



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I797559 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：110105783

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 02 月 19 日

(51)Int. Cl. : H01B11/02 (2006.01)

H01B7/02 (2006.01)

H01B11/00 (2006.01)

H01B11/06 (2006.01)

(30)優先權：2020/02/21 美國

62/979,920

(71)申請人：美商大金美國股份有限公司 (美國) DAIKIN AMERICA, INC. (US)

美國

日商大金工業股份有限公司 (日本) DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (JP)

日本

(72)發明人：肯尼菲克 丹尼爾 KENNEFICK, DANIEL (US)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

審查人員：徐新翰

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：29 共 57 頁

(54)名稱

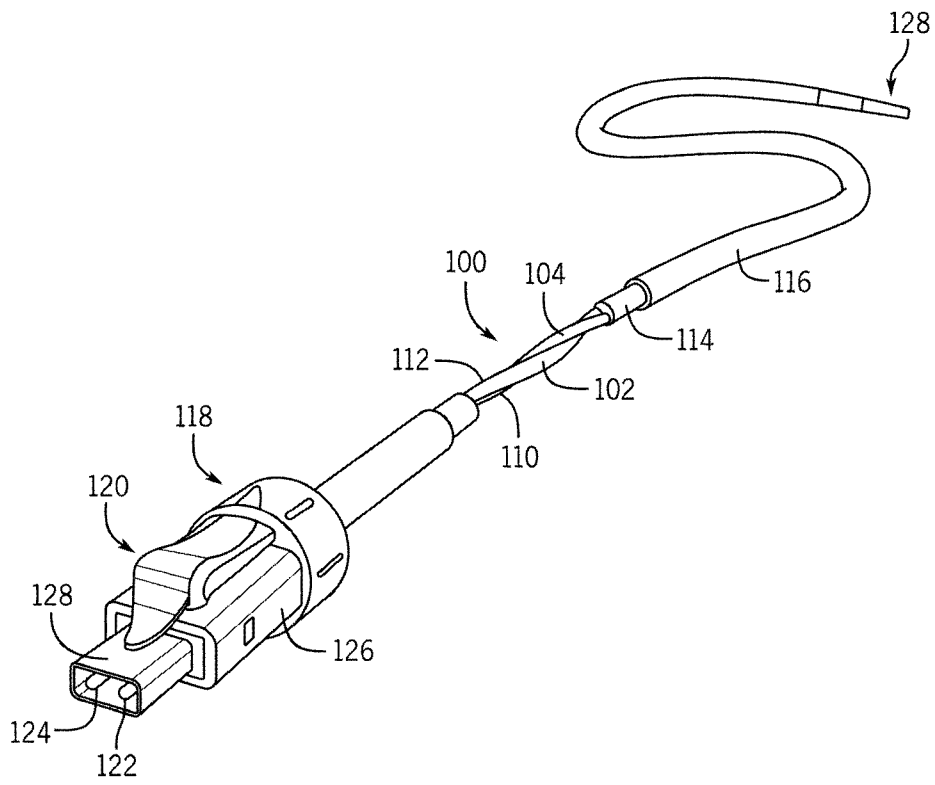
用於汽車之通訊纜線，以及使用該通訊纜線之機動車輛、船或船舶和機械裝置

(57)摘要

本發明提供一種通訊纜線，其包括各自塗佈有一氟聚合物絕緣體之一對雙絞導線。該雙絞導線經組態以攜載一差動訊號，諸如一差動資料訊號及/或一差動功率訊號。該等氟聚合物為高效絕緣體且顯著地減少內部及外部電磁干擾之影響，同時即使在-40°C至150°C之一溫度範圍內操作時亦維持低纜線衰減(插入損失)。

A communications cable is provided that includes a pair of twisted pair of wires, each coated with a fluoropolymer insulator. The twisted pair of wires is configured to carry a differential signal, such as a differential data signal and/or a differential power signal. The fluoropolymers are highly effective insulators and significantly reduce both the effects of internal and external electromagnetic interference while maintaining low cable attenuation (Insertion Loss), even when operating within a temperature range of -40°C to 150°C.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 100: 纜線
- 102: 導線
- 104: 導線
- 110: 導線絕緣體
- 112: 導線絕緣體
- 114: 屏蔽件
- 116: 纜線護套
- 118: 連接器
- 120: 端部
- 122: 導電構件
- 124: 導電構件
- 126: 連接器外殼
- 128: 可插入部分/端部

圖1



I797559

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】 用於汽車之通訊纜線，以及使用該通訊纜線之機動車輛、船或船舶和機械裝置

【英文發明名稱】 COMMUNICATIONS CABLE FOR AUTOMOBILES, AND MOTOR VEHICLES, BOAT OR SHIP, AND MECHANICAL DEVICE USING THE COMMUNICATIONS CABLE

【中文】

本發明提供一種通訊纜線，其包括各自塗佈有一氟聚合物絕緣體之一對雙絞導線。該雙絞導線經組態以攜載一差動訊號，諸如一差動資料訊號及/或一差動功率訊號。該等氟聚合物為高效絕緣體且顯著地減少內部及外部電磁干擾之影響，同時即使在 -40°C 至 150°C 之一溫度範圍內操作時亦維持低纜線衰減（插入損失）。

【英文】

A communications cable is provided that includes a pair of twisted pair of wires, each coated with a fluoropolymer insulator. The twisted pair of wires is configured to carry a differential signal, such as a differential data signal and/or a differential power signal. The fluoropolymers are highly effective insulators and significantly reduce both the effects of internal and external electromagnetic interference while maintaining low cable attenuation (Insertion Loss), even when operating within a temperature range of -40°C to 150°C .

【指定代表圖】 圖1**【代表圖之符號簡單說明】**

100:纜線

102:導線

104:導線

110:導線絕緣體

112:導線絕緣體

114:屏蔽件

116:纜線護套

118:連接器

120:端部

122:導電構件

124:導電構件

126:連接器外殼

128:可插入部分/端部

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於汽車之通訊纜線，以及使用該通訊纜線之機動車輛、船或船舶和機械裝置

【英文發明名稱】 COMMUNICATIONS CABLE FOR AUTOMOBILES, AND MOTOR VEHICLES, BOAT OR SHIP, AND MECHANICAL DEVICE USING THE COMMUNICATIONS CABLE

【技術領域】

【0001】 本發明係關於通訊纜線，且更特定言之，係關於用於汽車產業中之高溫通訊纜線。

【先前技術】

【0002】 現代電腦系統已不斷地增加資料需求。此等逐漸增加之資料需求愈來愈多地存在於機動車輛中所使用的電腦系統中。為了在機動車輛之電腦系統中傳輸資料，機動車輛產業典型地已依賴於控制器區域網路（Controller Area Network；CAN）匯流排纜線。令人遺憾的係，CAN匯流排纜線不能夠處置現代及即將到來之機動車輛之電腦系統所需之高頻寬、低潛時應用（例如，自動駕駛）的資料需求。

【0003】 因而，乙太網路，在建築物中使用之電腦系統的通用網路連接標準正用作汽車產業之網路連接協定。電氣與電子工程師學會（Institute of Electrical and Electronics Engineers；IEEE）802.3乙太網路組、汽車工程師學會（Society of Automotive Engineers；SAE）及國際標準組織（International Standards Organization；ISO）已研發或正在研發高速機動車輛網路（包括實體層）之標準。

根據此等標準，汽車乙太網路將由高效能單一雙絞纜線互連。令人遺憾的係先前已知汽車纜線中使用之材料無法承受在機動車輛內之環境條件，但仍允許乙太網路纜線提供足夠資料輸送量以便滿足現代機動車輛之電腦系統之資料需求。

【0004】 因此，需要能夠在機動車輛中存在的高溫條件下使用同時仍滿足現代機動車輛電腦系統之高資料需求之新類型通訊纜線（諸如，乙太網路纜線）。

【發明內容】

【0005】 本發明大體上係關於一種適用於諸如機動車輛產業之熱苛刻環境中之通訊纜線。在一個具體實例中，纜線包括各自與FEP絕緣體絕緣之雙絞導線（twisted pair of wires）。其他具體實例可包含圍繞絕緣雙絞導線之保護套，該保護套保護雙絞導線免受環境條件影響且給予纜線結構完整性。

【0006】 雙絞導線經組態以攜載差動訊號，諸如差動資料訊號及/或差動功率訊號。為了進行此操作，藉由導體提供每一導線之芯以傳播差動資料及/或功率訊號。在雙絞導線中之導線中之每一者中，提供覆蓋且包圍導線之導電芯的導線絕緣體。在一個具體實例中，導線絕緣體由氟化乙烯丙烯（fluorinated ethylene propylene；FEP）形成。此等材料為高效絕緣體且顯著地減少內部及外部電磁干擾之影響，同時即使當攜載在100 MHz至10 GHz之頻率範圍內及在-40°C至150°C之溫度範圍內操作的差動訊號時亦維持相對低插入損失。以此方式，纜線能夠處置在機動車輛之引擎蓋下所呈現之環境條件，同時滿足現代機動車輛之電腦系統之高資料需求。

【0007】 上文呈現簡化概述以便提供對所主張主題之一些態樣的基本理解。此概述並非廣泛綜述。不意欲識別出關鍵或重要要素或描繪出所主張主題之範圍。其唯一目的在於以簡化形式呈現一些概念作為稍後呈現之更詳細描述的序言。

【圖式簡單說明】

【0008】 併入於本說明書中且形成本說明書之一部分的隨附圖式說明本發明之若干態樣且與描述一起用於解釋本發明之原理。

【0009】 [圖1]說明根據本發明之纜線100之具體實例的立體圖。

【0010】 [圖2]說明圖1中所展示之纜線100之具體實例的橫截面圖。

【0011】 [圖3]為繪製FEP及交聯聚乙烯(cross-linked polyethylene; XLPE)之介電常數在溫度-40°C、23°C及105°C下且在頻率點1 GHz、2.5 GHz、5 GHz及10 GHz下以及在150°C之溫度下在2.5 GHz下之量測的列及行表格。

【0012】 [圖4]為繪製圖3中所展示之相同量測之條形圖。

【0013】 [圖5]說明當在2.5 GHz之頻率點下且在150°C之溫度下量測時XLPE之介電常數隨時間推移的變化。

【0014】 [圖6]為繪製FEP及XLPE之損耗因數在溫度-40°C、23°C及105°C下且在頻率點1 GHz、2.5 GHz、5 GHz及10 GHz下以及在150°C之溫度下在2.5 GHz下之量測的列及行表格。

【0015】 [圖7]為繪製圖6中所展示之相同量測之條形圖。

【0016】 [圖8]說明當在2.5 GHz之頻率點下且在150°C之溫度下量測時XLPE之損耗因數隨時間推移的變化。

【0017】 [圖9]為基於在-40°C之溫度下且在纜線長度為15公尺的情況下之介電常數及損耗因數的量測而繪製FEP及XLPE絕緣纜線之單對纜線衰減(插入損失)之計算值的列及行表格。

【0018】 [圖10]為基於圖9中之相同計算值之單對纜線衰減的線圖。

【0019】 [圖11]為基於在23°C之溫度下在纜線長度為15公尺的情況下之介電常數及損耗因數的量測而繪製FEP及XLPE絕緣纜線之單對纜線衰減之計算

值的列及行表格。

【0020】 [圖12]為基於圖11中之相同計算值之單對纜線衰減的線圖。

【0021】 [圖13]為基於在105°C之溫度下在纜線長度為15公尺的情況下之介電常數及損耗因數的量測而繪製FEP及XLPE絕緣纜線之單對纜線衰減之計算值的列及行表格。

【0022】 [圖14]為基於圖13中之相同計算值之單對纜線衰減的線圖。

【0023】 [圖15]為基於在105°C之溫度下在纜線長度為100公尺的情況下之介電常數及損耗因數的量測而繪製FEP及XLPE之單對纜線衰減之計算值的列及行表格。

【0024】 [圖16]為基於圖15中之相同計算值之衰減的線圖。

【0025】 [圖17]示意性地說明根據一個具體實例之通訊纜線。

【0026】 [圖18]示意性地說明例示性測試設備。

【0027】 [圖19]為展示代表性汽車通訊纜線在各種溫度及頻率下之插入損失（纜線衰減）的線圖。

【0028】 [圖20]為展示根據一個具體實例之FEP絕緣纜線在各種溫度及頻率下之插入損失的線圖。

【0029】 [圖21]為展示根據一個具體實例之FEP絕緣纜線在各種溫度及頻率下之量測的插入損失值的列及行表格。

【0030】 [圖22]為展示具有不同絕緣之15公尺長纜線在23°C下之插入損失的線圖。

【0031】 [圖23]為展示具有不同絕緣之15公尺長纜線在125°C下保持三小時之後之插入損失的線圖。

【0032】 [圖24]為展示具有不同絕緣之15公尺長纜線在125°C下保持240小時之後之插入損失的線圖。

【0033】 [圖25]為展示具有不同絕緣之15公尺長纜線在23°C及環境相對濕度下之插入損失的線圖。

【0034】 [圖26]為展示具有不同絕緣之15公尺長纜線在85°C及85%相對濕度下保持三小時之後之插入損失的線圖。

【0035】 [圖27]為展示具有不同絕緣之15公尺長纜線在85°C及85%相對濕度下保持168小時之後之插入損失的線圖。

【0036】 [圖28]為展示各種纜線在高溫下而在頻率範圍內之插入損失值的列及行表格。

【0037】 [圖29]為展示各種纜線在高溫及濕度下而在頻率範圍內之插入損失值的列及行表格。

【實施方式】

【0038】 下文所闡述之具體實例表示使熟習此項技術者能夠實踐本發明之必要資訊且說明實踐本發明之最佳模式。在根據隨附圖式閱讀以下描述後，熟習此項技術者將理解本發明之概念且將認識到本文中未具體提出的此等概念之應用。應理解，此等概念及應用屬於本發明及隨附申請專利範圍之範疇內。

【0039】 除非另外定義，否則本文中所使用之所有術語（包括技術及科學術語）具有與由本發明之所屬技術領域中具有通常知識者通常所理解相同之含義。應進一步理解，術語（諸如常用詞典中所定義之彼等術語）應解譯為具有與其在本說明書之上下文中的含義一致的含義，且不應在理想化或過度正式意義上進行解譯，除非本文中明確地如此界定。為了簡潔或清晰起見，可以不詳細地描述熟知功能或構造。

【0040】 術語「約」及「大約」一般應意謂鑒於量測之性質或精確度，所量測之數量之可接受的誤差或變化程度。典型、例示性誤差或變化程度在既定值

或數值範圍之20百分比(%)內，較佳在10%內，且更佳在5%內。除非另外陳述，否則本說明書中所給出之數值數量為近似值，而意謂當未明確陳述時可推斷術語「約」或「大約」。除非另外陳述，否則申請專利範圍中之數值數量為準確的。

【0041】 將理解，當特徵或元件被稱作「在」另一特徵或元件「上」時，其可直接在另一特徵或元件上或亦可存在中間特徵及/或元件。相比之下，當特徵或元件被稱作「直接在」另一特徵或元件「上」時，不存在中間特徵或元件。亦應理解，當特徵或元件被稱作「連接」、「附著」或「耦接」至另一特徵或元件時，其可能直接地連接、附著或耦接至另一特徵或元件或可存在中間特徵或元件。相比之下，當特徵或元件被稱作「直接地連接」、「直接地附著」或「直接地耦接」至另一特徵或元件時，不存在中間特徵或元件。儘管相對於一個具體實例描述或展示，但如此描述或展示之特徵及元件可應用於其他具體實例。

【0042】 本文中所使用之術語僅出於描述特定具體實例之目的且並不意欲為限制性的。如本文中所使用，除非上下文另外清楚地指示，否則單數形式「一(a/an)」及「該」意欲亦包括複數形式。

【0043】 本文中使用術語「第一」、「第二」及類似者來描述各種特徵或元件，但此等特徵或元件不應受此等術語限制。此等術語僅用於將一個特徵或元件與另一特徵或元件區分開來。因此，在不脫離本發明之教示的情況下，下文所論述之第一特徵或元件可被稱為第二特徵或元件，且類似地，下文所論述之第二特徵或元件可被稱為第一特徵或元件。

【0044】 諸如「A及B中之至少一者」之術語應理解意謂「僅A、僅B或A及B兩者」。相同構造應該應用於較長之清單(例如，「A、B及C中之至少一者」)。

【0045】 術語「基本上由…組成」意謂除了所敘述元素，所主張之內容亦可含有其他元素(步驟、結構、成分、組分等)，其不會不利地影響出於其如本發明中所陳述之預期目的而主張之內容的可操作性。此術語將不利地影響出於

其如本發明中所陳述之預期目的而主張之內容之可操作性的此等其他元素排除，即使此類其他元素可能增強出於一些其他目的而主張之內容之可操作性。

【0046】 在本文一些地方，參考標準方法，諸如但不限於量測之方法。應理解，不定期修訂此類標準，且除非另外明確陳述，否則參考本發明中之此標準必須解譯為係指截至申請時間之最新公開標準。

【0047】 本發明描述通訊纜線（諸如乙太網路纜線）之具體實例。纜線尤其適用於機動車輛之電腦系統中，該等機動車輛之電腦系統暴露於高溫但具有不斷增加之資料需求。纜線之一個特定具體實例包括單一雙絞導線。藉由高度絕緣、低衰減且耐熱的材料（諸如FEP）提供此等導線中之每一者的導線絕緣體。雙絞導線經組態以攜載差動資料及/或功率訊號。使用FEP作為導線絕緣體允許纜線在高頻範圍（例如，100 MHz至10 GHz）內傳輸差動訊號，同時能夠處理由機動車輛呈現之更極端的熱條件。應注意，纜線之其他具體實例可包括向差動資料及/或功率訊號提供多個路徑之若干對導線。纜線之其他具體實例包含超過一條雙絞線。纜線之特定具體實例包含至少1、2、3或4條雙絞線。纜線之又一特定具體實例包含恰好1、2、3或4條雙絞線。可將此等導線對插入於纜線護套內，此給乙太網路纜線提供其結構完整性。在一些具體實例中，具有超過一條雙絞線之纜線將分離器併入纜線內。在一些具體實例中，具有恰好一條雙絞線之具體實例並不將分離器併入纜線內。此外，在一些實施中，纜線可經屏蔽以有助於保護纜線免受電磁干擾。

【0048】 圖1說明根據本發明之纜線100之具體實例的立體圖，而圖2說明圖1中所展示之纜線100之具體實例的橫截面圖。纜線100包括一對導線102、104，其絞合在一起以便形成導線102、104之雙絞線。導線102包括導體106（參見圖2），而導線104包括導體108（參見圖2），該等導體各自由導電材料形成。形成導體106、108之導電材料可為任何導電材料，包括元素金屬、合金及類似者。在一個

具體實例中，導線102、104中之導體106、108各自由銅形成。該對導體106、108可在一些實施中用於傳播差動訊號，使得導體106、108攜載相位相隔大約180度之互補訊號。因此，該對導線102、104經絞合以有助於消除在導線102、104之間的電磁干擾且維持該對導體106、108平衡。在一個實施中，該對導線102、104將用於處理資料發信及功率傳輸兩者。舉例而言，該對導線102、104可用於向感測器及有源通訊裝置遞送高達50瓦之功率。

【0049】 如圖1及圖2中所展示，導線102、104中之每一者亦包括導線絕緣體110、112。導線102之導線絕緣體110包圍且覆蓋導體106，而導線104之導線絕緣體112包圍且覆蓋導體108。在一些具體實例中，導線絕緣體在導體周圍產生實質上氣密的密封。在一些具體實例中，導線絕緣體與導體直接接觸且在絕緣體與導體之間形成實質上氣密的密封。在一些具體實例中，絕緣體與導體之整個外圓周及長度直接接觸。應瞭解，導體之長度之小部分可插入至連接器118中且可不與絕緣材料直接接觸。

【0050】 導線絕緣體110及導線絕緣體112由具有低介電常數、具有低電容率、且因此在高電荷及電流之存在下抵抗電磁通量線之集中之絕緣材料形成。此允許該對導線102、104傳播高頻訊號。在一個實施中，纜線100為6A類乙太網路纜線，其要求纜線100能夠攜載操作頻率在10 MHz與500 MHz之間的訊號及高達10千兆位/秒 (Gbps) 之系統輸送量，同時最小化外部雜訊影響及內部串音源，諸如近端串音 (near end crosstalk ; NEXT) 及遠端串音 (far end crosstalk ; FEXT)。6A類之纜線100之合適形式之實例包括非屏蔽雙絞線纜線 (unshielded twisted pair cable ; UTP)、分段屏蔽雙絞線 (segmented shield twisted pair ; SSTP) 及屏蔽雙絞線 (shielded twisted pair ; STP)。一種合適形式之STP包含在一側具有聚對苯二甲酸伸乙酯 (PET) 且在另一側具有鋁之屏蔽件，及汲極導線。一種合適形式之SSTP包含在一側具有聚對苯二甲酸伸乙酯 (PET) 且在另一側具有鋁之屏蔽

件，其中鋁係以規則間隔進行切割，而PET沿屏蔽件之長度為完整的，而避免對汲極導線之需求。

【0051】 在一些具體實例中，在現代汽車引擎蓋下所經歷之溫度下，形成導線絕緣體110及導線絕緣體112之絕緣材料具有在大約1.2至大約2.1之間的介電常數。典型地，此等溫度在-40°C至200°C之間變化。在另一具體實例中，在現代汽車引擎蓋下所經歷之溫度下，形成導線絕緣體110及導線絕緣體112之絕緣材料具有在大約1.5至大約2.1之間的介電常數。在又一具體實例中，在現代汽車引擎蓋下所經歷之溫度下，形成導線絕緣體110及導線絕緣體112之絕緣材料具有在大約1.7至大約2.1之間的介電常數。

【0052】 FEP具有若干優勢，諸如以下中之一或多者：在溫度之廣泛範圍內的良好效能、高熔點、對溶劑之高耐受性、對酸之高耐受性、對鹼之高耐受性、耐水性、耐油性、低摩擦及高穩定性。合適的FEP之實例為CAS註冊號25067-11-2。FEP為六氟丙烯及四氟乙烯（TFE）之可熔融處理的共聚物。不同於PFA或一些其他氟聚合物，FEP中之每一碳經氟原子飽和。TFE子單元具有 $-(CF_2CF_2)-$ 之通式，且六氟丙烯子單元具有 $-(CF_2CF(CF_2))-$ 之通式。

【0053】 上文所提及之氟聚合物可為發泡的或呈固體形式。在一個具體實例中，氟聚合物具有發泡結構。在此態樣中，氟聚合物可進一步包括促進發泡之試劑。舉例而言，氟聚合物可包括成核劑。合適試劑包括但不限於：氮化硼；無機鹽，諸如四硼酸鈣、四硼酸鈉、四硼酸鉀、碳酸鈣、四硼酸鋅及硝酸鋇；滑石；及金屬氧化物，諸如氧化鎂、氧化鋁及二氧化矽。在一個具體實例中，氟聚合物包括氮化硼。

【0054】 本文中所描述之發泡氟聚合物（諸如FEP）適用於形成導線絕緣體110及導線絕緣體112之絕緣材料。在一個具體實例中，當絕緣材料由發泡氟聚合物構成時，絕緣材料具有在大約1.2與大約1.7之間的介電常數。在另一具體實

例中，當絕緣材料由發泡氟聚合物構成時，絕緣材料具有在大約1.4與大約1.6之間的介電常數。在又一具體實例中，當絕緣材料由發泡氟聚合物構成時，絕緣材料具有在大約1.4與大約1.5之間的介電常數。

【0055】 每一導電線之絕緣體可為至少95% w/w之氟聚合物。在其他具體實例中，每一導電線可為至少95%、96%、97%、98%、99%、99.9%或100%之氟聚合物。

【0056】 在一些具體實例中，絕緣材料亦可包括添加劑、改質劑或加強物。舉例而言，出於識別目的，絕緣材料可經著色或包括著色劑。在一些具體實例中，絕緣材料包括金屬去活化劑、UV穩定劑及/或銅穩定劑。在一些具體實例中，絕緣材料不含極性添加劑及/或不含實質上所有添加劑。

【0057】 應注意，纜線100之其他具體實例可經提供為不同類別（諸如5e類、6類、7類、7A類及8類）之乙太網路纜線。纜線100之替代性具體實例可經提供為其他類型之乙太網路纜線，包括100BASE-T1纜線。纜線100之不同實例可遵循之一些乙太網路標準包括IEEE 802.3cg、IEEE 802.3bw、IEEE 802.3bp、IEEE 802.3ch、IEEE 802.3bu乙太網路標準。此外，一些纜線標準包括SAE J3117/1、SAE J3117/2及SAE J3117/3。

實施例

【0058】 圖1及圖2中展示之纜線100之具體實例包括屏蔽件114及纜線護套116，纜線護套116包圍導線102、104，其沿纜線100之長度攜載差動資料及/或功率訊號。在此實例中，將屏蔽件114設置於導線102、104與纜線護套116之間。屏蔽件114經組態以反射EMI及/或將EMI安全地傳導至地面。在任一情況下，屏蔽件114有助於防止EMI影響導線102、104中之導體106、108。因此，即使一些EMI穿過屏蔽件114，其亦經如此高度地衰減且不顯著干擾沿導線102、104之導體106、108傳輸之資料及/或功率訊號。在一些具體實例中，屏蔽件114與導線102、

104直接接觸且在屏蔽件與導線102、104之間形成實質上氣密的密封。在一些具體實例中，屏蔽件114與導線102、104之外圓周及長度直接接觸。應瞭解，導線102、104之長度之小部分可插入至連接器118中且可不與屏蔽件114直接接觸。

【0059】 在此實例中，將屏蔽件114提供為編織物，其可形成為金屬（諸如銅）之編織網。屏蔽件114可因此向地面提供高導電路徑。纜線100之此具體實例為屏蔽雙絞線纜線（STP）之實例。在一些實施中，纜線100為至多40公尺長且尤其適用於大型卡車。在替代性實例中，屏蔽件114可提供為箔屏蔽件，其可由金屬（諸如鋁）之薄層形成。可將箔屏蔽件附接至載體（其可由諸如聚酯之材料形成）以添加強度及耐用性。在另外其他實例中，纜線100可包括多個同心屏蔽件，其尤其適用於極吵雜環境中。在另外其他實例中，纜線100可未經屏蔽，使得在纜線護套116與導線102、104之間不存在屏蔽件114。此將為非屏蔽雙絞線纜線（UTP）之實例。在一些實施中，UTP纜線可為至多15公尺長且尤其適用於標準消費型汽車中。

【0060】 圖1及圖2中所展示之纜線100之具體實例亦包括纜線護套116，其形成纜線100之最外層且暴露於外部環境。一些具體實例，纜線護套116包圍屏蔽件114及導線102、104中之一或兩者。以此方式，纜線護套116經組態以保護屏蔽件114、導線絕緣體110、112及導體106、108免受EMI、外部物理力、熱及化學劣化。纜線護套116可由任何合適之材料形成，諸如聚氯乙烯（PVC）、聚胺基甲酸酯（PUR）、氯化聚乙烯（CPE）、XLPE、乙烯丙烯橡膠（ethylene propylene rubber；EPR）、FEP、PFA或乙烯四氟乙炔（ETFE）。在一些替代性實例中，可將填充劑、塑化劑、活化劑及抑制劑添加至纜線護套116以增強纜線護套116之特定物理、電氣或化學特性。在一些具體實例中，纜線護套116與屏蔽件114直接接觸且在纜線護套116與屏蔽件114之間形成實質上氣密的密封。在一些具體實例中，纜線護套116與屏蔽件114之整個外圓周及長度直接接觸。應瞭解，屏蔽件114之長度之小

部分可插入至連接器118中且可不與纜線護套116直接接觸。

【0061】 圖1中所展示之纜線100之具體實例包括連接在纜線100之一個端部120處之連接器118。更特定言之，連接器118包括一對導電構件122、124，其中將導線102之導體106的對應端部（未明確展示）連接至導電構件122且將導線104之導體108的對應端部（未明確展示）連接至導電構件124。導電構件122、124可提供纜線100之差動輸入/輸出埠，使得可將經由導線102、104傳播之差動資料及/或功率訊號輸入至纜線100中及/或自纜線100輸出。連接器118亦包括容納該對導電構件122、124之連接器外殼126。將屏蔽件114及纜線護套116內部端接及附接於連接器外殼126內。連接器外殼126進一步包括可插入部分128，其包圍導電構件122、124且可插入至對映連接器（未明確展示）中，使得資料及/或功率差動訊號可輸入至纜線100中及/或自纜線100輸出。

【0062】 應注意，在此實例中，連接器118為公差動連接器，因為該對導電構件122、124提供公連接以輸入或輸出資料及/或功率差動訊號。在替代性具體實例中，連接器118可為母連接器且因此包括經組態以接收公差動連接器之一對導電通道。另外，在纜線100之此具體實例中，在纜線100之另一端部128處不設置另一連接器（如連接器118）。相反，可在纜線100之此端部128處將連接直接提供至導體106、108。然而，在替代性具體實例中，將另一連接器（如連接器118）連接於纜線100之此端部128處。

【0063】 如下文中進一步詳細解釋，圖3至圖8說明使用FEP作為導線絕緣體110、112相對汽車產業中使用之典型絕緣材料（諸如XLPE或聚丙烯）之電優勢。

【0064】 為判定電量測，使用共振腔擾動技術。更特定言之，在1 GHz至10 GHz之間的頻率範圍內執行描述為ASTM D2520方法B之共振腔擾動技術。提供共振腔且將其連接至示波器。為判定材料之電特性，將材料置放於共振腔中。

當材料置放於共振腔中時，共振腔藉由由材料引起之電容率或磁導率之改變而擾動。藉由量測具有或不具有材料之共振腔之頻率回應來偵測電容率或磁導率之改變。可接著判定共振腔之歸因於材料之頻率回應（例如，共振頻率之改變）的改變以計算材料之電特性。

【0065】 在一些實例中，在溫度 -40°C 、 23°C 及 105°C 下且在頻率點1 GHz、2.5 GHz、5 GHz及10 GHz下量測FEP及XLPE之介電常數及損耗因數。在 150°C 下在2.5 GHz之頻率下量測FEP及XLPE之介電常數及損耗因數，因為此很可能為在機動車輛之引擎蓋下經歷之高於平均溫度。除非另外指出，否則在每一頻率下測試三個樣本之平均值且在15分鐘的材料穩定時段之後獲取測試值。

【0066】 圖3及圖4為繪製FEP及XLPE之介電常數在溫度 -40°C 、 23°C 及 105°C 下且在頻率點1 GHz、2.5 GHz、5 GHz及10 GHz下以及在 150°C 之溫度下在2.5 GHz下之量測的圖表。圖3為文字列及行表格，而圖4為顯示介電常數之量測之條形圖。介電常數為材料之絕對電容率相對於真空之電容率的比率。因此，介電常數愈低，材料使電場衰減之的能力愈高。如圖3及圖4所展示，FEP之介電常數在所有頻率及溫度下始終低於XLPE。此外，當與XLPE之介電常數進行比較時，FEP之介電常數在所有頻率及溫度內存在少得多的變化。

【0067】 FEP之另一優勢在於FEP之介電常數甚至在 150°C 下隨時間推移仍保持相對一致。儘管XLPE之介電常數隨時間推移在 105°C 下保持相對一致，但XLPE之介電常數隨時間推移在 150°C 下不保持一致，如圖5中所展示。更特定言之，圖5說明當在2.5 GHz之頻率點下且在 150°C 之溫度下量測時XLPE之介電常數隨時間推移的變化。如圖5所展示，在起初自大約2.14下降至2.12之後，XLPE之介電常數在剛好超過4小時之跨度內增加至接近2.24。

【0068】 圖6及圖7為繪製FEP及XLPE之損耗因數在溫度 23°C 、 -40°C 及 105°C 下且在頻率點1 GHz、2.5 GHz、5 GHz及10 GHz下以及在 150°C 之溫度下在2.5

GHz下之量測的圖表。圖6為文字列及行表格，而圖7為顯示損耗因數之量測之條形圖。材料之損耗因數為其品質因數之倒數。品質因數等於電納（susceptance）之絕對值與電導（conductance）的比率。因而，損耗因數為材料中之振盪模式的能量損失速率之度量。因此，損耗因數愈低，材料使能量振盪耗散之能力愈高。如圖6及圖7所展示，在所有頻率及溫度下，FEP之損耗因數大體上低於XLPE之損耗因數。此指示當與XLPE進行比較時FEP之優良效能（例如，沿著導線之長度損失較少訊號或功率）。

【0069】 FEP相比於XLPE之優勢在於，不同於XLPE之損耗因數，FEP之損耗因數隨時間推移保持相對一致。此情形藉由圖8說明。更特定言之，圖8說明當在2.5 GHz之頻率點下且在150°C之溫度下量測時XLPE之損耗因數隨時間推移的變化。如圖8所展示，在起初下降至僅高於零之後，損耗因數在接近4小時之跨度內增加至超過0.01000。亦已在23°C下進行實驗，其中XLPE之損耗因數在實驗之前為0.000337且在實驗之後為0.000505。損耗因數增加了50%，其對高頻乙太網路纜線應用係有意義的。

【0070】 如自上文關於圖3至圖8所描述之測試資料可見，當與XLPE進行比較時，FEP在150°C下為穩定材料。

【0071】 XLPE僅為汽車產業中常用之導線絕緣材料之一個實例。儘管XLPE之-40°C及23°C的介電屬性良好，但XLPE在熱學上及電氣上不夠穩定，無法在105°C或高於105°C下用作汽車應用之乙太網路纜線內之佈線的絕緣體。

【0072】 考慮到介電常數及損耗因數之實驗資訊，導線102、104之單對纜線衰減（插入損失）可藉由公式計算：

【0073】 [數學1]

$$A = \frac{1}{L} (at^{0.5} + bf + ct^{0.5})$$

【0074】 其中A為衰減（分貝），L為纜線100之長度（公尺），f為頻率（赫

茲的倍數，亦即MHz或GHz)，且參數a、b及c可自介電常數及損耗因數導出。

【0075】 更特定言之，「I/L」為針對不同於100 m之纜線長度的長度修正因數或線性調整。舉例而言，若纜線為15 m，則衰減值將為100 m值之15/100或15%。參數「a」包括絕緣材料之介電常數（Dielectric Constant；DC）加上來自2.75標準之調整因數（源自多千兆位乙太網路（IEEE802.3ch）之通道要求）及包括AWG、導電率及絞線因數（stranding factor）之銅因數。出於本發明之目的，24AWG裸銅用於計算。參數「b」包括絕緣材料之損耗因數（Dissipation Factor；DF）或損失正切（ $\tan \delta$ ）加上來自0.005標準之調整因數。參數「c」影響低頻率下之衰減。此術語為考量導體之參數（諸如，集膚效應、電感及圓度）如何影響衰減計算之計算調整。在一些具體實例中，由於在高頻率（高達10 GHz）下評估衰減，因此此術語將具有最小效應。

【0076】 圖9及圖10為基於在-40°C之溫度下且在纜線長度為15公尺的情況下之介電常數及損耗因數的量測而繪製利用FEP及XLPE來絕緣之纜線之單對纜線衰減的計算值的圖表。圖9為文字列及行圖表格，而圖10為顯示纜線衰減之計算值的線圖。在圖9中突出顯示介於1 GHz至10 GHz之間的纜線衰減值帶，其中FEP絕緣纜線之纜線衰減值以方框偏移。

【0077】 計算值展示出在1 GHz至10 GHz之間，利用FEP來絕緣之纜線之單對纜線衰減比XLPE絕緣纜線之纜線衰減值小0.4至1.5 dB。FEP絕緣纜線在-40°C之溫度下的所計算之電氣效能優勢係歸因於FEP在-40°C之溫度下的較低介電常數及損耗因數。

【0078】 圖11及圖12為基於在23°C之溫度下在纜線長度為15公尺的情況下之介電常數及損耗因數的量測而繪製利用FEP及XLPE來絕緣之纜線之單對纜線衰減之計算值的圖表。圖11為文字列及行表格，而圖12為顯示纜線衰減之計算值的線圖。在圖11中突出顯示介於1 GHz至10 GHz之間的纜線衰減值帶，其中FEP

絕緣纜線之纜線衰減值以方框偏移。

【0079】 計算值展示出在1 GHz至10 GHz之間，利用FEP來絕緣之纜線之單對纜線衰減比XLPE絕緣纜線之纜線衰減值好0.4至1.5 dB。FEP絕緣纜線在23°C之溫度下的所計算之電氣效能優勢係歸因於FEP在23°C之溫度下的較低介電常數及損耗因數。

【0080】 圖13及圖14為基於在105°C之溫度下在纜線長度為15公尺的情況下之介電常數及損耗因數的量測而繪製FEP及XLPE來絕緣纜線之單對纜線衰減之計算值的圖表。圖13為文字列及行表格，而圖14為顯示纜線衰減之計算值的線圖。在圖13中突出顯示介於1 GHz至10 GHz之間的纜線衰減值帶。在105°C之溫度下，計算因為XLPE之損耗因數不穩定而變得更具挑戰性。因此，使用在已過去四小時時間段之後的損耗因數之量測值，因為該量測值與最壞情境相對應。另一方面，交聯FEP之介電常數係穩定的，因此不存在關於該介電常數之問題。

【0081】 將FEP及XLPE兩者在10 GHz下量測之介電常數及損耗因數插入至上述衰減方程式中。與利用XLPE來絕緣之纜線相比，利用FEP來絕緣之纜線的單對纜線衰減優勢在1 GHz至10GHz頻帶中介於0.4至1.6dB範圍內，此類似於在-40°C及23°C下針對FEP及XLPE觀測到之效能優勢。

【0082】 圖15及圖16為基於在105°C之溫度下在纜線長度為100公尺的情況下之介電常數及損耗因數的量測而繪製利用FEP及XLPE來絕緣之纜線之纜線衰減之計算值的圖表。圖15為文字列及行表格，而圖16為顯示衰減之計算值的線圖。在圖15中突出顯示介於1 GHz至10 GHz之間的纜線衰減值帶。圖15及圖16中所展示之結果可由此與圖13及圖14中之結果進行比較以表明纜線長度之效應。更特定言之，藉由將圖13及圖14中之計算值與圖15及圖16中之計算值進行比較，可看到，與利用XLPE來絕緣之纜線相比，利用FEP來絕緣之纜線之衰減優勢在1 GHz下增加至2.6 dB且在10 GHz下在105°C之溫度下增加至10.8 dB。因此，與先

前已知絕緣材料（諸如XLPE）相比，為纜線100之導線102、104提供導線106、108對機動車輛產業提供顯著且有意義的纜線衰減優勢。特定言之，圖9至圖16表明當FEP用於提供導線102、104之導線絕緣體110、112時，FEP之介電屬性在纜線100之單對纜線衰減特性方面產生顯著差異。

【0083】 除了測試如上文所描述之聚合物，亦根據本發明之具體實例來製造功能性纜線以允許額外分析。纜線各自為15公尺長。

【0084】 如圖17中示意性地說明，使用一對22 AWG銅線製造單一雙絞線纜線。利用FEP導線絕緣使每一銅線絕緣。FEP絕緣導線含於FEP內部護套、箔屏蔽件、編織鋁屏蔽件及外部護套內。

【0085】 除第二單一雙絞線纜線併入有XLPE而非FEP以用於導線絕緣及內部護套以外，以實質上相同之組態製造第二單一雙絞線纜線。XLPE絕緣單一雙絞線纜線被視為代表性汽車乙太網纜線。

【0086】 如圖18中示意性地說明，建構測試設備以量測所製造纜線之插入損失。在開放聯盟插入損失（纜線衰減）測試之後進行該測試，方法包括用於1000BASE-T1鏈路段類型A v2.0之開放聯盟通道及組件要求-章節6.1.2的纜線要求（SCC上下文）。所使用之插入損失方程式為

[表1]

頻率 (MHz)	插入損失 (dB)
$1 \leq f \leq 600$	$\left(0.0023 * f + 0.5907 * \sqrt{f} - 6 * 0.01 * \sqrt{f} + \frac{0.0639}{\sqrt{f}} \right)$

【0087】 測試設備包括向量網路分析器（Rohde & Schwarz ZNB-8）及溫度腔室（Tenney TJR）。

【0088】 將測試器具焊接至所製造之纜線中之每一者的端部以使所測試之纜線與具有SMA介面之測試設備及量測設備配合。將所測試之15公尺長纜線置放於鬆弛線圈中之溫度腔室中，其中每一端部上之大約12吋之纜線經由密封

的側面存取埠而暴露。經暴露端部連接至測試設備。使用同一測試設備測試FEP絕緣纜線及XLPE絕緣纜線兩者以判定纜線在一定頻率範圍及一定溫度範圍內之插入損失。

【0089】 在測試程序期間，纜線在溫度腔室內捲繞且在23°C（室溫）下量測纜線之插入損失。溫度腔室內之溫度在一小時內升高至目標溫度。接著將測試腔室內之溫度在目標溫度下維持一小時以確保纜線之溫度已在目標溫度下均衡。接著在目標溫度下量測纜線之插入損失。在相同程序之後，溫度腔室內之溫度接著升高至下一目標溫度。在此特定實例中檢查之三個目標溫度為85°C、105°C及125°C。在此等三個目標溫度下量測插入損失之後，溫度腔室內之溫度在一小時內緩降至23°C。接著將溫度腔室內之溫度在23°C下維持一小時以確保纜線之溫度已在23°C下均衡。在23°C下第二次量測纜線之插入損失。將在加熱製程前後而在23°C下之纜線之插入損失進行比較適用於確保纜線及/或絕緣體不劣化，及/或纜線之電氣效能在加熱纜線之後不下降。

【0090】 圖19說明代表性XLPE塗佈的汽車乙太網路纜線之插入損失測試之結果。如圖19中所展示，85°C、105°C及125°C之測試條件下的插入損失均比通常處於低溫之測試條件下的插入損失更糟。

【0091】 圖20說明上文所描述之FEP絕緣纜線之插入損失測試的結果。如圖20中所展示，85°C、105°C及125°C之測試條件下的插入損失通常類似於低溫下的插入損失。另外，與代表性汽車纜線相比，FEP絕緣纜線之插入損失隨著訊號頻率增加而降低。因此，當與代表性汽車纜線相比時，FEP絕緣纜線在更高溫度（例如高於80°C之溫度）下具有更小插入損失，且在所有測試溫度下具有更小插入損失。

【0092】 代表性汽車纜線利用XLPE共混物來絕緣。XLPE共混物含有意欲保護聚合物材料免受環境因素影響之添加劑，該等環境因素包括例如與銅接觸、

溶解或腐蝕性流體、冷熱溫度及UV光以及其他。此等添加劑中之至少一些為結構極性分子且隨著添加劑分子及周圍基質之溫度提高而更加振動。在不受理論束縛的情況下，咸信此等極性分子之振動增加影響XLPE之損耗因數，由此隨著溫度提高而降低代表性車輛纜線之插入損失效能。

【0093】 FEP絕緣纜線利用FEP聚合物來絕緣而無需任何極性添加劑。FEP具有物理及機械屬性，使得其適用於導線及纜線應用而無需極性添加劑。在不受理論束縛的情況下，咸信FEP通常部分地在較高溫度下維持絕緣纜線之插入損失效能，此係因為聚合物不含將在較高溫度下增加損耗因數之極性添加劑。

【0094】 圖21為展示在1 MHz至600 MHz之頻率範圍內相較於汽車乙太網通道及組件的開放聯盟TC9規格的在溫度範圍內之FEP絕緣纜線之經量測插入損失值的列及行表格。如自表格中可見，FEP塗佈纜線在所有頻率及溫度下之經量測插入損失比TC9標準更好。在FEP塗佈纜線中之TC9標準與經量測插入損失之間的差值隨著頻率增加且隨著溫度增加而增加。如自表格中可見，FEP絕緣纜線中之插入損失隨著頻率及溫度增加而增加，但從不超過8.5 dB。此插入損失低於溫度調節之TC9臨限值。

【0095】 本文中所描述之測試揭露出，相較於起初所計算之插入損失效能預期，XLPE絕緣纜線之效能比實際模擬中預期的更差。相反地，相對於起初所計算之插入損失效能預期，FEP絕緣纜線之效能比上文所描述之實例中預期的更好。在不受理論束縛的情況下，咸信FEP絕緣纜線中之插入損失之主要原因係由於銅之導電率隨著溫度增加而固有地降低，而FEP之負面貢獻極少。

【0096】 圖22至圖27說明使用類似於圖17中所展示但具有26 AWG 7/34銅導體而非22 AWG 7/30銅導體之纜線來建構的纜線所收集的資料。取決於纜線，導線絕緣體為FEP、PP或XLPE，且內部護套由交聯聚烯烴（XLPO）製成。所有纜線均為15公尺長。

【0097】 圖22至圖24說明相對於由用於1000BASE-T1纜線之SAE J3117/2及ISO 19642-12草案規範兩者所使用之TC9插入損失極限的三個類似建構纜線的測試。除導線絕緣體為FEP、XLPE或PP之外，經測試纜線為相同的。每一纜線之插入損失起初在23°C下經測試。接著，在125°C之溫度下保持三小時之後再次測試每一纜線之插入損失。在125°C之溫度下保持總共240小時之後第三次測試每一纜線之插入損失。如圖22中所說明，當在23°C下在1 MHz至600 MHz之頻率範圍內測試纜線時，所有三個纜線起初均通過TC9插入損失效能標準。

【0098】 如自圖23中可見，在纜線已在125°C下保持三小時之後，PP絕緣纜線之插入損失降至低於TC9標準。在125°C下保持三小時之後，FEP絕緣纜線及XLPE絕緣纜線兩者在1 MHz至600 MHz之頻率範圍內之插入損失通過TC9標準。如圖23中所展示，在此等測試條件下，FEP絕緣纜線具有比XLPE絕緣纜線更少的插入損失。

【0099】 如圖24中可見，在125°C下保持240小時之後，FEP絕緣纜線及XLPE絕緣纜線兩者在1 MHz至600 MHz之頻率範圍內之電氣效能通過TC9標準。如圖24中所展示，隨著頻率增加，FEP絕緣纜線相對於XLPE絕緣纜線展示更少插入損失。

【0100】 圖25至圖27說明當三個類似建構纜線經受高溫及高濕度時的纜線之插入損失測試。測試纜線與相對於圖22至圖24所描述之纜線相同。起初在23°C及環境相對濕度下測試每一纜線之插入損失。接著，在85°C之溫度及85%相對濕度下保持三小時之後再次測試每一纜線之插入損失。在85°C之溫度及85%相對濕度下保持總共168小時之後第三次測試每一纜線之插入損失。如圖25中所說明，當纜線在23°C及環境相對濕度下在1 MHz至600 MHz之頻率範圍內測試時，所有三個纜線起初均超過TC9插入損失效能標準。

【0101】 如自圖26中可見，在纜線已在85°C及85%相對濕度下保持三小時

之後，PP絕緣纜線之插入損失降至低於TC9標準。在85°C及85%相對濕度下保持三小時之後，FEP絕緣纜線及XLPE絕緣纜線兩者在1 MHz至600 MHz之頻率範圍內之插入損失通過TC9標準。如圖26中所展示，在此等測試條件下，FEP絕緣纜線具有比XLPE絕緣纜線更少的插入損失。

【0102】 如圖27中可見，在85°C及85%相對濕度下保持168小時之後，FEP絕緣纜線及XLPE絕緣纜線兩者在1 MHz至600 MHz之頻率範圍內之插入損失通過TC9標準。

【0103】 圖28為展示圖22至圖24中所論述之經量測插入損失值的列及行表格。圖28展示在23°C、125°C下保持三小時之後且在125°C下保持240小時之後利用PP、XLPE及FEP來絕緣之15公尺纜線的經量測插入損失值。如自圖28中可見，FEP絕緣纜線具有比其他纜線更少之插入損失。此差值在較高頻率下增加。

【0104】 圖29為展示圖25至圖27中所論述之經量測插入損失值的列及行表格。圖29展示在23°C及環境濕度、85°C及85%相對濕度下保持三小時之後以及在85°C及85%相對濕度下保持168小時之後利用PP、XLPE及FEP來絕緣之15公尺纜線的經量測插入損失值。如自圖29中可見，FEP絕緣纜線具有比其他纜線更少之插入損失，且此差值在較高頻率下增加。

【0105】 熟習此項技術者將認識到對本發明之較佳具體實例之改良及修改。所有此類改良及修改皆視為在本文中所記載之概念及後續申請專利範圍之範疇內。應理解，本發明之所記載具體實例的任何給定要素可體現於單一結構、單一步驟、單一物質或類似者中。類似地，所記載具體實例之給定要素可體現於多個結構、步驟、物質或類似者中。

【0106】 前述描述說明且描述本發明之製程、機器、製造、物質組成及其他教示內容。另外，本發明僅展示且描述所記載之製程、機器、製造、物質組成及其他教示內容之某些具體實例，但如上文所提及，應理解本發明之教示內容能

夠用於各種其他組合、修改及環境中且能夠在如本文中所表述之教示內容的範圍內進行改變或修改，與所屬相關技術領域中具有通常知識者之技能及/或知識相稱。上文中所描述之具體實例進一步意欲解釋實踐本發明之製程、機器、製造、物質組成及其他教示內容的某些已知最佳模式，且意欲使所屬技術領域中其他具有通常知識者能夠在此等或其他具體實例中及在特定應用或用途所需之各種修改的情況下利用本發明之教示內容。因此，本發明之製程、機器、製造、物質組成及其他教示內容不意欲限制本文中所記載之準確具體實例及實施例。僅為了與37 C.F.R. § 1.77之建議一致或以其他方式提供組織佇列，提供本文中之任何章節標題。此等標題不應限制或特性化本文中所闡述之發明。

【符號說明】

【0107】

100:纜線

102:導線

104:導線

106:導體

108:導體

110:導線絕緣體

112:導線絕緣體

114:屏蔽件

116:纜線護套

118:連接器

120:端部

122:導電構件

124:導電構件

126:連接器外殼

128:可插入部分/端部

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種用於汽車之通訊纜線，其包含：

單一的雙絞導線（twisted pair of wires）（102、104），該雙絞導線（102、104）包含由第一導線絕緣體（110）絕緣之第一導體（106）及由第二導線絕緣體（112）絕緣之第二導體（108），其中該第一導線絕緣體（110）及該第二導線絕緣體（112）沿著該第一導體（106）和該第二導體（108）的一相關聯導體（106、108）之整個外圓周而與該相關聯導體（106、108）接觸，且其中該第一導線絕緣體（110）及該第二導線絕緣體（112）含有至少95% w/w 氟化乙烯丙烯（FEP），以及其中該第一導線絕緣體（110）和該第二導線絕緣體（112）在-40°C 至150°C 之溫度範圍內及在1 GHz 至10 GHz 之頻率範圍內具有小於2.1的介電常數；及

圍繞該雙絞導線（102、104）之纜線護套（116）。

【請求項2】如請求項1之通訊纜線，其中該第一導線絕緣體（110）及該第二導線絕緣體（112）中之至少一者與該相關聯導體（106、108）形成實質上氣密的密封。

【請求項3】如請求項1之通訊纜線，其中該第一導線絕緣體（110）及該第二導線絕緣體（112）實質上不含極性添加劑。

【請求項4】如請求項1之通訊纜線，其中該第一導線絕緣體（110）及該第二導線絕緣體（112）為至少99% w/w FEP 且實質上不含極性添加劑。

【請求項5】如請求項1之通訊纜線，其進一步包含包圍單一的該雙絞導線（102、104）之該第一導線絕緣體（110）及該第二導線絕緣體（112）的屏蔽件（114）。

【請求項6】如請求項1之通訊纜線，其中該通訊纜線為乙太網路纜線。

【請求項7】如請求項1之通訊纜線，其中該通訊纜線經組態以傳輸約10 MHz

至約10 GHz範圍內之差動訊號。

【請求項8】如請求項1之通訊纜線，其中在0°C至105°C之溫度範圍內及在1 MHz至400 MHz之頻率範圍內，該通訊纜線在15公尺內具有小於約10dB之插入損失。

【請求項9】如請求項1之通訊纜線，其中在-40°C至125°C之溫度範圍內及在10 MHz至400 MHz之頻率範圍內，該通訊纜線在15公尺內具有小於約7dB之插入損失。

【請求項10】如請求項1之通訊纜線，其中在-40°C至125°C之溫度範圍內及在10 MHz至600 MHz之一頻率範圍內，該通訊纜線在15公尺內具有小於約10dB之插入損失。

【請求項11】如請求項1之通訊纜線，其中在-40°C至125°C之溫度範圍內及在10 MHz至600 MHz之頻率範圍內，該通訊纜線在15公尺內具有小於約8.5dB之插入損失。

【請求項12】如請求項1之通訊纜線，其中該通訊纜線在105°C下及在400 MHz下相對於開放聯盟TC9標準具有少至少5dB之插入損失。

【請求項13】如請求項1之通訊纜線，其中該通訊纜線在125°C下及在600 MHz下相對於開放聯盟TC9標準之可允許插入損失具有少至少8dB之插入損失。

【請求項14】如請求項1之通訊纜線，其中該通訊纜線包含26 AWG銅線，且在23°C至125°C之溫度範圍內及在100 MHz至1 GHz之頻率範圍內，該通訊纜線在15公尺內具有小於約17.5dB之插入損失。

【請求項15】如請求項1之通訊纜線，其中在23°C至125°C之溫度範圍內及在100 MHz至1 GHz之頻率範圍內，該通訊纜線在15公尺內具有小於約16.5dB之插入損失。

【請求項16】如請求項1之通訊纜線，其中在23°C至125°C之溫度範圍內及在

100 MHz至800 MHz之頻率範圍內，該通訊纜線在15公尺內具有小於約14.5dB之插入損失。

【請求項17】如請求項1之通訊纜線，其中在23°C至125°C之溫度範圍內及在100 MHz至600 MHz之頻率範圍內，該通訊纜線在15公尺內具有小於約12.5dB之插入損失。

【請求項18】一種機動車輛，其包含如請求項1至17中任一項之通訊纜線。

【請求項19】一種船或船舶，其包含如請求項1至17中任一項之通訊纜線。

【請求項20】一種機械裝置，其包含一電動機及如請求項1至17中任一項之通訊纜線。

【發明圖式】

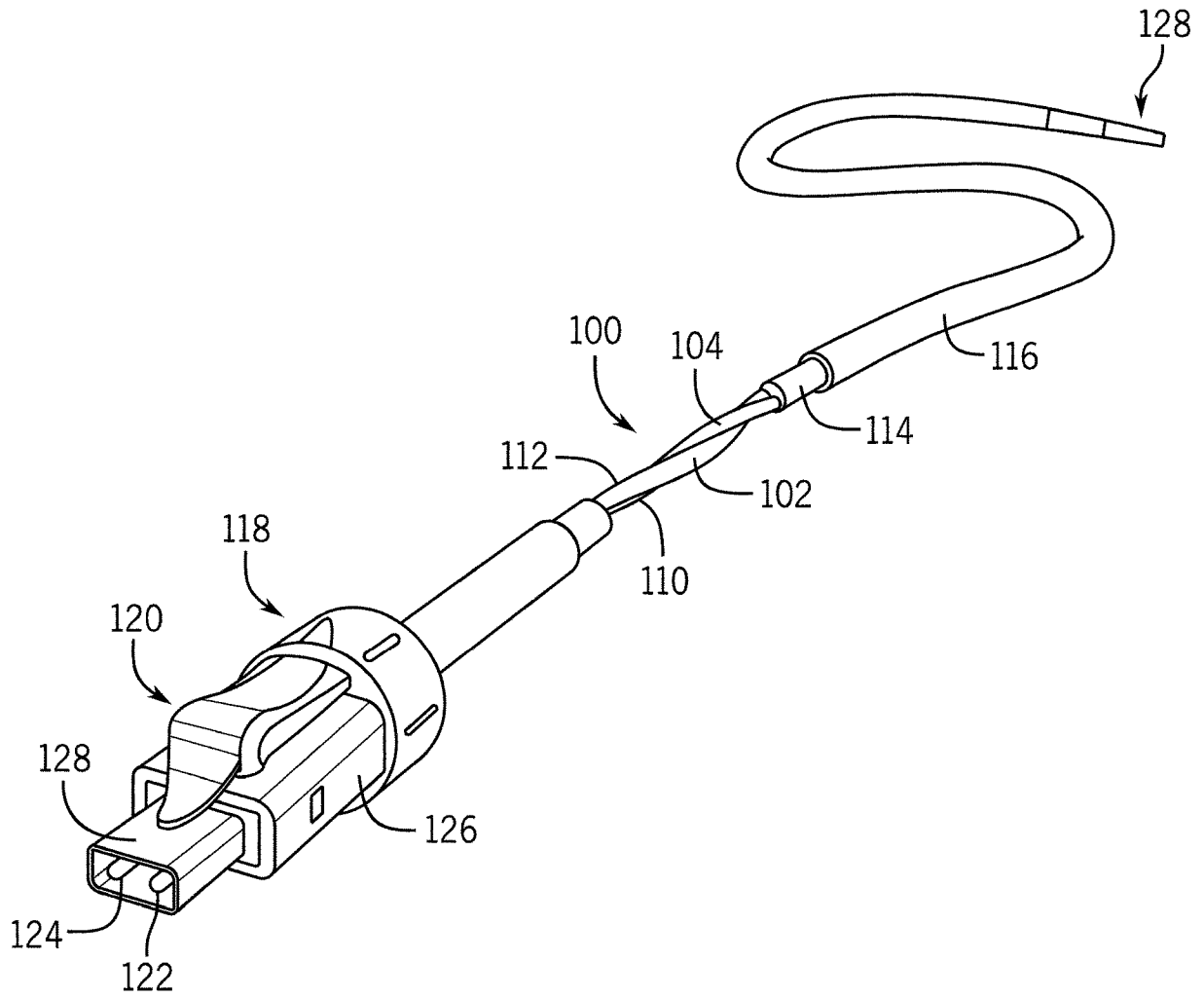


圖1

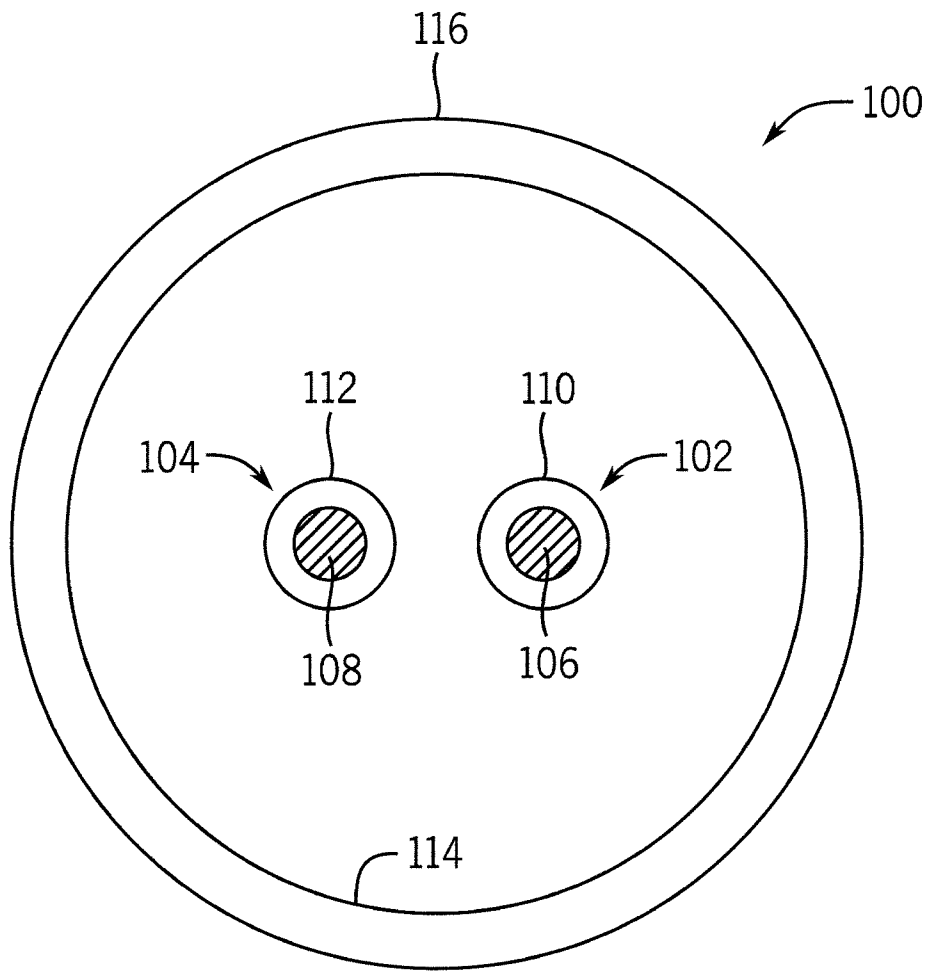


圖2

DC	1GHz	2.5GHz	5GHz	10GHz
在-40C下之FEP	2.040	2.048	2.060	2.068
在23C下之FEP	2.017	2.026	2.028	2.041
在105C下之FEP	1.994	1.997	1.997	2.011
在150C下之FEP		1.990		
在-40C下之XLPE	2.296	2.298	2.314	2.328
在23C下之XLPE	2.249	2.260	2.263	2.281
在105C下之XLPE	2.154	2.188	2.192	2.203
在150C下之XLPE		2.126		

圖3

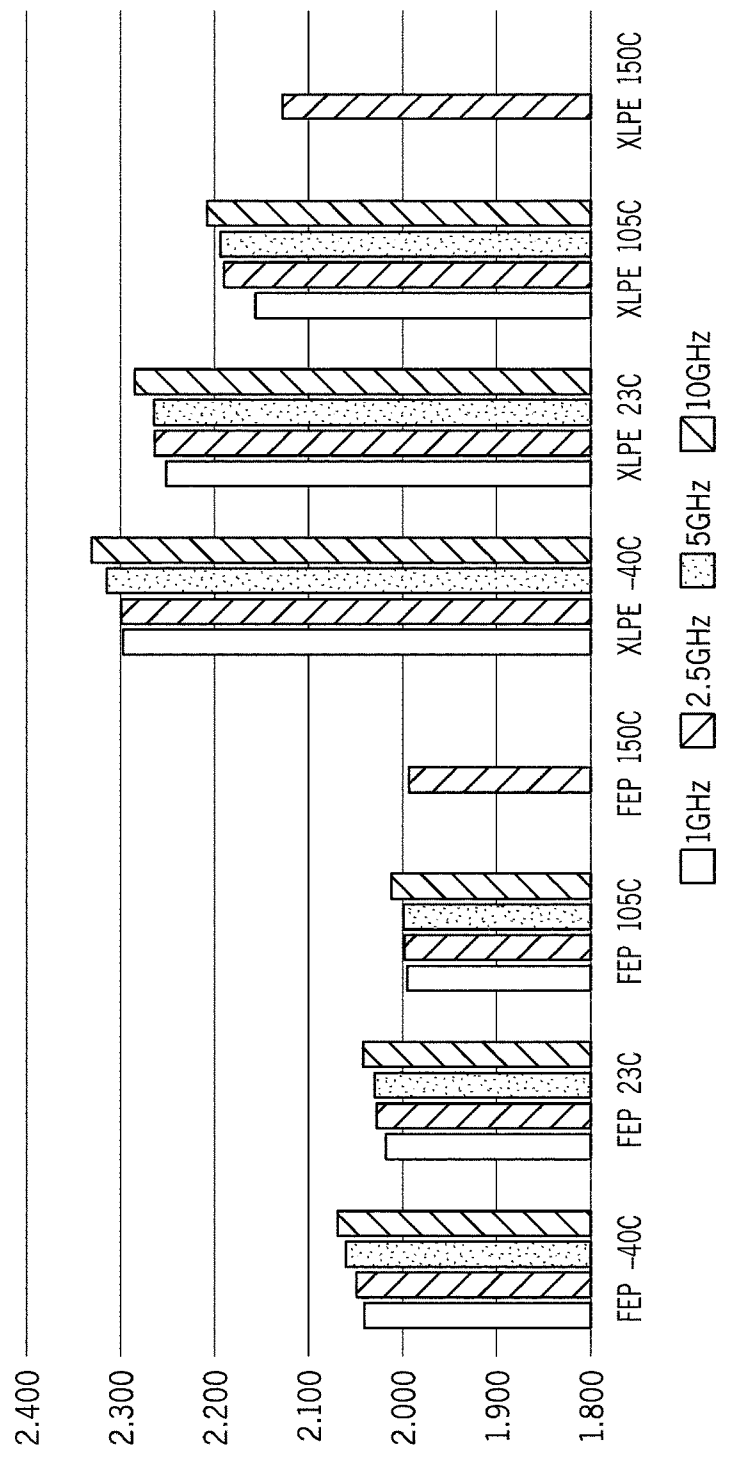


圖4

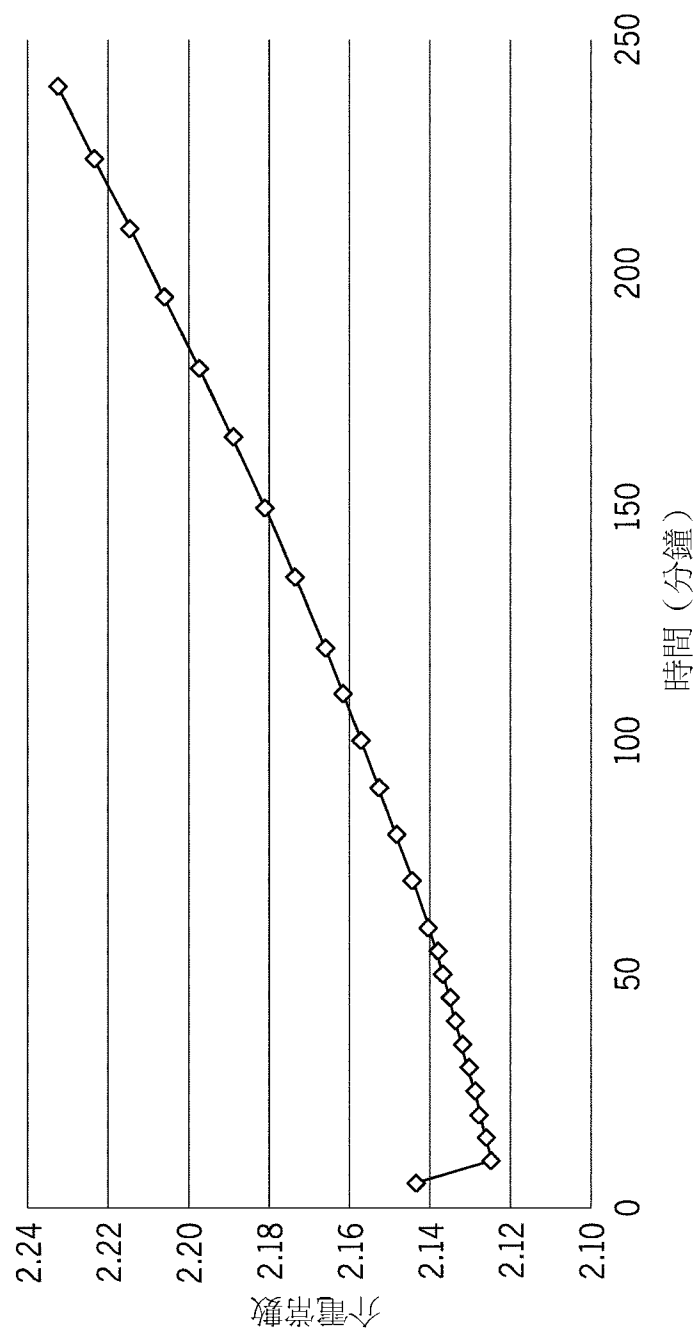


圖5

DF	1GHz	2.5GHz	5GHz	10GHz
在-40C下之FEP	0.000119	0.000089	0.000068	0.000042
在23C下之FEP	0.000444	0.000375	0.000297	0.000262
在105C下之FEP	0.000737	0.000718	0.000633	0.000576
在150C下之FEP		0.000851		
在-40C下之XLPE	0.000207	0.000145	0.000131	0.000104
在23C下之XLPE	0.000372	0.000361	0.000304	0.000303
在105C下之XLPE	0.000602	0.000645	0.000643	0.000637
在150C下之XLPE		0.000872		

圖6

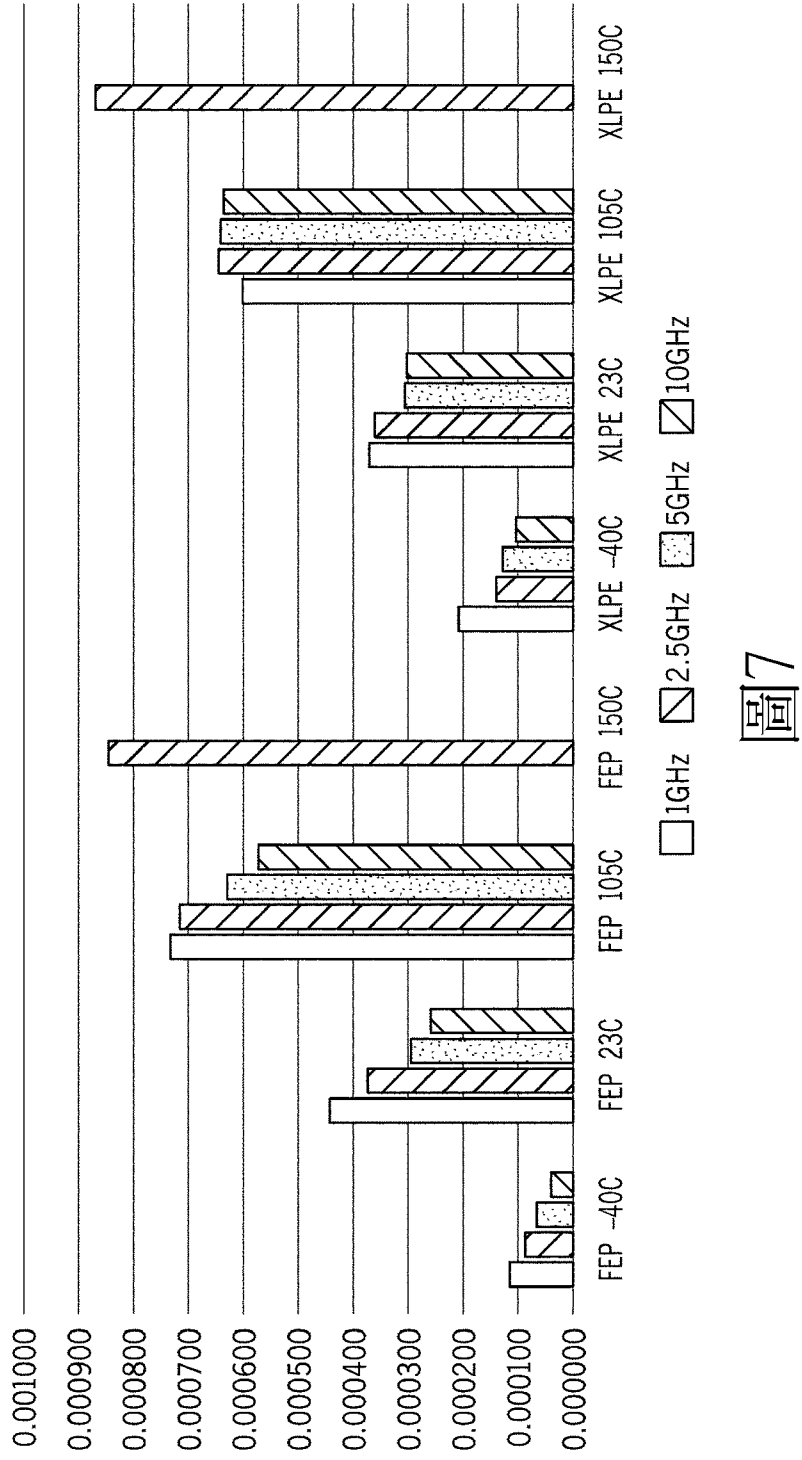


圖7

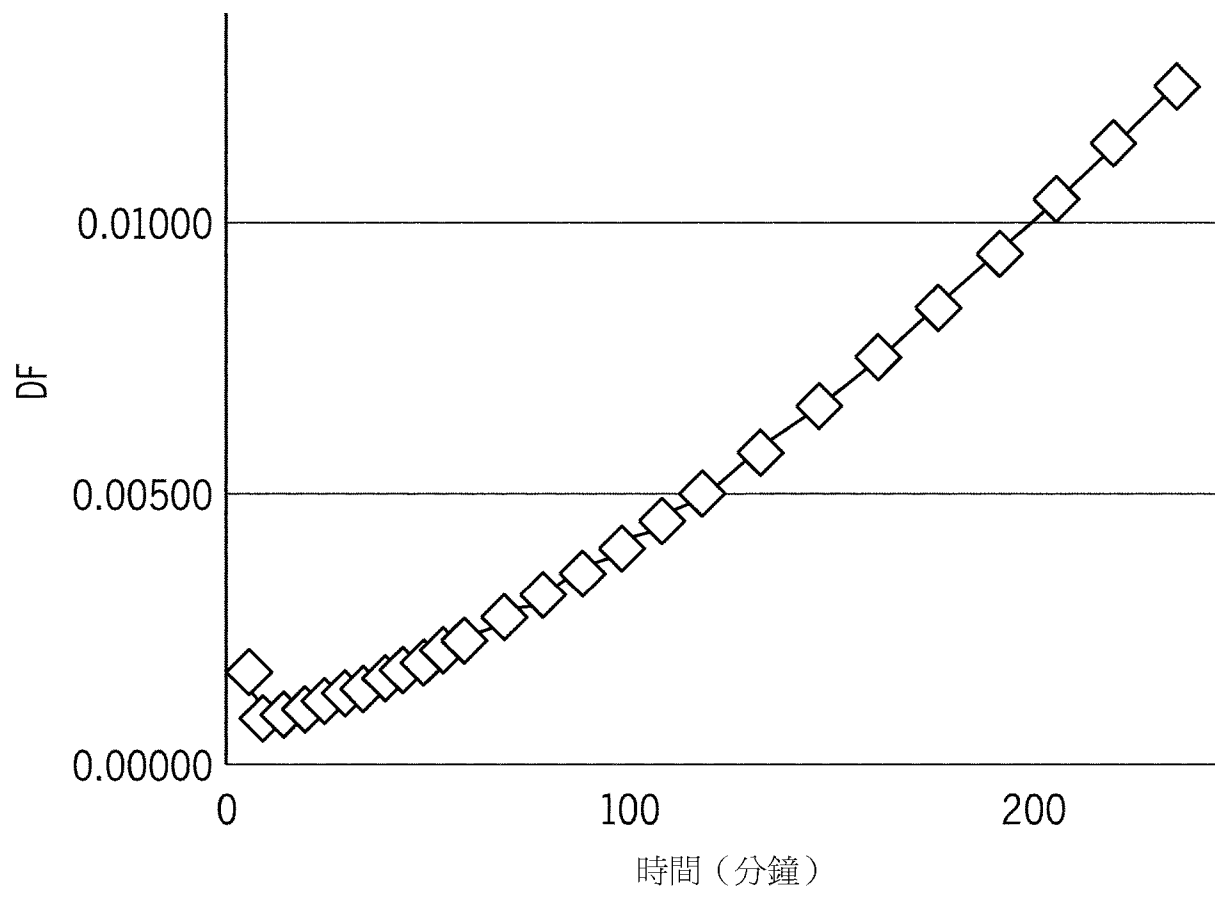


圖8

衰減 = $(1/L)(axf^{0.5} + bxf + 1 + cxf^{-0.5})$

f	XLPE 1GHz	FEP 1GHz	XLPE 2.5GHz	FEP 2.5GHz	XLPE 5GHz	FEP 5GHz	XLPE 10GHz	FEP 10GHz
1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5
10	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
20	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
50	1.8	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7
100	2.5	2.3	2.5	2.3	2.5	2.3	2.5	2.3
200	3.5	3.3	3.5	3.3	3.5	3.3	3.5	3.3
500	5.5	5.2	5.5	5.2	5.5	5.2	5.6	5.2
1000	7.8	7.4	7.8	7.4	7.9	7.4	7.9	7.4
2000	11.1	10.5	11.1	10.4	11.1	10.5	11.1	10.5
5000	17.6	16.6	17.6	16.5	17.6	16.6	17.6	16.6
10000	25.0	23.5	24.9	23.4	25.0	23.5	25.0	23.5
20000	35.6	33.4	35.4	33.2	35.4	33.3	35.4	33.2
50000	56.9	53.3	56.3	52.7	56.4	52.8	56.3	52.7

圖9

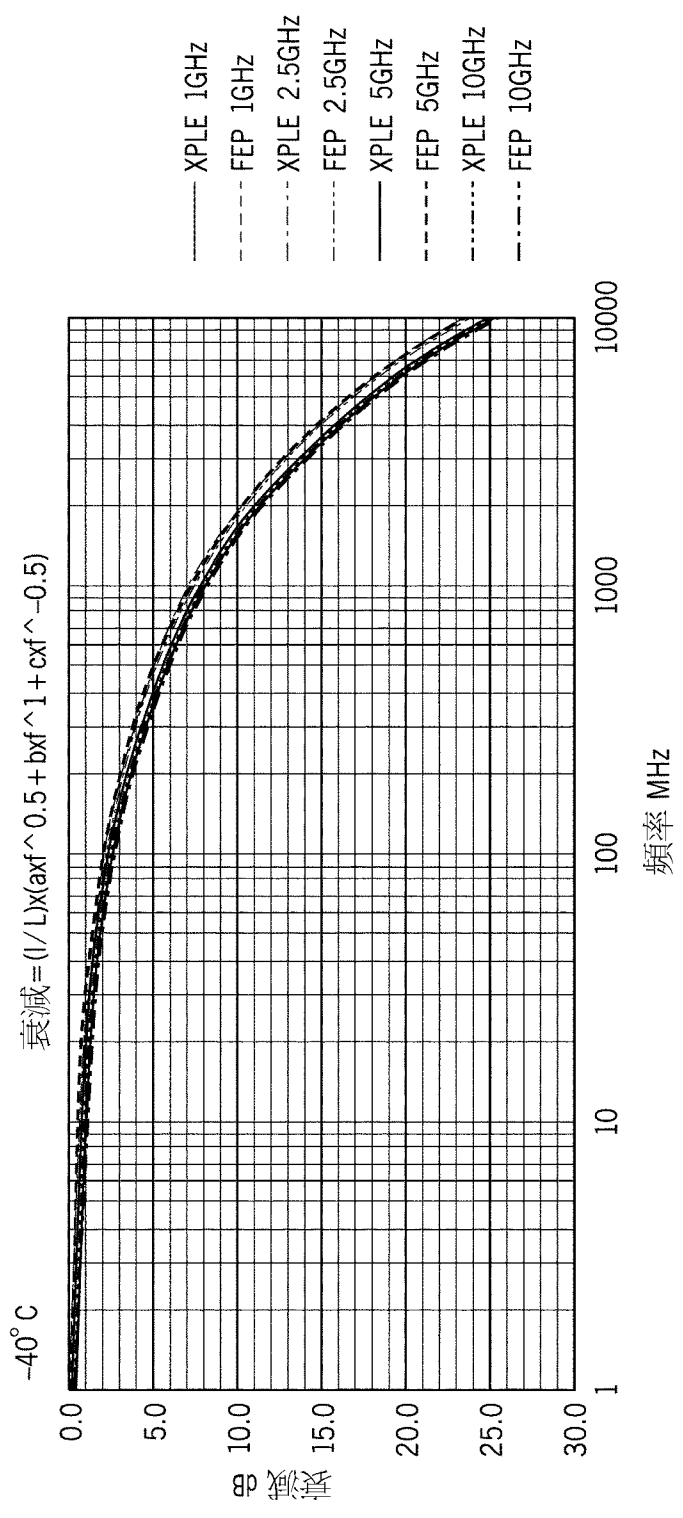


圖10

衰減 = $(1/L)(axf^{0.5} + bxf + 1 + cxf^{-0.5})$

f	XLPE 1GHz	FEP 1GHz	XLPE 2.5GHz	FEP 2.5GHz	XLPE 5GHz	FEP 5GHz	XLPE 10GHz	FEP 10GHz
1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5
10	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7
20	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0
50	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7	1.7
100	2.5	2.3	2.5	2.3	2.5	2.3	2.5	2.3
200	3.5	3.3	3.5	3.3	3.5	3.3	3.5	3.3
500	5.5	5.2	5.5	5.2	5.5	5.2	5.5	5.2
1000	7.8	7.4	7.8	7.4	7.8	7.4	7.8	7.4
2000	11.0	10.5	11.1	10.5	11.0	10.5	11.1	10.5
5000	17.5	16.7	17.6	16.7	17.5	16.6	17.6	16.6
10000	25.0	23.8	25.0	23.7	24.9	23.6	25.1	23.7
20000	35.6	33.4	35.7	33.9	35.6	33.7	35.7	33.7
50000	57.4	55.0	57.4	54.6	57.0	54.1	57.3	54.0

圖11

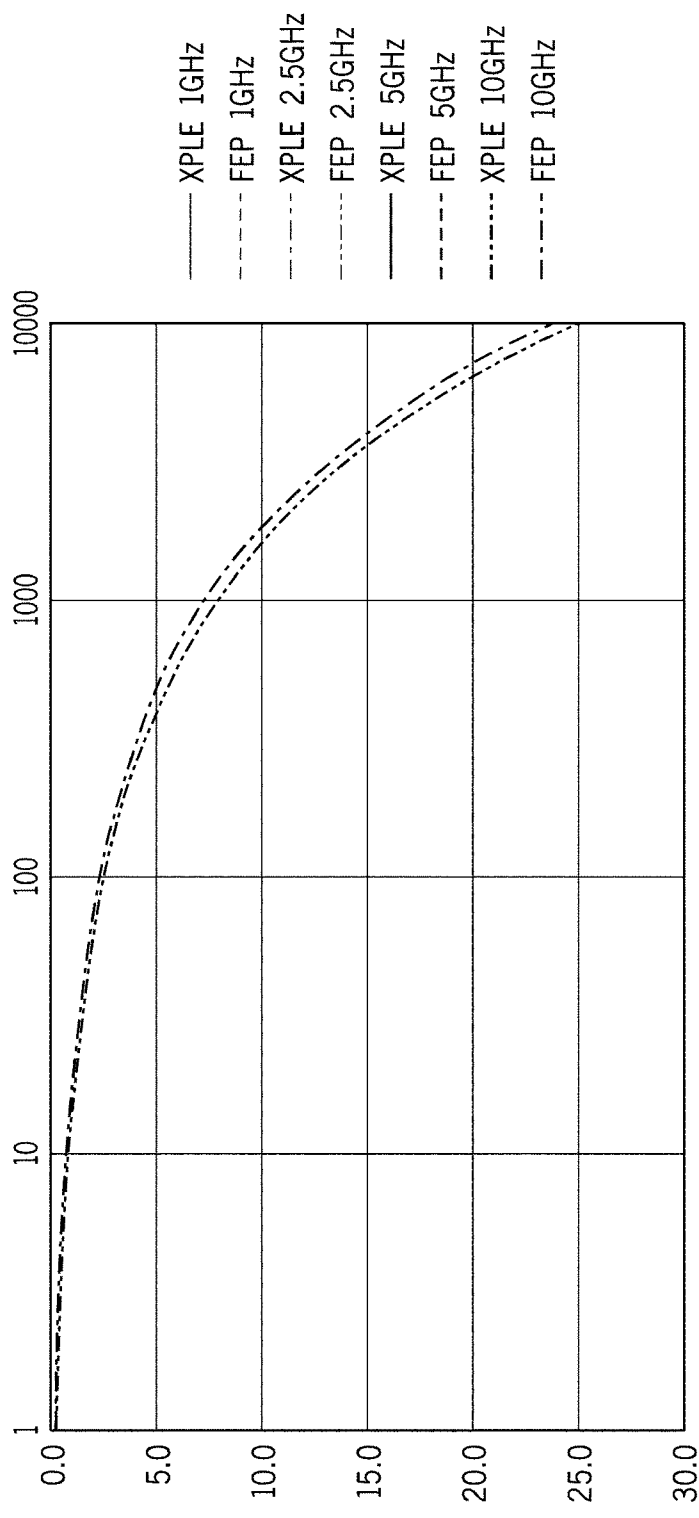


圖12

衰減 = (1/L)x(axf ^{0.5} + bxf ¹ + cxf ^{-0.5})		
f	XLPE 10GHz	FEP 10GHz
1	0.3	0.3
2	0.4	0.4
5	0.6	0.5
10	0.8	0.7
20	1.1	1.0
50	1.7	1.6
100	2.4	2.3
200	3.4	3.3
500	5.5	5.2
1000	7.8	7.4
2000	11.1	10.5
5000	17.8	16.8
10000	25.6	24.0
20000	37.0	34.4
50000	61.1	55.9

圖13

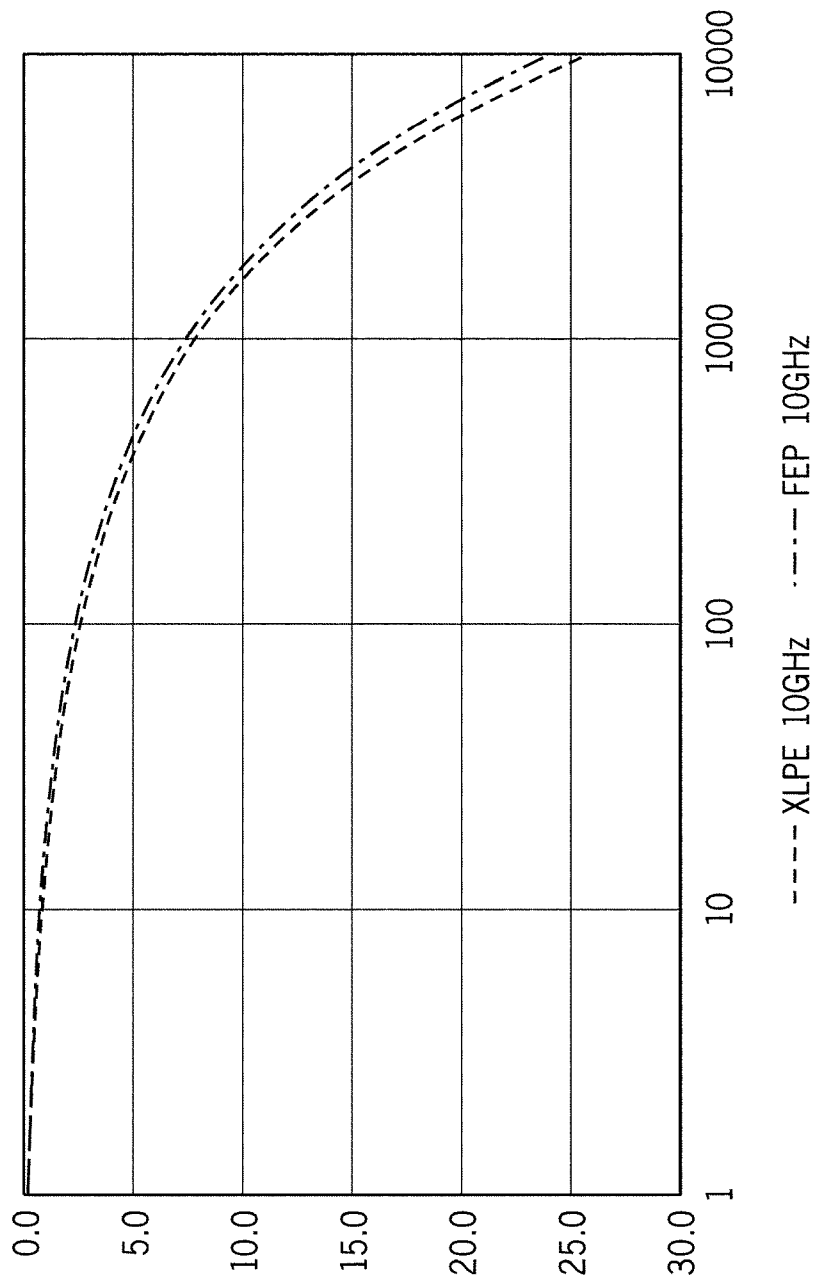


圖14

衰減 = (l/L)x(axf ^{0.5} +bxf ¹ +cxf ^{-0.5})		
f	XLPE 10GHz	FEP 10GHz
1	1.9	1.8
2	2.5	2.4
5	3.7	3.6
10	5.2	5.0
20	7.3	7.0
50	11.5	10.9
100	16.2	15.5
200	23.0	21.9
500	36.5	34.7
1000	51.9	49.3
2000	73.9	70.0
5000	118.6	111.7
10000	170.5	159.7
20000	246.7	229.2
50000	407.4	373.0

圖15

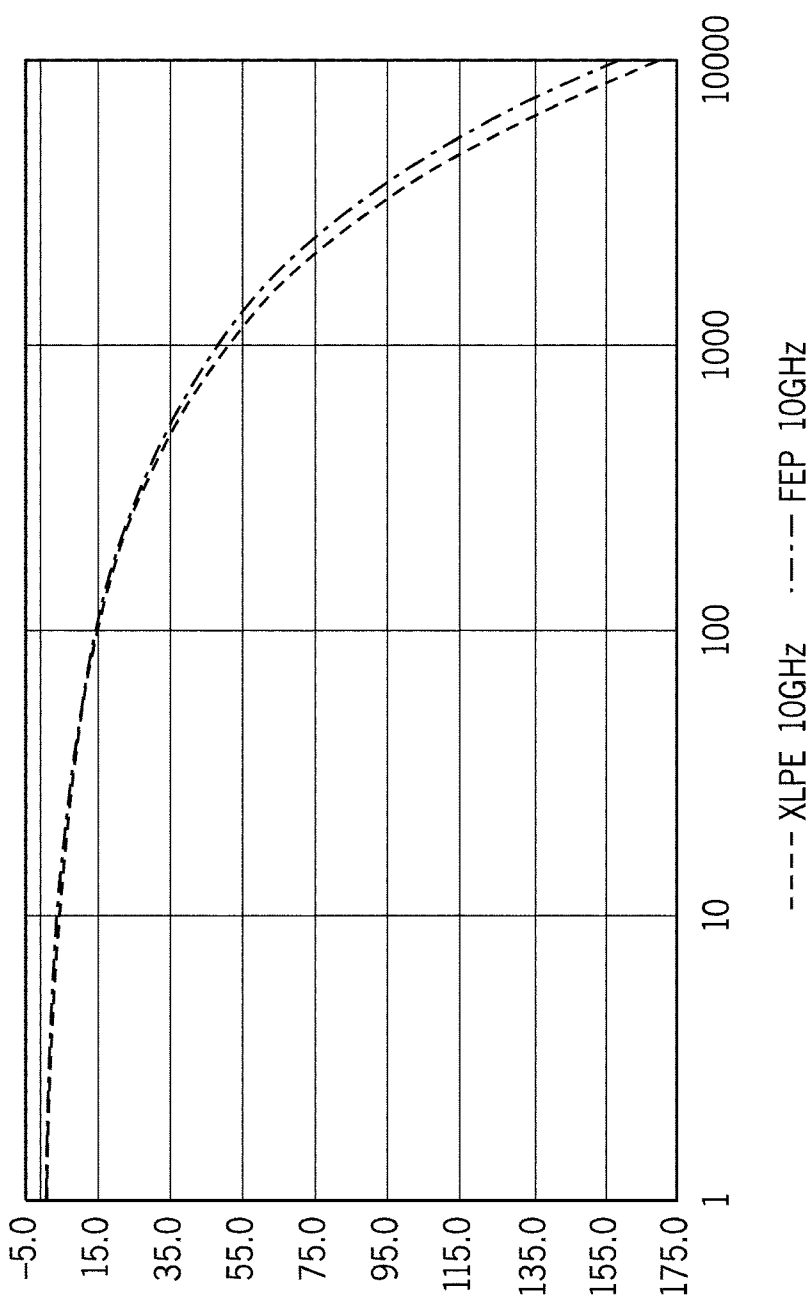


圖16

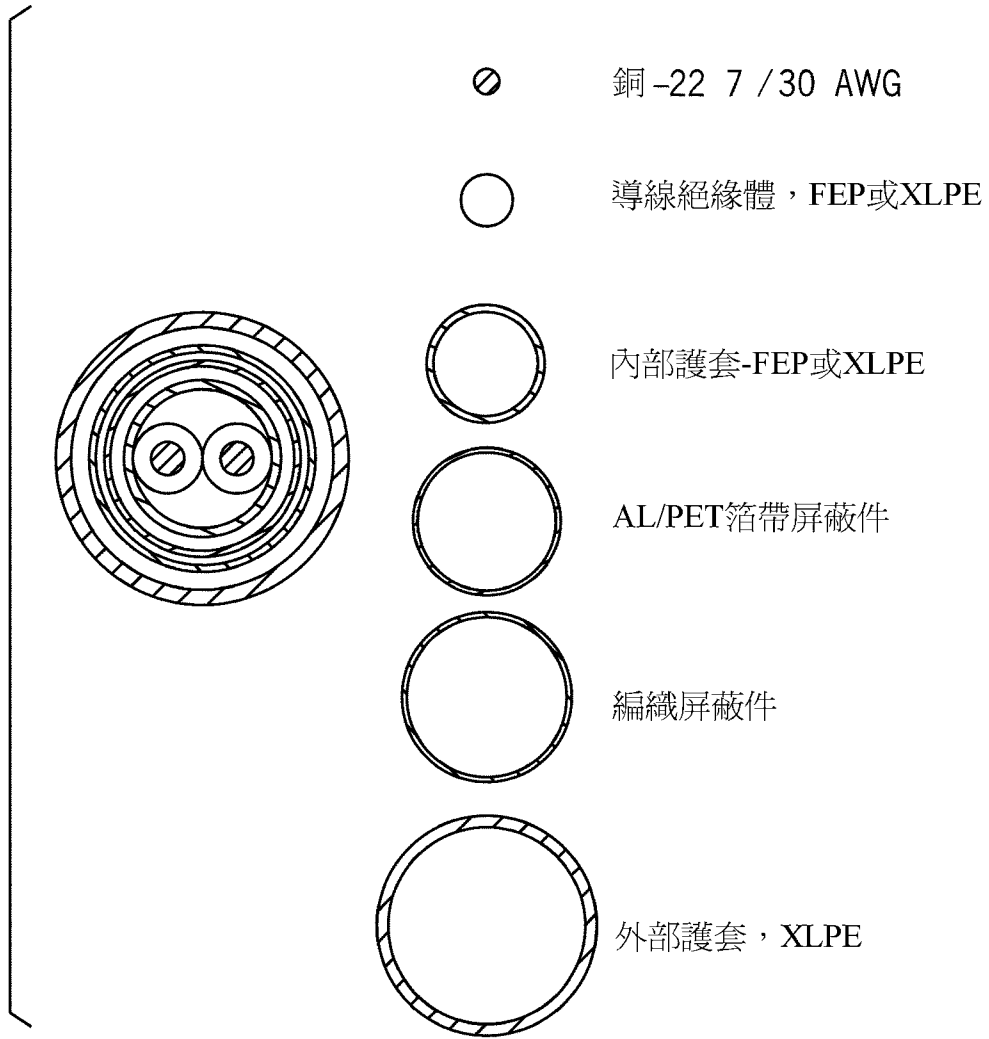


圖17

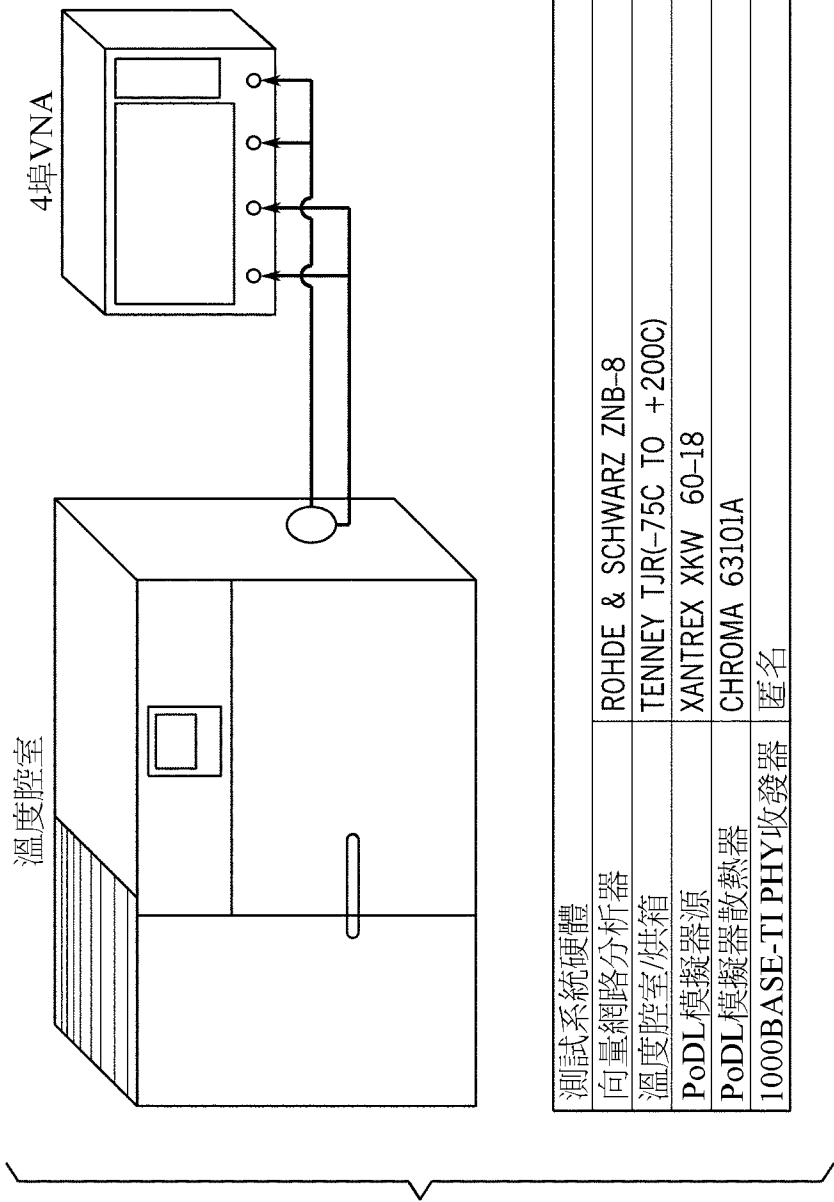


圖18

快速以太網路測試服務測試報告
DUT : 15公尺XLPE STP 纜線

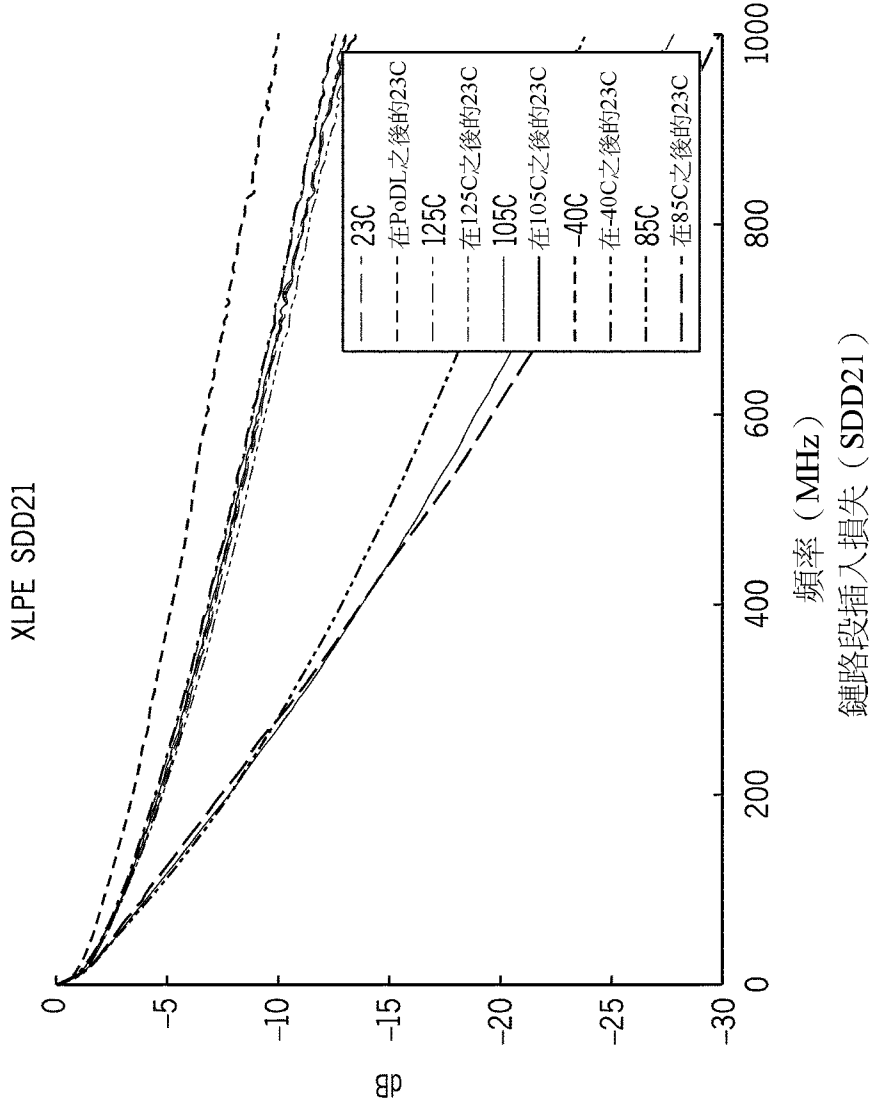


圖19

快速以太网網路測試服務測試報告
DUT : DAIKIN 15公尺FEP STP纜線

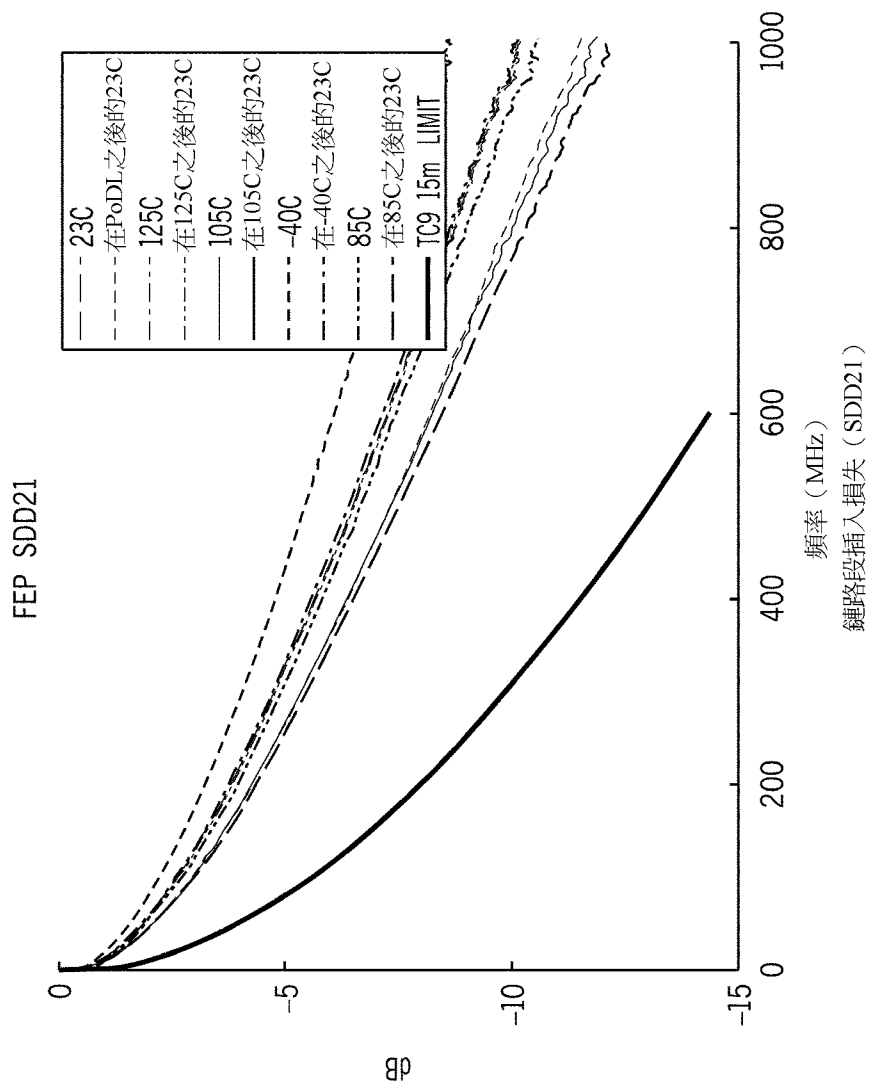
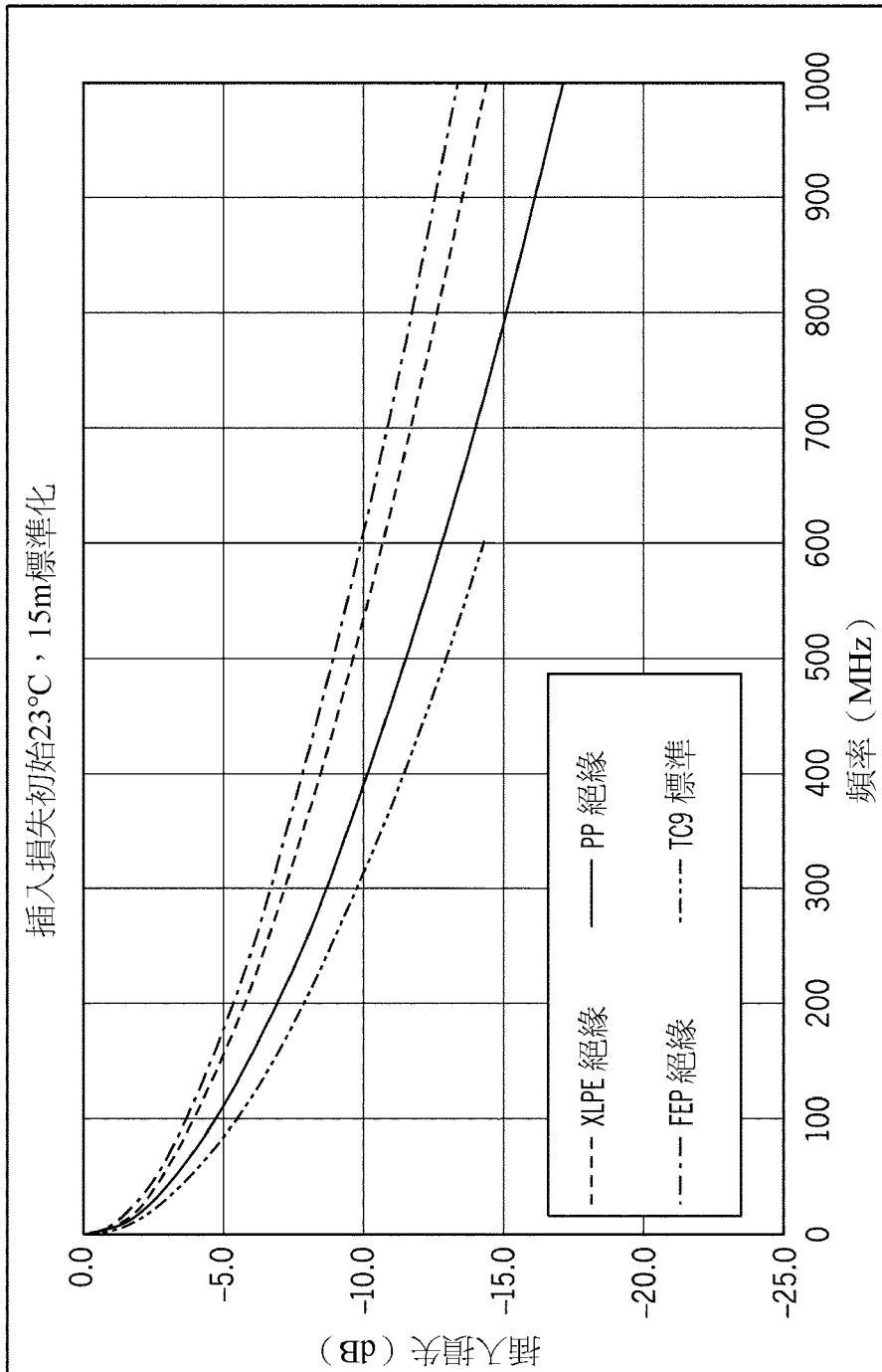


圖20

頻率 (MHz)	在23C下 之TC9	在23C下 之FEP	在105C下 之TC9	在105C下 之FEP	在105C之 後在23C下 之FEP	在125C下 之TC9	在125C下 之FEP	在125C之 後在23C下 之FEP
1.00	-0.60	-0.28	-0.69	-0.36	-0.32	-0.72	-0.34	-0.32
1.50	-0.71	-0.34	-0.81	-0.43	-0.38	-0.85	-0.41	-0.38
2.00	-0.80	-0.40	-0.93	-0.49	-0.43	-0.96	-0.47	-0.42
3.00	-0.96	-0.49	-1.12	-0.58	-0.51	-1.16	-0.56	-0.51
5.00	-1.23	-0.64	-1.43	-0.72	-0.64	-1.48	-0.72	-0.64
10.00	-1.72	-0.89	-2.00	-0.98	-0.86	-2.07	-0.99	-0.86
50.00	-3.88	-1.91	-4.51	-2.08	-1.83	-4.67	-2.13	-1.83
100.00	-5.54	-2.71	-6.45	-2.94	-2.59	-6.67	-3.01	-2.59
200.00	-7.97	-3.92	-9.28	-4.26	-3.75	-9.60	-4.36	-3.75
300.00	-9.89	-4.93	-11.51	-5.38	-4.73	-11.90	-5.49	-4.73
400.00	-11.54	-5.83	-13.43	-6.38	-5.59	-13.89	-6.52	-5.59
500.00	-13.02	-6.65	-15.16	-7.35	-6.40	-15.68	-7.54	-6.42
600.00	-14.38	-7.46	-16.74	-8.26	-7.17	-17.32	-8.46	-7.18

與開放聯盟TC9標準相比，FEP絕緣單對乙太網路纜線之經量測插入損失（以dB為單位）

圖21



絕緣纜線之插入損失

圖22

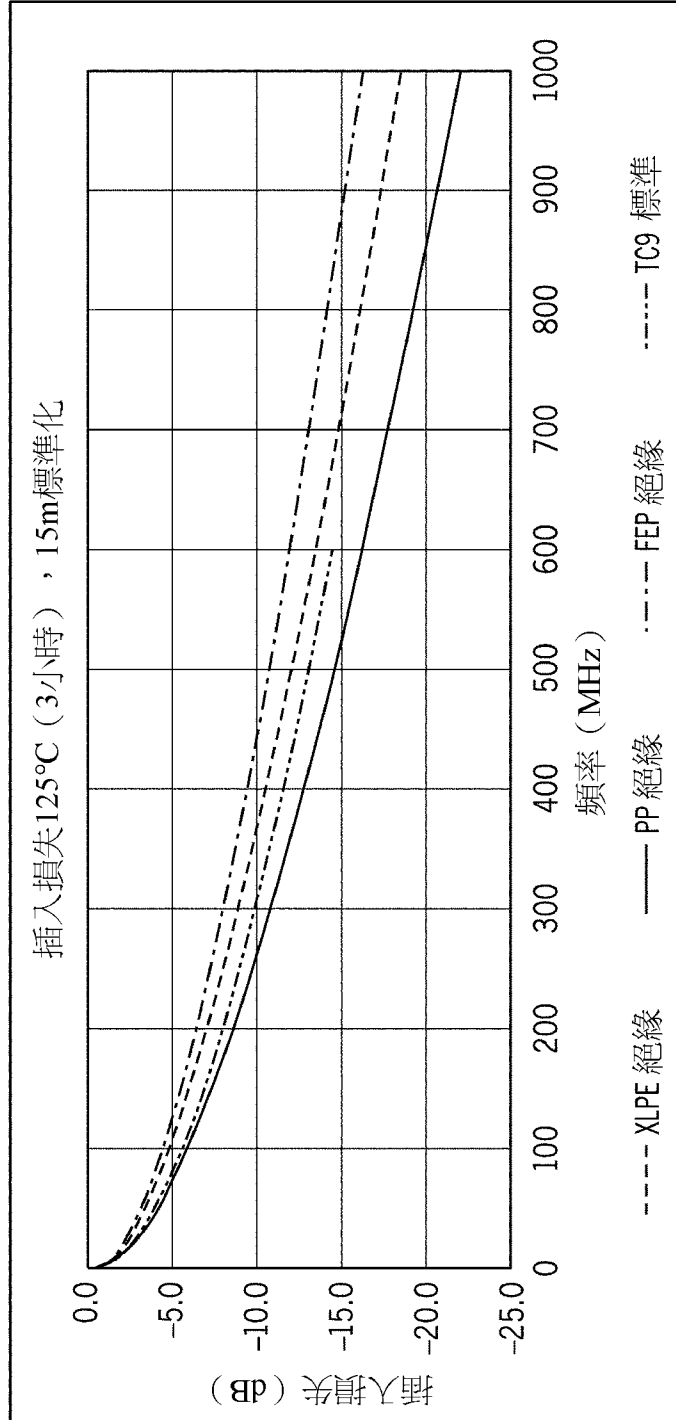


圖23

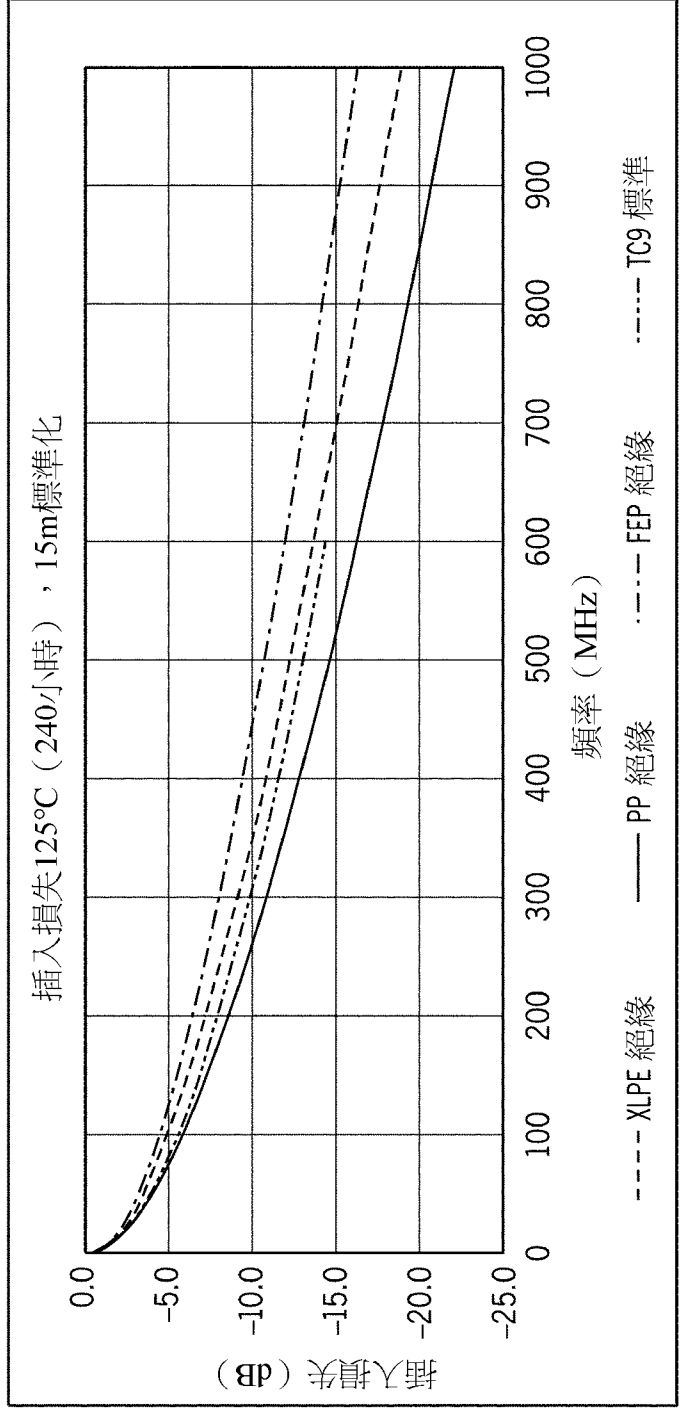


圖24

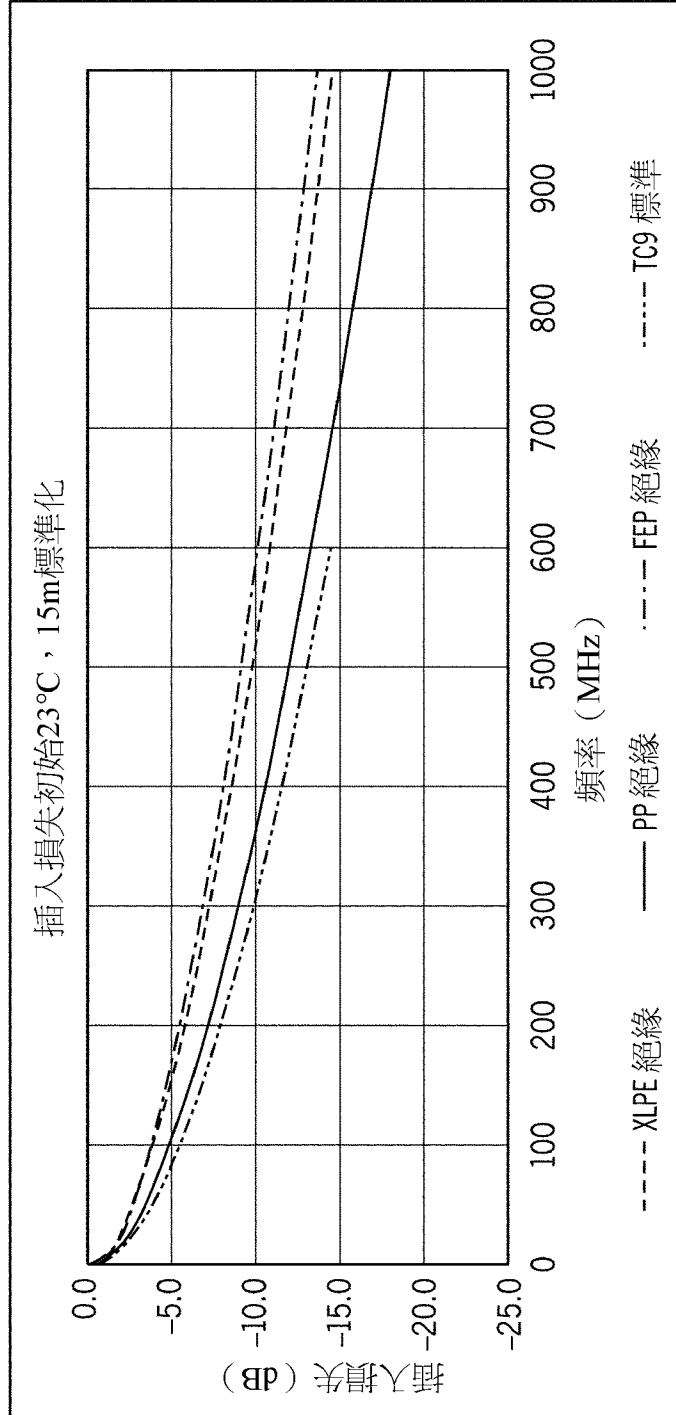


圖25

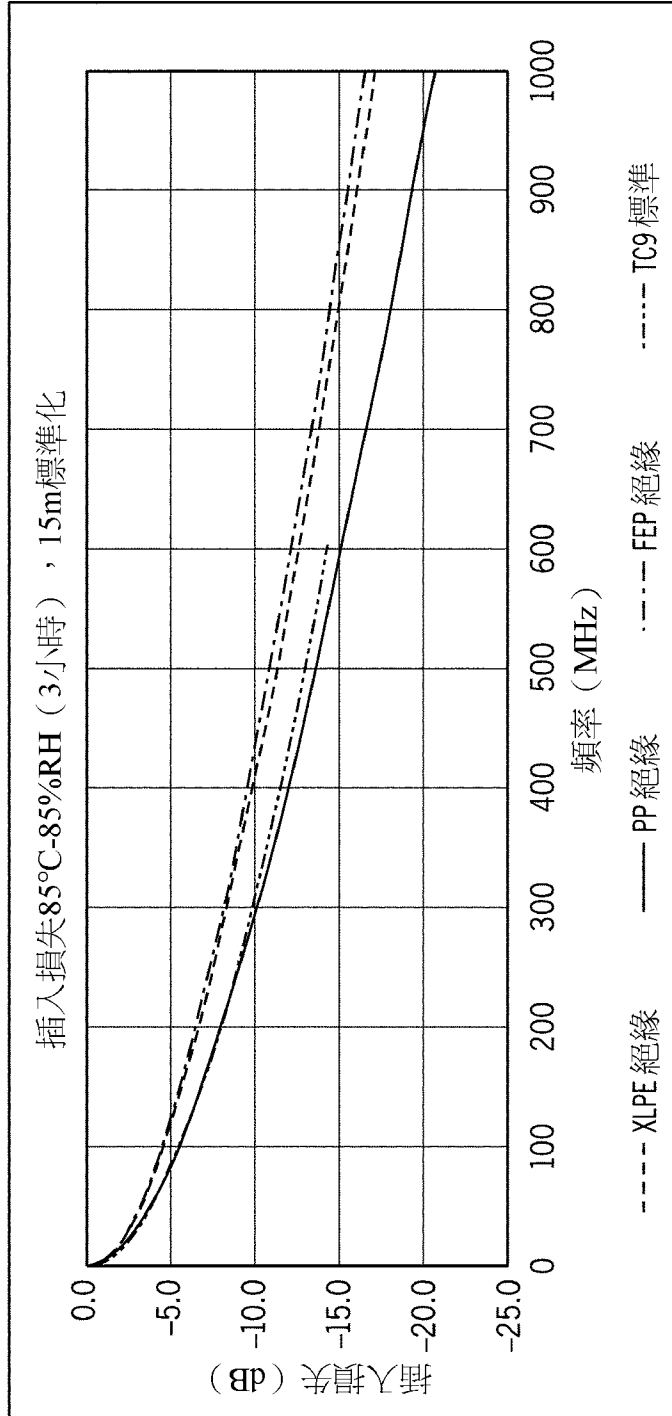


圖26

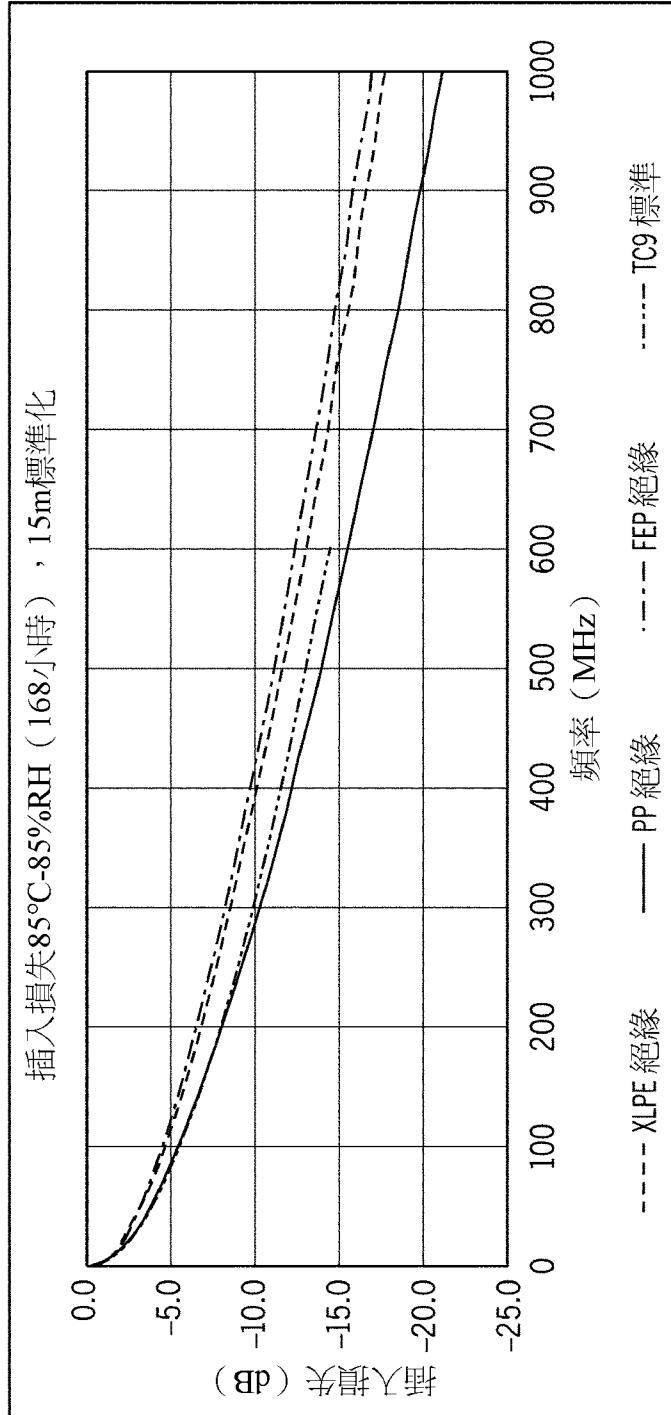


圖27

頻率 (MHz)	在23°C下 之XLPE	在125°C 下3小時 之XLPE	在85°C下 240小時 之XLPE	在23°C下 之PP	在125°C 下3小時 之PP	在125°C 下240小 時之PP	在23°C 下之FEP	在125°C 下3小時 之FEP	在125°C 下240小 時之FEP
100	-3.98	-4.73	-4.83	-4.80	-5.79	-5.80	-3.76	-4.41	-4.42
200	-5.79	-6.95	-7.12	-6.99	-8.52	-8.54	-5.43	-6.35	-6.38
300	-7.25	-8.79	-9.00	-8.74	-10.75	-10.78	-6.79	-7.95	-7.97
400	-8.51	-10.43	-10.67	-10.23	-12.69	-12.70	-7.96	-9.35	-9.38
500	-9.66	-11.97	-12.21	-11.60	-14.48	-14.49	-9.03	-10.65	-10.68
600	-10.73	-13.41	-13.67	-12.88	-16.17	-16.17	-10.03	-11.88	-11.92
700	-11.75	-14.77	-15.07	-14.09	-17.77	-17.77	-10.96	-13.04	-13.09
800	-12.68	-16.06	-16.36	-15.20	-19.26	-19.24	-11.83	-14.12	-14.18
900	-13.58	-17.29	-17.61	-16.27	-20.69	-20.65	-12.67	-15.17	-15.22
1000	-14.46	-18.52	-18.86	-17.30	-22.09	-22.05	-13.46	-16.16	-16.22

在提高之溫度下，XLPE、PP及FEP絕緣之單對乙太網路纜線之經量測插入損失（以dB為單位）

圖28

頻率 (MHz)	環境RH下 在23°C下 之XLPE	85% RH下 在85°C下 3小時之 XLPE	85% RH下 在85°C下 168小時之 XLPE	環境RH下 在23°C下 之PP	85% RH下 在85°C下 3小時之PP	85% RH下 在85°C下 168小時之 PP	環境RH下 在23°C下 之FEP	85% RH下 在85°C下 3小時之 FEP	85% RH下 在85°C下 168小時之 FER
100	-4.02	-4.55	-4.67	-4.91	-5.54	-5.56	-3.83	-4.42	-4.47
200	-5.85	-6.64	-6.80	-7.18	-8.12	-8.16	-5.53	-6.43	-6.53
300	-7.33	-8.37	-8.57	-9.00	-10.21	-10.30	-6.91	-8.09	-8.24
400	-8.60	-9.89	-10.15	-10.56	-12.02	-12.16	-8.11	-9.54	-9.74
500	-9.77	-11.29	-11.63	-12.00	-13.66	-13.87	-9.20	-10.84	-11.12
600	-10.86	-12.60	-13.06	-13.34	-15.22	-15.50	-10.22	-12.12	-12.42
700	-11.90	-13.84	-14.38	-14.61	-16.69	-17.04	-11.19	-13.32	-13.66
800	-12.86	-15.00	-15.58	-15.78	-18.09	-18.51	-12.06	-14.41	-14.78
900	-13.78	-16.12	-16.70	-16.90	-19.41	-19.83	-12.94	-15.48	-15.88
1000	-14.67	-17.20	-17.83	-18.02	-20.69	-21.18	-13.77	-16.51	-16.99

在提高之溫度及濕度下，XLPE、PP及FEP絕緣之單對乙太網路纜線之經量測插入損失（以dB為單位）

圖29