



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 01809857.6

[45] 授权公告日 2005 年 4 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1199236C

[22] 申请日 2001.4.12 [21] 申请号 01809857.6

[30] 优先权

[32] 2000. 4. 17 [33] US [31] 09/550,888

[86] 国际申请 PCT/US2001/040511 2001.4.12

[87] 国际公布 WO2001/080291 英 2001.10.25

[85] 进入国家阶段日期 2002.11.21

[71] 专利权人 詹姆斯·J·梅泽,SR

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 詹姆斯·J·梅泽,SR

审查员 闫立刚

[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

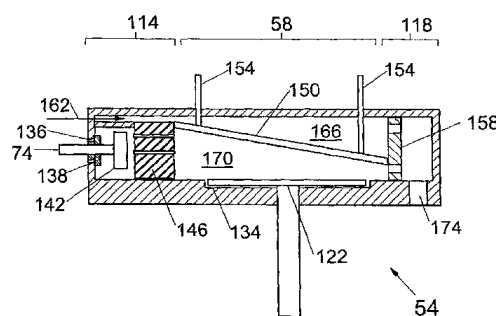
代理人 蒋世迅

权利要求书 5 页 说明书 19 页 附图 9 页

[54] 发明名称 晶片热处理的方法和设备

[57] 摘要

本设备提供一种温度控制环境，用于半导体晶片的升温处理。一热壁的处理室被用于各处理步骤。该处理室包括三个区，各有独立的温度控制能力。该设备除了能在晶片之上提供气流速度梯度，以改进温度和处理的均匀性结果之外，还能旋转晶片。



1. 一种半导体晶片热处理设备，该设备包括：

外壳，该外壳有供装入和取出晶片的端口，该外壳有驱气气体进入端口和驱气气体离开端口，让驱气气体流过该外壳；

包含在该外壳内的处理室，该处理室有供装入和取出晶片的端口，该处理室包括托住晶片的晶片支座；

位于外壳内的多个加热单元，通过排列这些加热单元，使这些加热单元对处理室的外部加热；

至少一个隔热屏，置于至少一个加热单元与外壳之间；

温度控制系统，用于控制所述加热单元，使晶片维持在某一热处理温度；和

其中，该处理室包括预处理区和处理区，该温度控制系统，能对预处理区和处理区独立地控制预先选定的温度，于是，各区能维持在独立的温度上。

2. 按照权利要求1的设备，其中的各加热单元包括电阻条加热器。

3. 按照权利要求1的设备，其中的晶片支座可旋转地连接至处理室，以便使晶片旋转。

4. 按照权利要求1的设备，其中外壳内表面设有衬套，用于阻挡外壳内表面上的淀积。

5. 按照权利要求4的设备，其中的外壳有通道，用于接受冷却外壳的流体。

6. 按照权利要求3的设备，还包括：

与处理室连结的气体注入导管，用于传送处理气体至处理室；和
与处理室连结的气体排放导管，用于从处理室除去气体，且

其中，通过排列气体注入管和气体排放管，使进入处理室的处理气体，沿平行于晶片表面方向流动。

7. 按照权利要求6的设备，还包括速度梯度板，该速度梯度板是刚性的，该速度梯度板与处理室连结，该速度梯度板置于晶片支座附近，以便对在晶片支座上的处理气体流动通道的一端加以限制，其中，该通道的截面面积，随速度梯度板与晶片支座之间垂直距离的变化，

沿处理气体流动方向而减小。

8. 按照权利要求 7 的设备, 其中的速度梯度板可移动地与处理室连结, 以便能调节速度梯度板与晶片支座之间的距离。

9. 按照权利要求 1 的设备, 其中处理室包括后处理区, 温度控制系统能对预处理区、处理区、和后处理区独立地控制预先选定的温度, 于是, 各区能维持在独立的温度上。

10. 按照权利要求 1 的设备, 其中的预处理区包括: 气体注入器, 用于处理气体进入处理室; 及能传导热量至处理气体的气体预热器, 使处理气体在到达晶片支座之前, 被预加热至预先选定的预处理温度。

11. 按照权利要求 1 的设备, 其中的处理区包括晶片支座。

12. 按照权利要求 9 的设备, 还包括把处理区与后处理区分隔开的隔板, 该隔板能让气体从处理区流向后处理区, 且其中后处理区能维持预先选定的后处理温度。

13. 按照权利要求 2 的设备, 其中的处理室包括等温的处理区, 且其中电阻条加热器的电接触被设置成远离等温处理区, 以便只让电阻条加热器等温的部分加热处理室的等温处理区。

14. 按照权利要求 2 的设备, 其中电阻条加热器的电接触被设置成使电接触不冷却处理室。

15. 按照权利要求 11 的设备, 其中的加热单元包括电阻条加热器, 且其中电阻条加热器的电接触被设置成远离处理室, 以便只让电阻条加热器等温的部分加热处理室的处理区。

16. 按照权利要求 1 的设备, 其中的加热单元至少包括如下之一:

- a) 电阻条加热器, 和
- b) 红外灯。

17. 按照权利要求 11 的设备, 其中的加热单元是电功率加热单元, 从包括电阻条加热器、红外灯、和射频感应加热器的一组中选出, 又, 其中加热单元的电接触被设置成电接触不冷却处理室的处理区。

18. 按照权利要求 1 的设备, 其中的处理室由耐热材料构成。

19. 按照权利要求 18 的设备, 其中的耐热材料, 从包括碳化硅、涂覆石墨的碳化硅、石墨、石英、硅、陶瓷、氮化铝、氧化铝、氮化

硅、氧化镁、和氧化锆的一组材料中选出。

20. 按照权利要求 1 的设备, 其中, 至少一个隔热屏包括至少两个隔热屏, 并且还包括位于该至少两个隔热屏之间的衬垫, 该衬垫要能防止隔热屏之间的接触, 该衬垫包括一种耐热材料。

21. 按照权利要求 1 的设备, 其中的温度控制系统包括多个温度传感器, 用于控制加热单元的温度、处理室的温度、和晶片的温度

22. 按照权利要求 21 的设备, 其中的温度传感器至少包括如下之一:

- a) 高温计, 和
- b) 电热偶。

23. 一种半导体晶片热处理方法, 该方法包括的步骤有:

- a. 设置处理室;
- b. 用电阻条加热器的等温的部分, 在处理室中产生等温的热壁处理区;
- c. 在处理区中提供晶片;
- d. 旋转该晶片;
- e. 使预加热了的气体, 沿平行于晶片表面的方向, 在该晶片上流动;
- f. 提供速度梯度板, 使气体速度沿气体流动方向增大; 和
- g. 使各区中的气体保持预先选定的温度, 直至该气体离开处理室。

24. 按照权利要求 23 的方法, 还包括限制加热器和处理室的热量损失的步骤。

25. 按照权利要求 23 的方法, 还包括收集所有从处理室泄漏的处理气体的步骤。

26. 按照权利要求 23 的方法, 其中的步骤 b 包括在多个位置测量温度。

27. 按照权利要求 23 的方法, 还包括在步骤 d 之后, 当晶片正在旋转时, 在晶片上多个位置上测量温度的步骤。

28. 按照权利要求 23 的方法, 其中选择步骤 e 中指出的气体, 以便产生一个半导体晶片的处理步骤, 该半导体晶片的处理步骤从包括退火、激活掺杂物、化学气相淀积、外延淀积、掺杂、形成硅化物、氮化、氧化、淀积物回流、和再结晶的一组中选出。

29. 一种在半导体晶片上外延淀积的设备, 该设备包括:

外壳, 该外壳有供装入和取出晶片的端口, 该外壳有驱气气体进入端口和驱气气体离开口, 让驱气气体流过该外壳;

包含在该外壳内的处理室, 该处理室有预处理区、处理区、和后处理区, 该处理室有供装入和取出晶片的端口, 该处理室包括处理区中托住晶片的晶片支座, 该晶片支座可旋转地与处理室连结, 能使晶片旋转;

位于外壳内的多个电阻条加热器, 通过排列这些电阻条加热器, 以便对处理室的外部加热;

至少一个隔热屏, 置于至少一个电阻条加热器与外壳之间;

温度控制系统, 用于控制各电阻条加热器, 使晶片维持在某一热处理温度上, 该温度控制系统, 要能对预处理区、处理区、和后处理区独立地控制预先选定的温度, 于是, 各区能够维持在独立的温度上;

与处理室连结的气体注入导管, 把处理气体传送至处理室;

与处理室连结的气体排放导管, 用于从处理室除去气体;

速度梯度板, 该速度梯度板是刚性的, 该速度梯度板与处理室连结, 该速度梯度板置于晶片支座附近, 以便对在晶片支座上的处理气体流动通道的一端加以限制, 其中, 该通道的截面面积, 随速度梯度板与晶片支座之间垂直距离的变化, 沿处理气体流动方向而减小。

30. 按照权利要求 29 的设备, 其中外壳内表面设有衬套, 用于阻挡外壳内表面上的淀积。

31. 按照权利要求 29 的设备, 其中的温度控制系统, 包括多个温度传感器, 用于控制加热单元的温度、处理室的温度、和晶片的温度。

32. 按照权利要求 29 的设备, 还包括室进出板, 该进出板放置成在靠近处理室中的端口, 该进出板可移动地与至少下述之一连结:

- a) 处理室,
- b) 外壳, 和
- c) 隔热屏; 且

该进出板可在第一位置与第二位置之间移动, 其中第一位置允许进入处理室中的端口, 以便把晶片装入和取出, 第二位置则阻止进入处理室中的端口, 以便在晶片处理时, 减少处理室内部的辐射热损耗。

33. 按照权利要求 29 的设备, 其中的预处理区包括气体预热器, 在处理气体进入处理区之前, 加热处理气体。

晶片热处理的方法和设备

技术领域

本发明涉及工件热处理的改进的方法和设备，更具体说，是涉及用于电子器件制作的半导体晶片的热处理。

背景技术

半导体晶片的高温处理，对近代微电子器件制造是十分重要的。这些处理包括化学气相淀积（CVD）、硅外延、硅锗、和诸如注入退火、氧化与扩散注入等快速热处理。在多片晶片批量反应器、微晶片批量反应器、或在单个晶片快速热反应器中，这些处理都在约 400 到 1200 摄氏度的范围中进行。有许多标准的教科书和参考书描述了半导体晶片的升温处理。可以举出的参考书包括：Peter Van Zant, “Microchip Fabrication”，第三版，McGraw-Hill, New York, 1987; John L. Vossen and Werner Kern, “Thin Film Processes”，Academic Press, Orlando, 1978; S. M. Sze, “VLSI Technology”，McGraw-Hill, New York, 1988。

根据目前的实践，这些系统全都存在严重的问题。例如，一种典型的批量或微量炉，用它炽热壁的辐射加热约 24 到 200 片晶片。加热源通常用 Ni-Cr 丝电子元件，排列在预加热、淀积、和后加热区内。各区按有各自的温度分布和控制，在该区长度上维持需要的晶片温度分布。但是，这些炉的缺点是，例如维持温度的极其长的时间和涉及装入和取出晶片的长的加热和冷却时间。

由于晶片边缘靠近热壁辐射源，造成晶片边缘比中央更热，于是出现炉系统的另一个问题。这一情况能在晶片的晶格中产生热应力，并产生位错而导致滑移及其他缺陷。众所周知，因为该类缺陷会陷出现在电路中，所有这些缺陷导致近代器件的生产率问题。另一个问题是，当晶片弯曲或翘曲时，将使这些晶片不适宜作进一步处理。通常，晶

片被装入有托住晶片的槽的石英舟或 SiC 舟中。在处理时，环绕槽的地方产生均匀性问题。此外，晶片的受夹并承受的局部应力，同样能导致滑移。

另一个问题是，在升温时，晶片受热的时间全都不同。炉中前面的晶片受热时间最长，而后面的晶片受热时间最短。CVD 处理对温度极其敏感，从而处于升温过程的时间能导致从这一晶片到另一晶片的均匀性问题。

当今的器件要求线宽小于 1 微米，而结深小至 25 埃。此外，300 mm 晶片有较小的热聚集周期（thermal budget cycle），因此，为满足热聚集周期的要求，必须缩减温度处理时间，以限制横向的和向下的掺杂扩散。

为满足这些要求，半导体工业已经研发了各种途径。其一是增加晶片间的间隔来缩减炉的批量大小，从而允许更短的装入/取出时间和更好的晶片处理均匀性。

另一种技术是用 RTP 系统，该种系统一次处理一晶片，且通常使用高电流的石英卤素灯作加热源。它们能以高达 $150^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 的速度，把晶片快速加热至约 400°C 到 1200°C 的温度范围。RTP 把周期时间减少一个量级或更多、减少处于温度的时间、并消除掺杂扩散的问题。借助 RTP 系统处理均匀性的改进，RTP 有效地与炉竞争。

在一种典型的 RTP 系统中，灯放在处理室一定距离外的光学反射器中，处理室由纯净熔融石英制成。纯净的熔融石英可使灯的能量绝大部分通过处理室，加热晶片和晶片托架。但是，石英室吸收来自灯的一些能量和来自晶片和托架的辐射。处理室必须冷却，以防止不需要的淀积涂覆在处理室的壁上。在处理的壁上的涂覆层，干扰传导至晶片的辐射能；且涂覆层能产生不需要的微粒，落在晶片上。晶片的边缘接近冷却的壁，这一点可能产生滑移和处理问题。由于冷壁的要求，为了使处理壁上的淀积最小化，限制了使用硅气的生长速率。对使用硅烷的情形，生长速率仅限于约 0.2 微米/分。

使用灯的另一个问题是，只有一小部分（约 30%）灯的能量被引

导至晶片的位置区。由于灯与晶片有一定距离，所以该部分灯的能量是太小了。具体说，灯在室外，还要分区把能量传送至各晶片区域。因此，难以改进温度的均匀性。为获得需要的温度而单纯调节灯功率所带来的变化，能够引起晶片加热特性的剧烈变化。虽然把灯装在复杂的反射器内，试图控制辐射能量，但是，这些反射器和灯丝随时间和使用而降质，导致晶片上不想要的温度变化。此外，辐射加热系统要求用许多灯（多达 300 盏）来加热单个晶片，还有巨大的功率（高达 300 KW）。灯加热反应器要求复杂的加热和温度控制系统，这也是个麻烦问题。

热处理的处理结果，关键是晶片温度的测量和温度的控制。灯加热系统的温度测量，同样是非常困难的，因为温度传感器可能受来自灯和晶片表面的辐射变化的影响，该辐射变化随温度而改变，特别是晶片上形成布线图案之后。通常，只在少数位置测量温度，且在处理过程中，一般不测量或控制温度梯度。

一般用多点热电偶晶片来帮助分配灯功率输出。但是，这样做要把反应器（reactor）暴露在金属污染下，还因为用该种技术，晶片不能旋转，无法考虑因气流等等产生的温度梯度。

晶片通常装在顶针（pin lift）机构的基座上，以便升起/降下晶片。这些针能刻划晶片的背面、产生微粒、和在针的区域产生局部的温度改变。这种情况能在硅晶片的晶体结构中产生缺陷和淀积的不均匀问题。晶片背面的微粒，在晶片输送机装入/取出时，能够污染其他晶片。一般说，300 mm 的晶片比 200 mm 的晶片薄，并要求更多的针支撑点，但 300 mm 的背面表面规格，更要求减少背面的刻划。

标准系统还涉及处理气体温度控制的一些问题。当把气体引进系统时，晶片的前缘被冷却。这样可能产生滑移并使膜的质量恶化。半导体工业认识到这个问题。为此，半导体工业尝试通过预加热气体和在晶片外侧区域用滑移环来缓解该问题。但是，已经作出的改变仍旧不能令人满意，也不能完全解决晶片的热处理问题，特别是对大直径的晶片。

很清楚，有许多应用要求可靠的和高效的方法与设备，用于如半导体晶片等工件的热处理。遗憾的是，通常用于老式热处理的方法和设备的特性，不适宜用于某些当前的应用和将来的应用。因此仍旧需要一种半导体晶片热处理系统，为晶片和处理气体提供改进的温度控制。需要一种易于操作并易于维护的系统。需要一种系统来提供改进的微粒性能、改进的处理结果、和更高的产量。

发明内容

本发明力图提供能克服已知方法和设备缺点的方法和设备，用于如半导体晶片等工件的热处理。本发明的一个方面，包括半导体晶片热处理的方法和设备，该方法和设备使用的热壁处理室，有执行升温处理步骤的等温区。该处理室装在更易于进行气体处理的外壳之中。处理室的加热器位于外壳与处理室之间。加热器的构造，能为等温区产生高度稳定的和高度均匀的温度。气体在晶片上的流动是受控的，以获得均匀的处理结果。本发明还有一个方面，包括处理室中的各个区，每一区的温度能够独立控制，使处理气体的温度在该气体到达晶片前和通过晶片后，都能被控制。

本发明的另一个方面，包括一种设备，它有改进的升起和旋转晶片的部件，以便减少微粒的产生、简化晶片的装入、和改善晶片处理的均匀性。

本发明还有一个方面，包括一种设备，它在晶片的升温处理时，有提供能量效率的部件。该设备还包括有效地使用处理气体的部件。

根据本发明的第一方面，提供了一种半导体晶片热处理设备，该设备包括：外壳，该外壳有供装入和取出晶片的端口，该外壳有驱气气体进入端口和驱气气体离开口，让驱气气体流过该外壳；包含在该外壳内的处理室，该处理室有供装入和取出晶片的端口，该处理室包括托住晶片的晶片支座；位于外壳内的多个加热单元，通过排列这些加热单元，使这些加热单元对处理室的外部加热；至少一个隔热屏，置于至少一个加热单元与外壳之间；温度控制系统，用于控制所述加热单元，使晶片维持在某一热处理温度；其中，该处理室包括预处理

区和处理区，该温度控制系统，能对预处理区和处理区独立地控制预先选定的温度，于是，各区能维持在独立的温度上。

根据本发明的另一方面，提供了一种半导体晶片热处理方法，该方法包括的步骤有：a. 设置处理室；b. 用电阻条加热器的等温的部分，在处理室中产生等温的热壁处理区；c. 在处理区中提供晶片；d. 旋转该晶片；e. 使预加热了的气体，沿平行于晶片表面的方向，在该晶片上流动；f. 提供速度梯度板，使气体速度沿气体流动方向增大；和g. 使各区中的气体保持预先选定的温度，直至该气体离开处理室

根据本发明的另一方面，提供了一种在半导体晶片上外延淀积的设备，该设备包括：外壳，该外壳有供装入和取出晶片的端口，该外壳有驱气气体进入端口和驱气气体离开口，让驱气气体流过该外壳；包含在该外壳内的处理室，该处理室有预处理区、处理区、和后处理区，该处理室有供装入和取出晶片的端口，该处理室包括处理区中托住晶片的晶片支座，该晶片支座可旋转地与处理室连结，能使晶片旋转；位于外壳内的多个电阻条加热器，通过排列这些电阻条加热器，以便对处理室的外部加热；至少一个隔热屏，置于至少一个电阻条加热器与外壳之间；温度控制系统，用于控制各电阻条加热器，使晶片维持在某一热处理温度上，该温度控制系统，要能对预处理区、处理区、和后处理区独立地控制预先选定的温度，于是，各区能够维持在独立的温度上；与处理室连结的气体注入导管，把处理气体传送至处理室；与处理室连结的气体排放导管，用于从处理室除去气体；速度梯度板，该速度梯度板是刚性的，该速度梯度板与处理室连结，该速度梯度板置于晶片支座附近，以便对在晶片支座上的处理气体流动通道的一端加以限制，其中，该通道的截面面积，随速度梯度板与晶片支座之间垂直距离的变化，沿处理气体流动方向而减小。

应当指出，本发明不把它的应用，限制在后面说明或示于附图的部件结构细节和部件排列。本发明能用于其他的实施例，且能以各种方式实施和实现。还应指出，本文采用的词汇和术语，只为说明的目的，因而不能认为是限制。

如上所述,本领域熟练人员容易用这里公开的基本概念作为基础,设计出实现本发明各个方面的其他结构、方法和系统。因此,重要的是,应当认为本文的权利要求书包括该类等效的结构,只要它们不违背本发明的精神和范围。

还有,前述提要的目的,是使美国专利与商标局和一般公众,特别是不熟悉专利及法律术语或词汇的本领域科学家、工程师、专业人员,能根据粗略浏览而很快判定本申请公开的技术性质和实质。无论如何,前述提要既不企图用来定义本申请的发明,因为本申请的发明是由权利要求书界定的,也不企图限制本发明的范围。

在考虑本发明的特定实施例,特别是结合附图的下述详细说明后,本发明的上述和更进一步的特征和优点,将一目了然。

附图说明

图 1 是本发明一个实施例的剖面图。

图 1a 是图 1 所示设备的另一视图。

图 2 是图 1 中处理室的一个实施例的剖面图。

图 3 是电功率加热单元的假设的有代表性的温度分布。

图 3a 是使用电功率加热单元的一种示例性构造。

图 4 是处理室另一个实施例的剖面图。

图 5 画出处理室气体注入器的一个例子。

图 6 画出隔热屏 (heat shield) 的另一个实施例。

图 7 画出一种旋转与升降系统的简图。

具体实施方式

本发明各实施例的工作原理,将在下面就晶片的外延层淀积方面说明。但是应当指出,按照本发明的各实施例,基本上可以执行任何需要升温处理的半导体晶片处理步骤,特别是那些在晶片上需要温度均匀性的步骤。有关需要升温处理的半导体晶片处理步骤的评论,容易在专利文献和标准的科学文献中找到。

现在参考图 1,图中画出用于工件如半导体晶片的热处理设备 20。该设备包括外壳 30。在一个优选的实施例中,外壳 30 包括主体 34 和

至少一个可拆卸的部件，如盖 38。主体 34 与盖 38 的结构，能形成基本上气密的接触。该气密接触可以是任何类型标准的可移出的密封圈 42，例如用 O 形环的密封圈及用垫圈的密封圈。外壳 30 把容积 46 封闭。在某些实施例中，外壳 30 包括如陶瓷材料、石英、铝合金、和铁合金如不锈钢等材料的结构。在一个优选的实施例中，外壳 30 的结构能自主冷却。在一个实施例中，外壳 30 的壁形成传送冷却剂的冷却剂导管 50。在又一个实施例中，外壳 30 包括冷却蛇管（未画出）。冷却蛇管与外壳 30 的表面接触，当冷却剂流过蛇管时，能把热量带走。

处理室 54 安装在外壳 30 内。处理室 54 最好用耐热材料构成。合适的材料例子包括碳化硅、涂覆石墨的碳化硅、石墨、石英、硅、陶瓷、氮化铝、氧化铝、氮化硅、氧化镁、氧化锆、及陶瓷材料。

处理室 54 包括处理区（未在图 1 画出）。在优选的各实施例中，处理区在主要的处理步骤中，维持基本上等温处理的温度。晶片支座（未在图 1 画出）在处理区中支承晶片，以便晶片在主要处理步骤中经受基本上等温处理的温度。本发明各实施例可以包括不同的晶片支座结构。例如，在一个实施例中，晶片支座包括处理区的底部内侧表面。在另一个实施例中，晶片支座包括位于处理区内的板（未画出）。

一个优选的实施例包括多个电功率加热单元 66，位于外壳 30 与处理室 54 之间，用于加热处理室 54。图 1 画出沿处理室 54 上表面与下表面排列的加热单元 66 的剖面。加热单元 66 也可以沿处理室 54 的侧面排列；为清楚起见，在图 1 中没有画出沿处理室 54 侧面排列的加热单元 66。

加热单元 66 与处理室 54 之间距离的变化，给出本发明的另一个实施例。对某一特定实施例，该距离将由加热单元 66 的类型和所选的加热处理室 54 的工作模式决定。适合用作加热单元 66 的加热单元类型例子，包括电阻条加热器、IR 灯、RF 功率感应加热器、和电弧灯。

在一个优选的实施例中，电阻条加热器是涂覆石墨的碳化硅电阻条加热器。该种电阻条加热器市面上可以买到，用于各种高温使用中。

本发明使用电阻条加热器的实施例中，包括一个实施例，在该实

施例中,电阻条加热器与处理室 54 是直接物理接触的。在另一个实施
例中,电阻条加热器的安排基本上避免与处理室 54 的直接物理接触。
在又一个另外的实施例中,电阻条加热器与处理室 54 之间夹有第三种
物体(未在图 1 中画出)。

温度控制系统(未在图 1 中画出)控制传送至加热单元 66 的功率。
至少一个温度传感器(未在图 1 中画出)至少为下述三者之一导出温
度信息

- a) 加热单元 66,
- b) 处理室 54, 和
- c) 晶片(未在图 1 中画出)。

一个优选的实施例,包括安排多个温度传感器,为温度控制系统
导出温度信息。温度控制系统测量温度的优选位置,包括处理室 54、
加热单元 66、和晶片(未在图 1 中画出)。温度控制系统的结构,能
对来自至少一个温度传感器的温度信息作出响应;温度控制系统能对
来自多个温度传感器的温度信息作出响应则更好。能够用于半导体处
理的标准温度传感器,都可用于本发明各实施例。某些能用的温度传
感器例子,包括电热偶、高温计、和温度计。

图上至少一个隔热屏 70 位于加热单元 66 与外壳 30 之间。在另外
的实施例中,基本上所有加热单元 66 都可以有隔热屏。为清楚起见,
图 1 只画出沿处理室 54 底部的隔热屏 70。隔热屏 70 至少执行下述功
能之一

- a) 阻隔处理室 54 与外壳 30 之间的热传导,以便减少处理室 54
需要的加热能量,
- b) 为加热单元 66 提供支撑, 和
- c) 为处理室 54 提供支撑。

在一个优选的实施例中,隔热屏 70 由耐热材料制成。能用作隔热
屏 70 材料的例子包括:石英、碳化硅、涂覆石墨的碳化硅、和陶瓷材
料。在一个实施例中,隔热屏 70 与外壳连结,且安排该隔热屏 70,
要用该隔热屏 70 来支承处理室 54。作为又一个实施例,一支承臂(未

在图 1 中画出)把隔热屏 70 与外壳 30 连结,以便在外壳 30 内支承隔热屏 70。支承臂最好由耐热材料制作;适合的材料例子包括石英和陶瓷材料。在别的实施例中,可以把多个隔热屏放在加热单元 66 与外壳 30 之间。

在另一个实施例中,支承臂(未在图 1 中画出)把处理室 54 与外壳 30 连结,以便把处理室 54 支承在外壳 30 内。支承臂最好由耐热材料制作;适合的材料例子包括石英和陶瓷材料。

气体注入导管 74 与处理室 54 连结,把处理气体传送至处理室 54。气体排放导管 78 与处理室 54 连结,把用过的气体从处理室 54 排出。注入导管 74 与排放导管 78 最好由耐热材料如石英、碳化硅、和陶瓷材料制作。

外壳 30 与输入驱气气体导管 82 连结,以便向外壳 30 的容积 46 输送驱气气体(purge gas)。外壳 30 有一端口 86,用于从外壳 30 的容积 46 中除去驱气气体。在另一个实施例中,排放导管 78 的结构能经过端口 86 穿越外壳 30。

外壳 30 要安排向加热单元 66 提供电的连接。用于本任务的标准电连通线(未在图 1 中画出)可在市面上购到。此外,要安排外壳 30 容纳温度传感器。例如,如果温度传感器包括电热偶,那么外壳 30 要有电热偶的连通线。同样,如果温度传感器包括高温计,那么外壳 30 要有孔或其他种类的穿通装置来容纳高温计或与高温计连结的光纤。

作为本发明的另一个实施例,在外壳 30 的内表面附近设置衬套 88。衬套 88 用于保护外壳 30 内表面区域。例如在涉及淀积处理的应用中,衬套 88 的排列能基本上阻挡外壳 30 内表面上的淀积。因此,从处理室 54 泄漏的处理气体,把材料淀积在外壳 30 的可能性降低了。

衬套 88 最好包括稳定的材料,使衬套 88 能经得起各种清洁处理,如为除去衬套 88 表面淀积物的液体清洁处理、气体清洁处理、和物理清洁处理。适合用作衬套 88 的材料例子包括石英和陶瓷材料。在各优选实施例中,衬套 88 是可移去的,所以可以移去衬套 88,加以清洁,

并重新装回外壳 30 内。

在一个用于某些淀积应用的优选实施例中，安排衬套 88 与外壳 30 接触，使衬套 88 能维持基本上高于外壳 30 温度的工作温度。这样安排的优点是，衬套 88 更高的温度，有利于降低可能从处理室 54 逸出的处理气体淀积在衬套 88 上。通过令衬套 88 与外壳 30 之间热传导的接触的设计，能够获得该种安排。在一个实施例中，把热传导的接触限制在最小，以能满足在外壳 30 中稳定地支承衬套 88 为度。

现在参考图 1a，图中画出本发明实施例的另一个视图。图上的外壳 30，有端口 90，用于向和从外壳 30 装入和取出晶片。在一个优选的实施例中，把一外壳进出板 94 放在端口 90 的附近，且可移动地与外壳 30 连结，便于晶片装入和取出时，提供与外壳 30 内部的进出，也便于在晶片处理时，把外壳 30 的内部隔离。外壳进出板 94 移动至第一位置时，供晶片的装入和取出；外壳进出板 94 移动至第二位置时，供晶片处理时把外壳 30 隔离。

图上画出的处理室 54，有端口 98，用于向和从处理室 54 装入和取出晶片。安排端口 90 和端口 98，使它们排成直线，以便移动晶片进入和离开处理室 54。室进出板 102 靠近端口 98。室进出板 102 可移动地与处理室 54、外壳 30、隔热屏 70（未在图 1 中画出）连结，或与它们的组合连结。进出板 102 可在第一位置与第二位置之间移动，在第一位置时，能进入处理室 54 的端口 98，以便能把晶片装入和取出。当进出板 102 在第二位置时，进出板 102 阻止进入处理室 54 的端口 98，以便在晶片处理时，减少处理室内部的辐射热损耗。在另一个实施例中，进出板 102 有加热单元 66，用于加热进出板 102。

在一个实施例中，进出板 102 的第二位置，使进出板 102 与处理室 54 保持一定距离，所以在围绕进出端口 90 的区域，进出板 102 基本上不与处理室 54 接触。使进出板 102 与处理室 54 保持一定距离的作用，是减少因进出板 102 与处理室 54 的物理接触而产生微粒的可能性。

控制器 106 与进出板 102 及外壳进出板 94 连结，以便控制进出板

102 和进出板 94 的移动,以便装入和取出晶片。在另外一个实施例中,控制器 106 还包括温度控制系统。在又一个实施例中,控制器 106 的结构,能控制流向处理室 54 的处理气体。

现在参考图 2,图上画出处理室 54 一个实施例的剖面图。处理室 54 包括三个区:处理区 58、预处理区 114、和后处理区 118。处理区 58 把预处理区 114 和后处理区 118 隔开。

为在处理区 58 支承晶片,设置晶片支座 122。晶片支座 122 与处理室 54 连结,以便能旋转晶片支座 122,从而当晶片支承在晶片支座 122 上时,能旋转晶片。晶片支座 122 包括一盘 126,上有基本上平的与晶片背面接触的区域。晶片支座 122 与晶片背面接触的该区域,即盘 126,最好小于晶片面积,以方便装入和取出晶片。晶片支座 122 还包括晶片托架杆 130,基本上约成 90 度角连结在盘 126 的中心。在一个实施例中,处理室 54 在底部表面有一孔,且杆 130 从盘 126 伸延,穿过该处理室 54 底部的孔。杆 130 可旋转地与电机(未在图 1 中画出)连结,使晶片支座 122 能绕杆 130 的轴旋转。

图 2 给出的实施例,还画出处理区 58 有一凹进区域 134。选择凹进区域 134 的大小,使盘 126 能托住晶片,且晶片的前表面基本上与处理区 58 底部表面周围持平,目的是在与淀积有关的处理中,遮挡晶片背面,避免背面的淀积。

工作时,晶片装在盘 126 上。盘 126 基本上维持与处理区 58 相同的温度。在各优选的实施例中,晶片由盘 126 支承,所以必需用针升降机构。这样,晶片不必经受针升降机构在其背面的刻划;产生较少的微粒;且在晶片产生的晶体应力也少。

预处理区 114 与处理气体注入导管 74 连结,所以处理气体能经过预处理区 114 进入处理室 54。后处理区 118 与气体排放导管 78(未在图 2 中画出)连结,所以处理气体能经过后处理区 118 离开处理室 54。因此,处理气体进入预处理区 114;沿基本上平行于盘 126 表面的方向,流过处理区 58;并经后处理区 118,流出处理室 54。

环绕处理室 54 的外部,放置多个电阻条加热器 110。对图 2 所示

实施例，电阻条加热器 110 与处理室 54 接触。应当指出，图 2 所示实施例，只是电阻条加热器 110 相对于处理室 54 多种可能的安排之一。对图 2 所示实施例，电阻条加热器 110 可以沿处理室 54 的上表面排列；电阻条加热器 110 可以沿处理室 54 的下表面排列；电阻条加热器 110 还可以沿处理室 54 的侧表面排列。

电阻条加热器 110 与温度控制系统（未在图 2 中画出）连结，所以预处理区 114、处理区 58、和后处理区 118，各能控制在独立的温度上，或者，在另一个实施例中，它们都能控制在相同的温度上。具体说，预处理区 114 能够控制在预处理温度上、处理区 58 能够维持在处理温度上、而后处理区 118 能够维持在后处理温度上。独立地控制三个区温度的能力，是本发明一些实施例的优点。该优点是靠在多个位置测量温度的能力、和向各组许多电阻条加热器 110 个别传送功率的独立控制能力实现的。

例如，能够安排一个或多个温度传感器来测量特定电阻条加热器的温度，并且能够响应该测量的温度，控制该电阻条加热器的温度。或者，能够安排一个或多个温度传感器来测量处理室上特定位置的温度，并控制处理室在该区域的温度。

独立温度控制的优点在于，进入预处理区 114 的处理气体，在该气体进入装有晶片的处理区 58 之前，能够被预加热。处理气体的预加热，能更好地控制晶片在处理时的温度。换句话说，处理气体的预加热，有助于减轻晶片被处理气体冷却。在诸如外延膜生长的应用中，维持晶片一致的温度，有助于防止在外延膜中形成缺陷。在涉及化学气相淀积的应用中，均匀的晶片温度，有助于减轻因晶片温度不均匀而产生的膜厚和膜性质的不均匀性。此外，使晶片温度均匀的优点，还能在涉及升温晶片处理的其他集成电路制作工艺中实现。

三个区能独立温度控制的另一个优点，是能用后处理区 118 把排出气体维持在后处理的温度，直至用过的气体离开处理室 54 并从处理区 58 除去。在涉及淀积的应用中，控制排放气体的温度，能控制后处理区 118 中淀积材料的性质。例如，由于把后处理区 118 维持在预选

的温度，暴露在后处理区 118 的排放气体，是在预选的温度下定积材料的。预选的温度最好选取后处理区淀积高质量膜的温度，而不是低质量膜的温度。低质量膜包括诸如具有与处理室 54 粘结性质不好的性质的膜。众所周知，与壁不粘结的淀积，是半导体晶片处理的微粒污染源。另一种低质量膜例子，包括其蚀刻特性与处理区 58 淀积的膜的蚀刻特性不一致或不相符的膜。不一致或不相符的蚀刻特性，使清洁处理室 54 变得更为困难；这一点能使现场清洁处理成为特别严重的问题。

处理区能独立温度控制的又一个优点，是能把排放区 118 温度维持在低于处理区 58 温度的能力。排放区 118 较低的温度，能使排放的气体在进入排放导管冷却段之前缓慢冷却。在某些应用中，由于不能恰当冷却排放的气体，能够引起排放气体的热激波；该热激波能够在排放导管中产生大量淀积。排放线管线中的淀积是潜在的危险；该种淀积物能产生挥发性物质，当清洁系统而暴露在空气中时可引发自燃。

三个区能独立温度控制还有另一个优点，就是在晶片处理步骤中，处理区 58 能维持在处理温度上。在晶片处理步骤中，处理区 58 最好维持基本上等温的条件。处理区 58 的等温条件，对本发明的实施例而言，是更容易获得的，因为在本发明的实施例中，温度控制系统包括多个温度传感器，并且向各个电阻条加热器的功率传送是独立控制的。对其他类型的加热单元，如红外灯、电弧灯、和 RF 感应加热器，也可获得类似的优点。

现在参考图 3，图上画出加热单元 66。电接头 67a 和电接头 67b 形成与加热单元 66 的电接触，以便让电流在电接头 67a 和电接头 67b 之间通过加热单元 66。分布 69 表示加热单元 66 工作时假设的温度曲线例子。加热单元 66 靠近电接头 67a 和电接头 67b 的温度，通常基本上低于加热单元 66 其他电流流过的区域的温度。通常，靠近电接触处需要较低的温度，使之与标准电线材料如铜适应。为了在电接触处获得适当的温度，加热单元如电阻条加热器的设计，要使电阻条加热器在电接触区域有较低的电阻。该较低的电阻导致电阻条加热器在电接

触处产生较小的热。但是，加热单元 66 离开电接触处的区域，要能维持基本上等温的温度。具体说，电阻条加热器的设计，要求在基本上等温的部分有较高的电阻，而在电接触区域则有较小的电阻。

在本发明的一个实施例中，只有加热单元 66 基本上等温的部分，被用来为处理区 58 获得基本上等温的条件。例如，加热单元 66 非等温的部分，远离处理区 58，所以处理区 58 的温度控制，基本上不受加热单元 66 非等温部分的影响。要达到这一点，可以把加热单元 66 基本上等温部分安排在更接近处理区 58 的位置，同时把非等温部分安排离处理区 58 更远。作为结构的一个例子，可以增大加热单元 66，使之大于处理区 58，于是加热单元 66 的非等温部分伸延至处理单元 58 边界之外，如图 3a 所示。换言之，把电接触处放在远离处理区 58 的地方。

另一种结构包括，把加热单元 66 的非等温部分，例如通过弯曲或改变形状等调整操作，使之远离处理区 58，于是，加于处理区 58 的热，基本上全部来自加热单元 66 的等温部分。另外的结构对本领域一般人员是容易了解的。

在其他实施例中，预处理区 114 和后处理区 118 能够用刚刚说明的处理区 58 的结构维持等温。不过对许多应用，也只有处理区需要等温。

现在参考图 4，图中画出处理室 54 另一个实施例的剖面图。处理室 54 包括预处理区 114、处理区 58、和后处理区 118。气体注入导管 74 与预处理区 114 连结，以便向处理室 54 供应处理气体。在一个实施例中，处理室 54 有孔 136，气体注入导管 74 通过该孔进入处理室 54。密封衬圈 138 在气体注入导管 74 周围形成密封，以便限制处理气体从处理室 54 漏失。在一个实施例中，密封衬圈 138 不形成气密封，所以密封衬圈 138 能让气体在处理室 54 和外壳 30 之间泄漏。

在一个实施例中，气体注入导管 74 包括气体分散头 142，上有用于在处理室 54 预处理区 114 中使处理气体分散的孔。

处理气体预热器 146 位于气体分散头 142 与处理区 58 之间，使进

入预处理区 114 的处理气体，在进入处理区 58 之前，经过气体预热器 146。气体预热器 146 便于把处理气体加热至预处理温度。气体预热器 146 包括耐热材料的实体，耐热材料如碳化硅、涂覆石墨的碳化硅、石英、和陶瓷材料。气体预热器 146 有多个孔让处理气体通过。在一个优选的实施例中，排列气体预热器 146 中的孔，以便分配处理气体，使处理气体在离开气体预热器 146 时，被迫维持层流。

处理区 58 在处理室 54 的底部表面有一凹进区域 134。晶片支座 122 位于处理区 58 内。晶片支座 122 有一盘 126，与晶片保持接触。在一个优选实施例中，盘 126 刚好适合放进凹进区域 134，以便晶片的上表面能够与包围凹进区域 134 的处理区 58 底部表面区域基本上持平。在晶片处理时，晶片支座 122 要能让晶片旋转。具体说，晶片支座 122 与处理室 54 的连结，要能让晶片旋转。电机（未在图 4 中画出）可旋转地与晶片支座 122 连结，以便使晶片支座 122 旋转。

一速度梯度板 150 与处理室 54 连结。速度梯度板 150 最好基本上是刚性的且对处理气体基本上是惰性的。速度梯度板 150 放在晶片支座附近，以便对处理气体在晶片支座 122 晶片托架表面上的流动通道的一端，加以限制，使该通道的截面面积，随速度梯度板 150 与晶片支座 122 晶片托架表面之间垂直距离的变化，沿处理气体流动方向而减小。速度梯度板 150 最好由耐热材料构成。能够用作速度梯度板 150 的材料的例子，包括诸如石英、碳化硅、涂覆石墨的碳化硅、和陶瓷材料等材料。

在另一个实施例中，速度梯度板 150 是可移动地与处理室 54 连结，以便速度梯度板 150 与晶片支座 122 间的距离，能够作为另一个处理参数进行调节。最好是，速度梯度板 150 与晶片支座 122 间的距离能够调节，速度梯度板 150 与晶片支座 122 间的角度也能够调节。作为例子，用速度梯度板连接器 154，把速度梯度板 150 悬挂在处理室 54 的顶部。连接器 154 的长度可以变化，以便改变速度梯度板 150 相对于晶片支座 122 的位置。

在处理气体在晶片上流过时，速度梯度板 150 能改善处理气体的

质量输运特性。对涉及如淀积、外延生长、和其他要求处理气体中有反应物的应用中，改善了的质量输运特性有助于补偿处理气体中反应物的消耗。消耗偏差的减少，改善了淀积层性质的均匀性，如厚度均匀性、化合性质、光学性质、和电学性质。

速度梯度板 150 置于气体预热器 146 的附近，所以，离开气体预热器 146 的处理气体，在通过处理区 58 时受速度梯度板 150 的影响。

对用高温计测量晶片温度的本发明实施例，速度梯度板 150 可以有孔（未在图 4 中画出），以使用光纤观察晶片而不受速度梯度板 150 的阻碍。这些孔最好大小适当，对流过处理区 58 的处理气体基本上不产生影响。

在另外一个实施例中，速度梯度板 150 呈倒“U”形，以改善对流过晶片上的处理气体的制约。对本实施例，速度梯度板 150 两相对边缘向下弯，使速度梯度板 150 至少对晶片上气体流过的通道的部分侧壁有所限制。排放隔板 158 把处理区 58 与后处理区 118 分开。隔板 158 至少有一孔，让气体从处理区 58 流进后处理区 118。隔板 158 的一种功能，是帮助减少气体从后处理区 118 返回处理区 58 的反向循环。

在另一个实施例中，预处理区 114 包括处理室驱气气体注入器 162，用于向处理室 54 提供驱气气体，如氢气或惰性气体。在一个优选实施例中，驱气气体注入器 162 用于使驱气气体从预处理区 114 流过处理区 58 的容积 166。容积 166 基本上不包括位于速度梯度板 150 与晶片支座 122 之间的容积 170。驱气气流的一种功能，是帮助限制处理气体流进容积 170，以便最大限度地让处理气体出现在晶片之上。对速度梯度板 150 上有温度测量孔的实施例，处理室的驱气气流是十分重要的。驱气气流通过后处理区 118，离开处理室 54。排放隔板 158 至少有一孔，让驱气气体从处理区 58 到达后处理区 118。后处理区 118 有一孔 174，供排放的气体和驱气气体离开处理室 54。

现在参考图 5，图上画出使处理气体和驱气气体流向处理室 54 的气体注入器 178 的例子。气体注入器 178 包括三部分：传送处理气体的处理气体部分 182a 及 182b，和传送驱气气体的驱气气体部分 186。

各部分都有多个孔 189。在一个优选实施例中，这些孔在每部分内基本上是平行的。这些孔分配处理气体，使气流方向基本上平行于晶片托架平面。换句话说，一种喷淋头类型的气流近似平行地被引向晶片表面。作为又一个实施例，气体注入器 178 的结构，能使气体可选择地在晶片上或独立分配或共同分配，以便改善处理均匀性的控制。通过可选择的晶片上气体的分配，补偿因温度梯度和气流产生的反应速率变化，从而获得改善的均匀性。

此外，直立的典型的喷淋头结构能获得高的生长速率，但要避免一些常规喷淋头共有的产生微粒的问题。例如，直立的喷淋头较少可能有微粒从喷淋头落在晶片表面上。用在淀积应用的本发明各实施例包括喷淋头材料，该种材料要对淀积材料有良好粘附性质。现在参考图 6，图上画出一种隔热屏 190 的示例性结构。隔热屏 190 包括第一隔热屏 190a 和第二隔热屏 190b。隔热屏 190a 和隔热屏 190b 要适当定位，以便为处理室 54 同一区域提供热隔离。为了降低隔热屏 190a 和隔热屏 190b 之间的热传导，要在隔热屏之间维持一定的间隔。隔热屏之间最好保持最少的物理接触。在一个实施例中，隔热屏之间的间隔，是通过在隔热屏之间放置一个或多个衬垫 194 保持的。适合用作衬垫 194 的材料，包括诸如石英、多晶硅、碳化硅、涂覆石墨的碳化硅、和陶瓷材料等耐热材料。在一个优选的实施例中，衬垫 194 作成球形，直径约等于隔热屏间需要维持的间隔。衬垫 194 还能用于本设备其他部件间维持需要的间隔，例如用于加热单元 66、电阻条加热器 110、与处理室 54 之间。如图 6 所示，衬垫 194 用来维持隔热屏 190b 与处理室 54 外表面之间的间隔。图上的电阻条加热器 110 夹在隔热屏 190b 与处理室 54 之间。

在一个另外的实施例中，利用隔热屏的表面结构，可以产生与使用刚说明的衬垫基本上相同的结果。例如，隔热屏可以有突出部，从隔热屏表面伸出，那么，该突出部基本上维持了相邻隔热屏之间或其他相邻表面之间需要的间隔。

对本发明各种实施例，可把单个隔热屏，或多个隔热屏，用于同

一区域的热隔离。

现在参考图 7，图上画出包括盘 126 和晶片托架杆 130 的晶片支座 122。晶片托架杆 130 基本上附着在盘 126 的中央，以便晶片支座 122 能绕晶片托架杆 130 的轴旋转，从而使晶片旋转。晶片托架杆 130 伸延穿过处理室 54（未在图 7 中画出）；晶片支座 122 与处理室 54 的连结，要能使晶片支座 122 旋转。晶片托架杆 130 伸延穿过外壳 30 的底部表面；晶片托架杆 130 与外壳 30 底部的连结，要能让晶片支座 122 旋转。晶片托架杆 130 可旋转地耦合至旋转晶片支座 122 的电机 198。线性执行机构 202 与电机 198 连结；线性执行机构 202 能升起和降下电机 198。电机 198 与晶片托架杆 130 耦合，所以线性执行机构 202 升起和降下电机 198 时，也使晶片支座 122 升起和下降。可以利用晶片支座 122 的升起和下降，方便地向和从晶片支座 122 装入和取出晶片。

在一个实施例中，旋转的穿通装置 206，例如标准的市面上可购得的旋转穿通装置，连结在电机 198 与晶片托架杆 130 之间，以便传递旋转运动和上下运动。波纹管 210 的一端与外壳 30 底部连结。波纹管 210 包围晶片托架杆 130。支撑板 214 附着在波纹管 210 的另一端。与波纹管 210 的附着部分最好基本上是气密的。旋转穿通装置 206 附着在支撑板 214 上，以便让电机 198 使晶片支座 122 旋转。波纹管 210 的结构能使电机 198 上下运动，把晶片支座 122 升起和降下。

在另一个实施例中，晶片托架杆 130 有中心孔，例如轴中心孔 218。盘 126 有一孔 222 与轴中心孔 218 对应。晶片托架杆 130 的结构能让真空源对轴中心孔 218 抽真空，在孔 222 上产生低压。孔 222 上的低压，最好足以使盘 126 起真空吸盘的作用，把晶片吸附在晶片支座 122 上。

本发明的各实施例，由处理室材料及热壁操作产生的优点是，对诸如硅外延等应用中消除了常规生长速率的限制。本发明的各实施例，能以高本征电阻率值、按基本上更高的生长速率和更高的温度生长外延硅，而不出现壁淀积问题。此外，用非氯化硅源，对已刻图的晶片，

可获得无图形位移、无畸变、和无擦除等优点。

显然，本发明各实施例能用于广泛的各种半导体器件制作的升温处理。更换所选处理气体，能使本发明各实施例适合用于各种半导体晶片处理步骤，如退火、激活掺杂物、化学气相淀积、外延淀积、掺杂、形成硅化物、氮化、氧化、淀积物回流、和再结晶。

虽然已经说明和列举本发明各具体实施例，但显然，在不违背本发明的真正精神和范围下，可以对具体说明和列举的实施例细节作各种改变，本发明的真正精神和范围由后面的权利要求书及其法律上等效的叙述界定。

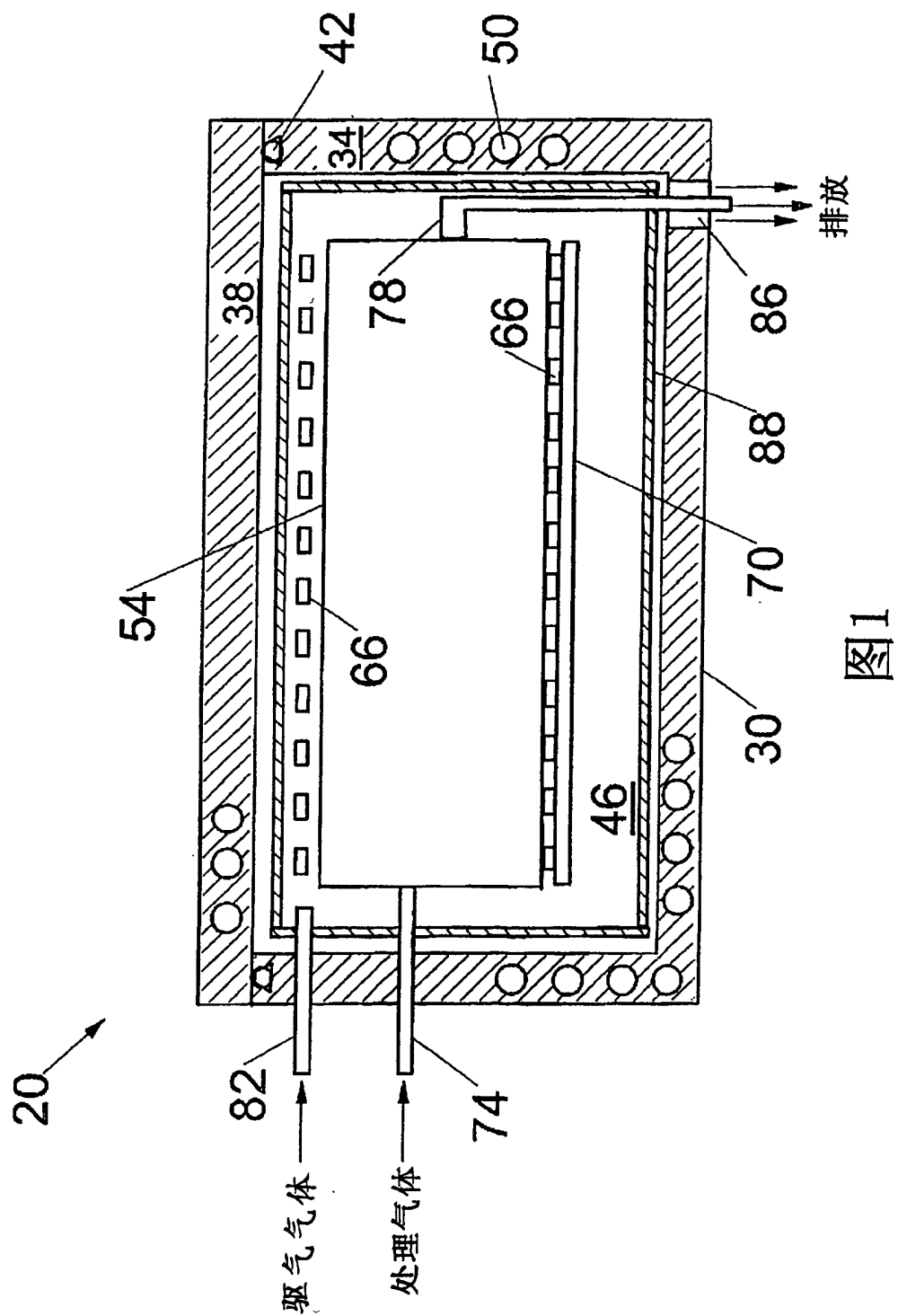
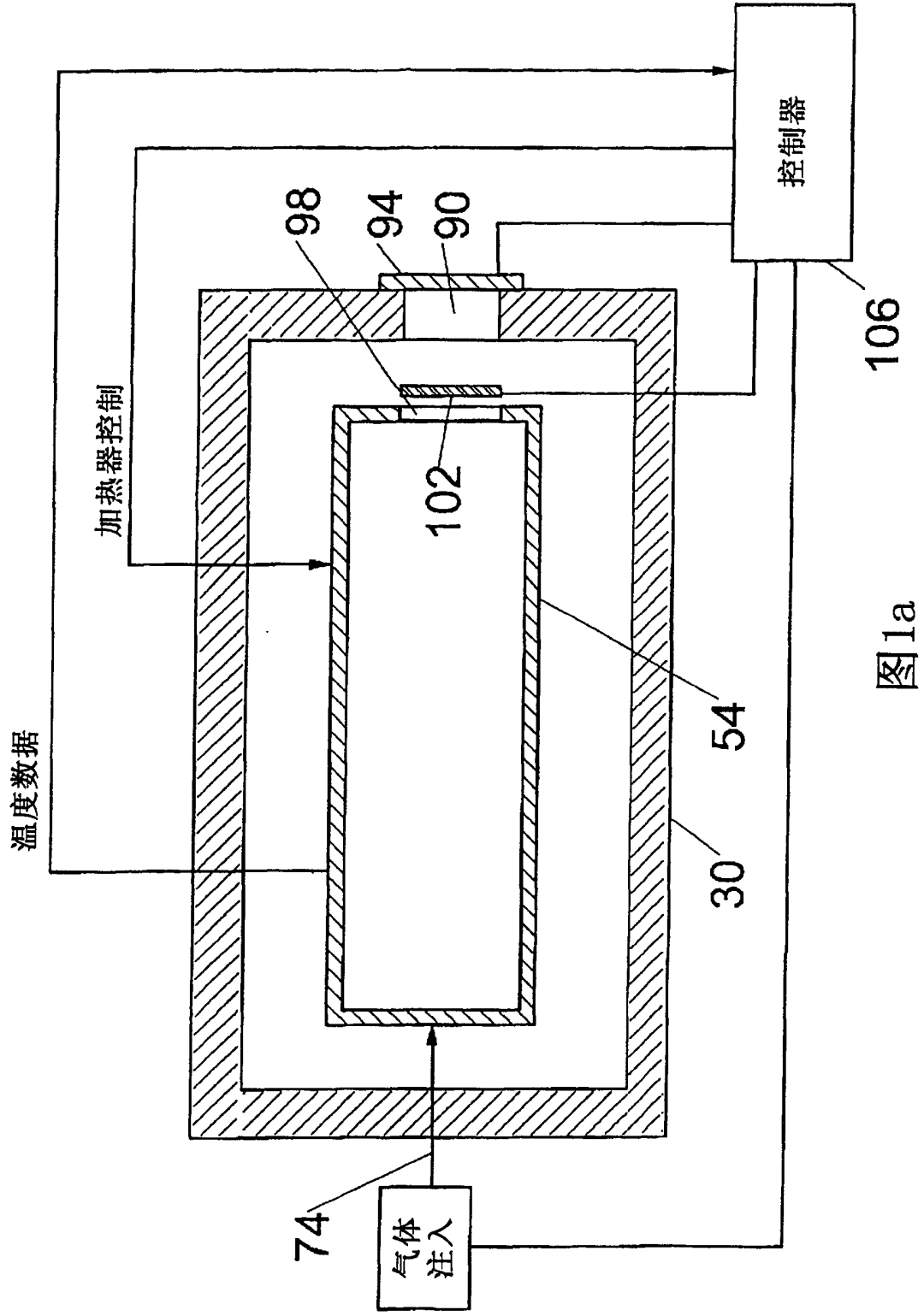


图1



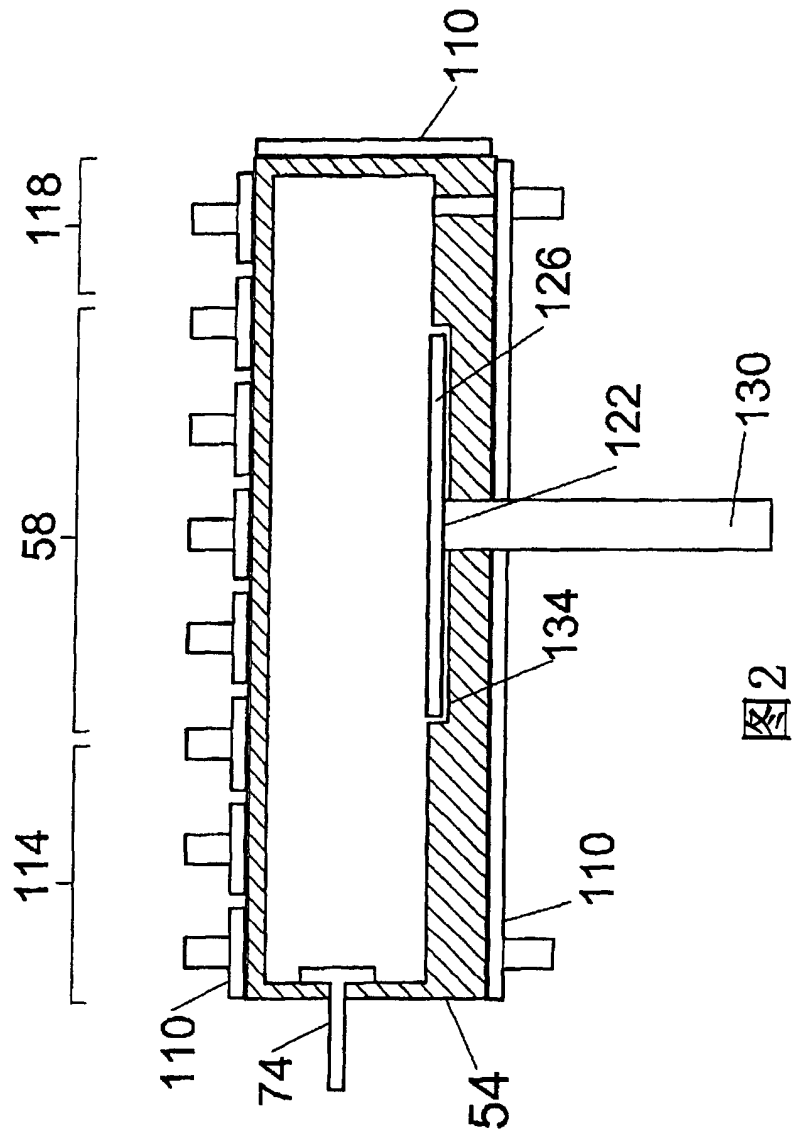


图2

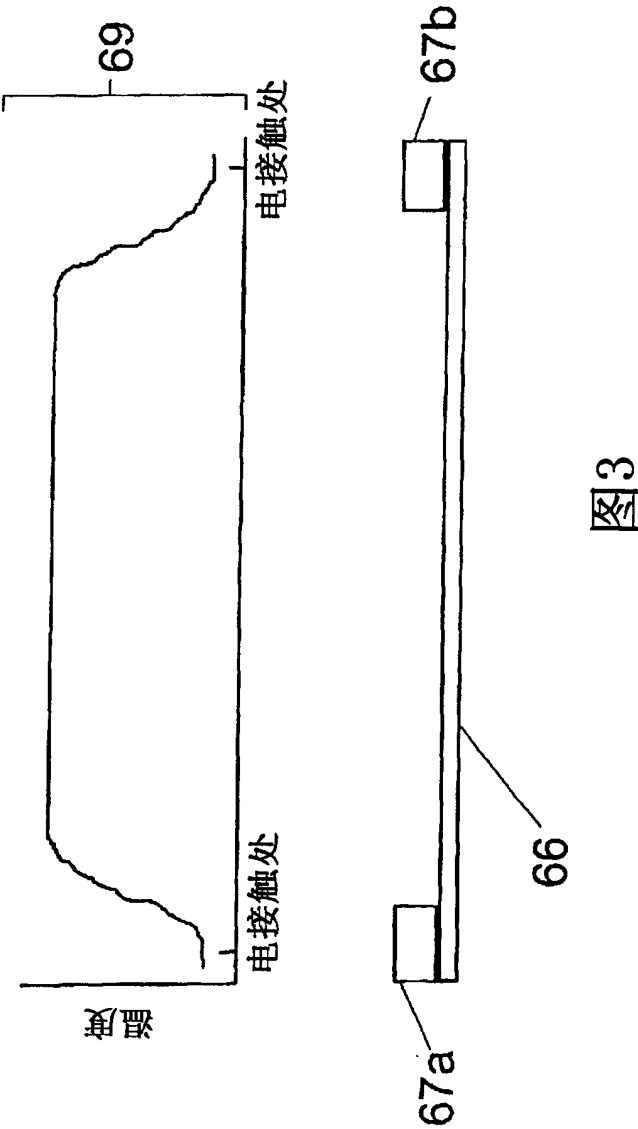


图3

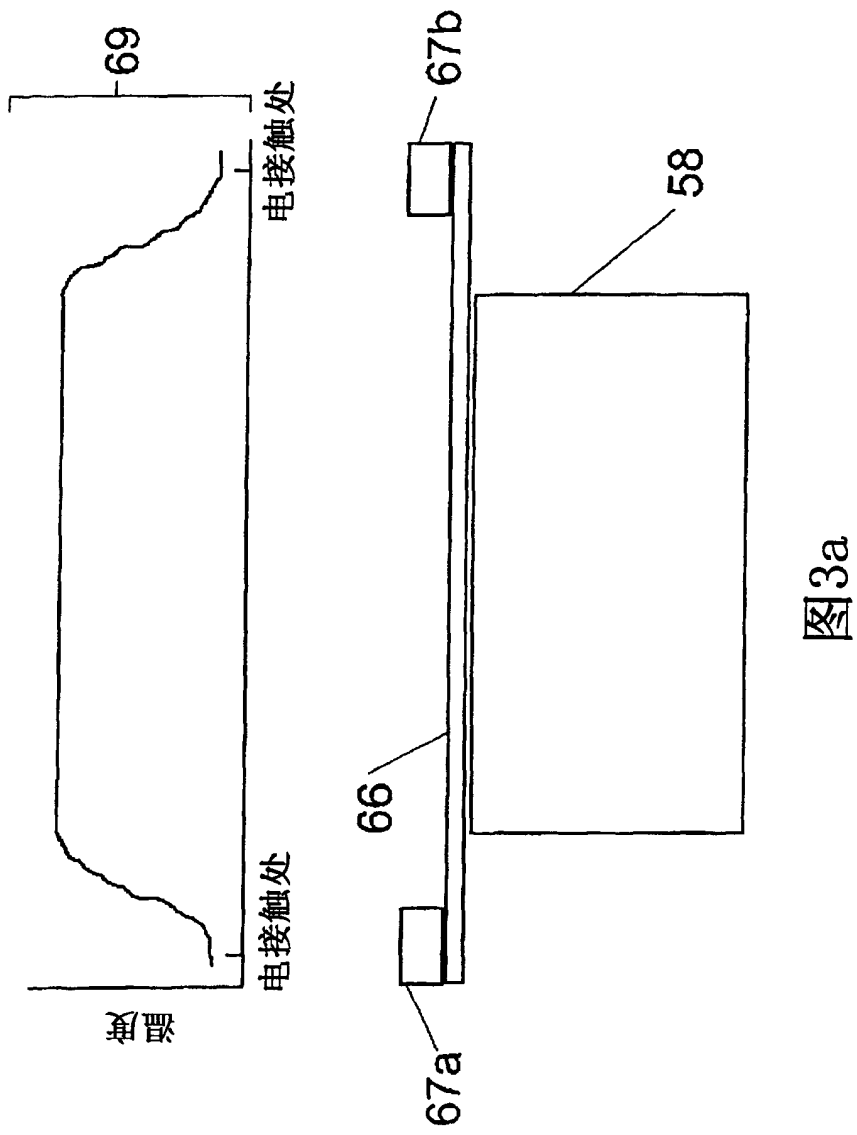
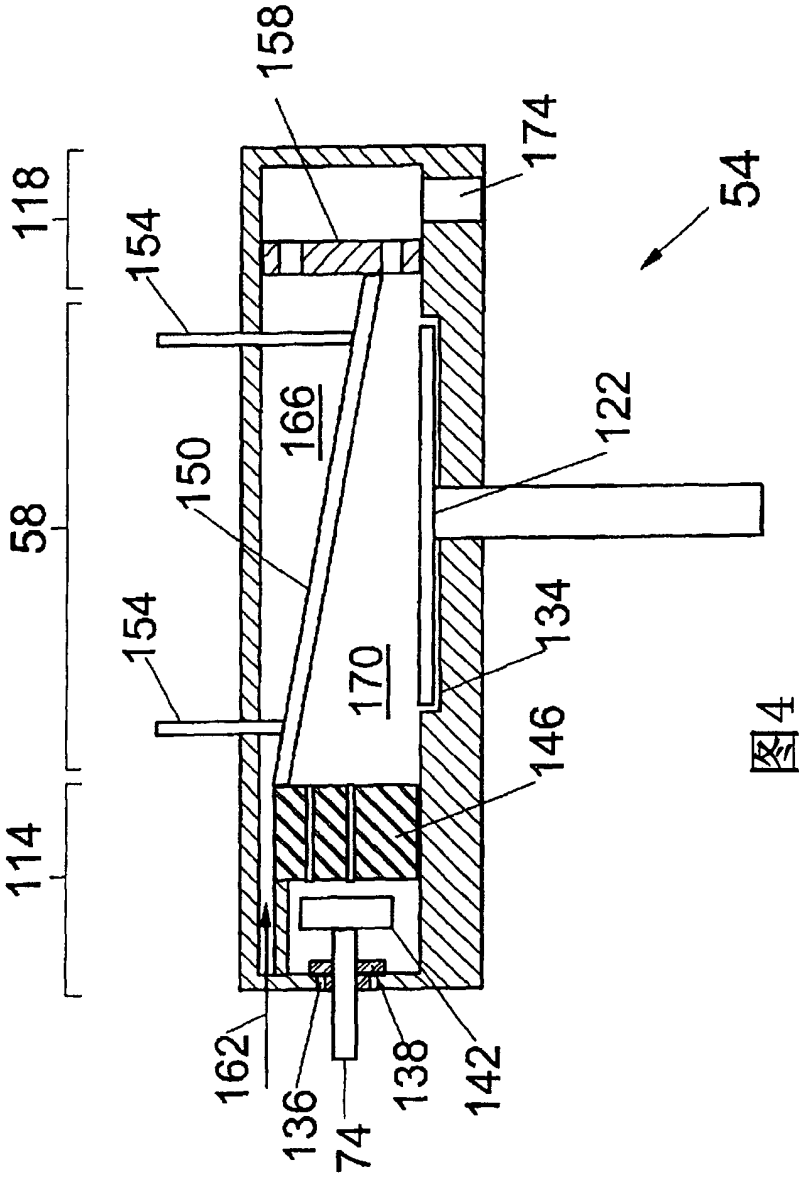


图3a



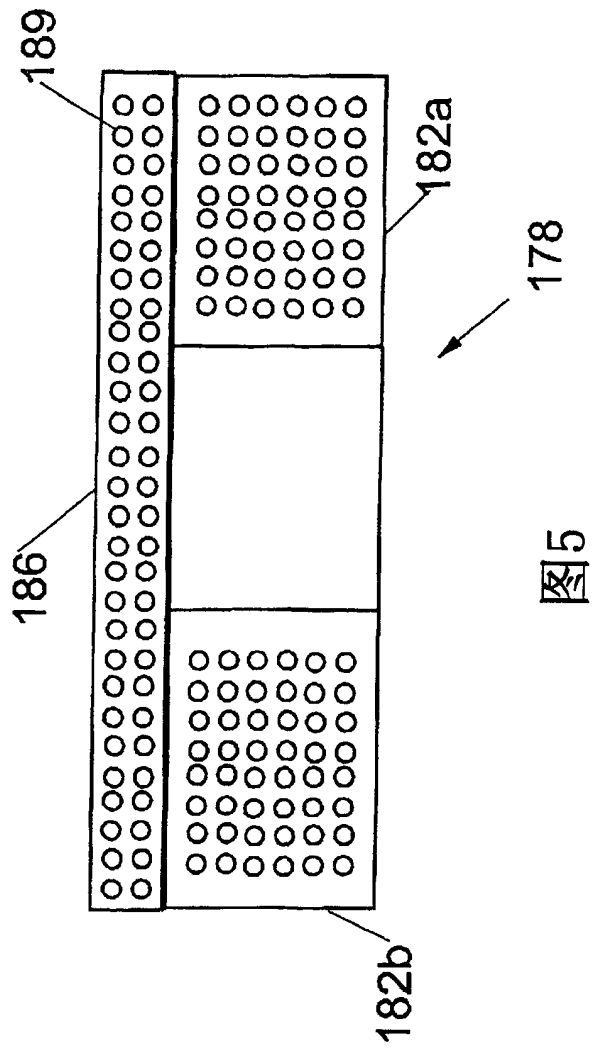


图5

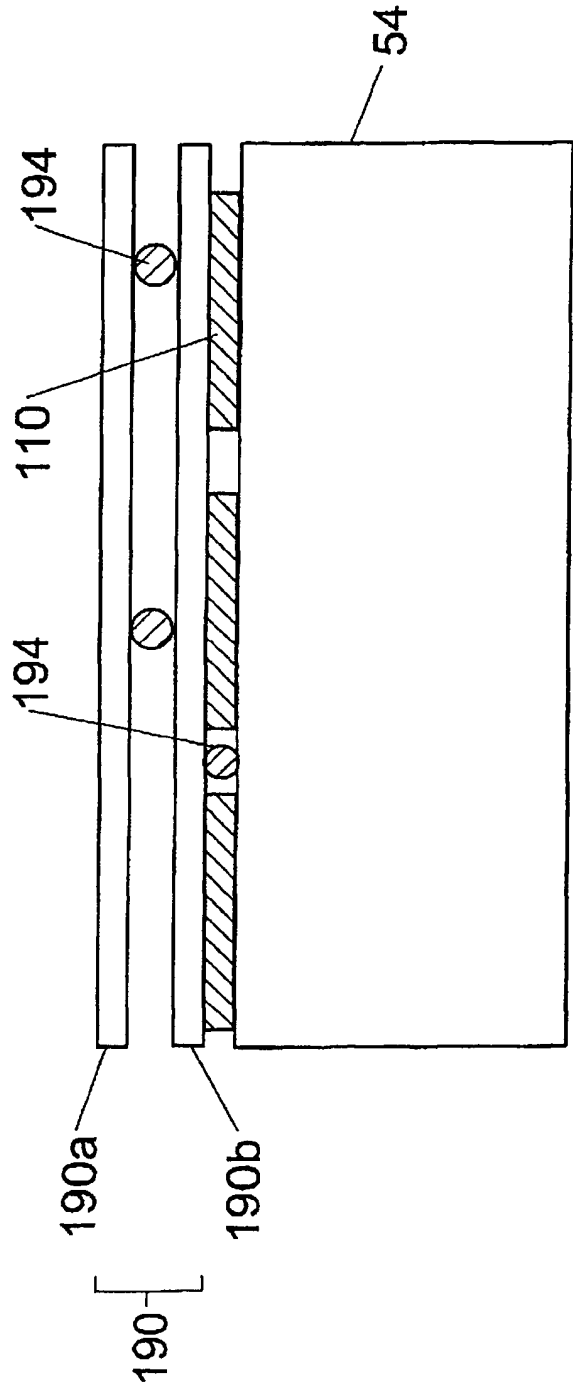


图6

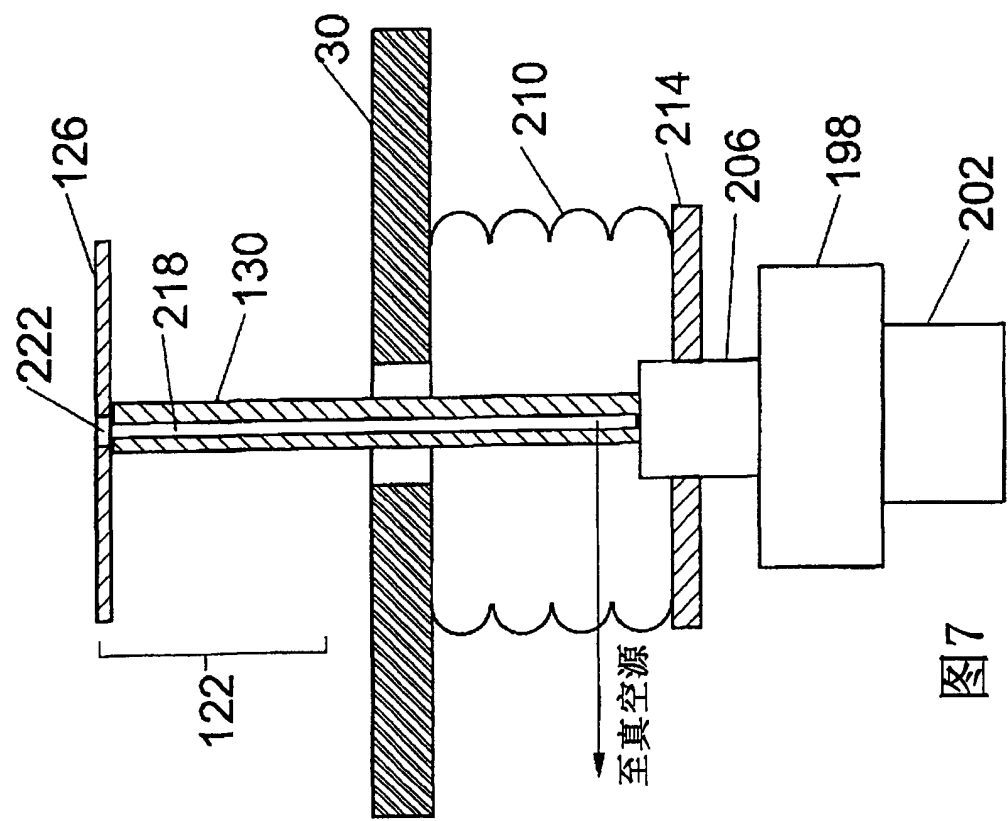


图7