

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00119331.7

[43] 公开日 2001 年 1 月 10 日

[11] 公开号 CN 1279407A

[22] 申请日 2000.6.28 [21] 申请号 00119331.7

[30] 优先权

[32] 1999.6.29 [33] US [31] 09/342,435

[71] 申请人 朗讯科技公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 罗伯特 J 布朗 小克莱德
杰斐逊 来 佛 小肯尼思
L 泰勒

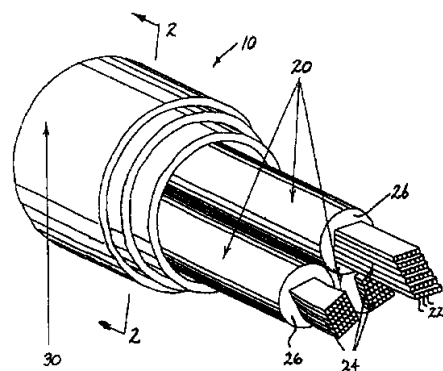
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所
代理人 马 浩

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图页数 3 页

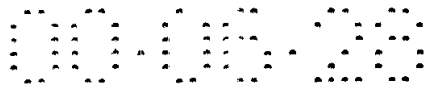
[54] 发明名称 纤维光缆

[57] 摘要

本发明涉及一种纤维光缆的构造,以便使光学传输损耗减至最小,该光缆包括一或多个夹持在外皮内的柔顺性缆芯组件。每个柔顺性缆芯组件由平行光纤束,例如叠层条带构成,并封入一柔顺性组合结构且受支承。该结构可从发泡的材料,例如聚乙烯,将其挤压成环绕光纤束而得到其柔顺性。泡沫材料足以使光纤束缓和当弯曲光缆或遇到压缩负荷时所加的外应力。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种纤维光缆，包括：

至少一个柔顺性缆芯组件，其包括至少一条光纤封入一实质上同膨胀聚合物泡沫一样具有弹性作用的组合结构且被支承；以及

一个外套，其密封和支承上述至少一个缆芯组件，以便允许该缆芯组件与外套之间相对移动。

2. 根据权利要求 1 所述的纤维光缆，其特征在于该组合结构的弹性作用对于压缩应变趋近 60% 具有几乎恒定的、相对低应力的特征。

3. 根据权利要求 2 所述的纤维光缆，其特征在于所述的一个柔顺性缆芯组件包括一束平行光纤。

4. 根据权利要求 3 所述的纤维光缆，其特征在于所述的一束平行光纤的剖面是正方形构造。

5. 根据权利要求 3 所述的纤维光缆，其特征在于所述的组合结构经由该缆芯组件和外套之间的接触受到压缩变形。

6. 一种纤维光缆包括：

多个柔顺性缆芯组件，其中每个缆芯组件包括一束平行光纤封入一柔顺性组合结构且被支承；所述的结构由膨胀的聚合物泡沫材料构成，所述的材料在光缆弯曲时有效地使该束光纤缓冲加上的外应力，以及

一个外套，密封和支承所述的多个缆芯组件，以便允许在各个缆芯组件与外套之间相对移动。

7. 根据权利要求 6 所述的纤维光缆，其特征在于所述的聚合物泡沫材料选自包括聚乙烯和聚丙烯的组。

8. 根据权利要求 6 所述的纤维光缆，其特征在于所述的聚合物泡沫材料是经由各缆芯组件和外套之间的接触受到压缩变形。

9. 根据权利要求 6 所述的纤维光缆，其特征在于所述的平行光纤束包括多个叠层条带，且每个条带包括一排横向对齐的光纤。

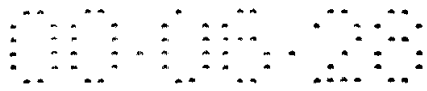
10. 根据权利要求 9 所述的纤维光缆，其特征在于所述的叠层条



带只以所述密封组合结构彼此保持。

11. 根据权利要求 9 所述的纤维光缆，其特征在于所述的叠层条带是在压缩下通过组合结构被夹持，而不是固定于组合结构上或相互固定，因此该条带相对于该组合结构和彼此相对自由移动。

12. 根据权利要求 6 所述的纤维光缆，其特征在于所述的聚合物泡沫具有弹性作用，对直到 60% 的压缩应变该弹性作用具有几乎恒定的，相对低的应力为特征。



说明书

纤维光缆

本发明涉及一种具有改进了能力的纤维光缆，用来使光纤与可能引起光传输损耗的外应力或导致光纤断裂的应力侵蚀脱离。

光纤是由很细的纯石英或玻璃的绞合线构成，其机械性能上可能以完全弹性易碎为特点。为了给光纤提供保护使其不受可能造成断裂的外应力，通常以保护材料，例如以厚的快速固化的聚合物材料层涂覆这些光纤。如美国专利 No.5675686 中所述的这种保护材料，可以保护裸露光纤免受装运和加工时遭受的应力。还有，也可以用缓冲材料，例如可粘附到涂过的光纤上的膨胀的 PTFE 来包覆涂过的光纤。

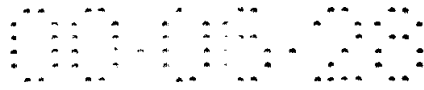
本发明的目的是提供一种改进的纤维光缆，其中新的柔顺性组合结构使传递给光纤的负荷和在光缆的生产、处理及装载过程中和装运时强加给光纤的位移，两者都能减到最小程度，以便能够设计干式芯、高光纤数（HFC）光缆，把由光纤微弯曲和/或宏弯曲引起的光传输损耗减至极其之小。

另外一个目的是通过让更多的光纤装到预定的光缆直径内，为 HFC 设计增加光纤组装密度。

本发明的上述和其它目的及优点，通过提供一种纤维光缆来达到，其包括一或多个柔顺性缆芯组件封入支承用的外套内。每个柔顺性缆芯组件包括至少一条光纤封入一柔顺性组合结构且被支承。这样的结构可由一种高膨胀的聚合泡沫材料，或实质上同高膨胀的聚合泡沫材料一样具有弹性作用的材料构成。在压缩变形下，此缆芯组件被夹持在外套内，但是允许在其间相对移动。

本发明用作泡沫材料的弹性作用，是以对压缩应变直到大约 60% 具有几乎恒定的、相当低的应力为特征。

在优选的实施例中，每个柔顺性缆芯组件包括一个平行光纤束，例如多条光纤的条带或线性阵列。



上面已经阐明了本发明的一些目的和优点，随着结合附图继续进行说明，其他目的和优点将变得更清楚，其中：

图 1 是体现本发明特点的纤维光缆的透视图；

图 2 是沿图 1 中线 2-2 所取的放大剖视图；

图 3 表示几种可能适用于本发明的柔顺性缆芯组件剖视图；

图 4 为本发明中使用的一种类型的高膨胀聚合泡沫的压缩应力与应变关系图；

图 5 表示在无负荷条件和 30% 压缩负荷条件下柔顺性缆芯组件的剖视图；以及

图 6 是一柔顺性组合结构光缆截面的有限元分析等值曲线图，并示出压缩于 0.62" 直径光缆外套内的 6 个 0.25" 直径组合结构之一的最小主应力分布图。

现在，将参照表示本发明优选实施例的附图，更全面地描述本发明如下。然而，本发明可以有許多不同的方式实施，并不是要限于这里提出的实施例；不如说，提供这些实施例是要使本公开完全彻底，并将本发明的范围完全通告本领域的技术人员。同样的标号适用于所有同样的元件。

更详细地说参照附图，图 1-2 示出了实施本发明的一个纤维光缆 10，该纤维光缆包括三个柔顺性缆芯组件 20，被夹持在传统的外套 30 内。每个柔顺性缆芯组件 20 由一束平行的玻璃光纤 22 的组成，在图示的实施例中，它由 6 个叠层条带 24 构成，每个条带中有 6 条光纤排成横向对齐阵列。更具体地说，每个条带的 6 条光纤均涂以常用的粘料，例如丙烯酸基 (acrylate-based) 的材料，以形成整体结构。每个条带的光纤数，每个缆芯组件的条带数及每个光缆的缆芯组件数都不限于图中所示的数目。该光纤 22 为通常用于纤维光缆中的大小，一般直径大约为 250 μm (微米)。

将每个叠层条带封入一柔顺性组合结构且被支承，这里具体化为高膨胀 (因而低密度) 的聚合泡沫材料 26，该泡沫材料在光缆被弯曲或碰到压缩负荷时，足以让光纤缓冲所施加的外应力。该组合结构用

来把条带保持在其叠层的关系，而不需要粘合剂之类将条带固定在一起。该缆芯，即各光纤或条带，可在压缩情况下由该组合结构加持，而不是以其它方式固定于该组合结构或相互固定。因而，各光纤和/或条带构成的缆芯，都能相对于组合结构和彼此相对自由移动。并且，在组合结构内该缆芯可以是直线或绞合的。泡沫材料构成的组合结构，可以利用公知的挤压设备和技术挤压在叠层条带的周围。

外围的外套 30 可以包括任何常规的光缆结构，众所周知，其结构可以包括一个芯管、铠装、加强件、棒、带、粗纱、气囊拉索以及外套 (outer jacket)。一般说来，这种结构的挠曲性能将超过光纤或条带的挠性。但是，组合结构相当低的柔顺性将有效地消除缆芯与外套间的相互影响。因此，在芯缆与外套之间没有一一对应运动的挠曲位移耦合。该缆芯组件可在压缩下由外套夹持，参看图 2，但各缆芯组件不是固定于外套或相互固定。这样，各缆芯组件就能相对于外套和彼此相对自由移动。并且在外套内，各缆芯组件可以是直线（如图所示）或绞合的。

在所示的实施例中，外套包括三个不同的同心层，例如可以包括由聚合物芯管构成的内层、由加强件和/或铠装构成的中间层及由聚合物套构成的外层。并且，最好如图 2 所示，在各组件与外套之间能形成空隙，如 40 所指，并且该外套夹持在压缩变形下的各缆芯组件。

组合结构的一个重要特点是，对相当低的负荷就呈现大的变形。而正如这里另外要说明的那样，择优选用包括泡沫材料的组合结构，是因为此组合结构显示很容易实现这一构思，而其它结构是不可能的。从固体力学基本原理出发，非常明确的是，刚性度归结为结构的几何形状和材料两者。由几乎不可压缩的材料象橡胶之类制成的实心结构，决不会产生所需要的负荷变形特性。然而，如果将能扭曲的结构特点组合起来（例如加强肋、翅片、支杆、桁条、指条、隔膜等等），于是几乎不能压缩的线性弹性材料就可能使用。关键在于创造具有所需支撑扭曲的负荷变形特性。就泡沫材料的情况来说，在微观范围内，在泡沫材料加工过程中形成微孔壁和产生隔膜，制成扭曲和压扁的结构



特点。

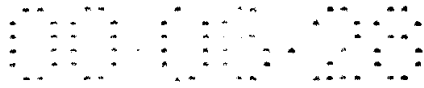
在微观力学范围内，发泡材料微孔大小相对于光纤特征几何尺寸应足够小，以便在光纤和泡沫材料之间实现接近均匀的负荷转移。微孔的间隔大小也应足够无序自然，不然就相对于光纤传输过程为非谐波长度，为使微接触的位置不会产生基于周期负荷而引发微弯曲的光学损耗。

在宏观力学范围内，材料应该显示出传统上与泡沫有关的压缩测试特性。图 4 说明压缩应力与应变的关系曲线，就是典型的所需的泡沫特性。对于小应变 (<0.05)，存在一最初的上升，其对应于微孔结构的小的、线性的弹性变形。随着负荷增加，微孔壁被压扁和扭曲，对对负荷的极小增加，应变就大量增加。该曲线对于高达 60% 的应变差不多是水平的，并有低于 100 磅/英寸² 的极其小的应力曲线平直部分，该曲线平直部分取决于多孔结构和基本聚合物。随着微孔完全压扁，孔壁相互直接接触，该曲线呈现陡峭向上倾斜。

另外，该材料必须在整个温度和时间范围内呈现良好的特性。该材料还应呈现低强度，以便容易除去材料露出条带以便拼接。

图 3 说明一些缆芯组件可能想到的代表性形状。本发明的范围不仅包括这些形状，而且同样包括其任何组合或变型。圆形是简单的挤压形状，能自由叠层绞合。正方形用料少，还可以有圆形的边缘。有拐角的构造提供特别的保护以免角部光纤受损，且除去边缘上不需要的材料。瓦片或联锁的图形提供一种促进防止光纤损耗和缆内组件构造的形状。偏斜形提供条带图形可以与棱形叠层不同，包括径向扇形。通用优化的形状说明，可利用不规则形状和内部空隙或填充物以达到所要求的性能。

在缆芯组件外边可能需要外皮，以增进耐用性和提高防水能力。组合结构的目的是提供柔顺性悬置叠层条带，适应缆内和叠层条两者的几何形状，而且缆和光纤之间负荷传递相对较低。因此，抗压存在于外套而不是缆芯组件结构中。缆芯组件结构上的刚性外骨架成为拓扑结构上多余的部分，而事实上以减少封装利用率来弥补光纤密度增



加。而且，刚性外骨架显示出可以利用光纤于拼接。

通过选择具有与曲线（图 4）平直部分相关的相当低应力水平的发泡材料，能够象要求的那样在缆内压缩缆芯组件，而光纤接触负荷却极少增加，因此极小引起传输损耗。高压缩性避免了橡胶和其它几乎不能压缩的超弹性材料遇到的巨大流体静应力成分的问题。

优选的泡沫材料是高膨胀（>90%）的聚合物如聚烯烃类，通过在基本聚合物内引入微孔而产生。作为具体的例子，可优先选用低密度聚乙烯和聚丙烯。这种材料和相关的加工设备，在本制造领域都是公知的。发泡材料的明确要求是压缩应力-应变曲线。特别是，发泡材料应呈现图 4 所示的弹性作用。关键特性如下：

1) 该曲线应呈现出由微孔壁弹性扭曲而引起的曲线平直部分，规定作为对于高达 60% 的压缩应变几乎恒定的、低应力（小于 100 磅/英寸²）的区域。该曲线平直部分的开始处应该在 5% 到 10% 压缩应变之间。

2) 在曲线平直部分开始前，应无大的“快速过”负荷；即，该应力从零到曲线平直部分的范围应该平稳、单调、弹性的方式增大。

3) 压缩量在 60% 以上时，由于微孔壁几乎完全压扁，泡沫被压实，应力-应变曲线将沿着陡峭向上斜率增大。准确的斜率无特殊意义。

4) 要求整个应力-应变曲线应该有弹性，除去压缩负荷时材料无永久性残留变形。但是，在有些情况下，可能发现应力松弛是需要的（即，对于固定扭曲，应力衰减到零超时）。

5) 泡沫必须是高度可压缩的，如以有效泊松比表示极限近似于零，或剪变形与体积弹性模量之比近似于 2/3。

实例

利用 CO₂ 注入产生 2.5 倍体积膨胀，将含有由 Union Carbide 提供的商标为 DFDA1253 的低密度聚乙烯（LDPE）的泡沫成分发泡。对所得的泡沫化后的合成物进行测试，它显示一种压缩应力-变形曲线，其与图 4 所示的曲线完全一样。



有限元计算机分析，利用测出的泡沫数据，模拟和分析 6 个柔顺性缆芯组件的装配光缆，如图 6 所示。

图 5 说明对由 12×12 光纤带和如上实例所述的泡沫合成物构成的缆芯组件，压缩变形 30%。

本领域的普通技术人员得益于上述说明书和相关附图中所描述的教导，就会想出本发明的许多变更和其它实施例。因此，应该理解，本发明不限于已公开的具体实施例，而那些变更和其它实施例也确定为包括在所附权利要求书内。虽然这里采用了专用术语，但只是用于一般描述了解而不是为了限制起见。

说明书附图

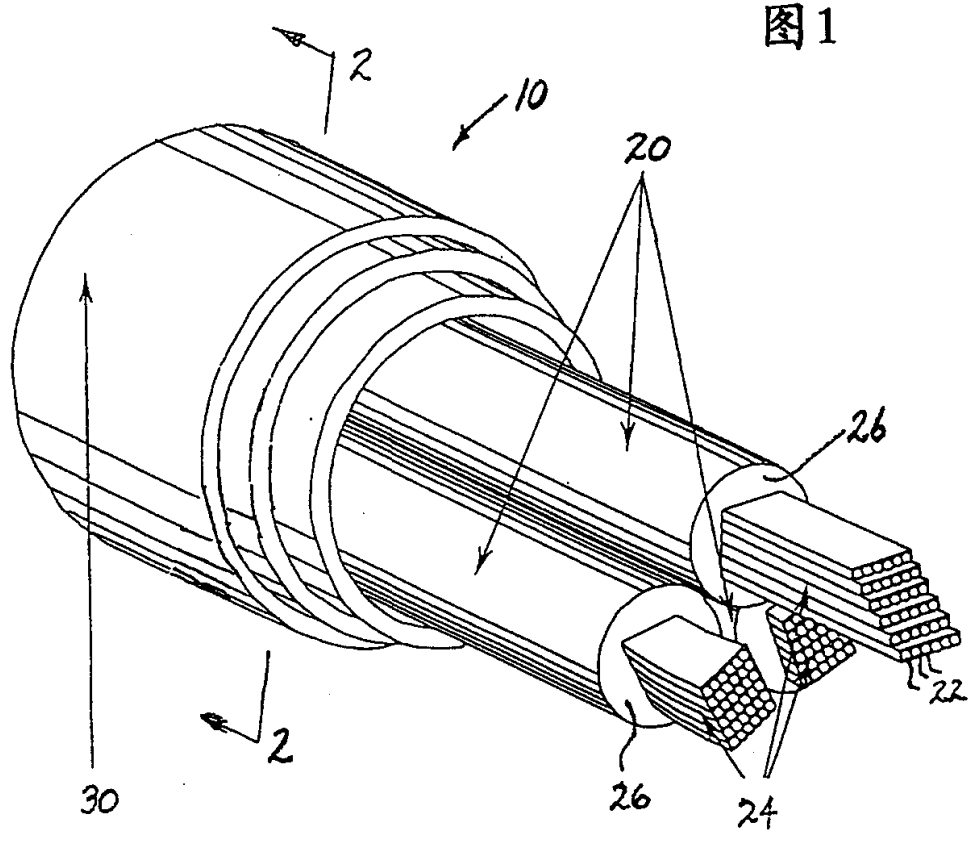


图1

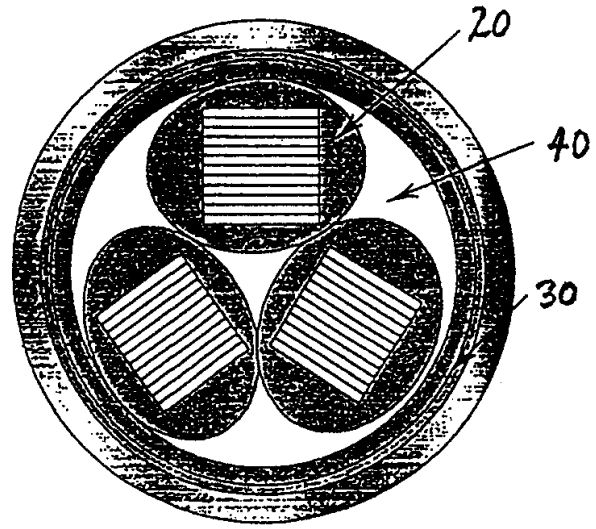


图2

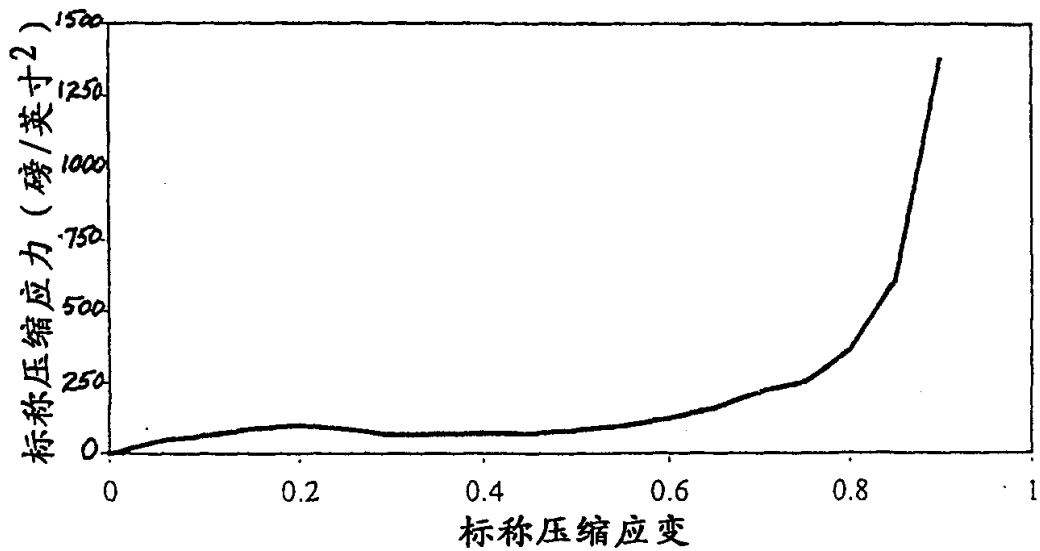
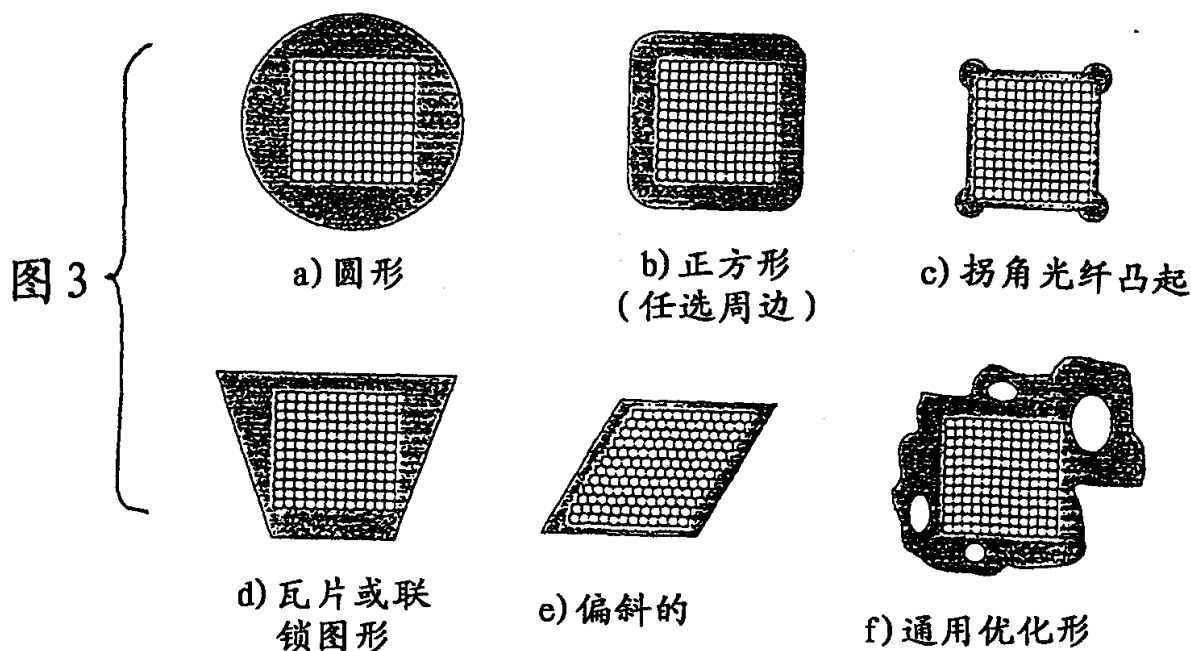


图4

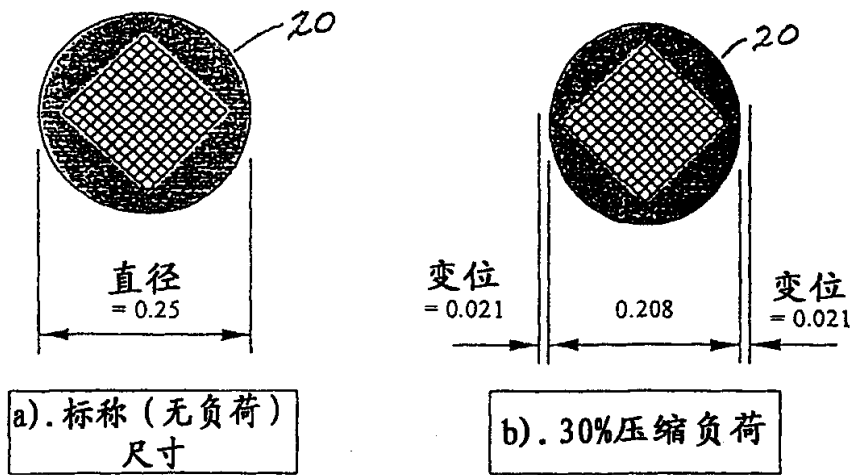


图 5

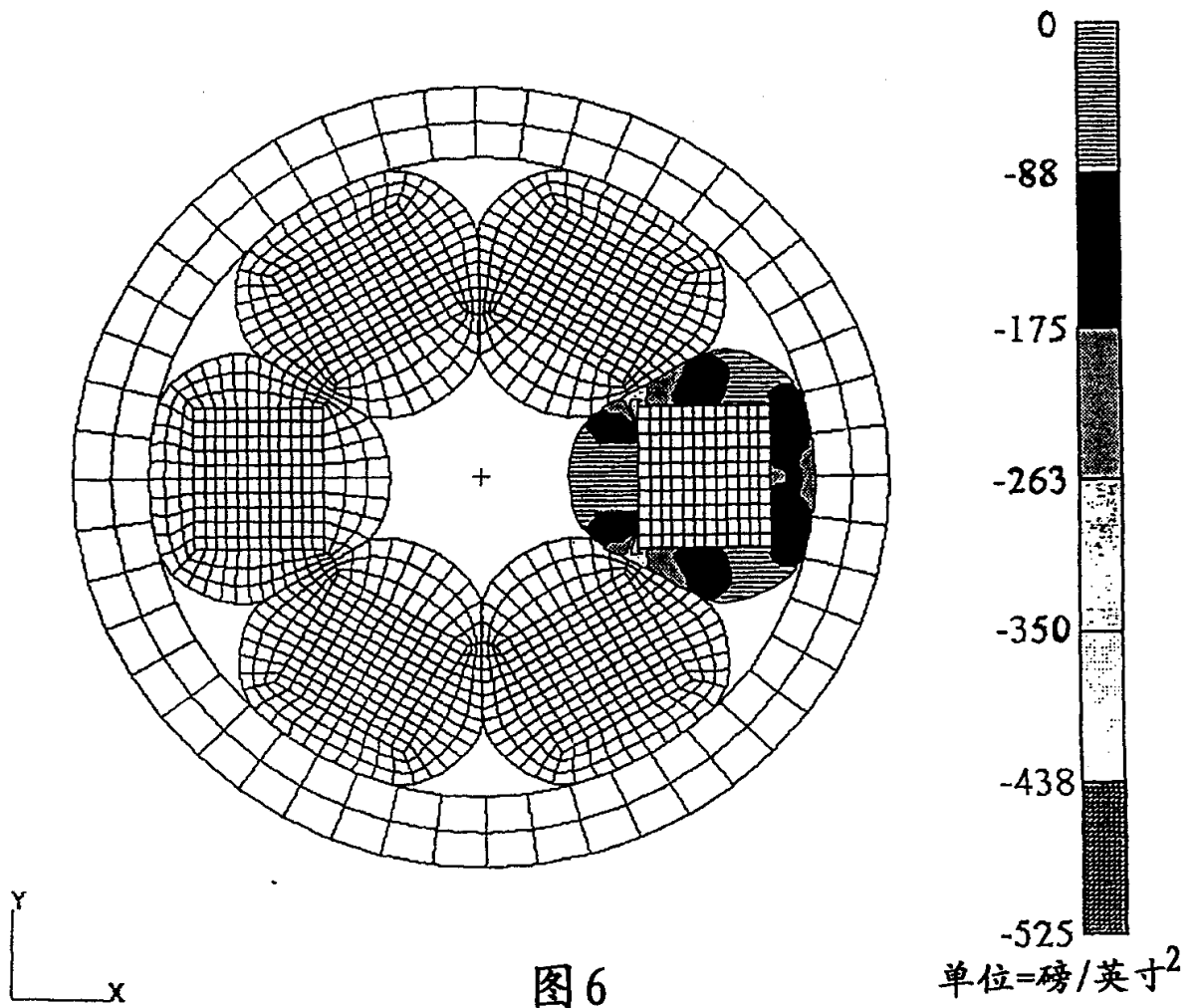


图 6