



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00808177.8

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1224057C

[22] 申请日 2000.5.25 [21] 申请号 00808177.8

[30] 优先权

[32] 1999. 5. 28 [33] US [31] 60/137,132

[32] 2000. 5. 25 [33] US [31] 09/578,585

[86] 国际申请 PCT/US2000/014419 2000.5.25

[87] 国际公布 WO2000/074076 英 2000.12.7

[85] 进入国家阶段日期 2001.11.28

[71] 专利权人 克罗纳数字通信公司

地址 美国科罗拉多州

[72] 发明人 斯普林·拉特利奇 吉姆·迪克曼

戴维·H·维克霍斯特

马克·W·怀特 罗伯特·D·肯尼

蒂莫西·N·贝雷尔斯曼

审查员 刘 冀

[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

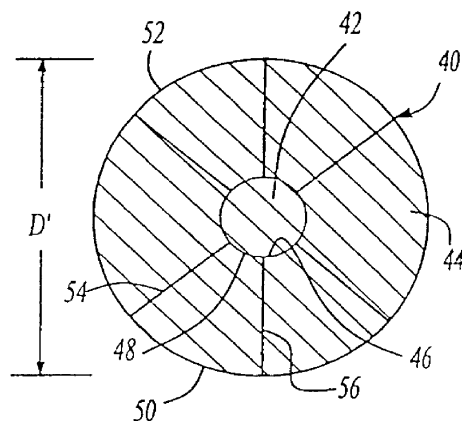
代理人 范 莉

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 2 页

[54] 发明名称 调谐插接电缆

[57] 摘要

本发明公开了一种用于局域网内的柔性连接线(40)。多根单独的金属股线(44)形成一个中心导体。然后,将该中心导体挤压和/或加热,以便使相邻股线粘接在一起,并减小该导线的直径。



1. 一种用于高速 LAN 电缆内的导线，包括：

一个中心导体，该中心导体包括多个单独的股线，其特征在于，该股线构成单一的导体材料，所述股线组合形成预定数目的层，其中，通过对构成各股线的所述导体材料的一表面部分进行混合而将各股线粘接在至少一个相邻的股线上，以减小导线内的阻抗，至少最外层的所有所述股线都构成基本为梯形的形状。

2. 根据权利要求 1 所述的导线，其中：各所述股线粘接在其各个相邻的股线上。

3. 根据权利要求 1 所述的导线，其中：各所述股线从最初的圆形挤压成最终的形状。

4. 根据权利要求 3 所述的导线，其中：所述股线中的一些股线从圆形截面挤压成基本为梯形的截面。

5. 根据权利要求 3 所述的导线，其中：当所述中心导体从一直径挤压成另一较小的直径时，至少一个所述股线保持基本圆形的截面。

6. 根据权利要求 3 所述的导线，其中：所述股线中的一些股线从圆形截面变成基本成梯形的截面，同时，当所述中心导体从一直径挤压成另一较小的直径时，至少一个所述股线保持基本圆形的截面。

7. 根据权利要求 1 所述的导线，其中：对所述股线进行挤压而使相邻股线之间的孔隙空间最大程度地减小从而消除该孔隙空间。

8. 根据权利要求 1 所述的导线，其中：对所述股线进行挤压而使由确定了所述中心导体外周的相邻股线所形成的周向间隙最大程度地减小从而消除该周向间隙，从而使所述导体的外周光滑。

9. 根据权利要求 1 所述的导线，其中：将所述股线挤压而使相邻股线之间的孔隙空间最大程度地减小从而消除该孔隙空间，且使由确定了所述中心导体外周的相邻股线所形成的周向间隙最大程度地减小从而消除该周向间隙，从而减小所述中心导体的总直径。

10. 一种电缆，包括：

多个绝缘多芯导体，该多个绝缘多芯导体形成双绞线，并包含在一个总壳体内，所述导体包括多个导体股线，其特征在于，各股线构成单一导体材料，其表面混合在一起，该多个导体股线组装成具有初始直径的单个单元，并将其挤压至所述初始直径的至少 50%；其中，在挤压后对所述导体股线进行加热，以便在相邻股线之间形成粘接，然后再涂覆有绝缘材料，以便形成绝缘导体，这样，当环绕 4 英寸心轴而弯曲，且该心轴在绝缘导体外部尺寸的 2 至 10 倍之间时，所述绝缘导体的各股线保持在股线与股线的初始方位的 0 至 10% 内。

11. 根据权利要求 10 所述的电缆，其中：利用电介质涂层来保持所述股线就位。

12. 根据权利要求 11 所述的电缆，其中：该涂层的厚度在 0.001 英寸至 0.003 英寸之间。

13. 根据权利要求 10 所述的电缆，其中：各股线的直径变化。

14. 根据权利要求 10 所述的电缆，其中：所述绝缘材料的厚度在至少两个所述股线之间是不同的。

15. 根据权利要求 10 所述的电缆，其中：该电缆的导体与导体的最大外径偏差为 ± 0.005 英寸。

16. 根据权利要求 10 所述的电缆，其中：各所述导体的最大直径为 0.0395 英寸，并在 100MHz 时允许衰减为不超过 20dB 每 100 米。

17. 一种用于高速 LAN 电缆内的导线，包括：

一中心导体，该中心导体包括多个单独的股线，所述多个绝缘多芯导体分别包括多个导体股线，其特征在于，该导体股线构成单一的导体材料，并组装成一单个单元，其中，对所述股线进行挤压，并在挤压后进行加热，以便通过对所述单一导体材料的一表面部分进行混合而在相邻股线之间形成粘接，所述股线组合形成预定数目的层；

第一电介质涂层，该第一电介质涂层涂覆在所述中心导体上，以便使所述股线彼此相对保持就位，并在该导线的弯曲过程中防止所述股线分离；以及

第二电介质涂层，该第二电介质涂层涂覆并粘接在所述第一涂层

上。

18. 根据权利要求 17 所述的导线，其中：所述中心导体包括 7 根股线。

19. 根据权利要求 17 所述的导线，其中：所述第一涂层的厚度小于 0.003 英寸或基本等于 0.003 英寸。

20. 根据权利要求 19 所述的导线，其中：所述第二涂层涂覆成预定厚度，这样，当对导线进行配对、加外壳以及可选择地加屏蔽时，该导线的平均阻抗为约 100 欧姆每 100 米。

21. 根据权利要求 17 所述的导线，其中：所述第一涂层包括一种材料，该材料在以熔融形式涂覆时有足够低的粘性，以便填充到相邻股线之间的任意孔隙空间和间隙中。

22. 根据权利要求 17 所述的导线，其中：所述第一涂层从下面一组中选择，该组包括线性低密度材料和线性中密度聚烯烃材料。

23. 根据权利要求 22 所述的导线，其中：所述第二涂层是高密度聚烯烃。

24. 根据权利要求 22 所述的导线，其中：所述第二涂层从下面一组中选择，该组包括氟化乙烯丙烯（FEP）、乙烯氯代三氟乙烯（ECTFE）、四氟乙烯（TFE）/全氟代甲基乙烯基醚（MFA）。

25. 根据权利要求 17 所述的导线，其中：阻燃剂添加包与所述第一或第二涂层混合，这样，该双层绝缘层有 28% 或更大的有限氧指数。

调谐插接电缆

本申请要求共同待审的、序列号为 No.60/137132 的美国临时申请的优先权，该临时申请的标题为“调谐插接电缆”，申请日为 1999 年 5 月 28 日。本申请还涉及：共同待审的、序列号为 No.09/322857 的美国专利申请，该申请的标题为“优化 LAN 电缆特性”，申请日为 1999 年 5 月 28 日；共同待审的、序列号为 No.60/136674 的美国临时申请，该临时申请的标题为“低延迟扭曲多对电缆及其制造方法”，申请日为 1999 年 5 月 28 日；共同待审的、序列号为 No.09/____ 的美国专利申请，该申请的标题为“低延迟扭曲多对电缆及其制造方法”，申请日为 2000 年 5 月 25 日，这些申请所公开的内容为本文参引。

技术领域

本发明涉及多芯电缆，尤其是涉及用于高速 LAN 的多芯双绞线插接电缆。

背景技术

目前，局域网（LAN）与大量个人计算机、工作站、印刷机以及现代办公室中的文件服务器相连。LAN 系统通常通过用铜导体双绞线（“双绞线”）LAN 电缆使所有这些装置进行物理连接而实现，最常用的是无屏蔽双绞线型（“UTP”）LAN 电缆。普通的 UTP LAN 电缆包括四根双绞线，即 8 根导线。四根双绞线中的每一个都起到传输线的作用，以便将数据信号通过 LAN 电缆而传送。LAN 电缆的各端通常终接于模块式连接器，该模块式连接器有根据国际标准 IEC 603-7 的“RJ-45”型管脚分配。模块式 RJ-45 连接器可以成插头或插座的形式，相配的插头和插座可以认为是一个连接件。

在普通的装置中，UTP LAN 电缆通过建筑物的墙壁、地板和天花

板而布线。LAN 电缆系统需要持续维护，包括维修、升级以及查找和排除故障。尤其是，LAN 电缆和连接器可能会断线或无意外断开。而且，因为办公室和装置需要移动或因为要将新的装置添加到已有的 LAN 中，因此经常需要操纵和调节 UTP 电缆。为了减少 LAN 系统的中断，采用了两种类型的导线。一种类型的导线相对较硬，并安装成基本永久性或固定的结构。该较硬的导线用于通过墙壁或在地板和工作区之间水平连接。对于第二种导线，采用的是一种相对较短的 LAN 电缆，称为插接线。该插接线包括安装在各端的连接器，并用于在建筑物的固定导线和 LAN 电缆系统各端处的可移动装置之间相互连接。插接线通常以预定长度制造和销售，例如两米，并有安装在柔性电缆各端的模块式 RJ-45 插头。

插接线是 LAN 系统的基本元件，通常用于使基于 LAN 的活动装置与固定模块相连。这样，在安装装置时，插接线用于在该装置和 LAN 的其余部分之间进行最终的相互连接。为了使与固定模块相连的固定导线和基于 LAN 的活动装置之间便于相互连接，插接线相对较软。尤其是，插接线的各导线通常由标准的金属导体线制成，它们比实心导线更软。

插接线对 LAN 的总体传输质量有很大的影响。即使组成插接线的电缆和插头自身都满足合适标准，当作为用户通道的一部分时，组装好的插接线可以导致用户通道的结构不满足公认的标准。而且，当安装者或系统使用者对插接线进行移动或操作时，在用户工作区中插接线通常会受到物理损伤。当移动或操作插接线时，导线内的股线可能稍微分离，这影响该导线的电特性。尤其是，股线的分离可能会导致数据信号的更大衰减和阻抗沿插接线长度的变化。

为了限制在使用过程中各股线在导线中的分离，已知用锡溶液涂覆在多芯铜线的表面上，以便将各股线与相邻的铜股线密封或粘接起来。不过，锡是不良导体，可能对导线的电特性有不利影响，且制成该涂锡的铜导体结构需要额外的、很困难的制造步骤。

发明内容

本发明提供了一种用于高速 LAN 电缆内的导线，包括：一个中心导体，该中心导体包括多个单独的股线，其特征在于，该股线构成单一的导体材料，所述股线组合形成预定数目的层，其中，通过对构成各股线的所述导体材料的一表面部分进行混合而将各股线粘接在至少一个相邻的股线上，以减小导线内的阻抗，至少最外层的所有所述股线都构成基本为梯形的形状。

本发明还提供了一种电缆，包括：多个绝缘多芯导体，该多个绝缘多芯导体形成双绞线，并包含在一个总壳体内，所述导体包括多个导体股线，其特征在于，各股线构成单一导体材料，其表面混合在一起，该多个导体股线组装成具有初始直径的单个单元，并将其挤压至所述初始直径的至少 50%；其中，在挤压后对所述导体股线进行加热，以便在相邻股线之间形成粘接，然后再涂覆有绝缘材料，以便形成绝缘导体，这样，当环绕 4 英寸心轴而弯曲，且该心轴在绝缘导体外部尺寸的 2 至 10 倍之间时，所述绝缘导体的各股线保持在股线与股线的初始方位的 0 至 10% 内。

本发明还提供了一种用于高速 LAN 电缆内的导线，包括：一中心导体，该中心导体包括多个单独的股线，所述多个绝缘多芯导体分别包括多个导体股线，其特征在于，该导体股线构成单一的导体材料，并组装成一单个单元，其中，对所述股线进行挤压，并在挤压后进行加热，以便通过对所述单一导体材料的一表面部分进行混合而在相邻股线之间形成粘接，所述股线组合形成预定数目的层；第一电介质涂层，该第一电介质涂层涂覆在所述中心导体上，以便使所述股线彼此相对保持就位，并在该导线的弯曲过程中防止所述股线分离；以及第二电介质涂层，该第二电介质涂层涂覆并粘接在所述第一涂层上。

本发明涉及制造用于局域网 (LAN) 的柔性传输线的方法。本发明的方法包括：由多个单独的金属股线形成金属导体；以及对该金属导体进行挤压和加热，以便将该股线稍微粘接在一起。

根据本发明形成的导线比普通的绞线牢固，同时还有很好的柔性。

实际上,根据本发明的方法形成的导线比在各股线之间用锡粘接的导线更软。此外,因为股线被挤压,导线的外径减小,这也减小了沿导线长度的衰减影响。特别是,挤压和加热步骤可以同时进行,减少了制造时间和复杂性。

附图说明

通过阅读下面的详细说明、权利要求和附图,能够更好地理解本发明的特征和创造性,下面是附图的简要说明:

图 1 是 UTP LAN 电缆的透视图。

图 2 是现有技术标准七股线导体的剖面图。

图 3 是采用本发明的方法后,图 2 的导体的剖面图。

图 4 是现有技术标准十九股线导体的剖面图。

图 5 是采用本发明的方法后,图 4 的导体的剖面图。

图 6 是根据本发明形成的导体的第二实施例的剖面图。

图 7 是根据本发明形成的导体的第三实施例的剖面图。

具体实施方式

双绞线 LAN 插接电缆包括至少一对相互绞合在一起的绝缘导体,以便形成两导体组。当不止一个双绞线组聚束或拧成缆时,如图 1 所示,称为多对电缆 10。在普通结构中,多对电缆 10 包括四个双绞线导体 12。每个双绞线 12 包括一对导线 14。每个导线 14 还包括相应的中心导体 16。由于与柔性有关的经济和使用上的原因,中心导体 16 通常由多个金属股线形成。相应的电介质或绝缘材料层 18 环绕各中心导体 16。以 AWG 尺寸表示的中心导体 16 的直径 D 通常在大约 18 至大约 40AWG 之间,同时绝缘材料厚度 T 通常以英寸(或其它合适单位)表示。绝缘或电介质材料可以是市场上可购得的任意电介质材料,例如:聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯或氟共聚物(例如 Teflon®)以及聚烯烃。需要时该绝缘材料也可以防火。双绞线 12 还由具有保护性但为柔性的电缆外壳 19 环绕,该电缆外壳 19 的普通物理特性是本领域技术人员公知的。

尽管 LAN 导线可以根据需要包括更多或更少的双绞线，但是最常见的是，LAN 导线包括 4 根双绞线。例如，某些 LAN 导线通常由 9 或 25 根双绞线构成。双绞线可以选择缠绕有屏蔽箔（未示出），但是最常见的双绞线技术是将该屏蔽省略。因此，LAN 电缆称为“无屏蔽双绞线”或 UTP。

在普通现有技术中，各导线的多芯导体的结构如图 2 和 4 所示。在图 2 中，多芯导体 14 由七根单独的金属股线 20 形成。在最通常的结构中，单根股线 22 由六根股线 24 环绕，形成对称剖面。在图 4 中，十九根单独的股线 20 缠绕形成多芯导体 26。在图 4 所示结构中，单根股线 22 由六根股线 24 环绕，而这六根股线 24 再由十二根股线 28 环绕。这样，在图 2 和图 4 中，包括单根股线的第一层由包括六根单独的股线的第二层所环绕。在图 4 中，包括十二根单独的股线的第三层环绕着前面两层。

七股线导体和十九股线导体表示了多芯导体的最高效的几何形状。不过，即使在这样的结构中，由多根单独的股线形成的导线还留下了在相邻股线 20 之间和在它们所确定的层之间的孔隙空间 30 以及沿中心导体 16 的外表面的周向间隙 32。因为各股线 20 的外表面 34 与相邻股线的相互作用，最小外径 D 受到限制。而且，应当知道，当多股线中心导体 16 弯曲或移动时，孔隙空间 30 和周向间隙 32 也弯曲和移动，该弯曲导致股线 20 之间出现不希望的动态物理相互作用（例如摩擦），从而对导线的电特性产生不利影响。当导线内的电特性改变时，在传输过程中将可能导致信号损失。而且，过大的弯曲可能导致该导线永久性物理性降级（physical degradation），从而对其电特性产生不利影响。

信号损失称为“衰减”，它确定了当信号沿导线传送时的信号损失量。衰减是以分贝（dB）来测量。当多芯导线弯曲时，由于各股线的运动不一致，衰减增加。此外，“阻抗”表示信号传输的最佳“路径”。阻抗受相邻导体股线之间的间隙的影响。因此，当电缆弯曲且各导体股线分开时，在特定位置处的阻抗和沿导体长度的平均阻抗都可能增加。尤其是，当沿导线传送的信号遇到局部增加的阻抗时，由于阻抗不匹配，部

分信号可能会反射，而不是传输。当采用多芯中心导体时，如果股线选择性地分开和接触，或者如果孔隙空间和周向间隙都选择性地移动和改变其形状和它们之间的相对关系，那么局部阻抗和沿整个导线的平均阻抗都将产生不希望的动态变化。

最后，至少沿中心导体 14 和 26（图 2 和 4）的外周，在使用时一部分电介质层 18（图 1）可能流入和填充到间隙 32 内。因此，可能很难将电介质层从中心导体上剥离。

已知将很薄的锡层涂覆在各股线 20 的外周，这样，在相邻多芯导体上的锡层交叠以形成相邻股线之间的锡密封。这样，股线相互之间的横向运动能减至最小。不过，锡使导体具有不希望的电特性和物理特性。特别是，将锡层涂覆在各股线 20 上并不能消除在各股线之间的孔隙空间或周向间隙，实际上，它可能根据锡层的厚度而增加各空间或间隙的大小。

根据本发明，并不将锡层涂覆到各股线上，而是中心导体由多个导电金属股线制成，然后进行挤压和加热，以便将各股线粘接在一起。如图 3 所示，图中表示了在用本发明的方法对现有技术的七股线中心导体（如图 2 所示）进行处理后的中心导体 40。单根股线 42 形成第一层，六根另外的股线 44 形成第二层。第一层 42 在挤压后还保持基本圆形的截面形状，但是加热步骤使得第一层沿其外周 46 粘接到第二层上。

第二层的六根导线形成环绕第一层的基本对称的形状。尤其是，各股线 44 在压力下变形成基本梯形的形状。第一弓形边 48 形成位于第一和第二层之间并沿第一层外周 46 的交界面部分，同时第二弓形边 50 形成中心导体 40 的外周表面 52 的一部分。两个径向延伸的边 54、56 使相邻股线 44 的第一弓形边 48 和第二弓形边 50 相互连接。如图 3 清晰所示，在股线之间基本消除了孔隙空间和周向间隙。因此，在图 3 中，中心导体 40 的外径 D' 小于图 2 中未被挤压的导体 14 的最小外径 D 。此外，当加热时，在各股线的外周上的薄层金属熔化，并与相邻股线上的类似层混合，从而形成沿第一弓形边 48 和沿径向延伸的边 54、56 的粘接。而且，因为消除了周向间隙，由第二弓形边 50 形成的外表面是光

滑的，使得用户能够很容易地将绝缘材料从导体上剥离。

对各股线进行挤压优选是充分挤压该多芯导线，从而使新的直径 D' 在初始的最小直径 D 的 50% 至 90% 之间 (50% - 90%)。挤压和加热可以在一个制造步骤中使得各股线结合在一起，从而减少制造时间和复杂性，尤其是与首先将锡层涂覆在各股线的外表面上的方法相比。还应当知道，在不需要压紧或不需要减少中心导体直径的用途中，可以只对股线进行加热而在相邻股线之间形成粘接，如图 6 所示。通过使沿相邻股线的外周的薄层熔融和混合，从而在相邻股线 20 之间形成粘接 60。因此，加热和挤压的组合可以变化而在股线之间形成合适的粘接，并形成减小的给定直径 D' 。

在需要使中心导体稍微变大的用途中，可以添加任意数量的附加股线 20，以便达到合适的直径 D' 。例如，在图 5 中，如图 4 所示的现有技术的十九股线中心导体被挤压和加热，以便形成三层中心导体。如前面参考图 3 所述，中心的股线 70 保持基本圆形的横截面形状，同时第一层 72 和第二层 74 的股线在压力下变形成基本对称的梯形形状，该梯形形状使得各层之间形成基本光滑的交界面。然后，当加热时，由于沿相邻外表面的各股线薄层的熔融和混合，在相邻表面之间形成粘接，如上所述。

优选是，对中心导体 14 进行充分挤压和加热，这样，当包括中心导体 14 的绝缘导线环绕 4 英寸 (101.6mm) 心轴而弯曲，且该心轴在绝缘导体直径 (即 $D'+2T$) 的 2 至 10 倍 (2-10x) 之间时，形成中心导体 14 的股线保持在股线与股线的初始方位 (orientation) 的 0 至 10% (即 0 - 10%) 内。在一优选结构中，各导线特别设计成在 100MHz 时的衰减不超过每 100 米 20 分贝，同时最大绝缘导体直径 ($D'+2T$) 为 0.0395 英寸 (1.0033mm)。

为形成双绞线导体 12 (图 1)，两个如上述制成的绝缘中心导体以预定的绞合长度绞合。在一种优选的双绞线导体结构中，在由双绞线组成的两绝缘导体之间的电容差在单独测量时每 100 米的变化不超过 0.1 皮法 (0.1pF)。而且，导体与导体的外径的偏移将在 ± 0.005 英寸

(0.127mm) 范围内, 在 1KHz 时, 该双绞线的单个绝缘导体之间的电容变化不超过 0.1 皮法 (pF) 每 100 米。最后, 在 1KHz 时, 在多对电缆中, 双绞线元件之间的相互电容的变化将不超过 0.5pF 每 100 米。

这样, 根据本发明形成的电缆 10 的阻抗是这样, 即, 与在试验前的初始读数相比, 即使在环绕着直径大约为电缆外径的 2 至 10 (2-10) 倍的心轴而弯曲时, 在大约 1MHz 至 100MHz 范围内的平均阻抗的变化也不超过 +/-2 欧姆。优选是, 电缆 10 可以重复环绕同一心轴而弯曲, 与在试验前的初始读数相比, 对于相同范围内的平均阻抗, 该电缆的阻抗变化还是不大于 +/-3 欧姆。在最优选的实施例中, 电缆 10 可以环绕同一心轴弯曲 20 次, 还能保持阻抗变化不大于 +/-3 欧姆。

本发明的最后的实施例如图 7 所示, 该实施例不用锡来使各股线保持就位。而是将至少一层柔性电介质涂层粘接到股线上, 以便将各股线紧密保持就位。在优选实施例中, 如图 7 所示, 裸铜导体或涂层铜导体 82 包括七根单独的股线 20。尽管在图 7 所示的导体中各股线没有粘接和挤压在一起, 但是应当知道, 下面的说明也适用于如图 3 所示的挤压和粘接在一起的导体。由七根股线 20 制成的导体 82 首先涂覆有绝缘电介质材料的内层 84 和外层 86。内涂层 84 优选是这样的材料, 即当在挤压过程中且处于熔融形式时, 该材料有相对较低的粘性, 以便更容易流动和填充到粘股线的孔隙空间 30 和间隙 32 中, 从而在股线 20 和周围的导体 82 上形成紧密、高强度的粘接。因此, 除去内层 84 需要相对较大的剥离力。涂覆之后, 内层 84 还起到将股线 20 紧密保持在一起的作用, 从而在正常使用该制成的电缆的过程中防止由于导线的弯曲而引起的股线的分离。最优选是, 将内部电介质层 84 挤压成厚度大约为最大壁厚为 0.003 英寸 (0.0762mm), 该厚度足够将股线粘接在一起, 同时使该导线在使用时足够柔软。

在涂覆内层 84 之后, 再将第二外层 86 涂覆成这样, 即在挤压后形成与内层 84 的物理粘接。外层 86 涂覆成预定厚度, 这样, 当对导线配对、加外壳以及选择性地加屏蔽时, 该导线有合适的平均阻抗, 通常为每 100 米约 100 欧姆。此外, 外层 86 由合适硬度的材料形成, 该硬

度能在对导线进行配对时防止变形（例如当形成双绞线时），该配对例如在将 1500 克的拉力作用在各导线上时进行。尤其是，将这两层 84、86 选择成有效介电常数为大约 2.6 或更小的导体。

优选是，内层由线性低密度聚烯烃材料或中密度聚烯烃材料制成，外层可以由高密度聚烯烃制成，该高密度聚烯烃包括：氟化乙烯丙烯（FEP）、乙烯氯代三氟乙烯（ECTFE）、四氟乙烯（TFE）/全氟代甲基乙烯基醚（MFA）。此外，第一和第二层中的一个或两个都可混合有阻燃剂包（package），这样，该双层绝缘层有 28% 或更大的极限氧指数（LOI）。

尽管利用本发明形成的导线采用了多个单独的股线来形成中心导体，但是这些股线充分粘接在一起，以便防止分离或在各股线之间形成间隙。因此，多芯导体的电特性能稳定地类似于硬导体的电特性，同时还有能使该导线弯曲或移动的所需能力，从而能在固定模块与基于 LAN 的部件之间提供相互连接。还有，因为没有用锡来将股线粘接在一起，因此，根据本发明形成的导线实际上比采用了锡的导体更柔软，在使用该导线时，不管如何有效操作该导线，股线之间的粘接被破坏的可能性更小。而且，根据本发明形成的导线的最小外径也能减小。尽管直径更小，不过，与现有技术相比，各导线所传输的数据信号的衰减更小。而且，需要时，在有限空间内的一根导线可以采用更多的股线，从而与现有的导线相比进一步提高了电特性。也可选择，将更多的导线装入现有尺寸的外壳内。在特定的环境条件下（例如防火层），该绝缘层可以增加，同时不增大外壳尺寸。

已经对本发明的优选实施例进行了说明。不过，本领域的普通技术人员可以通过本发明的内容进行某些变化和变型。例如，各导体和它们的绝缘层的直径可以根据需要进行调节。因此，下面的权利要求将确定本发明的真正范围和内容。

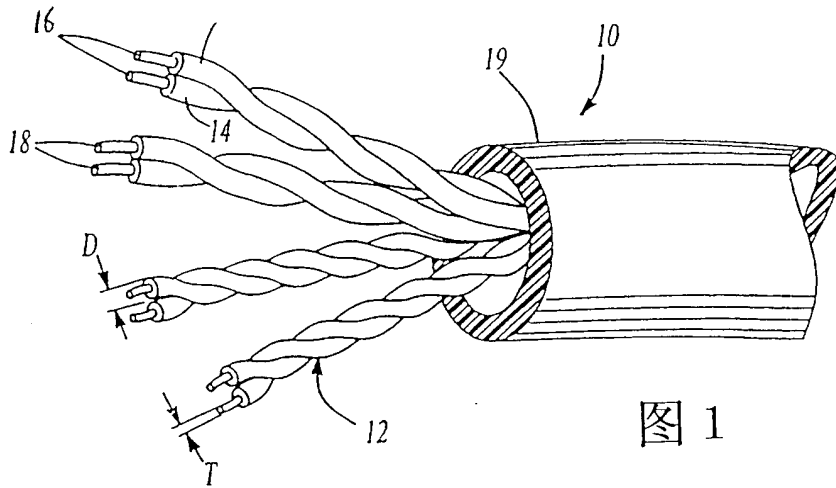


图 1

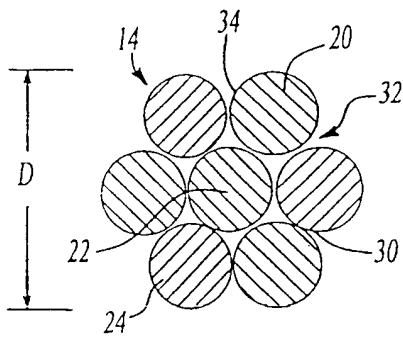


图 2

现有技术

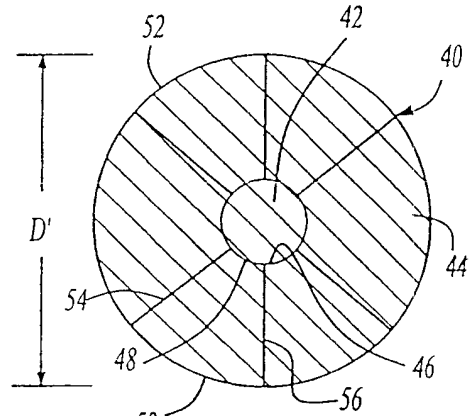


图 3

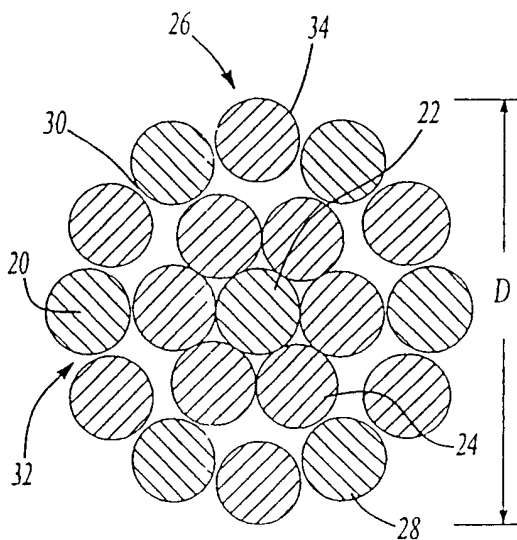


图 4

现有技术

