

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H01L 21/00 (2006.01)



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580004891.7

[45] 授权公告日 2009年10月28日

[11] 授权公告号 CN 100555562C

[22] 申请日 2005.11.12

[21] 申请号 200580004891.7

[30] 优先权

[32] 2004.11.17 [33] DE [31] 102004055449.8

[86] 国际申请 PCT/EP2005/012143 2005.11.12

[87] 国际公布 WO2006/053690 德 2006.5.26

[85] 进入国家阶段日期 2006.8.14

[73] 专利权人 施蒂格哈马技术股份公司

地址 德国斯台恩费尔斯

[72] 发明人 W·绍勒 L·贝尔格 C·克劳斯  
R·韦兴

[56] 参考文献

CN1341275A 2002.3.20

EP0418541B1 1994.6.15

US5996353A 1999.12.7

审查员 朱永全

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 赵辛

权利要求书4页 说明书13页 附图7页

[54] 发明名称

基片热处理的方法和装置

[57] 摘要

本发明涉及基片热处理的方法和装置，其中基片保持与加热板接触或与之相距很近，加热板由在其背离基片的一侧上的多个单独可控的加热元件加热。所述加热板至少在其平面上被一个与其有一定距离的框架包围，以便通过所述框架和所述加热板的至少一个边缘之间的间隙，以一种受控的方式引入气体。

1. 基片热处理的方法,其中所述基片与加热板保持接触或者相隔很近,所述加热板由在其背离所述基片的一面上的多个单独可控的加热元件加热,其特征在于,所述加热板在其平面中被与其隔开的框架包围,气体被引导通过在所述框架和所述加热板的至少一个边缘之间的间隙,其中这样地引导所述气体,使得它不与所述基片接触,而且控制所述气体的流量和/或温度,以便影响所述加热板边缘的温度。

2. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,在进行基片热处理之前和/或过程中沿着所述加热板的一个边缘的至少一部分范围改变所述间隙的宽度。

3. 按照权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述间隙的宽度在0和5mm之间的范围内局部改变。

4. 按照权利要求3所述的方法,其特征在于,所述间隙的宽度在1和5mm之间的范围内局部改变。

5. 按照权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述气体在进入间隙之前在偏转元件上偏转。

6. 按照权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述气体是环境空气。

7. 按照权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述气体是在闭合的冷却回路中循环的冷却气体。

8. 按照权利要求1或2所述的方法,其特征在于,控制所述气体进入所述间隙之前的温度。

9. 按照权利要求1或2所述的方法,其特征在于,根据热处理之前求出的曲线来控制通过所述间隙引入的气体量、间隙宽度和/或气体的温度。

10.按照权利要求9所述的方法,其特征在于,对于所述基片的背离加热板的一面上的温度进行特定地点的测量,并当基片表面上不同的地点之间的温度差超过阈值时,根据所述基片上的实测温度来改变所述热处理之前针对所述通过间隙引入的气体量、间隙宽度和/或气体的温度所求出的曲线。

11.按照权利要求10所述的方法,其特征在于,保存在热处理过程中改变的针对通过间隙引入的气体量、间隙宽度和/或气体的温度的曲线,并作为重新求出的曲线用于下一次处理。

12.按照权利要求1或2所述的方法,其特征在于,特定地点地测量基片的背离加热板的一面上的温度,测量每个加热元件的温度并且用PID调节算法调节每个加热元件的温度,其中加热元件的实测温度作为实测值输入到所述PID调节算法中,而且当基片表面上不同的地点之间的温度差超过阈值时,所述在热处理之前求出的用于PID调节算法的温度额定值曲线根据所述基片上的实测温度加以改变。

13.按照权利要求12所述的方法,其特征在于,保存在热处理过程中改变了的额定值曲线,并作为重新求出的额定值曲线用于下一次处理。

14.按照权利要求1或2所述的方法,其特征在于,特定地点地测量基片热处理之后的基片表面上的结构宽度,根据所述测量算出所述基片表面特定地点的温度曲线,并根据算出的基片上的温度曲线,为下一次基片热处理,调整通过所述间隙引入的气体量、间隙宽度、气体的温度和/或所述加热元件的控制曲线。

15.按照权利要求14所述的方法,其特征在于,所述结构宽度是漆的结构宽度。

16.用于基片(2)热处理的装置(1),带有加热板(4),用于支持基片(2)使之与所述加热板(4)接触或者相距很近的装置(11)和在所述加热板(4)的背离基片的一面上的多个单独可控的加热元件(9),其特征在于框架(19),该框架在加热板(4)的平面上包围所述加热板,其中所述框架(19)与加热板(4)隔开,并在所述框架(19)和所述加热板(4)的至少一个边缘之间形成至少一个间隙(A),用于通过所述间隙(A)引入气体的至少一个装置(34),其中所述装置(34)控制被引导通过间隙(A)的气体流量和/或温度,以及用于这样地引入气体的装置,使得气体不与基片接触。

17.按照权利要求16所述的装置(1),其特征在于至少一个可调整地安装在所述框架(19)上的元件(24),用于局部调整所述间隙(A)的宽

度。

18.按照权利要求 16 或 17 所述的装置(1),其特征在于,所述间隙(A)的宽度能够在 0 和 5mm 之间局部调整。

19.按照权利要求 16 或 17 所述的装置(1),其特征在于,所述间隙(A)的宽度能够在 1 和 5mm 之间局部调整。

20.按照权利要求 17 所述的装置(1),其特征在于沿着加热板(4)的一个边缘的多个元件(24)。

21.按照权利要求 17 所述的装置(1),其特征在于,所述元件(24)的指向加热板(4)的轮廓与加热板(4)的对置于该元件的边缘的轮廓互补。

22.按照权利要求 16 或 17 所述的装置(1),其特征在于,所述框架(19)具有底壁(20)和至少一个侧壁(22),其中所述至少一个侧壁(22)在所述加热板(4)平面上包围所述加热板,其中在所述底壁上面形成气流空间(23),该气流空间与所述间隙(A)连接,其中用于通过所述间隙(A)引入气体的所述装置(34)与所述框架(19)的所述底壁(22)中的开孔(30)连接。

23.按照权利要求 16 或 17 所述的装置(1),其特征在于偏转元件,该偏转元件在所述加热板(4)边缘区域的上侧处接触该加热板,并在所述间隙(A)一端形成气流沟道。

24.按照权利要求 16 或 17 所述的装置(1),其特征在于,所述间隙(A)与环境空气连通。

25.按照权利要求 16 或 17 所述的装置(1),其特征在于,所述间隙(A)是闭合气流循环的一部分,其中安排冷却和/或加热装置(70)。

26.按照权利要求 16 或 17 所述的装置(1),其特征在于在对着所述基片(2)的背离所述加热板(4)的表面上装设的特定地点的温度测量装置和过程控制单元,后者与所述温度测量装置和用于通过所述间隙(A)引入气体的装置(34)连接,以便根据特定地点的温度测量装置的测量数据,求出基片表面上的温度分布,而且根据所述温度分布来控制所述用于通过所述间隙(A)引入气体的装置,以便控制所述通过所述间隙(A)引导的气体的流量和/或温度。

27.按照权利要求 16 或 17 所述的装置 (1)，其特征在于，每个加热元件 (9) 都配置有温度传感器，以便测量它的温度，并设置至少一个与所述加热元件 (9) 和所配置的温度传感器连接的 PID 调节器。

28.按照权利要求 27 所述的装置 (1)，其特征在于，为每个加热元件 (9) 设置一个 PID 调节器。

29.按照权利要求 27 所述的装置 (1)，其特征在于，所述过程控制单元与所述一个或多个 PID 调节器连接，并根据背离所述加热板 (4) 的基片表面上的温度分布，求出各个加热元件 (9) 的温度额定值，并传输给所述一个或多个 PID 调节器。

30.按照权利要求 16 或 17 所述的装置，其特征在于，用于通过所述间隙 (A) 引入气体的装置 (34) 安排在所述加热板中心下面。

31.按照权利要求 16 或 17 所述的装置，其特征在于，用于通过所述间隙 (A) 引入气体的装置 (34) 是抽吸装置。

32.按照权利要求 16 或 17 所述的装置，其特征在于，用于通过所述间隙 (A) 引入气体的装置 (34) 具有控制单元，以便调整通过所述间隙引入的气体量和/或气体的温度。

33.按照权利要求 16 或 17 所述的装置，其特征在于一种装置，其用于特定地点地测量基片表面上的结构宽度，。

34.按照权利要求 33 所述的装置，其特征在于，所述结构宽度是漆的结构宽度。

## 基片热处理的方法和装置

### 技术领域

本发明涉及基片，特别是半导体制造中的平基片的热处理的方法和装置。

### 背景技术

在半导体工业的范围内制造元件时，已知在加热装置中对基片进行热处理，例如属于于本申请的申请人的德国专利 DE 100 59 665 C1 或者同样属于本申请人的德国专利 DE 199 07 497 C 上已知。一个普通的工序，例如上漆后漆的硬化以及曝光后"用化学方法增强耐蚀性" (CAR) 定影用的所谓"曝光后烘烤" (PEB)。对于结构的质量以及热处理的结果，向该基片，特别是处于其上各层的稳定而均匀地供给热量具有决定性的意义。特别是在材料厚度大的有棱角的基片，例如光掩模的情况下，更是别无选择，因为当加热基片时中心与边缘相比有更多的质量要加热，因而中心与边缘相比加热得比较慢。另一方面，达到最终温度之后边缘由于与中心相比有较大的表面积而辐射出较多的热量，使得它们在达到该最终温度之后较快冷却下来。在圆形半导体基片上自然也存在同样的问题。

为了解决这个问题，过去采用带有多个有效调节区的加热装置，正如从上述德国专利 DE 199 07 497 C 已知的，以及按照德国专利 DE 100 59 665 C1 的自优化控制方法。通过这个加热装置，加热阶段中基片的中心与边缘相比受到较强的加热，而在达到该最终温度之后重新使该边缘与中心相比受到较强的加热。尽管该已知的装置和该已知的控制方法带来良好的结果，但是总还存在再进一步提高热处理时的温度均匀性的需求，对下一代光掩模 (65nm 节点) 尤为如此。

### 发明内容

因此，从已知的技术现状出发，本发明的任务在于，提出一种可

以达到改善的热处理均匀性的基片热处理的方法和装置。

按照本发明，这个任务用一种基片热处理的方法解决，此时使该基片与加热板接触或者与之离得很近，该加热板用该加热板背离基片的一面上的多个单独可控的加热元件进行加热，该加热板至少在其平面上，亦即，在径向被与此隔开的框架包围，气体通过框架和该加热板的至少一个边缘之间的间隙引入，其中该气体引入得使之不与该基片接触，而且控制气体的流量和/或温度，以便影响该加热板边缘的温度。通过在框架和加热板之间产生的间隙以及气体通过这些间隙的受控的引入，可以有效地冷却该加热板的边缘区域，借此使改善基片热处理的均匀性成为可能。除了其他控制参数以外，气体通过间隙的受控引入使有目的地冷却加热板的边缘区域成为可能，以便例如在加热阶段中该基片与中心相比较少被加热。该有效的冷却使迅速地改变，特别是降低该加热板边缘区域的温度成为可能。降低该加热板边缘区域的温度的速度，例如可以比通过降低该加热元件边缘区域能量引入所能达到的快得多。

按照本发明的方法使在改善温度均匀性的情况下对基片进行热处理成为可能。

按照本发明一个优选的实施例，在基片热处理之前和/或在其过程中改变间隙沿着该加热板边缘至少一部分范围的宽度，以便调整该间隙范围内气流的比例，并以此改变这个范围内的冷却。例如以此可以有目的地不对称地冷却该加热板的边缘区域，以便平衡该加热装置的加热比例的不对称性。这时，该宽度优选在 0 和 5mm 之间的范围内，特别是在 1 和 5mm 之间局部改变。

为了良好地引入气体，优选在进入间隙之前在偏转元件上偏转，以便有目的的冷却加热板的边缘范围。在本发明一个特别优选的实施例中，该气体是环境空气。以此引导环境空气通过间隙，给出一个特别简单的装置结构。因为上述方法一般在纯气流中进行，其中预定用经空调的空气，用环境空气达到良好的和稳定的冷却，因为在一般情况下环境空气的温度是已知的而且保持恒定。

在一个替代的实施例中，该气体是冷却气体，它在一个基本上闭合的冷却回路中循环。冷却气体，也可以是空气，的使用和它在一个基本上闭合的冷却回路中循环，不仅使控制流过间隙的气体流量，而且使控制气体的温度成为可能，以此可以更好地控制该加热板边缘区域的冷却。

根据此次热处理之前求出的曲线，控制通过间隙引入的气体流量、间隙宽度和/或气体的温度，以便在不同的工序中规定该加热板的边缘区域的一个各自预先确定的冷却。

在本发明的另一个实施例中，对基片背离加热板的一面上的温度进行特定地点的测量，当基片表面上不同的地点之间的温度差超过一个阈值时，根据基片上实测的温度分布，改变该热处理之前求出的相对通过间隙引入的气体流量、间隙宽度和/或气体的温度的曲线。以此便有可能根据基片上的温度分布对加热板边缘区域温度进行快速的控制或调节这时，优选保存一个在热处理过程中改变了的针对通过间隙引入的气体流量、间隙宽度和/或气体的温度的曲线，并作为重新求出的曲线用于下一次处理，以便使预先给定的曲线的预测控制和自优化成为可能。

替代地或附加地，优选进行基片背离加热板的一面上的特定地点的温度测量、每个加热元件的温度测量和采用 PID 调节算法对每个加热元件的温度调节，其中加热元件的实测温度设置为实测值，而且其中当基片表面上不同的地点之间的温度差超过阈值时，根据基片上的实测温度改变 PID 调节算法用的该热处理之前求出的温度额定值曲线。

为了进行自优化过程控制，优选保存一条在热处理过程中改变了的额定值曲线并作为重新求出的额定值曲线用于下一次处理。

按照本发明另一个实施例，对一次热处理之后基片一个表面上的结构宽度，特别是漆的结构宽度，进行特定地点的测量，并根据测量算出热处理时基片表面上特定地点的温度曲线，其中根据计算出来的基片上的温度曲线，为下一次热处理过程调整通过间隙引入的气体



量、间隙宽度和/或气体的温度。以此又可以使过程的自优化成为可能，因为在上一次处理过程中出现的不均匀性可以通过改变控制曲线在下次处理中考虑。

本发明的任务还用基片热处理用的装置解决，该装置具有加热板；把基片支持得与该加热板接触或者与之离得很近的装置；在该加热板背离基片的一面上多个的单独可控的加热元件；一个框架，其在加热板平面上，亦即径向上包围该加热板，其中该框架与加热板隔开，而且在该框架和该加热板的至少一个边缘之间形成至少一个间隙；和至少一个装置，用于引入气体通过间隙，其中该装置控制通过间隙引入的气体的流量和/或温度，而且其中设置引入气体，使之不与基片接触的装置。上述装置又使加热板边缘区域的快速反应的温度控制成为可能，其中可控地引导气体通过加热板边缘和框架之间的间隙。

为了可以控制各个边缘区域的冷却，优选设置至少一个安装在框架上可调整的元件，用于局部调整间隙的宽度。以此可以调整冷却曲线，特别是沿着该加热板至少一个边缘不对称地的冷却曲线，以便抵制该加热板的不对称的加热。这时，该间隙优选在 0 和 5mm 之间，特别是在 1 和 5mm 之间可局部调整。

按照本发明一个优选的实施例，沿着该加热板的一个边缘设置多个的元件，以便沿着该边缘预设不同的冷却曲线。这时，这些元件对加热板呈现的轮廓线优选与处于加热板相反边缘的轮廓互补，以便在各自的元件的范围内产生一个基本上保持恒定的间隙。

对于本发明的一个简单结构，该框架优选具有一个底壁和至少一个侧壁，其中该至少一个侧壁径向包围该加热板，其中该底壁上面形成气流空间，它与间隙连接，而且其中引导气体通过间隙的可控装置与框架的底壁中的开孔连接。以此可以简单地通过在该加热板下面形成的气流空间让空气抽吸或通过该间隙压入，其中框架的底壁和加热板之间的空间可以用作分布空间，这使空气通过间隙均匀地成吸入或吹入为可能。

优选设置偏转元件，它在边缘区域在它们的上侧与该加热板接

触，并在间隙的一端形成气流沟道。以此促进气体通过间隙的受控引导和加热板边缘区域的受控冷却。

对于该装置的简单结构，该间隙与环境空气连通，使得环境空气可以被引导通过间隙进行冷却。为了达到更好的冷却或冷却控制，在一个替代的实施例中，该间隙是一个基本上闭合的气流循环的一部分，其中安排冷却和/或加热装置。

优选设置在背离加热板的基片表面上装设的特定地点的温度测量装置和过程控制单元，后者与该温度测量装置和该引导气体通过间隙的可控装置连接，以便求出基片表面上的温度分布，并根据该温度分布，控制该引导气体通过间隙的可控装置。这使冷却适应热处理过程中基片表面上的温度分布成为可能。

为了对各单独的加热元件进行良好的控制，优选给每个加热元件配置一个温度传感器，用于测量其温度，而且再设置至少一个PID调节器，它们与加热元件和所配置的温度传感器连接，以便使热处理过程中各个加热元件的温度调节成为可能。这时，优选为每个加热元件设置PID调节器，以便保证稳定的实时控制。当只设置一个单一的PID调节器时，例如可以顺序地调节各个加热元件，然而这样加热元件的调节要在时间上相隔一段间隔时间。

该过程控制单元优选与一个或多个PID调节器连接，并根据基片表面上的温度分布求出各个加热元件用的温度额定值，并将其传输给这一个或多个PID调节器。以此使根据基片表面上的温度分布进行外部干预和修改各个PID调节器的温度额定值成为可能，以此可以改善温度均匀性的调节。

按照本发明一个特别优选的实施例，引导气体通过间隙的可控装置安排在该加热板中心下面，以便就侧边支持向该加热板均匀地引入气体。这时，该引导气体通过间隙的可控装置优选是抽吸装置，例如通过间隙吸入环境空气。

在本发明一个特别优选的实施例中，引导气体通过间隙的可控装

置是一个控制单元，用于调整通过间隙引入的气体量和/或气体的温度。

#### 附图说明

下面将根据附图更详细地说明本发明；在附图表示：

图 1 是本发明加热装置的示意顶视图，其中为视图简单起见，略去了一些元件；

图 2 是按照图 1 的装置的示意剖面图；

图 3 是按照本发明加热装置一个替代的实施例沿着 III-III 线的示意剖面图；

图 4 是按照图 3 的装置的示意剖面图；

图 5 是按照本发明的和按照一个对比方法的热处理过程中基片表面上平均温度曲线；

图 6 是基片表面上的局部温度偏差曲线，按照本发明的热处理与按照一个对比方法的热处理对比；

图 7 是加热程序自动优化用的调节回路的图示；

图 8 是在考虑基片上漆的结构宽度的情况下加热程序的自动优化用的调节回路的一个替代表达；

图 9 是按照本发明优化后的加热程序的图形表示；

图 10 是本发明替代的加热装置的示意顶视图；

图 11 是按照图 10 的加热装置的示意顶视图，其中示出该装置不同位置上的可调整的元素；

图 12 是按照图 10 的加热装置的示意顶视图，其中也表示了不同位置上装置的可调整的元素。

#### 具体实施方式

图 1 和 2 表示按照本发明的第一实施例处理基片 2 的装置 1 的示意顶视图或其剖面视图。为了清楚地显示本发明，在图 1 顶视图中略去一定的在图 2 中可以看到元件。

装置 1 具有一个平的，在顶视图中为正方形的加热板 4，其具有

上侧6和背侧7。在背侧7上安装加热元件9,其中正如在图1顶视图中所表明的,总共设置了25个加热元件9。在该加热板中或其上设置支持元件11,它们或者是固定的或者是高度可调的,以便升高或降低处于其上的基片2。正如在图1顶视图看到的,在所示实施例中总共设置8个支持元件11,尽管自然也可以设置与此不同的数目。

正如在剖面图2看到的,在该加热元件9的下面,设置绝缘板13,它通过一个小的空气缝隙15与加热元件9隔开。空气缝隙15用作电线等进入的空间。用于控制加热元件9。作为替代也可以使绝缘元件13与加热元件9的背侧直接接触,只要形成与该绝缘元件相应的引入口。每个加热元件还配置一个温度传感器,例如,固定在每个加热元件的背侧。

该加热板4、加热元件9和绝缘元件13用已知的方法彼此连接,以便形成加热板单元17。加热板单元17纳入外部框架元件19内部,并用没有示出的支持件支持于其中。框架元件19基本上由底壁20以及相应的侧壁22组成。在所示实施例中,设置多个侧壁22,形成一个正方形的框架。在该侧壁22的上端各自总共设置5个可在水平方向上调整的元件24,其功能将在下面更详细地说明。

加热板单元17安排在框架元件19内的中心,其中可调整的元件24在该加热板4的高度上带有处于其下的加热元件9。

带有可调整的元件24的侧壁22在径向包围加热板元件17,亦即在该加热板单元17和侧壁22之间形成间隙A。可以通过可调整元件24在0mm和5mm之间的范围内局部改变间隙A的间隙宽度,亦即,当沿着一个侧边范围预定无须冷却时,该间隙局部可以完全关闭。这时,但是只是在局部区段关闭间隙,优选在1至5mm的范围内调整该间隙宽度,正如下面还将更详细说明的。这时元件24的预调整选择得使正方形加热板的角范围内的间隙A大于其他范围,正如在图1顶视图上可以看到的。另外,在框架元件的底壁22和加热板单元下侧之间形成气流空间23,与间隙A相连。

作为框架的一部分设置偏转元件 26，它们与加热板 4 上侧 6 接触。在偏转元件 26 和侧壁 22 上侧之间设置气流开孔 B。通过偏转元件 26 一个倾斜段 28，穿过气流开孔 B 进入气流间隙 A 的方向偏转，或者一个通过间隙 A 向上离开的气流径向向外部偏转。自然该偏转元件 26 还可以设置得与框架 18 分离。该偏转元件做到使通过该间隙流动的空气不与所处理的基片接触。

框架元件 19 的底壁 20 具有设于中心的中央开孔 30，连接抽吸管 32。在抽吸管 32 的范围内设置一个可调节的通风机 34，用于抽吸气体，优选是环境空气通过该气流开孔 B 进入间隙 A 和气流空间 23，并通过抽吸管喷出。

正如在图 2 可以看到的，该装置还设有盖板 36，在闭合状态下它接触该加热板上侧并形成基片 2 的容纳空间 37。盖板 36 可以以适当的方法相对于框架元件 22 和该加热板单元 17 移动，以便在该加热板 4 的上侧 6 和盖板 36 之间形成一个基本上闭合的容纳空间 37。盖板 36 设置一个不再详细地表示的温度测量装置，它进行基片 2 上侧特定地点的温度测量。这种类型的温度测量的结果引入一个没有更详细示出的控制装置。

下面按照图 1 和 2 更详细地说明加热装置 1 的操作。

首先在打开盖板 36 的情况下把基片 2 放置在支架元件 11 上。接着，关闭盖板 36，以便形成基本上封闭的容纳空间 37，正如图 2 所示。接着，按照一个预先给定的加热曲线控制加热元件 9，按照一个预先给定的通风曲线控制该通风机，例如这些曲线是在标定过程中针对要求的热处理过程求出的。相应的加工程序，带有加热或通风曲线示意地示于图 9。图 9 表示在热处理的不同阶段上要达到的温度以及在该不同阶段上相应的通风调整。

这时，各个加热元件 9 的加热曲线设计得使背离加热板 4 的基片 2 上侧达到尽可能均匀的温度分布。各个加热元件 9 的控制根据 PID 调节算法进行，其中分配给各自加热元件 9 的温度传感器的测量结

果设置为实测值，而在图 9 中为热处理不同阶段预先给定的温度表示额定值。

通风机 34 用相应的方法按照预先给定的通风机曲线控制，以便通过气流沟道 B 和间隙 A 抽吸环境空气，环境空气沿着加热板 4 的外边缘和处于外部的加热元件 9 流动。通风机同样按照以前求出的程序以预先确定的方法控制，以便使加热板 4 和处于外部的加热元件 9 达到相应的边缘冷却。

尽管用于相互相继的过程的一次求出的加工程序可以不加改变地采用，但是在所示实施例中设置了对加工结果的监测和在给定情况下对加工程序的修改。

作为这样的监测和修改的范例，图 7 表示加工程序自动优化流程图的示意图。按照图 7，框 40 在采用预先给定的加工程序的情况下开始基片的热处理。接着，框 42 特定地点地，亦即，在不同的地点测量背离该加热板的基片表面上的温度。从基片上侧不同地点产生的该测量结果算出该温度分布的均匀性，用  $\delta$  表示。该均匀性  $\delta$  由系数给出：

$$\sum_i \frac{\Delta T(i)}{T(i)} / \Delta t$$

在判断框 44 中计算出来的均匀性与表示最大允许温度偏差的最大均匀性值比较。当均匀性  $\delta$  小于最大允许均匀性值  $\delta_{\max}$  时，加工程序不加改变地继续，直至达到结束为止。加工程序结束时步骤 46 结束各个加热元件 9 和通风机 34 的控制，接着，用已知的方式和方法卸下基片 2。

然而当框 44 确认该均匀性  $\delta$  超过最大允许均匀性值  $\delta_{\max}$  时，在步骤 48 重新算出加工程序并改变该加热曲线和/或该通风曲线，以便达到基片上均匀的温度分布。重新计算加工程序时，可以与原来预先给定值相比，特别是改变以前确定的各个加热元件的额定值曲

线。一个这样的过程控制，例如控制加热元件用的控制过程已在德国专利 DE 199 07 497 C2 中描述，不再重复。这种类型的过程控制用来达到基片 2 表面上改进了的温度均匀性。

替代地或附加地，还可以与预先给定的通风曲线相比控制通风机 34，以便例如使加热板 4 或者处于外部的加热元件 9 达到快速边缘冷却或者它本身的强度较低的冷却。还可以改变沿着加热板 4 的周边或处于外部的加热元件 9 改变间隙 A 的宽度。这时，间隙宽度的这个改变可以只沿着一个或者沿着多个边缘，和只设置在部分范围，以便以此达到由该气流规定的冷却能力的目的，在预先规定调整的范围内的改变。

因此，提供了使基片 2 表面上达到温度均匀化的不同可能性。

在框 46 中在热处理结束之后贮存重新计算的和改变了的加工程序，并作为新的加工程序提供给下一次热处理。以此可以在对多个的基片 2 进行热处理时达到系统的自优化。

图 8 表示加热程序自动优化的一个替代的流程图，其中图 8 的 C 段基本上与上述流程图对应。因此，在 C 段中使用和图 7 中相同的引用符号。然而 C 段前接预先处理过的基片上漆结构宽度的光学测量。这时，该光学测量也是特定地点的，以便在基片上漆结构宽度方面测定局部差异，例如正如在美国专利 US6,235,439B 所描述的，以便能对热处理时基片表面上局部温度曲线下结论。在框 50 进行漆的结构宽度的光学测量。在下一步骤 52 中，特定地点地算出预先进行的热处理时的温度曲线，并根据该温度曲线求出优化后的加工程序，目的在于达到基片上较均匀的温度分布。然后在框 40 中把这个这样优化后的加工程序作为启动程序使用，必要时如上所述再次在热处理时加以改变，接着保存之。

图 5 和 6 表示在按照上述实施例进行的空气吸入的热处理和没有受控空气吸入的热处理之间基片表面上的平均温度  $T(t)$  或温度偏差  $\Delta T(t)$ 。这时，图 5 曲线 55 表示按照本发明热处理过程中基片表面

上的平均温度  $T(t)$  与时间的关系，亦即，带有受控的空气吸入，而曲线 56 表示没有受控的空气吸入的加工过程中基片表面上的平均温度  $T(t)$ 。曲线 55 和 56 几乎没有差别，因此，受控空气吸入对基片表面上的平均温度  $T(t)$  只有很小影响。

在图 6 中曲线 58 表示按照本发明，亦即，带有受控的空气吸入热处理时基片表面上不同地点之间的温度偏差  $\Delta T(t)$ 。曲线 59 与此相反表示在没有受控空气吸入的热处理时基片上相应地点的之间的温度偏差  $\Delta T(t)$ 。图 6 明显地表示，特别是热处理开始时在按照本发明的过程中，温度均匀性明显地优于对比过程。此外这还归因于，通过该受控的空气吸入可以快速影响该加热板的边缘区域和处于外部的加热元件的温度，使得边缘效应得以快速平衡。正如在图 6 还可以看到的，在一个应该设置得基本上恒定的温度的范围内，在该两个过程中温度偏差是基本上相同的，使得本发明，例如在加热阶段，亦即，当温度改变时特别改善均匀性。用同样的方法预期可以改善冷却阶段中的均匀性。

图 3 和 4 表示按照本发明的替代的加热装置 1。其中，只要标示同样的或者类似的元件，图 3 和 4 就使用同样的引用符号。图 3 加热装置 1 沿着图 4 中的 III-III 线的剖面图，而且图 4 表示加热装置 1 的剖面视图。

为视图的简单起见，盖板，诸如图 2 的盖板 36 在图 3 和 4 中均没有示出。

加热装置 1 在带有加热板 4、加热元件 9 和绝缘板 13 的加热板单元 17 方面，具有与按照图 1 和 2 的加热装置基本上相同的结构。设置容纳元件 11，用于隔开支持加热板 4 上面的基片 2。

设置框架元件 19，也是带有底壁 20 和侧壁 22 以及安排在其上的元件 24。然而，框架元件 19 被另一个带有底壁 62、侧壁 64 以及上壁 66 的框架元件 60 包围。该上壁 66 在它的边缘区域与加热板 4 的上侧触点，正如图 3 和 4 所表示的，具有与按照第一实施例的偏



转元件 26 基本上同样的功能。在框架元件 19 和框架元件 60 之间形成气流室 68，它通过间隙 C 和在框架元件 19 和加热板单元 17 之间的间隙 A 形成。通过框架元件 19 底壁 20 中的中央开孔 30 在加热板单元 17 的下侧和框架元件 19 的底壁 20 之间该气流空间 23 与气流室 68 连接。

在中央开孔 30 范围内也设置抽吸管 32，其中安排通风机 34，以便从气流空间 23 抽吸空气并引入气流室 68。以此在两个框架元件和加热板单元 17 之间设置一个闭合的气流循环，在图 4 用多个气流箭头表示。在抽吸管 32 的范围内安排冷却/加热装置 70，以便通过该循环的空气带来希望的温度。这时，空气在循环时优选冷却到一个预先确定的温度，以便在间隙 A 范围内计划该加热板的边缘区域 4 一定的冷却或处于外部的加热元件 9 边缘区域的冷却。

本发明的操作基本上对应于上述操作，其中作为附带的控制参数可以控制通过间隙 A 引导的air 的温度。

正如对专业人员显而易见的是，在图 4 中所示的气流方向不难反转过来，亦即，通风机 34 把空气从气流室 68 吸出并引导进入气流室 23。在气流循环中也可以采用其他的冷却气体代替空气。

图 10 至 12 表示按照本发明另一个实施例的加热装置 1 的不同的顶视图，其中装置 1 的可调整的元件表示在不同位置上。在图 10 至 12 描述的实施例中，只要标示相同的或者等效的元件，就使用同样的引用符号。

加热装置 1 有加热板单元 17，在所示实施例中在顶视图中是圆形的，是为圆形基片的热处理设置的。加热板单元 17 具有与按照上述实施例的加热板单元 17 基本上相同的结构，由上加热板以及处于其下的在图 10 中示意地用点划线表示的各个加热元件 9 组成。各个加热元件 9 可以采取不同的形式，加热元件的数目也可以任意选择，然而加热元件 9 的布置应该尽可能中心对称。按照所示实施例，多个圆弧加热元件 9 设置在逐渐缩小的同心环形范围内。

装置 1 还有框架元件 19，在径向上和它们的背侧包围加热板单元 17。在框架单元 19 的一个没有更详细表示的底壁中也设有一个中间开孔，与抽吸管和安排在其中的通风机连接。在框架元件 19 上也设置多个的可调整元件 24，它们形成为圆弧段。在各个可调整元件 24 之间设置框架元件 19 的固定部分 74，它们具有对应于可调整元件 24 的高度的高度。

该可调整元件可以在图 10 最大向外移动位置和图 11 最大向内移动位置之间调整，以便改变在框架元件 19 和加热板单元 17 之间形成的间隙 A。这时，元件 24 既可以各别调整，同样可以就分组调整。图 12 表示该可调整元件 24 的一个示例性调整，其中在圆周方向上设置不同的间隙大小 A，以便例如平衡局部的温度不均匀性。

按照本发明的加热装置 1 的操作基本上对应于按照上述实施例的装置的操作。

前面根据本发明优选的实施例对本发明作了较详细的说明，但绝不限于这些具体表示的实施例。例如，不同实施例的特征可以自由地彼此结合而且可以更换，只要它们兼容。自然也可以设想不同形式的加热板单元以及框架单元。例如，在按照图 1 和 2 的实施例中也可以采用通过间隙 A 引导的气体进行的温度控制，例如当气流间隙 B 与气源连接时，气体的温度控制便成为可能，就和例如空调装置一样。

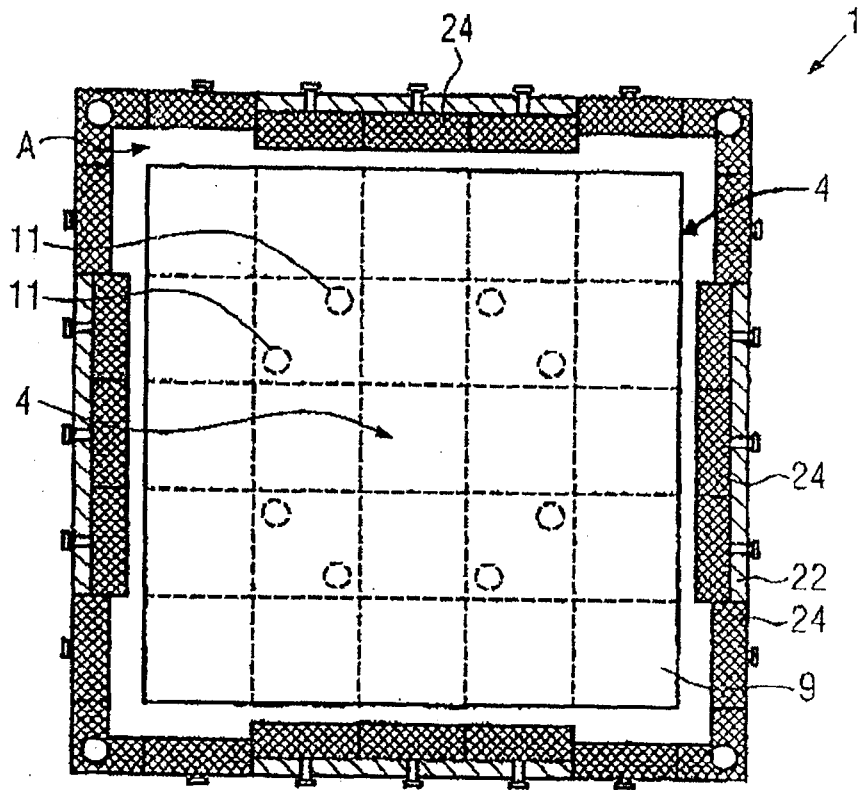


图 1

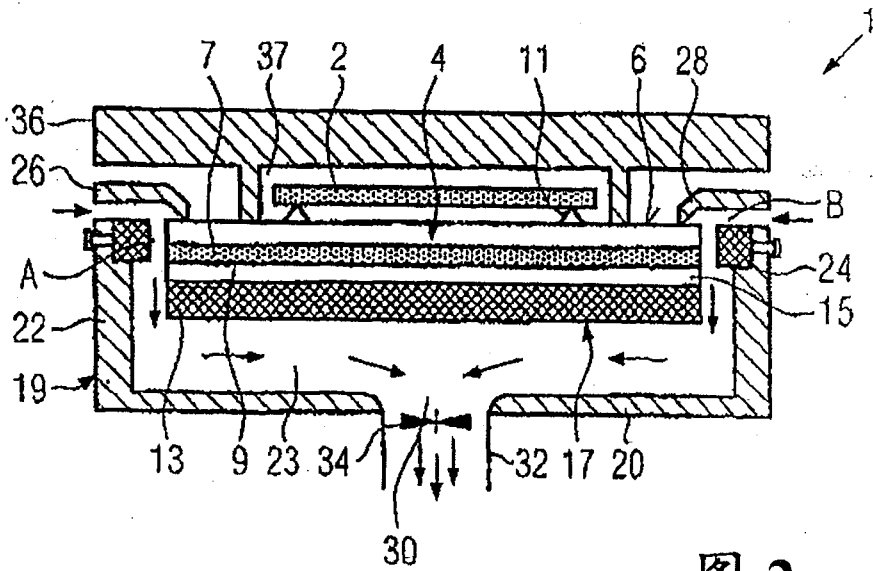


图 2

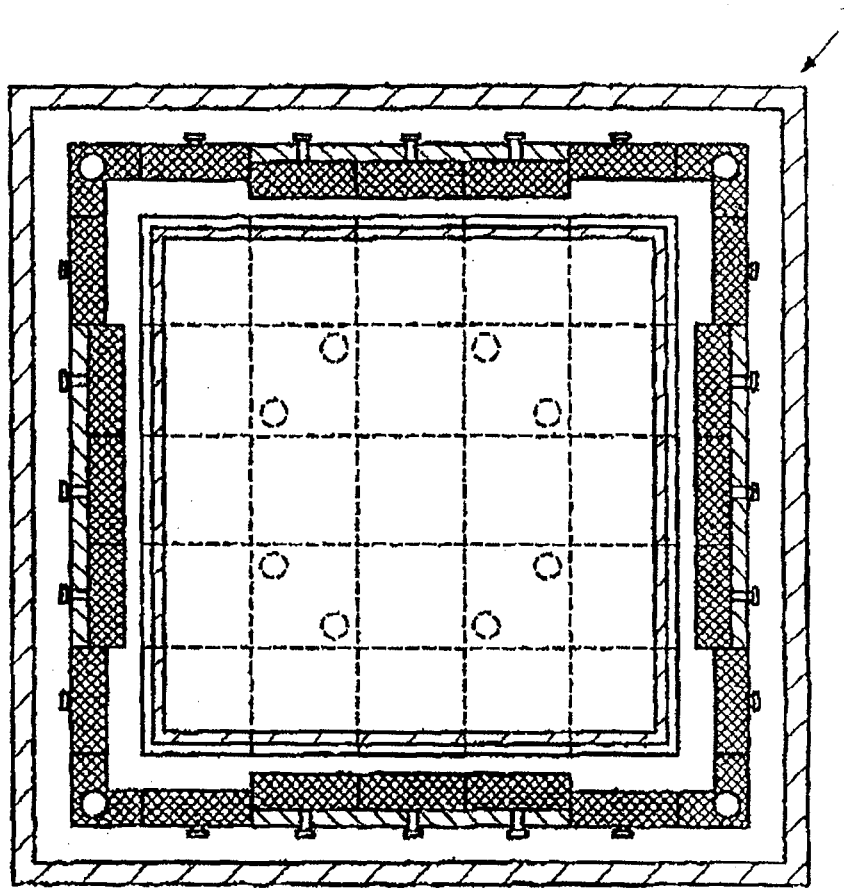


图 3

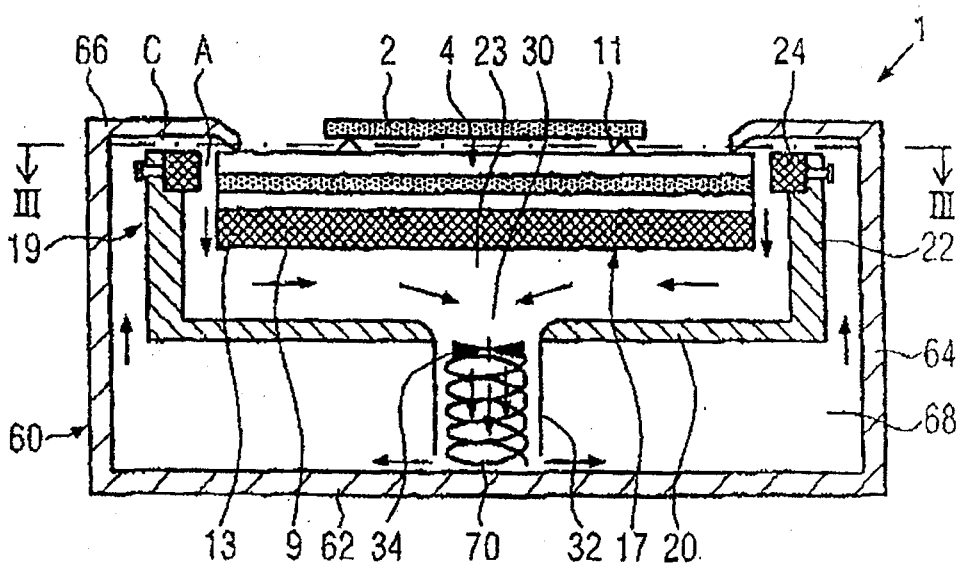


图 4

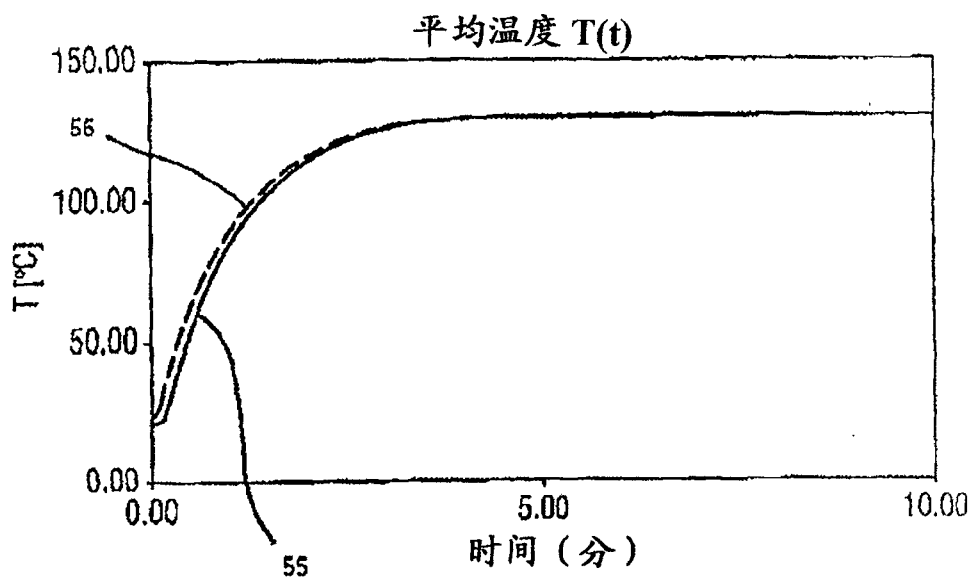


图 5

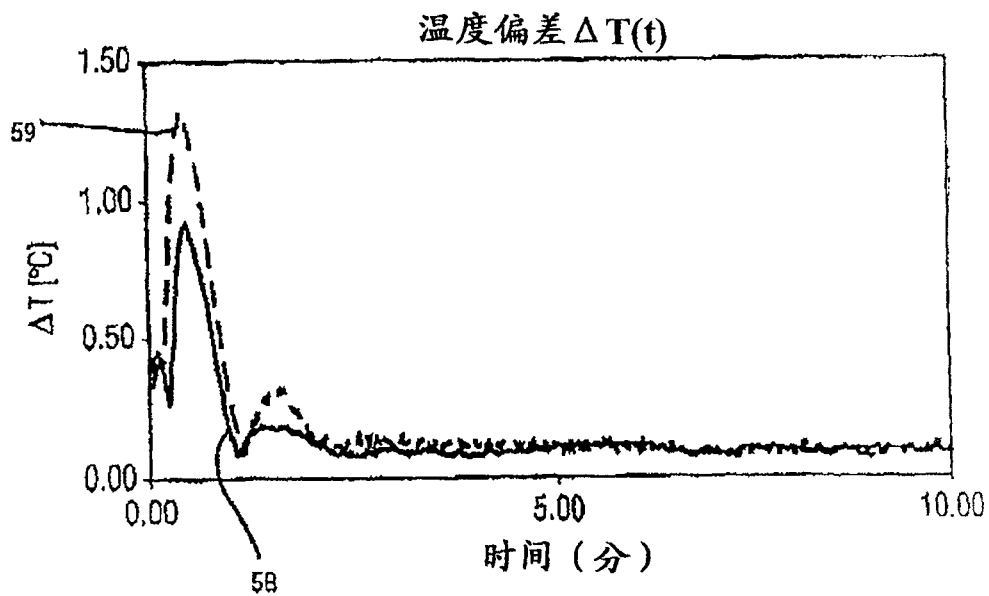


图 6

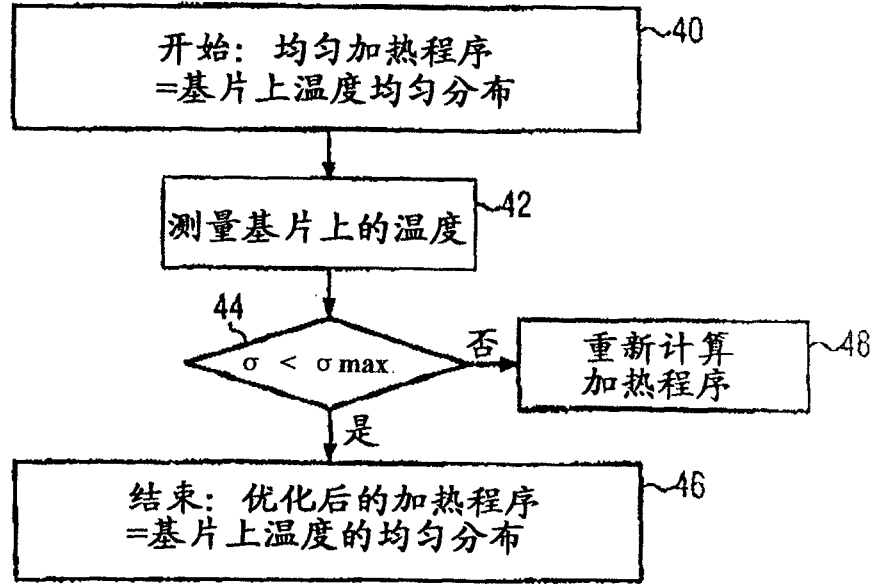


图 7

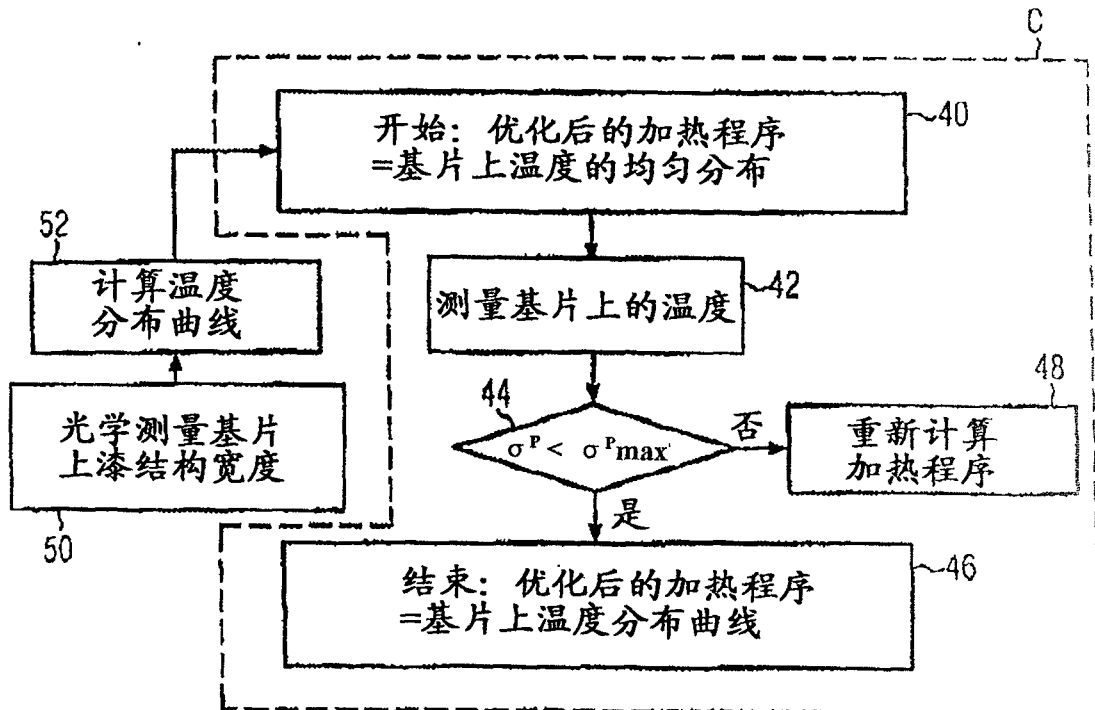


图 8

步骤	时间(秒)	区域1	区域2	区域24	区域25	通风机转数
1	0	97.47	97.47	• 110.27	110.27	12000
2	20	99.35	99.35	• 111.15	111.15	5000
3	20	103.72	103.72	• 114.69	114.69	2000
4	20	113.77	113.77	• 122.32	122.32	2000
5	20	119.1	119.1	• 125.83	125.83	2000
6	20	123.96	123.96	• 129.8	129.8	2000
7	20	126.59	126.59	• 132.17	132.17	2000
8	20	129.03	129.03	• 134.16	134.16	2000
9	20	131.32	131.32	• 135.5	135.5	2000
10	20	133.03	133.03	• 136.68	136.68	2000
11	30	134.63	134.63	• 137.68	137.68	2000
12	30	135.88	135.88	• 138.22	138.22	2000
13	30	136.4	136.4	• 138.58	138.58	2000
14	30	136.35	136.35	• 139.22	139.22	2000
15	30	138.39	138.39	• 141.39	141.39	2000
16	30	137.52	137.52	• 140.07	140.07	2000
17	30	137.6	137.6	• 140.03	140.03	2000
18	30	137.89	137.89	• 140.39	140.39	2000
19	30	137.93	137.93	• 140.47	140.47	2000
20	30	137.96	137.96	• 140.45	140.45	2000
21	30	137.88	137.88	• 140.39	140.39	2000
22	30	137.82	137.82	• 140.36	140.36	2000
23	30	137.83	137.83	• 140.28	140.28	2000
24	30	137.85	137.85	• 140.35	140.35	2000
25	0	97.47	97.47	• 110.27	110.27	5000

图 9

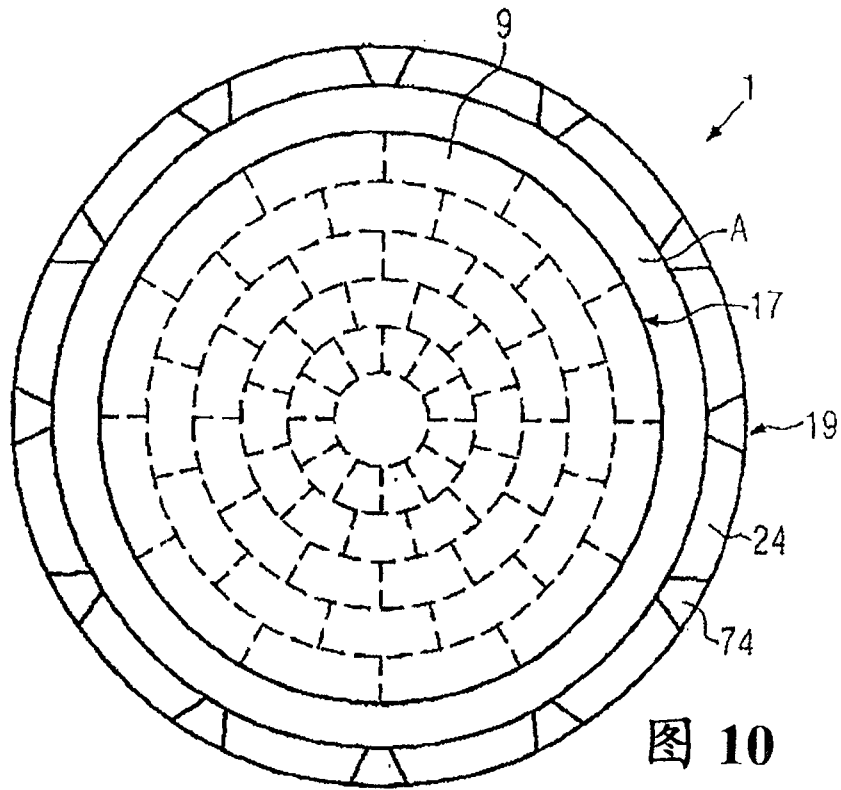


图 10

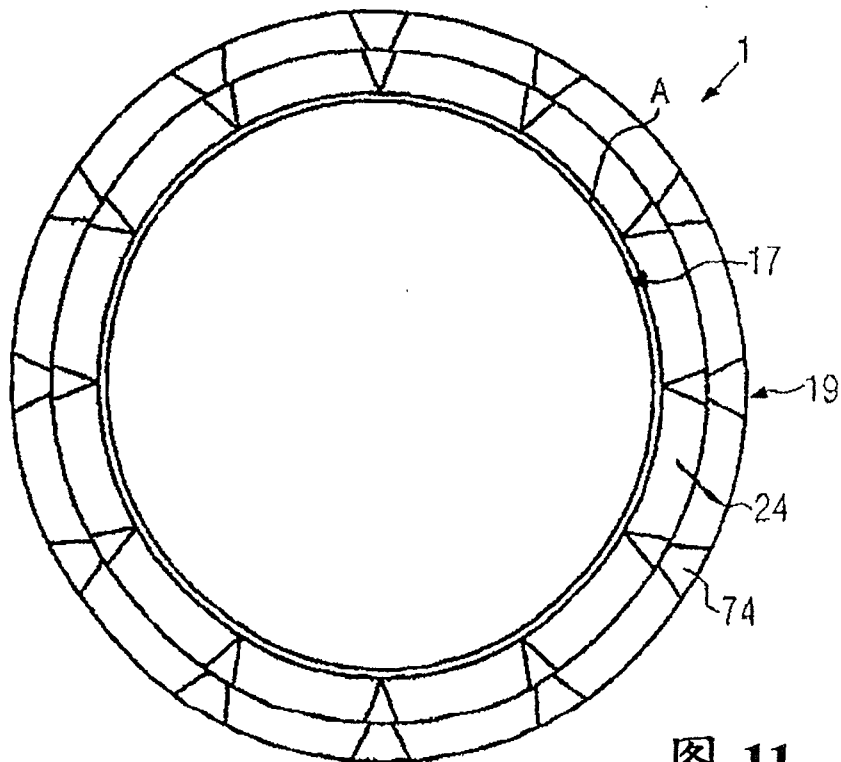


图 11



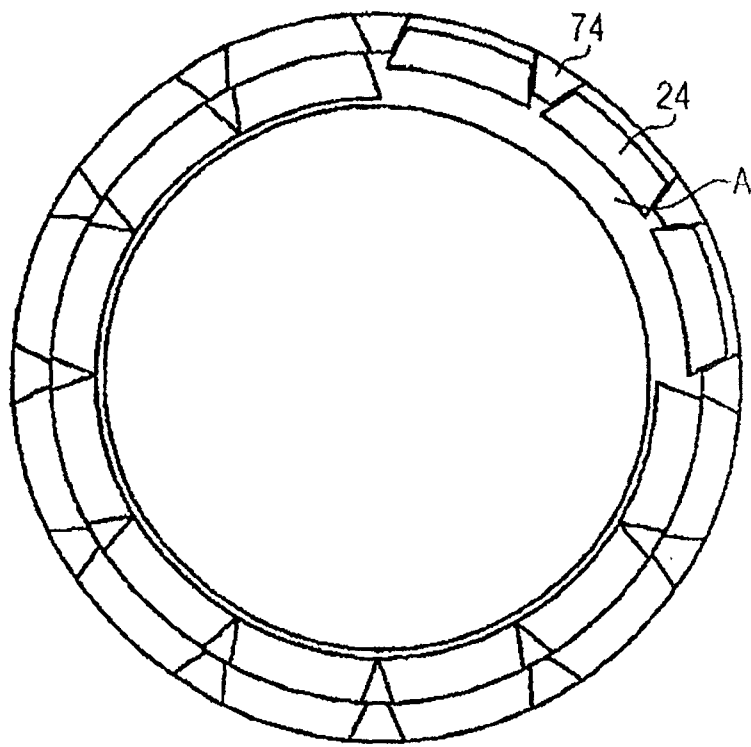


图 12