[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[7]
B29C 70/06
B60C 9/02

# [12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95107734.1

[45]授权公告日 2000年5月3日

[11]授权公告号 CN 1051955C

[22]申请日 1995.6.30 [24]颁证日 2000.1.22
[21]申请号 95107734.1
[30]优先权
[32]1994.7.1 [33]US [31]269726
[73]专利权人 固特异轮胎和橡胶公司
地址 美国俄亥俄州
[72]发明人 A·G·科沙 C·H·奥伯迈耶
M·波罗扎克
[56]参考文献
DE1235572 1968.1.1
DE1296035 1968.1.1
审查员 周勇毅

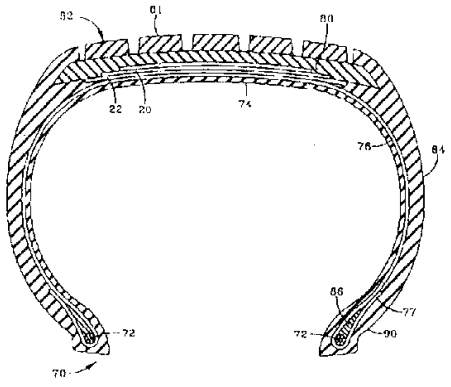
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 刘元金 吴大建

权利要求书1页 说明书14页 附图页数9页

[54]发明名称 一种充气轮胎

[57]摘要

现已发现,弹性纤维,当用做弹性体中的纤维增强剂时,可使该弹性体裂纹传播减缓。弹性纤维增强的弹性体可用于轮胎的多种部件。




ISSN1008-4274

# 权　利　要　求　书

1.一种充气轮胎,包括部件,含有其中分散了1—10phr人造卷曲的合成有机弹性纤维的弹性基质材料,该弹性纤维的长度为100—12,000μm,直径为1.2—1,250μm,而其长径比在25到1000之间,所述的弹性纤维选自由耐纶、聚乙烯、聚丙烯、聚酯及其混合物。

2.一种充气轮胎,包括部件,含有其中分散了1—10phr人造卷曲的合成有机弹性纤维的弹性基质材料,该弹性纤维的长度为100—12,000μm,直径为1.2—1,250μm,而其长径比在25到1000之间,所述的弹性纤维选自由耐纶、聚乙烯、聚丙烯、聚酯及其混合物,其中所述弹性基质材料选自下列物质:聚丁二烯橡胶、聚异戊二烯像胶、丁苯橡胶、乙烯－丙烯－二烯三元共聚物橡胶、丁腈橡胶、卤化丁基橡胶以及它们的混合物。

3.按照权利要求2的轮胎,其中所述的弹性纤维,按每100重量份所说弹性基质材料计,其含量为4到8重量份。

4.按照权利要求2的轮胎,其中所述的部件为侧壁。

5.按照权利要求2的轮胎,其中所述的部件为轮胎面基。

6.按照权利要求2的轮胎,其中所述的部件为三角胶条。

7.按照权利要求2的轮胎,其中所述的的弹性基质材料含有以40至60phr碳黑和4至8phr弹性耐纶纤维增强的聚异戊二烯/聚丁二烯橡胶混合物,所述的基质具有拉伸模量在50%应变时为2.0至7.0MPa,在30%的动态剪切应变下其割口增大速率为0.5至$0.9\times10^{2}$mm/MC,滞后,以50%应变下相位角的正切表示,为0.2至0.5,模制沟槽撕裂强度为13至22N,抗张强度为10至12MPa,断裂伸长率为400至500%以及邵氏A硬度为60至65点。

99.09.13

# 说　明　书

## 一种充气轮胎

本发明关于纤维增强弹性体和用纤维增强弹性体制成的轮胎。

在硫化橡胶胶料中掺入短纤维使得初始及低应变（低伸长）模量显著提高，以及相应地应力／应变（或负荷伸长）曲线变陡，抗弯刚度提高。一般，刚度的提高受到该要求数量短纤维均匀分散和适当取向能力的限制。

伴随而来的，橡胶中短纤维的存在有时会导致在循环应力作用下疲劳强度降低和滞后生热，尤其当纤维与橡胶结合不牢时如此。

例如，由于在滚动着的轮胎中，橡胶经受周期性变形，故希望用于此目的的短纤维增强复合物的疲劳破裂性能至少与未增强橡胶基质相等。

人们曾使用各种各样不连续的短纤维来提高橡皮的刚度和模量。例如，U．S．专利号3，697，364、3，802，478和4，236，563曾使用在橡胶中分散体形式的不连续纤维素纤维。还建议或使用过诸如芳族酰胺、脂族酰胺（耐纶）、棉、人造丝、聚酯、玻璃、碳及钢等其他不连续纤维。

国际专利申请WO　90／04617（Allied Signal 公司）讲述部分取向丝短纤维的制备并披露，这种短纤维能用于轮胎中。

一般，凡使用不连续纤维的场合，相应的橡胶复合物还含有与之

联合使用的粒状增强剂。

许多平织股线形式的粗大纤维是熟知的纤维增强剂。

短纤维(具有典型长度为约100～12,000μm,直径1.2～1,250μm,长径比约25～1000)传统制取方法是将连续长丝束或单丝切断成要求的长度。而长丝则是采用传统的熔纺或溶剂纺丝工艺制取的。在熔纺工艺中，熔融聚合物通过被称做喷丝板的板挤出至通常的空气当中，随后在熔融长丝不断冷却过程中，该长丝用纺丝牵伸技术被牵伸至最大程度（对耐纶而言，例如牵伸比为约5比1）。在纺丝牵伸工艺中，纺丝和牵伸是在同一台机器上同时完成的，生成的纤维被称做为全取向的。聚酯、耐纶和聚烯烃类纤维是熔纺纤维的熟知例子。全取向纤维还可以用传统的无规线团溶液纺丝（干纺或湿纺法）来成形，继而进行机械牵伸制取。湿法纺丝通常被用来制取粘胶人造丝纤维。全取向、伸直链结晶纤维可以通过把僵性链聚合物的液晶熔体或溶液（分别被称做热致变和感胶离子聚合物）进行纺丝而制得。以干喷咀（空气隙）湿法技术由一种刚性、棒状芳族酰胺的液晶溶液纺制的纤维的例子便是杜邦公司（E. I. Dupont de Nemours & Co., Inc., Wilmington , Delaware ）生产的 Kevlar ®。当纺液晶熔体或溶液时，只需要纺丝过程不需要牵伸便能获得全或高取向纤维。所有这些高取向、僵性链聚合物纤维均可以切、剁或压碎而成为短纤维或碎屑。

有关其他能转变为短纤维或碎屑的全取向纤维的详细叙述可见诸于“轮胎用纤维增强综论”，<国际轮胎技术'93>，英国国际出版社，PP28～34，A. G. Causa 编，以及该文引用的参考文献。

尽管用短纤维，例如芳族酰胺碎屑，增强的弹性体按照在50%应变、20英寸／分以及室温条件下进行抗张模量测定时表现出良好

的刚性，但是，当按照上述条件测定扯断抗张强度时，除非附加特定条件以保证短纤维与弹性体基质间良好粘附力，这些增强弹性体的强度很有限。随着弹性体内加入的芳族酰胺量的增加，弹性体刚度增，然而，抗破裂强度下降且胶料加工变得愈来愈困难。对某些用途而言，要使全取向短纤维增强弹性体在抗裂纹扩展和刚度之间取得恰当的平衡也许是不可能的。

另外，，由于纤维／橡胶界面处纤维与橡胶间结合力较弱，又由于橡胶和纤维间在伸长性方面存在很大差距，含大量纤维的掺有纤维的橡胶复合物有时表现出很差的抗割口增大性能。

本发明的一个目的在于提供弹性体基质增强的方法，使获得的弹性体基质在要求的性能方面达到良好的平衡。

还提供用本发明的增强基质制成的轮胎。

本发明的其他目的，在读了下文以及权利要求之后将会很清楚。

本发明提供一种用于制造充气轮胎的复合橡胶组合物，包括一种增强的可硫化组合物。该组合物包括一种其中分散了有效增强数量弹性纤维的可硫化弹性体基质材料。所述弹性纤维长约100～12,000μm，直径约1.2～1,250μm，长径比约25～1,000，并且包含约1～10phr（每100重量份可硫化弹性体基质材料的重量份数）。该弹性纤维可以包含选自由尼龙、聚酯、聚烯烃及其混合物构成的一组聚合物。

以40～60phr碳黑和4～8phr弹性耐纶短纤维增强的一种聚异戊二烯／聚丁二烯橡胶共混物的拉伸模量（50%时）为2.0-7.0MPa（兆帕），在30%动态剪应变下的割口增大速率是0.5～0.9×$10^2$ mm／Mc（Mc：百万次），滞后（按50%应变下相位角的正切表示）为

0.2～0.5，模制沟槽撕裂强度13～22N（牛顿），抗张强度约为10～12MPa，扯断伸长率400～500%，以及邵氏A硬度约60～65点。

还提供一种组合物，它包含其中分散了有效增强数量弹性纤维的可硫化弹性体基质材料。

该弹性纤维包含约1～10phr（每百重量份可硫化基质材料的重量份数）。

图1画出了用本发明的增强弹性体基质制成的轮胎。

图2是说明一种掺有各种不同纤维的弹性体沿“A”方向（垂直于纤维取向方向）测定的永久变形性能的（柱状）图。

图3是说明一种掺有各种不同纤维的弹性体沿“W”方向（平行于纤维取向方向）测定的永久变形性能的（柱状）图。

图4比较了各种不同复合物的粘弹性能和滞后性能。

图5表示在各种不同复合物中沿“A”方向观测到的弹性能（C10）和损耗能（H10）。

图6表示沿“W”方向测得的与图5相同的性能。

图7表示各种不同复合物沿“A”方向的割口增大速率。

图8表示各种不同复合物沿“W”方向的割口增大速率。

图9表示各种不同复合物平均割口增大速率。

当龟纹在弹性体材料中形成时，在不断扩大的裂纹尖端处出现应力集中。有一些大量记载的应力分散机理，使裂纹扩大速率放慢。例如，

（a）某些弹性体，最熟悉的是顺式1,4聚异戊二烯(天然橡胶)，受拉伸时发生结晶。在裂纹尖部高应力区，即使当总的应变较小时也

发生结晶，而随结晶发生的能量分散在很大程度上提高撕裂强度；

（ｂ）颗粒状填料，最常见的是碳黑，显著提高无定形弹性体的撕裂强度。普遍的看法是，填料的增强作用主要是由于撕裂方向的偏离再加上粘性耗散作用的增加而造成的；

（ｃ）以热形式的耗散（滞后）不参与促使裂纹扩展。

按本发明的构想，按理论推测，可以用弹性纤维来改善弹性体材料抗龟纹扩展性。本发明人相信，弹性纤维将减慢包含此种纤维的弹性体基质的龟纹扩展速率，它通过变形时吸收能量和／或应变诱导的结晶达到这一点。还相信，与涉及其他短纤维的情况一样，弹性纤维迫使裂纹路径改变方向，从而进一步减慢裂纹扩展速率。

在本发明的一个实施方案中，为了避免当采用先有技术的粗大纤维来增强弹性体时碰到的加工问题，为在增强弹性体内获得刚度与抗张强度间较好平衡以及为减缓复合橡胶材料中割口扩展或裂纹传播的速率，按本发明，建议采用弹性纤维代替先有技术所用的全取向粗大纤维。

弹性纤维包含的短纤维，形变时能吸收能量，还能恢复到其原有的形状（即表现出橡胶或弹簧一样的性能）。纤维的这种性能是由诸如纤维结构内的稳定捻回、弯曲或折叠赋予的。弹性纤维的例子有卷曲纤维，例如盘卷、螺旋（柱面）、盘旋以及锯齿形纤维。

目前，卷曲纤维应用于地毯、家俱和服装行业中，卷曲纤维可以包括折叠纤维，其“卷曲”可以呈规则或不规则形状。

卷曲纤维的制造见诸于Ｕ．Ｓ．专利号5，187，845以及其中引用的参考文献。

其他种类似的纤维可见诸于：

1．“Textured Yarns”（假捻纱），<A F Encyclo - pedia of Textiles>（A F 纺织品大全），American Fabric Magazine（美国织物杂志）编，Prentice - Hall 公司，1972，P299和P314，以及

2．“The Production of Textured Yarns by Methods Other than the False - Twist Technique”（非假捻法制造的假捻纱），D. K. Wilson 和 T. Kollu，< Textile Progress>（纺织进展），第16卷，第3期，纺织学院，曼彻斯特，UK，1987。

可卷曲纤维的例子有耐纶、聚酯和聚烯烃纤维。此类纤维中的具体例子有耐纶6、耐纶66、耐纶46、聚对苯二甲酸乙二酯、聚邻萘二甲酸乙二酯、聚乙烯和聚丙烯。

本发明的弹性纤维长度约100～12,000μm，较好300～7,000μm，直径约1.2～1,250μm，较好1.5～300μm，而长径比为25～1,000，较好25～300。

经过处理后能具有所要求性能的其它类型的纤维包括玻璃纤维、钢纤维、棉纤维、碳纤维、人造丝和丙烯腈系纤维。其他适合的纤维，对熟悉此项技术的人将是清楚的。

在本发明的各种实施方案中，采用弹性短纤维的弹性体组合物可被用于轮胎的各种不同部位，例如用于胎侧、围条或者胎面基部胶料中。

典型地说。含有弹性短纤维的弹性体基质，与用全取向短纤维增强的弹性体基质比较，具有类似的刚度（弹性剪切刚度、拉伸模量），较低的割口增大速率、较高滞后和类似的硬度、抗撕裂强度、拉伸强

度以及扯断伸长性能。故而，有可能利用在复合物中加入弹性纤维获得抗割口增大方面大大改善的同时，达到与加入标准纤维近似相同的刚度提高而且其他性能则相等。

掺入1～10phr卷曲耐纶66短纤维的碳黑填充弹性体，其在室温和20英寸／分条件下测得的50%伸长时的拉伸应力为3MPa到7MPa。在10Hz，30%循环应变及室温测试条件下割口增大速率可在0.5～0.9×10² mm/Mc之间。在上述条件下按相位角正切(tgδ)定义的滞后介于0.2～0.5之间。模制沟槽撕裂强度可在13～22N（牛顿）之间。此种碳黑填充弹性体在同样条件下测得的拉伸强度因加入至多达10phr的卷曲耐纶66短纤维可从14MPa降至10MPa。同样，扯断伸长从600%降低到400%。

例如，50phr碳黑及6phr卷曲耐纶66纤维增强的天然橡胶－丁二烯橡胶（PBD）共混物，50%伸长时的拉伸模量为约4MPa，割口增大速率为0.5×10² mm／Mc，50%剪变下的tgδ为约0.4，模制沟槽撕裂强度约17N，拉伸强度约10MPa，扯断伸长约450%，而邵尔A硬度约62点。

与之对照，掺入相等数量全取向耐纶66纤维的同样的天然橡胶－聚丁二烯橡胶及碳黑的组合物，其50%伸长下拉伸模量约为5MPa，割口增大速率约0.6×10² mm／Mc，50%剪变下的tgδ约为0.2，模制沟槽撕裂强度约16N，拉伸强度约11MPa，扯断伸长约440%，而邵尔A硬度约为64点。

能用于本发明的其他弹性体包括，但不限于，聚异戊二烯胶(IR)、丁苯胶（SBR）、丁基和卤化丁基胶（IIR、BIIR、CIIR）乙丙胶（EPM、EPDM）、交联聚乙烯（XLPE）和氯丁胶（CR）、丁腈胶

（NBR）、丁二烯胶以及这些橡胶的共混物或混合物。

由于弹性纤维能提供能量分散的又一机制，此时，当纤维周围的橡胶基质变形时弹性纤维受到拉伸或取向，故据信，掺入这种弹性短纤维的复合物具有改进的抗割口增大性能。

与传统粒料增强弹性体基质相比，在复合物抗撕裂割口增大、抗龟纹传播以及强度等性能提高的同时，弹性纤维增强复合物的滞后增加了，永久变形增加了。

弹性短纤维，较好耐纶66或耐纶6，将赋予一定的低应变模量的提高及扯断伸长和拉伸强度的降低，也提供发生变形时立即起作用的能量耗散机制。

下面，参看图1，画出的是轮胎70，它带有本发明的纤维增强胎面基部80。胎面基部80是用复合挤出方法与胎冠81结合成胎面82的。轮胎的胎面区可以用带束层和缓冲层20、22增强。

如传统技术的做法一样，该轮胎包括一对胎圈72，其上，包着胎体帘线层76。胎体帘线层76绕胎圈72的上翻部分（反包）在胎体帘线层76和反包部分77之间形成三角胶条86。当制作无内胎轮胎时，在胎体帘线层76内侧还配置有气密层74。轮胎70还可以有任选的胎圈包布90。加上胎侧84就基本上构成轮胎的完整结构。

下面，将结合实例进一步说明本发明。

实例1

在传统侧壁／基部胶料配方基础上，变化出6种胶料组成的系列，其中5种混入了短纤维，包括一种象全取向纤维的低伸纤维、两种象POY之类的高伸纤维、一种卷曲耐纶66以及一种高伸（PET）纤维，然后对其进行评定。一般地，大于30%的伸长，就定义为高伸。配

方的不同情况在表 1 中给出。

表 1
配方种类

| | 对照 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 纤维说明 | | | | | | |
| 生产商 | | 孟山都 | | | 杜邦 | |
| 类型 | 无 | 耐纶 | 耐纶 | 耐纶 | 耐纶 | 聚酯 |
| 伸长 | | 15% | 151% | 40%<br>卷曲 | 高 | 高 |
| 纤维Phr | -0- | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 7.26 |

同时还进行了低应变粘弹性测定（SIV流变测定法蠕变）。还获得了工程性能（最高达250%剪变）以及扯断性能（撕裂能和伸长）。还采用不同混炼条件（顺（W）／反（A）纹）形成不同择优取向的试样，评估了30%剪变下的破裂传播速率，结果载于表2。

进行了包括环形试片、哑铃试片拉伸，Strebler粘合力以及模制沟槽撕裂强度等标准实验室测试(参见表3)。

表中，MOD代表模量，伸长数据是在断裂点测得的，RT指室温，能量（J）指以焦耳计的断裂能量，拉伸指拉伸强度，MPa是百万帕斯卡（兆帕），硬度值为以邵尔A单位的数值，IN AV LD指初始平均负载，SS是指静态，PK表示峰值，EC意指整条曲线，以及N代表牛顿。高代表高伸纤维，即其伸长大于30%，典型地代表POY耐纶和POY聚酯纤维。

表 2
低应变动态性能、工程性
能及破裂传播性能一览表

| | 对照 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 生产商 | | 孟山都 | | | 杜邦 | |
| 类型 | 无 | 耐纶 | 耐纶 | 耐纶 | 耐纶 | 聚酯 |
| 伸长 | | 15% | 151% | 40%<br>卷曲 | 高 | 高 |
| 永久变形(A) | 4% | <---------- 12 ～ 14% ----------> | | | | |
| 永久变形(W) | 4% | <-------- 6 ～ 8% --------> | | | | 14% |
| 低应变<br>G' MPa | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.1 | 2.0 | 2.1 |
| 低应变<br>G" MPa | .18 | .26 | .25 | .27 | .24 | .26 |
| 低应变tgδ | .120 | .130 | .125 | .129 | .120 | .124 |
| 50%应变下G'<br>MPa | <---------- 0.3 ----------> | | | | | |
| 50%应变下G"<br>MPa | 0.05 | .07 | .07 | .13 | .07 | .12 |
| 50%应变下tgδ | .17 | .23 | .23 | .43 | .23 | .40 |
| 扯断伸长 | | | | | | |
| 反纹(A)% | 100 | 120 | 120 | 100 | 120 | 120 |
| 顺纹(W)% | 100 | 170 | 160 | <------ 150 ------> | | |
| 撕裂能 Tc | | | | | | |
| 反纹(A)<br>N/cm | 120 | 190 | 180 | 150 | 180 | 170 |
| 顺纹<br>(W) N/cm | 120 | <---------- 220 ～ 230 ---------> | | | | |
| 30%应变下<br>割口增大速率<br>x10³mm/Mc | 1.3 | 0.6 | 0.9 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| 30%应变下(反纹)<br>割口增大速率(A)<br>x10³mm/Mc | 1.4 | 0.2 | 0.6 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 30%应变下(顺纹)<br>割口增大速率(W)<br>x10³mm/Mc | 1.2 | 0.9 | 1.3 | 0.65 | 0.7 | 0.8 |

试验室测定数据载于下表

表 3
标准实验室测试结果

| | 对照 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 生产商 | | 孟山都 | | | 杜邦 | |
| 类型 | 无 | 耐纶 | 耐纶 | 耐纶 | 耐纶 | 聚酯 |
| 伸长 | | 15% | 151% | 40%<br>卷曲 | 高 | 高 |
| 环形试片拉伸试验 | | | | | | |
| 100% MOD MPa | 1.40 | 2.83 | 2.79 | 2.72 | 2.58 | 2.53 |
| 150% MOD MPa | 2.15 | 3.95 | 3.93 | 3.97 | 3.76 | 3.38 |
| 200% MOD MPa | 3.21 | 4.85 | 4.95 | 4.99 | 4.65 | 3.99 |
| 300% MOD MPa | 5.93 | 6.57 | 6.57 | 6.99 | 6.50 | 6.18 |
| 拉伸强度 MPa | 13.55 | 10.22 | 9.6 | 10.33 | 9.94 | 9.38 |
| 断裂伸长 % | 618 | 494 | 465 | 469 | 480 | 464 |
| 能量 J | 119.5 | 86.57 | 75.46 | 80.90 | 80.14 | 71.10 |
| 哑铃试片拉伸试验 | | | | | | |
| W 50% MOD MPa | 0.84 | 4.87 | 4.56 | 4.04 | 3.99 | 2.76 |
| A 50% MOD MPa | 0.85 | 1.19 | 1.02 | 1.19 | 1.02 | 1.05 |
| W 100% MOD MPa | 1.40 | 4.9 | 4.5 | 4.09 | 4.12 | 2.9 |
| A 100% MOD MPa | 1.39 | 1.72 | 1.55 | 1.72 | 1.53 | 1.48 |
| W 150% MOD MPa | 2.2 | 5.1 | 4.54 | 4.32 | 4.27 | 3.3 |
| A 150% MOD MPa | 2.16 | 2.32 | 2.14 | 2.35 | 2.1 | 2.05 |
| W 200% MOD MPa | 3.32 | 5.42 | 4.83 | 4.78 | 4.75 | 4.05 |
| A 200% MOD MPa | 3.22 | 3.15 | 2.98 | 3.27 | 2.96 | 2.91 |
| W 250% MOD MPa | 4.65 | 6.15 | 5.6 | 5.76 | 5.72 | 5.13 |

表 3

标准实验室测试结果

| | 对照 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 生产商 | | 孟山都 | | | 杜邦 | |
| 类型 | 无 | 耐纶 | 耐纶 | 耐纶 | 耐纶 | 聚酯 |
| 伸长 | | 15% | 151% | 40%<br>卷曲 | 高 | 高 |
| A 250% MOD MPa | 4.59 | 4.19 | 4.01 | 4.39 | 4.01 | 4.01 |
| W 300% MOD MPa | 6.09 | 7.23 | 6.85 | 6.98 | 6.9 | 6.38 |
| A 300% MOD MPa | 6.03 | 5.34 | 5.16 | 5.63 | 5.19 | 5.19 |
| W断裂伸长% | 606 | 436 | 456 | 449 | 471 | 494 |
| A断裂伸长% | 603 | 512 | 542 | 502 | 521 | 510 |
| W 拉伸强度 MPa | 14.98 | 10.67 | 10.96 | 11.0 | 11.31 | 11.6 |
| A 拉伸强度 MPa | 14.67 | 10.53 | 11.05 | 10.7 | 10.66 | 10.39 |
| 95℃下胶料对胶料粘合力 (STREBLER) | | | | | | |
| IN AV LD N | 57.33 | 56.15 | 56.21 | 53.65 | 55.64 | 42.51 |
| SS AV LD N | 71.52 | 62.14 | 63.36 | 60.06 | 63.03 | 43.85 |
| SS PK LD N | 84.27 | 72.30 | 75.41 | 70.24 | 76.18 | ----- |
| AV LD EC N | 66.89 | 60.04 | 60.85 | 57.81 | 60.44 | 43.38 |
| | 大<br>曲折撕裂 | 小<br>曲折撕裂<br>纤维可见 | 小<br>曲折撕裂<br>纤维可见 | 小<br>曲折撕裂<br>纤维可见 | 小<br>曲折撕裂<br>纤维可见 | 小<br>曲折撕裂<br>纤维可见 |
| 模制沟槽撕裂强度 | | | | | | |
| W AVE LD N | 14.35 | 15.97 | 16.73 | 16.79 | 16.19 | 13.62 |
| A AVE LD N | 10.46 | 21.44 | 17.82 | 19.17 | 15.00 | 13.08 |

结论：

a．混入纤维的各种复合物的动态永久变形和低应变下动态弹性模量的测试结果彼此近似，然而含纤维试样比不含纤维的对照试样显示出高得多的数值（对永久变形，至少高出1倍；对G′，高33%（参见图2～4）。

b．充填纤维的胶料比不含纤维的对照胶料，其低应变损耗模量（G″）明显较高。与其他纤维增强的胶料相比，以卷曲耐纶66和PET短纤维增强的胶料的50%应变下tgδ提高了。可见，纤维的种类影响胶料的滞后性能。（见表2）。在耐纶66和PET短纤维增强胶料中，H10增大了。（见图5～6）。

c．同对照试样比较，所有混入纤维的胶料在扯断性能方面都有所改善：扯断伸长（Eb）提高了50%，而严重撕裂能（Tc）提高了25～50%。（见表2）。

d．就所有短纤维种类来说，都观察到在抗破裂性方面的改善，但是，标准耐纶66仅在“A”方向表现出大的改善。(见图7～9)。

e．所有耐纶纤维。不论其伸长和卷曲情况，在“W”方向均表现出近似的哑铃试片50%模量。POY聚酯增强胶料表现出高于不含纤维的对照试样的“W”方向哑铃试片50%模量，但仍不如耐纶纤维增强胶料那样高。

f．在所有纤维增强胶料中，胶料对胶料粘合力都下降了，尤其在以部分取向PET（POY聚酯）增强的胶料中最为明显。对所有纤维增强胶料，模制沟槽撕裂强度都提高了：卷曲耐纶增强胶料提高最多，而部分取向PET增强胶料提高最少。

Strebler粘合力的减小是由于纤维沿平行于撕裂界面平均地存在

取向的缘故，后者妨碍撕裂偏离原方向发展。

模制沟槽撕裂强度沿顺纹和反（横）纹两个方向上的提高是由于纤维垂直于裂纹方向存在平均取向的结果，后者造成撕裂偏离。在沿“W”方向（撕裂）的试样中，可能是由于试样成形过程中橡胶从沟槽中流走致使试样中纤维的平均取向实际上垂直于撕裂方向。

在诸种耐纶纤维之中，就纤维在胶料内所起的增强性能而言，卷曲纤维赋予了最佳抗破裂而且对方向的依赖性最小。部分取向PET纤维在增强胶料中提供接近卷曲耐纶提供的抗破裂性能，但是其增强作用仍不如卷曲耐纶那样强。所以，卷曲耐纶纤维提供各种性能间最佳平衡，既保持了高模量又赋予较好抗破裂能力，不论在顺纹还是反纹方向。

上面虽就本发明若干特定实施方案做了举例和说明，然而，熟悉此门技术的人将会意识到，可以对本发明作出各种各样的修改，仍不偏离本发明的原则。本发明只由下面的权利要求来界定。

# 说 明 书 附 图

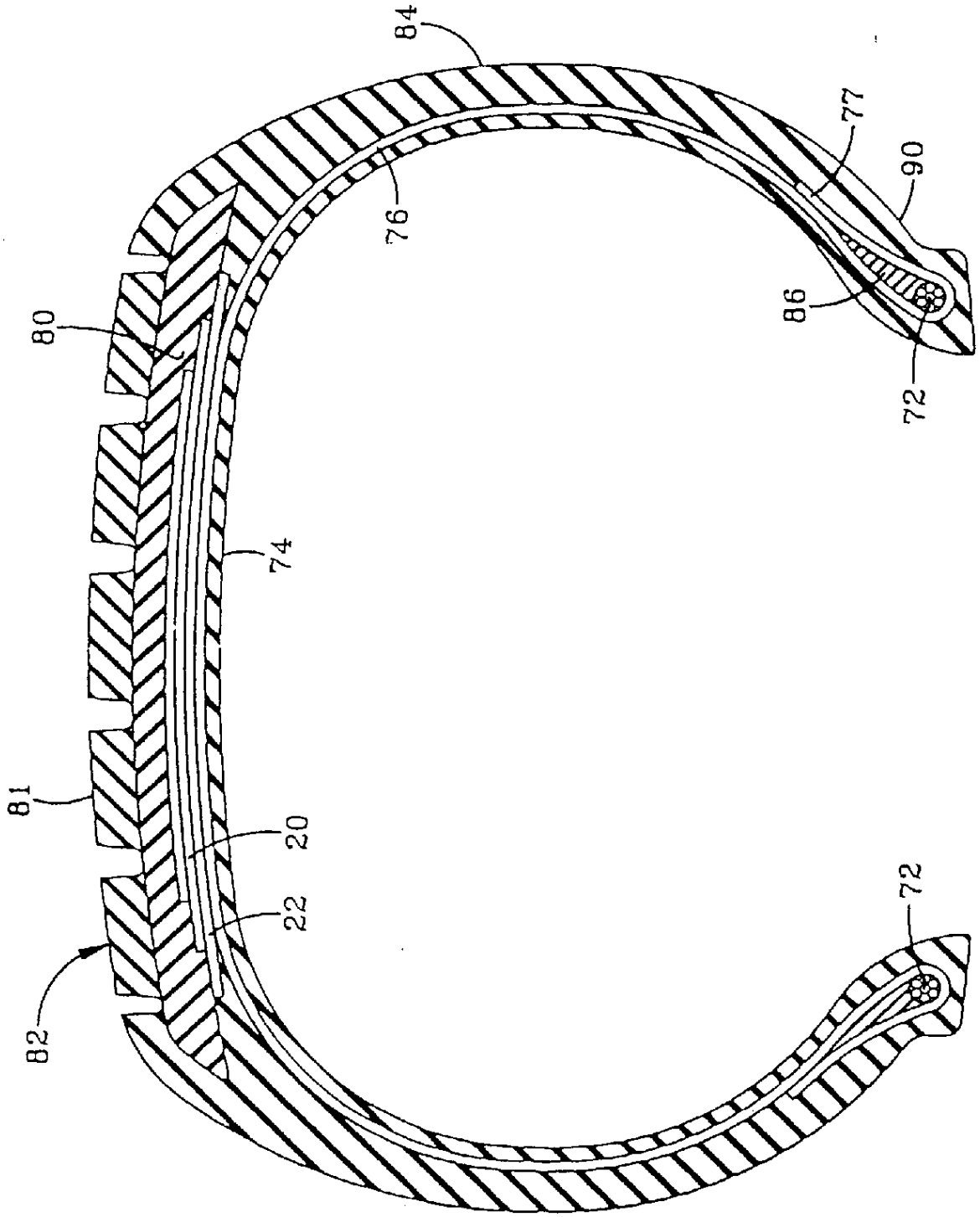



图 1

图 2

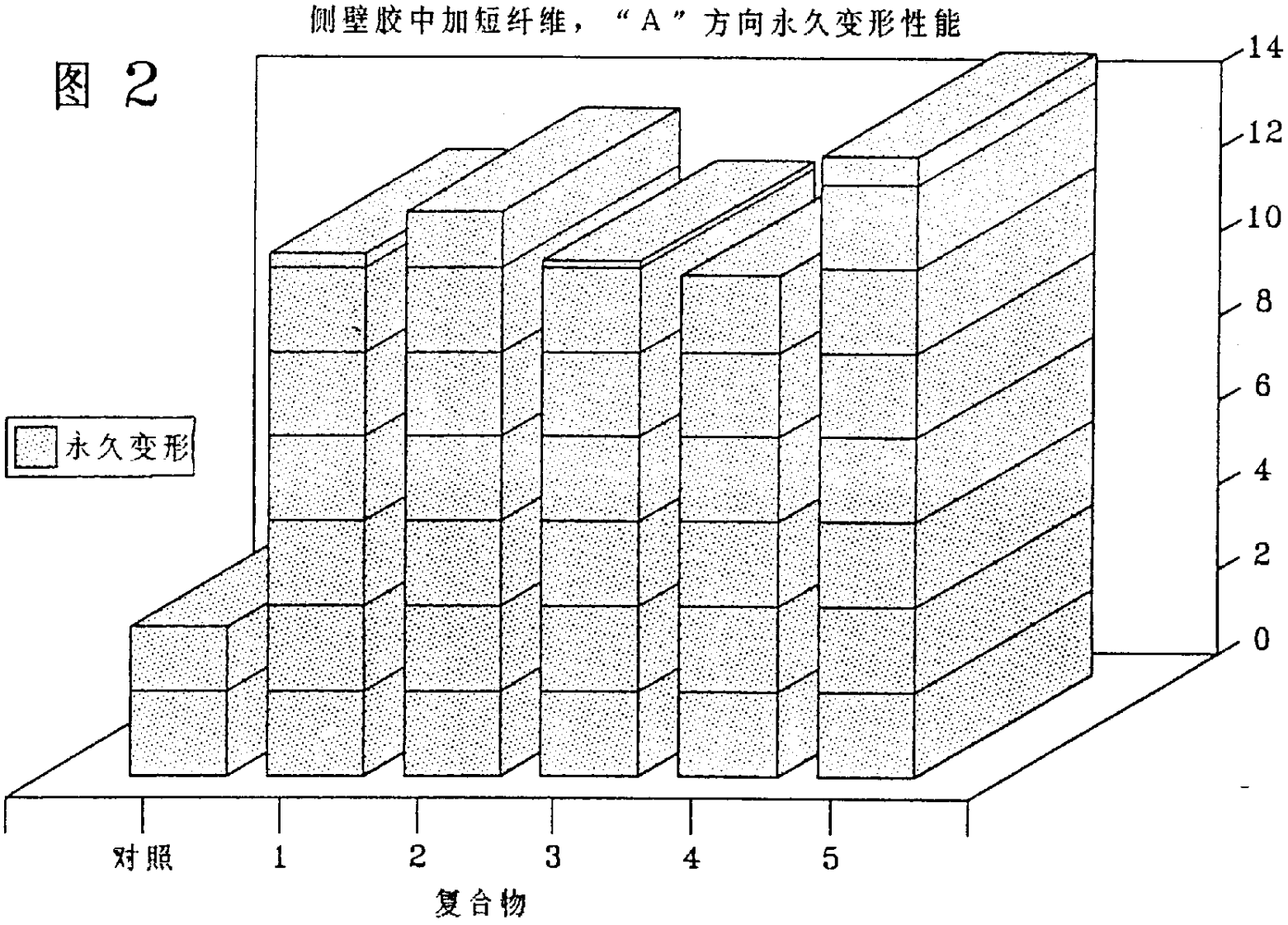
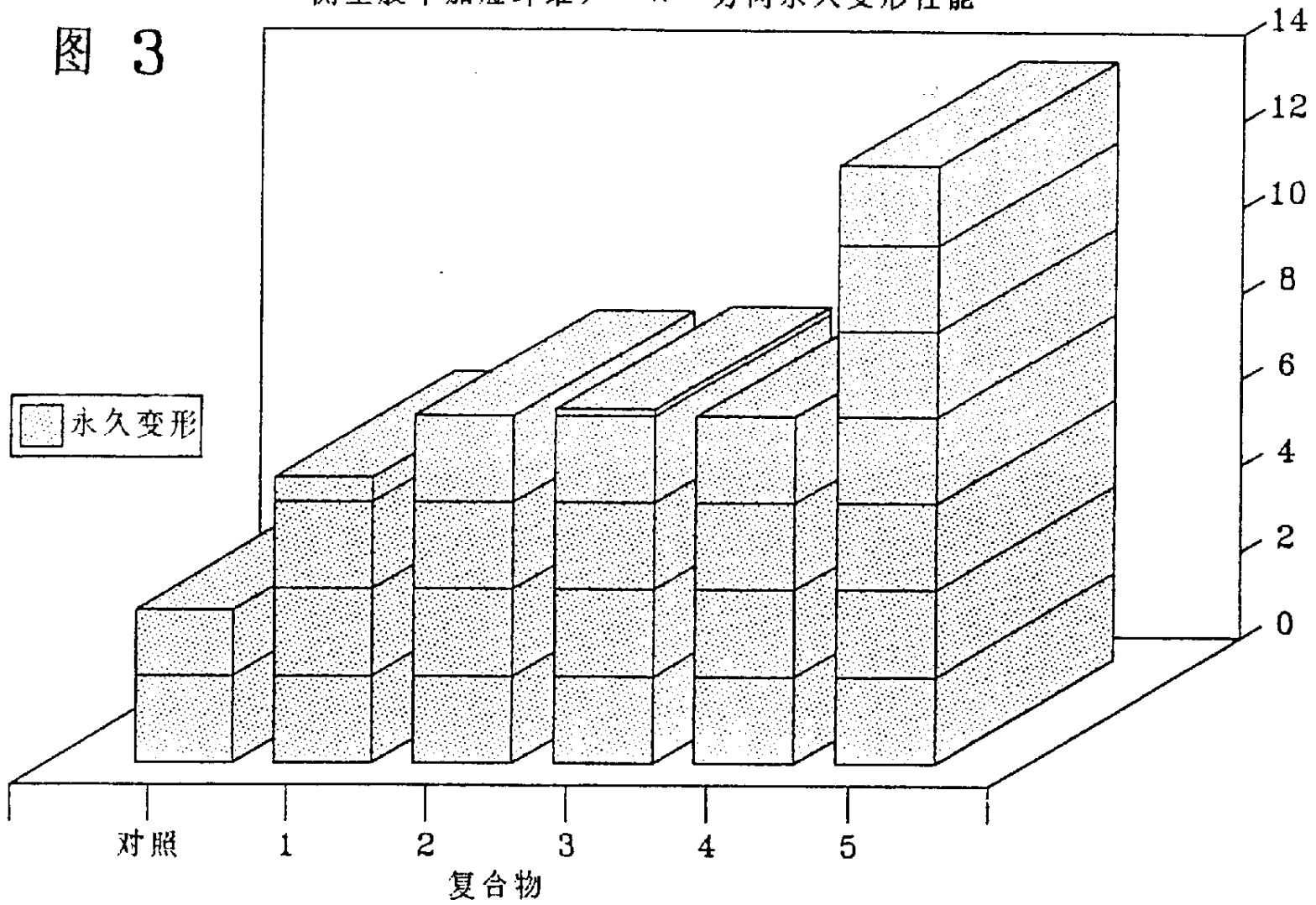


图 3

侧壁胶中加短纤维，“W”方向永久变形性能



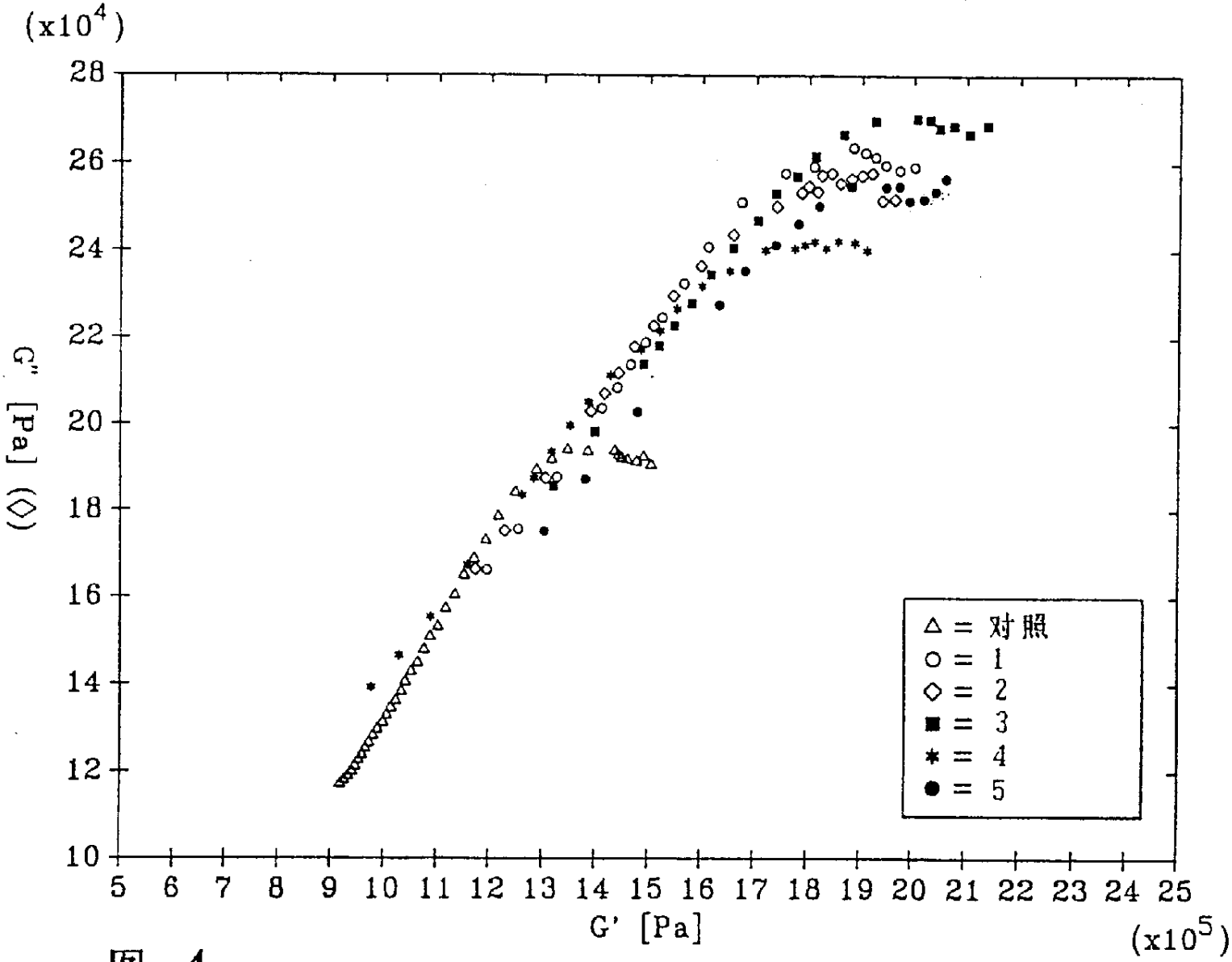

(x10^4)
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
G" [Pa] (◇)
5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
G' [Pa]
(x10^5)
△ = 对照
○ = 1
◇ = 2
■ = 3
* = 4
● = 5

图 4

图 5

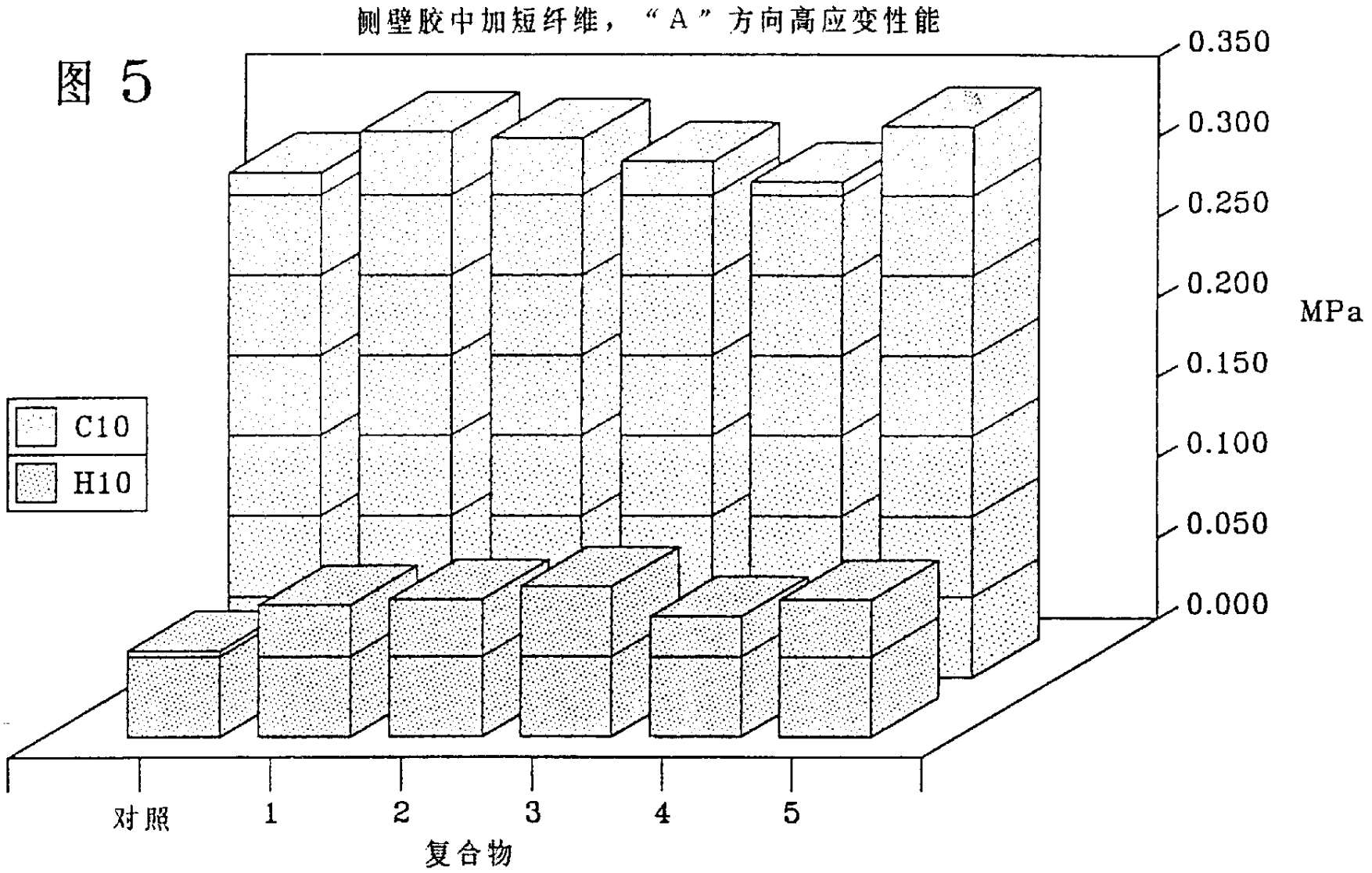

侧壁胶中加短纤维，“A”方向高应变性能
0.350
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
MPa
C10
H10
对照
1
2
3
4
5
复合物

图 6

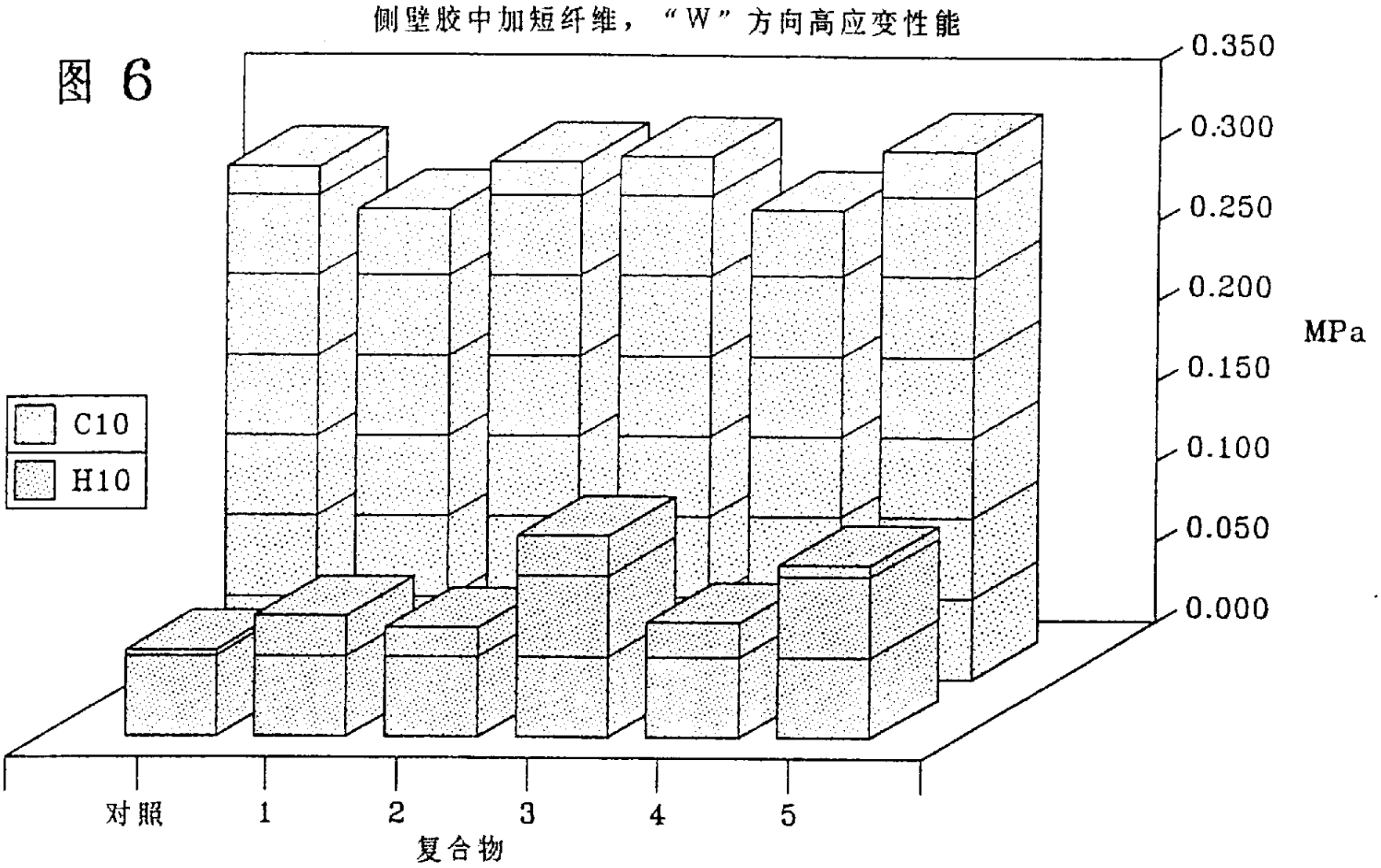

侧壁胶中加短纤维，“W”方向高应变性能
0.350
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
MPa
C10
H10
对照
1
2
3
4
5
复合物

图 7

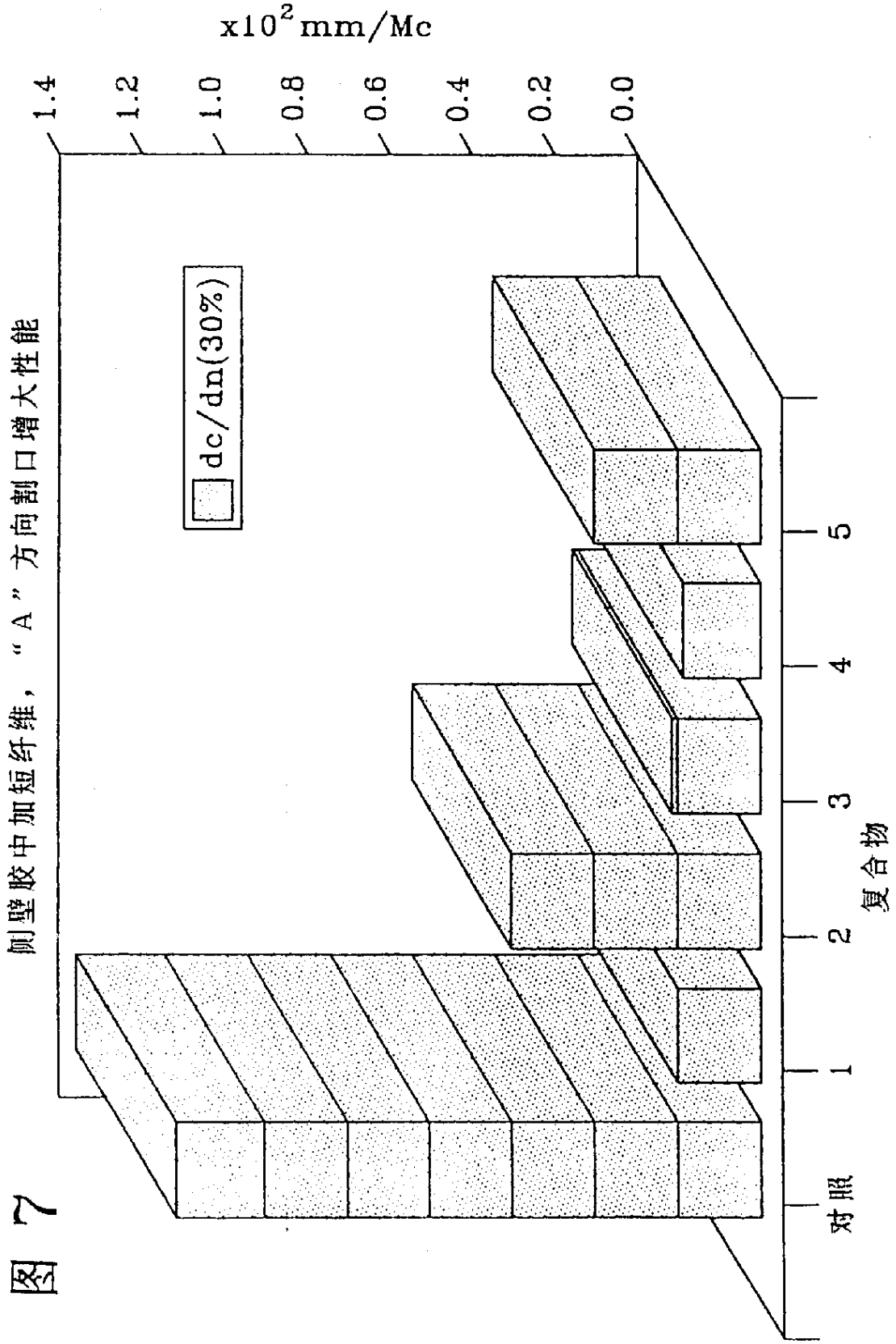

侧壁胶中加短纤维，“A”方向割口增大性能
x10²mm/Mc
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
dc/dn(30%)
对照
1
2
3
4
5
复合物

图 8

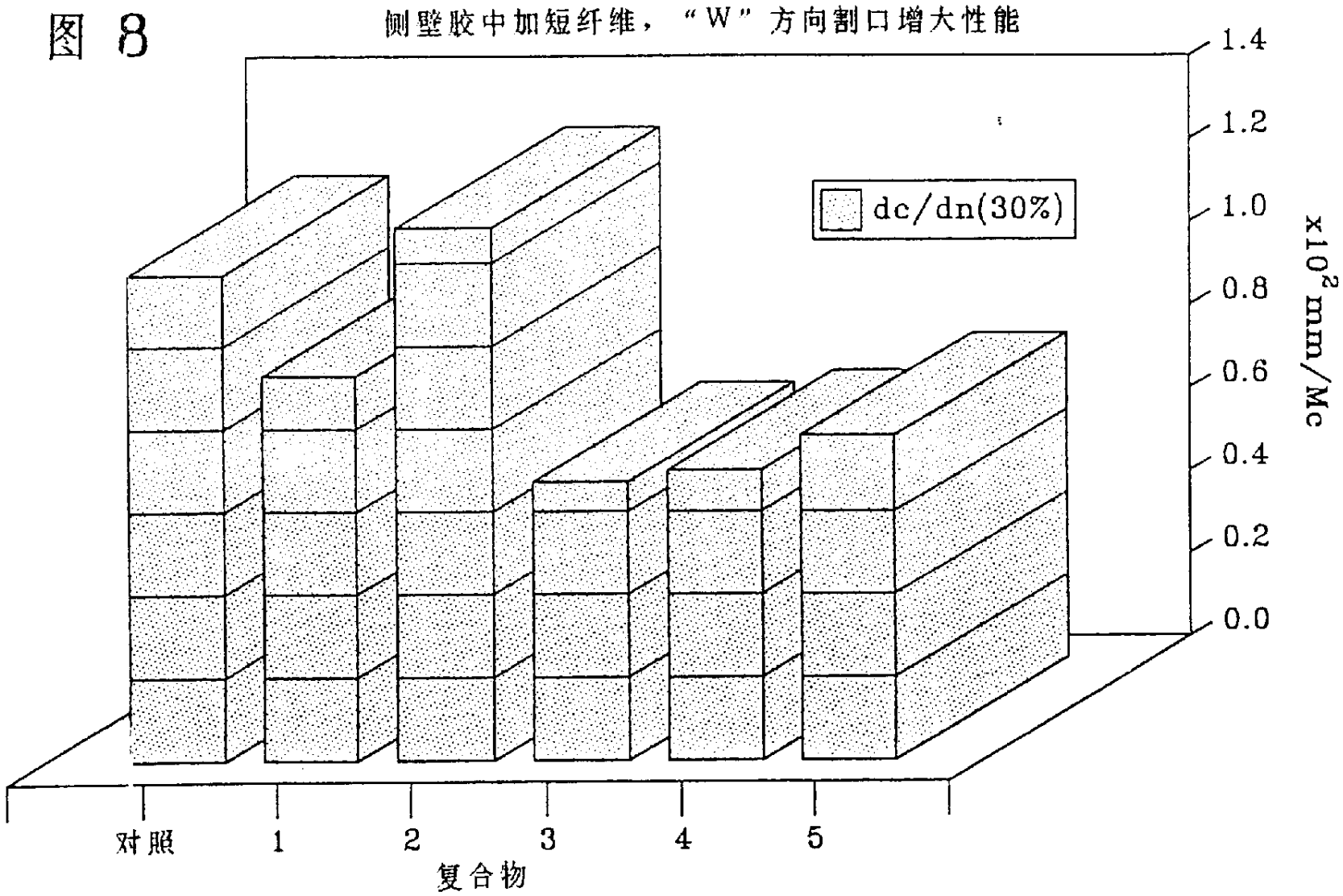
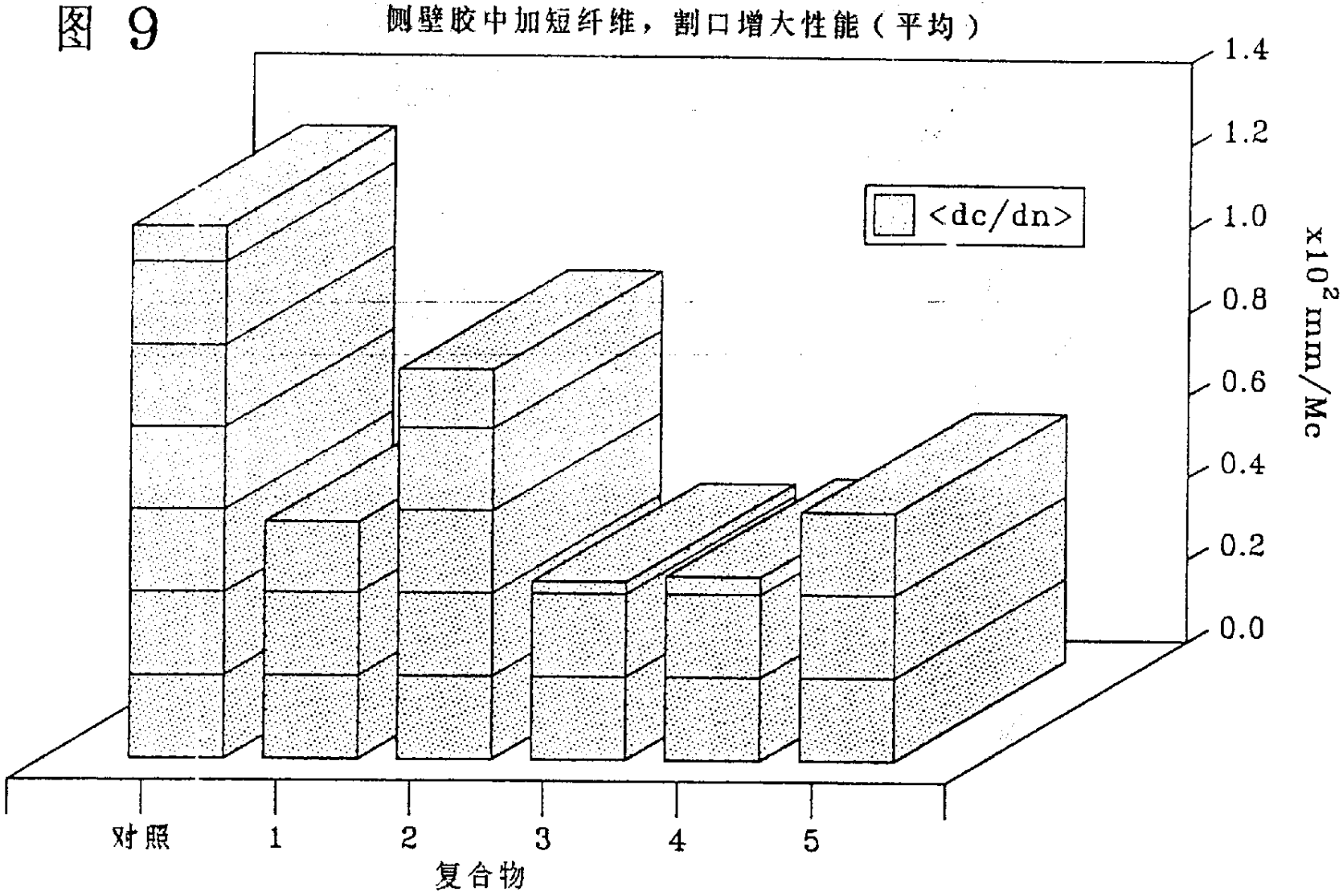

侧壁胶中加短纤维，“W”方向割口增大性能
dc/dn(30%)
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
x10² mm/Mc
对照
1
2
3
4
5
复合物

图 9


侧壁胶中加短纤维，割口增大性能（平均）
<dc/dn>
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
x10² mm/Mc
对照
1
2
3
4
5
复合物