



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94194387.9

[51]Int.Cl⁶

D04H 3/16

[43]公开日 1996 年 11 月 27 日

[22]申请日 94.10.28

[30]优先权

[32]93.11.5 [33]US[31]08/148,745

[86]国际申请 PCT/US94/12338 94.10.28

[87]国际公布 WO95/12701 英 95.5.11

[85]进入国家阶段日期 96.6.4

[71]申请人 欧文斯科尔宁格公司

地址 美国俄亥俄

[72]发明人 R·A·霍普特 R·M·波特

D·P·阿斯臣拜克

[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 徐汝巽

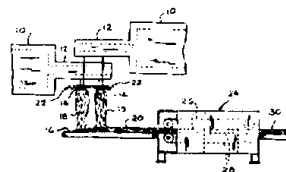
D04H 3/08 D02G 1/18

权利要求书 1 页 说明书 20 页 附图页数 11 页

[54]发明名称 双玻璃纤维保温产品

[57]摘要

由具有不同热膨胀系数的两种玻璃的不规则形状的玻璃纤维组成的玻璃纤维保温产品。不规则形状的双玻璃纤维具有基本上均匀的体积填充性能。以及即使在不用粘结剂的情况下产生改进的恢复和导热能力。



权 利 要 求 书

1. 一种玻璃纤维保温产品，由第一和第二玻璃组合物的双玻璃纤维组成，其平均偏差比大于约 5%。
2. 根据权利要求 1 的保温产品，其中平均偏差比大于约 15%。
3. 根据权利要求 2 的保温产品，其中平均偏差比大于约 30%。
4. 一种玻璃纤维保温产品，由第一和第二玻璃组合物的不规则形状的双玻璃纤维组成，其平均偏差比大于约 5%。
5. 根据权利要求 4 的保温产品，其中平均偏差比大于约 15%。
6. 根据权利要求 5 的保温产品，其中平均偏差比大于约 30%。

说明书

双玻璃纤维保温产品

本发明涉及矿物纤维棉，更进一步地说涉及玻璃纤维保温产品。本发明还涉及玻璃纤维保温产品的制造。

小径玻璃纤维可以用于多种应用中，包括隔音或隔热材料。当将这些小径玻璃纤维适当组合成网格或棉毡（通常称为棉块）时，单个缺乏强度或刚度的玻璃纤维可以形成十分强有力的产品。所制得的玻璃纤维保温材料重量轻、耐高压且具有弹性。就本专利说明书来说，术语“玻璃纤维”和“玻璃组合物”中的“玻璃”将包括任何玻璃类矿物材料，如岩石，矿渣和玄武岩，以及传统的玻璃。用于生产玻璃纤维保温产品的普通现有技术方法包括由旋转法生产玻璃纤维。将单一熔融玻璃组合物强迫通过离心或旋转喷头外壁中的孔，产生主要是直的玻璃纤维。通过吹气机向下拉伸纤维。当将纤维向下拉伸时，将用来将这些纤维粘结成棉产品的粘结剂喷射到这些纤维上。然后将这些纤维收集起来并形成棉块。

当形成玻璃纤维保温产品时，理想的保温材料是在这些纤维之间具有均匀的间隙。保温材料主要是网格，用于将空气限制在纤维之间并由此防止空气移动。该网格还可以通过发散辐射而阻止热传递。具有更加均匀间隙的纤维将使发散达到最大，因而具有更大的保温能力。

在生产玻璃纤维棉保温材料过程中，必需采用相对短的纤维。长纤维相互之间会缠绕，形成绳或线。这些绳导致了与理想均匀网格的偏移并且降低了玻璃棉的保温能力。但是，直线的短纤维仅仅形成任意的网格，有些纤维相互成束。很显然现有的玻璃棉保温材料产品中的纤维分布明显不均匀。因此不能得到理想的均匀网格结构。

此外，当采用直纤维时，必需向纤维中加入有机粘结剂材料。该粘结剂通过在纤维与纤维的界面处粘结而使产品保持在一起。除了该粘结剂本身昂贵之外，还必需花很大的精力来处理从制造工艺中排放的流出物，其原因在于大多数有机化合物均对环境有不利影响。另外，该粘结剂必需要用炉子来固化，需要采用额外的能量并且产生其它的环境清除成本。

现有的保温产品所存在的另一个问题是某些玻璃纤维在接触时会刺激人的皮肤，尤其是当该纤维的直径太大时。此外如果玻璃纤维是脆性的，纤维的断裂将会使该保温产品起尘。

在运输和包装保温材料中，高可压性是优选的。合适的是将棉压制以供运输，然后能很快地将它恢复并且稳定在所需要的尺寸上。现有的保温产品在可压制量方面是有限的，尽管它们仍然可以获得合适的恢复。当该产品压制时，粘结剂保持固定，同时纤维本身屈服。当纤维上的压力由于过分加压而增加时，纤维会断裂。

在现有技术中，人们已经在尝试生产非直线玻璃纤维。在机械组结工艺中，玻璃纤维从织物套中拉出。当仍然处于高温时，利

用机械装置通过一系列相对的齿轮或卷曲装置拉伸纤维，从而使其变细和卷曲。其结果是一束纽结的玻璃纤维。

机械纽结的主要缺点是纤维不能有助于令人满意的玻璃棉生产。以这种方式制成的每一根纤维具有均匀的形状，不能达到纽结目的，其原因在于所制得的玻璃棉不具有均匀的分布。此外由于该工艺是非旋转的，其产量低，不能令人满意，而且所制得的纤维对于棉保温材料来说太粗。

Stalego在USP2998620中公开了双组分玻璃组合物的卷曲玻璃纤维。Stalego指出通过将具有不同热膨胀性的两种玻璃组合物通过旋转喷头的孔而生产定长卷曲纤维。将这些玻璃作为两个玻璃流以对准的整体关系挤出，从而在冷却时由于不同的热膨胀性而使这些纤维自然卷曲。但是，Stalego指出在成纱过程，如纺成织物或作为烧制陶器和粘土中的加强材料，中使用卷曲的纤维。Stalego没有公开在保温产品中采用卷曲的纤维。

Tiede在USP3073005中公开了一种非旋转的工艺用于制造双组分卷曲玻璃纤维。通过将两种不同的玻璃组合物以侧面与侧面相接触的方式送入孔中而形成该纤维，从而使这两种玻璃变细形成单一纤维。Tiede指出在织物生产以及缓冲和漂浮材料中采用这种玻璃。Tiede没有公开由卷曲玻璃纤维制成的保温产品。

Slyter等人在USP2927621中还公开了卷曲纤维的制造过程中。在Slyter中，单一玻璃组合物的玻璃纤维在利用热气使该纤维软化以后通过相对的弧形裙。随后，这些纤维获得该裙的弧形形状。但是厚长的纤维不适用于保温材料。另外，所制得的纤维用于过滤介质中，另外，其上还施加了粘结剂。

因此，人们需要一种经过改进的具有均匀体积填充性能的棉保温材料，该性能使得该棉保温材料具有改进的恢复性和较低的导热性并且无需采用粘结剂即可使用。另外，解决现有的玻璃纤维保温产品的刺激和起尘问题将是有益的。

这一需要通过本发明可以满足，在本发明中保温产品由不规则形状的矿物纤维制成。通过采用不规则的、而不是直的、纽结的或甚至卷曲的纤维，可以获得很均匀的网格结构。也就是说均匀的体积填充。均匀性增加可以获得较高的恢复比。更为重要的是，均匀的体积填充可以导致导热性明显降低。此外，不规则形状纤维的进一步缠绕可以使棉块获得足够的整体性，而无需采用有机粘结剂。所谓足够的整体性是指棉毡的纤维在将8英尺（2.4米）棉毡以其自重沿长度或沿宽度悬挂时会保持缠绕而不会分离。这些方向分别是指机器方向或横向方向。但是，如果需要的话，可以将粘结材料加入以使该棉保温材料的强度增加。另外，本发明的纤维的不规则形状可以使产品不易引起刺激并且使产品很少起尘。

根据本发明的优选方案，它提供了一种不规则形状的玻璃纤维以及由不规则形状的玻璃纤维组成的保温产品。不规则形状玻璃纤维保温产品具有基本上均匀的体积填充性能。另外，不规则形状的玻璃纤维优选地是没有粘结剂的。术语“没有粘结剂”是指粘结剂材料占该产品重量的1%以下或等于1%。另外，术语“粘结剂”不包括用于抑制起尘或润滑而加入的材料。每一根不规则形状的玻璃纤维有两种热膨胀系数不同的玻璃组合物组成。两种玻璃组合物之间的热膨胀系数的差优选地高于约2.0ppm/℃（每百

万分之一份)，更优选地高于约4.0ppm/℃，最优选地为高于约5.0ppm/℃。

根据本发明的另一方面，而提供了不规则形状的玻璃纤维保温产品，该保温产品具有基本均匀的体积填充性能，其中，在加压至压制比重约6-18pcf(每立方英尺磅)(96-288Kg/m³)之后，该产品的恢复比重在约0.3-0.6pcf(每立方英尺磅)(4.8-9.6Kg/m³)。

根据本发明的另一方面，它提供了由具有基本均匀的体积填充性能的不规则形状玻璃纤维组成的棉保温材料，其中每一根不规则形状的玻璃纤维由至少第一种玻璃组合物和第二种玻璃组合物组成。第一种玻璃组合物通常占每一根纤维玻璃总量的约15%-85%。第二种玻璃组合物为每一根纤维的玻璃含量的余量。小部分纤维是单组份的。

图1是可用于制造本发明的保温材料的热定型工艺的正视图。

图2是可用于制造本发明的保温材料的直接成形工艺的透视图。

图3是可用于本发明的保温产品的一个方案的透视图。

图4是可用于制造本发明的纤维的成纤器的正视图。

图5是沿5-5线获得的图4中的旋转喷头部分的平面图。

图6是沿6-6线获得的图5中的旋转喷头的正视图。

图7是具有50:50A/B玻璃比值的本发明不规则玻璃纤维的截面图。

图8是具有低于50:50A/B玻璃比值的不规则玻璃纤维的示意图。

图9是现有技术的螺旋玻璃纤维的透视图。

图10是处于自然非限制状态的本发明的不规则形状的玻璃纤维的透视图。

图11是处于延伸状态的图10中的纤维透视图。

图12是图10的不规则形状的玻璃纤维的透视图的人为放大的示意图。

图13是沿着螺旋纤维(112)和不规则的形状纤维(122)的Y轴的旋转R的数量图，X轴表示纤维长度(毫米)。

本发明的不规则形状的玻璃纤维保温产品可以由如图1所示的旋转纤维成型和块热定型法来制造。

参见图1，可以看出两种不同的熔融玻璃组合物通过工作区12由窑炉10送入成纤器14。由成纤器形成的不规则形状玻璃纤维帘18通过位于传送机下面的真空作为棉块20收集在传送机16上。当纤维通过在成纤器中的吹头22利用空气或气体向下吹落在传送机上时，它们会变细并且形成不规则的形状。

然后在加热定型温度 $700-1100^{\circ}\text{F}$ ($371-593^{\circ}\text{C}$)下将棉块通过炉24。通过将在纤维形成之后的冷却工艺延迟从而从纤维形成工艺中获得部分热量，或者通过在热定型炉中重新加热该纤维可以获得热定型温度。在炉中通过的同时，利用上输送机26和下输送机28以及导边器(未示出)形成棉块。在炉中时，可以将热气流加到玻璃纤维上以促进均匀加热。在经过十分钟以下的一段时间以后，该棉块作为保温产品30而离开炉子。

当利用输送机26和28将玻璃纤维限制成保温产品的形状时，这些纤维以加压弹簧的方式被压制。当受压纤维遇到热定型温度

时，玻璃纤维发生松驰（可以通过蠕动机构），结果使压力基本上释放。一旦取消限制，棉块不会膨胀而保持所需的形状。由于在冷却时纤维会弯曲，它们会进一步发生缠绕从而提高了保温产品的结构整体性。

应该明白热定型是本发明的一个任选方面。其它用于保温产品的制造技术包括缝合、针扎、氯化缠绕以及包封。

参见图2，它描述了一种新型直接成型工艺，通过该工艺可以制造本发明的保温产品。在成纤器40中制造不规则形状的玻璃纤维。玻璃纤维帘42通过成纤器中的吹头向下吹落并且在1100° F（593℃）的温度下收集在相对的向下收缩的收集输送机44上。将所收集的纤维通过热定型，如块成形和热定型输送机46，纤维在其中在约700-1100° F（371-593℃）的温度下形成保温产品。该热定型炉或热定型输送机优选地确定了预定的截面形状。用于在炉中热定型纤维的热量可以通过任何一种合适的装置来提供，例如通过与热气体源（未示出）相连的热空气通道47，而适于将加热的气体纵向通过棉块48。

在本发明的一个特别方面，拦截输送机是穿孔的或带孔的，随着纤维帘流动的气体通过该拦截输送机排出，从而使气体与纤维分离。这些气体含有相当多的热能，优选地通过通道49将排出气体中的主要部分由该拦截输送机输送到该拦截输送机的上面，以保存热能。理想的，这种排出气体的再循环将使离开拦截输送机的玻璃纤维保持在约400-900° F（204-482℃）的温度下。来自炉子的废热气也可以通到拦截输送机的上边。

由该热定型输送机的成型和热定型区，将保温产品通向包封模具50，保温产品在这里可以用任何一种合适的膜，如薄膜52包封起来。此外，在包装之前可以将移动的产品切割成单件，如保温毡。可以利用任何一种合适的装置，如打卷装置54将产品包装起来。

参见图3，本发明的保温产品可以是棉毡56的形式，它由不规则形状玻璃纤维组成。该棉毡上可以覆盖外面层58，许多种面层是本领域已知的。

如图4中所示，旋转喷头60由旋转喷头底壁62和旋转喷头周壁64组成。该旋转喷头在心轴66上旋转，正如在现有技术中已知的那样。旋转喷头的旋转使熔融玻璃离心通过旋转喷头周壁而形成初级纤维68。该初级纤维通过管状燃烧器70的热量而保持在柔软易变细的状态下。在本发明的一个方案中采用一种内部燃烧器（未示出）向旋转喷头的内部提供热量。管状吹头72采用强制空气74，用来将初级纤维拉丝并进一步使之变细成为二级纤维76，该纤维适用于棉保温材料。然后将二级纤维或双玻璃不规则形状的玻璃纤维收集起来用于形成棉块。

该旋转喷头的内部供以两股分开的熔融玻璃液流，第一股液流78含有玻璃A而第二股液流80含有玻璃B。在液流78中的玻璃直接落在旋转喷头底壁上，并且由于离心力而朝着旋转喷头周壁向外流动形成玻璃A头。在熔融玻璃液流80中的玻璃B比液流78更靠近旋转喷头周壁，液流80中的玻璃在到达旋转喷头底壁之前被水平侧板82拦截。因此，在水平侧板的上面形成了玻璃壁堆积体或头。

如图5中所示，旋转喷头上有垂直内壁84，它通常是圆形的并且位于旋转喷头周壁径向里面。一系列位于旋转喷头周壁和垂直内壁之间的垂直挡板86将空间分成多个腔88。交替的腔含有玻璃A或玻璃B。

该旋转喷头周壁配有孔90，它们位于垂直挡板的径向外端附近。这些孔的宽度大于垂直挡板的宽度，从而使玻璃A和玻璃B从这些孔中作为单个双玻璃初级纤维流出。正象在图6中所看到的那样，每个腔88占有旋转喷头周壁64的整个高度，孔沿着分开该腔室的整个垂直挡板分布。也可以采用其它的旋转喷头结构来向旋转喷头孔提供双股玻璃。

本发明的不规则形状的纤维是双玻璃纤维，即每一根纤维由两种不同的玻璃组合物，玻璃A和玻璃B组成。如果获得本发明理想的不规则的形状的玻璃纤维的横截面，则该纤维的一半是玻璃A，另一半是玻璃B。实际上，在棉保温材料中（或者甚至是在单根纤维的长度上），在各种不规则形状的玻璃纤维中可能会存在多种比例数量的玻璃A或玻璃B。在单根不规则形状的玻璃纤维中，玻璃A的百分比可以在总玻璃的约15%—85%的范围内变化，而总玻璃的余量为玻璃B。通常，不规则形状的纤维的保温材料将由所有不同百分比组合的玻璃A和玻璃B组成，包括一小部分是单组分的纤维。

用于测定玻璃A和玻璃B的比例的方法包括检查多根纤维的横截面。如果A/B比为50：50，两种玻璃，玻璃A94和玻璃B96的界面92将经过纤维横截面的中心98，如图7中所示。通常两种玻璃之间的

界面是一根不经过纤维横截面中心的线。如图8中所示，玻璃A104和玻璃B106之间的界面102不经过纤维的中心108。

通过将一束纤维放在环氧树脂中使纤维方向尽可能平行，可以获得纤维的横截面图。然后用金刚石锯片将该环氧树脂柱横切，将其中一个新表面用各种研磨介质抛光。将经过抛光的样品表面用薄碳层涂覆，从而产生一种导电的样品，用于进行扫描电子显微镜（SEM）分析。然后在SEM下利用背散射电子探测器对样品进行检测，它显示了平均原子数的差异（作为灰度中的差异）。该分析结果通过在该纤维横截面上的较黑区和较亮区而表明存在两种玻璃，并且显示了这两种玻璃的界面。

“偏差比”是指 r 与 R 的比值（以百分比表示），其中 R 是纤维横截面的半径， r 是纤维中心与这两种玻璃界面之间的最近距离。当该纤维玻璃界面不是圆形的时，半径通过垂直于该界面而测定。当该界面是曲线的时，用一根直线来近似。

偏差比是衡量A/B玻璃比偏离50：50有多远的一个测定值。该偏差离50：50越大， r 越大（作为 R 的百分比）。已经发现本发明的不规则形状的玻璃纤维的平均偏差比典型地大于约5%，通常大于约15%，在许多情况下为大于约30%。

双玻璃纤维由于两种玻璃热膨胀系数的差异而具有弯曲特性。当双玻璃纤维冷却时，一种玻璃组合物比另一种玻璃组合物收缩更快。结果在纤维上产生了应力。为了减轻这些应力，纤维必须弯曲，如果在纤维中不产生旋转，将会产生具有通常稳定的曲率半径的平坦线圈，该线圈在一个平面中，例如在钟簧中。双玻璃纤维的旋转可以通过参照位于这两种玻璃组份之间的沿该纤维的

界面而测定。为了避免该平面，必须引起部分旋转。纤维的稳定旋转将会产生具有恒定间隔的螺旋线。形成该螺旋线的纤维具有恒定的旋转方向—要么是顺时针的，要么是逆时针的。该螺旋线还具有通常恒定的曲率半径。图9表示了现有技术的螺旋纤维112的三维投影示意图。为了有助于观察，加上了在平坦表面上由于顶光而形成的纤维的阴影114。

本发明的不规则形状的纤维不同于螺旋纤维，其区别在于该纤维的旋转不是恒定的，而是在方向（顺时针或逆时针）以及在程度上不规则地变化。纤维的旋转程度是单位长度的纤维发生纤维旋转的速度。该弯曲通常是恒定的，它取决于热膨胀系数的差异以及A/B比例。图10表示了本发明的不规则纤维122的三维投影，为了有助于观察，加上了在平坦表面上由于顶光而形成的纤维的阴影124。当将纤维122置于张力下时，带张力的纤维122A和阴影124A表明该纤维的不规则性被保留，如图11中所示。

如图12中所示，不规则纤维112B是通过将厚度放大并且加入分段线而人为放大的图10的纤维122，以更好地显示透视性。

由于不断变化的拉伸环境，每一根不规则形状的纤维均以特有的方式卷曲。没有两根纤维是完全相同的。纤维的最终形状由于双玻璃特性而具有一个基本曲线，该形状由于因不断变化或随机的拉丝环境而引起的曲线、平面的卷曲、不规则旋转而有所改变。该纤维的基本曲线通过三维而扭曲。它通常不是螺旋的。纤维的不规则性能使不规则形状的玻璃纤维相互分开并且达到均匀的体积填充性能。另外，由不规则形状的玻璃纤维制成的棉保温

材料不象用主要是直的纤维制成的棉保温材料那样对皮肤有刺激（不发痒）并且不会起尘。

不规则形状的纤维的特征可以采用方向矢量分析来分析。利用从两个不同角度（分开90度）获得的照片产生描述不规则形状的纤维在三维空间的行径的坐标。将该坐标调整从而产生沿着纤维的长度方向在数据点之间有相等的三维距离，由此产生经过调整的坐标数据点（ACD）。对每一个ACD如下所说计算三个矢量：

$\overline{V}_i$ = 纤维方向矢量（由一个ACD指

向下一个ACD的单位矢量）

$\overline{F}_i$ = 相对于ACD间距离间隔的 V_i 的一次导数矢量。

$\overline{S}_i$ = 相对于ACD间距离间隔的 V_i 的二次导数矢量。

对于任何给定的ACD的旋转程度 R_i 如下：

$R_i = S_i \cdot U_i$ （矢量点积），其中

$$\overline{U}_i = \frac{\overline{V}_i \times \overline{V}_{i-1}}{|\overline{V}_i \times \overline{V}_{i-1}|} \quad (\text{矢量叉积})$$

U_i 是垂直于含有 V_i 和 V_{i-1} 的平面的单位矢量。

如图13所示，可以将旋转的程度 R （Y轴）作为沿纤维长度（X轴）的距离的函数而画图。该图显示了在图10中所示的不规则纤维（纤维A）以及图9中所示的螺旋纤维（纤维B）的旋转程度。图13中的数据已经采用5点加权移动平均数而平滑化，以降低由于导数方法而增强的噪音。由图中可以看出本发明的非限制不规则

形状的纤维（纤维A）的旋转在沿着该纤维长度方向的程度和正负号上不规则变化。对于5微米直径的纤维A来说，交叉点（即旋转改变符号时）以每厘米约1的频率发生。与其相反，螺旋纤维（纤维B）在相同的长度之间没有交叉点。可以认为对于5微米直径的纤维来说，每厘米本发明的不规则形状的纤维的交叉点数至少为0.3，很可能在约0.5-5.0范围内。另一种分析纤维不规则性的方法是计算平均旋转程度和沿纤维长度方向的旋转程度的标准偏差。参见图13，螺旋纤维（纤维B）的旋转程度R的平均值远高于0（或反向旋转远低于0）。螺旋线的旋转程度R的标准偏差小于旋转程度R的平均值。在图13中，标准偏差与平均旋转程度的比值对于螺旋纤维（纤维B）来说为0.25。

与其相反，对于本发明的不规则形状的纤维（纤维A）来说，平均旋转程度R非常小，通常接近零。旋转程度的标准偏差如果不是明显高于平均旋转程度R的话，至少可以与平均旋转程度R相比。优选地该比值大于约0.75。更优选地，大于1.0，最优选地为大于5.0。标准偏差与平均旋转程度的比值对于纤维A来说为8.3。

纤维的不规则形状使棉保温材料产生非常均匀的体积填充性能。现有技术的主要是直的纤维随机分布的棉块中。它们在体积填充方面不是均匀的。所谓均匀体积填充是指纤维有扩散并且以均匀方式填充在对于它们来说可以获得的整个体积中的倾向。更加均匀的体积填充性能使得人们可以更加有效地利用玻璃纤维来防止热量流动。

X射线计算机层面照相术（CAT扫描）试验表明，由于它们自然的分开倾向，用于本发明的不规则形状的纤维比现有技术的标

准玻璃纤维产生更加均匀的体积填充性能。在棉块比重的CAT扫描试验中，现有技术标准玻璃纤维棉块显示出差不多是不规则形状的纤维块的两倍的标准偏差。因此，在由不规则形状的纤维制成的棉块中比重的变化量明显降低，这表明基本上均匀的体积填充性能。

棉保温材料的均匀体积填充性能还可以通过测量它们的导热率而表现。利用它们阻止热流动的能力可以评价建筑保温材料。抗热流动性或R值是最常见的测量保温产品阻止热量从一种结构流动的能力的测量手段。R-值由下列等式确定： $R=t/k$ ，其中R-值是以小时英尺²°F/Btu ($m^2\text{℃/瓦特}$) 为单位的抗热流动性；t是以英寸 (mm) 为单位的恢复厚度；k是以Btu 英寸/小时英尺²°F ($\text{瓦特}/m\text{℃}$) 为单位的热导率。

热导率或k值是测定材料的导热能力的一个手段。因此材料的k值越低，该材料则是更好的绝热体。此外，该材料的网格越均匀，该材料的绝热能力越大。因此，热导率是测量保温材料的均匀体积填充性能的一个测定值。

本发明的保温产品在相同的产品比重和纤维直径下可以使k值比现有技术明显降低。对于在0.3-0.6pcf ($4.8-9.6\text{Kg}/m^3$) 的固定产品比重和固定的纤维直径下的棉保温材料来说，本发明的棉毡其k值比现有技术中最好的标准产品低10-17k点。在该比重下，一个k点或千分之一k相当于获得相同热性能所需的约1/2%玻璃纤维比重。因此本发明的棉保温材料大约比现有材料少需要 $5-8\frac{1}{2}\%$ 的玻璃就可以获得相同的k值并且产生相同的R值。在中等或

高比重的保温材料中可以看到相当重量节省。本发明的保温产品在 $0.5\text{pcf}(8.0\text{Kg/m}^3)$ 和在5微米的有效纤维直径下优选地具有低于约 $0.300\text{Btu 英寸/小时英尺}^{2^{\circ}\text{F}}/(0.0432\text{瓦特/m}^{\circ}\text{C})$ 。最优选地，该改进的k值在 $0.5\text{pcf}(8.0\text{Kg/m}^3)$ 和在5微米的有效纤维直径下低于约 $0.295\text{Btu 英寸/小时英尺}^{2^{\circ}\text{F}}/(0.0425\text{瓦特/m}^{\circ}\text{C})$ 。

将保温产品以高压包装，从而在有限的体积，如卡车中运送更多的保温材料。在安装点处，将该保温产品解包，产品膨胀或恢复。保温产品恢复的厚度称为恢复厚度。保温材料需要一个特定的厚度来达到所说的R值。保温产品恢复的能力取决于未压制的产品比重和产品被压之后的比重。棉保温材料通常可以分成三大类：小、中等和大比重。小比重保温产品是产品比重在 $0.3\text{-}0.6\text{pcf}(4.0\text{-}9.6\text{Kg/m}^3)$ 的产品。中等比重保温产品是产品比重在 $0.6\text{-}0.9\text{pcf}(9.6\text{-}14.4\text{Kg/m}^3)$ 的产品。大比重保温产品是产品比重超过 $1.0\text{pcf}(16\text{Kg/m}^3)$ 的产品。

加压比重是棉毡为了运输而被加压同时仍保持满意的恢复比重。如果产品被加压到太高的比重，相当一部分玻璃纤维会断裂。结果，该产品将不会恢复到令人满意的厚度。对于现有的直纤维小比重保温产品来说，最大的使用加压比重为约 $3\text{-}6\text{pcf}(48\text{-}96\text{Kg/m}^3)$ ，它取决于产品比重。

本发明的小比重棉保温材料产生意外的改进的恢复性能。这种恢复能力的增加其原因在于不规则形状的纤维的独特形状和特性。由于本发明的不规则形状的玻璃纤维没有粘结剂的特性，人们会推测在加压时它们会象现有的无粘结剂的直纤维那样滑动。

但是，不规则形状的纤维由于不规则形状卡在相邻的纤维上而不会滑动很远，从而防止了明显移动。此外，没有粘结剂将压力施加在位于界面附近的纤维上。此外，本发明的不规则形状的纤维会伸缩并弯曲以减轻压力。因此纤维的位置可以保持而且可以将用于恢复的能量储存在纤维中。当除去压力时所储存的能力被释放，纤维回到它们的恢复位置。

在本发明中，术语恢复比根据ASTM C167-90是指恢复比重与加压比重的比（在将保温产品压制到加压比重、解除包装并使之恢复到恢复比重之后）。举例来说，压制到比重为6pcf（96Kg/m³）的保温产品如果恢复到0.5pcf（8Kg/m³），则其恢复比为12:1。本发明的低比重棉毡可以压制到加压比重为约6-18pcf（96-288Kg/m³）并且恢复到恢复比重为约0.3-0.6pcf（4.8-9.6Kg/m³）。其恢复比为12:1-50:1。优选地，本发明的保温产品可以压制到加压比重为约9-18pcf（144-288Kg/m³）并且恢复到恢复比重为约0.3-0.6pcf（4.8-9.6Kg/m³）。最优选地，本发明的保温产品可以压制到加压比重为约9-15pcf（144-240Kg/m³）并且恢复到恢复比重为约0.3-0.5pcf（4.8-8Kg/m³）。

在保持令人满意的恢复比重的同时可以施加到本发明的小比重保温产品上的压力值的大量增加的效果是明显的。对于标准的R19保温产品来说，通过使用本发明的不规则形状玻璃纤维，可以将加压比重从约4pcf（64Kg/m³）增加到约12pcf（192Kg/m³）。这相当于在同样体积的运输容器，如卡车或火车

中可以运送约3倍多的保温材料。潜在的运输成本的节省是巨大的。此外，更高压制的保温产品在储存以及仓储、零售和产品安装处理方面是有益的。

为了获得本发明的独特的不规则形状的玻璃纤维，需要特定的满足多种限制的组合物。第一个限制涉及热膨胀系数。对玻璃A或玻璃B的热膨胀系数的值没有直接的限制。但是，优选地在利用标准棒法对单个玻璃进行检测时，玻璃A和玻璃B的热膨胀系数至少应相差2.0ppm/℃。

另一个对于令人满意地工业化生产不规则形状的玻璃纤维的限制是粘度温度，它是玻璃粘度为1000泊（当用标准旋转筒法测量时）的温度。通常将其称为log3粘度温度。log3粘度温度优选地在约1850° F（1010℃）-2050° F（1121℃），更优选地为约1900° F（1037℃）-约2000° F（1093℃），最优选地为约1950° F（1065℃）。

玻璃的另一个限制是液相温度。玻璃的液相温度是晶体稳定存在于熔融玻璃中的最高温度。在足够的时间下，在低于液相温度的温度下的玻璃将会结晶。在窑炉中发生结晶将会导致固体颗粒的形成，这些颗粒在通向成纤器时，会停留在旋转喷头的孔中，将其堵塞。对于本发明的双玻璃组合物的玻璃A和玻璃B的每一种玻璃来说，其log3粘度温度和液相温度之间的差值优选地至少为50° F（28℃），更优选地为约比log3粘度温度低200° F（111℃）。如果该限制不能满足，在旋转喷头的下部（即较冷的部分）将会发生结晶，使旋转喷头的孔堵塞。

对本发明的玻璃组合物的另一个限制是玻璃稳定性。稳定性与两种玻璃棉块的性能有关。第一种是玻璃棉块在打开安装时恢复的能力。第二种是玻璃棉块的长久物理整体性。如果玻璃的化学稳定性太低，在安装时，玻璃棉块不能恢复到其设计厚度。如果棉块不能完全恢复或者太快地破碎，结果该棉块就不能合适地保温。

用于保温用途的玻璃纤维的化学稳定性的一种有效测定可以通过测定在0.1升蒸馏水中在205° F (96℃) 下放置2小时之后1克10微米直径的纤维的失重百分比而获得。所测定的稳定性主要取决于玻璃纤维的组成，其次取决于纤维的热历史。为了确保棉块具有合适的性能，每一种双玻璃组合物的纤维在该测定中应该具有低于约4%的失重，优选地应低于约2.5%。除了主要取决于玻璃组成以外，玻璃纤维的化学稳定还取决于其热历史。因此，举例来说，将玻璃纤维在1000° F (538℃) 下加热几分钟将改善其化学稳定性。应该明白所说的化学稳定性限制是在除了在其原始拉丝中所用的热处理之外没有其它热处理的玻璃纤维上进行的测定。由于玻璃棉保温材料一般含有某些在破碎成短纤维时细到足以可吸入的纤维，因此，某些纤维可能会变成飞动的并且会被吸入。在人体内，它们会向生理体液暴露。当纤维在体内的溶解速度在吸入纤维的生理活性中起作用时，有可能会产生在这类体液中具有较高溶解速度的玻璃纤维。玻璃纤维的溶解速度被表示成溶解速度常数（对在98° F (37℃) 下在模拟肺液中的纤维测定）。它主要取决于玻璃纤维组成，其次取决于其热历史。优选地对于所有保温纤维采用溶解速度常数至少为100ng/cm²小时的玻

璃组合物。因此每一种双玻璃组合物的纤维的溶解速度常数优选地至少为 $100\text{ng}/\text{cm}^2$ 小时。对于化学稳定性来说，纤维的后续热处理将会降低其溶解速度。应该明白， $100\text{ng}/\text{cm}^2$ 小时是针对形成最终产物形状的棉保温块的纤维的。

本发明的双玻璃组合物由作为玻璃A的高硼、低钠钙铝硅组合物和作为玻璃B的高钠、低硼钙铝硅组合物组成，它满足成功的不规则形状的纤维所必需的全部要求。所谓高硼-低钠钙铝硅组合物是指该玻璃组合物的氧化硼含量为总组分的约14% - 24%重量。所谓高钠、低硼钙铝硅组合物是指该玻璃组合物的氧化钠含量占总组分的约14% - 25%重量。

优选地第一种玻璃组合物由约50% - 61%二氧化硅，约0 - 7%氧化铝，约9 - 13%氧化钙，约0 - 5%氧化镁，约14 - 24%氧化硼，约0 - 10%氧化钠和约0 - 2%氧化钾（重量）组成。

优选地第二种玻璃组合物由约52% - 60%二氧化硅，约0 - 8%氧化铝，约6 - 10%氧化钙，约0 - 7%氧化镁，约0 - 6%氧化硼，约14 - 25%氧化钠和约0 - 2%氧化钾（重量）组成。应该明白，在每一种组合物中，典型地还存在总量低于约1%的各种其它成份，如 Fe_2O_3 ， TiO_2 和 SrO ，这些成份不是故意加入到玻璃中的，而是由用于配合料配方中的原料产生的。

更优选地，本发明的双玻璃组合物由第一种玻璃组合物和第二种玻璃组合物组成，其中第一种玻璃组合物由约52% - 57%二氧化硅，4 - 6%氧化铝，10 - 11%氧化钙，1 - 3%氧化镁，19 - 22%氧化硼，4 - 6%氧化钠和0 - 2%氧化钾（重量）组成，第二种

玻璃组合物由约57%—65%二氧化硅，2—6%氧化铝，8—9%氧化钙，4—6%氧化镁，0—6%氧化硼，15—21%氧化钠和0—2%氧化钾（重量）组成。

实施例1

根据本发明的工艺，在批料方式的低产量实验室旋转喷头中制造本发明的不规则形状的玻璃纤维。然后由50克纤维以8×8英寸（203×203毫米）的试样制备棉毡试验块。这些试验方块的恢复通过将恢复厚度与加压厚度比较而测定。压制为12pcf(192Kg/m³)，时间为一周。

现有技术标准粘结保温产品的恢复比为18:1。现有技术标准无粘结剂棉保温材料的恢复比14.4:1。本发明的无粘结剂的不规则形状的棉保温材料的恢复比对于三种所测试的试样来说为32:1—34:1。

实施例2

利用ASTM试验 C518测定在0.5pcf(8.0Kg/m³)和5微米直径下的棉保温材料的导热性。对所测试的20份样品来说，标准粘结的棉毡的平均值为0.308k值。对于20份本发明的不规则形状的棉保温材料样品来说，其平均值为0.291k值，这表明相差17k点。由于一个k点代表约1/2%玻璃，因此，本发明的棉保温材料比现有技术的材料少需要 $8\frac{1}{2}$ %玻璃就可以达到相同的R值。

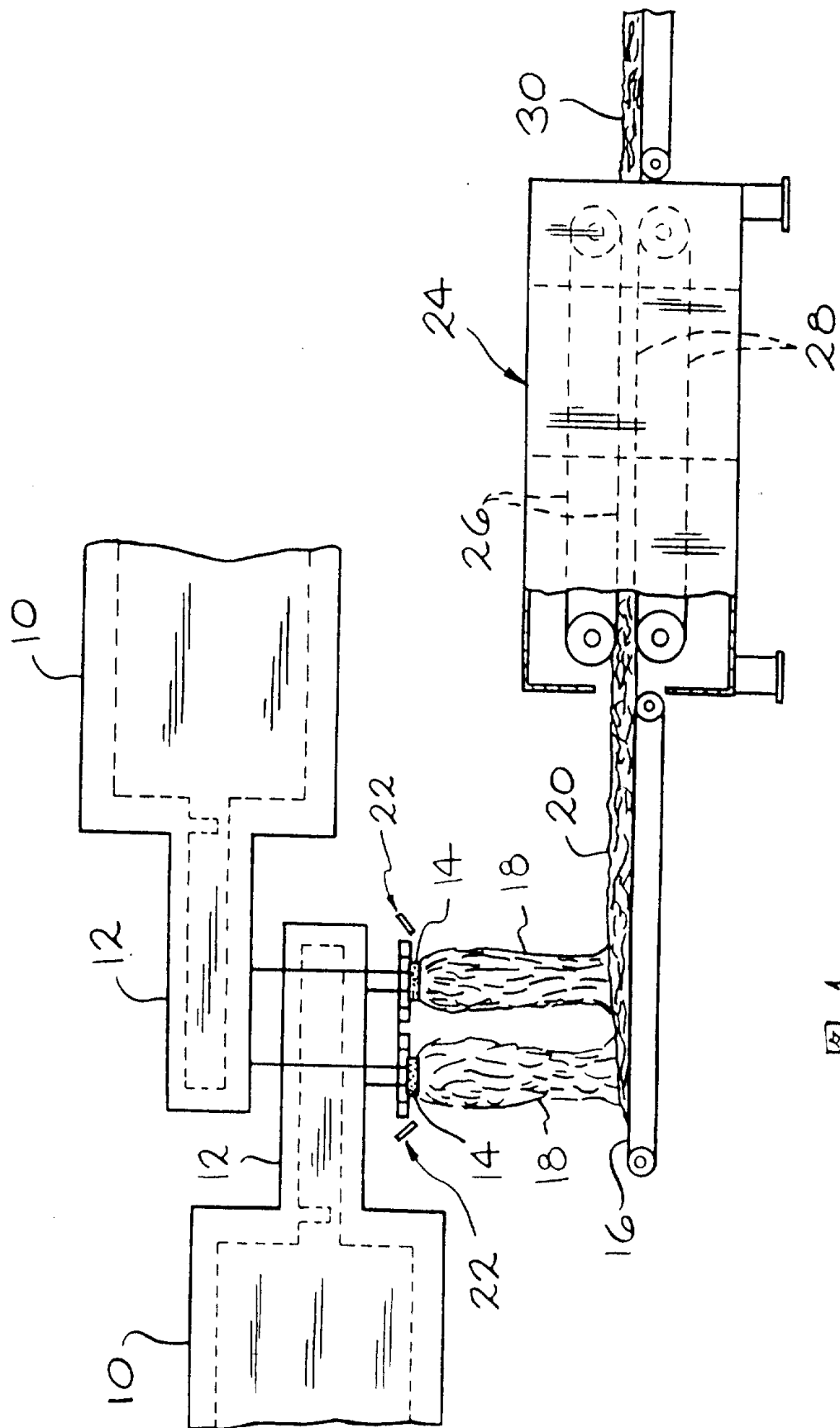
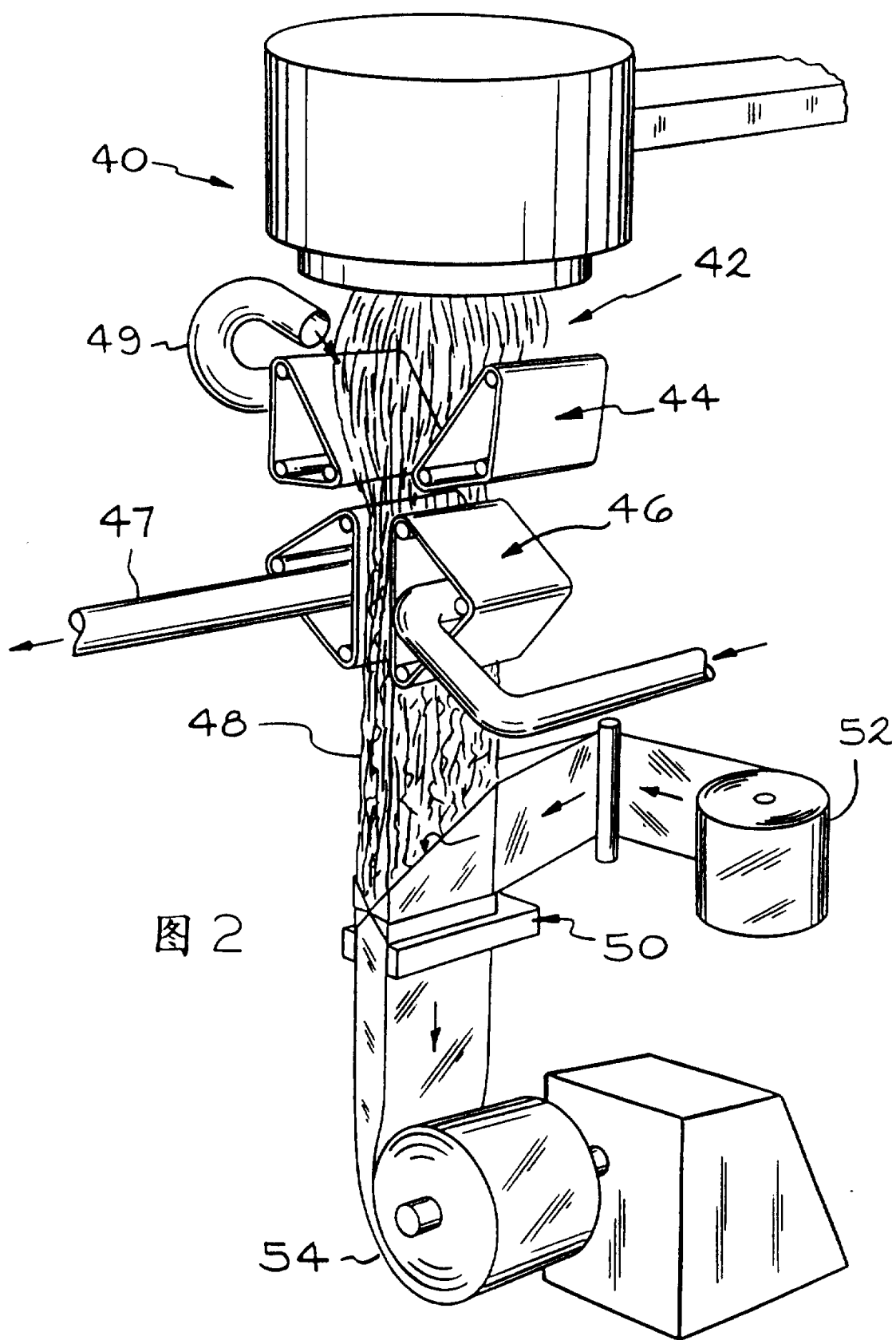


图 1



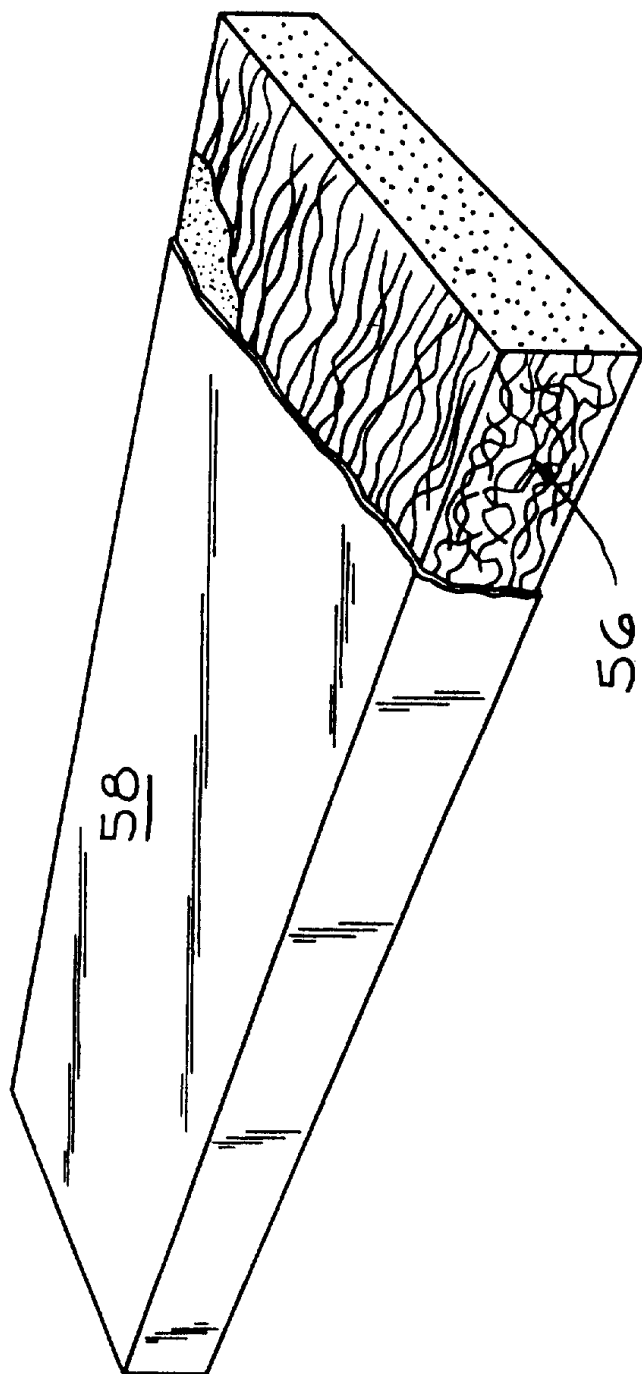


图 3

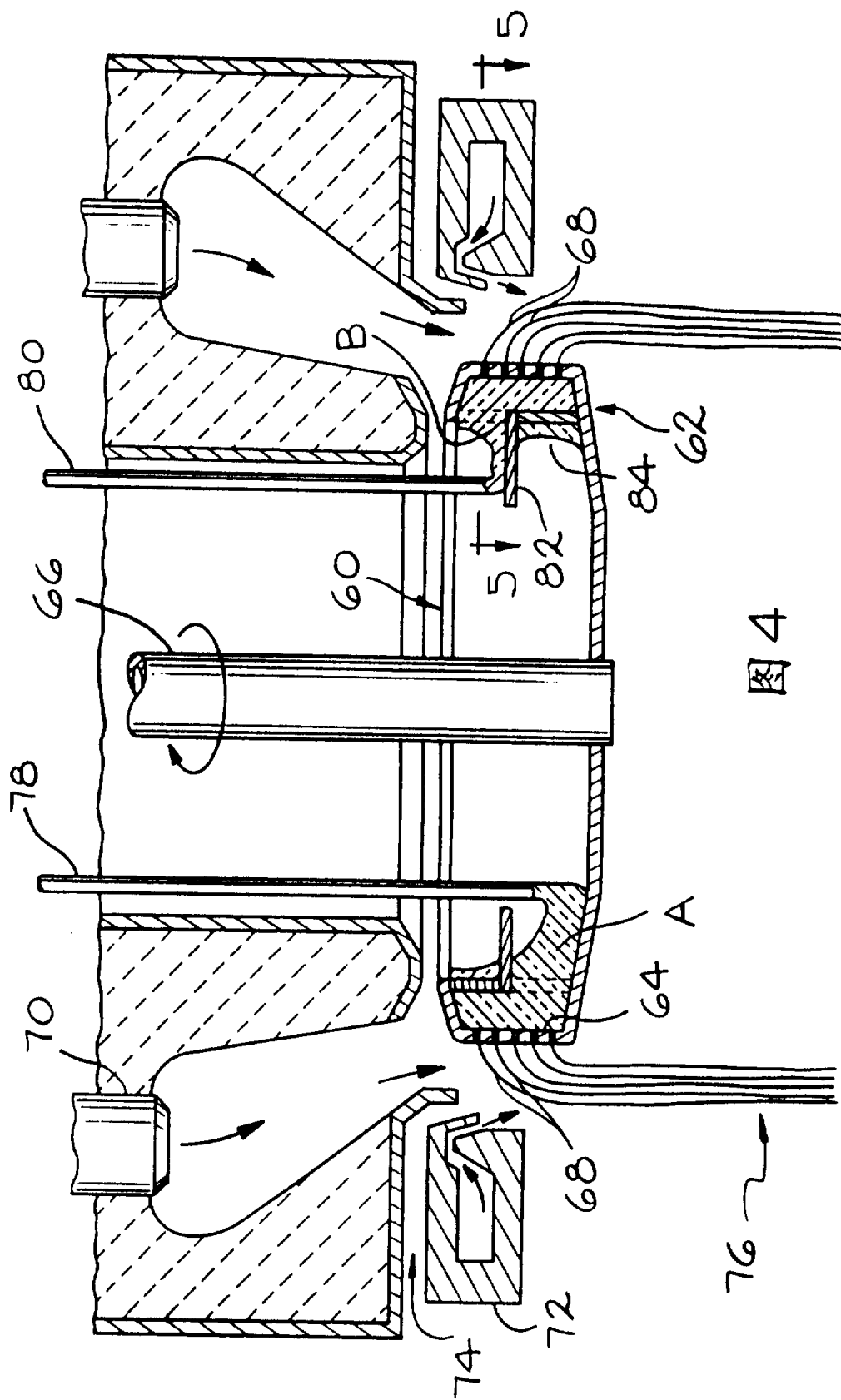


图4

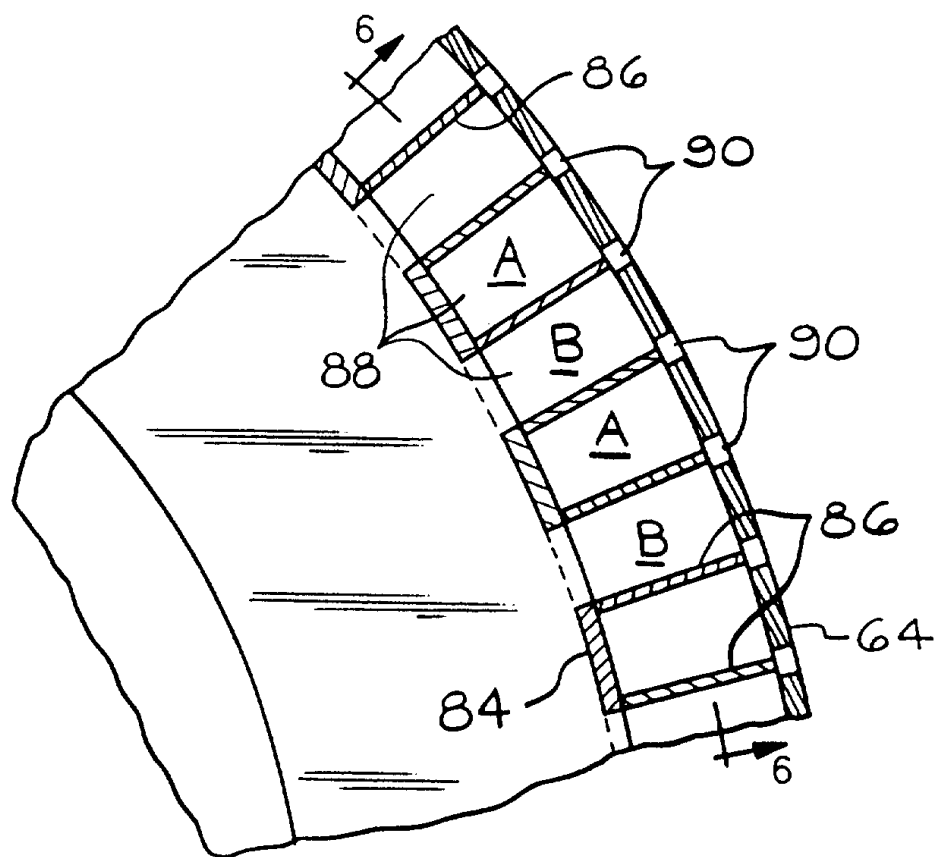


图 5

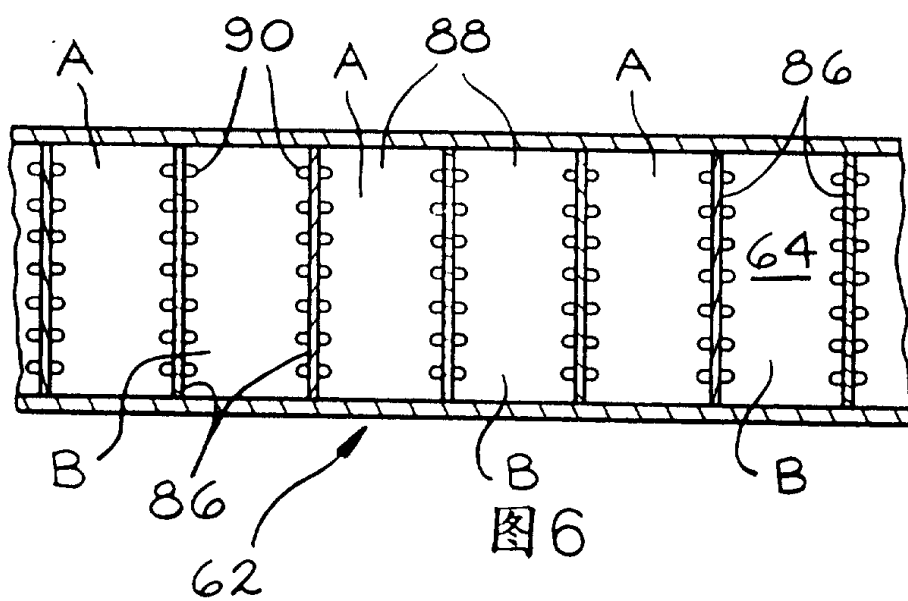


图 6

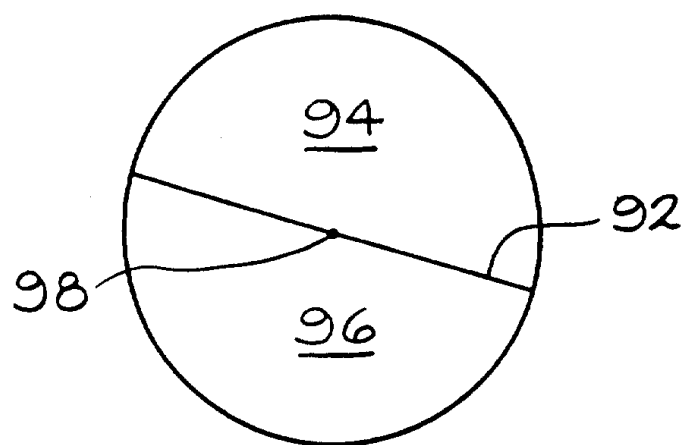


图 7

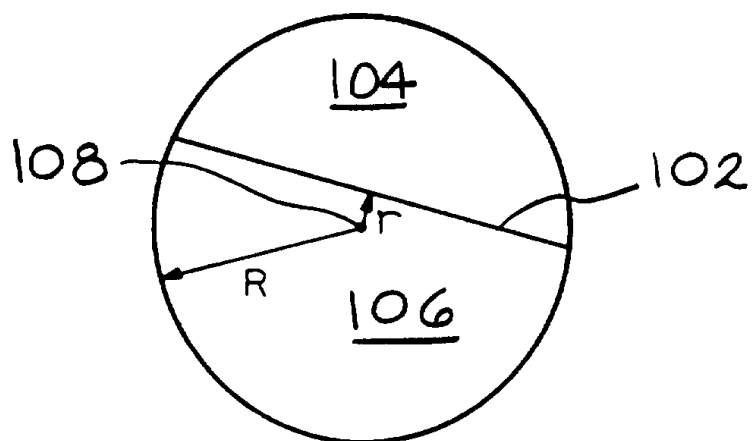


图 8

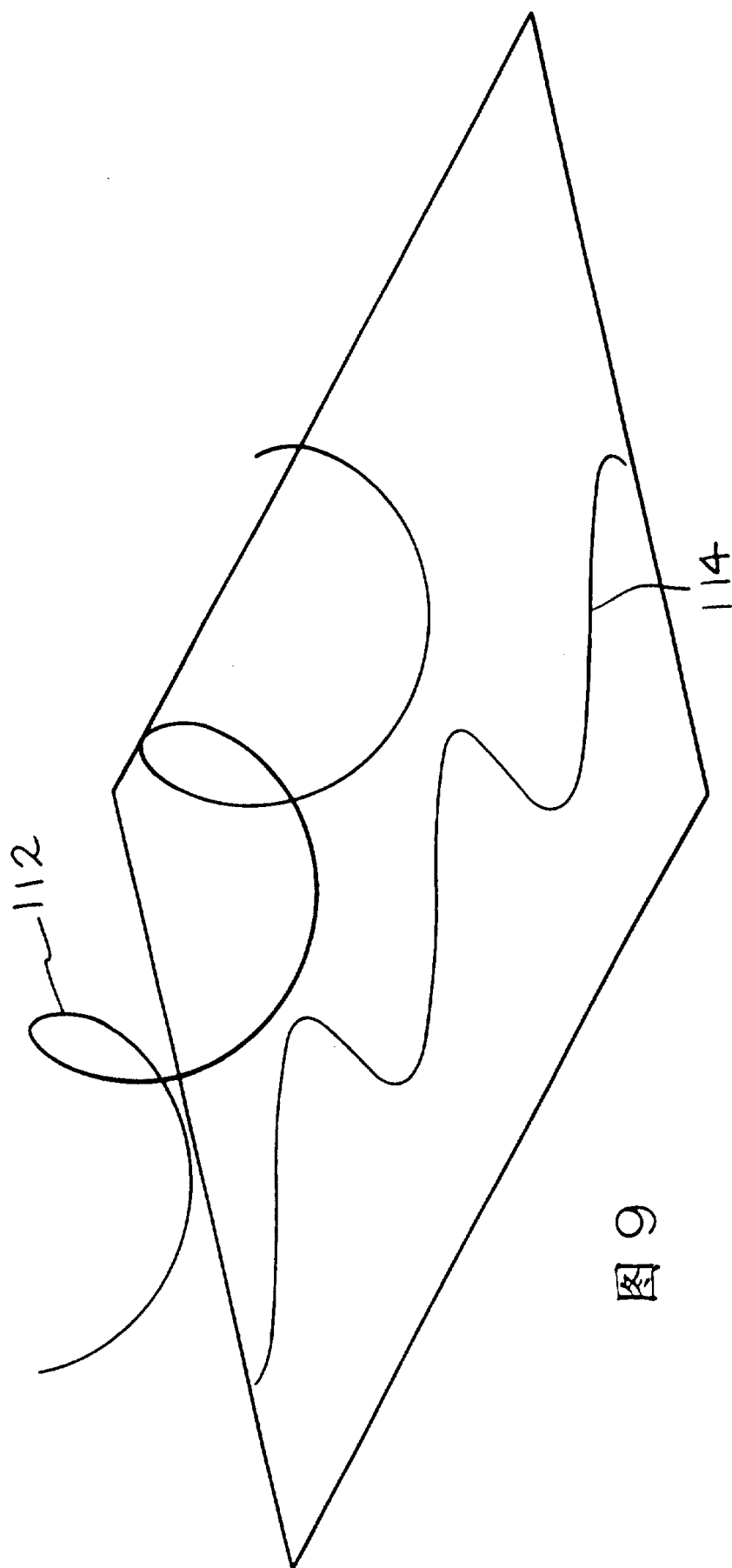


图 9

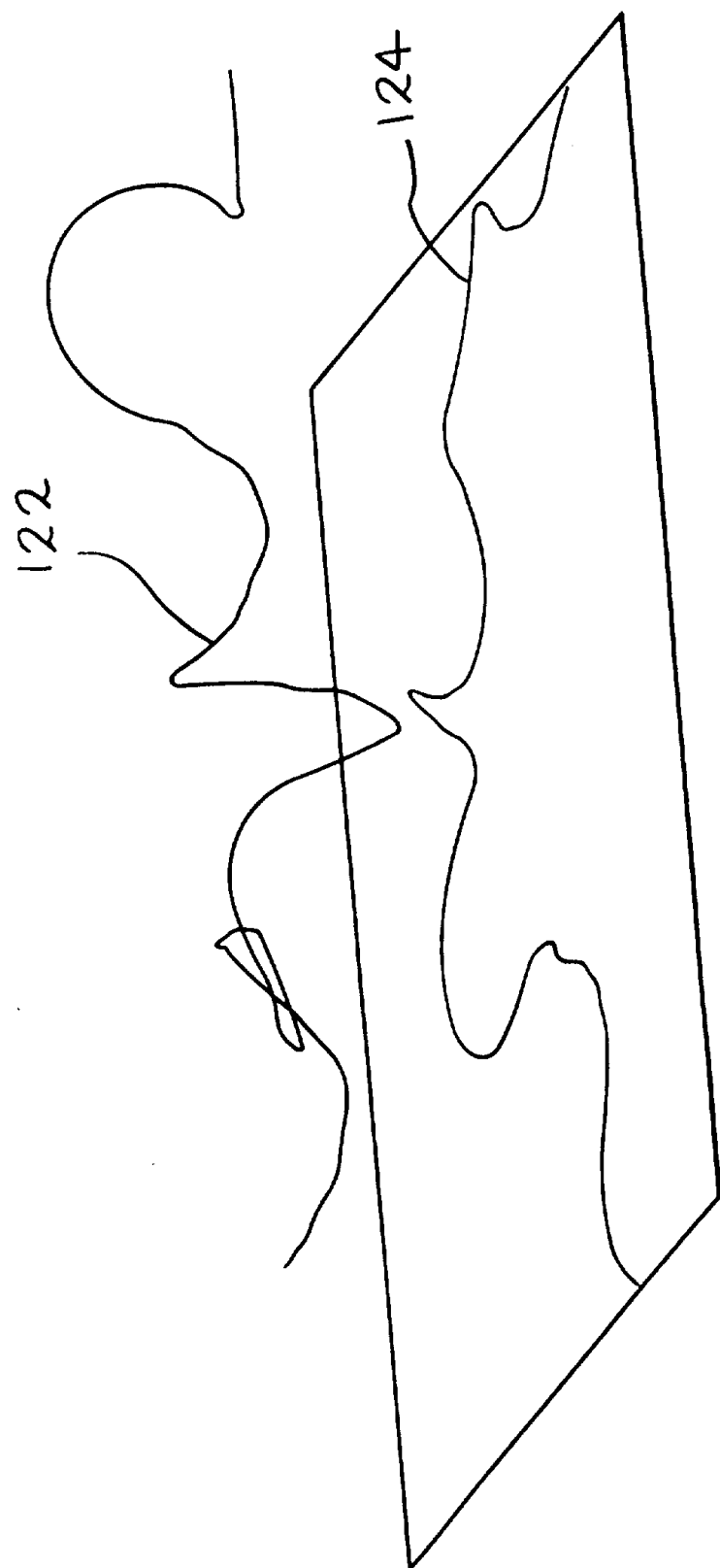


图 10

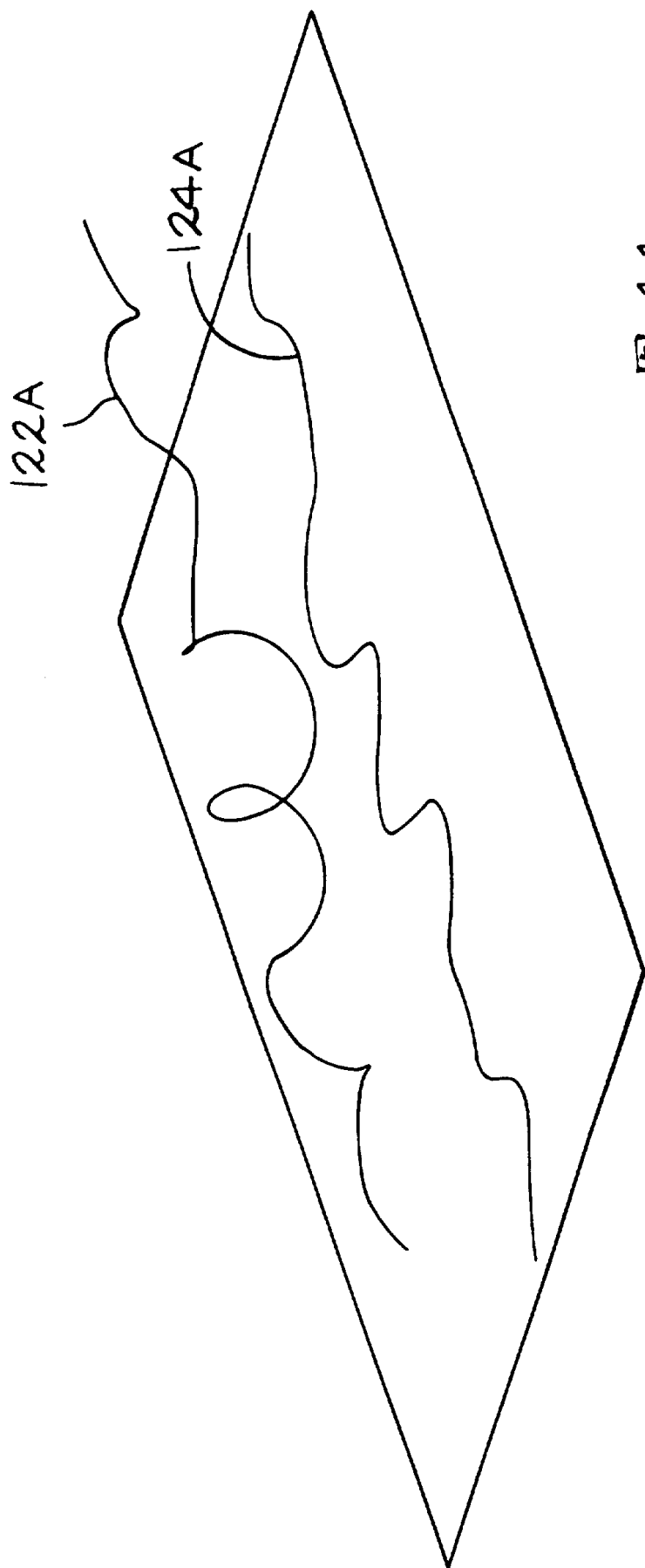


图 11

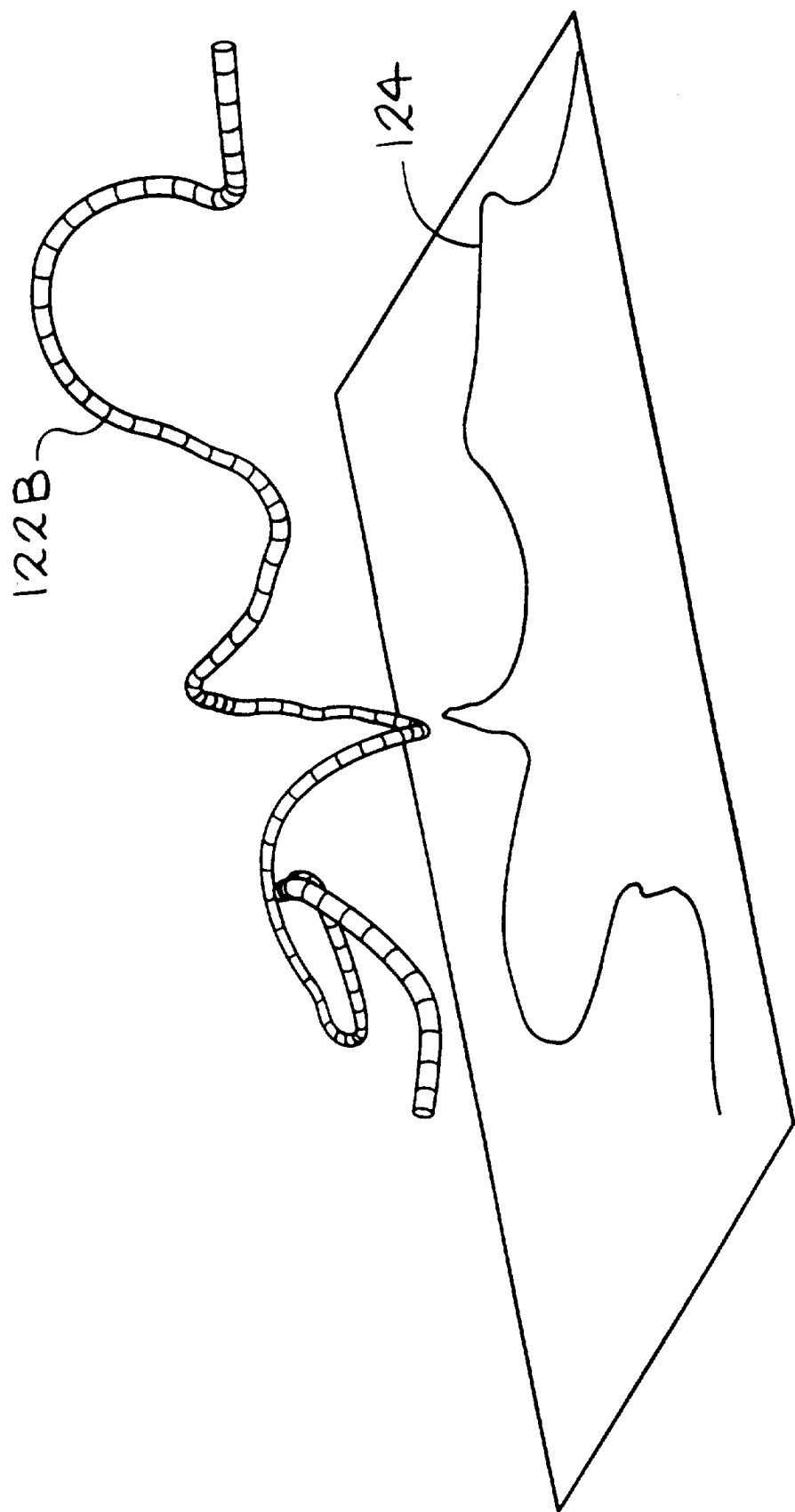


图12

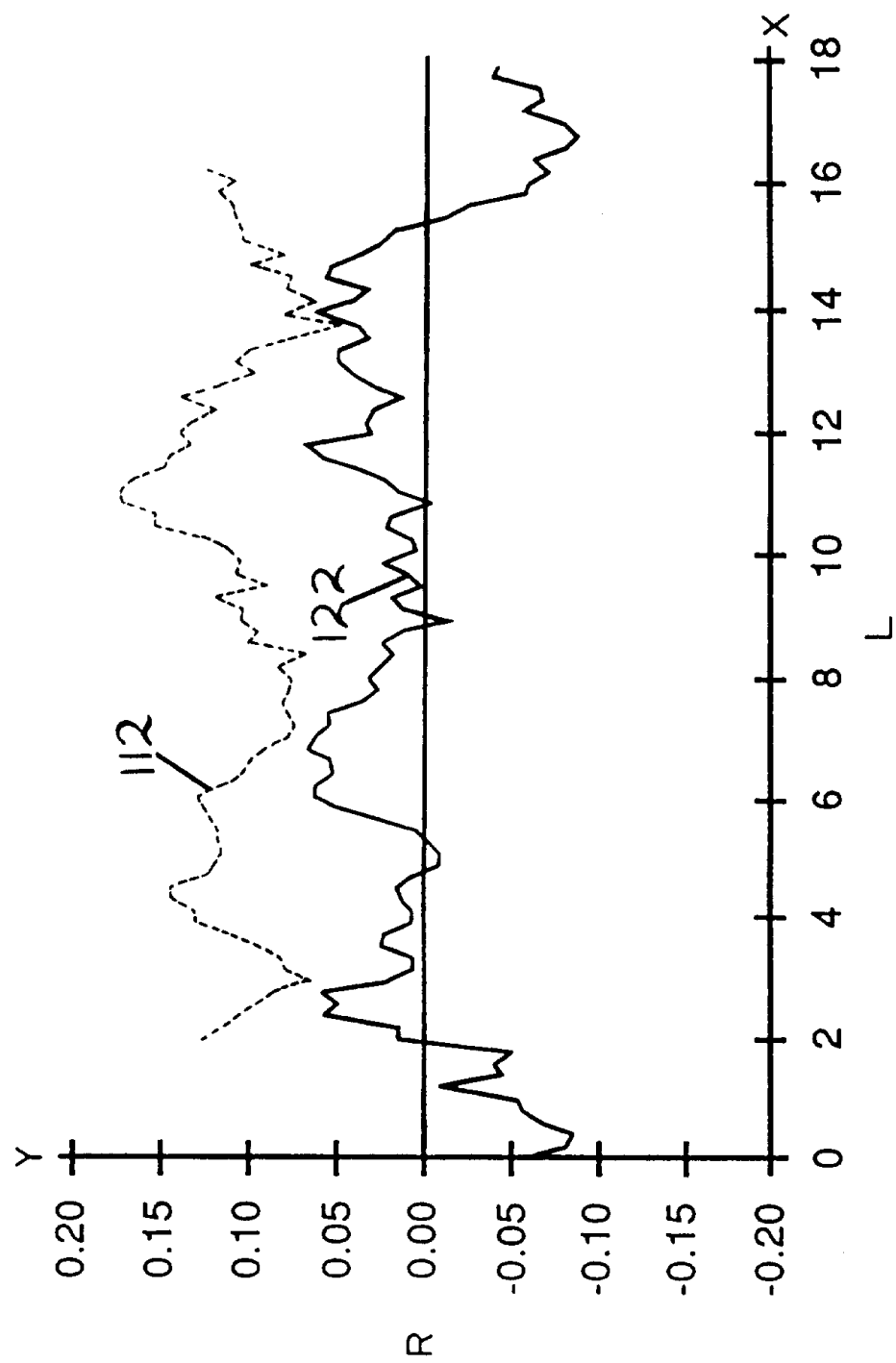


图 13