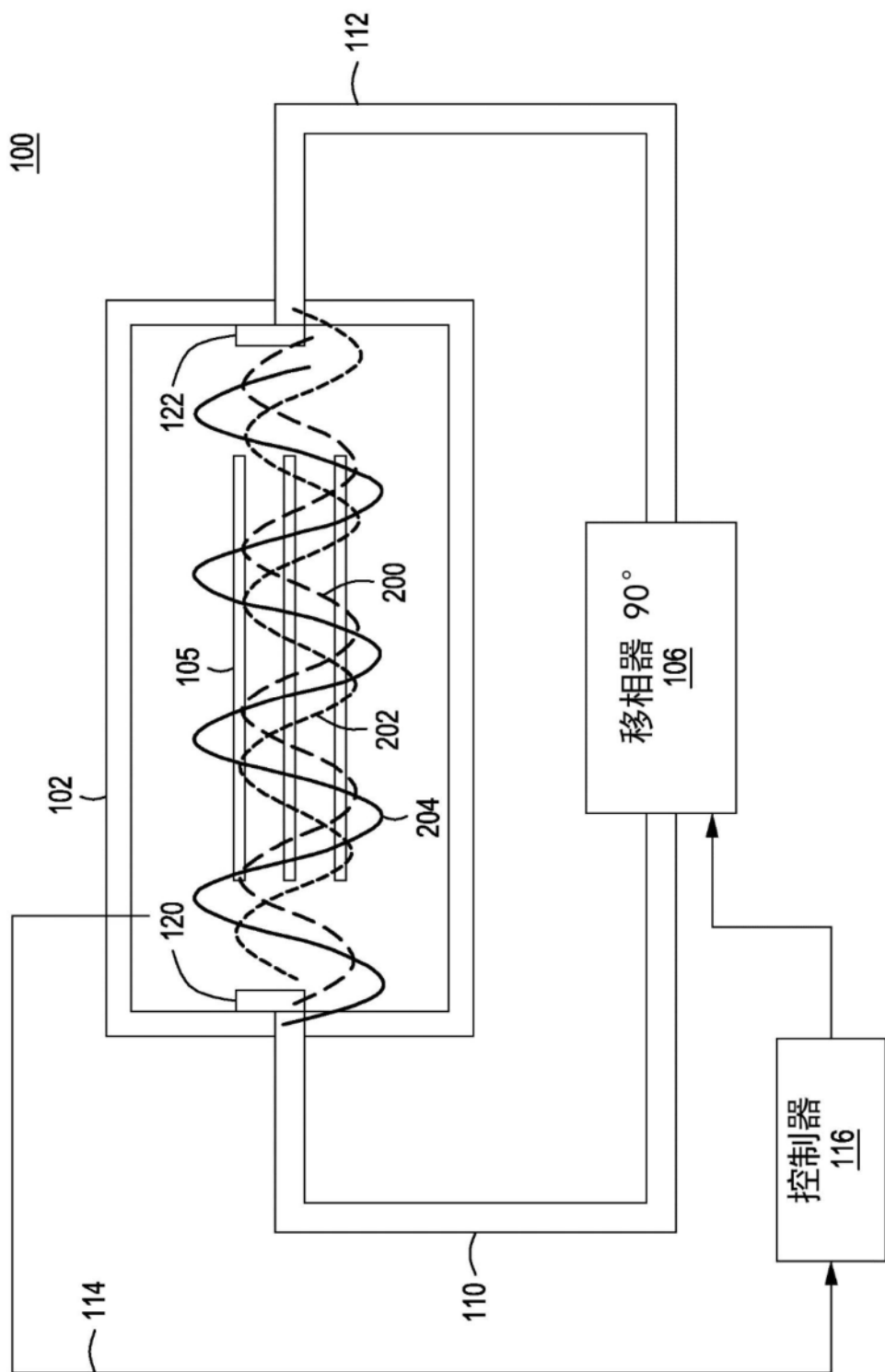


图2

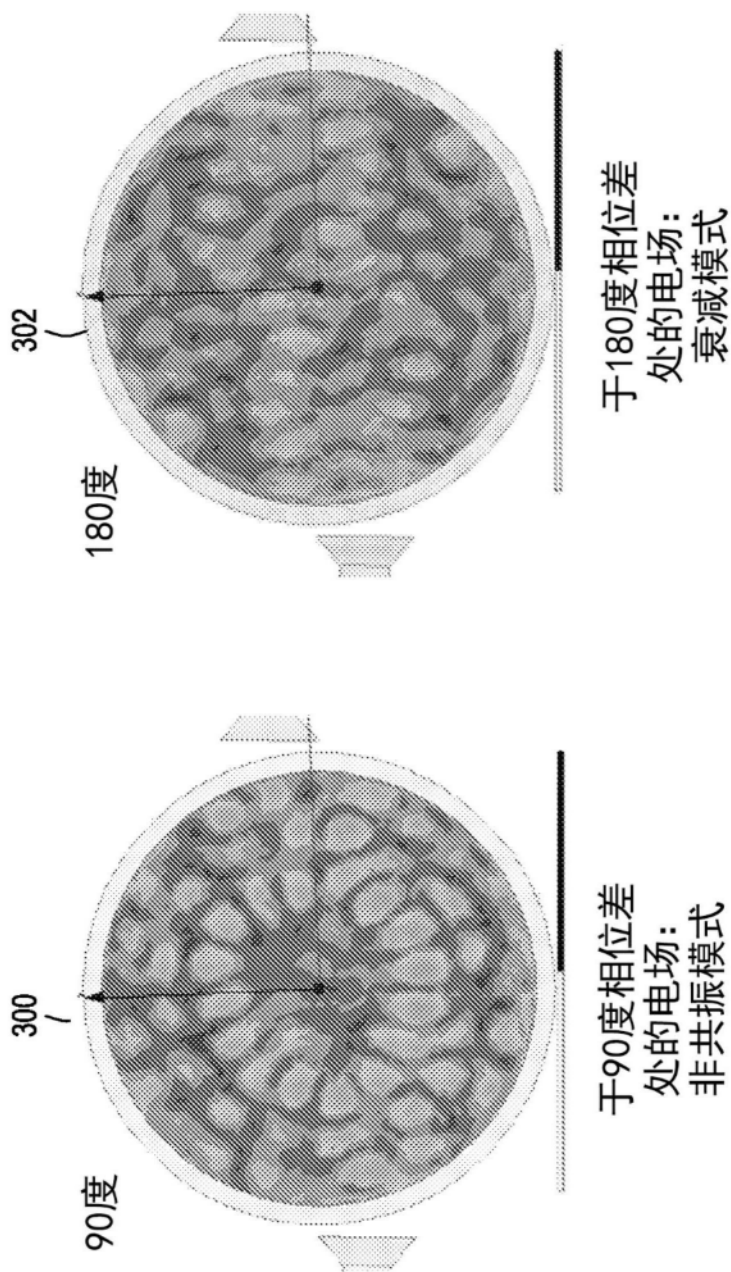


图3

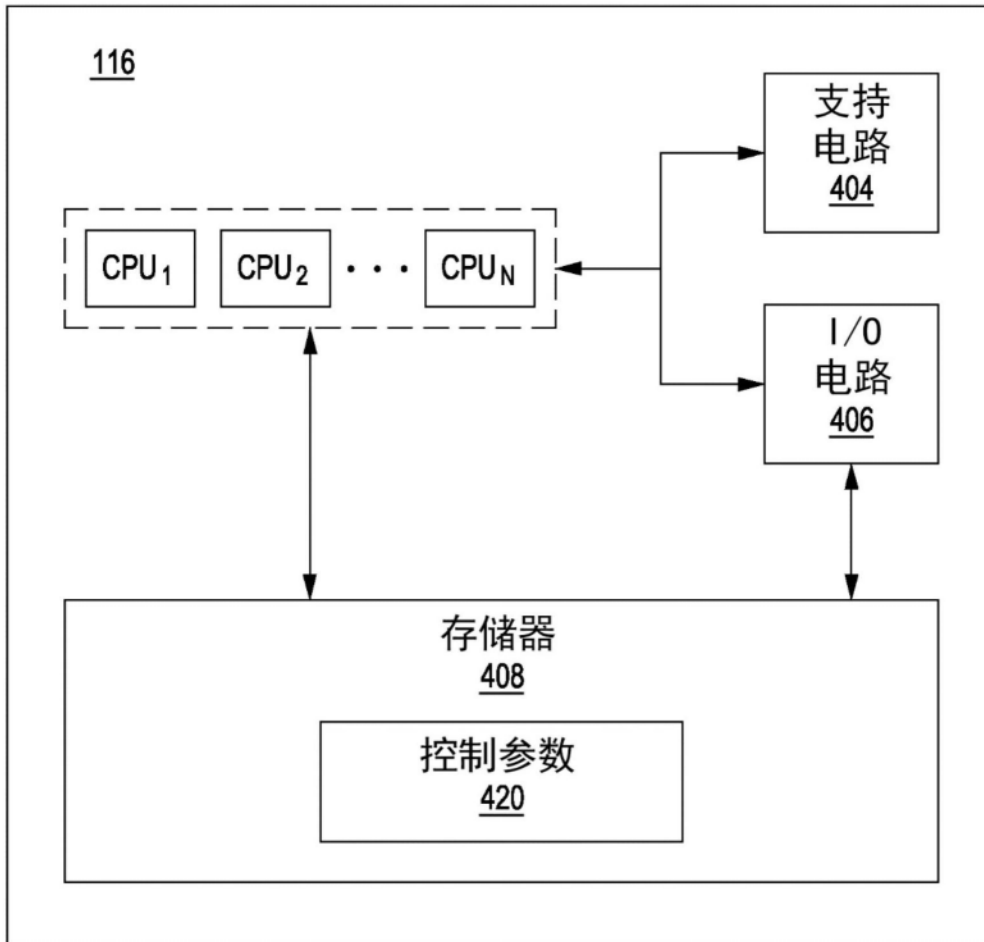


图4

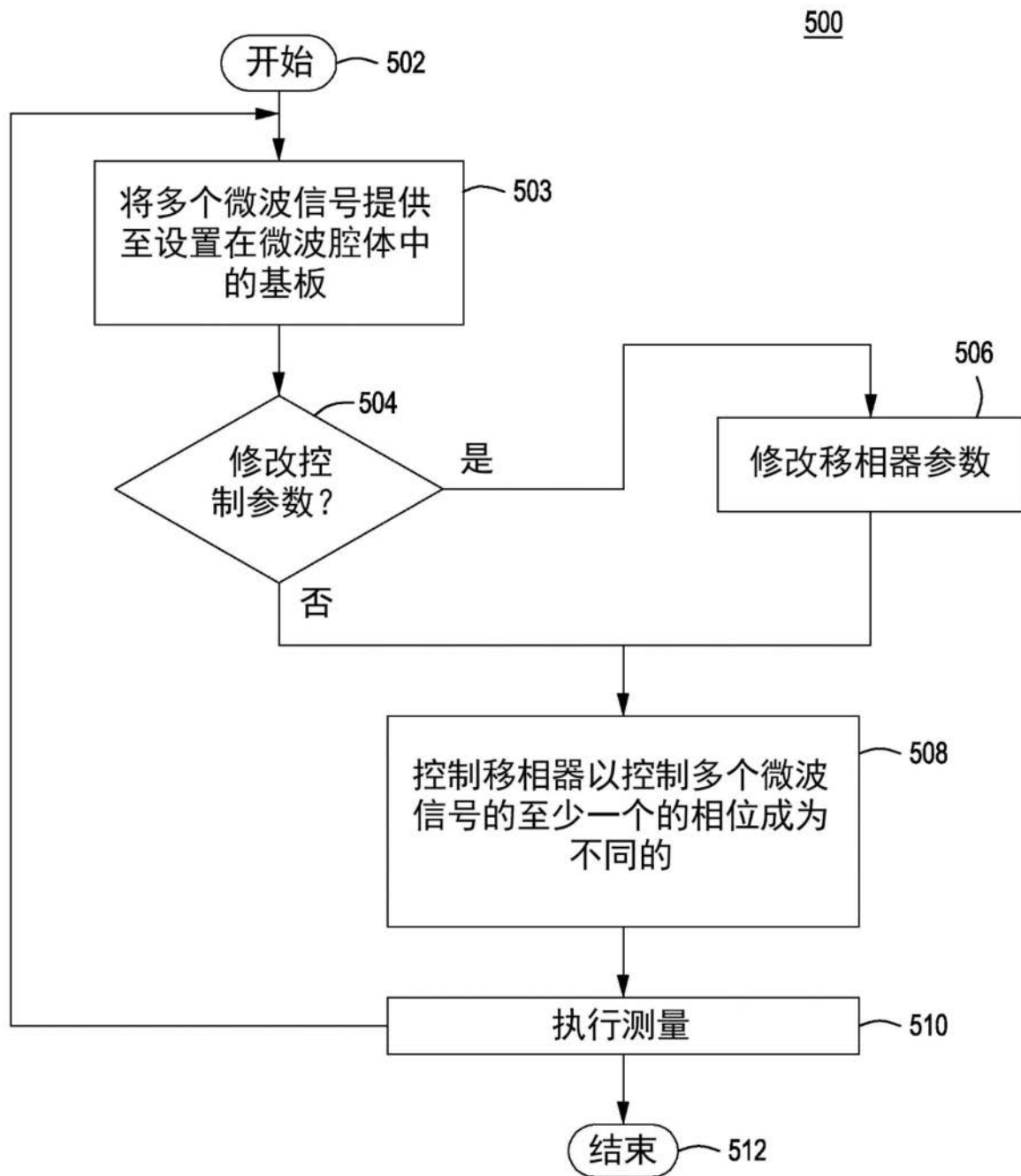


图5