



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02822523.6

[43] 公开日 2005 年 2 月 23 日

[11] 公开号 CN 1585998A

[22] 申请日 2002.7.30 [21] 申请号 02822523.6

[30] 优先权

[32] 2001.9.13 [33] US [31] 09/951,354

[86] 国际申请 PCT/US2002/024003 2002.7.30

[87] 国际公布 WO2003/023826 英 2003.3.20

[85] 进入国家阶段日期 2004.5.13

[71] 申请人 米歇尔技术公司

地址 美国北卡罗来纳州

[72] 发明人 S·L·沃姆

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

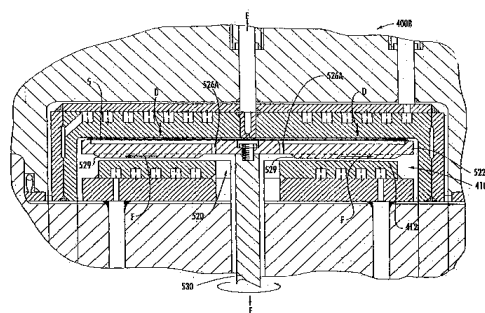
代理人 崔幼平

权利要求书 6 页 说明书 37 页 附图 23 页

[54] 发明名称 用于在压力腔中保持基片的方法和
设备

[57] 摘要

一种用于与基片一起使用的处理腔组件，其包括容器和基片保持器，容器限定一腔。该基片保持器具有旋转轴线，且包括前后相对的表面。表面适于支撑基片。至少一个叶轮叶片从后表面向后，且相对于旋转轴线径向延伸。当基片保持器围绕旋转轴线旋转时，该叶轮叶片可操作的产生趋向于将基片保持到基片保持器的压力差。最好，处理腔组件包括多个从后表面向后且相对于旋转轴线径向延伸的叶轮叶片。



1. 一种用于与基片一起使用的处理腔组件，所述处理腔组件包括：

a) 限定腔的容器；

5 b) 基片保持器，该基片保持器具有旋转轴线，且包括：

前后相对的表面，前表面适于支撑基片；和至少一个叶轮叶片从后表面向后，且相对于旋转轴线径向延伸；

c) 其中当基片保持器围绕旋转轴线旋转时，该叶轮叶片可操作的产生趋向于将基片保持到基片保持器的压力差。

10 2. 根据权利要求1所述的处理腔组件，其特征在于：其包括多个从后表面向后，且相对于旋转轴线径向延伸的叶轮叶片。

3. 根据权利要求1所述的处理腔组件，其特征在于：其包括至少一个在基片保持器的前后表面之间提供流体连通的连接通路，其中叶轮叶片可操作的在该至少一个连接通路中产生小于该基片的前表面上的前压力的保持压力。

4. 根据权利要求3所述的处理腔组件，其特征在于：其包括多个在基片保持器的前后表面之间提供流体连通的连接通路。

5. 根据权利要求4所述的处理腔组件，其特征在于：其包括至少一个形成在基片保持器的前表面上的通道，该至少一个通道与连接通路流体连通。

6. 根据权利要求5所述的处理腔组件，其特征在于：其包括多个在基片保持器的前表面上形成的通道。

7. 根据权利要求1所述的处理腔组件，其特征在于：驱动单元可操作的围绕旋转轴线旋转基片保持器。

25 8. 一种用于与基片一起使用的基片保持器，该基片保持器具有旋转轴线，且还包括：

a) 前后相对的表面，前表面适于支撑基片；

b) 至少一个叶轮叶片从后表面向后，且相对于旋转轴线径向延伸；

30 c) 其中，当基片保持器围绕旋转轴线旋转时，该叶轮叶片可操作的产生趋向于将基片保持到基片保持器的压力差。

9. 根据权利要求8所述的基片保持器，其特征在于：该基片保

持器包括多个从后表面向后，且相对于旋转轴线径向延伸的叶轮叶片。

10. 根据权利要求8所述的基片保持器，其特征在于：其包括至少一个在基片保持器的前后表面之间提供流体连通的连接通路，其中叶轮可操作的在该至少一个连接通路中产生小于该基片的前表面上的前压力的保持压力。

11. 根据权利要求10所述的基片保持器，其特征在于：其包括多个在基片保持器的前后表面之间提供流体连通的连接通路。

12. 根据权利要求11所述的基片保持器，其特征在于：其包括至少一个形成在基片保持器的前表面上的通道，该至少一个通道与连接通路流体连通。

13. 根据权利要求12所述的基片保持器，其特征在于：其包括多个在基片保持器的前表面上形成的通道。

14. 根据权利要求8所述的基片保持器，其特征在于：驱动单元可操作的围绕旋转轴线旋转基片保持器。

15. 一种用于围绕旋转轴线旋转基片保持器的方法，所述方法包括以下步骤：

a) 设置基片保持器，该基片保持器包括：

前后相对的表面。前表面适于支撑基片；和

至少一个叶轮叶片从后表面向后，且相对于旋转轴线径向延伸；

b) 使基片保持器围绕旋转轴线旋转，使得叶轮叶片产生趋向于将基片保持到基片保持器的压力差。

16. 一种用于与基片一起使用的压力腔组件，所述压力腔组件包括：

a) 限定压力腔的容器；

b) 基片保持器组件，该基片保持器组件包括：

1) 设置在压力腔中的基片保持器，该基片保持器包括适于支撑基片的前表面；

2) 限定第二腔的外壳；和

3) 至少一个连接通道提供基片保持器的前表面和第二腔之间的流体连通，当基片安装在基片保持器的前表面上时，该连接通道适于由基片覆盖；以及

c) 被动低压源流体连接到第二腔。

17. 根据权利要求 16 所述的压力腔组件，其特征在于：其包括流体限制器，该限制器适于使流体从第二腔到被动低压源受控的泄漏。

5 18. 根据权利要求 17 所述的压力腔组件，其特征在于：所述流体限制器包括限流孔。

19. 根据权利要求 17 所述的压力腔组件，其特征在于：所述流体限制器包括针形阀。

20. 根据权利要求 16 所述的压力腔组件，其特征在于：所述基
10 片保持器还包括在压力腔和第二腔之间提供流体连通的限制通路。

21. 根据权利要求 20 所述的压力腔组件，其特征在于：其包括：
连接于所述基片保持器的驱动轴；和
插置在所述驱动轴和所述容器之间的密封件；
其中，所述限制通路限定在所述驱动轴和所述密封件之间。

15 22. 根据权利要求 21 所述的压力腔组件，其特征在于：所述密封件是非接触密封件。

23. 根据权利要求 16 所述的压力腔组件，其特征在于：所述被动低压源是至少在环境压力下通向容积的出口。

20 24. 根据权利要求 23 所述的压力腔组件，其特征在于：所述被动低压源是通向环境空气的出口。

25. 根据权利要求 23 所述的压力腔组件，其特征在于：所述被动低压源是通向存储罐的出口。

26. 根据权利要求 16 所述的压力腔组件，其特征在于：其包括补充低压源。

25 27. 根据权利要求 26 所述的压力腔组件，其特征在于：所述补充低压源包括真空泵。

28. 根据权利要求 16 所述的压力腔组件，其特征在于：其包括在第二腔和被动压力源之间的阀。

30 29. 根据权利要求 16 所述的压力腔组件，其特征在于：其包括至少一个形成在基片保持器的前表面上并与连接通路流体连通的通道。

30. 根据权利要求 16 所述的压力腔组件，其特征在于：其包括

连接基片保持器的驱动轴，其中，连接通路延伸通过该驱动轴。

31. 根据权利要求 16 所述的压力腔组件，其特征在于：第二腔中的压力至少是大气压力。

32. 一种用于与基片一起使用的压力腔组件，所述压力腔组件包括：

a) 限定压力腔的容器；

b) 基片保持器组件，该基片保持器组件包括：

1) 设置在压力腔中的基片保持器，该基片保持器包括适于支撑基片的前表面；

2) 限定第二腔的外壳；

3) 限制性的通道提供压力腔和第二腔之间的流体连通；和

4) 至少一个连接通道提供基片保持器的前表面和第二腔之间的流体连通，当基片安装在基片保持器的前表面上时，该连接通道适于由基片覆盖；以及

c) 低压源流体连接到第二腔。

33. 根据权利要求 32 所述的压力腔组件，其特征在于：其包括：连接于所述基片保持器的驱动轴；和

插置在所述驱动轴和所述容器之间的密封件；

其中，所述限制通路限定在所述驱动轴和所述密封件之间。

34. 根据权利要求 33 所述的压力腔组件，其特征在于：所述密封件是非接触密封件。

35. 一种用于将基片保持到压力腔中的基片保持器的方法，所述方法包括：

a) 在压力腔中提供第一压力；

b) 提供基片保持器组件，其包括：

1) 设置在压力腔中的基片保持器，该基片保持器包括适于支撑基片的前表面；

2) 限定第二腔的外壳；和

3) 至少一个连接通道提供基片保持器的前表面和第二腔之间的流体连通；

c) 将基片安装在基片保持器上，使得基片覆盖连接通道；以及

d) 在第二腔中提供第二压力，其比使用被动低压源的第一压力

要低。

36. 根据权利要求 35 所述的方法, 其特征在于: 提供流体从第二腔到被动低压源受控的泄漏。

37. 根据权利要求 35 所述的方法, 其特征在于: 所述基片保持器包括在压力腔和第二腔之间提供流体连通的限制通路。

38. 根据权利要求 35 所述的方法, 其特征在于: 提供第二压力的步骤包括将第二腔设置为与至少在环境压力下的容积流体连通。

39. 根据权利要求 35 所述的方法, 其特征在于: 提供第二压力的步骤包括将第二腔设置为与存储罐流体连通。

40. 根据权利要求 35 所述的方法, 其特征在于: 操作真空泵的步骤包括使其与第二腔流体连通。

41. 根据权利要求 35 所述的方法, 其特征在于: 其还包括相对于压力腔旋转基片保持器和基片。

42. 根据权利要求 41 所述的方法, 其特征在于: 其还包括相对于外壳旋转基片保持器和基片。

43. 一种用于将基片保持到压力腔中的基片保持器的方法, 所述方法包括以下步骤:

a) 在压力腔中提供第一压力;

b) 提供基片保持器组件, 其包括:

1) 设置在压力腔中的基片保持器, 该基片保持器包括适于支撑基片的前表面;

2) 限定第二腔的外壳;

3) 限制性的通道提供压力腔和第二腔之间的流体连通; 和

4) 至少一个连接通道提供基片保持器的前表面和第二腔之间的流体连通;

c) 将基片安装在基片保持器上, 使得基片覆盖连接通道; 以及

d) 在第二腔中提供第二压力, 其比第一压力要低。

44. 根据权利要求 43 所述的方法, 其特征在于: 其包括: 连接于所述基片保持器的驱动轴; 和

插置在所述驱动轴和所述容器之间的密封件;

其中, 所述限制通路限定在所述驱动轴和所述密封件之间。

45. 根据权利要求 43 所述的方法, 其特征在于: 所述密封件是

非接触密封件。

用于在压力腔中保持基片的方法和设备

技术领域

5 本发明涉及用于在压力腔中保持基片的方法和设备。

背景技术

集成电路 (ICs)、光电器件、微机械器件和其它精确制造一般使用施加到基片的薄膜来形成。作为制造过程的一部分,通常必须
10 从基片去除或者清洗一部分或者所有薄膜。例如,在生产包括 IC 的半导体晶片中,薄的光致抗蚀剂层可以施加到半导体基片,随后被去除。

在各种生产步骤以后(例如,在离子注入后,“后端制程”(BEOL)清洗,“前端制程”(FEOL)清洗,以及化学机械平坦化(CMP)后
15 的步骤以后),从微电子基片的表面部件去除的污染物的特性和成分的变化显著。因此,清洗和处理步骤必须用合适的化学品和溶剂来处理这些污染物,以从基片与它们反应、离子化、溶解、膨胀、分散、乳化或者蒸发它们。同样,已经开发了各种基于水和溶剂的系统,以及干燥清洗过程来处理多种废物材料。

20

发明内容

根据本发明的方法实施例,用于清洗微电子基片的方法包括将基片放入压力腔。包括密相二氧化碳的处理流体通过腔循环,使得处理流体接触基片。在循环处理流体的步骤的至少一部分期间,循环
25 地调整二氧化碳的相。

根据本发明的另一个方法实施例,用于清洗微电子基片的方法包括将基片放入压力腔。包括密相二氧化碳的处理流体喷射到腔中的基片上。在喷射处理流体的步骤的至少一部分期间,循环地调整二氧化碳的相。

30 根据本发明的再一个方法实施例,用于清洗微电子基片的方法包括将基片设置在包含包括密相二氧化碳的处理流体的压力腔中,使得基片暴露在二氧化碳下。通过在二氧化碳的供给和腔之间,以及

腔和低压源之间交替二氧化碳质量流来循环地调整二氧化碳的相。二氧化碳的供给的压力比腔高，而低压源的压力比腔低。

根据本发明的又一个方法实施例，用于清洗微电子基片的方法包括将基片放入压力腔。将包括密相二氧化碳的处理流体引入腔中，
5 使得处理流体接触基片，从而清洗基片。从腔去除一部分处理流体。将该部分处理流体再引入腔中。

根据本发明的又一个方法实施例，用于清洗微电子基片的方法包括将基片放入压力腔。将包括密相二氧化碳的处理流体引入腔中，使得处理流体接触基片，从而清洗基片。从腔去除一部分处理流体。
10 蒸馏从腔去除的该部分的处理流体，以从处理流体的其它成分中分离二氧化碳。将分离的二氧化碳再引入腔中。

根据本发明的又一个方法实施例，用于清洗微电子基片的方法包括使用包括二氧化碳的处理流体来清洗处理腔中的基片。从处理腔去除使用过的处理流体。从使用过的处理流体分离二氧化碳。该分
15 离的二氧化碳在处理腔，或者再一个处理腔中再次使用。

根据本发明的实施例，用于清洗微电子基片的设备包括压力腔，以及用于通过该腔循环包括密相二氧化碳的处理流体，使得处理流体接触基片的装置。该设备还包括用于调整二氧化碳的相，同时循环处理流体的装置。

20 根据本发明的另一个实施例，使用包括密相二氧化碳的处理流体来清洗微电子基片的设备包括压力腔。喷射部件可操作的将处理流体喷射到腔中的基片上。该设备还包括用于循环地调整二氧化碳的相的装置。

根据本发明的实施例，用于清洗微电子基片的设备包括含有包含
25 密相二氧化碳的处理流体的压力腔。可流体连接到该腔的二氧化碳的供给。二氧化碳的供给的压力比腔的压力高。可流体连接到该腔的低压源。低压源的压力比腔低。流体控制装置可操作的通过在二氧化碳的供给和腔之间，以及腔和低压源之间交替二氧化碳质量流来循环地调整二氧化碳的相。

30 根据本发明的实施例，用于清洗微电子基片的设备包括压力腔，以及流体连接到腔的包括密相二氧化碳的处理流体的供给。蒸馏系统包括流体连接到腔且可操作的从处理流体分离二氧化碳的蒸馏

器。该蒸馏系统可操作的将分离的二氧化碳再引入腔中，或者再一个腔中。

根据本发明的实施例，用于清洗微电子基片的设备包括含有包含二氧化碳的处理流体的处理腔，以及用于从处理腔去除使用过的处理流体的装置。该设备还包括用于从使用过的处理流体分离二氧化碳的装置，以及用于将分离的二氧化碳返回到处理腔或者再一个处理腔来用于随后的使用的装置。

根据本发明的实施例，用于与基片一起使用的处理腔组件包括容器和基片保持器。该容器限定腔。该基片保持器具有旋转轴线，且包括前后相对的表面。前表面适于支撑基片。至少一个叶轮叶片从后表面向后，且相对于旋转轴线径向延伸。当基片保持器围绕旋转轴线旋转时，该叶轮叶片可操作的产生趋向于将基片保持到基片保持器的压力差。优选的，该处理腔组件包括多个从后表面向后，且相对于旋转轴线径向延伸的叶轮叶片。

根据本发明的另一个实施例，用于与基片一起使用的基片保持器具有旋转轴线，且还包括前后相对的表面。前表面适于支撑基片。至少一个叶轮叶片从后表面向后，且相对于旋转轴线径向延伸。当基片保持器围绕旋转轴线旋转时，该叶轮叶片可操作的产生趋向于将基片保持到基片保持器的压力差。优选的，该基片保持器包括多个从后表面向后，且相对于旋转轴线径向延伸的叶轮叶片。

根据本发明的方法实施例，用于围绕旋转轴线旋转基片保持器的方法包括设置基片保持器。该基片保持器包括前后相对的表面。前表面适于支撑基片。至少一个叶轮叶片从后表面向后，且相对于旋转轴线径向延伸。使基片保持器围绕旋转轴线旋转，使得叶轮叶片产生趋向于将基片保持到基片保持器的压力差。

根据本发明的实施例，用于与基片一起使用的压力腔组件包括容器和基片保持器组件。该容器限定压力腔。该基片保持器组件包括设置在压力腔中的基片保持器，该基片保持器包括适于支撑基片的前表面，以及限定第二腔的外壳。至少一个连接通道提供基片保持器的前表面和第二腔之间的流体连通。当基片安装在基片保持器的前表面上时，该连接通道适于由基片覆盖。被动低压源流体连接到第二腔。

根据本发明的另一个实施例,用于与基片一起使用的压力腔组件包括容器和基片保持器组件。该容器限定压力腔。该基片保持器组件包括设置在压力腔中的基片保持器,该基片保持器包括适于支撑基片的前表面,以及限定第二腔的外壳。限制性的通道提供压力腔和
5 第二腔之间的流体连通。至少一个连接通道提供基片保持器的前表面和第二腔之间的流体连通。当基片安装在基片保持器的前表面上时,该连接通道适于由基片覆盖。低压源流体连接到第二腔。

根据本发明的方法实施例,用于将基片保持到压力腔中的基片保持器的方法包括在压力腔中设置第一压力。基片保持器组件设置为
10 包括设置在压力腔中的基片保持器,该基片保持器包括适于支撑基片的前表面,以及限定第二腔的外壳。至少一个连接通道提供基片保持器的前表面和第二腔之间的流体连通。基片安装在基片保持器上,使得基片覆盖连接通道。在第二腔中设置第二压力,其比使用被动低压源的第一压力要低。

根据本发明的另一个方法实施例,用于将基片保持到压力腔中的基片保持器的方法包括在压力腔中设置第一压力。基片保持器组件设置为包括设置在压力腔中的基片保持器,该基片保持器包括适于支撑基片的前表面,以及限定第二腔的外壳。限制性的通道提供压力腔和第二腔之间的流体连通。至少一个连接通道提供基片保持器
15 的前表面和第二腔之间的流体连通。基片安装在基片保持器上,使得基片覆盖连接通道。在第二腔中设置第二压力,其比第一压力要低。

根据本发明的实施例,用于保留流体的压力腔组件包括限定封闭腔的第一和第二相对可分离的壳体,且流体泄漏通道从该腔延伸到
25 外部区域。内部密封件沿着该泄漏通道设置,以限制流体从该腔流到外部区域。外部密封件沿着泄漏通道设置在内部密封件和外部区域之间,以限制流体从该腔流到外部区域。该内部密封件是杯形密封件。

根据本发明的另一个实施例,用于保留流体的压力腔组件包括限定封闭腔的第一和第二相对可分离的壳体,且流体泄漏通道从该腔延伸到外部区域。内部密封件沿着该泄漏通道设置,以限制流体从
30 该腔流到外部区域。外部密封件沿着泄漏通道设置在内部密封件和

外部区域之间，以限制流体从该腔流到外部区域。该内部密封件是杯形密封件。当该腔中的压力超过外部区域的压力时，该内部密封件适于限制流体从该腔流到外部区域。当该腔中的压力低于外部区域的压力时，该外部密封件适于限制流体从外部区域流到该腔。

- 5 根据本发明的实施例，用于处理基片的压力腔组件包括限定封闭的压力腔的压力容器。基片保持器设置在压力腔中，且适于保持基片。驱动组件可操作的移动基片保持器。该驱动组件包括连接到基片保持器来用于相对于压力容器移动基片保持器的第一驱动件，以及
- 10 与第一驱动件和压力腔流体隔离的第二驱动件。驱动单元可操作的移动该第二驱动件。该驱动单元与第一驱动件和压力腔流体隔离。该第二驱动件非机械地连接到第一驱动件，使得该驱动单元可以通过第一和第二驱动件来移动基片保持器。

- 根据本发明的又一个实施例，用于处理基片的压力腔组件包括限定封闭的压力腔的压力容器。基片保持器设置在压力腔中，且适于
- 15 保持基片。磁性驱动组件可操作的相对于压力容器移动基片保持器。

- 根据本发明的又一个实施例，用于处理基片的压力腔组件包括限定封闭的压力腔的压力容器，以及与压力腔流体连通的外部开口。基片保持器设置在压力腔中，且适于保持基片。驱动组件可操作的
- 20 相对于压力容器移动基片保持器，该驱动组件包括覆盖压力腔的外部开口的外壳，使得密封该外部开口。

- 根据本发明的实施例，压力腔组件包括压力容器和防护加热器组件。该压力容器限定封闭腔。该防护加热器组件包括设置在腔中且插置压力容器的周围部分与保持容积之间的防护加热器。该防护加
- 25 热器适于控制保持容积的温度。该防护加热器与压力容器的周围部分绝缘。

根据本发明的一些实施例，防护加热器和压力容器的周围部分在其间限定绝缘间隙。优选的，该绝缘间隙具有至少 0.1mm 的宽度。

- 根据本发明的一些实施例，防护加热器组件包括一层设置在防护
- 30 加热器和压力容器的周围部分之间的绝缘材料。优选的，该绝缘材料层具有至少 0.1mm 的厚度。

该防护加热器组件还包括设置在腔中且插置压力容器的第二周

围部分与保持容积之间的第二防护加热器。该第二防护加热器适于控制保持容积的温度。该第二防护加热器与压力容器的第二周围部分绝缘。

5 流体喷杆可以安装在防护加热器中。基片保持器可以设置在保持容积中。

根据本发明的实施例,用于与基片和处理流体的流一起使用的处理腔组件包括容器和喷射部件。该容器限定腔。该喷射部件包括形成在其中的至少一个喷射端口,适于将处理流体的流分配到腔中的基片上。响应于处理流体的流通过至少一个喷射端口流出喷射部件,该喷射部件可操作的围绕旋转轴线相对于容器旋转。

该喷射部件可以包括其中包含分配通道的分配部分,该至少一个喷射端口从分配通道延伸到喷射部件的外部。

15 该至少一个喷射端口可以相对于旋转轴线延伸一个角度。优选的,该至少一个喷射端口相对于旋转轴线延伸在大约5到85度之间的角度。

该处理腔组件可以包括多个形成在喷射部件中的喷射端口。

轴承可以插置喷射部件和容器之间,以允许喷射部件和容器之间的相对旋转。

20 根据本发明的又一个实施例,用于将处理流体的流分配到基片上的喷射部件包括一种包含形成在其中的至少一个喷射端口,且适于将处理流体的流分配到腔中的基片上的喷射部件。响应于处理流体的流通过至少一个喷射端口流出喷射部件,该喷射部件可操作的围绕旋转轴线相对于容器旋转。

25 该喷射部件可以在其中包括分配通道,该至少一个喷射端口从分配通道延伸到喷射部件的外部。

该至少一个喷射端口可以相对于旋转轴线延伸一个角度。优选的,该至少一个喷射端口相对于旋转轴线延伸在大约5到85度之间的角度。

该喷射部件可以包括多个形成在喷射部件中的喷射端口。

30 该喷射部件可以包括杆形分配部分,该至少一个分配端口形成在该分配部分中。或者,该喷射部件可以包括盘形分配部分,该至少一个分配端口形成在该分配部分中。

根据本发明的方法实施例,一种将处理流体应用到基片的方法包括将基片放置在容器的腔中。喷射部件设置为包括形成在其中的至少一个喷射端口。处理流体从该至少一个喷射端口分配到基片上。通过使处理流体的通过至少一个喷射端口流出喷射部件,该喷射部件可以围绕旋转轴线相对于容器旋转。

通过阅读附图和下面的优选实施例的详细描述,本领域中的普通技术人员会理解本发明的目的,这样的描述指示本发明的示例。

附图说明

- 10 图 1 是根据本发明的实施例的设备的框图;
图 2 是形成图 1 的设备的一部分的化学品供给/调节系统的框图;
图 3 是形成图 1 的设备的一部分的替换化学品供给/调节系统的框图;
15 图 4 是形成图 1 的设备的一部分的再一种替换化学品供给/调节系统的框图;
图 5 是形成图 1 的设备的一部分的替换再循环系统的框图;
图 6 是形成图 1 的设备的一部分的再一种替换再循环系统的框图;
20 图 7 是根据本发明的实施例的供给/恢复系统的框图;
图 8 是根据本发明的实施例的压力腔组件在封闭位置中的截面图;
图 9 是图 8 的压力腔组件在打开位置中的截面图;
图 10 是形成图 8 的压力腔组件的一部分的上部防护加热器的截面图;
25 图 11 是图 10 的上部防护加热器的顶部平面图;
图 12 是图 10 的防护加热器的底部平面图;
图 13 是形成图 8 的压力腔组件的一部分的下部防护加热器的截面图;
30 图 14 是图 13 的下部防护加热器的底部平面图;
图 15 是图 8 的压力腔组件的放大截面片断图;
图 16 是形成图 8 的压力腔组件的一部分的杯形密封件的透视

图；

图 17 是图 16 的杯形密封件的片断透视图；

图 18 是根据本发明的还有一个实施例的压力腔组件的截面图；

图 19 是根据本发明的还有一个实施例的压力腔组件的截面图；

5 图 20 是形成图 19 的压力腔组件的一部分的卡盘的顶部平面图；

图 21 是图 20 的卡盘的底部平面图；

图 22 是图 20 的卡盘沿着图 21 的线 22-22 截取的截面图；

图 23 是根据本发明的还有一个实施例的压力腔组件的截面示意图；

10 图 24 是形成图 23 的压力腔组件的一部分的卡盘的顶部平面图；

图 25 是图 24 的卡盘沿着图 24 的线 25-25 截取的截面图；

图 26 是根据本发明的还有一个实施例的压力腔组件的截面图；

图 27 是形成图 26 的压力腔组件的一部分的喷射部件的底部视图；

15 图 28 是图 27 的喷射部件沿着图 27 的线 28-28 截取的截面图；

以及

图 29 是根据本发明的还有一个实施例的喷射部件的底部平面图。

20 具体实施方式

现在参考附图来更全面地描述本发明，在附图中示出了本发明的优选实施例。然而，本发明可以以很多不同的方式体现，且不应该理解为限制于这里阐述的实施例；相反，提供这些实施例，使得该公开物全面和完整，且将本发明的范围完全传达给本领域中的普通技术人员。

25 本发明总的涉及，尤其是，在制造集成电路、微电子器件、MEM、MEOM 和光电器件期间或者之后对微电子基片（诸如半导体基片）清洗或者处理。表面污染物和颗粒的去除是集成电路制造过程中的关键步骤。在制造过程中有许多清洗步骤（通常称为“清洗”）。不同
30 类型的清洗包括扩散前清洗、前端制程灰烬后清洗、后端制程蚀刻后清洗、金属沉积前清洗、前端制程等离子带、后端制程清洗/带、离子注入后清洗，以及化学机械平坦化（CMP）后清洗。在制造过程

中有许多的颗粒和污染物类型和来源。这些颗粒和污染物可以是分子的、离子的、原子的或者气态的种类。该来源可以是固有的（例如，抗蚀剂的再沉积）或者该过程（例如，晶片输送）外来的。

从 Al/SiO₂ 转移到 Cu/低介电常数的互连系统的转移提出了使用
5 本发明的方法和设备可以有效地处理的新的挑战。例如，转变到 Cu 的一个主要问题在于当暴露到氧化环境时，Cu 容易腐蚀，因为 Cu 没有 Al 的自我钝化的性能。在双镶嵌结构的清洁期间的 Cu 腐蚀会导致高接触阻抗、底切和绝缘层的剥落，从而减小了电路产量。另外的关注聚集在使用低介电常数材料的传统清洗的化学相容性。例
10 如，已经证明，来自 OSG 的胺化学气体，以及其它无机旋压绝缘膜引起中毒。本发明的方面可以处理目前这些新的互连系统的有挑战性的清洁。

参考图 1，其中显示根据本发明的优选实施例的设备 10。如所示的，该设备 10 适于清洗晶片基片 5 的表面。然而，本领域中的普通
15 技术人员从这里的描述会理解，此后描述的设备和方法的各种特征和方面可以用来清洗或者另外处理晶片或者其它类型的基片或者工件。此外，本领域中的普通技术人员从这里的描述会理解，如果合适，如下描述的各种部件和步骤可以省略或者用其它（例如，传统的）的部件或者步骤来替代。

20 例如，晶片 5 可以是半导体材料的晶片，诸如硅、氧化硅、砷化镓等。晶片 5 具有大致平的工作面 5A 和相对的大致平的背部面 5B。连续的或者不连续的废料层设置在工作表面 5A 上。该废物层可以是一层光致抗蚀剂、反应的离子蚀刻剩余物、化学机械磨光剩余物，或者离子注入后剩余物。在所述层中的废料可以包括无机或者有机
25 污染物，诸如基于聚苯乙烯、丙烯酸、酚醛清漆、环烯马林酞树脂的聚合物；基于氟、氯、溴或者碘离子的蚀刻剩余物；以及具有诸如氧化剂、缓冲剂、稳定剂、表面活性剂、钝化剂、络合剂、耐蚀剂或者其它试剂之类的其它普通浆料助剂的包含硅石或者氧化铝研磨剂的浆料剩余物。可以使用该设备来清洁或者另外处理的其它类
30 型的工件包括，例如，MEM、MEMS、光电器件和 3-D 微/纳结构。

设备 10 包括流体/压力控制系统 100、再循环系统 200、供给/恢复系统 300、压力腔组件 400 和基片处理系统 500（图 8）。压力

腔组件 400 包括压力腔 410。如下更详细地讨论的，晶片 5 保持在压力腔 410 中用于处理。流体/压力控制系统 100 调节和将一种化学品或者多种化学品（也称为添加剂或者调节剂）、二氧化碳（采用液体、气体和/或临界流体（ ScCO_2 ）），和/或化学品和二氧化碳的混合物供给到晶片 5 的工作面 5A。晶片处理系统 500 保持晶片 5，且选择性地晶片 5 移动到有利于均匀清洗。再循环系统 200 可以用来过滤处理流体，且将处理流体返回到压力腔 410。供给/恢复系统 300 供给处理流体，且可以用来清洗处理后的流出物，以及选择性地流出物的一部分（通常，恢复的二氧化碳）返回，以在设备 10 中进一步使用。

更详细地介绍流体/压力控制系统 100，该系统 100 包括包含高压二氧化碳的罐 T1。根据使用设备 10 要执行的过程，在罐 T1 中的二氧化碳的压力最好在大约 400psi 和 4000psi 之间。罐 T1 的体积最好是压力腔 410 的体积的至少 5 倍。温度控制装置可操作地连接到罐 T1。该温度控制装置例如可以是温度传感器和加热线圈或者探头或者热交换器。根据使用设备 10 要执行的过程，在罐 T1 中的二氧化碳的温度最好在大约 0℃和 90℃之间。该二氧化碳可以是液体、气体或者临界相。

多个输出管路 L3、L4 和 L5 流体连接到罐 T1。在期望从罐 T1 供给液体二氧化碳的情况下，管路 L3、L4 和 L5 最好从罐 T1 的下部引出（例如，通过下面出口或者汲取管）。输出管路 L3、L4 和 L5 将罐 T1 流体连接到化学品供给/调节系统 120（在图 1 中示意性地示出，且在下面更详细地描述）、供给管路 L1 和供给管路 L2。阀门 V1、V2 和 V3 设置为分别控制在管路 L3、L4 和 L5 中的流量。

多个化学品供给 S1、S2、S3 流体连接到系统 120。每个供给 S1、S2、S3 可以包括单一的化学品或者多种相容的化学品，其可在各供给 S1、S2、S3 处或者上游组合。这些供给可以包括设置在合适的容器中的各化学品。如果可行，这些容器最好处于大气压，以允许方便地再填充。

由供给 S1、S2、S3 提供的化学品可以包括，例如：水；诸如过氧化物或者高锰酸盐之类的氧化剂；诸如氟化氢的、硫的和氮的之类的酸；诸如仲胺和叔胺之类的碱；氢氧化铵；诸如有机碳酸酯、

内酯、酮、醚、酒精、亚砷、硫醇和烷之类的溶剂；诸如包括氟化段和亲水或者亲脂性的段的块状共聚物或者随机共聚物之类的表面活性剂；具有硅氧烷基成分和亲水或者亲脂性成分的表面活性剂；传统的离子的和非离子的烃基表面活性剂；以及诸如氢氧化铵和胆碱之类的盐。不相容的化学品的例子包括酸和碱。

在每个供给 S1、S2、S3 中可以设置高度传感器，以指示需要再填充和/或提供在过程中使用的化学品的度量。可以设置诸如加热线圈或者封套之类的装置来控制供给的温度。在每个供给 S1、S2、S3 中可以设置混合装置。

如下更详细地讨论，系统 120 可操作的提供一个或者多个受控的化学品（具有或者没有二氧化碳）体积，这些体积可以由系统 120 调节。供给管路 L1 和 L2 每个流体连接到系统 120，以接收化学品的体积或者多个体积。供给管路 L1 流体连接到预压力腔 410 流体连通的喷嘴 191。供给管路 L2 流体连接到压力腔 410 中的喷射部件 190。过滤器 F1 和 F2 分别设置在供给管路 L1 和 L2 中。最好，且如所示的，过滤器 F1 和 F2 位于供给到供给管路 L1 和 L2 的所有管路的下游。

真空管路 L16 流体连接到压力腔 410。真空单元 P1 可操作地通过管路 L16 将压力腔 410 抽成完全或者部分真空。真空单元 P1 可以是泵，或者通过连续地操作真空泵总是保持在真空或者接近真空的一个或者多个罐。真空罐的优点在于，当出现晶片处理时，压力腔 410 可以被更加快速地抽空，且罐可以被再抽空。如果使用多个真空罐，它们可以分阶段操作，以在更短的时间内产生压力腔 410 中的更大真空。

真空单元 P1 可以有利地处理引入系统中的空气（或者周围气体）。在每批步骤中，压力腔 410 可以打开和关闭来插入和/或取出基片。在压力腔 410 打开期间，该腔可以充满周围气体（通常为空气）。使用真空单元 P1 的主动控制和处理可以用来防止周围空气的介入随着时间的流逝而在处理流体（假设完成了一定程度处理流体的再循环）中增加。

循环管路 L6 流体连接到压力腔 410 和系统 120。优选的，管路 L6 从压力腔 410 的下部引出。

第二气体供给罐 T2 流体连接到压力腔 410，在它们之间设置有可控制的阀门 V15。优选的，该第二气体具有比二氧化碳更高的饱和蒸汽压。优选的，该第二气体是惰性气体。更优选的，该第二气体是氦气、氮气或者氩气。

脉冲部件

可变体积的装置或者脉冲发生器 102 可以流体连接到压力腔 410。脉冲发生器 102 包括腔 102B 和在腔 102B 中可移动的加压件 102A。该脉冲发生器 102 可操作地使压力腔 410 中的压力产生快速下降和/或增加（即，脉冲）。优选的，加压件 102A 扫过的体积是压力腔 410 的体积的大约 0.1 到 5 倍。优选的，脉冲发生器 102 适于以大约 1 循环/10 秒到 50 循环/秒之间的速度提供压力脉冲循环。优选的，脉冲发生器 102 适于减小和/或增加压力腔 410 中的压力至少 100psi，更优选的在大约 300psi 和 1500psi 之间。

该脉冲机构可以是任何合适的机构，例如包括连接到线性致动器、旋转轴和连接杆的活塞、通过外部电动线圈可移动的磁活塞，和/或电动、气动或者液压驱动的活塞或者隔膜。在液压或者气动系统中，脉冲机构可以通过阀门组来成对，以快速地接收和释放压力到隔膜的非处理侧，从而移动活塞或者隔膜。在一个实施例中，高压罐 T1 和诸如 T2 之类的低压容器可以流体连接来为脉冲机构（活塞或者隔膜）提供原动力。

可以加入合适的阀门组（没有显示），使得脉冲腔 102B 从一个路径填充，在该路径中的阀门可以关闭，且其后通过包括过滤器的第二路径可以将流体驱回压力腔 410。通过喷射部件 190，第二路径可以将返回流体供给到压力腔 410。如果使用活塞，多个路径可以用来防止将刚从晶片去除的污染物或者在脉冲腔中产生的颗粒再引入。

虽然脉冲发生器 102 所示为连接到压力腔 410 的底部，但是脉冲发生器 102 可以从压力腔 410 的任何高度引出。具体地，当用来促进在压力腔 410 中利用两相（液体/气体）处理流体的过程时，或者用来影响邻近晶片的流体和颗粒流时，可以期望将脉冲发生器 102

构造为从上部引出。可以有利地从基片表面（垂直地）快速地去
除流体，而不是像底部喷嘴那样横过（平行）晶片表面来去除流
体。可以使用相对大的脉冲腔来使得颗粒可以从晶片表面去除，
且还可以使得颗粒很好地从晶片运送走，以防止再沉积。还可
以使用相对大的脉冲腔来使得相通过两相变化，诸如从临界相到
液体到气体。

输出管路 L10 和阀门 V6 设置为选择性地排放压力腔 410 到较
低的压力区域，诸如排放到如下所述的低压罐 T2、流体转移装置（
例如，泵），或者大气。来自压力腔 410 的废物排放可以排放到
低压区域。

- 除了允许从压力腔 410 去除废物以外，管路 L10 和阀门 V6 可
以协力与高压罐 T1 一起使用，以在压力腔 410 中产生压力脉冲。
这可以通过使用罐 T1（即，通过控制一个或者多个阀门 V1、V2、
V3 和/或其它阀门来提供罐 T1 和压力腔 410 之间的开路），关
闭阀门 V6 来增加压力腔 410 中的压力，然后通过打开阀门 V6 来
快速下降压力腔 410 中的压力来实现。废物排放可以到达低压罐，
例如罐 T2。该顺序可以根据需要来重复。

化学品供给/调节系统

- 化学品供给/调节系统 120 可操作的将来自供给 S1、S2、S3（
可以使用更多或者更少供给）的化学添加剂的选定的流或者量
提供到压力腔 410。此外，系统 120 可操作的选择性地控制压力、
温度和多种化学品或者化学品/二氧化碳的流量。根据本发明，
某些替代结构可以用于系统 120，如下所述。从这里的描述可以
理解，公开的实施例的各个方面和特征可以省略或者与这些实
施例的其它方面和特征结合或者被这些实施例的其它方面和特
征替代。

- 参考图 2，化学品供给/调节系统 120A 连同设备 10 的某些
相关部分一起示意性的显示。在大致环境压力下，流体转移装
置 P3 选择性地将来自供给 S1 的化学流体（“第一流”）的重力
流引入或者允许进入到容器 R1。高度测量装置 122 测量容器
中的流体的体积，从而测量要被输送到压力腔 410 中的化学品的
体积。流体转移装置 P3 还可以通过计量通过装置 P3 的流量来
确定在容器 R1 中的流体的体积。此后，在容器中的化学添加
剂可以在重力的作用下通过调节单元 C1（如下所述）、过滤器
F1 和管路 L1 排放到压力腔 410 中。

或者, 通过操作阀门 V1A, 来自罐 T1 的二氧化碳 (例如, 临界二氧化碳 (ScCO_2))、液体二氧化碳, 或者压缩的液体二氧化碳或者气体二氧化碳) 可以通过管路 L3A 输送到容器 R1。从而添加剂和二氧化碳的加压混合物通过单元 C1、过滤器 F1 和管路 L1 输送到压力腔 410。

进一步参考图 2, 系统 120A 适于将包含化学品的处理流体的第二流输送到压力腔 410, 该第二流包括来自与供给 S1 不相容的供给 S2 的化学品。系统 120A 为第二流提供流路, 其与第一流使用的流路分离。该第二流路包括相应于元件 P3、R1、122 和 C1 的元件 P4、R2、122 和 C2。

以如上所述的相同方式, 第二流可以只是化学品流 (即, 没有二氧化碳), 其通过 P4 移动到容器 R2, 然后通过调节单元 C2、过滤器 F2 和管路 L2 到达压力腔 410。或者, 通过操作阀门 V1B, 来自罐 T1 的二氧化碳可以通过管路 L3B 引入容器 R2, 使得添加剂/二氧化碳在压力下输送到压力腔 410。

图 2 还示出了使用循环管路 L6 来通过使用 P4 或者压差从压力腔 410 将处理流体返回到容器 R2。返回的流体可以与第二流再缓和, 以在过程中再使用。在管路 L6 中可以设置另一个过滤器 (没有显示)。

参考图 3, 其中示出了根据本发明的还有一个实施例的化学品供给/调节系统 120B。系统 120B 特别适于输送气体化学品。系统 120B 相应于系统 120A, 除了省略了容器 R1、R2, 且高压二氧化碳通过管路 L3A、L3B 和阀门 V1A、V1B 直接到达调节单元 C1、C2。通过操作流体转移装置 P3 (或者 P4), 系统 120B 可以通过调节单元 C1 (或者 C2) 和过滤器 F1 (或者 F2) 将添加剂 S1 (或者 S2) 注入压力腔 410。或者, 高压二氧化碳可以加入且与各调节单元 C1、C2 中的化学品 S1 或者 S2 混合。在这样的情况下, 输送到压力腔 410 的化学品的体积可以通过计量通过流体转移装置 P3 (或者 P4) 的化学品的流量, 或者测量供给容器 S1 或者 S2 中的体积变化来测量。也可以控制化学品和/或二氧化碳到调节单元 C1 和 C2 的流速, 以获得在输送到腔 410 流中的二氧化碳相对于化学品的需要的比例。

参考图 4, 其中示出了根据本发明的还有一个实施例的化学品供

给/调节系统 120C。该系统 120C 包括流体转移装置 P5，其可操作的选择性地交替从每个供给 S1 和 S2，以及来自罐 T1 的高压二氧化碳的供给（通过管路 L3A 和阀门 V1A）抽取。装置 P5 促使选择的化学品通过调节单元 C3 和过滤器 F1 和 F2 中的一个或者两个（根据阀门 V9 和 V10 的操作），使得流体最终在压力下注入到压力腔 410 中。可选择地，通过使用管路 L3B 和阀门 V1B 将二氧化碳引入调节单元 C3，来自罐 T1 的二氧化碳可以加入到选择的化学品。为了防止不相容的化学品 S1、S2 的混合，来自罐 T1 的二氧化碳（优选的，纯 ScCO_2 ）通过管路 L3A 引入到与流体转移装置 P5 齐平，且到压力腔 410 的剩余流路由两个化学品流共享。

再循环系统

再循环系统 200 包括流体连接到压力腔 410 的下部的输出管路 L7。管路 L8 和 L9 依次流体连接到 L7，且还分别流体连接到过滤器 F1 和 F2 上游的供给管路 L1 和 L2。流体转移装置 P2 可操作的从压力腔 410 抽取流体，且促使流体通过管路 L8 和 L9，且最终回到压力腔 410。该再循环流体流可以与管路 L1 和 L2 中的其它流体流（例如，来自系统 120 和/或来自管路 L3 或者 L4）结合。阀门 V4 和 V5 设置在管路 L8 和 L9 中。

再循环系统 200 可以用来提供到晶片表面的额外的流体机械作用，而不要求额外地去除二氧化碳和/或化学品以及引入新的二氧化碳和/或化学品。此外，再循环系统 200 可以用来在清洗过程期间连续地清洗（例如，过滤、蒸馏或者通过密度调节分离成分）处理流体。

在图 5 中显示了根据本发明的一种替换再循环系统 200A。系统 200A 包括输出管路 L14。返回管路 L15 和 L16 分别将管路 L14 流体连接到压力腔 410 中的再循环喷嘴 193 和喷射部件 190。流体转移装置 P6 可操作的促使来自压力腔 410 的流体通过过滤器 F3，且通过喷嘴 193 和/或喷射部件 190 返回压力腔 410。阀门 V7 和 V8 设置为可以将流体交替输送到喷射部件或者再循环喷嘴，且防止通过喷嘴 193 的非预期的回流。

在图 6 中显示了根据本发明的还有一种替换再循环系统 200B。系统 200B 包括通过转移系统 242 将压力腔 410 流体连接到蒸馏器 243

(具有加热元件 245) 的输出管路 L30。转移系统 242 将来自压力腔 410 的废物流从其初始状态 (即, 液体、压缩液体或者临界流体) 转化为液体。优选的, 该转移系统 242 还适于防止来自蒸馏器 243 的流体的回流到压力腔 410。为此, 转移系统 242 可以包括一个或者多个关闭阀门和/或单向/止回阀门。

如果来自压力腔 410 的废物流是液体, 那么该转移系统 242 不需要改变该流体, 或者只需要改变流体的温度 (例如, 使用加热器或者冷却器)。如果来自压力腔 410 的废物流是压缩液体, 那么该转移系统可以提供压力降低 (例如, 通过弯曲的通路、孔或者控制阀门)。转移系统 242 还可以包括温度改变元件。如果来自压力腔 410 的废物流是临界流体, 那么最好具有上述的压力降低以及温度改变步骤。在这样的情况下, 可能需要或者期望冷却流体, 以越过相谱的 2 相液体/气体区域。

一旦处于液体状态, 在蒸馏器 243 中沸腾/蒸馏流体, 以将流体分离成两种成分: 较轻的成分, 其主要是二氧化碳气体, 以及较重的部分, 其主要是添加剂化学品和夹带的污染物。该较重的成分可以输送到 (例如通过重力) 循环/处理系统 244。

二氧化碳气体 (较轻的) 流通过管路 L31 引导到热交换器 246, 其中二氧化碳气体转化 (通过温度和压力的操作) 为处理流体的条件 (即, 液体、压缩的液体或者临界流体)。如果流体的开始条件是液体, 该交换器可以包括连接到加热装置的传热线圈 247, 使得将来自冷凝流体的热量传导到蒸馏器 243。二氧化碳可以通过过滤、吸附、吸收、隔膜分离、物理分离 (例如, 离心力) 或者静电分离来额外地清洗。然后, 调节的二氧化碳可以提供回来, 以额外地处理基片或者处理随后的基片。额外的化学品可以加入到该到来的流体 (例如, 在混合容器 248 处)。

蒸馏再循环系统 200B 可以用来提供通过压力腔 410 的连续的或者间歇的处理流体流。该质量流可以通过将颗粒从晶片 5 输送离开 (例如, 防止在晶片上再沉积) 和/或在晶片表面上提供机械作用 (搅动) 来用于辅助清洗过程。该质量流可以被过滤或者另外调节。该质量流可以通过在蒸馏器 243 中的增加热来完全驱动, 使得不需要泵或者其他可能产生颗粒的机械装置。多个转移系统 242、蒸馏器

243、热交换器 246 可以用来提供增加的连续流。

每个再循环系统 200、200A、200B 可以用来提供通过压力腔 410 的质量流，而不从该过程回路损失处理流体（除了相对小量的添加剂和颗粒被从处理流体流过滤或者蒸馏掉）。此外，每个再循环系统 200、200A 可以用来提供通过压力腔 410 的质量流，而不改变处理流体的化学成分。

如图 1-5 所示，过滤器 F1、F2 以及过滤器 F3 最好适于提供至少在 10nm（如在纳米级）到 50 微米范围之间的颗粒的过滤。合适的过滤器可以包括烧结的过滤器、袋型的过滤器、磁性过滤器、静电过滤器和/或它们的组合。优选的，如在所示的实施例中，每个到压力腔 410 中的流体流通路具有过滤器作为其在压力腔 410 之前的最终的元件。特别地，用于将流体输送到压力腔 410 的所有阀门和流体转移装置设置在至少一个过滤器的上游。

调节单元 C1、C2、C3 可以包括用于混合添加剂的化学品或者用于混合添加剂和二氧化碳（当存在时）来促进添加剂的均匀性和溶剂化的装置。该调节单元还可以包括用于控制添加剂或者添加剂/二氧化碳的温度的装置。合适的混合装置或者过程包括机械混合器和流动混合。温度控制例如可以使用探头、内部线圈、元件和/或外部封套来获得。例如可以使用电加热器或者流体热交换器。

流体转移装置 P3、P4、P5 最好能够精确地和一致地计量流体的流量。合适的装置例如可以包括隔膜泵、注射泵或者活塞泵。

虽然这里示出了和描述了具体的装置，但是本领域中的普通技术人员会明白，可以进行与本发明一致的各种改进。例如，在系统 120A（图 2）中，循环管路 L6 可以供给到流体转移装置 P3，使得来自管路 L6 的流引导到管路 L1。可以设置阀门组（没有显示）来允许为每个流路选择供给管路（即，L1 或者 L2），使得例如来自供给 S1 的化学品（具有或者没有二氧化碳）可以根据需要引导到喷射部件 190 和喷嘴 191 中的任何一个或者两个。设备 10 可以包括一个或者多个化学品供给通道，其包括管路内容器（即，如在系统 120A 中）和/或一个或者多个平行化学品供给通道，其直接注入（即，如在系统 120B 中）和/或一个或者多个平行化学品供给通道，其用作交替的供给（即，如在系统 120C 中）。额外的过滤器、流体转移装置、容器、

调节单元和阀门组可以根据需要设置，以提供额外的适应性。

清洗/脉冲过程

设备 10 可以用来执行较宽范围的过程，其中，在压力腔 410 中的晶片 5 经历流体流、水池和大气，包括在各种状态下（例如，液体、气体、临界流体）的化学添加剂、二氧化碳和它们的混合物。这样的过程可以用来清洗或者另外处理（例如，涂覆）晶片表面 5A。例如，设备 10 可以用来执行如下共同拥有的美国专利申请的中公开的方法，其公开物在此通过整体参考来引用：

1. 美国专利申请序列号 No.-----；发明人 James P. DeYoung, James B. McClain, Michael E. Cole, 和 David E. Brainard; 2001 年 9 月 13 日提交；以及题为 “Methods for Cleaning Microelectronic Structures with Cyclical Phase Modulation (Attorney Docket No. 5697-45IP)” ；
2. 美国专利申请序列号 No.-----；发明人 James P. DeYoung, James B. McClain, Stephen M. Gross, 和 Joseph M. DeSimone; 2001 年 9 月 13 日提交；以及题为 “Methods for Cleaning Microelectronic Structures with Aqueous Carbon Dioxide Systems (Attorney Docket No. 5697-45IP2)” ；
3. 美国专利申请序列号 No.-----；发明人 James P. DeYoung, James B. McClain, 和 Stephen M. Gross; 2001 年 9 月 13 日提交；以及题为 “Methods for Removing Particles from Microelectronic Structures (Attorney Docket No. 45IP3)” ；
4. 美国专利申请序列号 No.-----；发明人 James P. DeYoung, James B. McClain, 和 Stephen M. Gross; 2001 年 9 月 13 日提交；以及题为 “Methods for the Control of Contaminants Following Carbon Dioxide Cleaning of Microelectronic Structures (Attorney Docket No. 5697-45IP4)” ；

下面的是可以根据本发明实践的典型的过 程。优选的，阀门组、流体转移装置和传感器可操作地连接到计算机化的控制器，以根据需要提供反馈和控制，来执行需要的处理步骤。

晶片 5 插入压力腔 410，且通过诸如粘合剂或者夹子之类的任何合适的装置来固定到卡盘 510。更具体的，晶片 5 以下面关于晶片保

持器组件 520 (图 19) 和 550 (图 23) 所描述的方式中的一种固定到卡盘。此后, 关闭和封闭压力腔的门。

压力腔 410 中的空气和任何其它气体使用真空单元 P1 通过管路 L16 从压力腔 410 排出。

- 5 可选择的, 来自一个或者多个供给 S1、S2、S3 的化学品可以在加压压力腔 410 以前使用化学品供给/调节系统 120 来供给到晶片。

压力腔 410 此后用来自高压罐 T1 的二氧化碳加压 (最好是液体二氧化碳或者 ScCO_2)。优选的, 压力腔 410 加压到至少 400psi 的压力; 以及更加具体的, 在大约 800psi 和 3000psi 之间。此外, 在
10 压力腔 410 中的大气维持在选定的温度 (最好在大约 10°C 和 80°C), 例如, 使用如下所述的防护加热器。

一旦压力腔 410 加压到选定的压力, 密相二氧化碳通过管路 L2 循环到喷射部件 190 和/或喷嘴 191。喷射部件将密相二氧化碳引导到晶片表面 5A。可选择的, 来自一个或者多个供给 S1、S2、S3 的化学
15 品, 具有或者没有液体或者临界二氧化碳混合其中, 可以使用化学品供给/调节系统 120 供给到晶片。

然后, 脉冲发生器 102 和/或高压罐 T1 以及阀门 V6 用来实行循环相调整 (CPM)。更具体的, 脉冲发生器 102 和/或高压罐 T1 以及
20 阀门 V6 操作 (通过处理流体的合适温度控制) 为执行液体、临界和气体状态之间的相变。优选的, 在临界和液体状态之间以循环的方式执行相变。例如, 执行如在共同拥有的美国专利申请序列号 No. -----; 发明人 James P. DeYoung, James B. McClain, Michael E. Cole, 和 David E. Brainard; 2001 年 9 月 13 日提交; 以及题为 “Methods for Cleaning Microelectronic Structures with
25 Cyclical Phase Modulation (Attorney Docket No. 5697-45IP)” 中公开的 CPM 过程, 其公开物在此通过整体参考来引用。

在 CPM 循环期间, 二氧化碳或者具有化学品的二氧化碳可以通过喷射部件 190 应用到晶片 5。来自压力腔 410 的流体和颗粒物质可以从压力腔 410 去除, 且通过再循环系统 200 或者 200A 局部再循环和
30 /或通过管路 L6 和系统 120 再循环。

处理流体 (密相二氧化碳、添加剂和废物) 通过管路 L10 从压力腔 410 去除。如下所述, 二氧化碳可以从压力腔 410 回收到循环罐。

过程通道（包括压力腔 410）可以用来自罐 T1 的纯液体或者临界二氧化碳冲刷一次或者多次。

前面的选择性地将一种或者多种化学品 S1、S2、S3 应用到晶片（具有或者没有二氧化碳），执行 CPM 和去除处理流体的步骤可以根据需要重复。最终的 CPM 循环以后，处理流体被去除，且选择性的，冲洗流体（例如，联合溶剂或者表面活性剂）从供给 S1、S2、S3 分配到晶片 5 上（最好在来自喷射部件 190 的压力）。

压力腔 410 和过程通道（包括再循环通道）此后用来自罐 T1 的 ScCO_2 冲刷，以去除添加剂和剩余的残余物。如果不使用冲洗流体，那么纯二氧化碳（液体或者临界）流体用来从基片去除添加剂和剩余的污染物。冲刷的密相二氧化碳可以再循环，但是最终通过管路 L10 去除。晶片 5 和压力腔 410 的最终冲洗最好使用纯液体或者临界二氧化碳来执行。

此后，解压压力腔 410，且去除晶片 5。

优选的，设备 10 可操作的将来自喷射部件 190 的处理流体在至少 400psi 的压力下，且更加优选的在大约 800psi 和 3000psi 之间的压力下施加到晶片表面上。该过程可以包括使用喷射部件 190 将处理流体施加到晶片，使得喷射部件 190 相对于晶片旋转。喷射部件（例如，喷射部件 190 或者喷射部件 602）和卡盘（例如，卡盘 510、522 或者 552）的任何一个或者两个都可以被可旋转地驱动。

此外，通过经由供给喷嘴（例如，喷嘴 191）将处理流体供给到腔 410，同时通过一个或者多个输出管路（例如，管路 L7、管路 L10、管路 L11 和/或管路 L6）去除处理流体，处理流体的流可以跨过晶片 5 来提供。优选的，设备 10 可操作的在至少 2gpm 的速度下通过腔 410 提供这样的流。

如上所述，该过程可以包括同时脉冲包含处理流体的二氧化碳的密度，且将处理流体喷射到晶片 5 上。同样，如果使用脉冲发生器 102 来实现相调整，那么通过腔 410 的处理流体的流可以同时设置为密度调整。晶片 5 和/或喷射部件 190 可以同时旋转。

在包括应用化学品的上述步骤中的每一步中，化学品可以是任何合适的化学品。具体的，可以理解，这些化学品可以包括联合溶剂、表面活性剂、反应物、螯合掩蔽剂和它们的组合。注意，化学品供

给系统 120 的分离的流路和/或冲刷装置可以用来安全和有效地将不相容的化学品加入腔 410。

- 该设备可以将不同状态（例如，液体、气体、临界）的处理成分输送到腔 410，且可以允许在不同状态下的成分在腔 410 中共存。该
- 5 设备可以提供加热的二氧化碳气体（例如，来自罐 T1）来排放或者冲刷来自清洗腔的处理成分，用于使用液体二氧化碳的清洗步骤。或者，该设备可以输送来自第二气体罐 T3 的第二气体，诸如氨、氮或者氩，以在清洗步骤期间替换处理流体，且在清洗步骤期间，当液体或者临界二氧化碳用作主要处理流体时，先于冲刷步骤。该设
- 10 备还可以在比主要处理流体的温度更高的温度下，但是密度比主要处理流体的密度低的情况下提供加热的 ScCO_2 （例如，临界二氧化碳）用来在清洗步骤后，但是在冲刷步骤前替换处理流体，用于使用 ScCO_2 的清洗步骤。

供给/恢复系统

- 15 供给/恢复系统 300 适于供给和/或恢复和再供给二氧化碳和/或化学品到清洗过程。随着过程的进行，一些二氧化碳会损失。该过程可以包括分批循环，其中，压力腔 410 随着基片连续地加压和减压很多次（例如，晶片移动通过基于二氧化碳的处理设备）。例如，当压力腔打开来去除和更换晶片时，一些二氧化碳会损失到大气
- 20 中。一些二氧化碳会在从系统排放的废物流中从系统损失。二氧化碳的相当大的量被污染或者另外不适于或者可能不适于进一步再循环通过过程回路。为此，必须提供附加的二氧化碳源来补充从该过程损失的二氧化碳。此外，可以期望再循环二氧化碳以及化学品，以在设备 10 或者其它地方再使用。

25 库存二氧化碳供给

参考图 7，供给/恢复系统 300 包括二氧化碳库存供给 312。该供给 312 例如可以是在一个或者多个液体钢瓶、低于室温液体的瓶，或者低于室温液体的批量供给系统中供给的二氧化碳。存储方法最好允许供给液体或者气体的二氧化碳。

- 30 供给 312 流体通过管路 L17 连接到处理腔 410，其设置有阀门 V11，以控制进入压力腔 410 的流量。优选的，采用系统 300，使得来自供给的二氧化碳可以在需要的压力下（最好在大约 15 和 50psig

之间)直接输送到(即,没有任何流体转移装置、加压罐或者类似物的帮助)压力腔 410 中。该供给 312 可以来自气体或者液体源。

如通常分类为工业和商业使用(例如,食品加工,诸如饮料的碳酸化和冷冻干燥, pH 控制,或者干冰)的二氧化碳对于处理微电子晶片不够清洁。通常,这样的二氧化碳供给包括污染物,诸如有机材料、其它气体、水和颗粒物质。因此,系统 300 可以包括供给 312 和压力腔 410 之间的净化单元 D1。该净化单元 D1 可操作的净化二氧化碳供给到必要的超高清洁和纯度。这样,净化单元 D1 使得可以有效地使用食品级或者工业级二氧化碳,从而允许使用现有的二氧化碳供给链和分配链。

净化单元 D1 可以包括一个或者多个下面的方法,用于过滤气体或者液体二氧化碳:

1. 蒸馏:二氧化碳可以从气体供给或者供给的气体部分汲取。液体二氧化碳可以被汲取、沸腾、重新定位到收集体积和再冷凝;
2. 过滤;
3. 隔膜分离(优选的,成对蒸馏);以及
4. 吸收/吸附(例如,基于吸引力或者分子尺寸的捕获)。

还可以通过将额外的二氧化碳引入下面讨论的蒸汽回收器单元 320 来将二氧化碳输送到该过程(更优选的,输送到压力腔 410)。优选的,该额外的二氧化碳首先使用相应于净化单元 D1 的净化单元来净化。

废物流处理

如上关于该过程的讨论中所述,在不同的时候(通常包括每次操作的末端),处理流体可以通过管路 L10 从压力腔 410 去除。这样的流体可以包括液体、气体或者临界二氧化碳、化学品和各种污染物(例如,从晶片去除的颗粒)。

该系统 300 包括低压罐 T2,以接收从压力腔 410 去除的废物流。罐 T2 最好维持在大约环境压力和 3000psi 之间的压力。罐 T2 的体积最好是压力腔 410 的体积的至少 5 倍。

不同的成分可以排放到罐 T2,在这样的情况下,罐 T2 是分段罐或者多重罐。罐 T2 中的压力小于压力腔 410 上游的且与压力腔 410 流体连通的压头的压力,使得压差促使废物流从压力腔 410 进入罐

T2。优选的，高压罐 T1 提供该压头，使得不需要泵或者其它机械装置。

当二氧化碳从压力腔 410 转移到罐 T2 时，其压力的减小可以用来有利于分离。临界二氧化碳的处理流体可以通过压力减小装置（例如，控制阀或者孔）膨胀到较低的压力。在该较低的压力下，处理流体的成分（例如，化学添加剂或者夹带的污染物）可以表现为不可溶，从而有利于将膨胀的流有效地分离成轻流体二氧化碳流和重流体（不可溶）替换流。

临界二氧化碳处理流体也可以通过压力减小膨胀到相谱的两相液体/气体区域。这可以使得不同处理流体在分开的罐或者多重罐的不同分段体积中分割。这样的分割可以有利地减轻混合的废物流产生，混合的废物流比单成分流体流的处理更加昂贵。分割还使得可以利用蒸馏来分离处理流体成分（例如，从用于处理的化学添加剂和夹带的污染物重分离用于再循环的二氧化碳）。

液体处理流体流可以膨胀和加热到气态。这允许持续的像蒸馏一样的分离成分（即，闪蒸的蒸发），例如，如下参考蒸馏系统 340 所描述的。

再循环和废除

在罐 T2 中接收的废物流此后通过管路 L29（其设置有阀门 V12）转移到再循环/废除站 310。该废物流可以通过泵或者类似物来转移，但是最好使用非机械方法，诸如压差和/或重力来转移。至此，废物流在罐 T2 中被分离，有更多的分离管路中的两个输送各分离的流，以通过单元 310 来分离操作。这些流可以以下面的方式由系统 300 处理和引导：

1. 二氧化碳可以处理为经由管路 L27 通过受控的排气或者排出到达安全的大气排放和/或收集，用于无关的使用；

2. 二氧化碳可以经由管路 L22 直接地供给到压力腔 410。该二氧化碳最好通过净化单元 D3 来净化。该二氧化碳当通过管路 L22 输送到压力腔 410 时可以处于比大气压高的压力下，在这样的情况下，其可以用来在每次循环的开始时执行或者增加主处理腔的加压；

3. 二氧化碳可以通过管路 L23 引导到净化单元 D1，此后进入压力腔 410；

4. 气体二氧化碳可以通过净化单元 D2、通过液化单元 314（其调节压力且冷冻二氧化碳气体）引导，且供给到库存二氧化碳供给 312，用于以上述的方式进一步使用；

5. 二氧化碳可以通过净化单元 D4，且使用加压装置（例如，泵）P8 再加压，并通过管路 L25 供给到高压罐 T1。

6. 二氧化碳可以经由管路 L26 通过净化单元 D5 引导到蒸汽回收器罐 320，如下所述；以及

7. 化学添加剂和污染物可以通过管路 L28 且根据好的化学特性处理和/或处置/再循环。

10 蒸汽恢复

处理流体重压力腔 410 排放以后，加压的二氧化碳蒸汽会保留在压力腔 410 中。在打开压力腔 410 来去除基片（例如，晶片）以前，期望和通常必须去除该蒸汽。

15 解压该腔的一种方法是使用受控的释放来排放该腔。或者，压缩机或者泵可以用来降低压力腔 410 中的压力。

二氧化碳的压力还可以使用蒸汽恢复系统 322 和下面的方法来减小。这样的方法和设备可以使用在 1999 年 9 月 24 日提交的美国专利申请序列号 No. 09/404957 和 2000 年 9 月 25 日提交的美国专利申请序列号 No. 09/669154 中公开的方法和设备的特征和方面。

20 蒸汽恢复罐或者加压的容器 322 用来在过程循环的末端通过管路 L18 来快速地捕获二氧化碳（通常，气体或者 SCF）。该捕获的二氧化碳通常是气体或者临界的流体，但是可以是液体（在这样的情况下，最好从腔 410 的底部排放，以避免形成固体/干冰）。以这样的方式，压力腔 410 可以快速地被解压。有利地，捕获方法不受机械装置（例如，压缩机）的体积吞吐量的约束。蒸汽恢复罐 322 的
25 体积最好在压力腔 410 的体积的 1 到 500 倍的量级。

捕获的二氧化碳可以以任何期望的方式来处理，包括：

a) 其可以通过具有阀门 V10 的管路 L21 来处理，最好通过缓冲罐 324；

30 b) 使用管路 L21 和缓冲罐 324，可以恢复和再循环，以在另一个应用中使用（例如，基于二氧化碳的灭火系统，或者用于其它一些使用中的用于再循环的存储容器）；

c) 其可以恢复和再循环, 以用于相同的应用中 (压缩的和/或液化的, 和/或转化为 SCF), 以及再供给到处理系统或者二氧化碳供给系统;

5 d) 其可以用于下一个处理步骤, 以加压压力腔 410 (其可能是加压压力腔 410 达到足够的压力来有效地加入基于二氧化碳的处理流体的先决条件)。

该蒸汽恢复系统可以包括压缩机 P7, 用于辅助将来自压力腔 410 的材料转移到蒸汽恢复罐。例如, 在处理循环的末端, 压力腔 410 可以处于高压 (二氧化碳气体处于蒸汽压或者临界流体, 10 $300 < P(\text{psia}) < 3000$), 且蒸汽恢复罐可以处于低压。为了很快速地解压压力腔 410 到低压 (例如, 环境压力) (例如允许打开腔和去除基片), 同时保留主要的二氧化碳, 两个腔可以相等, 然后:

a) 压缩机可以用来从主处理腔推动更多的二氧化碳到蒸汽回收罐; 以及

15 b) 第二蒸汽恢复罐可以用来 (例如, 以级联的方式) 再次快速地平衡和额外地降低压力腔 410 的压力。

压缩机还可以用来在第一次运转的末端和下一次运转的末端之间从蒸汽恢复罐去除材料, 此时, 可以再次要求蒸汽恢复罐处于低压。捕获的二氧化碳可以以任何上述的方式来处理。

20 应该理解, 除了所示的以外, 各种阀门组和流体控制设备可以用于系统 300。蒸汽回收系统 320 和用于处理来自管路 L10 的废物流的二氧化碳几个选择是独立的, 且任何一个都可以根据需要从系统 300 去除。每个净化单元 D2、D3、D4、D5 可以相应于净化单元 D1 (即, 可以使用上面所列的任何方法 - 蒸馏、过滤、隔膜分离和吸收/吸

25 附)。作为几个净化单元 D2、D3、D4、D5 的替换, 两个或者多个这些净化单元可以组合, 使得各流路每个具有共同的区域通过共享的净化单元, 且此后分叉。

压力腔组件

参考图 8 和 9, 压力腔组件 400 包括上部外壳 420 和下部外壳 30 430。当处于如图 8 所示的关闭位置中时, 外壳 420、430 在其间限定压力腔 410, 且如下更详细地描述的密封系统 450 密封该腔 410。当在如图 8 所示的关闭位置中时, 一对相对的夹具 440 围绕外壳

420、430 的端部，以限制外壳 420、430 的分离。夹具 440 可以移动，以允许外壳 420、430 分离成如图 9 所示的打开位置。

防护加热器

防护加热器组件 460 设置在腔 410 中，且包括上部防护加热器 462 和下部防护加热器 472。该防护加热器组件 460 限定加热器 462、472 之间的保持体积 411。压盘或者卡盘 510 设置在防护加热器 462、472 之间保持体积 411 中，且适于支撑晶片 5，以围绕防护加热器 462、472 之间的垂直轴旋转。喷射部件 190 安装在上部防护加热器 462 的凹槽 464F 中，且适于引导流体通过喷嘴 192 到达晶片的工作面 5A 上。

外壳 420、430 最好每个整体地由不锈钢或者其它合适的金属形成。通道 422A、422B、422C 通过外壳 420 形成。通道 432A、432B、432C 通过外壳 430 形成。如图 9 很好地显示，外壳 420 具有带有外部的环形凸缘 424，环形凹进 425 形成其中，且部分地由垂直壁 425A 限定。外壳 430 具有环形凸缘 434，其具有形成其中的环形凹槽 435。凸缘 434 具有垂直壁 434A。外壳 420 和 430 分别具有相对的环形邻接面 426 和 436。

参考图 10-12，上部防护加热器 462 包括具有顶部壁 464A 和环形侧壁 464B 的内部部件 464。螺旋流体通道 466A 形成在顶部壁 464A。外部板 467 覆盖顶部壁 464A。环形周围部件 468 围绕侧壁 464B，且限定环形周围通道 466B。通道 466C 流体连接通道 466A 和 466B。在顶部板 467 中的入口 466D 将通道 422A 流体连接到通道 466B；出口 466E 将通道 422B 流体连接到通道 466A。外部板 467 和壁 468 例如通过焊接 8 固定到内部部件 464。喷射部件 190 延伸通过外部板 467 中的开口 467A，且保留在顶部壁 464A 中的凹槽 464C 中（例如，通过上游喷嘴或者螺钉）。喷射部件 190 的喷嘴 192 流体连接到通道 422C。内部部件 464、外部板 467 和周围壁 468 优选的由不锈钢形成。防护加热器 462 可以通过螺钉固定到外壳 420，通过小的隔开使螺钉与壁分开。

参考图 13 和 14，下部防护加热器 472 例如包括内部部件 478 和通过焊接 8 固定到内部部件的外部板 474。开口 479 延伸通过外部板 474，且开口 476D 延伸通过内部部件 478。螺旋流体通道 476A 在内

部部件 478 中形成。在外部板 474 中的入口通道 476B 将通道 432A 流体连接到通道 476A, 且外部通道 476C 将通道 432B 流体连接到流体通道 476A。内部部件 478 和外部板 474 优选地由不锈钢或者其它合适的金属形成。防护加热器 472 可以通过螺钉固定到外壳 430, 通过小的隔开使螺钉与壁分开。

优选的, 防护加热器 462、472 的每个具有至少 $0.2\text{cm}^2/\text{cm}^3$ 的表面积 (即, “内部”, 面朝里的表面) 与体积的比例。更优选的, 防护加热器 462、472 的每个具有在大约 $0.2\text{cm}^2/\text{cm}^3$ 和 $5.0\text{cm}^2/\text{cm}^3$ 之间的表面积与体积的比例, 最优选的为大约 $0.6\text{cm}^2/\text{cm}^3$ 。

如上所述, 晶片环境的温度 (即, 腔 410 和其中的流体) 最好在清洗和其它处理步骤期间和之间控制。腔 410 中的温度使用防护加热器组件 460 控制。更具体的, 温度控制流体的流引导通过通道 422A, 通过入口开口 466D, 通过通道 466B, 通过通道 466C, 通过通道 466A, 通过出口开口 466E, 且通过通道 422B 出来。以这样的方式, 来自温度控制流体的热转移到防护加热器 462, 以加热防护加热器 462 (当流体比防护加热器 462 热时), 或者, 来自防护加热器 462 的热被流体吸收和去除, 以冷却防护加热器 462 (当流体比防护加热器 462 冷时)。下部防护加热器 472 可以以相同的方式由流过通道 432A, 通过入口开口 476B, 通过通道 476A, 通过出口开口 476C 且通过通道 432B 的温度控制流体来加热或者冷却。

温度控制流体可以是任何合适的流体, 优选的是液体。合适的流体包括水、乙二醇、丙二醇、水与乙二醇或者丙二醇的混合物、导热姆 A (二苯醚和联苯)、导热姆 E (O-二氯苯)、矿物油、Mobiltherm (芳香植物油)、Therminol FR (氯化联苯)。更具体的, 该温度控制流体是 50% / 50% 的水和乙二醇的混合物。流体可以通过任何合适的装置加热, 诸如, 电的、燃气的或者蒸汽加热器。流体可以通过任何合适的装置冷却, 例如蒸汽压缩制冷型或者蒸发型流体冷却器。

防护加热器组件 460 和外壳 420、430 分开, 以在它们之间限定绝缘间隙 470, 其大致包围防护加热器 462、472。更具体的, 绝缘间隙 470A 限定在外部板 467 和外壳 420 的邻近的周围壁部分之间, 且最好具有宽度 A。绝缘间隙 470B 限定在外部板 468 和外壳 420 的

邻近的壁之间，且具有宽度 B。绝缘间隙 470C 限定在外部板 474 和外壳 430 的邻近的周围壁部分之间，且具有宽度 C。优选的，每个宽度 A、B 和 C 至少是 0.1mm。更优选的，每个宽度 A、B 和 C 在大约 0.1 和 10mm 之间，最优选的的为大约 1.0mm。

- 5 绝缘间隙 470 可以用来充分增加系统 10 的效率、可控性和生产量。绝缘间隙 470 可以使防护加热器 462、472 与外壳 420、430 充分地热绝缘，使得外壳 420、430 的温度对围绕晶片 5 的大气的影响降低或者最小化。重申一下，绝缘间隙 470 可以充分地将必需由温度控制流体加热或者冷却的热质量限制到防护加热器 462、472 的热质量。因此，处理流体的温度可以控制，使得其与外壳 420、430 的温度充分地不同。

- 虽然上面示出了和描述了流体流加热/冷却装置，但是除了流体加热以外，或者替代流体加热，可以使用其它加热/冷却防护加热器 462、472。例如，在防护加热器 462、472 中可以提供电阻线圈（例如，设计为直接辐射热到晶片）。

参考图 18，其中示出了根据本发明的替换实施例的压力腔组件 400A。该组件 400A 与组件 400 不同之处只在于，其防护加热器组件 460A 包括绝缘层 471、473 来替代绝缘间隙 470。防护加热器 462、472 可以固定到绝缘层 471、473，其依次分别固定到外壳 420、430。

- 20 绝缘层 471、473 可以由晶体的含氟聚合物形成，诸如 PCTFE（聚氟三氟乙烯）、PTFE（聚四氟乙烯）或者 PVF2（聚二氟乙烯）。优选的，绝缘层 471、473 由散装 PTFE；纯 PTFE 或者填充玻璃的 PTFE 形成。绝缘层 471、473 可以是蜂房式的、开放单元式的或者另外构造或者形成为提高绝缘性能。

- 25 优选的，防护加热器组件 460、460A 适于在压力腔 410 中提供范围从 0℃到 90℃的温度。优选的，防护加热器组件 460、460A 适于在压力腔 410 中以至少 500 焦耳/秒的最大速度将热提供到大气中。

压力腔密封系统

- 限定压力腔 410 的外壳 420、430 也在从压力腔 410 到外部区域 7（例如，周围大气（直接或者间接））的界面处限定流体泄漏路径 3（图 15）。密封系统 450 适于沿着流体泄漏路径 3 约束（完全地或者部分地）流体的流动。

如图 15 很好显示, 密封系统 450 包括 O 形圈 452、环形杯形(或者人字形)密封件 454、环形弹簧 456 和环形保持环 458。如下所述, 密封件 452、454 的组合用来提高压力腔密封件的效率和持久性。

保持环 458 固定到凸缘 424, 且径向向外朝着凸缘 434 且在凹进 5 425 之下延伸。保持环 458 可以由不锈钢或者其它合适的材料形成。保持环 458 可以通过任何合适的装置, 例如, 带螺纹的紧固件来固定到凸缘 424。

杯形密封件 454 在图 16 和 17 中显示。如这里使用的“杯形密封件”指任何自激发的密封件, 其具有凹进部分, 且形成为使得当密封件的凹进部分被加压时(例如, 通过在密封件的凹进侧上的加压腔), 密封件被内部加压, 且使得施加朝外的力(例如, 靠着限定压力腔的压力容器的邻近表面), 以形成密封。杯形密封件 454 包括沿着环形折叠 454C 连接到环形外壁 454A 的环形内壁 454B, 且在其中限定环形通道 454D。

杯形密封件 454 最好由柔性弹性材料整体地形成。优选的, 杯形密封件 454 由当暴露到密相二氧化碳时耐膨胀和损坏的材料形成。合适的材料包括氟化聚合物和弹性体, 诸如 PTFE(特氟纶®, 杜邦公司)、填充的 PTFE、PTFE 共聚物和类似物, 诸如 FEP(氟化乙烯/丙稀共聚物)、特氟纶 AF、CTFE、其它高度稳定的塑料, 诸如聚(乙 15 烯)、UHMWPE(超高分子量聚(乙烯))、PP、PVC、丙烯酸类聚合物、酰胺聚合物和各种弹性体, 诸如氯丁橡胶、丁钠橡胶-N 和基于表氯醇的弹性体。合适的密封材料可以从 PSI Pressure Seals Inc., 310 Nutmeg Road South, South Windsor, CT 06074 获得。

杯形密封件 454 可以通过将内部壁 454B 和折叠 454C 中的至少一个和最好两个附加到凸缘 424 和/或保持环 458 的邻近的部分来固定到凸缘 424。内部壁 454B、454C 可以使用例如粘合剂固定到凸缘 424。优选的, 杯形密封件 454 通过保持环 458 保持, 而不使用粘合剂或者类似物。

弹簧 456 可以是能够重复地和可靠地使外部壁 454A 偏置离开内部壁 454B(即, 径向向外)的任何合适的弹簧。优选的, 当外壳 420、430 分离时(如图 9 可见), 弹簧 456 径向向外偏置杯形密封件 454 超过凸缘 424。优选的, 弹簧 456 是具有类似于但是小于杯形密封件 30

454 的形状且嵌入杯形密封件 454 内的缠绕的金属丝弹簧, 或者悬臂型弹簧。弹簧 456 最好由弹簧级不锈钢形成。该弹簧 456 可以与杯形密封件 454 整体地形成。除了提供弹簧 456 以外, 或者替代提供弹簧 456, 该杯形密封件 454 可以形成为使得具有内在偏压, 以使壁 454A、454B 展开。此外, 弹簧 456 可以省略, 且杯形密封件 454 可以设置为没有内在偏压。

0 形圈 452 设置在凹槽 435 中。优选的, 0 形圈 452 通过过盈配合固定在凹槽 435 中。该 0 形圈 452 由可变形的弹性材料形成。优选的, 0 形圈 452 由弹性体材料形成。更优选的, 0 形圈 452 由丁纳橡胶 - n 或者氯丁橡胶, 更加优选的由 EDPM 形成。0 形圈 452 定尺寸为使得当 0 形圈 452 处于未加载的状态下时 (即, 当外壳 420、430 分离; 如图 9 所示), 0 形圈 452 的一部分会延伸到邻接面 436 上。

当外壳 420、430 关闭时, 杯形密封件 454 在凸缘 424 和 434 之间捕获, 如图 8 和 15 所示。弹簧 456 分别靠着壁 434A 和 425A 偏置壁 454A 和 454B。当腔 410 加压到环境压力之上时, 施加在通道 454D 中的压力促使壁 454A 和 454B 离开, 且与各壁 434A 和 425A 更紧地, 更加密封地接合。

以这样的方式, 杯形密封件 454 提供可靠、主要的密封, 其防止或者大致减小来自腔 410 的流体沿着流体泄漏通道 3 流到 0 形圈 452。从而使 0 形圈 452 免遭暴露到处理流体的可能地损坏。0 形圈 452 的这样的保护可以充分地延长 0 形圈 452 的使用寿命, 尤其是当处理流体包括高压二氧化碳时。因此, 密封系统 450 可以提供具有相对长寿命的密封件的高产量的晶片制造系统。

注意, 当腔 410 被加压时, 外壳 420、430 可以由内部压力稍微分开, 使得 0 形圈 452 没有很好地加载来密封。因为杯形密封件 454 用作主密封件, 所以仍然提供可靠的密封装置。然而, 如果杯形密封件 454 部分或者完全故障, 那么 0 形圈 452 可以用来防止或者减小处理流体泄漏到环境中。根据某些实施例, 组件 400 是适合的, 使得当腔 410 处于至少选定的压力下时, 0 形圈 452 允许流体沿着流体泄漏通道 3 通过, 这样 0 形圈没有被加压, 且没有有害的处理流体 (例如, 二氧化碳) 与 0 形圈接触延长的时间周期。

当腔 410 中的流体处于大气压或者真空时, 杯形密封件 454 的密

封效果通常降低（然而，弹簧 456 的偏压可以提供一些密封性能）。在这样的情况下，O 形圈 452 可以用作主密封件，以防止或者减小大气流体通过流体泄漏通道 3 泄漏到腔 410。注意，大气流体（通常空气）不包括对 O 形圈材料过度有害的高浓度二氧化碳或者其它成分。

- 5 优选的，且如所示的，O 形圈 452 密封装置是对接型装置，使得不存在滑动部件。杯形密封件 454 的压力激励机构允许弹簧 456 使用相对低的偏置力。本发明的这些方面帮助最小化可能对晶片 5 有害的任何颗粒的产生。杯形密封件 454 可以在压力腔组件中另外取向或者定位。两个或者更多杯形密封件 454 可以沿着流体泄漏通道
10 串联设置。

- 从这里的说明应该理解，杯形密封件和弹性体 O 形圈的组合克服了通常弹性体 O 形圈密封件和杯形密封件都不能克服的与二氧化碳保持容器的高压密封相关的某些问题。具体地，当暴露到高压二氧化碳，且然后快速地减压时，弹性体 O 形圈通常不是长寿命的。当
15 用作压力密封件时，杯形密封件通常需要大的预加载弹簧，以使得相同的容器用于真空使用。这样的大预加载弹簧可能造成更大的摩擦和磨损，从而产生有害的/污染颗粒。根据本发明，当需要在腔内建立真空时，弹性体 O 形圈可以外部激励（压缩）。

晶片保持组件

- 20 参考图 19-22，显示了根据本发明的还有的实施例的晶片保持组件 520。该组件 520 可以用来替代压力腔组件 400B 中的卡盘 510（图 19），另外相应于压力腔组件 400。如从下面的描述能更好地理解，该晶片保持组件 520 包括基片保持器或者压盘或者卡盘 522，且适于通过由卡盘 522 的旋转产生的压差将晶片保持在卡盘 522
25 上。

- 卡盘 522 具有前表面 524 和相对的后表面 528。多个（如所示的为 8 个）叶轮叶片 529 从后表面 528 向后延伸，且相对于中央旋转轴线 E-E 径向向外（图 19）。多个（如所示的为 4 个）通道 526A 从后表面 528 延伸完全通过卡盘 522 到达形成在前表面 524 中的圆周通道 526B。多个（如所示的为 16 个）通道 526C 从通道 526B 径向向外延伸，且与通道 526B 流体连通。额外的圆周通道（没有显示）
30 可以流体连接通道 526C。

如图 19 所示, 卡盘 522 安装在从动轴 530 上, 以围绕旋转轴线 E-E 旋转。当卡盘 522 旋转时, 叶轮叶片 529 趋向于推动或者促使后表面 528 和压力腔 410 的相邻的、相对的表面 412 之间的流体径向向外在方向 F 上朝着卡盘 522 的外部周边。从而, 在卡盘 522 下面, 在卡盘 522 的内部区域 (即, 最接近轴线 E-E) 和卡盘的外部区域之间产生压差。更具体的, 在中心区域的压力 (包括在通道 526A 的下部开口处的压力) 小于卡盘 522 的外部边缘处的压力和晶片 5 的与卡盘 522 相对的侧面上的腔 410 中的压力。结果, 在施加晶片 5 的顶部表面上的流体压力和通道 526B、526C 中的流体的压力之间产生压差。

在前述的方式中, 当卡盘 522 和晶片 5 旋转时, 晶片 5 固定到卡盘 522。为了在初始旋转以前或者在没有旋转的处理步骤期间期间将晶片 5 保持在卡盘 522 上, 和/或为了提供额外的固定, 可以提供补充的保持装置。这样的补充装置可以包括例如粘合剂、夹子和/或外部产生的压差组件, 诸如下面描述的晶片保持组件 550。

参考图 23-25, 显示了根据本发明的还有的实施例的晶片保持系统 551。该系统 551 包括晶片保持组件 550, 且可以用来替代压力腔组件 400C 中的卡盘 510 (图 23), 另外相应于压力腔组件 400 (为了清楚, 组件 400C 的某些元件没有显示)。组件 400C 还设置有磁驱动组件 580。

如从下面的描述会更好理解的, 晶片保持组件 550 包括基片保持器或者压盘或者卡盘 522, 且适于通过在压力腔 410 中的压力和出口 564 的压力之间的压差将晶片保持在卡盘 522 上。磁驱动系统 580 适于相对于压力腔 410 驱动卡盘 552, 而不需要在相对移动的元件 (即, 轴 560 和外壳 430) 之间直接密封。应该理解, 晶片保持系统 551 可以与其它驱动装置一起使用, 且磁驱动组件 580 可以与其它晶片保持机构一起使用。

转到更详细的磁驱动组件 580, 该组件 580 包括上部壳体 585 和下部壳体 584。上部壳体 585 的上端容纳在外壳 430 中, 使得在它们之间提供气密密封 (例如, 通过合适的密封装置, 诸如垫圈)。轴 560 延伸通过壳体 585, 且通过上部 and 下部轴承 586 和 588 可旋转地安装在其上。密封件 561 定位在轴 560 和壳体部件 585 之间。该密

封件 561 优选的是非接触的密封件。更优选的，该密封件 561 是间隙密封件（更优选的，限定具有宽度在大约 0.001 和 0.002 英寸之间的间隙 G）或者迷宫式密封件。密封件 561 还可以是唇形密封或者机械密封。

- 5 内部磁体保持器 590 安装在轴 560 的下部端，以随其旋转，且具有安装在其外部部分上的内部磁体 M1。内部磁体载体 590 设置在下部壳体部件 584 中。压力帽 596 围绕内部磁体载体 590，且形成与下部壳体部件 584 的下端的气密密封（例如，通过合适的密封装置，诸如垫圈）。以这样的方式，压力帽 596 和上部壳体部件 585 一起
10 形成用于流体的气密容器，流体可以从压力腔 410 进入上部壳体部件 585。

- 驱动单元 582 安装在壳体部件 584 上。驱动单元 582 可以是任何合适的驱动装置，诸如液压驱动的单元，或者，更优选的，电动驱动的单元。该驱动单元 582 可操作的旋转延伸到壳体部件 584 内的
15 轴 594。外部磁体保持器 592 安装在轴 594 上，以与其一起旋转。该外部磁体保持器 592 设置在壳体部件 584 中，但是通过压力帽 596 从内部磁体保持器 590 和压力腔 410 机械和流体分离。外部磁体 M2 安装在外部磁体保持器 592 上，以与其一起旋转。

- 磁体 M1 和 M2 相对构造、设置和形成为使得它们相互磁耦合。以
20 这样的方式，磁体 M1 和 M2 用来间接地机械连接外部磁体保持器 592 和内部磁体保持器 590，从而连接轴 594 和轴 560。这样，卡盘 522 可以通过操作驱动单元 582 来旋转。

- 磁驱动组件 580 可以是如这里所述的具有合适的改进的任何合适的驱动组件。合适的磁驱动组件包括从 Büchi AG of Uster, Switzerland 获得的 BMD150。此外，可以使用其它类型的非机械连接的驱动单元。
25

- 如图 24 和 25 中很好地显示，卡盘 552 具有前表面 554。钻孔通道 556B 完全延伸通过卡盘 552。多个通道 526A 从通道 556B 径向向外延伸且与通道 556B 流体连通。额外的圆周通道（没有显示）可以
30 流体连接通道 526A。

如图 23 所示，卡盘 552 通过螺帽 558 安装在被驱动的轴 560 上，用于围绕旋转轴线 F-F 与轴 560 一起旋转。轴 560 具有延伸通过它

的轴向延伸的连接通道 562。螺帽 558 具有中间开口，其允许通道 562 和通道 556B 之间的流体连通。通道 563 径向延伸通过轴 560，且将通道 562 流体连接到在壳体 585 和轴 560 之间限定的第二腔 565。优选的，密封件 561 是形成限制的流体通道的非接触的密封件（例如，间隙密封件或者迷宫式密封件），其提供压力腔 410 和第二腔 565 之间的流体连通。

在壳体部件 585 中的出口 564 将第二腔 565 与管路 L40 流体连接。具体阀门 V30 的管路 L41 将流体限制器 566 和存储罐 568 流体连接到管路 L40。流体限制器 566 可以是节流孔或者合适的局部关闭阀门，诸如适于对其间的流量提供受控的限制的针形阀。具有阀门 V31 的管路 L42 将流体转移装置 P20（例如，真空泵）流体连接到管路 L40。

系统 551 可以以下面的方式用来将晶片 5 固定到卡盘 552。在存储罐 568 中设置压力，在典型的处理条件下，其小于压力腔 410 中的大气压。在处理期间，阀门 V30 打开，使得第二腔 565 设置为与用作被动低压源（即，没有泵、压缩机或者类似物用来产生压力或者真空）的存储罐 568 流体连通。以这样的方式，在腔 565 中（从而，在流体连通通道 556A 中）的压力比在压力腔 410 中的压力要低。从而在晶片 5 的上表面和晶片 5 的背侧之间产生压差，引起晶片 5 在 D 方向上被拉下到卡盘 552 上。

流体限制器 566 用来限制从第二腔 565 到存储罐 568 的流体流量，从而提供受控的泄漏。该受控的泄漏用来确保跨过晶片 5 产生足够的压差，以将其保持在合适的位置，而不允许从压力腔 410 不适当地损失流体。

优选的，在预定的过程期间，存储罐 568 的压力大于大气压，但是小于压力腔 410 的压力。存储罐 568 可以允许从压力腔 410 引出的气体被清洗和再循环，或者另外处理。

或者，存储罐 568 可以省略或者绕过，使得当阀门 V30 打开时，管路 L41 直接排放到大气。

如果在压力腔 410 中的大气压与被动低压源（即，存储罐 568 或者周围大气）的压力相等或者要低，那么流体转移装置 P20 可以操作为将在腔 565 中的压力减小为小于在压力腔 410 中的压力，以

产生跨过晶片 5 的需要的压差的量。在这样的情况下，阀门 V30 关闭，且阀门 V31 打开。

- 5 优选的，系统 551 可操作的在通道 556A 中产生压力，其至少 1psi 小于在压力腔 410 中的压力，更加优选的，在大约 5 和 20psi 之间更小。

旋转喷射部件

- 10 如上所述的喷射部件 190 以及下面描述的喷射部件 602、652 提供散布的入口，以将处理流体直接输送到晶片的表面。此外，喷射部件提供这些流体的分布的流，其包括流体的机械动作/表面冲击。该机械动作通常是由于流体流从喷射部件出来的动量产生。

喷射部件的设计（包括，例如喷射端口的数量、间隔和尺寸）可以用来选择性地控制能量转移/机械动作的使用。此外，晶片的同时旋转可以用来在流体和晶片表面之间产生剪应力（动量），以进一步有利于从表面去除材料。

- 15 参考图 26，显示了根据本发明的还有的实施例的压力腔组件 400D。例如，除了提供旋转喷射部件组件 600 以外，该组件 400D 可以与组件 400 相同（为了清楚，在图 26 中没有显示某些方面）。组件 400D 可以包括可旋转驱动的晶片保持器 510，或者晶片 5 可以保持固定。喷射部件组件 600 可以与任何上述的压力腔组件一起使用。注意喷射部件组件 600 可以用来提供喷射部件和晶片之间的相对旋
- 20 转，而不要求旋转晶片保持器。

- 25 喷射部件组件 600 包括喷射部件 602，如也在图 27 和 28 中显示。喷射部件 602 包括轴部分 610 和杆形分配部分 620。轴向通道 612 从上部开口 614 延伸且通过部分 610，并与部分 620 中的侧向通道 622 流体连通。一系列喷射端口 624 从通道 622 延伸到分配部分 620 的下部的、外部边缘。喷射部件 602 可以由高度氧化稳定的材料形成，诸如 316 不锈钢。

- 30 轴承 630 固定在壳体 420 中的通道 427 中，使得轴承 630 的凸缘 632 容纳在通道 427 的放大部分 427A 中。轴承 630 优选的为如显示的套筒轴承。轴承 630 可以由 PTFE、PE 或者 PEEK 形成。优选的，轴承 630 由 PTFE 形成。

轴部分 612 延伸通过轴承 630，且具有覆盖凸缘 632 的凸缘 616。

端部帽 640 例如通过螺纹在部分 427A 中且在凸缘 616 上固定地安装到外壳 420。优选的，端部帽 640 形成与外壳 420 紧密密封的气压。

端部帽 640 适于接收处理流体的供给（例如，从供给管路 9），使得处理流体的流引导通过通道 642 且进入通道 612。流体连续进入通道 622，且通过端口 624 分配。

参考图 27 和 28，端口 624 相对于喷射部件 602 的预定的旋转轴线 N-N（如图 28 所示）倾斜。优选的，端口 624 设置为处于在大约 0 和 85 度之间的角度 M（图 28），更优选的处于大约 30 和 60 度之间。端口 624 与预定旋转的方向 R（图 27）相对地倾斜。

在使用中，响应于在端口 624 处存在的流体的反作用力（即，液压推动）使得喷射部件 602 围绕轴线 N-N 在轴承 630 内旋转。注意，因为轴承 630 安装在通过端部帽 640 与周围气压分离的压力腔 410 内部（即，在高压区域），所以轴承不经历来自相当大的压力降的载荷。

液压驱动的旋转的替换，或者除了液压驱动的旋转以外，喷射部件 602 可以连接到驱动单元。该驱动件可以直接地或者间接地连接到驱动单元（例如，使用轴承/密封件/驱动单元结构）或者可以是非机械地连接（例如，使用电磁耦合力或者磁（永磁、电磁或者感应驱动的）耦合）。端口 624 的一些或者全部可以平行于旋转轴线 N-N 取向。

根据本发明的还有的实施例的喷射部件 652 可以用来代替喷射部件 602，且具有任何前述的改进或者特征。喷射部件 652 具有轴部分 660，且相应于喷射部件 602，除了杆形分配部分 620 被具有形成其中的喷射端口 674 的图案的板形或者盘形分配部分 670 替代。喷射端口 674 的图案可以修改。

应该理解，以上描述的和在后附的权利要求书中反映的各种发明可以用于除了那些上述的关于优选的实施例以外的过程。例如，用于将晶片保持到卡盘的装置和方法可以用来在其它类型的过程中（例如，不包括二氧化碳或者晶片制造的过程）保持其它类型的晶片。供给/恢复系统 300 和其子系统可以用于使用包含二氧化碳的处理流体的其它系统和过程，诸如使用二氧化碳的化学机械平坦化（CMP）。

前述的是本发明的示例，且不构成其限制。尽管已经描述了本发明的一些典型的实施例，本领域中的普通技术人员容易理解，在不本质上偏离本发明的新颖教义和优点的情况下可以对典型的实施例进行改进。因此，所有这样的改进意在包括在本发明的范围内。因此，应该理解，前述的是本发明的示例，且不构成限制到公开的特定的实施例，公开的实施例的改进，以及其它实施例意在包括在本发明的范围内。

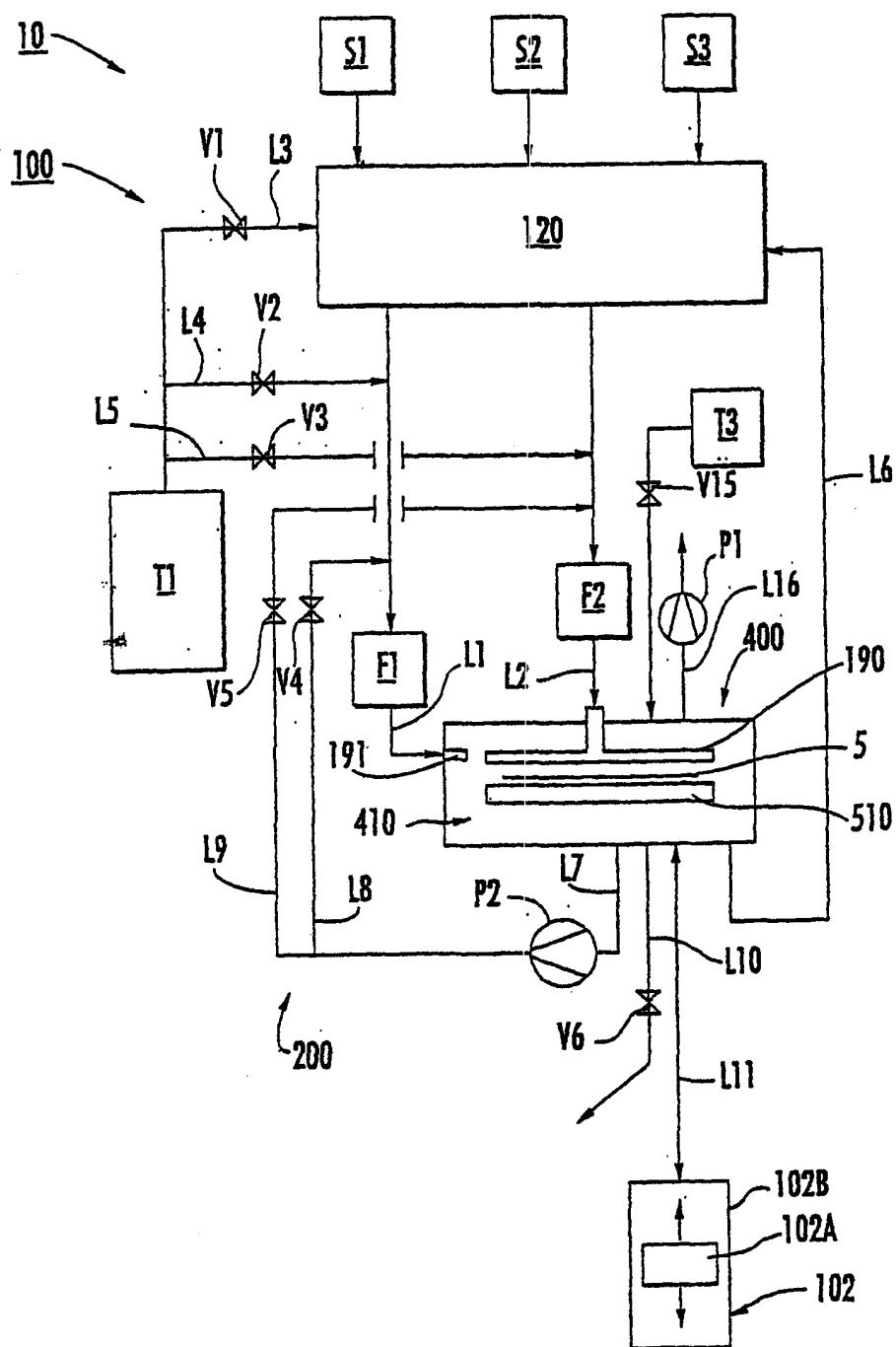


图 1

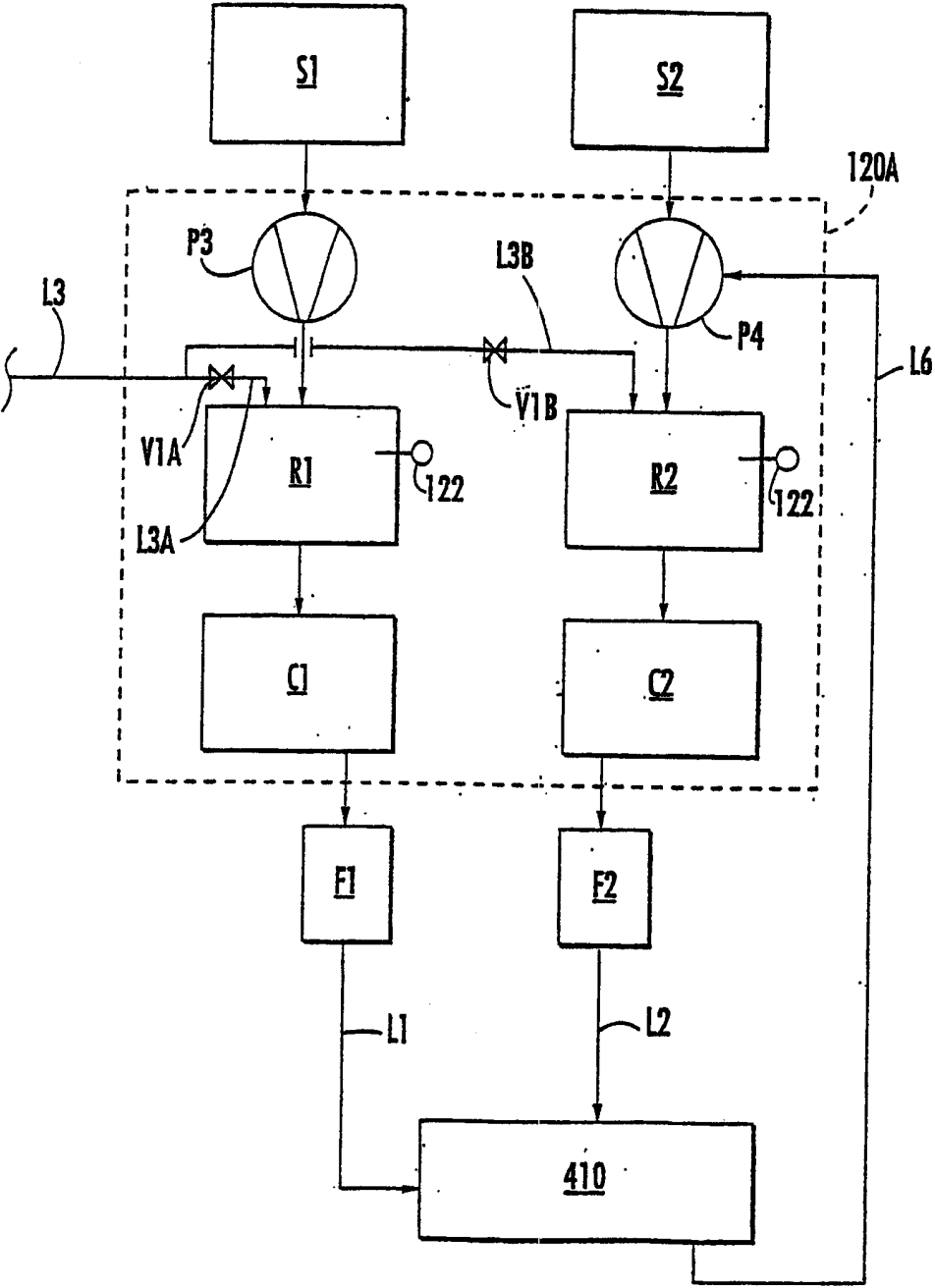


图 2

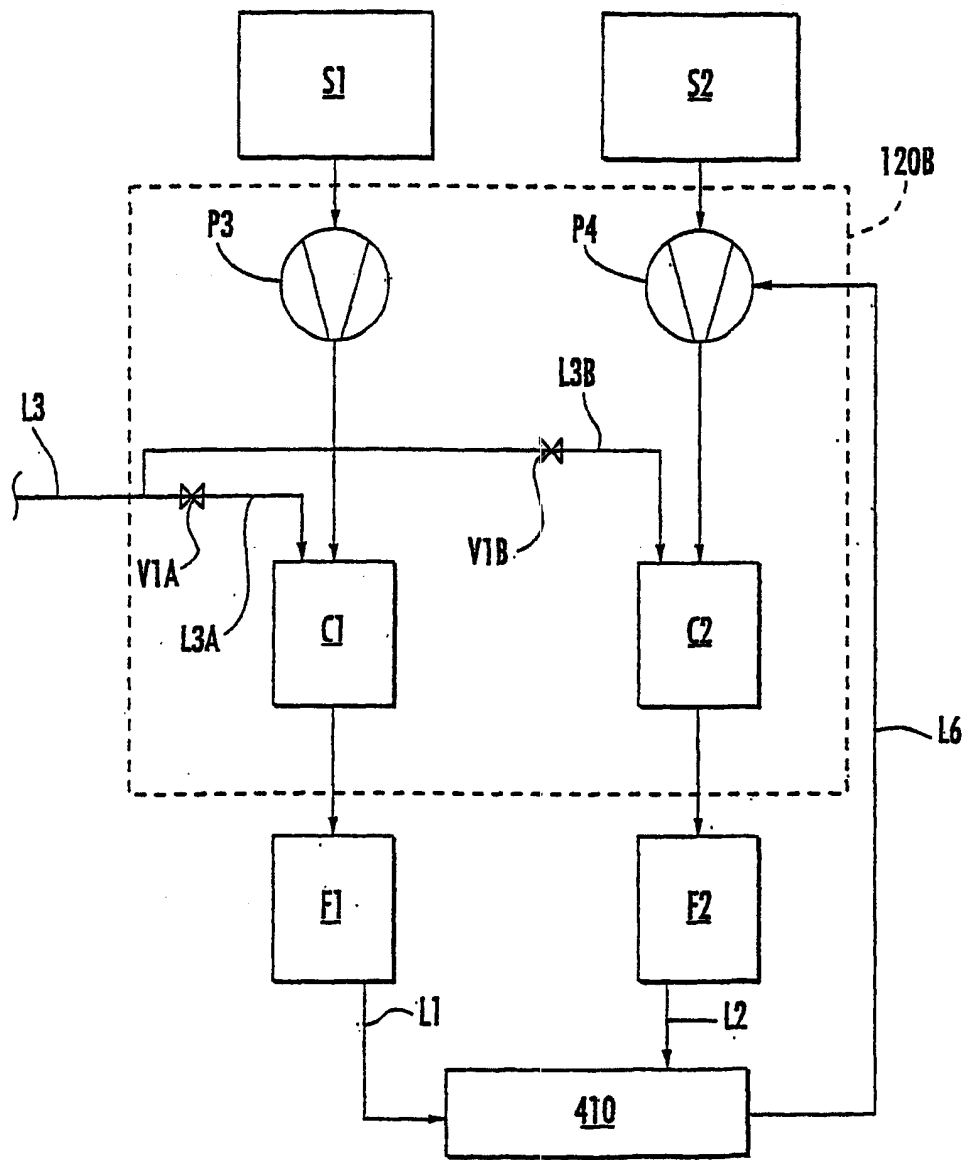


图 3

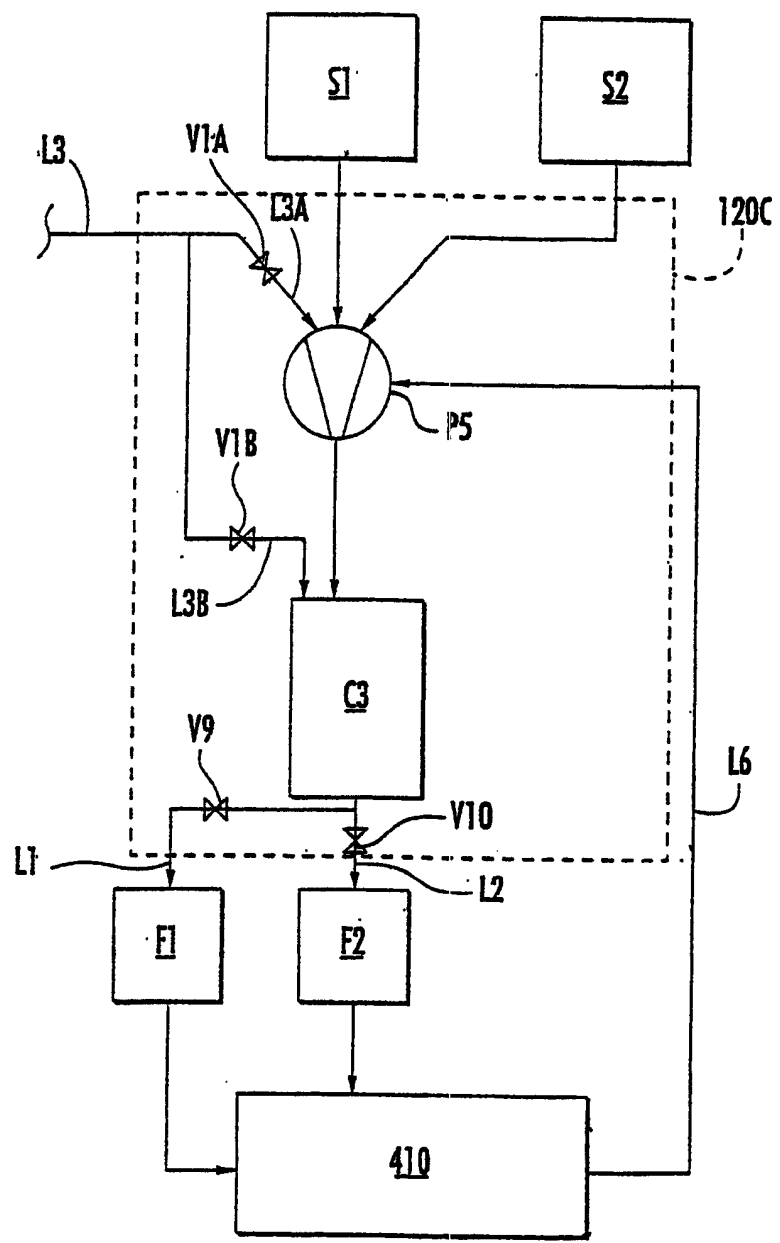


图 4

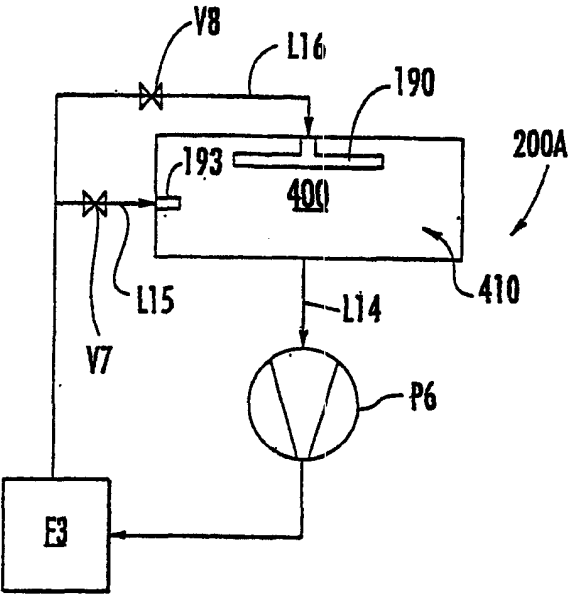


图 5

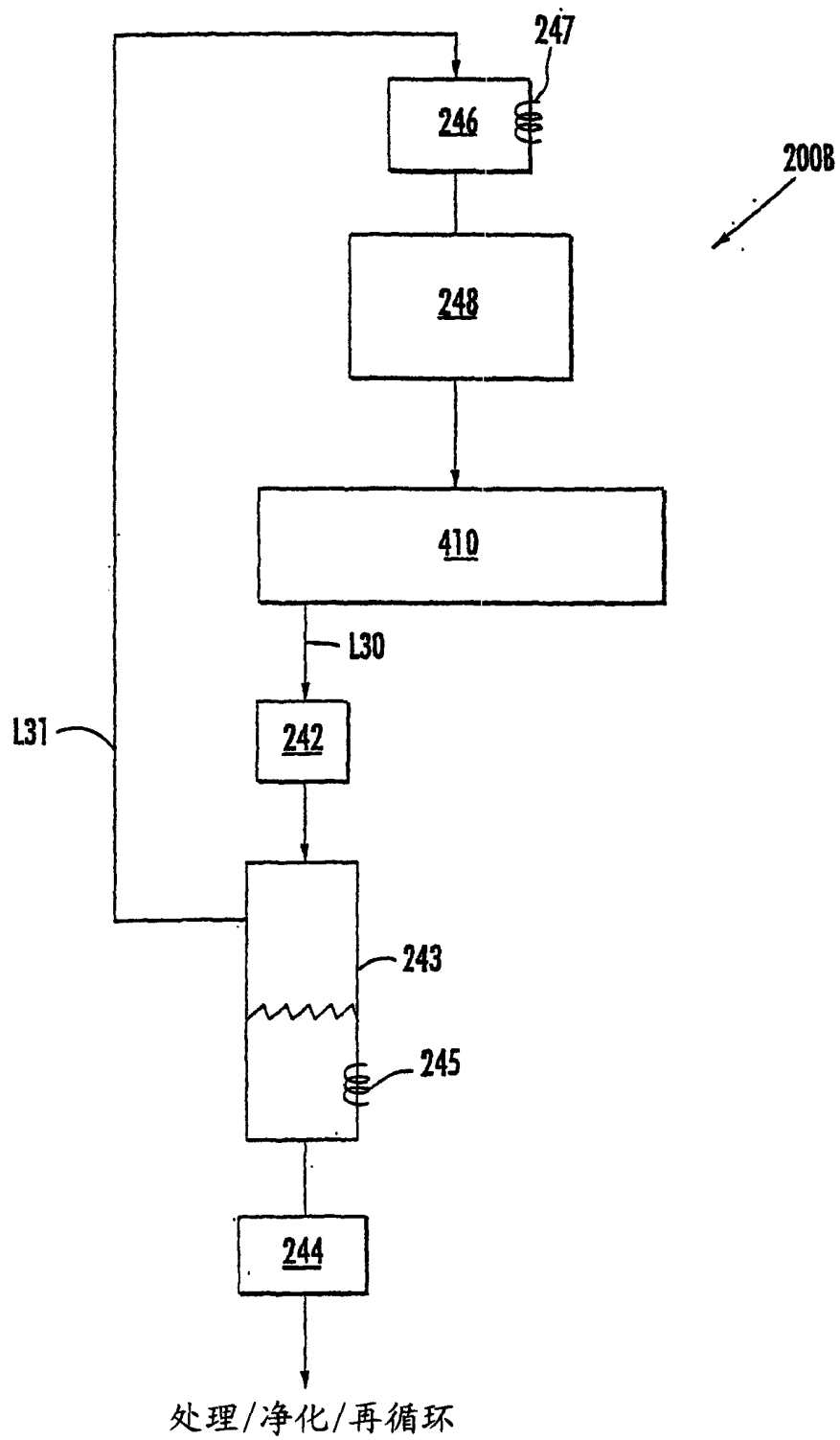


图 6

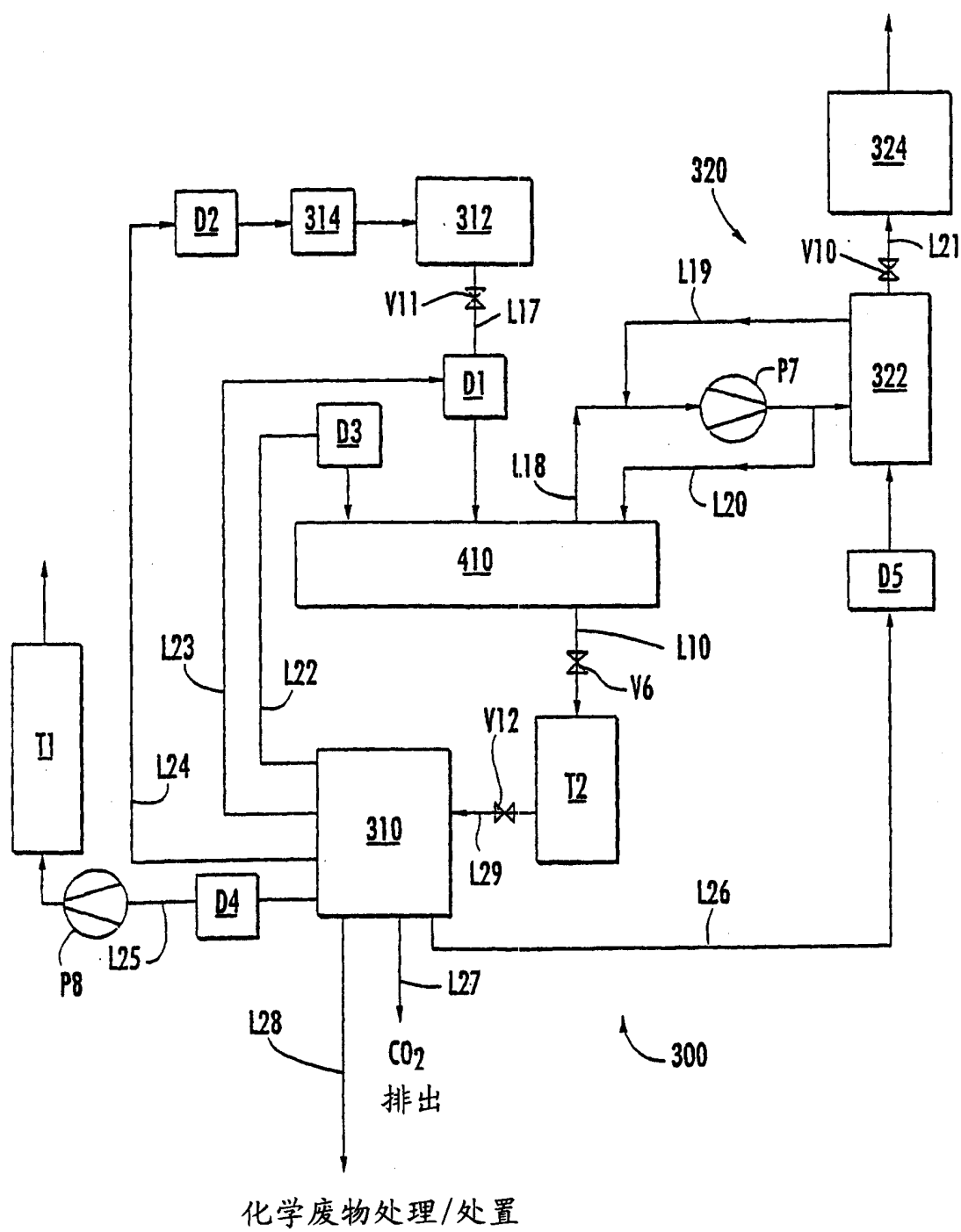


图 7

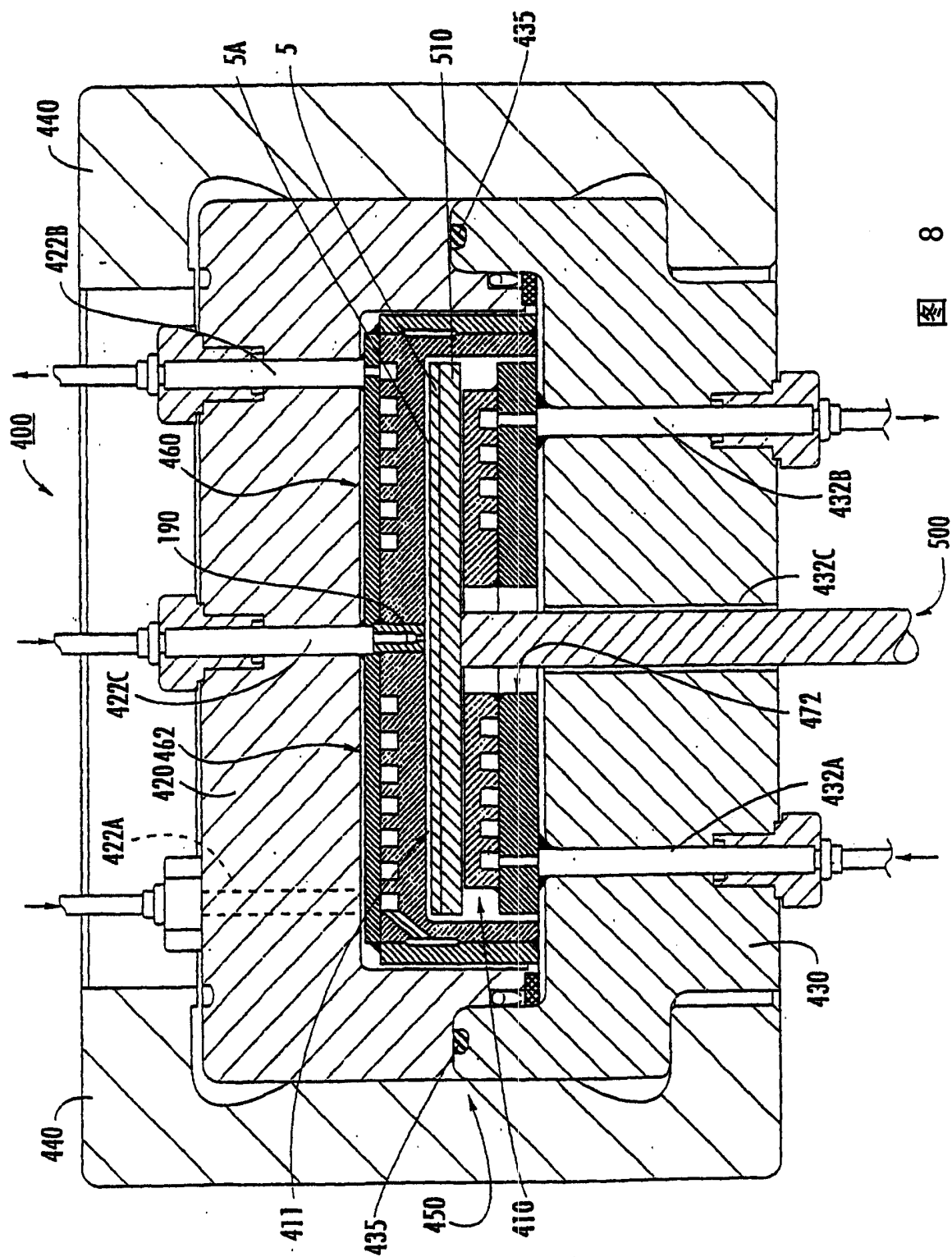


图 8

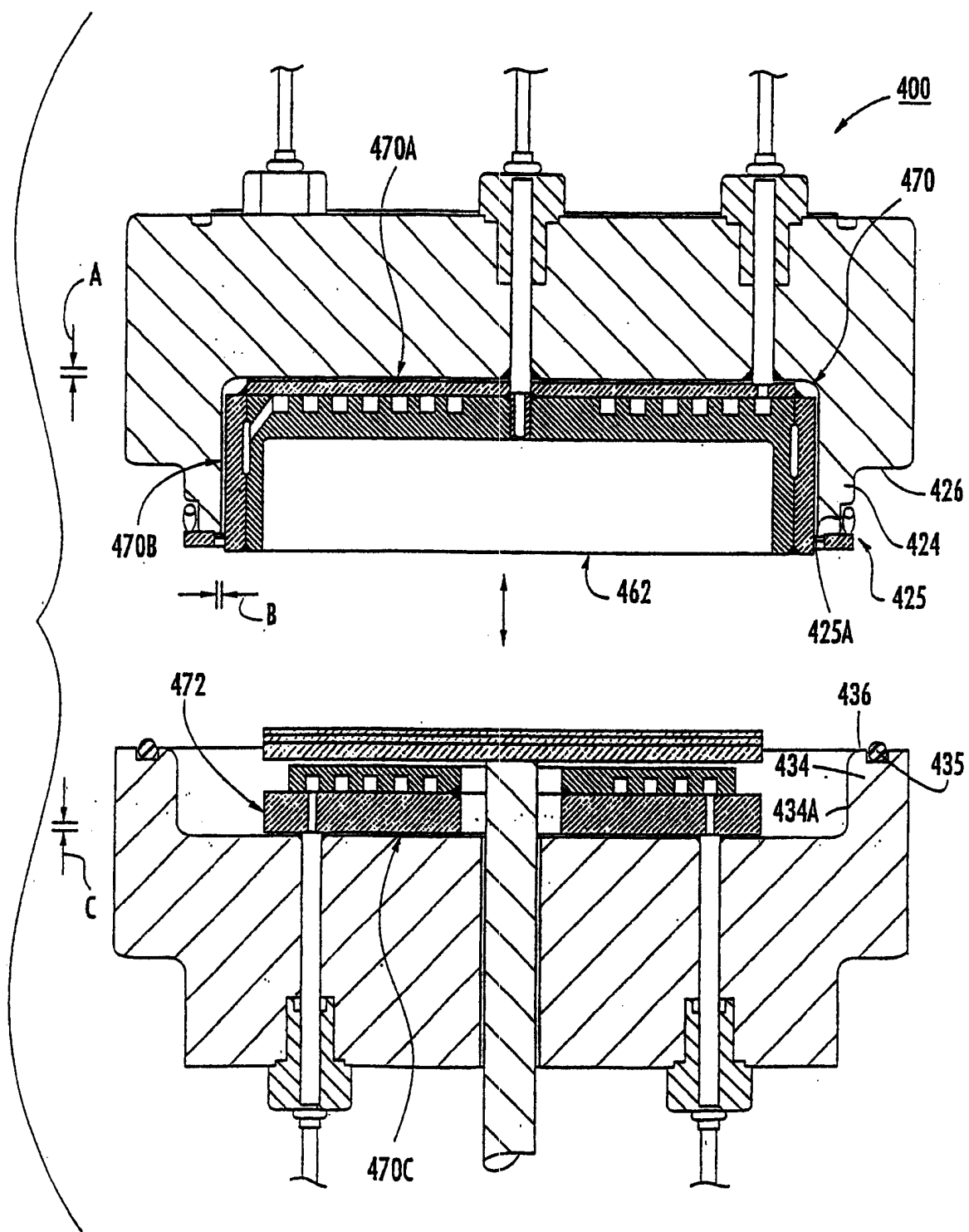


图 9

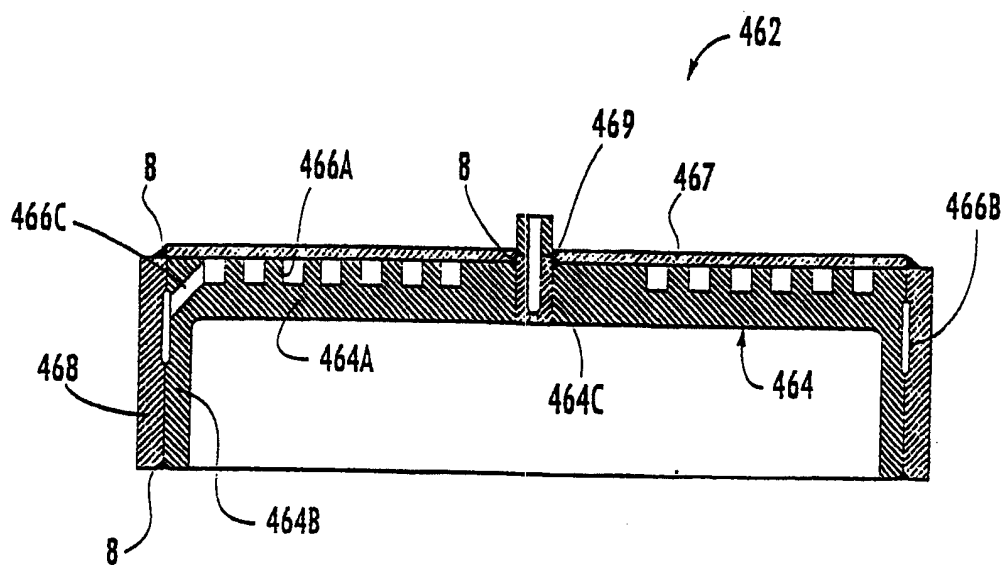


图 10

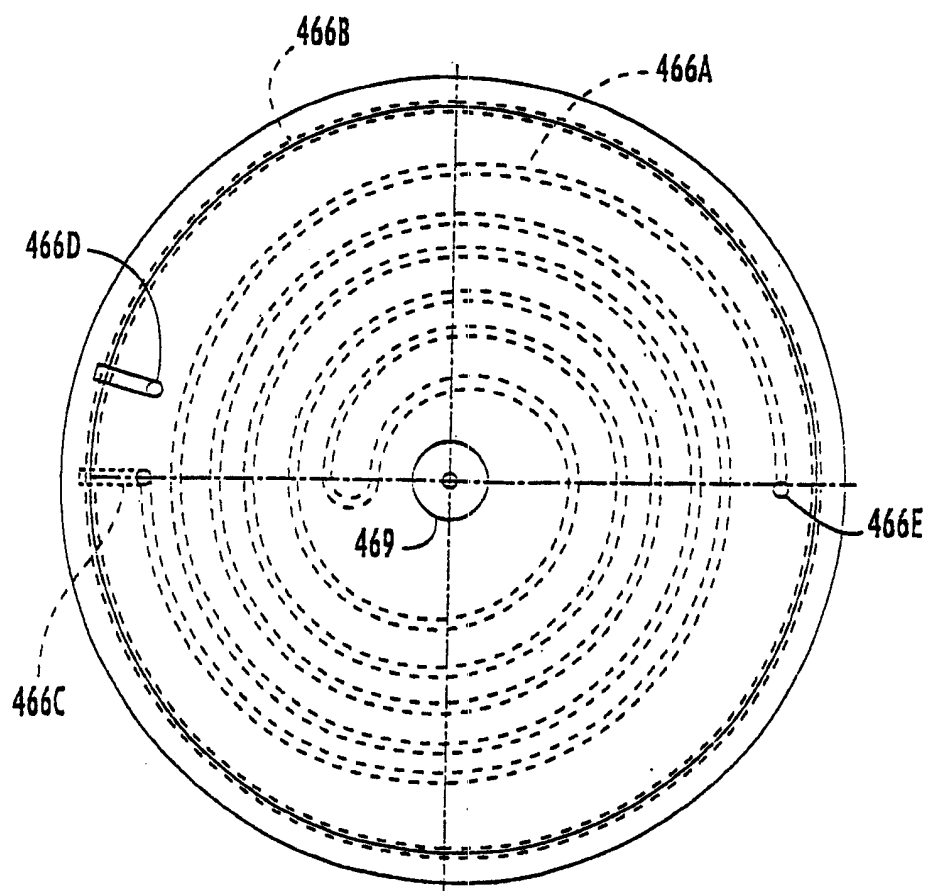


图 11

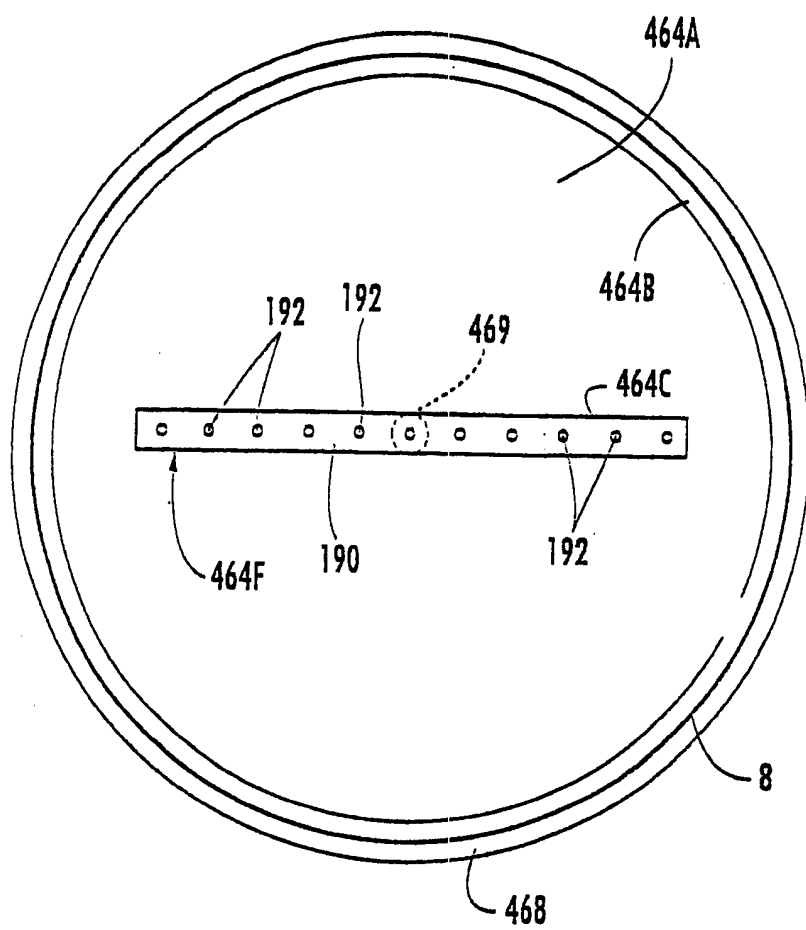


图 12

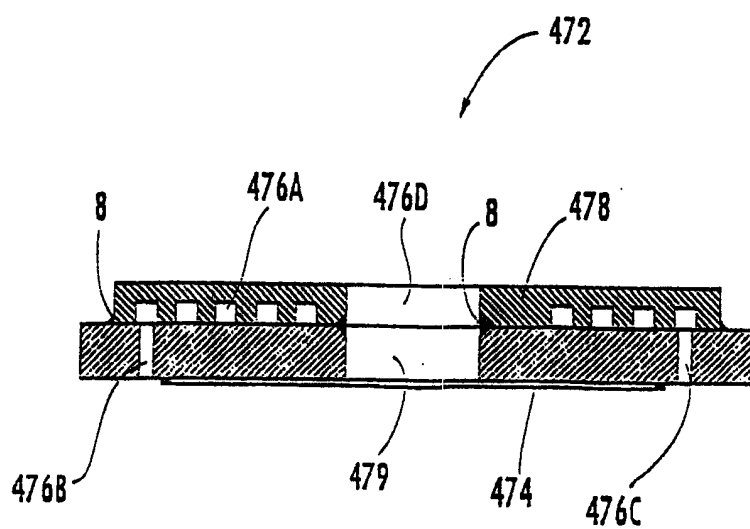


图 13

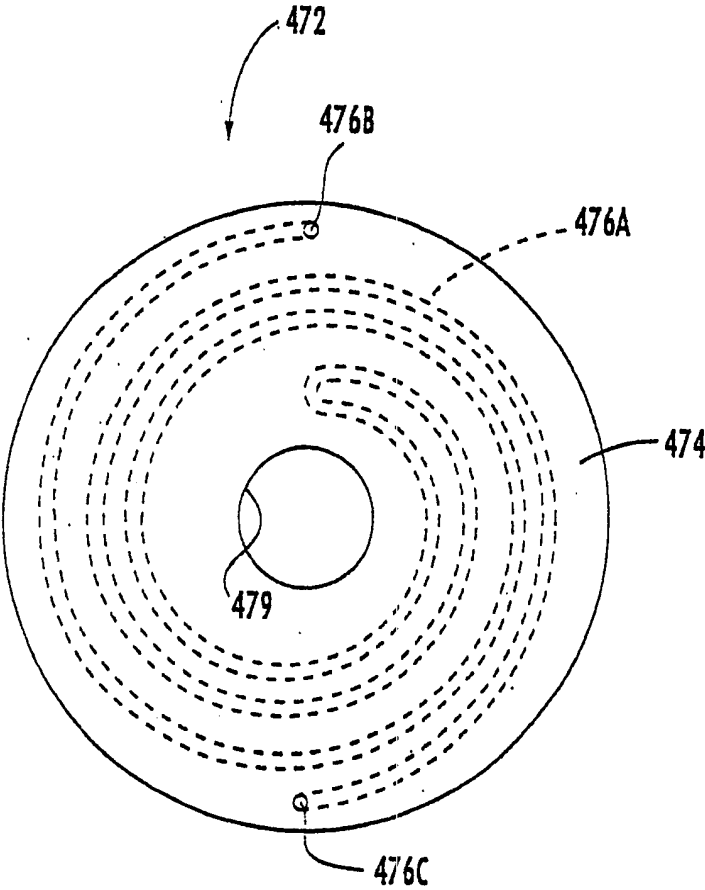


图 14

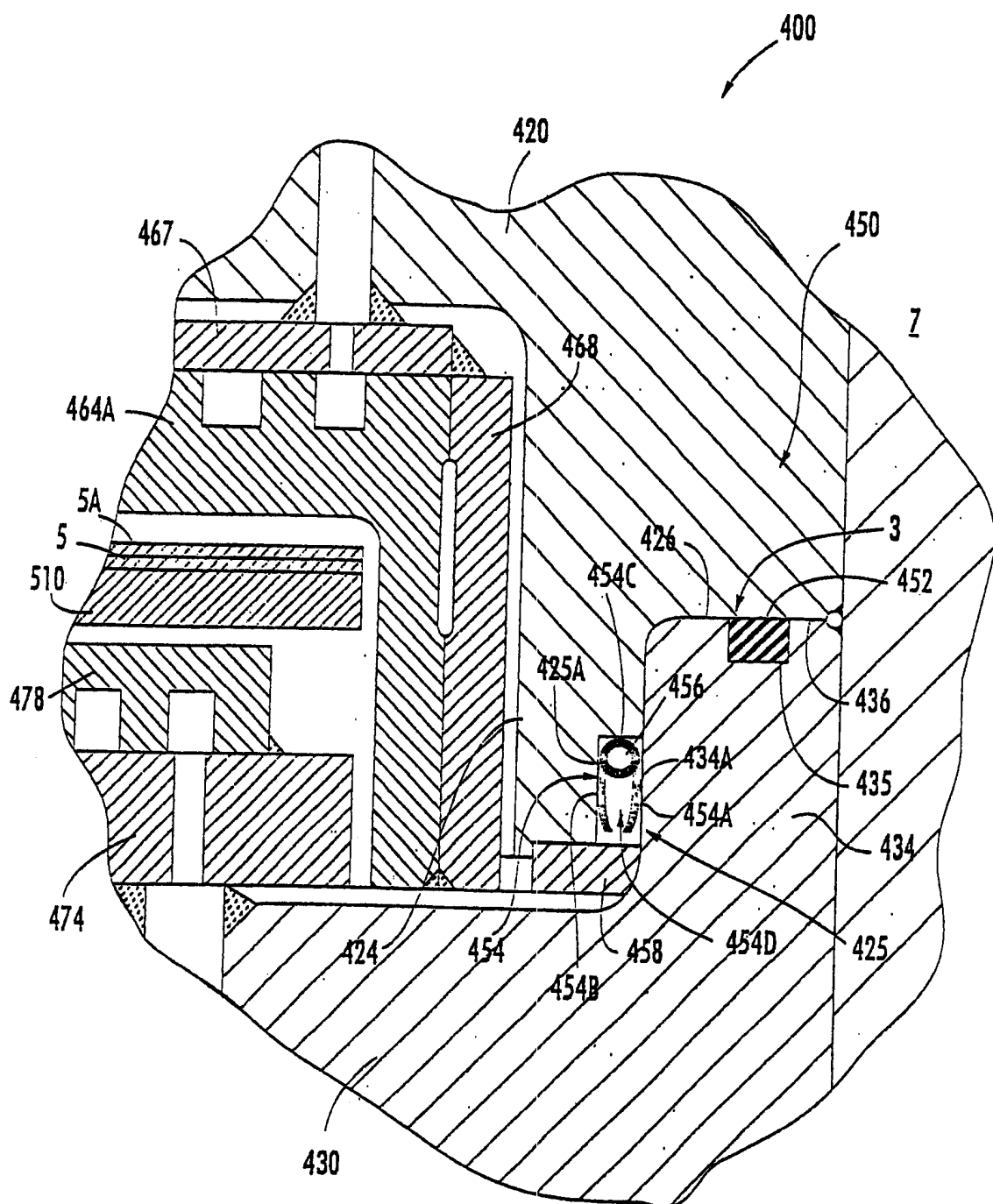


图 15

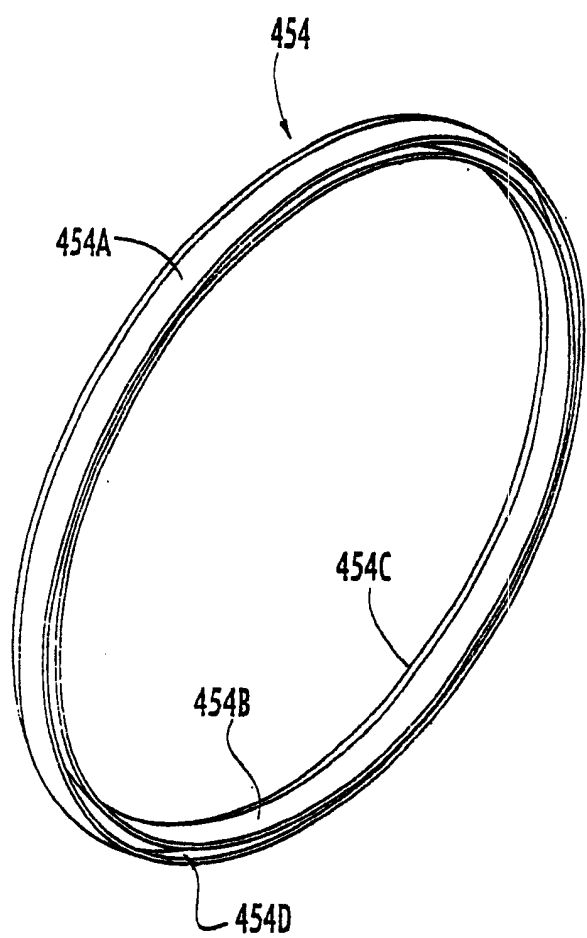


图 16

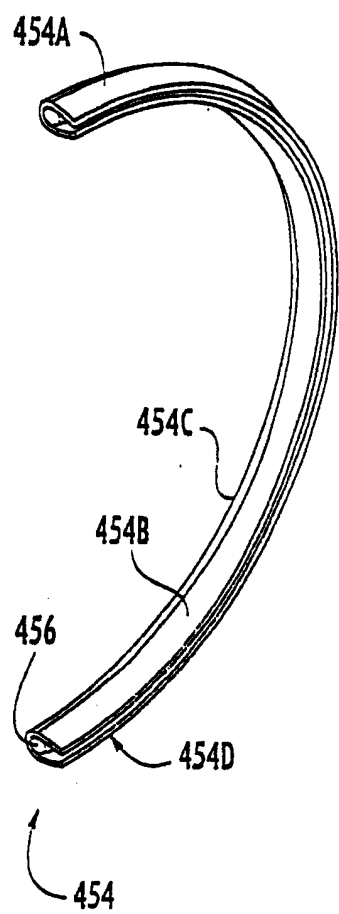


图 17

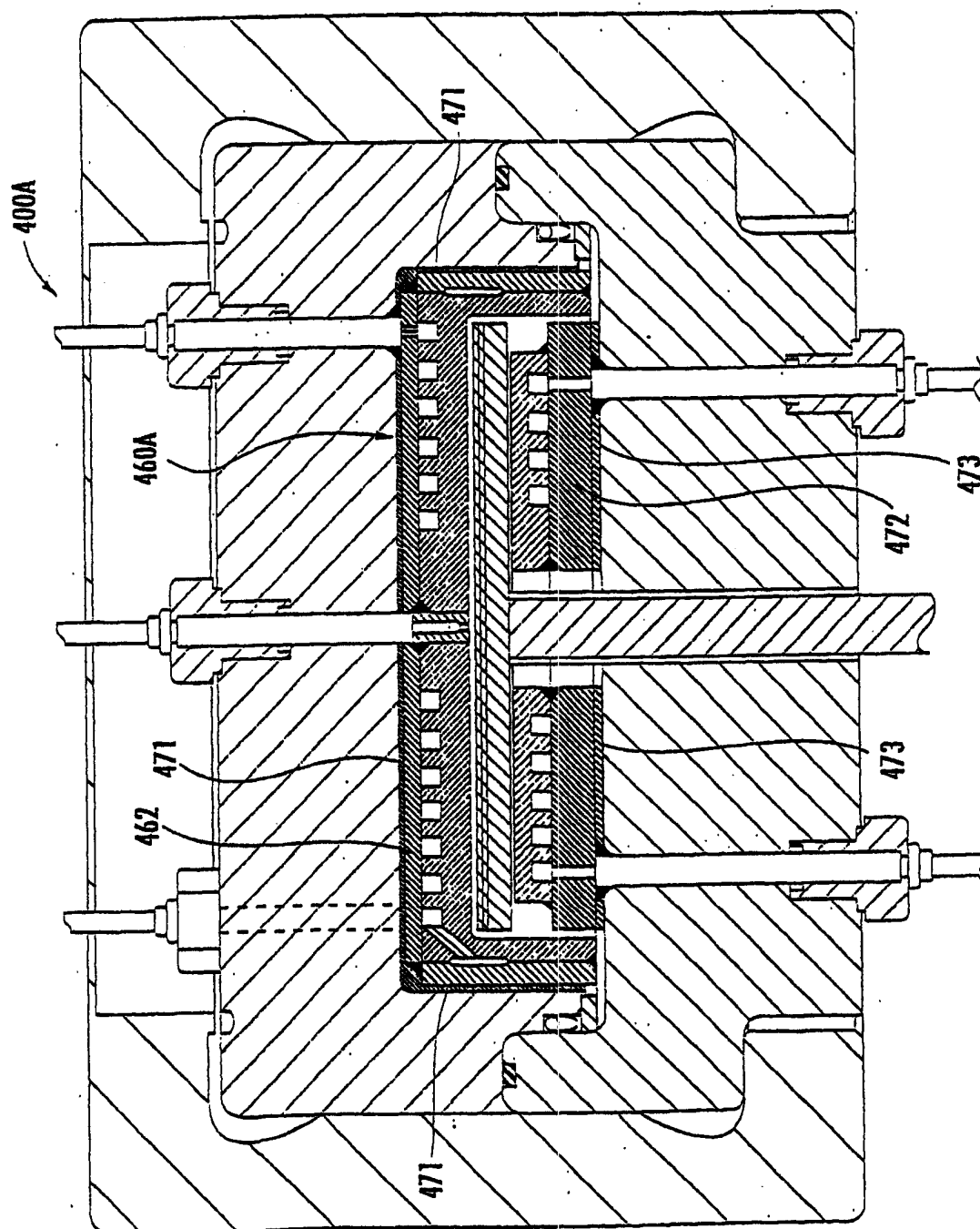


图 18

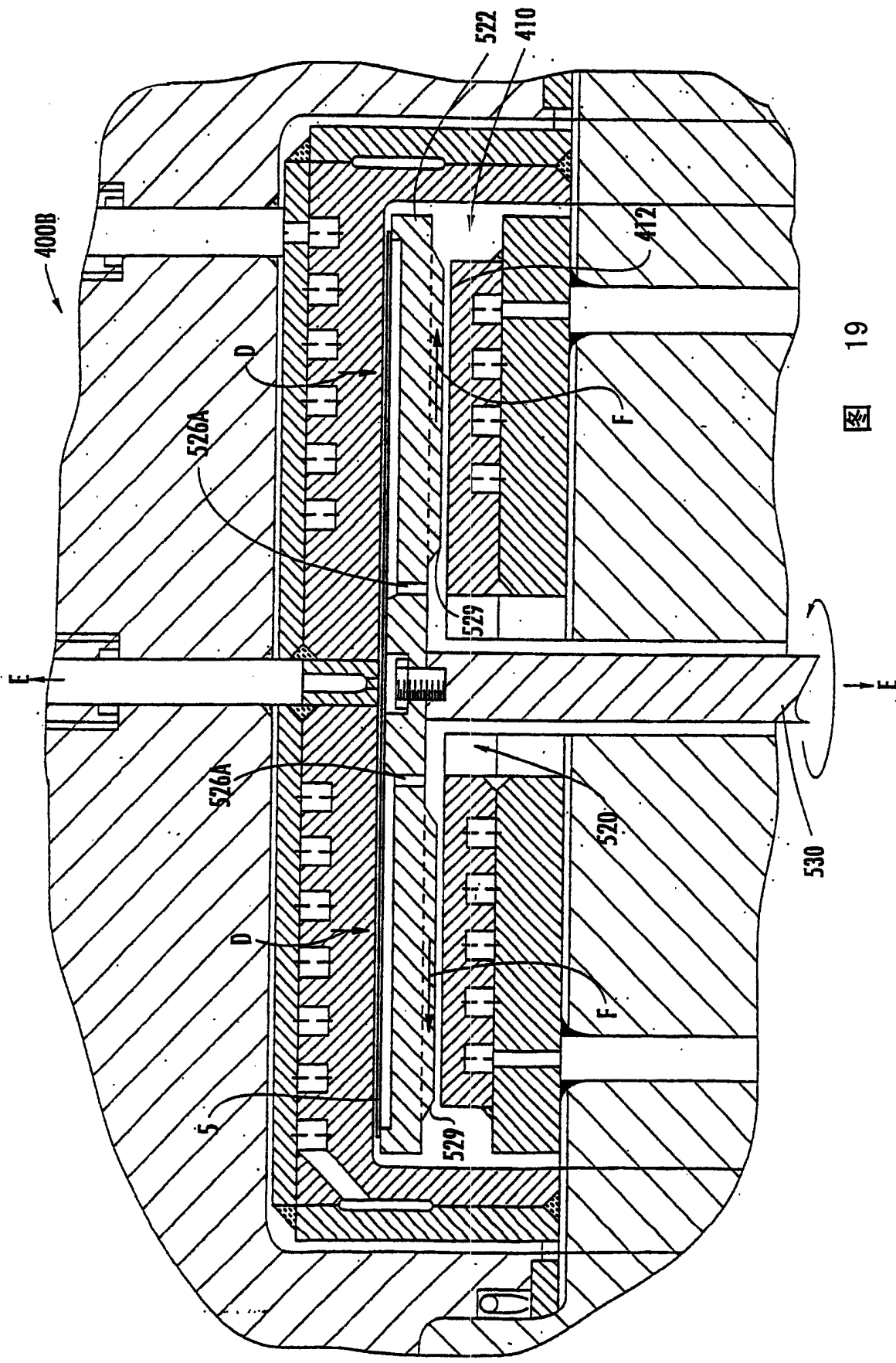


图 19

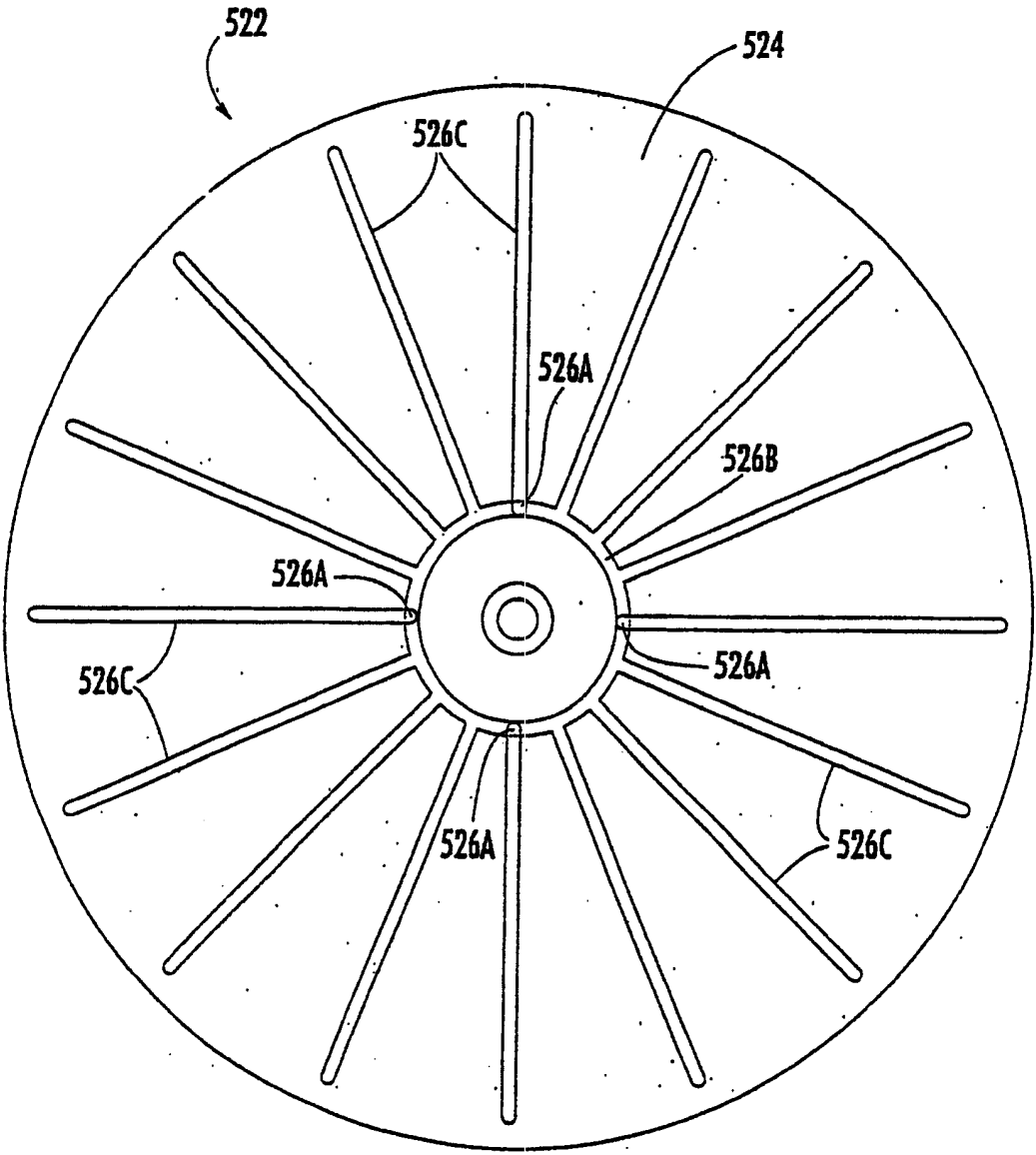


图 20

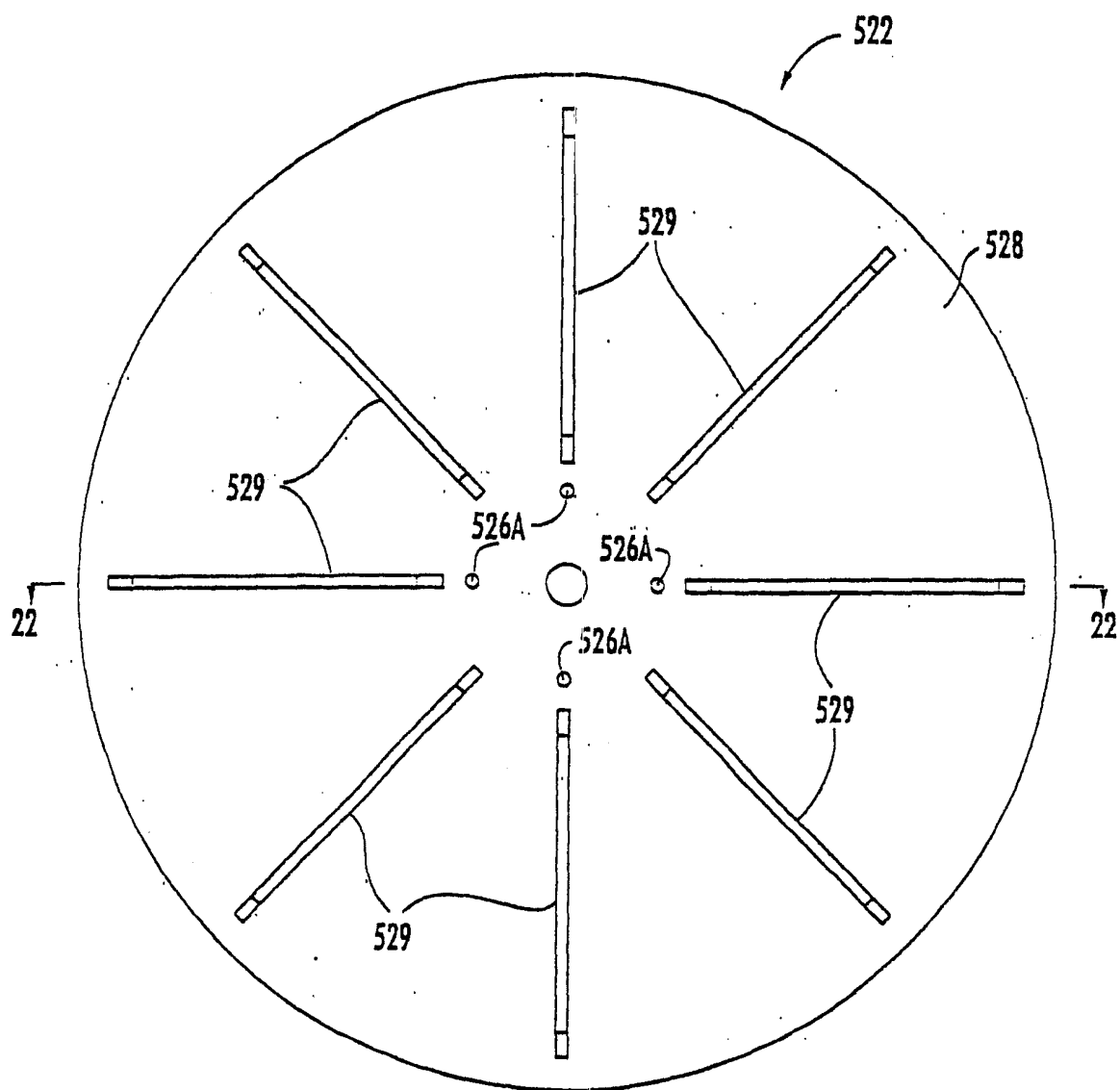


图 21

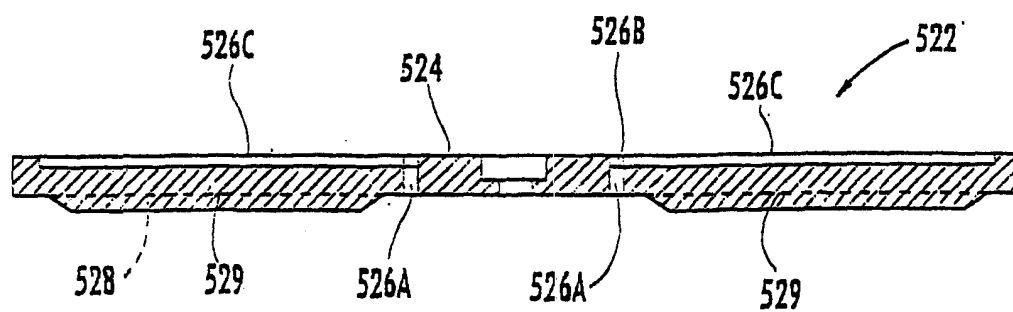


图 22

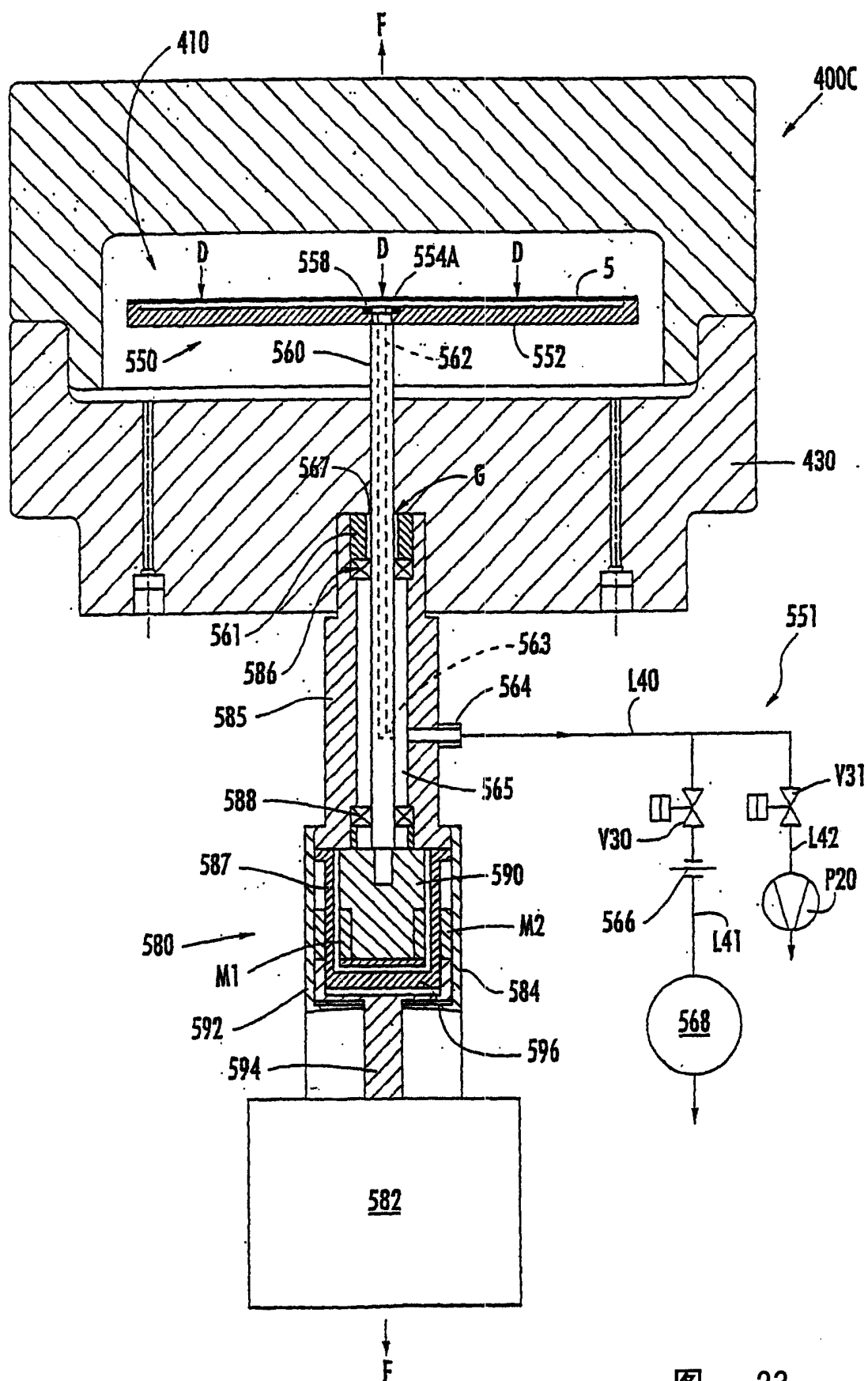


图 23

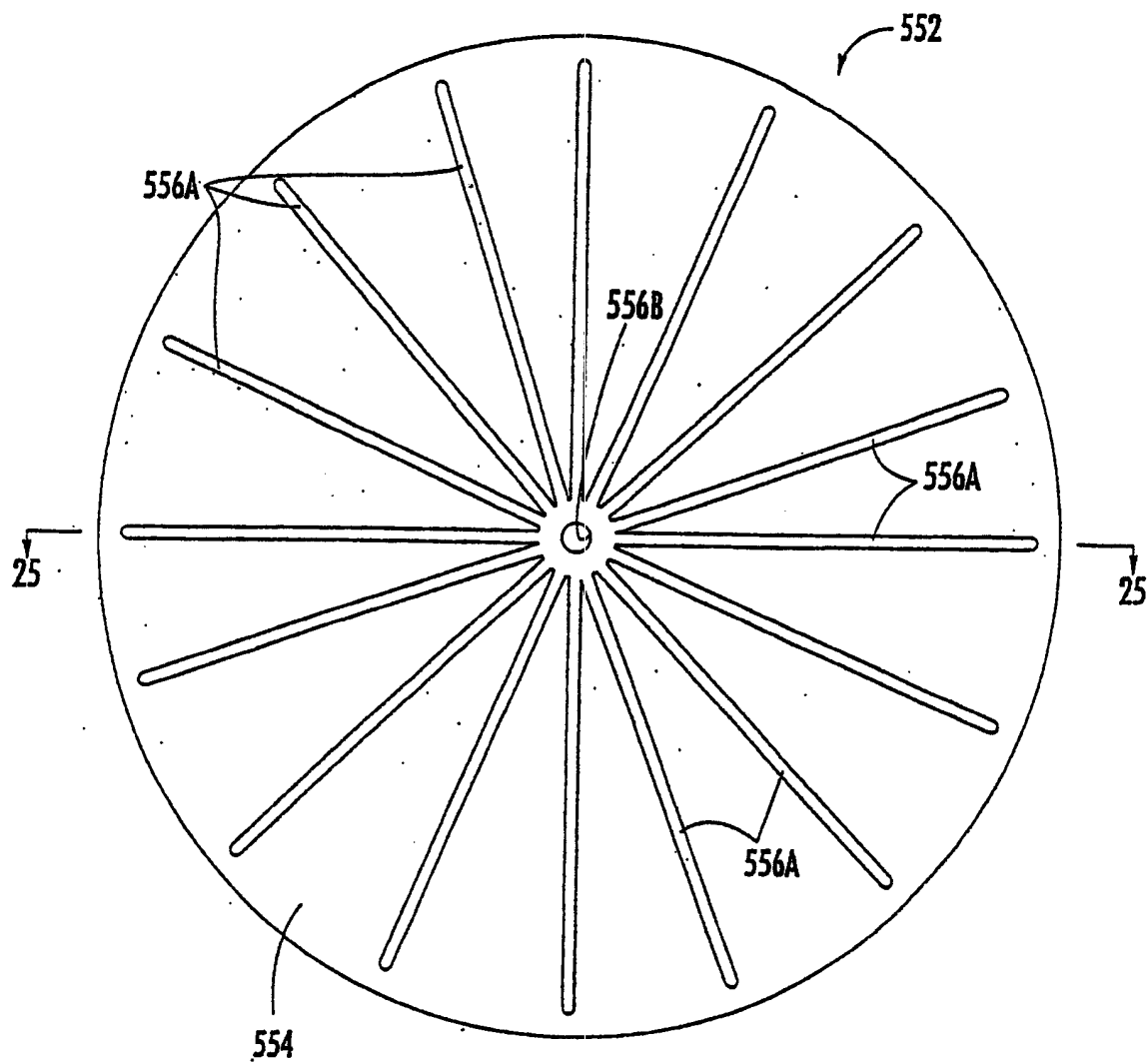


图 24

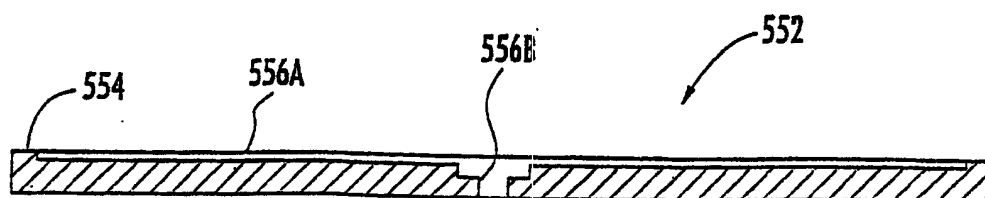


图 25

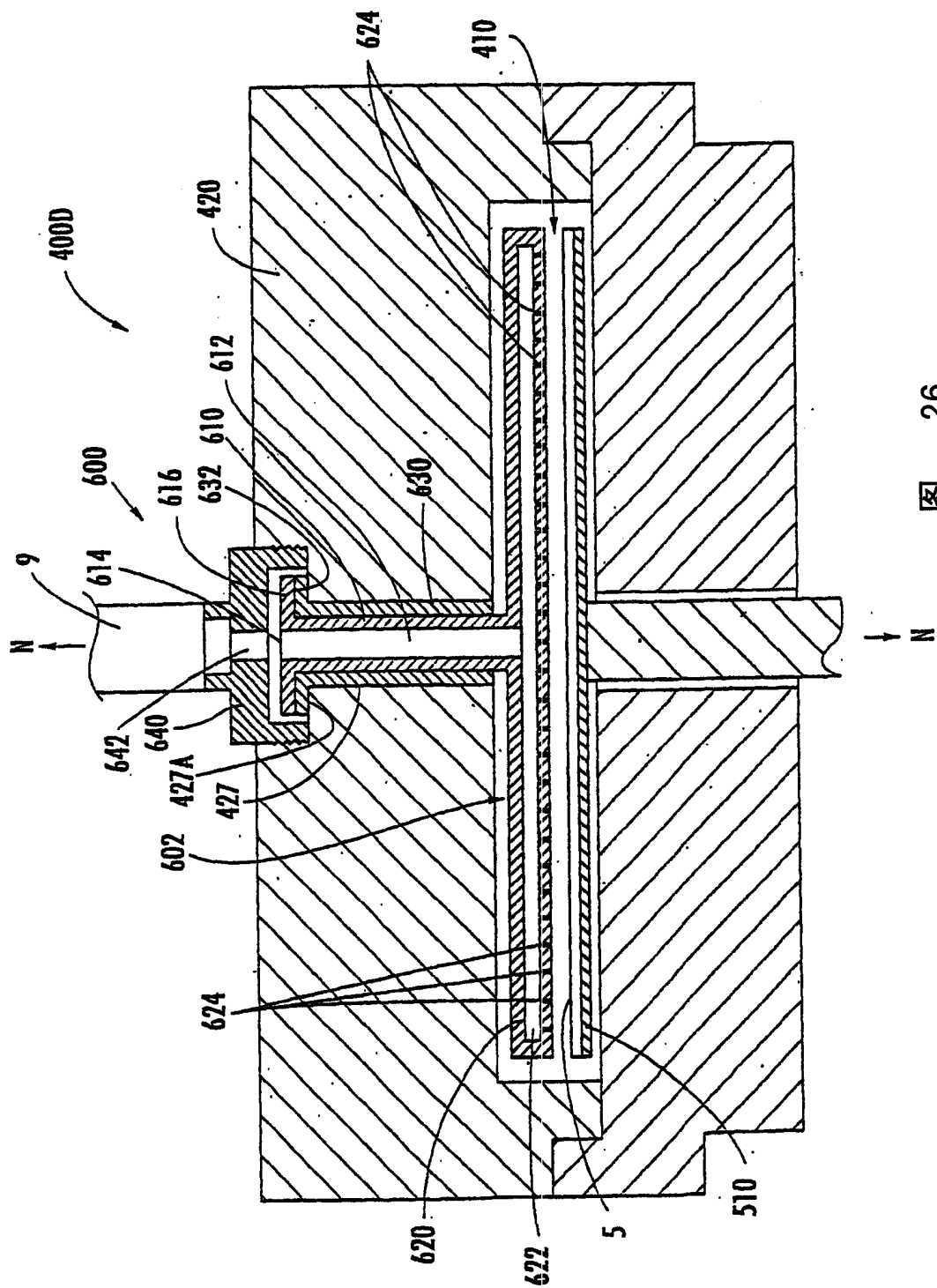


图 26

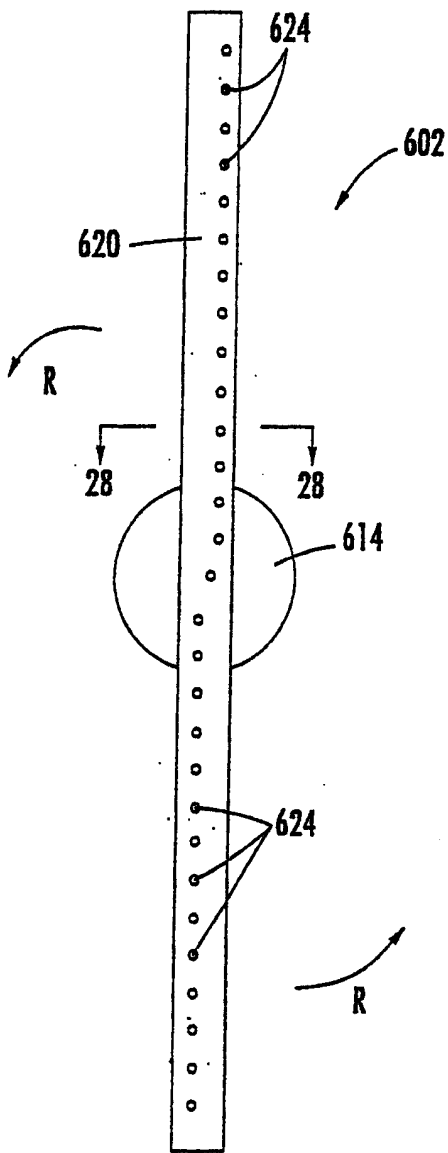


图 27

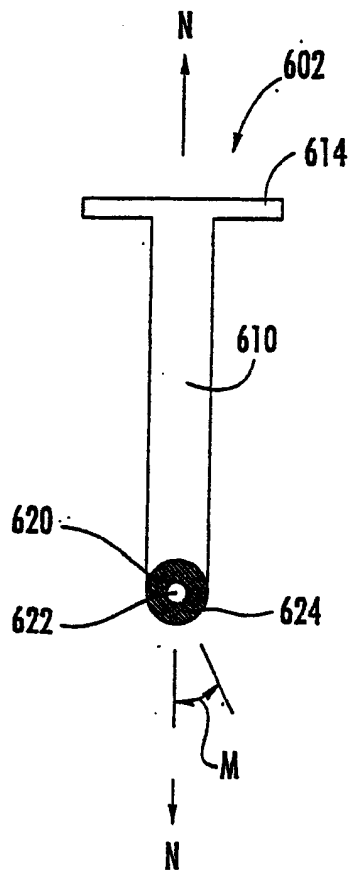


图 28

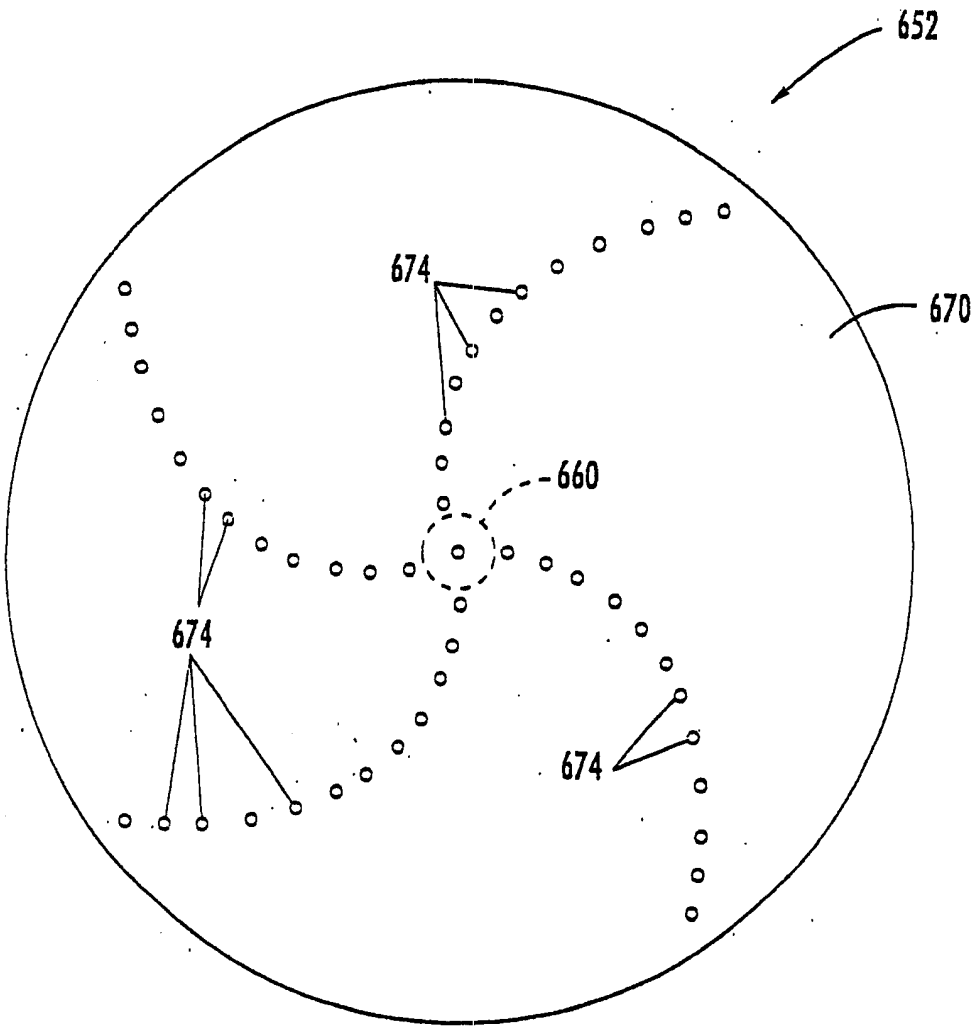


图 29