



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201504637 A

(43)公開日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：102126375

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 23 日

(51)Int. Cl.：

G01R31/02 (2006.01)

G01R31/12 (2006.01)

(71)申請人：行政院原子能委員會核能研究所 (中華民國) (TW)

桃園縣龍潭鄉文化路 1000 號

(72)發明人：徐耀東 (TW)

(74)代理人：蔡秀玫

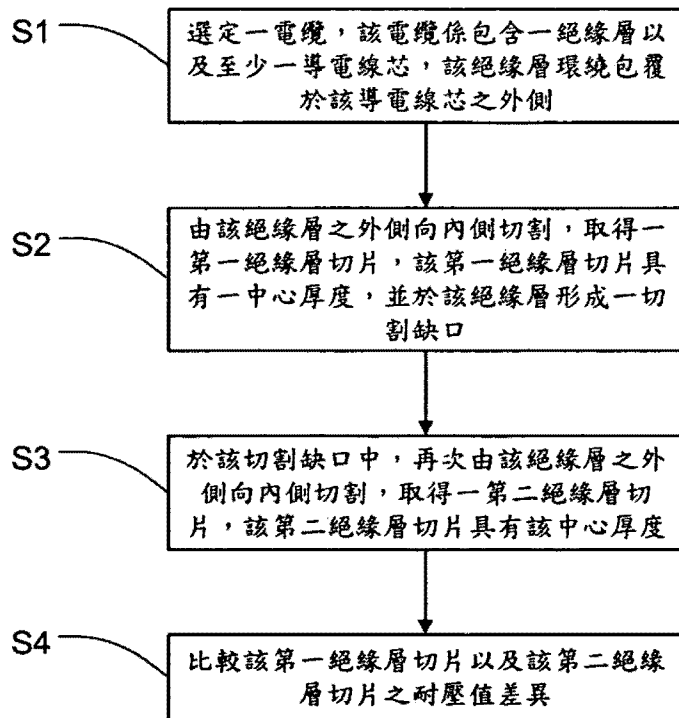
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：9 共 23 頁

(54)名稱

利用切片取樣評估電纜老劣化之方法

(57)摘要

本發明係關於一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，有鑑於受到高溫、液體浸泡、輻射照射或其他種種外力影響，電纜絕緣層材料會由外而內發生老化或劣化，因此本發明採用自電纜外緣表面依序向中心切薄片之方式做為取樣方法，對之進行耐壓測試、絕緣電阻量測、伸長率測試等相關檢測試驗，除能找出電纜絕緣層老劣化前與老劣化後之老劣化程度外，亦可對於電纜絕緣層之外層、中層及內層等不同位置的老化或劣化程度進行評估。



第一圖



201504637

G01R 31/02 (2006.01)
G01R 31/12 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】 利用切片取樣評估電纜老劣化之方法

【英文發明名稱】

【中文】

本發明係關於一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，有鑑於受到高溫、液體浸泡、輻射照射或其他種種外力影響，電纜絕緣層材料會由外而內發生老化或劣化，因此本發明採用自電纜外緣表面依序向中心切薄片之方式做為取樣方法，對之進行耐壓測試、絕緣電阻量測、伸長率測試等相關檢測試驗，除能找出電纜絕緣層老劣化前與老劣化後之老劣化程度外，亦可對於電纜絕緣層之外層、中層及內層等不同位置的老化或劣化程度進行評估。

【英文】

【指定代表圖】 第一圖

【代表圖之符號簡單說明】

S1~S4步驟

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 利用切片取樣評估電纜老劣化之方法

【英文發明名稱】

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種評估電纜老劣化之方法，尤指一種對電纜絕緣層之逐步切片處理，取得不同深度之絕緣層切片後，充分利用其來自不同深度而有不同老劣化程度之特性以進行電纜老劣化評估之方法。

【先前技術】

【0002】 電力是現代社會最倚重的運行基礎，只需要短時間的停電，一般人即可體會其不便之處，而對於各種產業而言，則可能因停電而蒙受重大損失，因此在電力的產生、傳輸乃至於運用之環節上，都須謹慎的確保其能穩定地進行輪轉。

【0003】 因此在電力系統中，電纜老劣化為即主要的評估項目之一，因為電纜乃電力送抵各處的傳遞路徑，其必然會承受更多的環境嚴苛考驗，例如風吹、日曬、雨打，或者是浸泡於海水中，或者是於核能發電廠內部分區域承受高劑量的輻射照射，而在這些環境因素的影響之下，電纜的壽命，也就是其提供絕緣的能力也會以倍於正常值之速率急速下降，這對於維修與管理形成了重大的考驗。

【0004】 其中，在熱老化環境中，電纜表面的抗氧化材料會逐漸耗盡；在濕熱老化環境中，電纜絕緣材料內部空孔大小與密度也會產

生變化；而在輻照老化環境下，絕緣材料會更容易讓水分子侵入，導致絕緣電阻特別低。

【0005】 因此，提出一種精確的電纜老劣化測試方法，以了解電纜的老劣化程度，進而預防電纜在無預警之下崩壞，即是當前所需要解決的一道課題。

【0006】 中華民國專利公告號TW I237123揭示了一種「直流電纜劣化檢測方法」，其係於一取樣期間內以固定週期對直流電纜的絕緣參數進行取樣，並利用該取樣值建立一趨勢表，以判斷該直流電纜之絕緣參數變化趨勢，當直流電纜在單位時間內的絕緣參數變化率驟升時，即判斷為嚴重劣化，而產生警示訊息通知更換。

【0007】 經查，此專利文獻對電纜裂化的檢測是在一定期間內，對電纜的漏電流做為樣本，透過將漏電流轉換為絕緣參數，因而判斷電纜的劣化程度，其並不具有對不同深度的老化檢測的能力。

【0008】 中國專利申請號CN 200810202541.7揭示了一種「檢測中壓固體絕緣電力電纜壽命的方法」，其通過加速水樹老化試驗、14天熱負荷迴圈試驗、工頻逐級擊穿電壓試驗測試、衝擊逐級擊穿電壓試驗測試、絕緣內部水樹的生長大小發展與密度檢測統計、電氣測試、結構檢測，得到工頻擊穿電壓隨著加速水樹老化試驗時間而變化的曲線，以此來判斷電纜品質的優劣並作出電氣壽命的相對評價。

【0009】 經檢視後，其係為一種透過擊穿電壓進行測試，是為目前常見的方法之一，惟其需要使用高電壓作測試，需要使用昂貴的高

壓設備，難以在一般實驗室完成檢測。

【0010】 另外，在中國專利申請號CN 201010595007.4中所揭示的「測試中壓電纜抗老化及抗水樹性能的設備」也是透過擊穿電壓進行測試，一如上述前案的技術手段。

【0011】 美國專利號US 7992449揭示了一種「電纜的強度和剩餘壽命評估之方法（Method for assessment of cable strength and residual life）」，其方法包括單獨地對電纜線作隨機抽樣，透過對取樣樣本進行機械測試而藉由其應力曲線來評估電纜的剩餘使用壽命，其中，其取樣方法之一是依循深度而區分為不同的樣本，但此案是對金屬芯作取樣，而非針對外層的橡膠材質裂化。

【0012】 美國專利公開號US 20050268734則揭示了一種「聚合物電性狀態監測方法（Electrical condition monitoring method for polymers）」，其係在電纜的表面設置量測貼片，以對電纜的電阻率進行測量，其技術手段也是不能得知不同深度的老化程度。

【發明內容】

【0013】 本發明之主要目的，係提供一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其係對電纜之絕緣層進行切片取樣，以取得不同深度之電纜絕緣層樣品，以觀察在電纜受外界環境之影響而加速老劣化速率時，其在外層、中層、內層等不同位置之電纜絕緣層的老劣化程度差異。

【0014】 本發明之次要目的，係提供一種利用切片取樣評估電纜老劣

化之方法，其所取得之絕緣層切片係為薄片，可使用一般實驗室設備進行耐壓測試，或是絕緣電阻量測、伸長率測試等檢驗，不需要使用昂貴的設備以提供超高電壓做檢測，可降低成本並且提高普及程度。

【0015】 本發明之另一目的，係提供一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其所取得之測試結果可運用為建立起電纜老化預測之模型，得以衍生出廠區針對電纜壽命之預警系統，具有高度之產業利用性。

【0016】 本發明之再一目的，係提供一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其用以測試之切片在取得上相當簡便，可自由選定所需要的區段進行測試，具有靈活性，並可視情況直接應用於正在工作中之電纜。

【0017】 為了達到上述之目的，本發明揭示了一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其係包含步驟：選定一電纜，該電纜係包含一絕緣層以及至少一導電線芯，該絕緣層環繞包覆於該導電線芯之外側；由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第一絕緣層切片，並於該絕緣層形成一切割缺口；於該切割缺口中，再次由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第二絕緣層切片；以及比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異。另外，在切割的過程中也可以變更為先由該絕緣層之外側向內側切割，取得一絕緣層切片之後，再由側面切割該絕緣層切片，使該絕緣層切片上下分離為一第一絕緣層切片以及一第二絕緣層切片。經過如此步驟之操作，即可在找出電纜於不同深度位置之絕緣材料的樣

本之下，藉由比較其試驗值之差異而評估電纜的老劣化態樣。

【圖式簡單說明】

- 【0018】** 第一圖：其係為本發明一較佳實施例之步驟流程圖；
 第二圖：其係為本發明中，電纜之結構示意圖；
 第三圖：其係為本發明中，步驟S2~S3之流程示意圖；
 第四圖：其係為本發明中，裁切測試試片之結構示意圖；
 第五圖：其係為本發明中，相同深度之測試試片於不同老化時間與絕緣電阻阻值之關係變化圖；
 第六圖：其係為本發明中，相同老化時間之測試試片於不同深度與試驗值之關係變化圖；
 第七圖：其係為本發明另一較佳實施例之步驟流程圖；
 第八圖：其係為本發明中，步驟S21~S31之流程示意圖；以及
 第九圖：其係為本發明中，第一絕緣層切片以及第二絕緣層切片之厚度示意圖。

【實施方式】

- 【0019】** 為使本發明之特徵及所達成之功效有更進一步之瞭解與認識，謹佐以較佳之實施例及配合詳細之說明，說明如後：

- 【0020】** 有鑑於電纜在惡劣的環境中會加速其老化之速率而縮短其壽命，在掌握更換的時機上變得難以捉摸，提高了意外發生短路甚至釀成災害之風險，因此本發明提出了一種測試電纜老劣化之方法，使得相關產業對於電纜之性質變化能有較佳的監控能力。

- 【0021】** 首先，請參考第一圖，其係揭示了本發明在操作上之步驟流程，其係包含步驟：

步驟S1：選定一電纜，該電纜係包含一絕緣層以及至少一導電線芯，該絕緣層環繞包覆於該導電線芯之外側；

步驟S2：由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第一絕緣層切片，該第一絕緣層切片具有一中心厚度，並於該絕緣層形成一切割缺口；

步驟S3：於該切割缺口中，再次由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第二絕緣層切片，該第二絕緣層切片具有該中心厚度；以及

步驟S4：比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異。

【0022】 本發明於步驟S1中，其進行測試之電纜係為一般傳輸電力、訊號之線材，請參考第二圖之結構示意，電纜1的內部是由導電性能良好之金屬材料所製成的導電線芯12，此金屬材料通常是指銅(Cu)或鋁(Al)，可視電纜產品的導電性要求和成本考量而在這兩者之間有所取捨。

【0023】 導電線芯12的外側是由不導電之絕緣材料所構成之絕緣層11包覆，絕緣材料通常是橡膠或是塑膠，其性質之狀況即為電纜壽命是否將屆、有無更換電纜之急迫性和必要性的關鍵。另外，本發明並無限制只能應用於具有單一導電線芯12之電纜1，因為測試之關鍵係在於包覆隔絕用的絕緣層11，因此可適用於具有多根導電線芯12之電纜1。

【0024】 本發明所進行檢測之電纜，並不需要將其進行特定長度之裁斷而將裁斷之電纜移送至檢測場所進行測試，只要自由地選擇所

要檢測的區段，例如選擇工作環境是在水底、高輻射劑量之區域或是高溫區等區段進行選定後，進行後續步驟S2~S4之處理即可，即便是該電纜仍在工作場所工作中，也可進行檢測。

【0025】 接著於步驟S2，本發明即對電纜進行切片取樣。請配合參考第三圖所示之流程，此實施例中，係針對所選定之電纜，由其絕緣層11之外側向內側切割，以取得薄片狀的第一絕緣層切片13，並同時讓被切割的絕緣層11在該處留下一個切割缺口131。

● 【0026】 於此，第一絕緣層切片13是先被取得之切片樣本，也就是最直接與電纜所浸泡之液體、輻射、高溫接觸的部分。在此暴露之下，第一絕緣層切片13是電纜老劣化速率最快的部分，因此其性質也必然地老劣化最為嚴重，例如硬化、脆化等，不但在結構上損害嚴重，如先前技術所指，在電纜表面的抗氧化材料會逐漸耗盡，或絕緣層材料內部空孔大小與密度產生變化；或是絕緣層材料變得更容易讓水分子侵入而導致絕緣電阻降低之下，其耐壓值也大幅下降而有喪失功能之虞。

● 【0027】 在取得第一絕緣層切片13後，接著於步驟S3，從取得第一絕緣層切片13所形成的切割缺口131中，再次由絕緣層11之外側向內側切割，取得第二絕緣層切片14。請參考第二圖，第二絕緣層切片14相較於第一絕緣層切片13更深入而靠近導電線芯12，其受環境因素而加速老劣化的情況並不如第一絕緣層切片13來得嚴重。

【0028】 待取得第一絕緣層切片13以及第二絕緣層切片14之後，接著

即可將兩者進行耐壓值之比較。以全新的電纜而言，其耐壓值大多落於40~60KV/mm，而經長期使用而材質、品質老劣化的電纜則已不具有此耐壓值，在測試之下，可發現第一絕緣層切片13的耐壓值係略大於第二絕緣層切片14之耐壓值，因此可藉由此差異及其絕對值，分析出接受檢測之電纜之老劣化狀況，並且評估其在不同深度的老劣化程度。

【0029】 本發明係將電纜之絕緣層，由外而內逐層將之切成數個薄片，然後以各薄片之中心為測試標的；如第四圖所示之舉例，其係所取得的第二絕緣層切片14裁切成數個特定大小及形狀之測試試片2，進行諸如耐壓測試、絕緣電阻量測、伸長率測試等相關檢測試驗。

【0030】 如前所述為本發明之切片取樣流程，至於電纜老劣化程度係根據相關檢測試驗所得數據之變化趨勢而定，以絕緣電阻量測試驗來說，如第五圖所示，係一電纜取其不同老化時間之相同深度的測試試片2，所得之絕緣特性曲線，該曲線的縱軸為絕緣電阻阻值(R)，橫軸則為老化時間(Time)，該曲線所呈現之趨勢為老化時間愈久，其絕緣電阻愈低，當老化時間到某一程度，其阻值就出現劇減之趨勢，檢測人員即可以依據此曲線了解各老化時間之電纜老劣化程度。對於其他，如耐壓測試、伸長率測試等，亦是利用相同方式來了解電纜老劣化程度。更可於相同老化時間進行多種試驗，交叉分析，即可更精確了解電纜老劣化程度。

【0031】 另於相同老化時間，可對不同深度之絕緣層試片進行相關檢測試驗，其結果如第六圖之(1)~(6)所示，其係針對不同深度(D)

之測試試片2，於相同老化時間進行相關檢測試驗之各種可能態樣示意圖，可呈現出電纜絕緣層不同深度的老劣化態樣。

【0032】 進一步而言，本發明亦可在特殊實驗之下簡便地建立起電纜老化評估的模型，例如在取得全新的電纜後，對其進行固定參數之泡水老化或是熱老化之人工測試，然後經由本發明所揭示的方法進行取樣和檢驗，即可探詢出環境參數與電纜老劣化進程的脈絡，以衍生架構為預測、預警電纜壽命將屆的安全系統。

● 【0033】 而若要檢測部分可能有問題之電纜，本發明之方法也只要取出疑似損壞部分周邊的電纜樣本做檢測，即可獲知電纜老劣化的進程，以及推斷其原因為何。

● 【0034】 考量到本發明的機制以及現實產業環境的需求，本發明較適合針對廠區內所使用之大型、絕緣層較厚之電纜，其絕緣層至少大於3mm，因為此些電纜入若要進行通常之電壓試驗，則需要更高強度的電壓才能知曉其崩潰電壓(擊穿電壓)的臨界線，而本發明透過切片之方式，僅取中心厚度小於1mm之第一絕緣層切片13以及第二絕緣層切片14，大幅降低測試其耐壓值時所需要施加的電壓，因此可應用於一般實驗室檢測，不需要使用到價格昂貴之超高電壓設備以測試完整的電纜。

【0035】 除了前述的切片方法以外，請參考第四圖以及第五圖，其揭示了另一種切片取樣之操作方法：
步驟S1：選定一電纜，該電纜係包含一絕緣層以及至少一導電線芯，該絕緣層環繞包覆於該導電線芯之外側；

步驟S21：由該絕緣層之外側向內側切割，取得一絕緣層切片，該絕緣層切片之厚度小於該絕緣層之厚度；

步驟S31：側面切割該絕緣層切片，使該絕緣層切片上下分離為一第一絕緣層切片以及一第二絕緣層切片，該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片具有相同之一中心厚度；以及

步驟S4：比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異。

【0036】 此時，其係先直接取得絕緣層切片15後，然後再將絕緣層切片15側面切割為第一絕緣層切片13以及第二絕緣層切片14之後，再將兩者進行耐壓值之比較測試。此方法之概念仍與前一實施例相同，皆係透過切片的方式而針對電纜的不同深度做測試而建立起老劣化評估的方法。

【0037】 最後，請參考第六圖，其係以另一剖面之視角而觀察第一絕緣層切片13以及第二絕緣層切片14，其剖面外觀因為於電纜不同之深度而有所差異，但兩者的中心厚度L係為相同，以在比較第一絕緣層切片13以及第二絕緣層切片14之耐壓值差異之步驟中，於取得具有中心厚度L之處之崩潰電壓值時，係為有效之測試結果，得以建立正確的電纜老劣化趨勢。另外，如有需要，也可進一步於第二絕緣層切片14之下再取得相同中心厚度L之第三絕緣層切片進行測試，取得如外層、中層、內層等不同位置樣品。惟無論如何裁切，所取得切片之中心厚度總和皆小於絕緣層11之厚度，也就是不在切片取樣的過程中將絕緣層11裁切完畢而使導電線芯12暴露。

【0038】 配合透過上述所揭示之步驟，本發明採用對電纜絕緣層之逐步切片處理，取得不同深度之絕緣層切片後，充分利用其來自不同深度而有不同老劣化程度之特性，以及其為薄片而可在一般實驗室設備即可進行耐壓測試之優點之下，建立起電纜在老劣化測試之形態和進程之模型，並將之進一步延伸為電纜老劣化之預警機制；在兼具有簡便和多樣性發展前景之下，總結而言，本發明無疑提供了一種充分展現商業和實用價值之利用切片取樣評估電纜老劣化之方法。

【0039】 惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍，舉凡依本發明申請專利範圍所述之形狀、構造、特徵及精神所為之均等變化與修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍內。

【符號說明】

【0040】	1	電纜
	11	絕緣層
	12	導電線芯
	13	第一絕緣層切片
	131	切割缺口
	14	第二絕緣層切片
	15	絕緣層切片
	2	測試試片
	L	中心厚度
	S1~S4	步驟

S21~S31 步驟

【主張利用生物材料】

【0041】



【發明申請專利範圍】

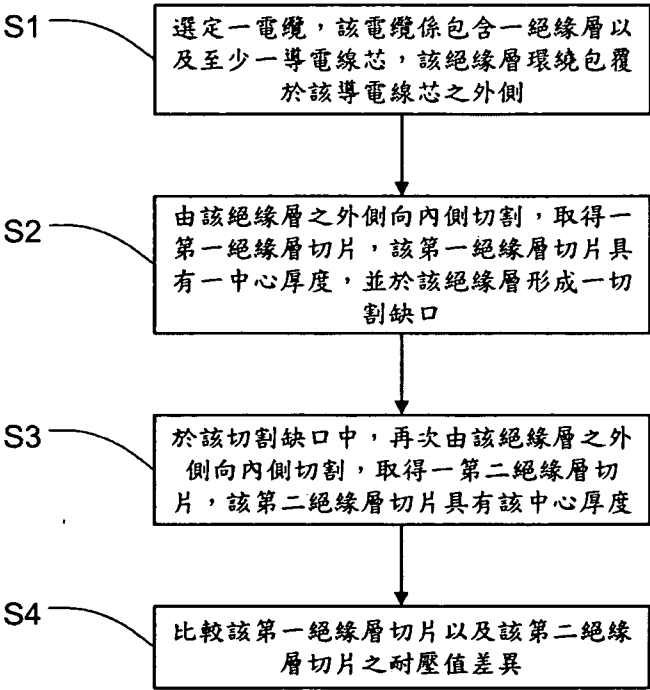
- 【第1項】** 一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其係包含步驟：
- 選定一電纜，該電纜係包含一絕緣層以及至少一導電線芯，該絕緣層環繞包覆於該導電線芯之外側；
- 由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第一絕緣層切片，該第一絕緣層切片具有一中心厚度，並於該絕緣層形成一切割缺口；
- 於該切割缺口中，再次由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第二絕緣層切片，該第二絕緣層切片具有該中心厚度；以及
- 比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異；
- 其中，該絕緣層之厚度係大於該中心厚度之兩倍。
- 【第2項】** 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該絕緣層之厚度係大於3mm。
- 【第3項】** 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該中心厚度係小於1mm。
- 【第4項】** 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中於取得該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之步驟中，該電纜係為工作中。
- 【第5項】** 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該絕緣層之材質係為橡膠或塑膠。
- 【第6項】** 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中於比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異之步驟中，係測試該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片於具有該中心厚度之處之崩潰電壓值。
- 【第7項】** 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中於比較該第一絕緣層切

片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異之步驟前，進一步將該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片分別裁切為至少一測試試片，以使用該測試試片進行比較。

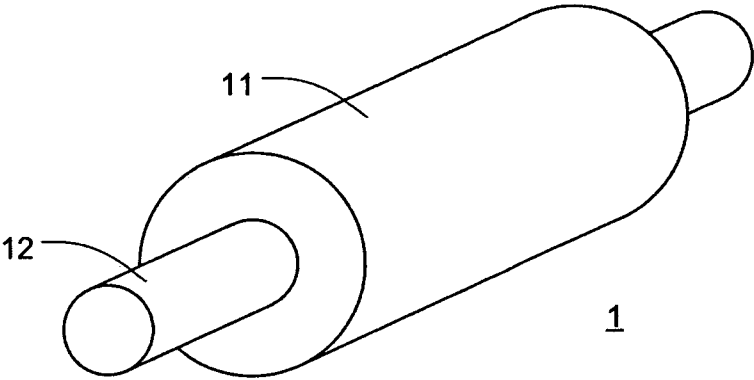
- 【第8項】 一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其係包含步驟：
- 選定一電纜，該電纜係包含一絕緣層以及至少一導電線芯，該絕緣層環繞包覆於該導電線芯之外側；
- 由該絕緣層之外側向內側切割，取得一絕緣層切片，該絕緣層切片之厚度小於該絕緣層之厚度；
- 側面切割該絕緣層切片，使該絕緣層切片上下分離為一第一絕緣層切片以及一第二絕緣層切片，該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片具有相同之一中心厚度；以及
- 比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異。

圖式

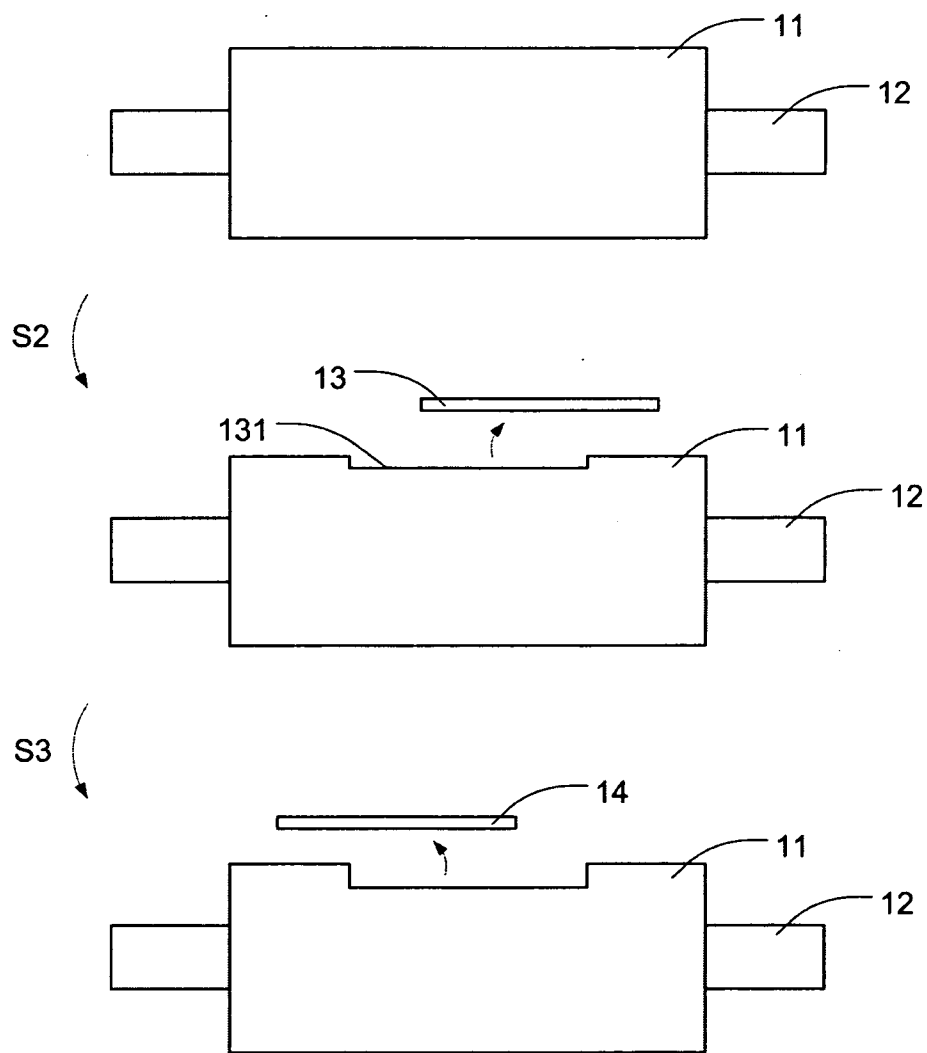
【發明圖式】



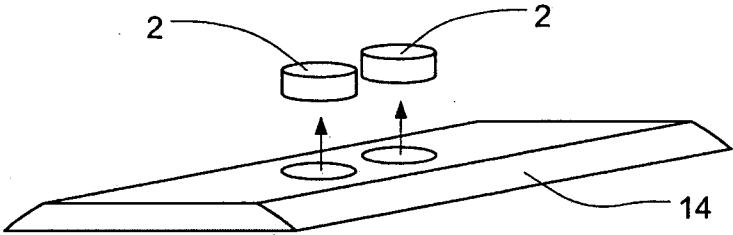
第一圖



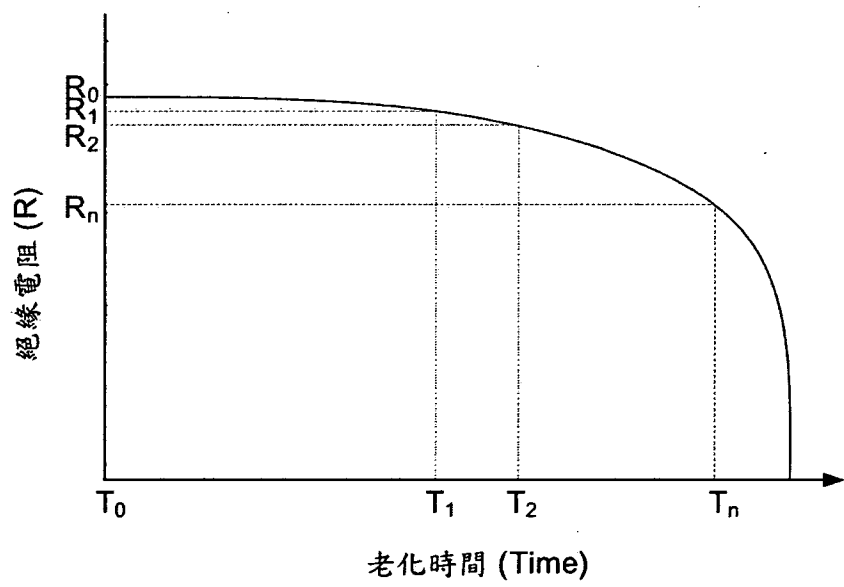
第二圖



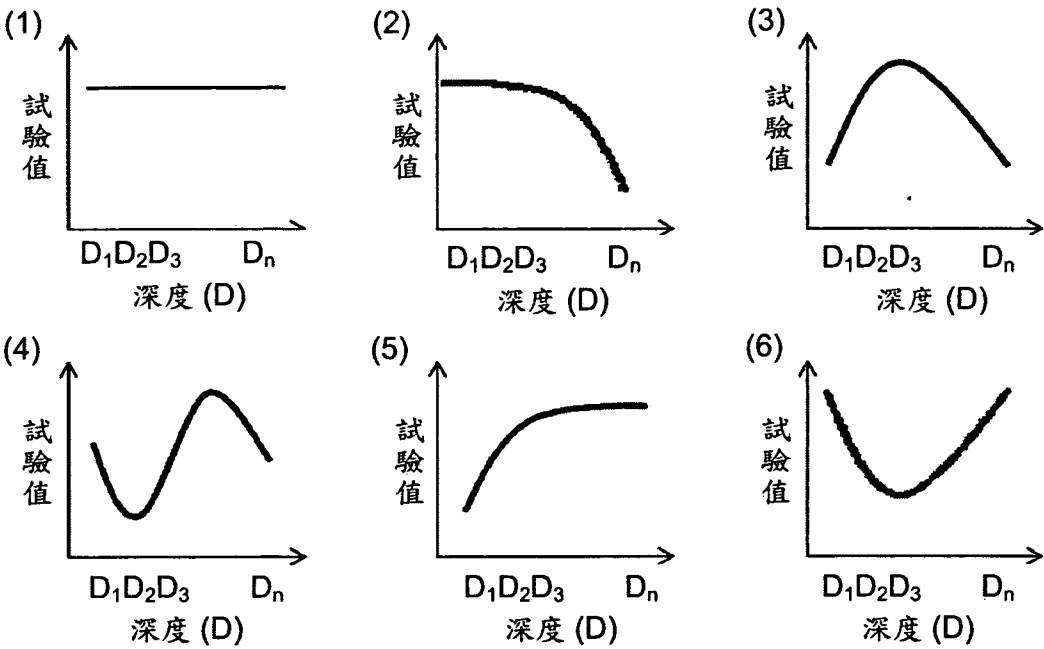
第三圖



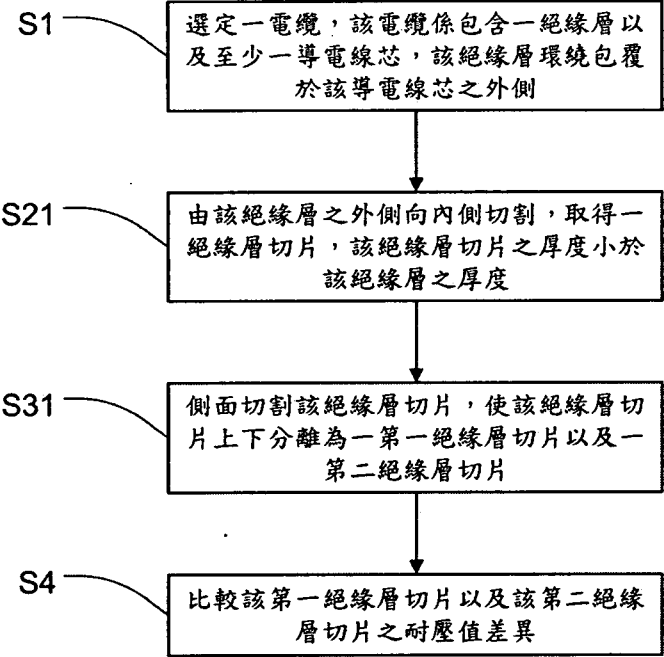
第四圖



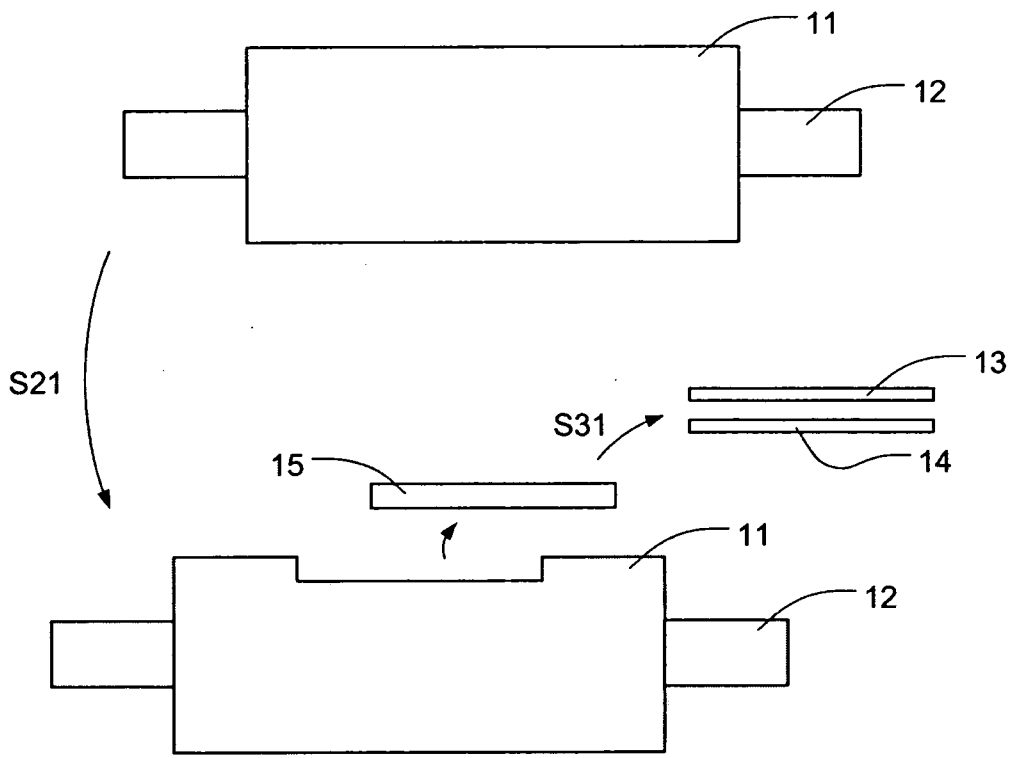
第五圖



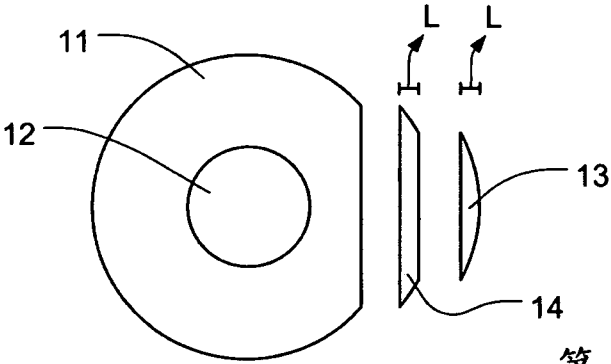
第六圖



第七圖



第八圖



第九圖



申請日: 102.7.23.

IPC分類: G01R 31/02 (2006.01)
G01R 31/12 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】 利用切片取樣評估電纜老劣化之方法

【中文】

本發明係關於一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，有鑑於受到高溫、液體浸泡、輻射照射或其他種種外力影響，電纜絕緣層材料會由外而內發生老化或劣化，因此本發明採用自電纜外緣表面依序向中心切薄片之方式做為取樣方法，對之進行耐壓測試、絕緣電阻量測、伸長率測試等相關檢測試驗，除能找出電纜絕緣層老劣化前與老劣化後之老劣化程度外，亦可對於電纜絕緣層之外層、中層及內層等不同位置的老化或劣化程度進行評估。

【指定代表圖】 第一圖

【代表圖之符號簡單說明】

S1~S4步驟

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 利用切片取樣評估電纜老劣化之方法

【技術領域】

本發明係關於一種評估電纜老劣化之方法，尤指一種對電纜絕緣層之逐步切片處理，取得不同深度之絕緣層切片後，充分利用其來自不同深度而有不同老劣化程度之特性以進行電纜老劣化評估之方法。

【先前技術】

電力是現代社會最倚重的運行基礎，只需要短時間的停電，一般人即可體會其不便之處，而對於各種產業而言，則可能因停電而蒙受重大損失，因此在電力的產生、傳輸乃至於運用之環節上，都須謹慎的確保其能穩定地進行輪轉。

因此在電力系統中，電纜老劣化為即主要的評估項目之一，因為電纜乃電力送抵各處的傳遞路徑，其必然會承受更多的環境嚴苛考驗，例如風吹、日曬、雨打，或者是浸泡於海水中，或者是於核能發電廠內部分區域承受高劑量的輻射照射，而在這些環境因素的影響之下，電纜的壽命，也就是其提供絕緣的能力也會以倍於正常值之速率急速下降，這對於維修與管理形成了重大的考驗。

其中，在熱老化環境中，電纜表面的抗氧化材料會逐漸耗盡；在濕熱老化環境中，電纜絕緣材料內部空孔大小與密度也會產生變化；而在輻照老化環境下，絕緣材料會更容易讓水分子侵入

，導致絕緣電阻特別低。

因此，提出一種精確的電纜老劣化測試方法，以了解電纜的老劣化程度，進而預防電纜在無預警之下崩壞，即是當前所需要解決的一道課題。

中華民國專利公告號TW I237123揭示了一種「直流電纜劣化檢測方法」，其係於一取樣期間內以固定週期對直流電纜的絕緣參數進行取樣，並利用該取樣值建立一趨勢表，以判斷該直流電纜之絕緣參數變化趨勢，當直流電纜在單位時間內的絕緣參數變化率驟升時，即判斷為嚴重劣化，而產生警示訊息通知更換。

經查，此專利文獻對電纜裂化的檢測是在一定期間內，對電纜的漏電流做為樣本，透過將漏電流轉換為絕緣參數，因而判斷電纜的劣化程度，其並不具有對不同深度的老化檢測的能力。

中國專利申請號CN 200810202541.7揭示了一種「檢測中壓固體絕緣電力電纜壽命的方法」，其通過加速水樹老化試驗、14天熱負荷迴圈試驗、工頻逐級擊穿電壓試驗測試、衝擊逐級擊穿電壓試驗測試、絕緣內部水樹的生長大小發展與密度檢測統計、電氣測試、結構檢測，得到工頻擊穿電壓隨著加速水樹老化試驗時間而變化的曲線，以此來判斷電纜品質的優劣並作出電氣壽命的相對評價。

經檢視後，其係為一種透過擊穿電壓進行測試，是為目前常見的方法之一，惟其需要使用高電壓作測試，需要使用昂貴的高壓設備，難以在一般實驗室完成檢測。

另外，在中國專利申請號CN 201010595007.4中所揭示的「

測試中壓電纜抗老化及抗水樹性能的設備」也是透過擊穿電壓進行測試，一如上述前案的技術手段。

美國專利號US 7992449揭示了一種「電纜的強度和剩餘壽命評估之方法 (Method for assessment of cable strength and residual life)」，其方法包括單獨地對電纜線作隨機抽樣，透過對取樣樣本進行機械測試而藉由其應力曲線來評估電纜的剩餘使用壽命，其中，其取樣方法之一是依循深度而區分為不同的樣本，但此案是對金屬芯作取樣，而非針對外層的橡膠材質裂化。

美國專利公開號US 20050268734則揭示了一種「聚合物電性狀態監測方法 (Electrical condition monitoring method for polymers)」，其係在電纜的表面設置量測貼片，以對電纜的電阻率進行測量，其技術手段也是不能得知不同深度的老化程度。

【發明內容】

本發明之主要目的，係提供一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其係對電纜之絕緣層進行切片取樣，以取得不同深度之電纜絕緣層樣品，以觀察在電纜受外界環境之影響而加速老劣化速率時，其在外層、中層、內層等不同位置之電纜絕緣層的老劣化程度差異。

本發明之次要目的，係提供一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其所取得之絕緣層切片係為薄片，可使用一般實驗室設備進行耐壓測試，或是絕緣電阻量測、伸長率測試等檢驗，不需要使用昂貴的設備以提供超高電壓做檢測，可降低成本並且提

高普及程度。

本發明之另一目的，係提供一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其所取得之測試結果可運用為建立起電纜老化預測之模型，得以衍生出廠區針對電纜壽命之預警系統，具有高度之產業利用性。

本發明之再一目的，係提供一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其用以測試之切片在取得上相當簡便，可自由選定所需要的區段進行測試，具有靈活性，並可視情況直接應用於正在工作中之電纜。

爲了達到上述之目的，本發明揭示了一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其係包含步驟：選定一電纜，該電纜係包含一絕緣層以及至少一導電線芯，該絕緣層環繞包覆於該導電線芯之外側；由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第一絕緣層切片，並於該絕緣層形成一切割缺口；於該切割缺口中，再次由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第二絕緣層切片；以及比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異。另外，在切割的過程中也可以變更爲先由該絕緣層之外側向內側切割，取得一絕緣層切片之後，再由側面切割該絕緣層切片，使該絕緣層切片上下分離爲一第一絕緣層切片以及一第二絕緣層切片。經過如此步驟之操作，即可在找出電纜於不同深度位置之絕緣材料的樣本之下，藉由比較其試驗值之差異而評估電纜的老劣化態樣。

【圖式簡單說明】

第一圖：其係爲本發明一較佳實施例之步驟流程圖；

第二圖：其係為本發明中，電纜之結構示意圖；

第三圖：其係為本發明中，步驟S2~S3之流程示意圖；

第四圖：其係為本發明中，裁切測試試片之結構示意圖；

第五圖：其係為本發明中，相同深度之測試試片於不同老化時間與絕緣電阻阻值之關係變化圖；

第六圖：其係為本發明中，相同老化時間之測試試片於不同深度與試驗值之關係變化圖；

第七圖：其係為本發明另一較佳實施例之步驟流程圖；

第八圖：其係為本發明中，步驟S21~S31之流程示意圖；以及

第九圖：其係為本發明中，第一絕緣層切片以及第二絕緣層切片之厚度示意圖。

【實施方式】

為使本發明之特徵及所達成之功效有更進一步之瞭解與認識，謹佐以較佳之實施例及配合詳細之說明，說明如後：

有鑑於電纜在惡劣的環境中會加速其老化之速率而縮短其壽命，在掌握更換的時機上變得難以捉摸，提高了意外發生短路甚至釀成災害之風險，因此本發明提出了一種測試電纜老劣化之方法，使得相關產業對於電纜之性質變化能有較佳的監控能力。

首先，請參考第一圖，其係揭示了本發明在操作上之步驟流程，其係包含步驟：

步驟S1：選定一電纜，該電纜係包含一絕緣層以及至少一導電線芯，該絕緣層環繞包覆於該導電線芯之外側；

步驟S2：由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第一絕緣層切片，該第一絕緣層切片具有一中心厚度，並於該絕緣層形成一切割

缺口；

步驟S3：於該切割缺口中，再次由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第二絕緣層切片，該第二絕緣層切片具有該中心厚度；以及

步驟S4：比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異。

本發明於步驟S1中，其進行測試之電纜係為一般傳輸電力、訊號之線材，請參考第二圖之結構示意，電纜1的內部是由導電性能良好之金屬材料所製成的導電線芯12，此金屬材料通常是指銅(Cu)或鋁(Al)，可視電纜產品的導電性要求和成本考量而在這兩者之間有所取捨。

導電線芯12的外側是由不導電之絕緣材料所構成之絕緣層11包覆，絕緣材料通常是橡膠或是塑膠，其性質之狀況即為電纜壽命是否將屆、有無更換電纜之急迫性和必要性的關鍵。另外，本發明並無限制只能應用於具有單一導電線芯12之電纜1，因為測試之關鍵係在於包覆隔絕用的絕緣層11，因此可適用於具有多根導電線芯12之電纜1。

本發明所進行檢測之電纜，並不需要將其進行特定長度之裁斷而將裁斷之電纜移送至檢測場所進行測試，只要自由地選擇所要檢測的區段，例如選擇工作環境是在水底、高輻射劑量之區域或是高溫區等區段進行選定後，進行後續步驟S2~S4之處理即可，即便是該電纜仍在工作場所工作中，也可進行檢測。

接著於步驟S2，本發明即對電纜進行切片取樣。請配合參考

第三圖所示之流程，此實施例中，係針對所選定之電纜，由其絕緣層11之外側向內側切割，以取得薄片狀的第一絕緣層切片13，並同時讓被切割的絕緣層11在該處留下一個切割缺口131。

於此，第一絕緣層切片13是先被取得之切片樣本，也就是最直接與電纜所浸泡之液體、輻射、高溫接觸的部分。在此暴露之下，第一絕緣層切片13是電纜老劣化速率最快的部分，因此其性質也必然地老劣化最為嚴重，例如硬化、脆化等，不但在結構上損害嚴重，如先前技術所指，在電纜表面的抗氧化材料會逐漸耗盡，或絕緣層材料內部空孔大小與密度產生變化；或是絕緣層材料變得更容易讓水分子侵入而導致絕緣電阻降低之下，其耐壓值也大幅下降而有喪失功能之虞。

在取得第一絕緣層切片13後，接著於步驟S3，從取得第一絕緣層切片13所形成的切割缺口131中，再次由絕緣層11之外側向內側切割，取得第二絕緣層切片14。請參考第二圖，第二絕緣層切片14相較於第一絕緣層切片13更深入而靠近導電線芯12，其受環境因素而加速老劣化的情況並不如第一絕緣層切片13來得嚴重。

待取得第一絕緣層切片13以及第二絕緣層切片14之後，接著即可將兩者進行耐壓值之比較。以全新的電纜而言，其耐壓值大多落於40~60KV/mm，而經長期使用而材質、品質老劣化的電纜則已不具有此耐壓值，在測試之下，可發現第一絕緣層切片13的耐壓值係略小於第二絕緣層切片14之耐壓值，因此可藉由此差異及其絕對值，分析出接受檢測之電纜之老劣化狀況，並且評估其在不同深度的老劣化程度。

本發明係將電纜之絕緣層，由外而內逐層將之切成數個薄片，然後以各薄片之中心為測試標的；如第四圖所示之舉例，其係所取得的第二絕緣層切片14裁切成數個特定大小及形狀之測試試片2，進行諸如耐壓測試、絕緣電阻量測、伸長率測試等相關檢測試驗。

如前所述為本發明之切片取樣流程，至於電纜老劣化程度係根據相關檢測試驗所得數據之變化趨勢而定，以絕緣電阻量測試驗來說，如第五圖所示，係一電纜取其不同老化時間之相同深度的測試試片2，所得之絕緣特性曲線，該曲線的縱軸為絕緣電阻阻值(R)，橫軸則為老化時間(Time)，該曲線所呈現之趨勢為老化時間愈久，其絕緣電阻愈低，當老化時間到某一程度，其阻值就出現劇減之趨勢，檢測人員即可以依據此曲線了解各老化時間之電纜老劣化程度。對於其他，如耐壓測試、伸長率測試等，亦是利用相同方式來了解電纜老劣化程度。更可於相同老化時間進行多種試驗，交叉分析，即可更精確了解電纜老劣化程度。

另於相同老化時間，可對不同深度之絕緣層試片進行相關檢測試驗，其結果如第六圖之(1)~(6)所示，其係針對不同深度(D)之測試試片2，於相同老化時間進行相關檢測試驗之各種可能態樣示意圖，可呈現出電纜絕緣層不同深度的老劣化態樣。

進一步而言，本發明亦可在特殊實驗之下簡便地建立起電纜老化評估的模型，例如在取得全新的電纜後，對其進行固定參數之泡水老化或是熱老化之人工測試，然後經由本發明所揭示的方法進行取樣和檢驗，即可探詢出環境參數與電纜老劣化進程的脈絡，以衍生架構為預測、預警電纜壽命將屆的安全系統。

而若要檢測部分可能有問題之電纜，本發明之方法也只要取出疑似損壞部分周邊的電纜樣本做檢測，即可獲知電纜老劣化的進程，以及推斷其原因為何。

考量到本發明的機制以及現實產業環境的需求，本發明較適合針對廠區內所使用之大型、絕緣層較厚之電纜，其絕緣層至少大於3mm，因為此些電纜入若要進行通常之電壓試驗，則需要更高強度的電壓才能知曉其崩潰電壓(擊穿電壓)的臨界線，而本發明透過切片之方式，僅取中心厚度小於1mm之第一絕緣層切片13以及第二絕緣層切片14，大幅降低測試其耐壓值時所需要施加的電壓，因此可應用於一般實驗室檢測，不需要使用到價格昂貴之超高電壓設備以測試完整的電纜。

除了前述的切片方法以外，請參考第七圖以及第八圖，其揭示了另一種切片取樣之操作方法：

步驟S1：選定一電纜，該電纜係包含一絕緣層以及至少一導電線芯，該絕緣層環繞包覆於該導電線芯之外側；

步驟S21：由該絕緣層之外側向內側切割，取得一絕緣層切片，該絕緣層切片之厚度小於該絕緣層之厚度；

步驟S31：側面切割該絕緣層切片，使該絕緣層切片上下分離為一第一絕緣層切片以及一第二絕緣層切片，該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片具有相同之一中心厚度；以及

步驟S4：比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異。

此時，其係先直接取得絕緣層切片15後，然後再將絕緣層切片15側面切割為第一絕緣層切片13以及第二絕緣層切片14之後，

再將兩者進行耐壓值之比較測試。此方法之概念仍與前一實施例相同，皆係透過切片的方式而針對電纜的不同深度做測試而建立起老劣化評估的方法。

最後，請參考第九圖，其係以另一剖面之視角而觀察第一絕緣層切片13以及第二絕緣層切片14，其剖面外觀因為於電纜不同之深度而有所差異，但兩者的中心厚度L係為相同，以在比較第一絕緣層切片13以及第二絕緣層切片14之耐壓值差異之步驟中，於取得具有中心厚度L之處之崩潰電壓值時，係為有效之測試結果，得以建立正確的電纜老劣化趨勢。另外，如有需要，也可進一步於第二絕緣層切片14之下再取得相同中心厚度L之第三絕緣層切片進行測試，取得如外層、中層、內層等不同位置樣品。惟無論如何裁切，所取得切片之中心厚度總和皆小於絕緣層11之厚度，也就是不在切片取樣的過程中將絕緣層11裁切完畢而使導電線芯12暴露。

配合透過上述所揭示之步驟，本發明採用對電纜絕緣層之逐步切片處理，取得不同深度之絕緣層切片後，充分利用其來自不同深度而有不同老劣化程度之特性，以及其為薄片而可在一般實驗室設備即可進行耐壓測試之優點之下，建立起電纜在老劣化測試之形態和進程之模型，並將之進一步延伸為電纜老劣化之預警機制；在兼具有簡便和多樣性發展前景之下，總結而言，本發明無疑提供了一種充分展現商業和實用價值之利用切片取樣評估電纜老劣化之方法。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍，舉凡依本發明申請專利範圍所述之形狀、

構造、特徵及精神所爲之均等變化與修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍內。

【符號說明】

- 1 電纜
- 11 絕緣層
- 12 導電線芯
- 13 第一絕緣層切片
- 131 切割缺口
- 14 第二絕緣層切片
- 15 絕緣層切片
- 2 測試試片
- L 中心厚度
- S1~S4 步驟
- S21~S31 步驟

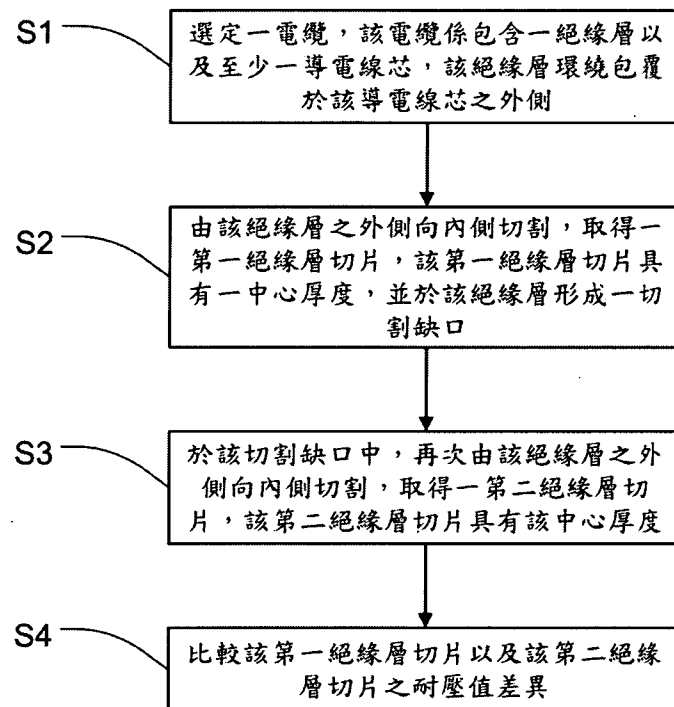
【發明申請專利範圍】

- 【第1項】 一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其係包含步驟：
選定一電纜，該電纜係包含一絕緣層以及至少一導電線芯，該絕緣層環繞包覆於該導電線芯之外側；
由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第一絕緣層切片，該第一絕緣層切片具有一中心厚度，並於該絕緣層形成一切割缺口；
於該切割缺口中，再次由該絕緣層之外側向內側切割，取得一第二絕緣層切片，該第二絕緣層切片具有該中心厚度；以及
比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異；
其中，該絕緣層之厚度係大於該中心厚度之兩倍。
- 【第2項】 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該絕緣層之厚度係大於3mm。
- 【第3項】 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該中心厚度係小於1mm。
- 【第4項】 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中於取得該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之步驟中，該電纜係為工作中。
- 【第5項】 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該絕緣層之材質係為橡膠或塑膠。
- 【第6項】 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中於比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異之步驟中，係測試該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片於具有該中心厚度之處之崩潰電壓值。
- 【第7項】 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中於比較該第一絕緣層切片

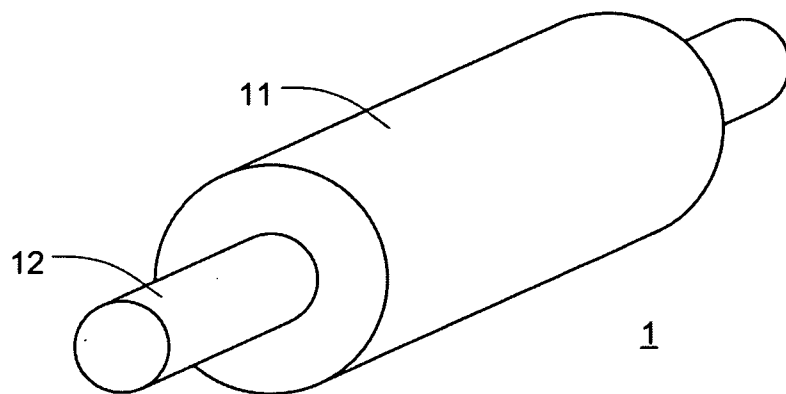
以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異之步驟前，進一步將該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片分別裁切為至少一測試試片，以使用該測試試片進行比較。

- 【第8項】 一種利用切片取樣評估電纜老劣化之方法，其係包含步驟：
- 選定一電纜，該電纜係包含一絕緣層以及至少一導電線芯，該絕緣層環繞包覆於該導電線芯之外側；
- 由該絕緣層之外側向內側切割，取得一絕緣層切片，該絕緣層切片之厚度小於該絕緣層之厚度；
- 側面切割該絕緣層切片，使該絕緣層切片上下分離為一第一絕緣層切片以及一第二絕緣層切片，該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片具有相同之一中心厚度；以及
- 比較該第一絕緣層切片以及該第二絕緣層切片之耐壓值差異。

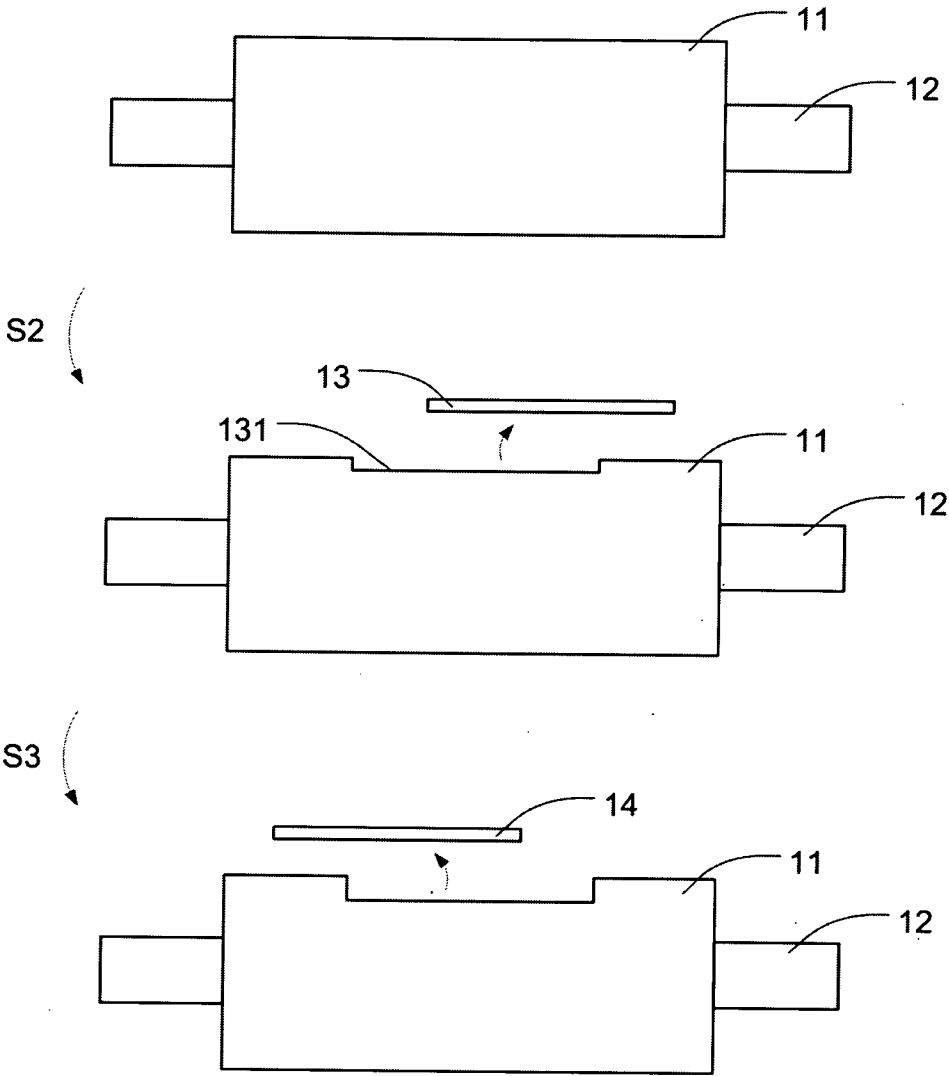
【發明圖式】



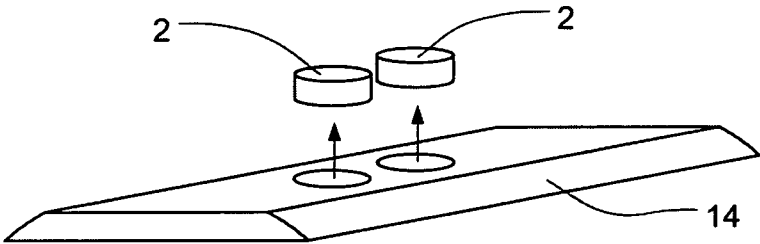
第一圖



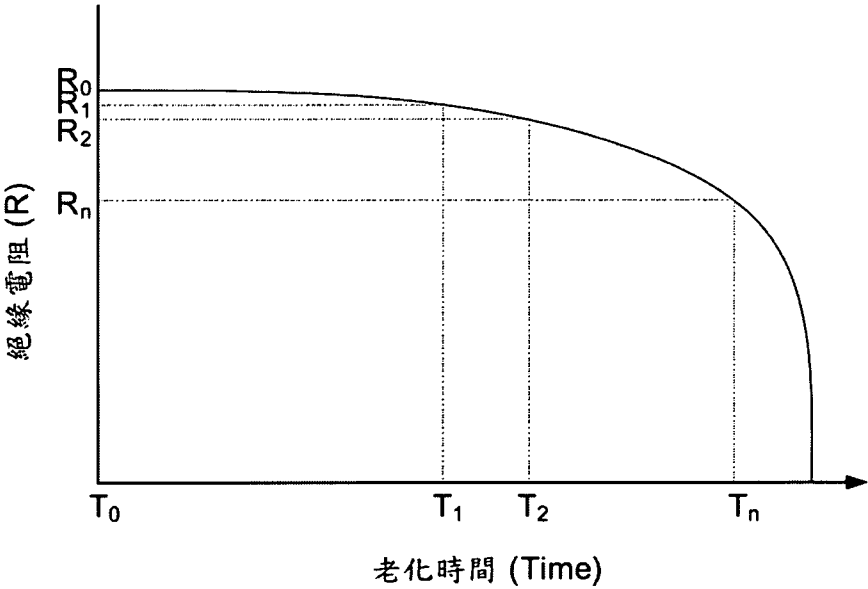
第二圖



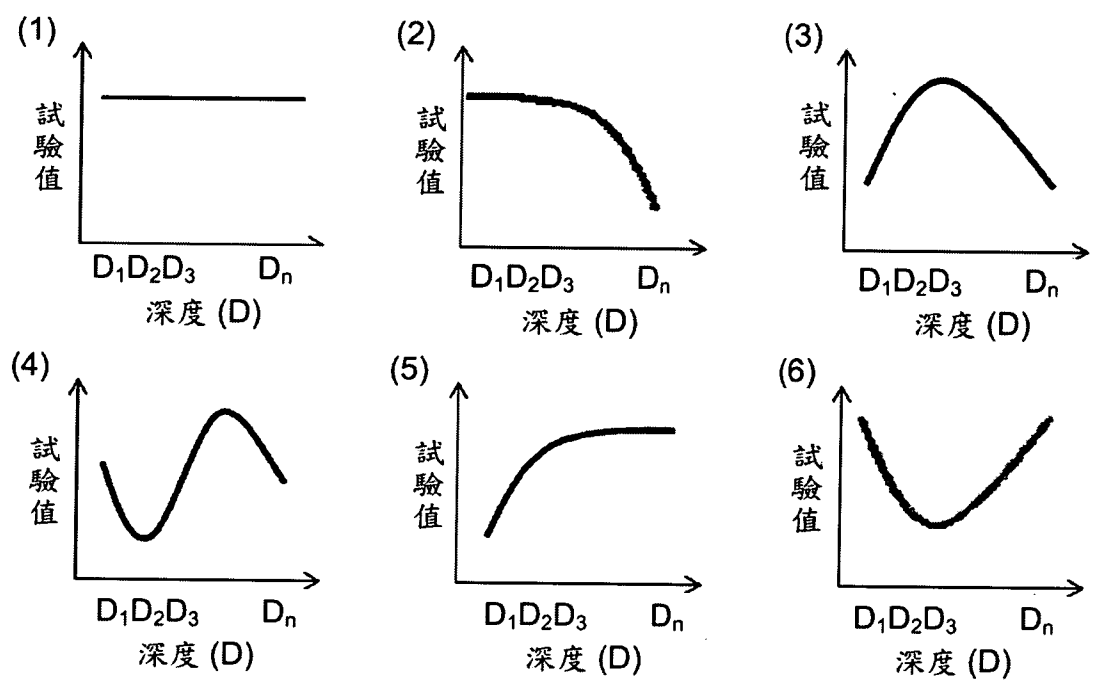
第三圖



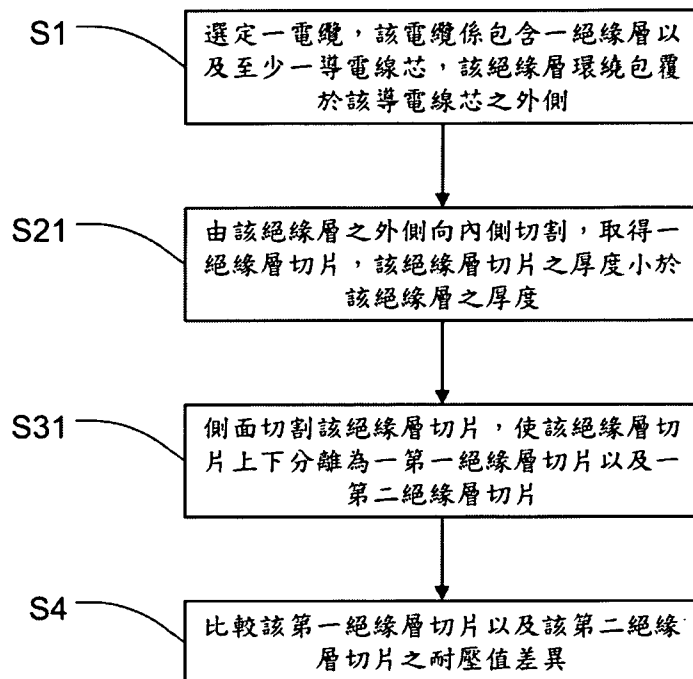
第四圖



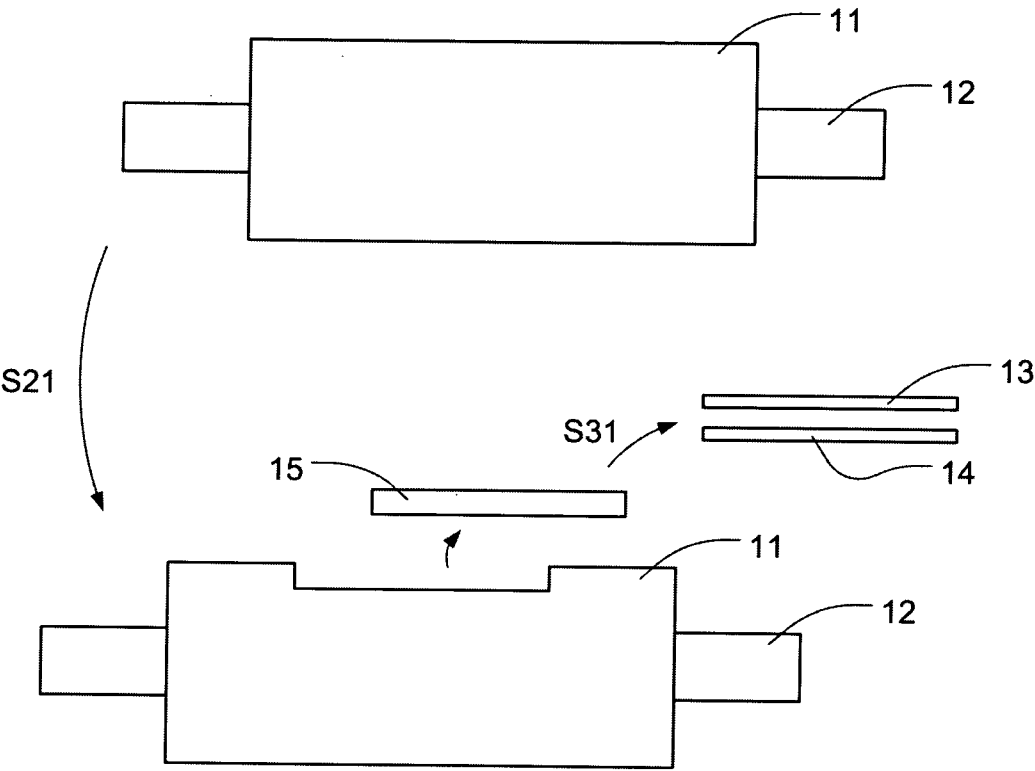
第五圖



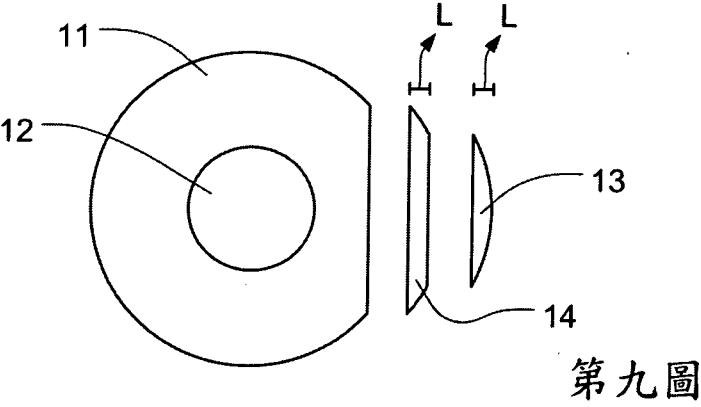
第六圖



第七圖



第八圖



第九圖