



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103936277 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 23

(21) 申请号 201410105684. 1

(22) 申请日 2014. 03. 20

(71) 申请人 富通集团有限公司

地址 311400 浙江省杭州市富阳市金秋大道  
富通科技园 1-8 号

(72) 发明人 冯高锋 葛锡良 杨军勇 章海峰  
董瑞洪 马静

(74) 专利代理机构 浙江翔隆专利事务所(普通  
合伙) 33206

代理人 胡龙祥

(51) Int. Cl.

C03B 37/027(2006. 01)

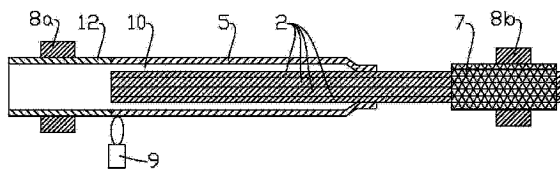
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种多芯光纤的制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种多芯光纤的制造方法,属于光纤的制造方法,现有方法芯棒在套管中的相对位置无法精确固定,拉制成多芯光纤后纤芯位置的偏差会导致熔接损耗增大;本发明将至少两根芯棒固定到夹具上,夹具安装到车床卡盘上;将带有套管的过渡套管安装在同一车床的另一卡盘上;将芯棒插入到套管内部;旋转同步卡盘,加热靠近芯棒夹持端套管的端部,使其塌缩到芯棒上;接着加热套管与过渡套管的接口处,并对套管和芯棒进行拉锥处理,使套管的一端封闭;将组装好的芯棒和套管分别焊接辅助石英棒和过渡石英套管后安装到拉丝塔上进行在线抽真空拉丝得到多芯光纤。在芯棒与套管的组装过程中采用夹具固定芯棒,使芯棒的相对位置更加精确,保证所制多芯光纤具有精确的几何尺寸。



1. 一种多芯光纤的制造方法,其特征是:将至少两根芯棒(2)固定到夹具(7)上,将夹具(7)安装到车床的一个卡盘(8b)上;将带有套管(5)的过渡套管(12)安装在车床的另一个卡盘(8a)上;然后将芯棒(2)插入到套管(5)内部;同步旋转两卡盘,加热套管靠近夹具(7)的端部使其塌缩到芯棒上;接着加热套管与过渡套管的接口处,并对该端的套管和芯棒进行拉锥处理使套管的该端封闭;将组装好的芯棒(2)端部、套管(5)端部分别焊接辅助石英棒(13)、过渡石英套管(16)后安装到拉丝塔上进行在线抽真空拉丝。

2. 根据权利要求1所述的多芯光纤的制造方法,其特征是:在套管和芯棒的间隙处填充纯石英棒。

3. 根据权利要求1所述的多芯光纤的制造方法,其特征是:芯棒和套管在组装前需要进行酸洗和火焰抛光处理。

4. 根据权利要求1所述的多芯光纤的制造方法,其特征是:芯棒芯层中掺杂氧化锆或者稀土氧化物作为掺杂物。

5. 根据权利要求1所述的多芯光纤的制造方法,其特征是:套管内径与芯棒组合后外径之间的间隙为0.5-3mm。

## 一种多芯光纤的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光纤预制棒及光纤的制造方法,特别是涉及一种多芯光纤的制造方法。

### 背景技术

[0002] 随着 Internet 的迅速普及以及宽带综合业务数字网 (B-ISDN) 的快速发展,单芯光纤的传输容量已经出现瓶颈,进一步扩大传输容量必须考虑将单芯光纤变成多芯光纤。

[0003] 通常的光纤是由纤芯和围绕它的包层构成,而多芯光纤则是在同一包层内含有多个纤芯。因此,多芯光纤中的每个芯都是一根光波导,即一根多芯光纤相当于多根单芯光纤。多芯光纤不仅可以节省光纤光缆的制造成本,还可以大幅度降低光缆的铺设与安装费用。

[0004] 多芯光纤除用于制造高密度光缆外,在光纤激光和光纤传感等领域也具有重要应用价值。利用多芯光纤进行能量泵浦,可以制造更大功率的光纤激光器,同时将稀土元素掺入多芯光纤的芯层中,可以改善光纤放大器的增益均衡特性;利用多芯光纤纤芯合成器件,通过能量叠加,提高光纤输出激光总能量,解决单根光纤输出激光能量不足问题;利用多芯光纤构成光纤干涉仪,可以对应变和弯曲等多种参量进行测量。此外,利用双光束干涉效应可以用于制造光纤滤波器、光开关、光波分复用器和光分插复用器。

[0005] 随着光纤制造技术的不断发展,多芯光纤的制造工艺得到进一步完善。制造多芯光纤的关键是保证每个纤芯精确的相互位置关系以及杂质含量和残余应力的控制。

[0006] 专利号为 US4832720 的美国专利公开了一种多芯光纤的制造方法。首先在单芯预制棒包层中打至少 2 个与芯层平行的孔,然后将芯棒插入到这些孔中,加热使其融合在一起,最后采用常规方法拉丝得到多芯光纤。该方法打孔技术难度大,容易造成预制棒开裂,合格率低,生产成本低。

[0007] 为了提高多芯光纤的尺寸精度,专利号为 US5792233 的美国专利提出了一种多芯光纤的制造方法:将多根单芯预制棒组合后,然后熔融在一起形成一根多芯光纤预制棒,并将多芯光纤预制棒拉制成多芯光纤。该方法的问题在于每一根单芯预制棒的直径过大或者单芯预制棒的数量过多时,融合定位存在很大的困难。对此,专利号为 US6089044 的美国专利给出了一个改进方案:首先将多根单芯预制棒的侧面按照设计的尺寸进行研磨抛光,然后将其组合熔融得到多芯光纤预制棒。预制棒侧面研磨后组合固定更加容易,相对位置更加精确。但该方法只是将多根单芯预制棒组合,没有达到节省预制棒包层材料的目的。同时预制棒的研磨导致生产时间和成本的增加。

[0008] 专利号为 US6154594 的美国专利涉及一种多芯光纤的制造方法。根据设计的结构选择尺寸合适的石英玻璃套管以及多根芯棒,芯棒具有合适的芯/包比和外径。然后将多根芯棒按照一定的排列结构插入套管中。为避免最后得到的多芯预制棒产生气泡,套管和各个芯棒需经热抛光和高温氯气吹扫。将套管的一端封住,使芯棒和套管固定好,防止芯棒在套管发生移动。接着在车床上熔缩成多芯预制棒。熔缩时,套管一端抽真空,从而不遗留

间隙和气泡。熔缩得到的预制棒再采用常规方法拉丝得到多芯光纤。也可以采用套管在线拉丝,即将芯棒和套管组装后,不经过熔缩,直接在拉丝塔上抽真空拉丝。该方法的缺点是芯棒在套管中的相对位置无法精确固定,拉制成多芯光纤后纤芯位置的偏差会导致熔接损耗增大。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的是克服现有技术制造多芯光纤的缺陷,提供一种简单可靠,可实现性好的多芯光纤的制造方法。

[0010] 为达到上述目的,本发明的多芯光纤的制造方法是将至少两根芯棒固定到夹具上,将夹具安装到车床的一个卡盘上;将带有套管的过渡套管安装在车床的另一个卡盘上;然后将芯棒插入到套管内部;同步旋转两卡盘,加热套管靠近夹具的端部使其塌缩到芯棒上;接着加热套管与过渡套管的接口处,并对该端的套管和芯棒进行拉锥处理使套管的该端封闭;将组装好的芯棒端部、套管端部分别焊接辅助石英棒、过渡石英套管后安装到拉丝塔上进行在线抽真空拉丝。

[0011] 作为优选技术手段:在套管和芯棒的间隙处填塞纯石英棒。芯棒和套管在组装前需要进行酸洗和火焰抛光处理。芯棒芯层中掺杂氧化锆或者稀土氧化物作为掺杂物。套管内径与芯棒组合后外径之间的间隙为 0.5-3mm。

[0012] 本发明的有益效果是:本发明方法通过芯棒与套管的组合,可以灵活设计光纤的结构,同时可以实现大芯数多芯光纤的制备,大大节省预制棒的包层材料。其次,芯棒和套管在组装和拉丝前都通过蚀刻去除了表面杂质,大大降低了气泡和亮点产生的几率。最后,在芯棒与套管的组装过程中采用夹具固定芯棒,使芯棒的相对位置更加精确,从而保证了所制造的多芯光纤具有精确的几何尺寸。

### 附图说明

[0013] 图 1 是本发明的多根芯棒插入到套管中的示意图;

图 2 是本发明芯棒插入到套管中的截面示意图;

图 3 是本发明套管塌缩到芯棒上的截面示意图;

图 4 是本发明套管和芯棒拉锥后的示意图;

图 5 是本发明芯棒插入到套管中并填充纯石英棒的截面示意图;

图 6 是本发明芯棒与套管组装后装载到拉丝塔上拉丝过程的示意图;

图 7 是本发明实施例 1 的多芯光纤的截面示意图;

图 8 是本发明实施例 2 的多芯光纤的截面示意图;

图中标号说明:1-芯棒和套管的组合,1'-裸光纤,1''-裸光纤,2-芯棒,3-芯层,3'-芯层,3''-芯层,4-部分包层,5-套管,6-纯石英棒,7-夹具,8-夹具,8a-卡盘,8b-卡盘,9-喷灯,10-套管内径与芯棒组合后的外径之间的间隙,11-锥部,12a-过渡套管,13-辅助石英棒,14-拉丝炉,15-光纤,16-过渡石英套管。

### 具体实施方式

[0014] 以下结合说明书附图对本发明做进一步说明。

[0015] 芯棒 2 采用 VAD (轴向气相沉积)、OVD (外部气相沉积)、MCVD (改进化学气相沉积) 或者 PCVD (等离子化学气相沉积) 制造。芯棒 2 含有芯层 3 和部分包层 4, 并具有特定的折射率剖面(阶跃或渐变)。各个芯棒的折射率差可以相同, 也可以不同。对于通信用多芯光纤, 采用掺锗芯层。而对于激光器和传感器用多芯光纤, 则采用掺稀土元素(如 Er、Yb、Tm 等)的芯层。为了控制拉制后光纤的水峰, 芯棒 2 的包层 4 直径与芯层 3 直径比(b/a)控制在 4.0 以上, 优选的在 5.0 以上。然后根据设计的尺寸将芯棒 2 延伸为小直径的芯棒。芯棒 2 必须具备较好的平直度, 如果弯曲度超过 1mm/m, 需要进行校直处理。

[0016] 将制造好的多根芯棒 2 固定到夹具 7 上, 夹具 7 进一步安装到卡盘 8b 上, 如图 1 所示。夹具 7 可以使多根芯棒 2 的相对位置按照设计的尺寸排列, 同时可固定多根芯棒 2, 防止芯棒 2 在旋转时发生晃动和位移。在另一台车床上将套管 5 与过渡套管 12 焊接后, 对套管 5 进行火焰抛光。然后将带有套管 5 的过渡套管 12 安装在车床的另一个卡盘 8a 上。芯棒 2 和套管 5 在使用前需要进行酸洗处理, 以消除表面的杂质。接着, 将多根芯棒 2 缓慢向卡盘 8a 方向移动, 使芯棒 2 插入到套管 5 内部, 芯棒 2 的端部伸到套管 5 与过渡套管 12 的接口处。套管 5 的内径略大于多根芯棒 2 组合后的外径, 套管 5 内径与芯棒 2 组合后外径(为芯棒 2 组合后的外接圆的直径)之间的间隙 10 控制在 0.5-3mm, 优选为 0.5-2mm。多根芯棒 2 插入到套管 5 中的截面示意图如图 2 所示。同步旋转卡盘 8a 和 8b, 将喷灯 9 移到靠近芯棒 2 夹持端的套管 5 端部加热, 温度控制在 1900-2200℃。使套管 5 的端部塌缩到多根芯棒 2 上, 其截面示意图如图 3 所示。此时, 芯棒 2 和套管 5 之间仍留有间隙, 便于抽真空拉丝。接着将喷灯 9 (氢氧焰) 移到套管 5 与过渡套管 12 的接口处持续加热, 移动卡盘 8a 对套管 5 和芯棒 2 进行拉锥处理, 套管 5 的一端封闭形成锥部 11, 如图 4 所示。优选地, 当套管 5 端部塌缩到芯棒 2 上之后, 从过渡套管端将纯石英棒 6 填充入套管 5 和芯棒 2 的间隙处(其截面示意图如图 5 所示), 以避免芯棒在之后的处理过程中发生变形以及产生气泡。芯棒和套管的组装也可以在纵向车床上完成, 这样芯棒加热时不会由于重力作用发生弯曲变形, 多根芯棒的相对位置更为精确。

[0017] 将组装好的芯棒 2 焊接一段辅助石英棒 13, 套管 5 未封闭端焊接一段过渡石英套管 16, 如图 6 所示。焊接过程中需要确保过渡套管 12 和辅助石英棒 13 的同心度。引用 CN1884165B 号中国专利的方法, 将其装载到拉丝炉 14 中, 然后将拉丝塔上的夹具 8 固定在过渡石英套管 16 上。同时将膨胀塞塞入过渡石英套管 16 中, 将膨胀塞锁紧, 使套管和芯棒固定在一起。再在套管内通入含氟的气体(如 SF<sub>6</sub>) 和辅助气体(如 He) 对芯棒 2 的表面和套管 5 的内表面进行蚀刻至表面干净。关闭清洗气体, 接上真空泵对芯棒和套管的组合 1 进行抽真空, 使芯棒和套管的组合 1 间隙内处于负压状态。同时升高拉丝炉 14 的炉温至 2000-2200℃, 使芯棒和套管的组合 1 的锥部软化熔融并拉制成光纤 15。

[0018] 实施例 1:

芯棒 2 采用 VAD 工艺生产, 折射率差  $\Delta$  为 0.35%, 包层 4 直径与芯层 3 直径的比 b/a 为 4.0, 经过延伸之后其外径为 8mm, 并将其分切为长度为 1000mm 的 7 根芯棒。7 根芯棒 2 经过酸洗和火焰抛光后固定于夹具 7 上, 夹具 7 进一步安装到卡盘 8b 上。然后将经过酸洗和火焰抛光的套管 5 (规格为  $\Phi 32\text{mm} \times 2.5\text{mm} \times 800\text{mm}$ ) 安装到车床的另一个卡盘 8a 上。接着, 将多根芯棒 2 缓慢向卡盘 8a 方向移动, 使芯棒 2 插入到套管 5 内部, 芯棒 2 的端部伸到套管 5 与过渡套管 12 的接口处。旋转同步卡盘 8a 和 8b, 转速为 30rpm。将喷灯 9 移到靠近

芯棒 2 夹持端的套管 5 端部加热,温度控制在 2000℃。使套管 5 的端部塌缩到多根芯棒 2 上,其截面示意图如图 3 所示。此时,芯棒 2 和套管 5 之间仍留有间隙。接着将氢氧焰喷灯 9 移到套管 5 与过渡套管 12 的接口处持续加热,移动卡盘 8a 对套管 5 和芯棒 2 进行拉锥处理,套管 5 的一端封闭形成锥部 11,如图 4 所示。

[0019] 将组装好的芯棒 2 焊接一段辅助石英棒 13,套管 5 未封闭端焊接一段过渡石英套管 12,如图 6 所示。然后将其装载到拉丝炉 14 中,拉丝塔上的夹具 8 固定在过渡套管 12 上。同时将膨胀塞塞入过渡套管 12 中,将膨胀塞锁紧,使套管和芯棒固定在一起。再在套管 5 内通入含氟的气体(如 SF<sub>6</sub>)和辅助气体(如 He)对芯棒 2 的表面和套管 5 的内表面进行蚀刻至表面干净。关闭清洗气体,接上真空泵对芯棒和套管的组合 1 进行抽真空,使芯棒和套管的组合 1 间隙内处于负压状态。同时升高拉丝炉 14 的炉温至 2200℃使芯棒和套管的组合 1 的锥部软化熔融并拉制成光纤 15。本实施例光纤预制棒拉制成光纤 15 后,剥除涂覆层的裸光纤 1' 截面图如图 7 所示,光纤包层内含有 7 个芯层 3'。

#### [0020] 实施例 2

芯棒 2 采用 MCVD+ 溶液浸泡工艺生产,芯层 3 组分为 SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。芯棒 2 的折射率差  $\Delta$  为 0.32%,外径为 5mm,长度为 700mm。19 根芯棒 2 经过酸洗和火焰抛光后固定于夹具 7 上,夹具 7 进一步安装到卡盘 8b 上。然后将经过酸洗和火焰抛光的套管 5 (规格为  $\Phi 32\text{mm} \times 2.5\text{mm} \times 500\text{mm}$ ) 安装到车床的另一个卡盘 8a 上。接着,按照实施例 1 的方法完成芯棒和套管的组装以及在线拉丝。本实施例光纤预制棒拉制成光纤 15 后,剥除涂覆层的裸光纤 1'' 截面图如图 8 所示,光纤包层内含有 19 个芯层 3''。

[0021] 需要说明的是,上述实施例的方式仅限于描述实施例,但本发明不只局限于上述方式,且本领域的技术人员据此可在不脱离本发明的范围内方便的进行修饰,因此本发明的范围应包括本发明所揭示的原理和新特征的最大范围。

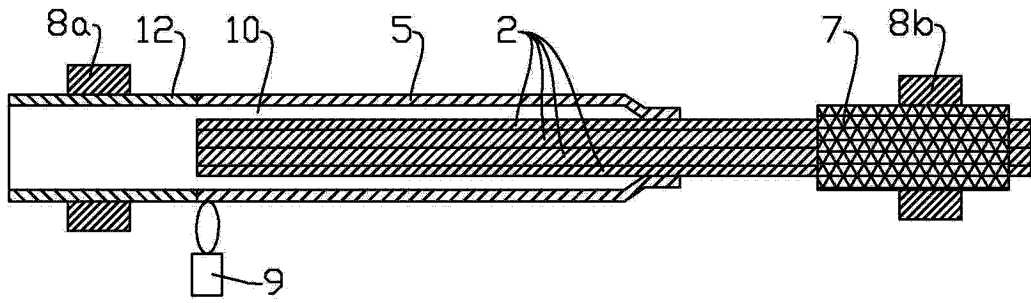


图 1

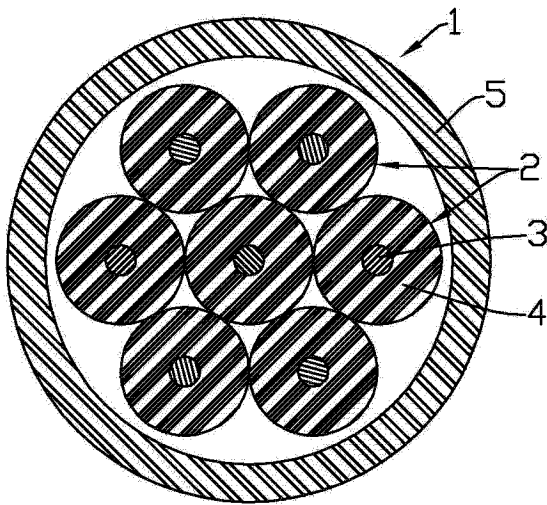


图 2

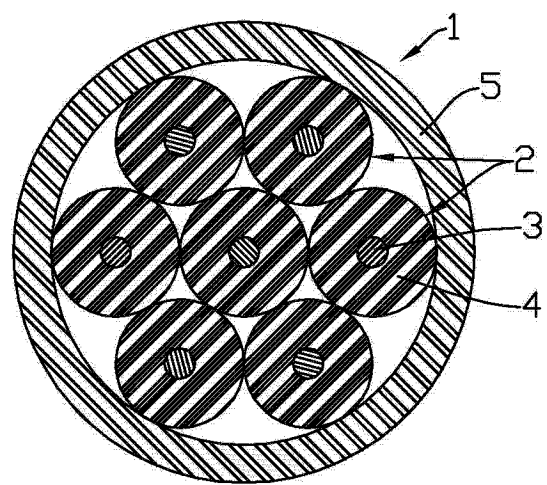


图 3

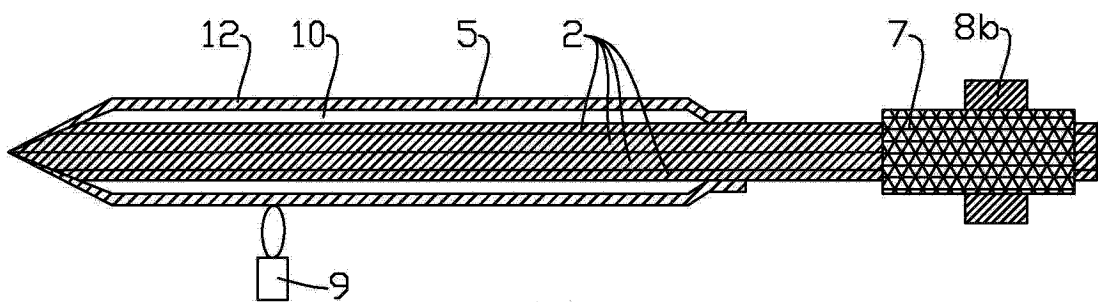


图 4

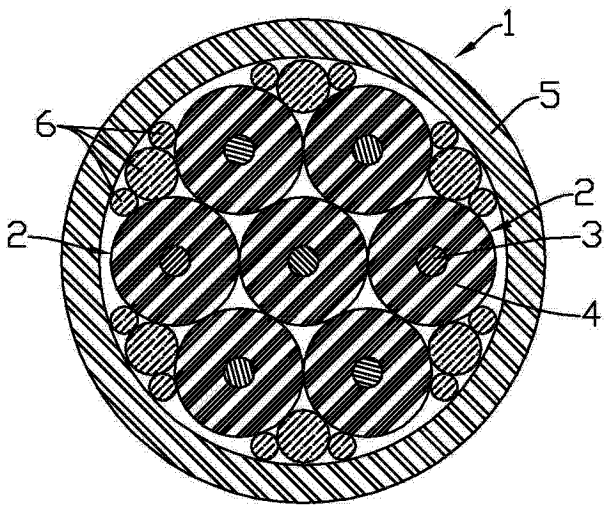


图 5

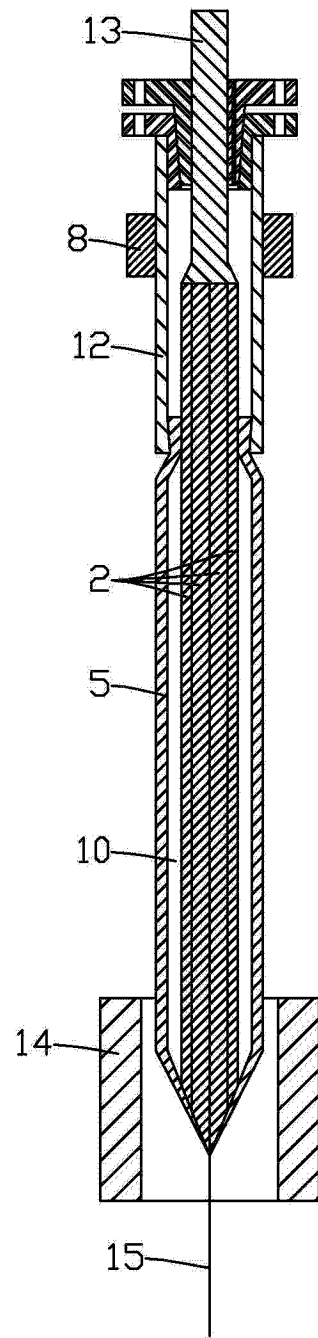


图 6



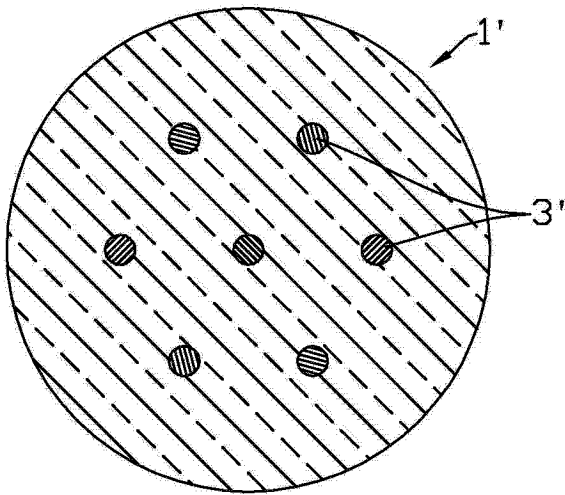


图 7

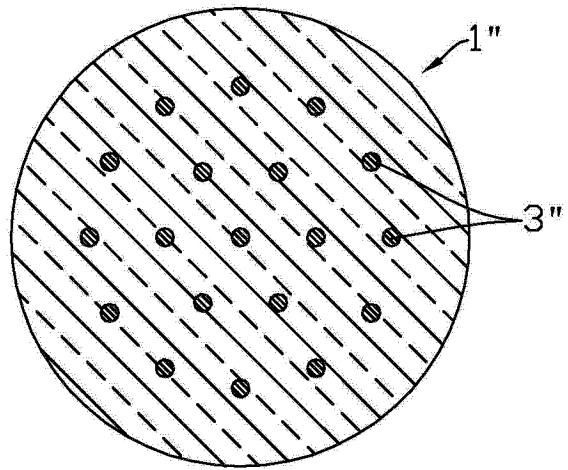


图 8