



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102312221 A

(43) 申请公布日 2012.01.11

(21) 申请号 201110262384.0

(22) 申请日 2011.09.06

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路  
3888 号

(72) 发明人 单崇新 申赫 于吉 刘兴宇  
王双鹏 李炳辉 申德振

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

C23C 16/455(2006.01)

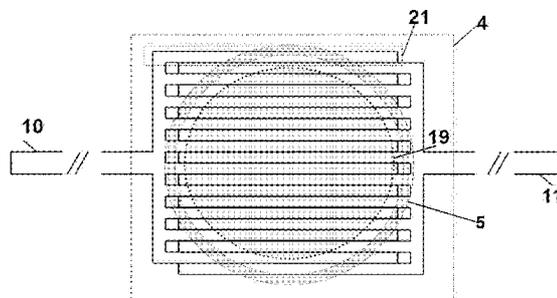
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

## (54) 发明名称

一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置

## (57) 摘要

一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置，涉及一种原子层沉积装置。它解决现有技术中前驱体与衬底或上一原子层接触的均匀性差、反应物利用率低和材料生长周期长导致的沉积效率低问题。该装置包括反应腔室、第一前驱体容器、第二前驱体容器、辅助吹扫气体容器、第一气体供应管路、第二气体供应管路、辅助吹扫气体供应管路、均匀进气系统和腔体盖等，所述第一气体供应管路、第二气体供应管路、辅助吹扫气体供应管路分别与第一前驱体容器、第二前驱体容器、辅助吹扫气体容器相连接；所述第一气体供应管路、第二气体供应管路分别通过反应腔室的腔体盖与反应腔室内的均匀进气系统连通；所述均匀进气系统固定在腔体盖下部。该装置适合于科研和生产需要。



1. 一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置,该装置包括真空系统(3)、反应腔室(14)、第一前驱体容器(8)、第二前驱体容器(9)、辅助吹扫气体容器(13)、第一气体供应管路(10)、第二气体供应管路(11)和辅助吹扫气体供应管路(12);其特征在于,反应腔室(14)内设有均匀进气系统(4)、衬底台(5)、腔体盖(6)和衬底(19),所述第一气体供应管路(10)与第一前驱体容器(8)相连接,第二气体供应管路(11)与第二前驱体容器(9)相连接,辅助吹扫气体供应管路(12)与辅助吹扫气体容器(13)相连接;所述第一气体供应管路(10)和第二气体供应管路(11)分别通过腔体盖(6)与均匀进气系统(4)连通;所述辅助吹扫气体容器(13)通过辅助吹扫气体供应管路(12)与反应腔室(14)相连接;所述均匀进气系统(4)固定在腔体盖(6)下部;所述衬底(19)设置在衬底台(5)上表面;所述真空系统(3)设置在反应腔室(14)下部且与反应腔室(14)相连接。

2. 根据权利要求1所述的一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置,其特征在于,所述均匀进气系统设有第一气体供应管路入口(22)、第二气体供应管路入口(23)、第一气体供应管路出口(20)和第二气体供应管路出口(24);所述第一气体供应管路出口(20)和第二气体供应管路出口(24)上设有均匀分布的小孔。

3. 根据权利要求2所述的一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置,其特征在于,所述第一气体供应管路入口(22)、第二气体供应管路入口(23)、第一气体供应管路出口(20)和第二气体供应管路出口(24)组成的管路形状为直插指状式、螺旋插指式或喷淋式。

4. 根据权利要求2所述的一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置,其特征在于,所述第一气体供应管路出口(20)和第二气体供应管路出口(24)的覆盖面积大于衬底台(5)的面积。

5. 根据权利要求1所述的一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置,其特征在于,所述真空系统(3)包括真空管路(1)及真空泵浦(2),真空泵浦(2)通过真空管路(1)连接至反应腔室(14)。

6. 根据权利要求1所述的一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置,其特征在于,所述第一气体供应管路(10)上设有第一高频阀门(15),辅助吹扫气体供应管路(12)上设有辅助吹扫气体阀门(16),第二气体供应管路(11)上设有第二高频阀门(17);所述第一高频阀门(15)位于第一前驱体容器(8)的出口处,辅助吹扫气体阀门(16)位于辅助吹扫气体容器(13)的出口处,第二高频阀门(17)位于第二前驱体容器(9)的出口处。

7. 根据权利要求1-6任何一项所述的一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置,其特征在于,该装置还包括升降机(7),所述升降机(7)固定连接在腔体盖(6)的一侧。

## 一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种原子层沉积装置,具体涉及一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置。

### 背景技术

[0002] 原子层沉积 (ALD) 是一种利用衬底表面上前驱体的表面饱和反应所产生的化学吸附和脱附而形成单原子层的沉积技术,这项技术是将物质以单原子层的形式一层一层地沉积在衬底表面,并且通过控制反应周期数简单、精确地控制薄膜的厚度,形成不同厚度的原子层薄膜。随着微电子和深亚微米芯片技术的发展,器件和材料的尺寸不断降低,ALD 极均匀的厚度和优异的一致性等优势得以体现,并渐渐在工业和科研领域普及开来,而 ALD 装置、ALD 应用和 ALD 技术也正在不断地发展中。与常用的分子束外延、金属氧化物气相沉积、磁控溅射、物理气相沉积等常用的薄膜生长设备相比,ALD 具有对厚度和组分控制精确的突出优势,因而在微纳尺度的材料生长和器件制备方面有重要的应用前景。

[0003] 传统的 ALD 装置,通常需要将反应物大量的导入反应腔室内,使衬底或上一原子层浸在前驱体的气氛中,但由于气流和真空限制,难以保证前驱体对整个衬底或上一原子层的全面覆盖,容易形成针孔等缺陷,造成前驱体与衬底或上一原子层接触的不均匀,最终导致沉积薄膜质量的劣化。同时,因前驱体的大量充入而需抽走大量的残余气体,这会直接影响到整个生长周期进行的速度并且造成前驱体的浪费。

[0004] 鉴于上述背景,本发明所涉及的一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置在国内外未见相关报道。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决现有技术中前驱体与衬底或上一原子层接触的均匀性差、反应物利用率低和材料生长周期长导致的沉积效率低问题,而提供了一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置。

[0006] 一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置,该装置包括真空系统、反应腔室、第一前驱体容器、第二前驱体容器、辅助吹扫气体容器、第一气体供应管路、第二气体供应管路和辅助吹扫气体供应管路;反应腔室内设置均匀进气系统、衬底台、腔体盖和衬底,所述第一气体供应管路与第一前驱体容器相连接,第二气体供应管路与第二前驱体容器相连接,辅助吹扫气体供应管路与辅助吹扫气体容器相连接;所述第一气体供应管路和第二气体供应管路分别通过腔体盖与均匀进气系统连通;所述辅助吹扫气体容器通过辅助吹扫气体供应管路与反应腔室相连接;所述均匀进气系统固定在腔体盖下部;所述衬底设置在衬底台上表面;所述真空系统设置在反应腔室下部且与反应腔室相连接。

[0007] 有益效果:本发明提供了一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置,其特点在于通过均匀进气系统向衬底或其它反应基底上均匀输送前驱体,从而使反应物可以快速覆盖衬底或上一原子层,有效提高材料生长的均匀性,使绝大部分前驱体仅用于形成沉积薄膜,

减少前驱体的浪费,缩短抽走残余气体的时间,缩短薄膜生长的周期,提高生长效率,这种采用均匀进气系统的原子层沉积装置简单、易于操作,更适合于科研和生产需要。

### 附图说明

[0008] 图 1 是一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置示意图;

[0009] 图 2 是直插指状式均匀进气系统、衬底和衬底台关系的俯视图;

[0010] 图 3 是均匀进气系统中直插指状式的第一气体供应管路出口俯视图;

[0011] 图 4 是均匀进气系统中直插指状式的第一气体供应管路出口仰视图;

[0012] 图 5 中的 (a) 和 (b) 是不同螺旋插指状式均匀进气系统仰视图。

[0013] 图中:1:真空管路,2:真空泵,3:真空系统,4:均匀进气系统,5:衬底台,6:腔体盖,7:升降机,8:第一前驱体容器,9:第二前驱体容器,10:第一气体供应管路,11:第二气体供应管路,12:辅助吹扫气体供应管路,13:辅助吹扫气体容器,14:反应腔室,15:第一高频阀门,16:辅助吹扫气体阀门,17:第二高频阀门,18:衬底台自转系统,19:衬底,20:第一气体供应管路出口,21:第一前驱体出口管路中某一插指,22:第一气体供应管路入口,23:第二气体供应管路入口,24:第二气体供应管路出口。

### 具体实施方式

[0014] 下面结合图 1 至图 5 对本发明作进一步详细说明。

[0015] 一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置示意图,该装置包括真空系统 3、反应腔室 14、第一前驱体容器 8、第二前驱体容器 9、辅助吹扫气体容器 13、第一气体供应管路 10、第二气体供应管路 11、辅助吹扫气体供应管路 12;反应腔室 14 内设有均匀进气系统 4、衬底台 5、腔体盖 6 和衬底 19,所述第一前驱体容器 8 储存前体源 A;所述第二前驱体容器 9 储存前体源 B;所述辅助吹扫气体容器 13 储存辅助吹扫气体源氮气;所述辅助吹扫气体供应管路 12 位于第一气体供应管路 10 和第二气体供应管路 11 的中间;所述第一气体供应管路 10、第二气体供应管路 11、辅助吹扫气体供应管路 12 分别与第一前驱体容器 8、第二前驱体容器 9、辅助吹扫气体容器 13 相连接;所述第一气体供应管路 10、第二气体供应管路 11 分别通过反应腔室 14 的腔体盖 6 与反应腔室 14 内的均匀进气系统 4 连通;所述辅助吹扫气体容器 13 通过辅助吹扫气体供应管路 12 与反应腔室 14 相连接;所述均匀进气系统 4 固定在腔体盖 6 下部;所述衬底台 5 上表面设置衬底 19;所述真空系统 3 设置在反应腔室 14 下部且与反应腔室 14 相连接。

[0016] 本实施方式所述均匀进气系统设有第一气体供应管路入口 22、第二气体供应管路入口 23、第一气体供应管路出口 20 和第二气体供应管路出口 24;所述第一气体供应管路出口 20 和第二气体供应管路出口 24 上设有均匀分布的小孔;所述前体源 A 和前体源 B 通过均匀分布的小孔到达反应腔室 14 内的衬底 19 上。

[0017] 所述第一气体供应管路入口 22、第二气体供应管路入口 23、第一气体供应管路出口 20 和第二气体供应管路出口 24 组成的管路形状为直插指状式、螺旋插指式或喷淋式。所述第一气体供应管路出口 20 沿插指方向上等间距排列(圆心距离),为了保证气体均匀,第一气体供应管路出口 20 面积应沿一气体供应管路入口 22 方向的插指指尖方向递增;如果第一气体供应管路出口 20 面积相同,则第二气体供应管路出口 24 距离应沿第二气体供应

管路入口 23 插指指尖方向递减；其它采用插指结构的均匀进气系统，第一气体供应管路出口面积和分布应与上述描述一致。

[0018] 所述第一气体供应管路出口 20 和第二气体供应管路出口 24 的覆盖面积大于衬底台 5 的面积，第一气体供应管路出口 20 和第二气体供应管路出口 24 方向应与衬底台 5 垂直。

[0019] 本实施方式所述真空系统 3 包括真空管路 1 及真空泵浦 2，真空泵浦 2 经由该真空管路 1 连接至反应腔室 14 下部。

[0020] 本实施方式所述第一气体供应管路 10、辅助吹扫气体供应管路 12 和第二气体供应管路 11 上分别设有第一高频阀门 15、辅助吹扫气体阀门 16 和第二高频阀门 17，所述第一高频阀门 15、辅助吹扫气体阀门 16 和第二高频阀门 17 分别位于第一前驱体容器 8、辅助吹扫气体容器 13 和第二前驱体容器 9 的出口处；所述第一高频阀门 15、辅助吹扫气体阀门 16 和第二高频阀门 17 可以控制前体源 A、辅助吹扫气体源和前体源 B 的进出。

[0021] 本实施方式所述一种采用均匀进气系统的原子层沉积装置还包括升降机 7，所述升降机 7 固定连接在腔体盖 6 的一侧，用来控制腔体盖 6 的升降；本实施方式所述的采用均匀进气系统的原子层沉积装置还包括衬底台自转系统 18，所述的衬底台自转系统 18 固定在衬底台 5 的底部；所述的衬底台自转系统 18 为马达，衬底台 5 通过马达带动可绕其中心轴线匀速旋转。

[0022] 本实施方式所述采用均匀进气系统的原子层沉积装置可以有多个前驱体源容器，前驱体源储存于相应的前驱体源容器中。本实施方式所述均匀进气系统可为供多路前驱体共用的单一系统，也可为每路前驱体独立使用但存在于同一反应腔室中且互不干扰的多个均匀进气系统所组成的复合系统。

[0023] 实施例：下面以采用均匀进气系统的原子层沉积装置制备氧化锌 (ZnO) 薄膜生长方法为例：

[0024] 步骤一：控制升降机 7 将腔体盖 6 升起，把衬底 19 放置在衬底台 5 上，降下腔体盖 6；

[0025] 步骤二：打开真空系统 3 使反应腔室 14 内真空度达到  $10^{-4}$ Pa，通过衬底台 5 自转系统 18 使衬底台 5 匀速旋转，并通过加热衬底台 5 使衬底 19 加热到  $200^{\circ}\text{C}$ ；

[0026] 步骤三：打开辅助吹扫气体阀门 16，辅助吹扫气体源氮气经过辅助吹扫气体供应管路 12 进入反应腔室 14；

[0027] 步骤四：打开第一高频阀门 15，使第一前驱体容器 8 中存储的  $\text{H}_2\text{O}$  随步骤三所述的氮气注入到均匀进气系统 4 中，所述  $\text{H}_2\text{O}$  在衬底 19 表面逐渐吸附，形成单原子层  $\text{H}_2\text{O}$ ；

[0028] 步骤五：关闭步骤四所述的第一高频阀门 15，继续通入氮气吹扫使反应腔室 14 内无残留  $\text{H}_2\text{O}$ ；

[0029] 步骤六：打开第二高频阀门 17，使第二前驱体容器 9 中存储的  $\text{DEZn}$  随氮气注入到均匀进气系统 4 中，所述  $\text{DEZn}$  与吸附在衬底 19 表面  $\text{H}_2\text{O}$  反应，形成单层  $\text{O-Zn}$  薄膜；

[0030] 步骤七：关闭步骤六所述的第二高频阀门 17，继续通入氮气吹扫使反应腔室 14 内无残留  $\text{DEZn}$ ；

[0031] 步骤八：重复步骤四至七，形成多层  $-\text{O-Zn-O-Zn-O-Zn}-$  薄膜至达到要求厚度。

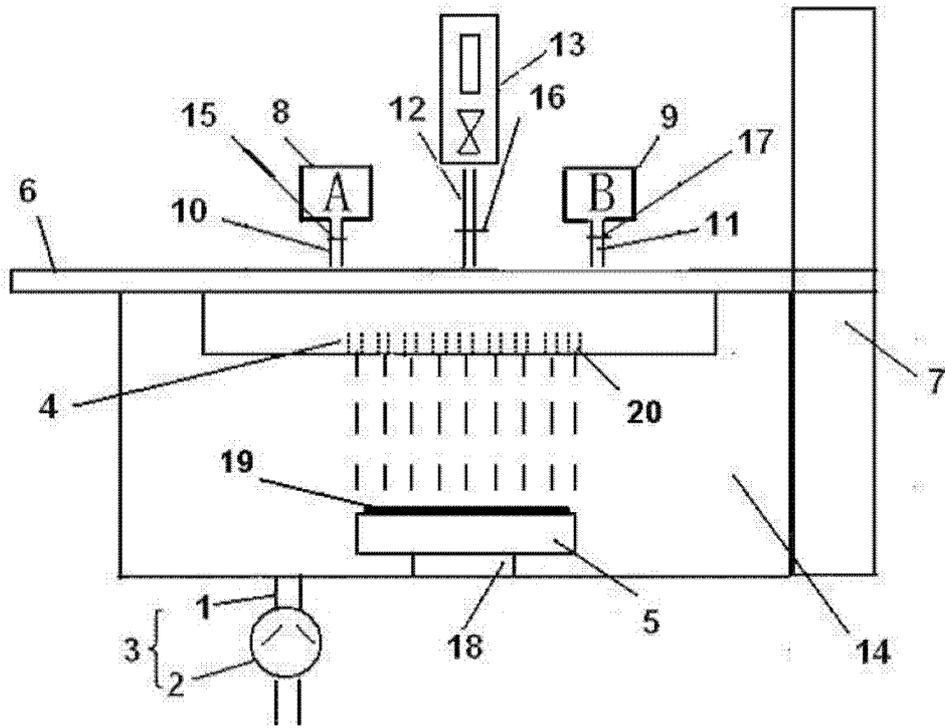


图 1

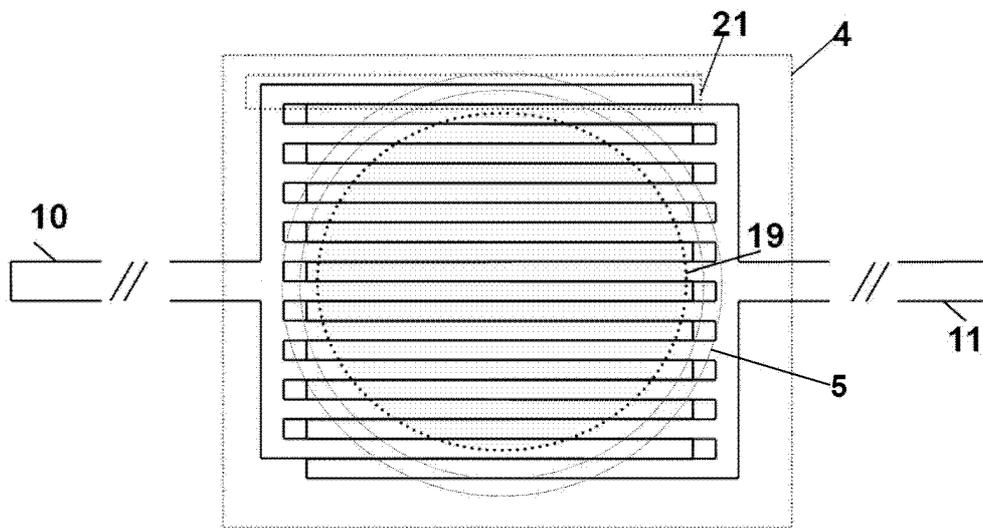


图 2

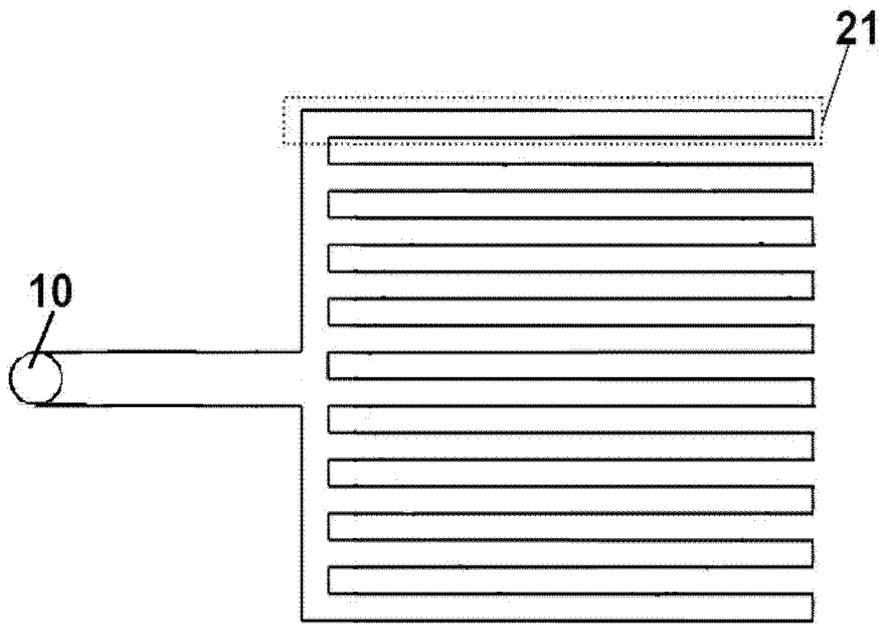


图 3

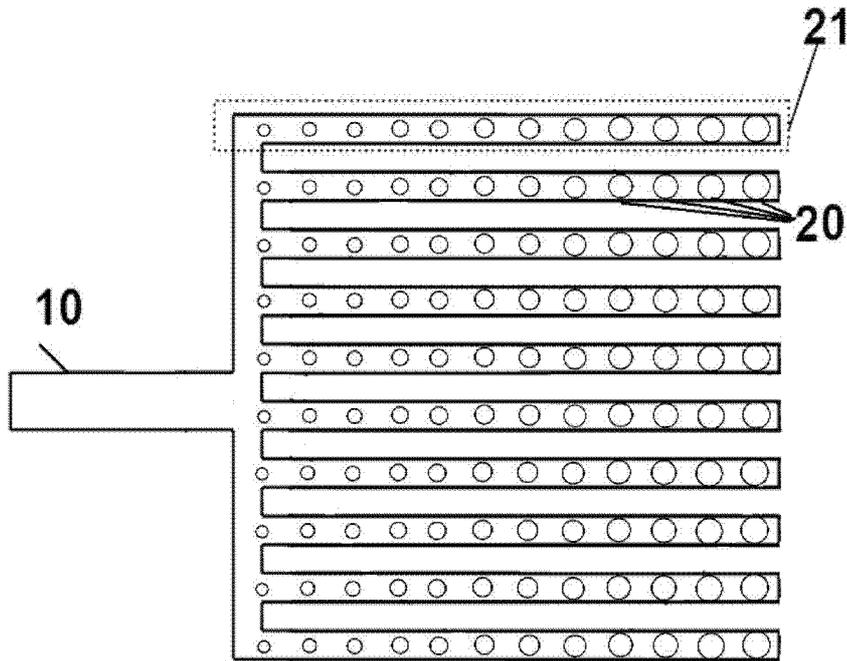
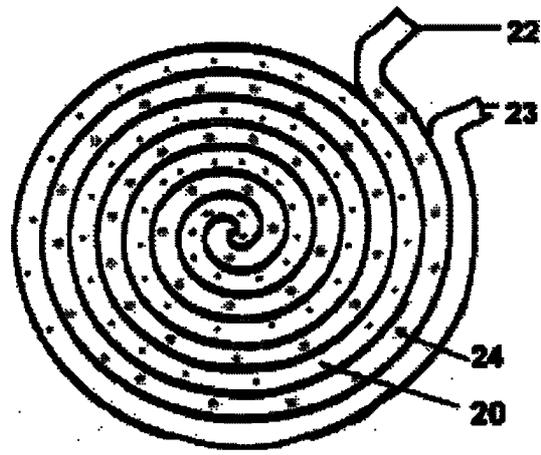
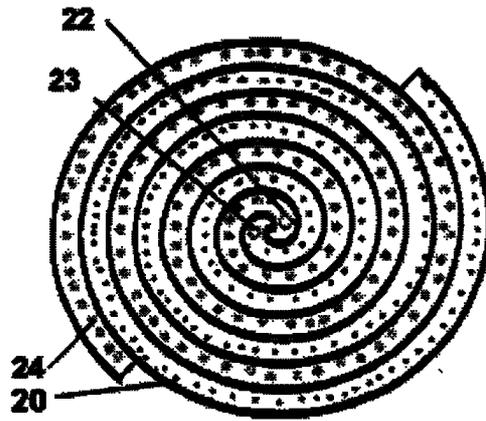


图 4



(a)



(b)

图 5