

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

G02B 6/44

C08L 23/10

[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 94192617.6

[45]授权公告日 2000 年 2 月 16 日

[11]授权公告号 CN 1049505C

[22]申请日 1994.5.16 [24]颁证日 1999.10.2

[21]申请号 94192617.6

[30]优先权

[32]1993.5.18 [33]GB [31]9310235.8

[86]国际申请 PCT/GB94/01041 1994.5.16

[87]国际公布 WO94/27175 英 1994.11.24

[85]进入国家阶段日期 1996.1.3

[73]专利权人 雷伊化学有限公司

地址 英国英格兰

[72]发明人 N·哈特

审查员 宫维京

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 罗才希

权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 热收缩性制品

[57]摘要

一种包括含 LLDPE 的热收缩性纤维的复合材料,其特征在于 LLDPE 的重均分子量为 55,000~130,000,结晶度小于 60%。

ISSN 1008-4274

权利要求书

1. 一种包括含有LLDPE的热收缩性纤维的复合材料，其特征在于LLDPE的重均分子量为55,000~130,000，结晶度小于60%。
2. 按照权利要求1的材料，其中LLDPE的密度小于0.93 g/cm³。
3. 按照权利要求1的材料，其中LLDPE的T_m值为100~130℃。
4. 按照权利要求1的方法，其中LLDPE的分子量分布为2~6。
5. 按照权利要求1的材料，其中LLDPE的熔体流动指数为0.7~1.0。
6. 按照权利要求1的材料，其中LLDPE是交联的。
7. 按照权利要求1的材料，该材料借助含LLDPE的热收缩性纤维的作用而具有热收缩性。
8. 按照权利要求1的材料，其中纤维基本上仅由LLDPE构成。
9. 按照权利要求1的材料，其中纤维构成织物的一部分。
10. 按照权利要求9的材料，其中织物进一步包括非热收缩性纤维。
11. 按照权利要求1的材料，该材料包括所述纤维以及一种使该材料基本上不透液体的母体材料。
12. 一种基材的防环境保护方法，该方法包括将权利要求1~11中任何一项的材料围绕所述基材定位，然后使所述材料发生热收缩。
13. 按照权利要求12的方法，其中热收缩是通过用热空气枪加热所述材料而引起的。

1 4 . 按照权利要求 1 2 或 1 3 的方法，其中所述基材包括通讯
电缆或其中的接头。

说明书

热收缩性制品

本发明涉及一种具有改进的热收缩特性的制品，尤其涉及一种兼具改进的热收缩特性和优异机械性能的制品。热收缩制品特别用于诸如电缆、管道，尤其是通讯电缆接头等基材的防环境保护。譬如，一只电缆套管在不利的环境条件下预期应具有与其连结的电缆大体相同的寿命，典型地为25年。如果要使用于电缆套管的产品的买主对这种产品在如此长的寿命期间能满意地工作具有信心，则必须通过严格的温度和压力循环测试。如此说来，设计一种电缆套管是件困难的事情，在材料选用时必须慎重。

因为热收缩性材料能制成宽松的尺寸、方便地安装，随后再令其收缩成与被保护基材紧密密封结合，故被广泛用于防环境保护。它们常常是在内侧涂有一种热活性粘合剂，以便在为安装进行加热时同时引起该制品的收缩和粘合剂的活化。采用这种方法便能制成一种优良的防环境密封。

近年来，热收缩性复合材料已开始取代独块式热收缩性套管，尤其在通讯电缆附件市场上。这种复合材料的优点在于有优异的机械性能，尤其是抗开裂性。这种材料的制备方法是把一种热收缩性织物结合在母体材料当中；织物中的可收缩纤维拉动制品收缩同时提供垂直于收缩方向的抗开裂性，织物中的玻璃纤维提供附加的强度，而母体材料则赋予制品不透过性。

虽然这种复合制品对许多用途来言是理想的，但是常常出现安装

时要求的温度和加热量过大的情况。于是，当明火(能提供大量热量)被认为不合要求和/或当准备让热收缩性制品收缩包围的电缆或者其他基材容易因加热受损伤的情况下便会出现问题。例如，光(纤电)缆一般比较小而且不含有大量有良好导热性的铜材，因而很容易因加热而损坏。因此，人们希望找到一种避免高温和长时间加热的用于连接或密封上述基材的技术。

人们普遍认为，在要求低收缩温度的场合，少数用来制备热收缩性制品的大类别材料中，LLDPE(线性低密度聚乙烯)薄膜具有一定优越性。不幸的是，这方面的知识对解决上述问题并无多大帮助，原因是有着为数众多的性能上大相庭径的材料都被叫做LLDPE，而且不能武断地认为适合作临时性包装用的薄膜也能同样适用于例如野外通讯电缆设备的长期防环境保护所要求的一般为厚壁材料。

尽管如此，下面简单综述了LLDPE的情况，下表中仅列举出目前有供应的某些LLDPE品种。

表 1

供应商	商品名	等 级	密 度
DSM	Teamex	流延薄膜	0.902
DSM	Stamylex 08-026F	流延薄膜	0.91
DSM	Stamylex 08-076F	流延薄膜	0.911
DSM	Stamylex 09-046F	流延薄膜	0.915
DSM	Stamylex 09-016F	吹胀薄膜	0.914
DSM	Stamylex 1016F	吹胀薄膜	0.919
DSM	Stamylex 1026F	吹胀薄膜	0.919
DSM	Stamylex 1046F	流延薄膜	0.919
DSM	Stamylex 1066F	流延薄膜	0.919

DSM	Stamylex 09-258	注塑	0.917
DSM	Stamylex 2258	注塑	0.927
DSM	Stamylex 3026F	流延薄膜	0.932
DSM	Stamylex 4026F	流延薄膜	0.936
DSM	Stamylex 4046F	流延薄膜	0.935
Quantum	Petrothene GA501	薄膜	0.918
Quantum	Petrothene GA502	薄膜	0.918
Quantum	Petrothene GA601	薄膜	0.918
Quantum	Petrothene GA604	流延薄膜	0.916
Quantum	Petrothene GA605	薄膜	0.926
Quantum	Petrothene GB501	薄膜	0.919
Quantum	Petrothene GB502	薄膜	0.919
Quantum	Petrothene GA564	注塑	0.924
Quantum	Petrothene GA574	注塑	0.926
Quantum	Petrothene GB564	注塑	0.924
Quantum	Petrothene GB574	注塑	0.926
Quantum	Petrothene GA584	注塑	0.929
Dow	Attane 4011E	吹胀薄膜	0.912
Dow	Attane 4000E	流延共挤塑	0.913
Dow	Dowlax 2288E	流延热稳定化	0.917
Dow	Dowlax 2035E	流延薄膜	0.919
Dow	Dowlax 2245E	吹胀薄膜	0.92
Dow	Dowlax 2045E	吹胀薄膜	0.92
Dow	Dowlax 2552E	注塑	0.92
Dow	Dowlax NG5056E	吹胀薄膜	0.919
Dow	Dowlax NG5055E	吹胀薄膜	0.923
Dow	Dowlax NG5059.01E	吹胀薄膜	0.926
Dow	Dowlax 2059E	吹胀层压	0.926
Dow	Dowlax 2049E	吹胀薄膜	0.926
Dow	Dowlax 2042E	吹胀薄膜	0.93
Dow	Dowlax 2343E	管材挤塑	0.937
Dow	Dowlax 2043E	吹胀薄膜	0.937
Dow	Dowlax 2740E	纤维增强带	0.94
DuPont	Sclair 11D-1	吹胀薄膜	0.919
DuPont	Sclair 11F-2	吹胀/共挤塑	0.919
DuPont	Sclair 11P-1	吹胀/共挤塑	0.919
DuPont	Sclair 11K-1	吹胀/共挤塑	0.92

DuPont	Sclair 11U-4	吹胀/共挤塑	0.922
DuPont	Sclair 11Q-4	吹胀/共挤塑	0.919
DuPont	Sclair 2107	注塑	0.924
DuPont	Sclair 2111	注塑	0.924
DuPont	Sclair 2510UV8A	注塑	0.94
DuPont	Sclair 2114	注塑—高熔流	0.924
DuPont	Sclair 2316	注塑—高熔流	0.93
DuPont	Sclair 2514	注塑—高熔流	0.94
DuPont	Sclair 8107	旋转式模塑	0.922
Exxon	Escorene 4006	焊制及铸塑	
Exxon	Escorene 4028	注塑	

我们发现，上述LLDPE中大多数无法克服我们要解决的问题，而且专利文献中也找不到什么线索。

EP - A - 0225152 (Raychem) 披露了用于通讯电缆套管的防环境保护的热收缩性复合制品。该复合物包含一种热收缩性织物，其中的热收缩性纤维可以是LLDPE。不幸的是，没有给出有关该LLDPE的线索，而且该材料只被当做一种级别的聚乙烯被提及。

US 4554202 (Kamei等人) 披露了一种包装布，包括由将密度低于 0.945 g/cm^3 并具有支化短链的LLDPE熔融挤出获得的纱线制成的机织布。将这种材料在低于 120°C 的温度下拉伸。这种布明显具有改进的抗撕裂强度和抗缺口传播性能。据称此种LLDPE具有含10以下个碳原子的支化短链。此材料的熔体流动指数为 $0.05 \sim 3 \text{ g/10分}$ 。可以将这种LLDPE通过模板的狭缝挤出成薄膜形状，经冷却后在 $70 \sim 110^\circ\text{C}$ 的优选温度下按2~9倍的牵伸比进行牵伸。可以将制成的该织物层压到一层热收缩性与织物本身相同可相近的塑料薄膜层表面上。

DE 4039965 (Stewing) 披露了一种用于电缆接头密封的具有高

抗撕裂性热收缩性套管。为达到高收缩率，采用的纤维为聚乙烯，优选高密度聚乙烯或者LLDPE，具有平均分子量和3~5之间的窄分子量分布。

GB - A - 2220667 (Bowthorpe - Hellermann有限公司)披露了一种LLDPE。该说明书披露了一种包含低密度聚乙烯和一种作为增强材料的磨得很细的高密度聚乙烯纤维的增强聚乙烯组合物。该LLDPE可以是商品名为Stamylex 08 - 026的LLDPE，其密度为 $0.911\text{g}/\text{cm}^3$ ，熔体流动指数为 $2.2\text{g}/10\text{分}$ 。

US 4981749 (Kubo等人)披露了一种通过热粘合LLDPE长丝制成的非织造布。该LLDPE含有约1~10% (重量) 辛烯-1，其密度为 $0.900\sim 0.940\text{g}/\text{cm}^3$ ，熔体流动指数 $5\sim 45\text{g}/10\text{分}$ 。US 5068141披露了一种类似的材料。

GB - B - 2019412 (Raychem)披露了一种LLDPE片材。有一种包含LLDPE均聚或共聚物的交联聚合物组合物的用于接头套管保护的材料，所述聚合物在交联之前的特点在于密度(25°C)为 $0.940\text{g}/\text{cm}^3$ 以下，用每1000个聚合物链碳原子的侧甲基数表示的线性小于30，同时每1000个聚合物链碳原子中长度大于 C_6 的侧链不超过5个。优选聚合物的分子量分布指数小于8，优选为3~8，例如3~7。作为例子给出的一种LLDPE系商品名为Sclair 8107 UV1的LLDPE，该材料的结晶度为44%，每1000碳原子有7个侧甲基，每1000碳原子有不足7个短链分支。

GB - A - 2181437 (Kabelmetal)一般性地提及LLDPE，其中用密度为 $0.88\sim 0.95\text{g}/\text{cm}^3$ 的交联LLDPE制备电缆或套管。

DE - A - 3243102 (Kabelmetal)披露了用交联LLDPE制成的热收缩性管或套管。没有给出有关此种材料的选择的解释，只是指出，

该LLDPE链结构中非常短的支链允许这些链滑移而不会引起任何弹性恢复力的积聚。

还有各种各样有关LLDPE应用于生产包装薄膜的参考文献。US 5110686 (Showa Denko KK)披露了一种包含具有短支链,密度为 0.935 g/cm^3 的LLDPE的低温热收缩性薄膜。选择LLDPE的原因显然是出于该种薄膜有可能进行3~6倍的拉伸。拉伸比超过6时显然会出现破裂。然而,当对纤维实行6倍拉伸时,将导致成品复合物的回复率大大降低,而具有这种较小回复率的产品通常是本发明的目的所不能接受的。

US 4514465 (WR Grace and Company)披露了一种商品名为Dowlex 2045的LLDPE。其中披露了一种用做防暴风雨的外重窗的5层热塑性膜,其中一层膜包括LLDPE。给出了LLDPE的定义,即乙烯同一种或多种选自 $\text{C}_4 \sim \text{C}_{10} \alpha$ -烯烃(例如丁烯-1、辛烯等)的共聚单体形成的共聚物,其中共聚物的分子包含侧链、分支或交联结构均很少的长链。该说明书中定义的LLDPE的密度通常为 $0.9 \sim 0.925 \text{ g/cm}^3$,熔体流动指数为0.1至约10 g/10分。

US - 4923722 (Okura Industrial)披露了一种热收缩性复合膜,其芯层由直链低密度聚乙烯(密度 $0.89 \sim 0.905 \text{ g/cm}^3$)制成。所用的这种材料显然能在宽广温度区间收缩形成无折皱并具有高抗撕裂强度的紧密包装。US 5023143 (WR Grace)披露了一种交联LLDPE。提到了由Dow Chemical公司、Union Carbide和Exxon提供的这些材料,但是除了说明优选密度为 $0.910 \sim 0.935 \text{ g/cm}^3$ 及熔体流动指数在1~6之间而外未提供进一步的信息。

US 4820557 (WR Grace)描述了稍许详细的该LLDPE的性质。其中LLDPE指的是主要部分乙烯同少量一种或多种选自 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 或更

高级的 α -烯烃(例如丁烯-1、戊烯-1、己烯-1、辛烯-1等)的共聚单体构成的共聚物,其中共聚物的分子包含侧链、支链结构均很少、通过低压聚合生成的长链。含有的侧支链同非线形聚乙烯相比很短,该线形聚合物的分子链可以是互相缠结的,但是趋于将各分子积聚在一起的力是物理性的而不是化学性的,故可以通过加热形式的外部能量使之变弱。提到的具体材料包括Dowlex 2045.03和DEFO 1630(商品名)

与收缩性膜有关的LLDPE的进一步参考文献包括US 4617241(WR Grace)、US 4514465(WR Grace)、US 4590124(WR Grace)、GB - A - 2135240(WR Grace)以及US 5079051(WR Grace)。

有关收缩性薄膜的许多参考文献涉及形成一种多层结构,宣称的希望性能乃是借助各种类型的薄膜间的组合才实现的。似乎没有考虑到LLDPE的确切性质,尽管已有种类繁多的等级可供考虑。

尽管如此,我们已发现,为了制做一种符合例如野外装置电缆密封的苛刻要求的令人满意的产品,在选用材料时必须十分注意:选材时必须记住制造、热安装以及长期性能等因素。我们发现,一般需要进行纤维增强,而且该纤维在制造过程中应拉伸8、9、10倍,才能为最终产品提供符合要求的收缩程度。在这种拉伸的极限点以及随后的回复例如5倍(该倍数系表示为收缩前长度除以收缩后长度之商)之后,都希望保持特定的拉力。这种残余回复力将确保在发生要求的尺寸变化之后仍有一定的安全裕量。如果这种拉力不足,则纤维无法充分地促使整个制品收缩,或者将抑制其他积极成分的收缩,然而如果这种拉力太高,则纤维可能断裂。进一步的要求是纤维收缩应发生在足够低的温度下,而且需要足够小的热量。大多数现有的LLDPE不能满足上述要求。

我们已发现，具有一定分子量和一定结晶度并优选具有一定 T_m （熔点）值的LLDPE允许制成的产品具有非常优异的性能，尤其是在安装过程中。纤维可以用一种或多种上述优选的LLDPE单独制成，或者用其与其它聚合物的共混物制成。上述其它聚合物的例子包括其它聚烯烃，如HDPE（高密度聚乙烯）和其它品种的LLDPE，以及诸如EPDM之类的材料。改善的程度自然要依由所选LLDPE组成的材料的总体比例而定，但是其优点在很宽的组成范围内十分明显。

通过选择LLDPE以及选择任何一种上面提到的特性，尤其是 M_w 和结晶度，我们相信，我们已在一定程度上避免了低温性能与高强度或高回复比之间的二分性。只要准备接受低收缩度和低收缩力，制备一种在低温下收缩的材料原则上是简单的。

虽然我们并不拘泥于任何理论，但我们相信我们已做到了（如下所述）在释放收缩力时所需能量和这种力的大小之间有益的妥协。我们选择了合理高的分子量，结果从这种缠结长分子链得到的好处提供了要求的强度。通过降低材料的结晶度以便只需较小的结晶潜热就能使取向分子回复到其热力学稳定构型，我们能够降低收缩所需的热量。令人惊奇的是，我们做到这一点是借助选用一种材料实现的，这种材料原本设计主要用于流延膜，而并未打算用作一种成纤材料。

因此，本发明在于一种具有含LLDPE的热收缩性纤维的复合材料，其特征在于该LLDPE的重均分子量（ M_w ）为55,000~130,000，其结晶度小于60%。

分子量参数 M_w 、 M_n 等等以及分子量分布（ D ）等的测定采用凝胶渗透色谱法（GPC）并在下列条件下进行。

溶剂：邻二氟苯，140℃ 流量1 ml/分。

试样：200ml 0.3%聚合物浓度的邻二氟苯溶液；注入前将试样

过滤。

内部：装有流量标记。

检测器：红外检测器，在3.42mm处测定。

色谱柱：2×60cm, 10mm Polymer Laboratories Mixed Gel

数据转换：Polymer Laboratories Caliber软件。

分子量标准：聚苯乙烯窄分子量标准；采用一个三阶多项式拟合各标定点。

将测定结果通过Mark - Houwink方程表示为LDPE当量，式中常数K和a如下：

聚苯乙烯	LDPE
K 13.8×10^{-5}	50.6×10^{-5}
a 0.7	0.7

LLDPE优选具有小于120,000的 M_w ，更优选小于110,000，特别是小于100,000，同时优选大于60,000，更优选大于65,000，特别是大于70,000。对大多数用途，我们建议 M_w 为70,000~90,000。LLDPE的结晶度优选小于55%，更优选小于50%，特别是小于45%，尤其是小于40%。如果希望该材料有一个满意的贮存期，一般希望结晶度至少为15%，优选至少为20%，尤其是至少为30%。具体数值当然应依该材料将在什么地区以及采用何种贮存方式而定。可以提出LLDPE的各种其它特征的建议值， T_m 值优选为60~130℃，优选为80~128℃，尤其是100~128℃，最优选为125~128℃。

一般我们希望该材料结晶时带有不完整晶体，以便在施行热回复加热的初期阶段出现一定的熔融。用这种方法，所谓的诱导期（未出现可见收缩的加热时间）可以缩短。结果，总加热时间也可能缩短，但在任何情况下都可在实践中做到更有控制的和更平稳的收缩。LLDPE

的结晶完整程度可以方便地从差示扫描量热曲线上观察到，在图上不完整晶体表现出一个朝低温端宽拖尾的峰。该程度可以通过在制备时控制LLDPE的分子量以及加入的共聚单体的数目和种类在一定范围内加以控制。我们倾向，LLDPE中每1000个碳原子有2~30、更优选5~25、特别是10~20个支链，这些支链优选从C₆~C₁₀共聚单体，尤其是辛烯衍生而来。

LLDPE的分子量分布优选为2~6，更优选为3~5，尤其是3.5~4.2。

LLDPE也可以（至少是部分地）以其熔体流动指数（MFI）来表征，该值至少是分子量的函数。MFI的优选范围为0.7~10 g/10分，优选至少为0.9，更优选至少为0.2，最优选至少为3；同时优选小于8，更优选小于6。在本发明中MFI的测定条件为ASTM D1238，190℃/2.16kg。

为使之具有收缩性，将LLDPE进行适当量的拉伸，具体拉伸量依所要求的最终产品收缩量、产品中与LLDPE一起使用的其它成分以及LLDPE的使用形式等而定。就大多数目的而言，我们建议拉伸比至少为6倍，优选至少8倍，尤其是至少10倍。

一般我们建议使纤维交联，尤其是通过辐射交联。这一步可以在拉伸之前也可以在拉伸之后进行。合适的辐射剂量将取决于聚合物的确切性质以及纤维已被拉伸的程度，但做为一个指导原则，可采用10~25、优选15~25，更优选18~22兆拉德。在LLDPE（或含LLDPE的共混物）交联的场合，上面提到的某些特性可能无法直接测定。一般地，本文给出的用以表征LLDPE的数值指的是交联前的聚合物，但通常可由交联材料的分析结果来估计交联前的数值。

下表给出了某些用作为本发明的LLDPE的优选材料。

表 2

供应者	商品名	等级	密度 g/cm ³	MFI g/10 min	Tm °C	Xinity %	Mn	Mw	d	Mz	Mz · l	CB/ 1000C	力 10X cN/纤维	回弹力 5X N/纤维
DSM	Stamylor 09-258	注塑	0.917	25	118	33.8	17200	53300	3.1	177500	531777		未知	
DSM	Stamylor 1066P	流延膜	0.919	6.6	126	37.4	18800	72900	3.9	306500	950626	14	1190	0.084
DSM	Stamylor 1046P	流延膜	0.919	4.4	126	34.6	22100	80700	3.6	385600	1534384	14	1420	0.107
DSM	Stamylor 3026F	流延膜	0.932	2.2	128	46.5	24100	97200	4	516625	1775951		2590	0.272
DSM	Teamex 1000	流延膜	0.902	2.2	123	18.9	21900	97800	4.5	563800	2318801	24	860	0.101
DSM	Stamylor 4026F	流延膜	0.935	2.2	129	49.4	25800	99900	3.9	555700	2122340		3000	0.335
DSM	Stamylor 1016P	流延膜	0.919	1.1	124	37.7	27200	113400	4.2	548500	1602316	14	2220	0.305
Dow	Dowlex 2552E	注塑	0.92	25	128	35.7	15000	52500	3.3	163500	441464	18	800	0.045
Dow	Dowlex 2288E	模铸	0.917	3.3	127	35.3	24900	89300	3.6	365400	1084718		1760	0.18
Dow	Dowlex 2045E	吹胀	0.92	1	125	39.4	25800	118900	4.6	556700	1660156		1500	
Dow	Dowlex NG1056E	吹胀	0.919	1.1	122	38.1	27400	119300	4.4	674000	2883356		2000	
Dow	Atlane 4011E	吹胀	0.912	1	120	30.5	32800	122800	3.7	518600	1475123		1900	0.357
Du Pont	Sclarc 2111	注塑	0.924	20	125	41	17700	57500	3.2	216100	745635		未知	
DuPont	Sclarc 8107	旋转模塑	0.922	5	123	43.1	22400	78700	3.5	284500	742141		1330	0.164

在上表的材料中，目前我们推荐商品名如下的材料：Stamylex 1046F、Stamylex 1066F、Dowlex 2288E。可以注意到，上表中没有一种材料是作为纤维级材料出售的。

我们建议本发明的组合物是借助包含LLDPE的热收缩性纤维而具有收缩性。但是，这些纤维可能作为复合物的一部分存在，回复作用至少主要由其他成分驱动，该其他成分可包含其他纤维或者包括片材。

就大多数目的而言，该纤维将构成织物的一部分。因为这样有助于产品成形，同时也使收缩性LLDPE与对产品贡献其他功能的其它纤维相结合。例如，该LLDPE纤维可与对产品整体强度有贡献的玻璃纤维或其它高强度非收缩性纤维相结合。这可以通过提供一种织造组织来实现，该组织包括含收缩性LLDPE纤维的经纱或纬纱和由玻璃纤维制成的相应的纬纱或经纱。两种纤维之一或二者可以以单丝也可以以复丝形式存在。在使用复丝纤维的情况下，其间的空隙可以通过例如提供混合纤维加以封堵（参见EP - A - 0324630）。一般而言，当复合材料准备用于电缆等的防环境保护时，该组合物将被制成管状或包缠套管，其中可回复纤维基本上沿周向排列。这样，这些纤维可以促进收缩造成该材料与被保护电缆之间的结合，同时还可提供防止纵向开裂的保护。若不用机织物，也可以制成含LLDPE纤维的针织、编织或非织造布。

在大多数情况下，该织物借助同母体材料相结合而变成不透性的，所述母体材料可以包括加在织物上的一层或多层聚合物材料。该母体材料最好透入织物间隙中从而形成一种真正的一元结构。正在收缩的织物最好使热软化的母体材料发生变形，以便能使一元结构得以保持而不致脱层。具体的不透性程度取决于产品的最终用途，但是我们推荐它应至少对液体是不透的，优选对空气也是不透的。多数聚合物材

料均能稍微透过湿汽，但通过所描述的这类复合物的湿汽透过速率会足够低，因而很容易实现多年的产品使用寿命。当要求湿汽透过量极低时，复合材料可包括一个湿汽阻隔层，例如铝或其它金属箔。这种阻隔层可以在施加聚合物层之后施加，且可以加在聚合物层的离开织物的那一面，优选在距离该材料准备包围并收缩的基材较近的那一面。还可以提供其它层，例如热熔层或可热活化的粘合层。这种粘合层一般地将位于最终产品中朝内的一面，以便在复合材料本身同被保护的电缆等之间形成一种结合。

有各种多样的材料可以用作所谓的母体材料。目前我们优选使用可以交联的低密度聚乙烯。低交联度通常便足够了，因为交联的主要目的只不过是阻止热回复过程中出现过分的流动。象纤维的情况一样，交联也可以采取辐射方法，但此处剂量为 $0.5 \sim 5$ 、优选 $1 \sim 4$ 、更优选 $2.5 \sim 3.5$ 兆拉德通常便足够了。该低密度聚乙烯或其它层的厚度例如可以为 $0.1 \sim 1.0$ 、更优选为 $0.1 \sim 1.0$ ，尤其是 $0.2 \sim 0.4\text{mm}$ 。我们发现，相当薄的层便足够了。这样一来，由于产品的热质量减少，故安装所需的热量便可进一步降低。在织物每一侧都涂以聚合物层的情况下，我们推荐这两层的厚度大致相同，但它们可以不同，例如相差 $1.5 \sim 3$ 倍。例如，每层可约为 0.25mm 厚。优选外层是无应力的，因为无应力层在加热时不易开裂。

纤维的粗度及其织造（或其它制法）密度可以根据希望产品达到的回复力、回复比和整体坚固性加以选择。对许多目的而言，可回复纤维的直径为 $0.2 \sim 1.0$ 、更优选为 $0.2 \sim 0.6$ 、尤其是 $0.3 \sim 0.5\text{mm}$ 是合适的。优先选择相当稀松的织物式样，而对于许多用途而言，预计一种 $2 \sim 7$ 、尤其 $3 \sim 6$ 根浮纱的缎纹组织会是令人满意的。

本发明的复合材料一般以套管的形式供应，特别是包缠套管形式，

21

该套管带有某种形式的沿套管二相对的纵向边布置的闭合装置。这种闭合装置一般叫做“轨道”，借助一只“C”形断面的通道使该产品套到电缆上去之后，该轨道可以被方便地咬合在一起。

这样，本发明的材料便能不需接近电缆的自由端而围绕电缆安装。

尽管本发明有许多用途，但我们预见其尤其适用于一种基材的防环境保护方法，所述基材例如光（纤）缆或通讯电缆接头，在此保护方法中，将该复合材料绕电缆接头定位，使其从该接头的一侧的完整电缆外壳伸至接头另一侧的完整电缆外壳。一旦就位之后，可采用例如热空气枪对其进行加热。