

公告本

申請日期	89.9.28
案 號	89120057
類 別	H04M 3/22

477147

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明 名稱	中 文	用戶電話線之故障偵測
	英 文	DETECTING FAULTS IN SUBSCRIBER TELEPHONE LINES
二、發明人 創作	姓 名	(1)約色夫 S. 羅森 (2)蘇珊 E. 麥考吉爾
	國 籍	美 國
	住、居所	(1)美國.伊利諾州 60645 芝城,西賈拉街 2914 號 (2)美國.伊利諾州 60010 貝倫坦,南庫克街 805 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	泰 瑞 丹 公 司
	國 籍	美 國
	住、居所 (事務所)	美國.麻州 02118 波士頓,哈瑞森大道 321 號
	代 表 人 姓 名	司圖特 M. 奧斯汀

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C分類：

A6
B6

本案已向：

美 國(地區) 申請專利，申請日期：1999.09.30 案號：09/410,237 , ☒有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於： , 寄存日期： , 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (i)

發明背景

本發明一般係有關於通訊網路，且尤指通訊線路之故障偵測。

近年來，平常的舊式電話服務(POTS's)傳送高速數位訊號有一直增加的需求。該需求係由於家庭對網際網路及遠距辦公室電腦存取的刺激。兩種形式的存取典型地使用 POTS 線路做為傳送數位訊號路徑的一部份。

POTS 之線路係建立以傳送音頻的聲音訊號，且也能夠傳送在接近可聽見頻率範圍如語音訊號的數位訊號。例如 ISDN 及 ADSL 的現代數位服務傳送在可聽見範圍以上頻率的數據。在這些較高的頻率，傳送聲音訊號良好的 POTS 線路可能不良於傳送數位訊號。然而，許多電話操作公司(TELCO's)想要為他們的用戶提供 ISDN 及/或 ADSL 數據服務。

TELCO 交換機及用戶端之間的電話線路在 ISDN 及 ADSL 傳輸之高頻特性往往是不佳效能的來源。然而，高成本使得這些用戶線路廣泛的更換是不期望的對策，用以提供用戶具有線路能夠支援 ISDN 及 ADSL。一種較少花費的替代係僅修理或排除那些不合格於傳送高速數位訊號的用戶線路。

要有限更換或修理不合格的線路，TELCO's 已經重點發展用於預估用戶線路將支援數據服務的方法。某些重點也已經用於預估該數據服務將被支援的頻率範圍。某些方法也已經發展用於找尋已經支援數據服務的用戶線路中的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(>)

故障，使得該故障能夠被修理。

現在用以預估用戶線路支援高速數位傳輸的方法典型地不是自動的、勞力密集、且需要在多點測試存取。往往，這些方法需要使用線路參數之高頻量測的技術性描述，以決定數據傳輸能力。以一個網路的大小，該測試的實現係非常昂貴。

本發明針對克服或，至少，減少以上所描述的問題之一或更多的影響。

發明概要

在第一方面，本發明提供一種測試用戶線路的方法。該方法包括提供一分類器以預估線路的效能特性，至少一部份基於一輔助變數的值。該輔助變數的每一個值代表線路的特性。該方法也包括執行用戶線路上的電氣量測，使用該量測以預估輔助變數的值，而預估線路之效能特性。預估特性的動作使用分類器以預估輔助變數的值。

在第二方面，本發明提供一種用以偵測用戶線路中的問題或故障之方法。該方法包括從電氣量測分類該線路為標準線路及非標準線路。該方法從電氣量測及分類決定該線路是否有問題或故障。

在第三方面，本發明提供一種用以偵測用戶線路中的故障之方法。該方法包括對於線路係合格於或不合格於作為數據服務線路做一個初步的分類，以回應於它們之上的電氣量測。該方法也包括從電氣量測及初步的分類決定該

五、發明說明 (7)

線路是否有故障。

在第四方面，本發明提供一種用以偵測用戶線路中的故障之方法。該方法包括對於線路係合格於或不合格於作為數據服務線路做一個初步的分類，以回應於它們之上的電氣量測。該方法也包括從電氣量測及初步的分類決定該線路是否有故障。

在第五方面，本發明提供一種用以建立堆疊的分類器來偵測線路故障之方法。該方法包括選擇用戶線路的學習集合以從線路之特性及輔助變數的值決定分類器的形式。部分的線路有故障，而部分的線路沒有故障。輔助變數的值決定相關的線路是否係標準且合格於數據服務之一。

在第六方面，本發明提供一種儲存電腦可執行指令程式的程式儲存裝置，用以執行以上所描述方法之一或更多。

許多實施例使用測試路徑，其提供用戶線路之低頻電氣特性上之數據，以預估關於高頻的效能。

圖式簡單說明

由以下配合附圖的說明，本發明之其它特色及優點將很明顯，其中：

圖一係顯示部份的 POTS 網路，其具有一用以偵測用戶線路中的故障之系統；

圖二 A 係顯示第一種量測設置，用以在用戶電話線路上做單端電氣量測；

五、發明說明(4)

圖二 B 係圖二 A 之量測設置之等效電路；

圖二 C 係顯示第二種量測設置，用以在用戶電話線路上做單端電氣量測；

圖三係描述由測試匯流排及標準聲音測試存取所產生的訊號失真；

圖四係顯示用戶線路中分離線對的故障；

圖五係顯示一接合錯誤如何能夠產生分離線對的故障；

圖六 A 係顯示在用戶線路上電阻性阻抗之相位量測之方法；

圖六 B 係顯示在用戶線路上分離線對的故障之相位量測之方法；

圖七係描述以圖一、圖四、及圖五的系統所偵測用戶線路上故障之一種方法的流程圖；

圖八係描述以圖七之方法使用戶線路合格之方法的流程圖；

圖九係顯示使用圖七、及圖八之方法來提供高速數據服務的一種方法；

圖十 A-十 E 顯示具有不同尺寸配置的示範用戶線路；

圖十一係顯示具有一橋式分接的用戶線路；

圖十二 A-十二 E 係顯示具有一橋式分接的用戶線路之示範結構；

圖十三係從參考設置決定用戶線路特定實體結構的一種方法之流程圖；

五、發明說明(ㄣ)

圖十四係在用戶及樣式線路之間找尋最佳匹配的一種方法之流程圖；

圖十五係用於認定用戶線路合格的一種方法之流程圖；

圖十六係用以提供高速數據服務給用戶的一種商業方法之流程圖；

圖十七係用以使用輔助變數偵測橋式分接的堆疊方法之流程圖；

圖十八 A 係顯示標準用戶線路之預估及實際訊號衰減；

圖十八 B 係顯示非標準用戶線路之預估及實際訊號衰減；

圖十八 C 係顯示一示範標準用戶線路之預估、偏移預估及實際訊號衰減；

圖十九係顯示一種示範決策樹；

圖二十係描述一組的用戶線路上圖十九之決策樹的準則之動作；

圖二十一係描述以機器學習方法建立該決策樹的方法之流程圖；及

圖二十二係決定圖十九-圖二十中描述的決策樹之分支準則的一種方法之流程圖。

元件符號說明

10：電話網路

五、發明說明 (b)

12-14：用戶線

15：交換機

16-18：用戶單元

22：電話纜線

24：用戶線路

26：部分纜線

28-29：線路

33、34：纜線

35：接合

36、37：絞繞線對

38：單一絞繞線對

40：量測單元

41、43：裝置

46：電腦

48：連線

49：數據儲存裝置

50：儲存媒介

54：變頻電壓源

55：等效電路

56、57：電路

58：共地

60：量測設置

121-125：示範線路

127：用戶線路

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (7)

128：絞繞線對

130、131、132、133、134：橋式分接

135-139：示範用戶線路

較佳實施例之詳細說明

圖一係顯示部份的 POTS 網路，其具有一系統 11 用以偵測用戶線路 12-14 中的故障。用戶線路 12-14 連接用戶單元 16-18，例如，數據機、及/或電話，至電話交換機 15。該交換機 15 連接用戶線路 12-14 至電話網路 10 的其他人。該交換機 15 可以是一 POTS 交換機或其他裝置，例如，一數位用戶迴路存取多工器(DSLAM)。

每一用戶線 12-14 以合適於聲音傳輸之標準的雙絞線電話線路構成。兩金屬線通常被稱之為振鈴 AR@及傳送 AT@線。

大部分的每一用戶線路 12-14 以一種或多種標準電話纜線 22 覆蓋。該纜線 22 攜帶許多用戶線路 12-14，例如，比一打多，以一種緊密地包裝的架構中。該緊密包裝建立一種電氣環境，其改變個別用戶線路的傳輸特性。

偵測線路故障的電氣量測由量測單元 40 所執行。在各種的實施例中，量測單元 40 包括裝置 41 及 43 之一或全部，每一裝置 41、43 執行選擇的線路 12-14 上單端電氣量測。在較佳實施例中，該電氣量測係單端的。裝置 41 以共模架構執行用戶端線路 12-14 之傳送及電話線上的量測，且產生有用於偵測分離線對的結果。該裝置 43 能夠量測選擇

五、發明說明(8)

之分開或一起的線路 12-14 之導納，且產生有用於決定特定實體線路架構的結果。該量測單元 40 也可以儲放其他裝置(未顯示)，用以執行其他形式的電氣量測，例如，單端或雙端量測。該量測單元 40 經由測試匯流排 42 耦合至交換機 15。

裝置 41、43 經由測試匯流排 42 及一標準聲音測試存取 44 連接至交換機 15。該聲音測試存取 44 電氣連接裝置 41 或裝置 43 至被選擇測試的用戶線路 12-14。該聲音測試存取 44 通常以大約 100 赫茲(Hz)及 20 千赫茲(KHz)之間的低頻率傳送電氣訊號。但，測試存取 44 可以，例如，高至 100 至 300KHz 的較高頻率來傳送訊號，在某些交換機 15 中。

量測單元 40 由電腦 46 控制，其選擇所執行的量測形式、使用的裝置 41、43、及測試的用戶線路 12-14。電腦 46 經由連線 48，例如一種線路、網路、或提供的線路，傳送控制訊號至量測單元 40，且從量測單元 40 經由相同的連線 48 接收量測結果。

電腦 46 包含由量測單元 40 用以控制線路測試及由量測單元 40 用以偵測線路問題或故障之結果的軟體程式。該軟體程式被儲存，以可執行的形式，在一數據儲存裝置 49 中，例如，一硬碟或隨機存取記憶體(RAM)。該程式也可以在可讀取之儲存媒介 50 上編碼，例如，一光碟或磁碟片，程式能夠從而被執行。

要執行測試，量測單元 40 送訊號給連接線路 12-14 之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（ 9 ）

聲音測試存取 44 以測試連接內部裝置 41、43 的匯流排 42 之線路。然後，裝置 41、43 之一或全部執行選擇之線路 12-14 上電氣量測。在量測完成之後，量測單元 40 送訊號給交換機 15 以從匯流排 42 之線路分開線路 12-14。

電腦 46 能夠在完全連接線路 12-14 用於數據服務之前，分類選擇的用戶線路 12-14。線路 12-14 能夠被指定可能分類的範圍將視 TELCO 之事務性需求而定。一種簡單的，但非常有用的分類設定係”合格於”及”不合格於”提供數據服務。合格係基於確定的，以高的確定性，其選擇的線路 12-14 將支援特定的數據服務。不合格係基於確定的，以高的確定性，其選擇的線路 12-14 將不支援特定的數據服務。

圖二 A 係顯示第一種量測設置 52，以裝置 41 執行一種型式的單端電氣量測。該量測被使用以偵測圖一之用戶線路 12-14 中例如分離線對的故障。

該裝置 41 具有一變頻電壓源 54 用以驅動測試下的用戶線路 12-14 之傳送及振鈴線 T、R。該電壓源一起驅動兩條線，例如，以共模組態，以由量測單元 40 所控制的頻率。測試下的線路 12-14 之傳送及振鈴線 T、R 係經由聲音測試存取 44 連接至裝置 41。

電壓源 54 連接至電阻 R_1 及 R_2 的一側。電阻 R_1 及 R_2 的第二側連接至測試下的用戶線路 12-14 之電阻性傳送及振鈴線 T、R。因此，電壓源 54 經由對應的電阻 R_1 及 R_2 ，以共模驅動傳送及振鈴線 T、R。

五、發明說明 (10)

電阻 R_1 及 R_2 具有相等的電阻，使得電壓源 54 在每一個電阻 R_1 及 R_2 和接地之間感應相等的電壓 V_1 、 V_2 ，如果這裡的電流 I_T 、 I_R 也相等。傳送及振鈴線 T、R 之輸入阻抗 Z_T 、 Z_R 中的不同，使得電壓 V_1 、 V_2 在振幅及/或相位不同。例如，由分離線對產生的互感效應能夠使輸入阻抗 Z_T 、 Z_R 不相等。

電壓表 VM_1 及 VM_2 分別量測電壓 V_1 、 V_2 的振幅及相位。從電壓表 VM_1 及 VM_2 的量測，電腦 46 能夠獲得壓 V_1 及 V_2 之間的相位差。

圖二 B 係顯示圖四之量測設置 52 的一等效電路 55。以共模組態，該傳送及振鈴線 T、R 如獨立電路 56、57 之元件來動作，其連接電壓源 54 至一共地 58。該傳送線 T 在電路 56 中係等效於一組抗 Z_T ，而該振鈴線 R 在電路 57 中係等效於一組抗 Z_R 。

由於傳送或振鈴線 T、R 上故障的出現，輸入阻抗 Z_T 及 Z_R 可能具有不同的振幅及/或相位。不同值的 Z_T 、 Z_R 在電路 56 及 57 中產生不同的電流 I_T 、 I_R ，及不同的量測電壓 V_1 及 V_2 。電壓差 V_1-V_2 的相位係正比於傳送及振鈴線 T、R 的輸入阻抗之間的相位差。在電壓差 V_1-V_2 的相位中，關於貼附之用戶線路的終端效應大部分地能夠被忽略。

圖二 C 係顯示一種量測設置 60，以圖一中所顯示的裝置 43 在選擇之用戶電話線路 12-14 上執行單端電氣量測。該裝置 43 量測電氣特性，其能夠如以上所描述，被使用來測定線路 12-14 之特定實體結構，及測定線路問題與故障

五、發明說明 (11)

。以裝置 43 來偵測線路故障及問題的某些方法已經被描述在美國專利申請案第 09/294,563(>563)號，建檔於 1999 年四月二十日。該>563 的申請案在這裡完全被納入參考。

裝置 43 被採用以量測在測試下線路 12-14 的傳送線 T、振鈴線 R 及接地 G 之間的導納。被測試的線路 12-14 的傳送及振鈴線 T、R 經由已知的電導 G_t 及 G_r 連接至驅動電壓 V_1 及 V_2 。該傳送及振鈴線 T、R 也連接至電壓表 V_t 及 V_r 。該 V_t 及 V_r 電壓表分別讀取傳送線與接地 G 之間，及振鈴線 R 與接地 G 之間的電壓。從電壓表 V_t 及 V_r 的讀數使電腦 46 能夠分別測定線對傳送-接地、傳送-振鈴、及振鈴-接地之間的三個導納 Y_{tg} 、 Y_{tr} 及 Y_{rg} 。該裝置 43 能夠在由聲音測試存取 44 支援的範圍中在預定的頻率量測導納。該>563 申請案已經描述用於執行此類量測的方法。

煩請參考圖三，電腦 46 可以補償由測試匯流排 42 及/或聲音測試存取 44 所引入的訊號失真。要執行該補償，電腦 46 將接合匯流排 42 及測試存取 44 的兩線路當作一線性雙埠系統。然後，在量測裝置 40 之輸出端的電流及電壓 I_T' 、 V_T' 及 I_R' 、 V_R' 係由以下的 2×2 矩陣方程式和傳送及振鈴線 T、R 之輸出端上的電流及電壓 I_T 、 V_T 及 I_R 、 V_R 有關：

$[I_T, V_T] = A(f)[I_T', V_T']^t$ 及 $[I_T, V_T] = A'(f)[I_R', V_R']^t$ 。頻率相依矩陣 $A(f)$ 及 $A'(f)$ 係由每一個匯流排 42 及聲音測試存取 44 實驗決定。然後，電腦 46 從以上的方程式獲得的電流及電壓 I_T 、 V_T 及 I_R 、 V_R ，計算傳送及振鈴線 T、R 之

五、發明說明 (12)

阻抗或導納。

該量測系統 40 及電腦 46 能夠偵測例如分離線對、電阻性不平衡、金屬性故障、負載線圈、橋式分接、線徑混接、及高訊號失真的故障。共同候審美國申請專利案第 09/285,954('954)，建檔於 1999 年四月二日，描述某些這類故障的偵測，且在這裡完全被納入參考。

分離線對

煩請再參考圖一，緊密的靠近能夠電感性地產生用戶線路 12-14 之間的串音。大的訊號電感性地產生接近線路 12-14 上的訊號。要降低串音，每一用戶線路 12-14 之傳送及振鈴線 T、R 緊密地絞繞在一起或在纜線 22 中保持緊密地靠近。以這樣的方式，雜散訊號同時影響金屬線對，使得感應的訊號不能降低傳送及振鈴線之間的差模訊號。

煩請參考圖四，用戶線路 24 之傳送及振鈴線 T'、R' 在部分纜線 26 中空間性分離。用戶線路 24 之其中傳送及振鈴線 T'、R' 空間性分離的部分稱作分離線對。分離線對 T'、R' 具有拾取相同纜線 26 或如電力線(未顯示)之外部雜訊源中的其他線路 28-29 串音之高度危機。

分離線路也引入阻抗不連續至用戶線路，因為分離線路建立局部且陡峭的阻抗變化。阻抗不連續會造成高速數位傳輸之訊號反射及高度訊號衰減。

圖五係顯示一種形式的分離線對，例如，由接合錯誤造成之分離線對。該接合錯誤發生在當用戶線路 32 的兩部

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (17)

分，其位於兩條不同的纜線 33、34 中，相連接。該接合 35 已經連接從纜線 33 中兩條不同的絞繞線對 36、37 之傳送及振鈴線 T_1 、 R_2 ，至相鄰纜線 34 中單一絞繞線對 38 之傳送及振鈴線 T_3 、 R_3 。部分用戶線路 32 之傳送及振鈴線 T_1 、 R_2 在纜線 33 之實質部位中係很寬地分離。因此，傳送及振鈴線 T_1 、 R_2 形成一分離線對。

分離線對故障的偵測由於幾種原因是很困難的。第一，分離線對發生如金屬故障之不容易偵測的效應。例如斷線或短路、或阻抗不平衡。第二，分離線對發生串音，其視附近的線路上的訊號，例如，間歇振鈴訊號，而定發生間歇性的故障。該間歇性使此類故障難以確認。

傳統測試一直無法成功地偵測分離線對。然而，分離線對會在高速數據服務衰減用戶線路的品質。

圖六 A 及六 B 提供當以圖四的量測設置 52 測試兩示範用戶線路 12-14 時，電阻 R_1 及 R_2 之間電位差 V_1-V_2 的相位。圖 68、69 提供該相位差的頻率掃描，其顯示會干擾高速數據服務，例如，ISDN 或 ADSL，之故障的方法。

煩請參考圖六 A，圖 68 顯示測試之用戶線路 12-14 上電阻性不平衡故障的方法。電阻性不平衡的方法係在電位差 V_1-V_2 的相位中表示峰值。該峰值出現在傳送及振鈴線之阻抗之間相位差中。該峰值具有窄的寬度，其典型地不超過數百至大約 2KHz。典型地，該相位具有高於大約 5° 的高度。

煩請參考圖六 B，圖 69 顯示用以在測試用戶線路 12-

五、發明說明 (\\)

14 上的分離故障之一種方法。該方法係 V_1 - V_2 平坦且實質固定相位，例如，在線 T、R 之輸入阻抗 Z_T 、 Z_R 之間的實質固定非零相位差。典型地，該相位具有大約 0.5° 及 1.5° 之間的值。該非零且平坦的相位延伸到具有至少 5,000KHz 的寬度之頻率區域。如果分離線對出現， Z_T 及 Z_R 的相位可能從大約 100Hz 至大約 20,000Hz，維持平坦、非零、及較小峰值，例如，涵蓋圖一中所顯示之聲音存取 44 可量測的頻率範圍。傳送及振鈴線之輸入阻抗 Z_T 、 Z_R 之間的一非零且實質頻率獨立的相位差係測試用戶線路 12-14 上之分離線對的一種方法。

圖七係描述以圖一的系統 11 所偵測用戶線路 12-14 上故障之一種方法 70 的流程圖。電腦 46 選擇用戶線路 12-14 以測試故障(步驟 72)。量測單元 40 經由 TELCO 交換機 15(步驟 74)之聲音測試存取 44 電氣連接至選擇的線路 12-14。該連接產生圖四及圖五中所描述的量測設置 52。

量測單元 40 執行單端電氣量測以決定正比於選擇的線路 12-14(步驟 76)之傳送及振鈴線的輸入阻抗 Z_T 、 Z_R 之相位差的訊號。實際量測的數量係 V_1 - V_2 的相位，其正比於輸入阻抗 Z_T 、 Z_R 之差的相位。該裝置 41 以圖四中所顯示的共模組態驅動傳送及振鈴線來量測相位。該驅動頻率係在 100Hz 至 20,000KHz 之間，且可經由聲音測試存取 44 存取。此頻率和如 ISDN 及 ADSL 之高速數據服務之傳輸頻率比較是非常低的。

電腦 46 分析為頻率之函數的相位量測，以決定該相位

五、發明說明（ $\leq$ ）

是否具有線路故障(步驟 78)的記號。在相位中產生記號的線路故障分別包括以上所描述有關於圖六 B 及六 A 中之分離線對及電阻性不平衡。其它的記號有可能，例如，對於其它形式的故障。如果一種線路故障的記號被發現，電腦 46 確認故障已經被偵測到(步驟 80)。該確認需要做一個報告的動作。該報告的動作可以包括做一個輸入至條列用戶線路 12-14 上故障之檔案中、在操作者之顯示螢幕 47 上或服務技工(未顯示)的螢幕上顯示警告、或告知分派用戶線路 12-14 之程式。如果沒有線路故障之記號被發現，電腦 46 確認選擇之線路 12-14 的線路故障之相關記號的未出現，由執行報告動作(步驟 82)。

圖八係描述決定圖一之用戶線路 12-14 是否合格於或不合格於高速數據服務的測試方法 90 之流程圖。要開始測試，操作者或電腦 46 選擇一用戶線路 12-14(步驟 92)。爲了選擇的用戶線路 12-14 要被測試(步驟 94)，該操作者或電腦 46 也選擇數據服務的形式。例如，服務的形式可以是 ISDN 或 ADSL。在選擇線路 12-14 及服務形式之後，量測單元 40 執行單端電氣量測以偵測在選擇的線路 12-14(步驟 96)中，預選的故障形式。該單端電氣量測包括根據圖七之方法 70 的測試以偵測分離線對。

其它形式的線路故障及問題，其被選擇以測試，式數據服務的形式及速度、交換機 15 的特性、及所使用之數據機的形式而定。通常，測試檢查高訊號失真、電阻性不平衡、及負載線圈、金屬性故障、或橋式分接的出現，因爲

五、發明說明 (\ b)

這些問題及故障會使線路不合格於高速數據服務。但，線路合格測試也可以檢查電容性不平衡、及上臨界雜訊高度，因為這些問題也會影響合格結果。用以偵測這些問題及故障的一些之方法及裝置描述在共同候審申請專利案。

一此類申請案是英國申請專利案第 9914702.7 號，案名“用於數據傳輸之合格電話線路”，由 Roger Faulkner，建檔於 1999 年六月二十三日，其在這裡完全納入參考。其它此類共同候審申請案包括以上所提及之 >954 及 >563 之申請專利案。

如果故障的選擇形式之一或線路問題被偵測，電腦 46 報告選擇之用戶線路 12-14 係不合格於選擇的數據傳輸(步驟 98)。反之，電腦 46 報告選擇之用戶線路 12-14 係合格於選擇的數據傳輸(步驟 100)。

要報告選擇的測試線路之狀態，電腦 46 做一個輸入至儲存裝置 49 中儲存的列表檔案。該列表確認該線路、數據服務、及合格或不合格狀態。電腦 46 也可以由在操作者可看見的顯示螢幕 47 上，顯示不合格或合格訊號報告線路狀態。

圖九係由 TELCO 使用以提供高速數據服務，例如，ISDN 或 ADSL，至電話用戶線路的一種方法 101 之流程圖。該 TELCO 程式化圖一之電腦 46 以自動地選擇個別的用戶線路 12-14 連接至地區性交換機 15(步驟 102)。因應選擇線路 12-14，該聲音測試存取 44 連接選擇的線路 12-14 至用於測試的量測單元 40(步驟 104)。該量測單元 40 連接

五、發明說明 (1)

選擇的線路 12-14 至量測裝置 41 且也可以連接選擇的線路 12-14 至其他內部量測裝置(未顯示)。該電腦 46 及量測單元 40 根據圖七及八(步驟 106)之方法 70、90，以決定選擇的線路 12-14 是否具有分離線對及合格服務。然後，電腦 46 更新一記錄合格的線路 12-14 及具有分離線對的線路 12-14 之確認的列表(步驟 108)。電腦 46 等待預選的時間且重新啓動步驟 102 之另一線路 12-14 的測試。

TELCO 例行性檢查該列表以決定線路 12-14 是否具有分離線對(步驟 110)。如果線路具有分離線對，該 TELCO 執行出現分離線對故障之事務性動作(步驟 112)。該事務性動作可能包括送一個工人去修理或更換受影響的線路 12-14，指出該受影響線路 12-14 不能夠傳輸數據、或基於故障的出現設定較低的費率。

TELCO 也例行性檢查該列表以決定任何線路 12-14 是否合格於高速數據服務(步驟 114)。因應於發現一條或多條線路 12-14 合格，TELCO 執行關於線路合格得事務性動作(步驟 116)。例如，TELCO 可能提供高速數據服務給用戶，其具有合格於數據服務的線路 12-14 且現在沒有訂用數據服務。

用戶線路之特定實體結構

煩請在參考圖一，用戶線路 12-14 可以具有廣泛地不同之實體結構。線路之特定實體結構由如線長、線徑、及橋式分接的容量之特性所描述。要獲得例如訊號衰減的線路傳輸特性之電氣量測的描述係視特定實體線路結構而定

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (8)

。因此，知道用戶線路的特定實體結構，幫助預估線路 12-14 將支援多好的高速數位數據服務，例如，預估最大數據速度。

圖十 A-E 透過示範線路 121-125 描述線徑混合參數來描述參數，其中附圖的寬度代表線徑。該線路 121、122 具有由不同線徑描述的均勻結構。該線路 124、125 具有區段結構，其中相鄰的區段具有不同的線徑，例如，線徑的混合。這些線路 124、125 的線徑組合由區段長度及區段線徑所描述。該結構也由該區段的串接配線來描述。線路 123 具有不同的傳送及振鈴線 T_4 、 R_4 ，且由該 T_4 及 R_4 線的線徑來描述。

煩請參考圖十一，用戶線路 127 具有外加的絞繞線對 128 接合於線路 127 之上。線路 128 上的接合稱作橋式分接。橋式分接的存在或未出現是一個參數，其也影響用戶線路 127 將支援多好的高速數位數據服務。

在美國，許多用戶線路具有橋式分接，因為這樣的方式電話線路在房子配線盤中配接。在決定配線之房子的正確位置之前，電話線路被配接。該線路拉近幾棟房子的計劃位置。當該機構是較晚建築，建商連接電話單元至原來的配接電話線路之一上最近的點。原來的線路之未連接部分產生橋式分接。

橋式分接 128 從傳輸 129 反射訊號。然後該反射訊號送回至用戶線路 127 且干擾用戶線路 127 上的訊號。當反射的訊號係和輸入的訊號反相時，最有害的干擾發生。在

五、發明說明 (9)

此情形中，反射的訊號破壞性干擾用戶線路 127 上的輸入訊號。

該橋式分接 128 的長度決定原來及反射訊號之間的相位差。對於頻率延伸至 1 百萬赫茲(MHz)的高速數位訊號，例如 ADSL 訊號，如果該橋式分接 128 具有大約 200 至 700 英尺之間的長度，實質的抵銷將發生。在美國，從許多房子之配接盤的架構之橋式分接具有這樣範圍的長度。因此，偵測及排除橋式分接 128 的能力，對於想要提供高速數位數據服務給他們的用戶之 TELCO 係有用的。

圖十二 A-十二 E 透過示範用戶線路 135-139 描述橋式分接 130、134 來描述結構參數。線路 135、136 具有由不同實體長度所描述之橋式分接 130、131。線路 137-138 具有由沿著線路 137、138 之不同位置所描述之橋式分接 132、133。線路 139 具有橋式分接 134，其至少由沿著線路 139 之特定區段的位置部分描述。最後，線路 136、139 具有由不同線徑所描述之橋式分接 131、134。

要決定未知的用戶線路之特定實體結構，式樣線路的一參考集合可以被使用。參考集合係具有不同及已知的特定實體結構的整合。要決定未知的用戶線路之特定實體結構，該未知用戶線路之量測特性和式樣線路中相同的特性相比較。如果匹配被發現，該未知線路具有和該匹配之式樣線路的相同的特定實體結構。

在式樣線路之特定實體結構上的參考資料可以編輯成參考的資料檔或參考方程式的集合。該參考資料檔及參考

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (〰)

方程式的集合均由預選的可量測電氣特性之值標記個別的式樣線路。在某些實施例中，該預選的電氣特性係以圖二 C 之裝置 43 所量測之頻率相依導納。

在參考集合中式樣線路之內容可以被修改成未知用戶線路之預期結構。例如，如果未知線路沒有橋式分接，該參考集合可以沒有具橋式分接的的式樣線路。另一方面，如果該未知線路可能有橋式分接，該參考集合包括某些具有橋式分接的式樣線路。配接測試下的用戶線路所使用的實務知識能夠幫助決定參考集合之式樣線路的最佳內容。對於不同用戶線路總數，參考集合能夠根據經驗或基於人的知識來選擇。

典型地，該參考集合包括具有關於圖十 A-十 E 及圖十二 A-十二 E 所描述的均勻變化參數值之式樣線路。該式樣線路具有長度的分佈及可以包括具有零個、一個、或兩個橋式分接的一個、兩個、或三個區段、及用戶端負載的分佈。該區段及橋式分接能夠具有改變長度、位置、及線徑。

圖十三係從式樣線路參考集合決定圖一之用戶線路 12-14 的特定實體線路結構之方法 140 的流程圖。開始時，操作者或電腦 46 選擇一用戶線路(ssl)來測試(步驟 142)。電腦 46 指示量測單元 40 在選擇的用戶線路上，於一頻率範圍內執行預選的單端電氣量測(步驟 144)。

在一實施例中，該電氣量測係單端且以圖二 C 所顯示之裝置 43 來執行。在量測期間，電壓源 54 以電壓源 V_1 、

五、發明說明 (7)

V_2 驅動所選擇的用戶線 12-14 之傳送及/或振鈴線。驅動頻率掃描一範圍，例如，從大約 100 赫茲至大約 20,000 至 40,000 赫茲，且一個或多個導納 Y_{tg} 、 Y_{tr} 、 Y_{rg} 以各種驅動頻率來測量。該量測提供複雜的輸入導納，例如，預選的頻率“f”集合的振幅及相位。

在執行該量測之後，電腦 46 搜尋屬於參考集合的式樣線路及選擇的用戶線路之間的“最佳”匹配(步驟 146)。匹配的搜尋包括比較選擇的用戶線路之預選電氣特性至式樣線路之相同特性。對於選擇的用戶線路，預選的電氣特性之值從單端電氣量測來獲得。對於式樣線路，相同電氣特性的值從資料儲存裝置 49 中的檔案查閱或從參考方程式之集合來計算。該比較決定何種式樣線路“最佳”匹配選擇的用戶線路。

電腦 46 確認選擇的用戶線路 12-14 之特定實體線路結構具有和“最佳”匹配式樣線路之特定實體線路結構相同的形式(步驟 148)。確認特定實體線路結構可以包括報告結構，例如，顯示特定實體結構的參數值給操作者，寫入該值至一檔案、或提供該值至一軟體應用。例如，該軟體應用可以使用該匹配資訊以使選擇的線路 12-14 合格或不合格。該參數可以提供線徑混合及分接位置及地點。

對於該式樣線路，此特定實體結構係儲存在列表式樣線路電氣特性的檔案中或從參考方程式決定。式樣線路之電氣特性及結構參數的實際值在由分析計算或實驗測試該用戶線路之前獲得。

五、發明說明 (22)

在較佳實施例中，電腦 46 由計算每一式樣線路(ml)的誤差函數找到”最佳”匹配式樣線路。該誤差函數具有兩種形式 E 或 E' 中的一種，其係：

$$E = \sigma_f W(f) | M_{ml}(f) - M_{ssl}(f) | \text{ 及 } E' = \sigma_f W(f) | M_{ml}(f) - M_{ssl}(f) |^{2Q}。$$

$M_{ml}(f)$ 及 $M_{ssl}(f)$ 分別係式樣線路(ml)之選擇的頻率相依電氣特性及選擇的用戶線路(ssl)之值。 Q 及 $W(f)$ 定義誤差函數的形式，例如，E 或 E'。 Q 是一固定常數，例如，1 或 2。 $W(f)$ 是正的限定權重函數，例如，頻率”f”或一常數的函數。

在某些實施例中，預選的電氣特性 $M_{ml}(f)$ 及 $M_{ssl}(f)$ 係線路 ssl、ml 之一個或多個複數導納的相位。各種實施例使用傳送-至-接地導納 Y_{tg} 、或振鈴-至-接地導納 Y_{rg} 、及/或傳送-至-振鈴導納 Y_{tr} 。如果傳送-至-接地導納或振鈴-至-接地導納 Y_{tg} 、 Y_{rg} 被使用，由於圖一之用戶單元 16-18 的許多終端效應不知道。這些導納的相位往往很小，例如， 4° 或更低，且近似等於導納之虛部和實部的比值。對於此一情況且 $Q=1$ ，誤差函數 E' 係：

$$E' = \sigma_f [\text{Im}(\text{導納})_{ml} / \text{Re}(\text{導納})_{ml} - \text{Im}(\text{導納})_{ssl} / \text{Re}(\text{導納})_{ssl}]^2。$$

在另一實施例中，預選的電氣特性 $M_{ml}(f)$ 及 $M_{ssl}(f)$ 係線路 ssl、ml 完全複數導納，例如， Y_{tg} 、 Y_{rg} 、及/或 Y_{tr} 。使用該複數導納本身能夠降低計算的時間。

最後，在某些實施例中，選擇之用戶線路 12-14 之最佳匹配可以包括幾種不同的式樣線路，例如，以低的臨界

五、發明說明 (>3)

值產生誤差的式樣線路。在這些實施例中，電腦 46 確認選擇的用戶線路 12-14 為具有所有的最佳匹配線路的一種或多種共同特性。例如，電腦 46 可以確認選擇的用戶線路 12-14 之特定實體結構為具有橋式分接，如果所有的最佳匹配式樣線路具有橋式分接。然後，電腦 46 可以使用橋式分接的出現及其他量測以合格或不合格該線路 12-14。

圖十四係描述由使用以上所描述之相位決定”最佳”匹配的方法 150。電腦 46 使用由量測單元 40 及裝置 43 所執行之線路電容的低頻量測，以決定選擇的用戶線路之長度(步驟 152)。然後，電腦 46 選擇具有和選擇的用戶線路相同長度之一式樣線路(步驟 154)。

電腦 46 和具有與所選擇的用戶線路相同長度之式樣線路限制比較，因為實體線路長度影響導納之相位的值。對於參考集合之子集合的限制比較降低與所選擇的用戶線路不同長度之式樣線路間的不匹配。

電腦 46 計算基於預選導納之誤差函數 E' ，對於所選擇的式樣線路(步驟 155)。電腦 46 檢查其它的式樣線路是否剩下相同的長度(步驟 156)。如果其它線路剩下，電腦 46 重複其他選擇的線路之 E' 的決定(157)。如果沒有線路剩下，電腦 46 報告該式樣線路具有誤差函數 E' 最小的值，當作所選擇的用戶線路之”最佳”匹配(步驟 158)。

因為參考集合可以包含多達 10,000 至 100,000 種式樣線路，該方法 150 可以階層式地搜尋降低搜尋的總數。在階層式架構中，第一搜尋把參考集合分成部重疊之式樣線

五、發明說明（~~×~~）

路群組。每一群組具有很大數目之類似特定實體結構的線路，且定義一式樣線路為該群組的代表。第一搜尋使用方法 150 以決定所選擇的用戶線路及代表式樣線路之一間的”最佳”匹配。第二搜尋在關於從第一搜尋找到最佳匹配之代表式樣線路的式樣線路群組上使用方法 150。

圖十五係描述使用戶線路，例如，圖一之線路 12-14，用於高速數據服務，例如，ISDN 或 ADSL，合格的方法 160 之流程圖。在選擇測試的用戶線路之後，電腦 46 由使用圖十三及十四之方法 140、150，搜尋和所選擇的用戶線路”最佳”匹配的式樣線路之參考集合(步驟 162)。電腦 46 分別因應具有橋式分接或線徑混合的”最佳”匹配式樣線路，確認所選擇的用戶線路具有橋式分接或線徑混合(步驟 163)。電腦 46 使選擇的用戶線路合格或不合格於數據服務，至少一部份，基於該用戶線路是否具有橋式分接或線徑混合(步驟 164)。

在某些實施例中，電腦 46 根據共同候審美國申請案第 08/294,563(‘563)號中描述的方法，使用訊號衰減以判定選擇的用戶線路合格或不合格。在其他實施例中，電腦 46 由 ‘563 號申請案中描述的方法計算訊號衰減。然後，電腦 46 視品質因數而定上下調整訊號撙件的計算值。該品質因數視線路的特定實體結構而定，例如，在用戶線路中橋式分接及/或線徑混合是否未出現或出現。

根據品質因數的值，電腦 46 由預選的量上下調整計算的訊號衰減。例如，衰減可以分別因應品質因數是好的、

五、發明說明 (5)

一般、差的，來降低、不變、及增加。然後，電腦使用該調整的訊號衰減，根據>563 申請案中描述的方法，決定用戶線路合格於或不合格於數據服務。

在其他實施例中，電腦 46 使用一些不合格者的特定實體線路結構。例如，如果以上描述的分法導致橋式分接的偵測，電腦 46 可能使該線路不合格於數據服務。

圖十六係描述一種事務性方法 165 的流程圖，其 TELCO 使用以提供高速數據服務給用戶。該 TELCO 根據圖十五的分法 160，決定圖一之用戶線路 12-14 係合格於或不合格於數據服務(步驟 166)。

使用方法 160，電腦 46 決定線路結構，例如，橋式分接及/或選擇的線徑混合是否出現。然後該特定實體結構被使用以調整用戶線路之電氣特性，例如訊號衰減，的預估。如果該電氣特性的調整值是在數據服務的臨界值之外，該線路即不合格。

在具有合格的線路 12-14 之用戶中，TELCO 決定哪些具有合格線路之用戶沒有預訂數據服務(步驟 167)。該 TELCO 提供數據服務給具有合格線路而現在沒有預訂服務的用戶(步驟 168)。

因應找到具有不合格線路 12-14 之用戶，TELCO 修理或更換那些線路(步驟 169)。

堆疊橋式分接偵測

煩請再參考圖一，橋式分接的測試最好使用單端電氣量測，其經由一標準聲音測試存取 44 在用戶線路 12-14 上

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (56)

執行。該聲音測試存取 44 如低通濾波器般動作，其遮蔽 20 至 100KHz 以上的頻率。因此，電氣量測經常被限制在大約 20Hz 及 100KHz 之間的低頻。

橋式分接由在高頻，例如，大約 200KHz 及 1,000KHz 之間，的訊號衰減中的峰值表示它們的出現。從低能量之量測預估高頻訊號衰減的特性，其透過聲音測試存取 44 獲得，係困難且有錯誤傾向。現在錯誤的預估橋式分接的出現或未出現是在大約 40%內的情況。錯誤的預估對用戶及 TELCOs 是花成本的，因為它們導致了失去高速數據服務的機會，且導致線路不支援的傳輸設備中的投資。

線路問題及故障，例如，橋式分接，測試的正確性，能夠以使用多層分類器的堆疊產生方法來改善。該分類器決定輔助變數的值，它們係被標註指定以分類用戶線路 12-14。輔助變數被產生當作分類器的輸出。該輔助變數因此，間接透過分類器中內建的機率關係，係有關於線路 12-14 上的電氣量測。該堆疊的分類器可以是決策樹、中性網路、基於情況的推理器、或基於統計的分類器。在分類器中舊的電氣特性及新的輔助變數能夠結合，其提供這些數量的值及線路故障和問題，例如橋式分接及線徑混合，的出現與未出現之間之強烈關係。

圖十七係描述由以圖一之系統 11 做的電氣量測，使用堆疊分類器來偵測選擇的線路問題或故障之流程圖。系統 11 最好使用圖二 A-二 C、三之設定 52 或設定 60 再選擇的用戶線路 12-14 上執行單端電氣量測(步驟 172)。對於這些

五、發明說明 (> 7)

量測，電腦 46 使用一組的準則，其定義所選擇的線路 12-14 之一組預選得到的電氣特性(步驟 173)。代數關係有關於量測得到的特性。該量測及得到的電氣特性係條列於附錄 A。

量測及得到的特性一起組成堆疊分類器的輸入特性。這些輸入特性可以包括訊號衰減、線路長度、線路阻抗、及線路阻抗比之預試值。該堆疊輸入線路特性的選擇能夠依據被測試之用戶線路 12-14 的不同預期組合而改變。

在分類器之每一層 U、V，如圖十七中所顯示，電腦 46 決定選擇線路 12-14 之一個或多個輔助變數。該輔助變數可以是指出線路 12-14 由特性所標註的邏輯形式之變數。該輔助變數也可以是每一個類似指出線路 12-14 由複數個特性之一所標註的機率形式之變數。

在堆疊的第一層 U，電腦 46 使用第一分類器至輸入電氣量測及特性以決定第一輔助變數(步驟 175)。該第一輔助變數以一符號”標準”及一符號”不標準”特性化線路 12-14。

在標準線路，低頻特性在橋式分接強烈影響衰減的高頻提供訊號衰減很好的預估。因此，知道標註線路係標準或不標準的一輔助變數之值，能夠改善關於類似橋式分接之線路故障的出現預估之正確性。

也在第一層 U 中，電腦 46 使用一個或多個第二分類器至輸入電氣特性以決定一個或多個其它的輔助變數(步驟 176)。這些輔助變數提供所選擇的線路 12-14，是否合格於或不合格於一種或多種高速數據服務的初步預估。在某些

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (>8)

實施例中，輔助變數的值，步驟 176 所找到，指出用戶線路 12-14 係合格於 ISDN 或 ADSL 數據服務或不合格。

高速數據服務的不合格係有關於橋式分接的出現，因為降低了線路傳送高頻訊號的能力。因此，知道初步標註線路係合格或不合格於數據傳輸的一輔助變數之值，能夠改善關於類似橋式分接之出現或未出現的預估之正確性。

步驟 175 及 176 可以平行或循序執行。如果步驟 175 及 176 係循序，由較早的步驟輸出之輔助變數的值可以在較遲的步驟中使用。如果步驟 175 較早，步驟 176 之分類器可以使用線路 12-14 標註為標準或不標準的輔助變數，當作輸入。如果步驟 176 較早，步驟 175 之分類器可以使用提供初步合格或不合格於數據傳輸的輔助變數，當作輸入。

在堆疊的第二層 V，電腦 46 使用一分類器至從步驟 175 及 176 的輔助變數及從步驟 172 及 173 的電氣量測和特性。該分類器決定選擇的用戶線路 12-14 是否具有預選形式的線路故障或問題(步驟 177)。例如，該故障或問題可能是橋式分接或線徑混合的存在。

分層式堆疊 U、V 能夠實質地增加正確性來預估橋式分接的出現或未出現。圖十七兩層的堆疊能夠預估橋式分接的出現，在具有大約 75%及 85%之間的正确性，且橋式分接的未出現具有高於大約 97%的正确性。

在步驟 175、176、及 177 之中，分類器分析輸入資料以決定輸出資料的值。之後，該輸入資料，其包括單端量

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (29)

測、從單端量測得到的特性、及/或輔助變數，係稱為線路特性。該輸出資料，其為輔助變數的值，稱作分類符號。

它們的線路特性及符號能夠描述步驟 175、176、及 177 的分類器。在步驟 175 中的分類器使用選擇線路 12-14 之選擇的量測及得到的電氣特性做為特性，形成以標準及不標準為符號的分類。步驟 176 之分類器使用相同的特性，在一實施例中形成以 ISDN 合格、ADSL 合格、或數據服務不合格為符號的分類。步驟 177 之分類器使用相同的特性及從步驟 175、176 之特性符號的值，形成以”橋式分接出現”及”橋式分接未出現”為符號的分類。

符號”標準”描述一種形式的訊號衰減在一範圍，其包括低量測頻率及高數據服務頻率。對於一標準線路，實際及預估訊號衰減 $AA(f)$ 及 $PA(f)$ 之間的差具有簡單的頻率” f ”相依。實際訊號衰減 AA 係直接從雙端電氣量測決定的線路衰減。預估的訊號衰減 PA 係從單端量測，例如，使用圖一之系統 11，所獲得之衰減。

該預估訊號衰減 $PA(f)$ 可以從用戶線路電容，例如，傳送線路及接地之間在 30Hz 所量測的電容 C_{30Hz}^{tg} ，來獲得。預估的訊號衰減 $PA(f)$ 的一種形式是：

$$PA(f) = K(f) C_{30Hz}^{tg}$$

在這公式中，對於頻率 f 分別等於 100、200、300、400 及 500KHz 而言， $K(f) = -.1729、-.2074、-.2395、-.2627、及-.2881 \text{ dB/奈法拉}$ 。

另一種形式的預估衰減 $PA(f)$ 描述於共同候審英國申

五、發明說明 (10)

請專利案第 9914702.7 號中。

對於標準線路，實際及預估訊號衰減 $AA(f)$ 、 $PA(f)$ 之間的差， $DFF(f)$ ，具有以下形式之一：

對於 $100\text{KHz} < f < 500\text{KHz}$ 而言， $DFF(f) < 3.5 \text{ dB}$ ；

對於 $100\text{KHz} < f < 500\text{KHz}$ 而言， $3.5 \text{ dB} \# DFF(f) < 10.0 \text{ dB}$ ；

對於 $100\text{KHz} < f < 500\text{KHz}$ 而言， $DFF(f) \geq 10.0 \text{ dB}$ 。

如果頻率相依差 $DFF(f)$ ，例如， $|AA(f) - PA(f)|$ ，沒有形式 1、2、或 3，該線路 12-14 分類為非標準線路。因此，一特定線路 12-14 是否為標準的直接測定，都需要單端及雙端量測以都獲得 $PA(f)$ 及 $AA(f)$ 。

圖十八 A 係顯示示範的標準線路 A、B、和 C 的預估及實際衰減。對於線路 A，預估及實際衰減 PA_A 及 AA_A 的差在 100 及 500KHz 之間整個頻率範圍低於 3.5dB。線路 A 具有形式 1 的 $DFF(f)$ 。對於線路 B，預估及實際衰減 PA_B 及 AA_B 的差在 100KHz 及 500KHz 之間整個頻率範圍在 4dB 及 9dB 之間。線路 B 具有形式 2 的 $DFF(f)$ 。對於線路 C，預估及實際衰減 PA_C 及 AA_C 的差在 100KHz 至 500KHz 的頻率範圍高於 10.0dB 之間。線路 C 具有形式 3 的 $DFF(f)$ 。

圖十八 B 係顯示示範的非標準線路 D 和 E 的預估及實際衰減。對於線路 D，預估及實際衰減 PA_D 及 AA_D 的差在 200 及 400KHz 大約是 8dB，且在 150 及 300KHz 是相等的。 PA_D 及 AA_D 的形式不是形式 1、2、或 3 的 $DFF(f)$ 。對

五、發明說明 (7 |)

於線路 E，預估及實際衰減 PA_D 及 AA_D 的差在 100 及 200KHz 之間的頻率低於 3.5dB，且在 400 及 500KHz 之間的頻率高於 8dB。 PA_E 及 AA_E 的形式也不是形式 1、2、或 3 的 DDF (f)。

在非標準線路 D 及 E 中 DFF (f) 有很寬的變化。這些變化使得預估衰減 $PA(f)$ 在整個包括高及低頻的範圍固定的偏移，粗略近似於實際的衰減 $AA(f)$ 。

圖十八 C 係顯示另一標準用戶線路 F 的預估及實際訊號衰減 PA_F 、 AA_F 。一偏移的預估 SPA_F ，其由固定偏移該預估衰減 PA_F 所獲得，也被顯示。對於標準線路 F，變化的預估衰減 SPA_F 提供較佳的近似於實際衰減 AA_F ，其在 100KHz 及 500KHz 之間整個範圍預估衰減 PA_F 。

標準線路的實際及預估訊號衰減 $AA(f)$ 、 $PA(f)$ 由一寬頻範圍的固定偏移近似地相關。該寬頻範圍包括低量測頻率及橋式分接可直接觀察的效應之高頻。

在圖十七之步驟 176 中，符號 ISDN 合格、ADSL 合格、及數據服務不合格由在 100KHz 及 300KHz 之實際訊號衰減的值所定義。高速數據合格及不合格線路滿足：

分類符號	100KHz	300KHz
ADSL 合格	衰減 > -47dB	衰減 > -40dB
ISDN 合格	衰減 > -47dB	衰減 # -40dB
不合格	衰減 # -47dB	衰減 # -40dB

五、發明說明 (7)

因此，線路 12-14 合格於或不合格於 ADSL 及 ISDN 係由實際訊號衰減在兩個高頻，例如，100KHz 及 300KHz 的值。

圖十九係描述決策樹 180，其決定分類符號，例如，一輔助變數，在圖十七之步驟 175-177 中產生。一分開的分類器，例如，決策樹，被使用以決定每一個此類的符號。

決策樹 180 具有分支測試 1、1.1-1.2、1.1.1-2.2.2、.... 的階層式安排，其分組為下降層次 1、2、3。每一個測試指定從較高層次接收的特性資料至下一個較低層次中分開的子集合。該較低層次之子集合位於在測試開始箭頭的端點。例如，測試 1.1 指定特性資料至子集合 1.1 及 1.2，其係位於箭頭 6 及 7 的端點，視圖二十。在較低層次，另一組測試能夠在該特性資料上動作。

圖二十係描述圖十九之決策樹 180 的各種層次之測試 1、1.1、1.2、...如何在一組有關於用戶線路 12-14 的特性資料上動作。每一連續的測試分割該集合，例如，由使用選擇的特性之值，為增加地分開之輸出子集合。例如，測試 1 分割起始特性資料為子集合 1 及子集合 2。經過決策樹 180 之每一路徑的遠端指定一用戶線路至最後子集合，其中線路最初和該樹 180 之分類符號的值有關。某些決策樹 180 決定一機率，用戶線路 12-14 具有它被指定的最後子集合之符號的值。

圖二十一係建立當作圖十七之步驟 175、176、及 177

五、發明說明 (1)

中的分類器使用之決策樹的方法 190 之流程圖。該方法 190 使用機械學習方法。

要使用機械學習方法，用戶線路資料的訓練集合被建立(步驟 192)。該訓練集合的內容包括具有由決策樹使用符號的不同值之式樣線路。如果該決策樹以符號橋式分接出現及橋式分接未出現來分類線路，然後訓練集合的線路之某些將具有橋式分接，且某些線路將不具有橋式分接。類似地，在具有特定符號的分類線路之一堆疊樹中，那裡之每一棵樹由具有特定符號之不同值的線路之訓練集合來架構。

對於訓練集合的每一條線路，電腦及/或操作者決定一組潛在特性及分類符號的值(194)。

該潛在特性包括單端量測及所得到的電氣特性，其可以在決策樹之測試中使用。一實施例之潛在電氣特性條列於附錄 A 中。該潛在特性也包括任何輔助變數的值，其可以在決策樹之測試中使用。例如，圖十七之步驟 177 中使用的決策樹也將包括，如決定線路是否標準及初步合格於預選的數據服務之潛在特性、輔助變數。

分類符號係由決策樹輸出的輔助變數之值。這些輔助變數之值可以，例如，包括線路是否標準、合格、或具有橋式分接的決定。

訓練集合的線路之分類符號的值之決定可以使用單端及雙端電氣量測。例如，要分類訓練集合的線路為標準或非標準，實際衰減的雙端量測及預估衰減的單端量測是需

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (74)

要的。類似地，要決定有關於數據服務的合格之分類符號，實際衰減的雙端量測被使用。無論如何，雙端量測雙端量測不被使用當做決策樹之結構中的輸入。

由訓練集合中每一線路之潛在特性及分類符號的值，電腦 46 遞迴地決定決策束之分之測試(步驟 196)。

圖二十二係決定圖十九-二十中所顯示之決策樹 180 之分之測試的方法 200 之流程圖。對於每一潛在特性，電腦 46 架構一測試且分割訓練集合為分開的子集合之群組(步驟 202)。有關於特性的測試根據每條線路特性之值，指定訓練集合的每一條線路為子集合。

電腦 46 評估由每一潛在特性產生之訓練集合的分割之增益比準則(步驟 204)。該增益比準則量測每一子集合中分類符號之不同值的線路關係之一致性的增加。電腦 46 使用該增益比準則以尋找最佳測試且定義決策樹 180 之測試 1 至一最佳測試(步驟 206)。

電腦迴路回到執行步驟 202、204、及 206，由測試 1 產生的每一子集合以決定決策樹 180 之層次 2 的測試。在這些決定中，由層次 1 之最佳測試產生的子集合變為訓練集合用以找尋層次 2 的測試。在執行子集合 1 及 2 之步驟 202、204、及 206 之後，電腦 46 已經決定層次 2 的 1.1 及 1.2 的測試(步驟 208)。電腦 46 執行迴路 208 直到分支又產生預選臨界以下的線路分類錯誤或直到沒有特性剩下。

用以定義在圖十九之決策樹 180 的每一層次之最佳分支測試的幾種方法。C4.5 方法定義為產生增益比準則之最

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (7)

高值的測試之最佳測試。該 C4.5 方法從它的增益比準則在預選的最高值的百分比之選擇內的測試隨機選取最佳測試。

C4.5*之演算法預估機率，具有特性”d”的線路將被非割為決策樹之最後子集合。線路將在主要最後子集合 L 內的機率係：

$$P_L(d) = 1 - (\sigma_{(j \text{ not in } L)}N_j + 1) / (\sigma_{(i \text{ in } L)}N_i + 2)$$

這裡，N_i 係子集合”i”中線路的數目。線路將在子集合”I”中的機率係：

$$P_i(d) = [1 - P_L(d)] (N_i / \sigma_{(j \text{ in } L)}N_j)$$

在使用 C4.5*演算法中，以上所描述的機率係如圖十七之步驟 175-177 中特性的輔助變數。

結合偵測線路故障的方法(70、90)、決定線路結構(140、160)、及堆疊故障偵測(170)之各種實施例，如圖七、八、十三、十五、十七中所顯示。由結合以上提及的方法，這些實施例能夠根據各種準則較佳地分類用戶線路。該準則包括線路問題及故障的出現、線路速度、及合格狀態。

其它實施例都在以下的申請專利範圍之內。

附錄 A

30Hz Raw 量測：

Y_{tr}(30) – 在 30Hz 量測之傳送-至-振鈴導納

Y_{tg}(30) – 在 30Hz 量測之傳送-至-接地導納

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (76)

$Y_{rg}(30)$ - 在 30Hz 量測之振鈴-至-接地導納

30Hz 得到的量測：

$30G_{tr}$ - 在 30Hz 量測之傳送-至-振鈴電導 = $\text{real}(Y_{tr}(30))$

$30S_{tr}$ - 在 30Hz 量測之傳送-至-振鈴電納 = $\text{imag}(Y_{tr}(30))$

$30G_{tg}$ - 在 30Hz 量測之傳送-至-接地電導 = $\text{real}(Y_{tr}(30))$

$30S_{tg}$ - 在 30Hz 量測之傳送-至-接地電納 = $\text{imag}(Y_{tr}(30))$

$30C_{tr}$ - 在 30Hz 量測之傳送-至-振鈴電容 = $S_{tr}(30)/(2*\pi*30)$

$30C_{tg}$ - 在 30Hz 量測之傳送-至-振鈴電容 = $S_{tr}(30)/(2*\pi*30)$

L_{mear} - 在 30Hz 量測之千英尺長度 = $30 C_{tg} / 17.47$

150Hz-20KHz Raw 量測：

$Y_{tr}(30)$ - 在 30Hz 量測之傳送-至-振鈴導納 其 $f = 150\text{Hz}$ 、
600 Hz、1050Hz、1500Hz....、19950Hz

$Y_{rg}(30)$ - 在 30Hz 量測之傳送-至-接地導納 其 $f = 150\text{Hz}$ 、
600 Hz、1050Hz、1500Hz....、19950Hz

$Y_{rg}(30)$ - 在 30Hz 量測之振鈴-至-接地導納 其 $f = 150\text{Hz}$ 、
600 Hz、1050Hz、1500Hz....、19950Hz

150Hz-20KHz 得到的量測：

$150G_{tr}$ - 在 150Hz 量測之傳送-至-振鈴電導 = $\text{real}(Y_{tr}(150))$

$600G_{tr}$ - 在 600Hz 量測之傳送-至-振鈴電導 = $\text{real}(Y_{tr}(600))$

$19950G_{tr}$ - 在 19950Hz 量測之傳送-至-振鈴電導 = $\text{real}(Y_{tr}(19950))$

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (7)

(19950))

150S_{tr} - 在 150Hz 量測之傳送-至-振鈴電納 = imag(Y_{tr}

(150))

600S_{tr} - 在 600Hz 量測之傳送-至-振鈴電納 = imag(Y_{tr}

(600))

19950S_{tr} - 在 19950Hz 量測之傳送-至-振鈴電納 = imag(Y_{tr}

(19950))

150G_{tg} - 在 150Hz 量測之傳送-至-接地電導 = real(Y_{tr}

(150))

600G_{tg} - 在 600Hz 量測之傳送-至-接地電導 = real(Y_{tr}

(600))

19950G_{tg} - 在 19950Hz 量測之傳送-至-接地電導 = real(Y_{tr}

(19950))

150S_{tg} - 在 150Hz 量測之傳送-至-接地電納 = imag(Y_{tr}

(150))

600S_{tg} - 在 600Hz 量測之傳送-至-接地電納 = imag(Y_{tr}

(600))

19950S_{tg} - 在 19950Hz 量測之傳送-至-接地電納 = imag(Y_{tr}

(19950))

150C_{tr} - 在 150Hz 量測之傳送-至-振鈴電容 = 150S_{tr}
/(2*pi*150)

600C_{tr} - 在 600Hz 量測之傳送-至-振鈴電容 = 600S_{tr}
/(2*pi*600)

19950C_{tr} - 在 19950Hz 量測之傳送-至-振鈴電容 = 19950S_{tr}

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (38)

$$\frac{150C_{tg}}{(2\pi \cdot 150)}$$

150C_{tg} - 在 150Hz 量測之傳送-至-接地電容 = 150S_{tg}

$$\frac{600C_{tg}}{(2\pi \cdot 600)}$$

600C_{tg} - 在 600Hz 量測之傳送-至-接地電容 = 600S_{tg}

$$\frac{19950C_{tg}}{(2\pi \cdot 19950)}$$

19950C_{tg} - 在 19950Hz 量測之傳送-至-接地電容 = 19950S_{tg}

$$S_{tr_dmin} - S_{tr}(f)\text{之最大負範圍} = \min(\text{derivation}(S_{tr}(f)/df))$$

$$S_{tr_fmin} = S_{tr_dmin}$$
 發生的頻率

150Hz-20KHz 第二次得到的量測：

$$S_{tr_fpk} - S_{tr}(f)$$
 第一個波峰的頻率(局部最大)

$$S_{tr_fval} - S_{tr}(f)$$
 第一個波谷的頻率(局部最小)

$$S_{tr_d_delta} - S_{tr}(f)\text{之最大/最小得到的差} = S_{tr_dmax} - S_{tr_dmin}$$

$$S_{tr_pk_delta} - S_{tr}(f)\text{之波峰/波谷頻率差} = S_{tr_fval} - S_{tr_fpk}$$

$$S_{tr_pk} - S_{tr}(f)$$
 在頻率 S_{tr_fpk} 的值

$$S_{tr_val} - S_{tr}(f)$$
 在頻率 S_{tr_fval} 的值

$$S_{tr_delta} - S_{tr}\text{之波峰/波谷差} = S_{tr_pk} - S_{tr_val}$$

$$S_{tg_dmax} - S_{tg}(f)\text{之最大正範圍} = \max(\text{derivation}(S_{tg}(f)/df))$$

$$S_{tg_fmax} = S_{tg_dmax}$$
 發生的頻率

$$S_{tg_dmin} - S_{tg}(f)\text{之最大負範圍} = \min(\text{derivation}(S_{tg}(f)/df))$$

$$S_{tg_fmin} = S_{tg_dmin}$$
 發生的頻率

$$S_{tg_fpk} - S_{tg}(f)$$
 第一個波峰的頻率(局部最大)

$$S_{tg_fval} - S_{tg}(f)$$
 第一個波谷的頻率(局部最小)

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (7)

$S_{tg_d_delta} - S_{tg}(f)$ 之最大/最小得到的差 = $S_{tg_dmax} - S_{tg_dmin}$

$S_{tg_pk_delta} - S_{tg}(f)$ 之波峰/波谷頻率差 = $S_{tg_fval} - S_{tg_fpk}$

$G_{tg20K}/G_{tg8K} - G_{tg}$ 在 19950Hz 及 8250Hz 的比

$G_{tg20K}/G_{tg4K} - G_{tg}$ 在 19950Hz 及 4200Hz 的比

$G_{tg30}/G_{tg20K} - G_{tg}$ 在 30Hz 及 19950Hz 的比

$G_{tg30}/G_{tg8K} - G_{tg}$ 在 30Hz 及 8250Hz 的比

四、中文發明摘要（發明之名稱：

用戶電話線之故障偵測

測試用戶線路的一種方法。該方法包括提供一分類器以預估線路的效能特性，至少一部份基於一輔助變數的值。該輔助變數的每一個值代表線路的特性。該方法也包括執行用戶線路上的電氣量測，使用該量測以預估輔助變數的值，而預估線路之效能特性。預估特性的動作使用分類器以預估輔助變數的值。

英文發明摘要（發明之名稱：DETECTING FAULTS IN SUBSCRIBER TELEPHONE LINES

A method tests a subscriber line. The method includes providing a classifier to predict a performance characteristic of the line based at least in part on a value of an auxiliary variable. Each value of the auxiliary variable represents a property of the line. The method also includes performing electrical measurements on the subscriber line, using the measurements to predict a value of the auxiliary variable, and predicting the performance characteristic of the line. The act of predicting the characteristic applies the classifier to the predicted value of auxiliary variable.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫各欄）

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

1.一種測試用戶線路的方法，包括：

提供一分類器以預估線路的效能特性，至少一部份基於一輔助變數的值，每一個值代表線路的特性；

執行用戶線路上的電氣量測；

使用該量測以預估輔助變數的一個值；

藉由使用分類器至該預估輔助變數的值，來預估線路之效能特性。

2.如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該效能特性係線路故障的出現。

3.如申請專利範圍第 2 項的方法，其中該線路故障係橋式分接的出現。

4.如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該輔助變數決定線路是否標準。

5.一種偵測用戶線路中問題或故障的方法，包括：

從其上的電氣量測分類該線路為標準線路及非標準線路；

從電氣量測及分類決定該線路是否有問題或故障。

6.如申請專利範圍第 5 項的方法，其中該量測具有低於 100KHz 的頻率。

7.如申請專利範圍第 5 項的方法，其中分類的動作包括指定該線路為以分類器執行分析的類別。

8.如申請專利範圍第 5 項的方法，其中決定的動作包括以分類器執行分析，其輸出結果視該線路是否標準而定。

。

六、申請專利範圍

9.如申請專利範圍第 5 項的方法，又包括：

從電氣量測決定該線路是否合格於數據服務。

10.如申請專利範圍第 9 項的方法，其中決定線路是否具有問題或故障的動作是因應於該用戶線路係合格的。

11.如申請專利範圍第 10 項的方法，其中量測使用低於 100KHz 的頻率且數據服務使用高於 400KHz 的頻率。

12.如申請專利範圍第 10 項的方法，其中決定線路是否具有故障的動作包括使用分類器以決定橋式分接是否出現。

13.如申請專利範圍第 5 項的方法，其中該故障係橋式分接及線徑改變之一。

14.一種用以偵測用戶線路中故障的方法，包括：

做一個初步的線路分類因應於它們之上的電氣量測，係合格於或不合格於作為數據服務線路；

從電氣量測及初步的分類決定該線路是否有故障。

15.如申請專利範圍第 14 項的方法，其中該故障係橋式分接及線徑改變之一。

16.如申請專利範圍第 14 項的方法，其中該量測具有低於 100KHz 的頻率。

17.如申請專利範圍第 14 項的方法，其中分類的動作包括指定該線路為以分類器執行分析的類別。

18.如申請專利範圍第 17 項的方法，其中決定的動作包括以分類器執行分析，該分類器的輸入資料包括該線路是否合格的決定。

(請先閱讀背面之注意事項再填
本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

19.一種建立堆疊的分類器來偵測線路故障之方法，包括：

選擇用戶線路的學習集合，部分的線路有故障，而部分的線路沒有故障；且

從線路之特性及輔助變數的值決定分類器的形式，每一輔助變數的值決定相關的線路是否係標準的。

20.如申請專利範圍第 19 項的方法，又包括：

從線路特性的值決定一個第二分類器的形式，該第二分類器因應線路特性的接收輸出輔助變數之值；且

其中第一及第二分類器輸出不同形式的輔助變數。

21.如申請專利範圍第 19 項的方法，該特性包括單端電氣量測。

22.如申請專利範圍第 19 項的方法，其中該決定又包括：

尋找最佳的測試，其根據故障是否出現或未出現分割學習集合的線路成子集合。

23.如申請專利範圍第 19 項的方法，其中該故障係橋式分接及線徑改變之一。

24.如申請專利範圍第 19 項的方法，其中至少特性之一係線路於預選的數據服務之初步的合格狀態。

25.一種建立堆疊的分類器來偵測線路故障之方法，包括：

選擇用戶線路的學習集合，部分的線路有故障，而部分的線路沒有故障；且

(請先閱讀背面之注意事項再填本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

從線路之特性及輔助變數的值決定分類器的形式，每一輔助變數的值決定相關的線路是否係初步合格於高速數據服務。

26.如申請專利範圍第 25 項的方法，又包括：

從線路特性的值決定一第二分類器的形式，該第二分類器因應線路特性的接收輸出輔助變數之值；且

其中第一及第二分類器輸出不同形式的輔助變數。

27.如申請專利範圍第 25 項的方法，該特性包括低頻單端電氣量測。

28.如申請專利範圍第 25 項的方法，其中該決定又包括：

尋找最佳的測試，其根據故障是否出現分割學習集合的線路成子集合。

29.如申請專利範圍第 25 項的方法，其中該故障係橋式分接及線徑改變之一。

30.一種儲存可執行指令程式的程式儲存裝置，用以偵測用戶線路中故障的一種方法，該方法包括：

從其上的電氣量測分類線路為標準線路或非標準線路；及

從電氣量測及分類決定該線路是否有故障。

31.如申請專利範圍第 30 項的方法，其中分類的動作包括指定該線路為基於分類器執行分析的類別。

32.如申請專利範圍第 30 項的方法，其中決定的動作包括基於分類器執行分析，其中至少一準則視該線路是否

六、申請專利範圍

標準而定。

33.如申請專利範圍第 30 項的方法，其中決定線路是否具有故障的動作包括分析根據故障出現分類線路的一決策樹。

34.如申請專利範圍第 30 項的方法，其中該故障係橋式分接及線徑改變之一。

35.一種儲存可執行指令程式的程式儲存裝置，其係用於偵測用戶線路中故障的方法，該方法包括：

因應其上的電氣量測分類線路為合格於或不合格於數據服務線路；及

從電氣量測及分類決定該線路是否有故障。

36.如申請專利範圍第 35 項的方法，其中該故障係橋式分接及線徑改變之一。

37.如申請專利範圍第 35 項的方法，其中分類的動作包括指定該線路為基於分類器執行分析的類別。

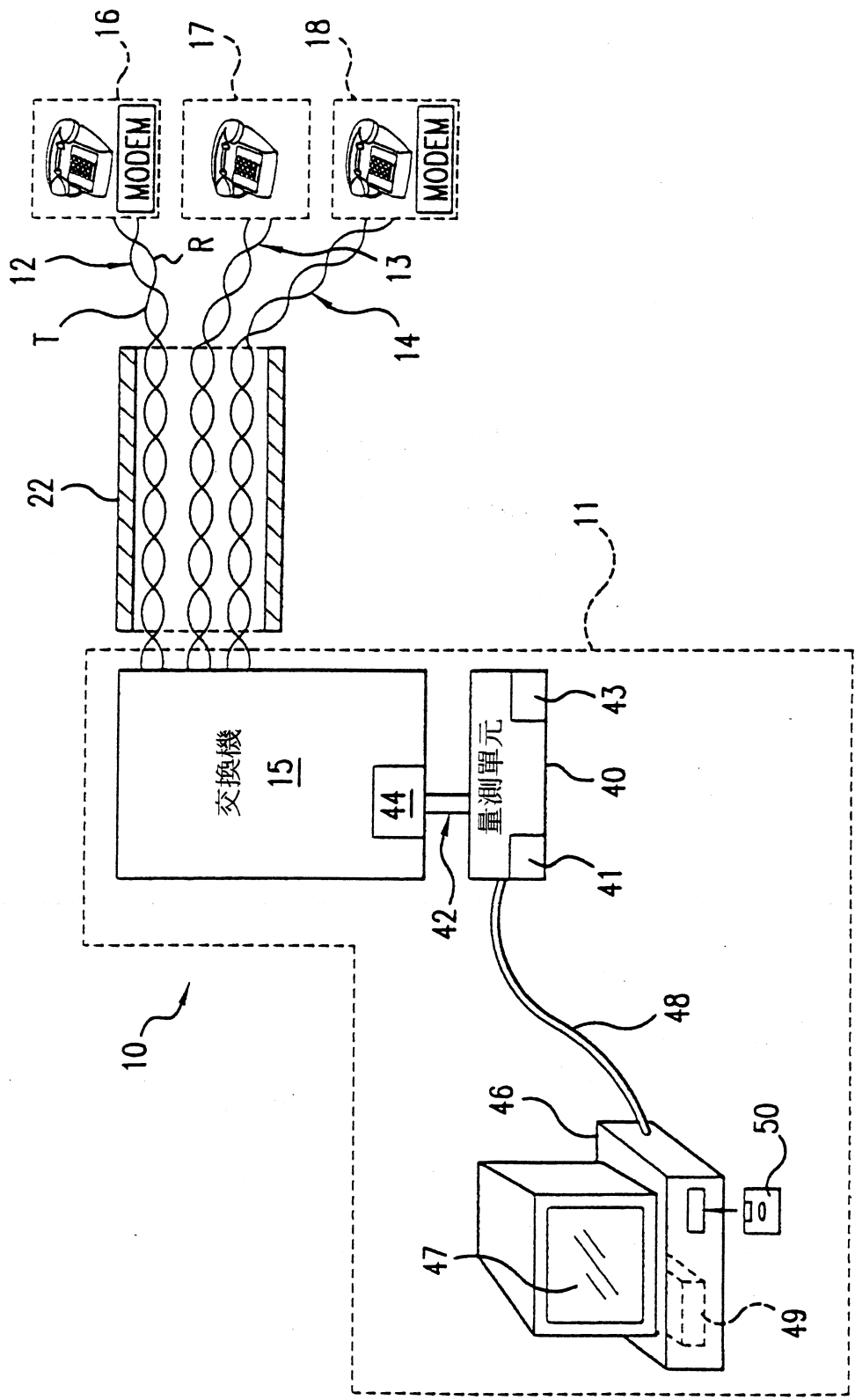
38.如申請專利範圍第 37 項的方法，其中決定的動作包括基於分類器執行分析，其中至少一準則視該線路是否合格而定。

(請先閱讀背面之注意事項再填)

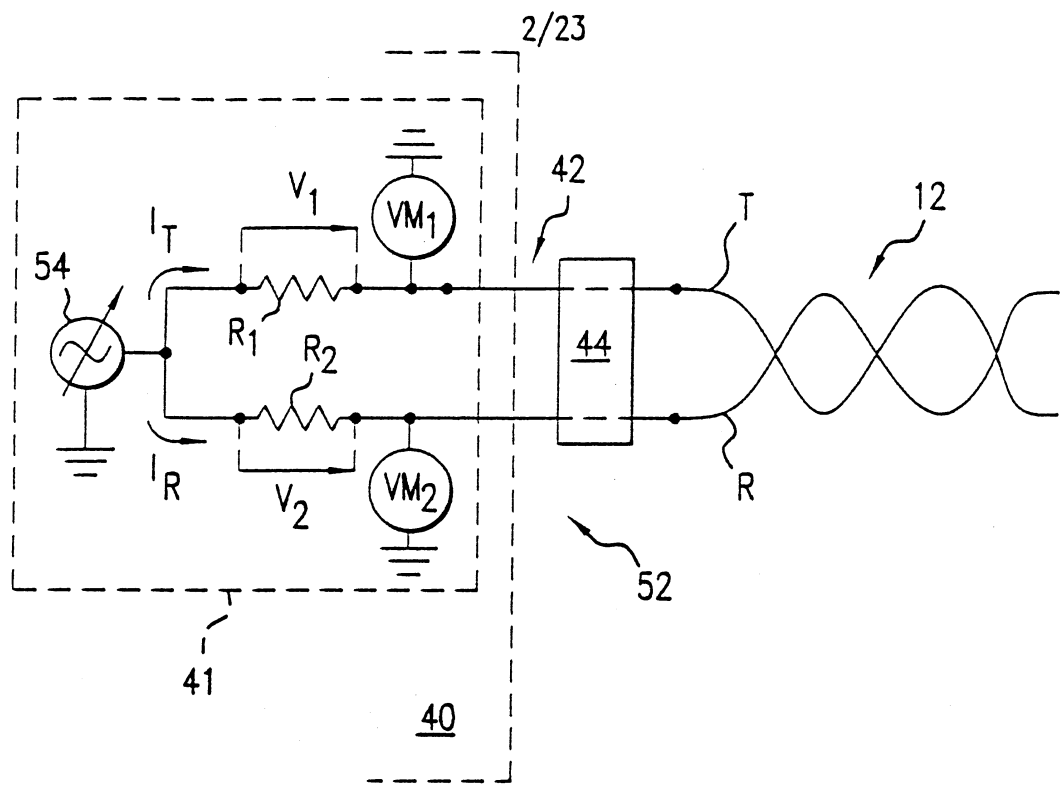
裝

訂

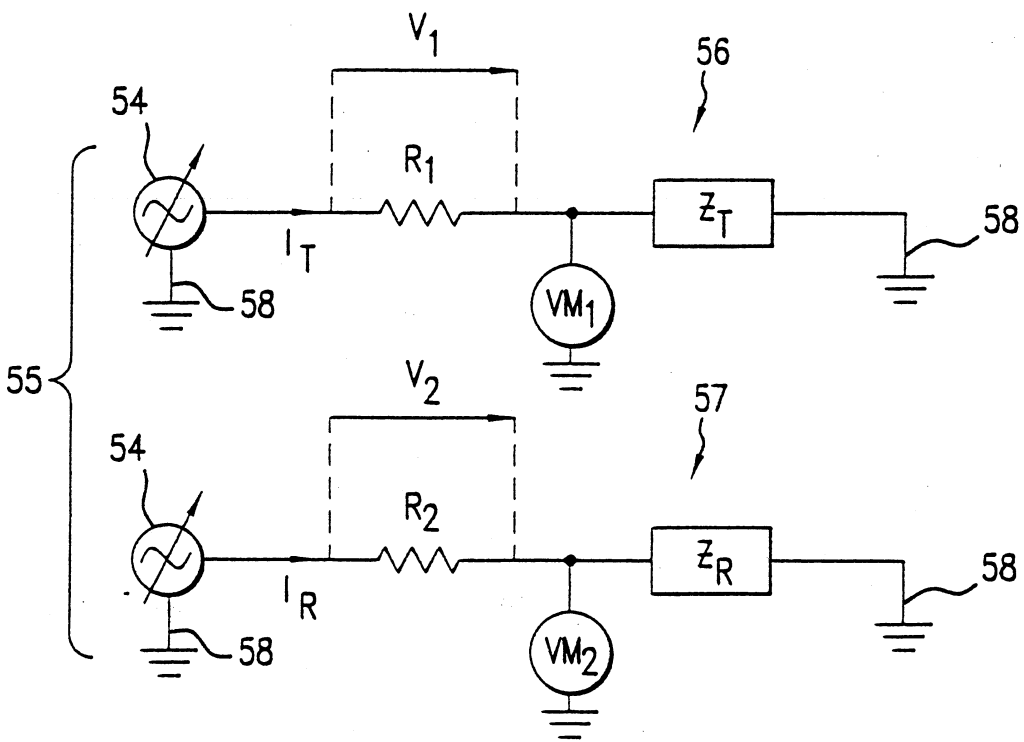
線



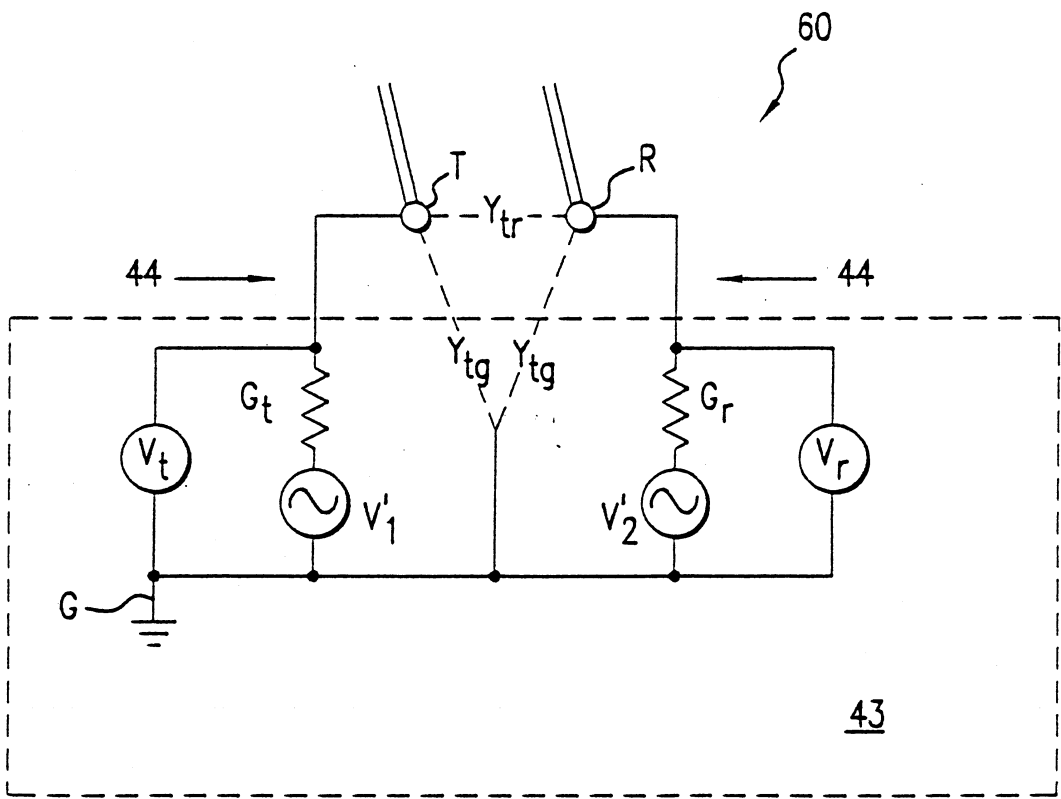
圖一



圖二A

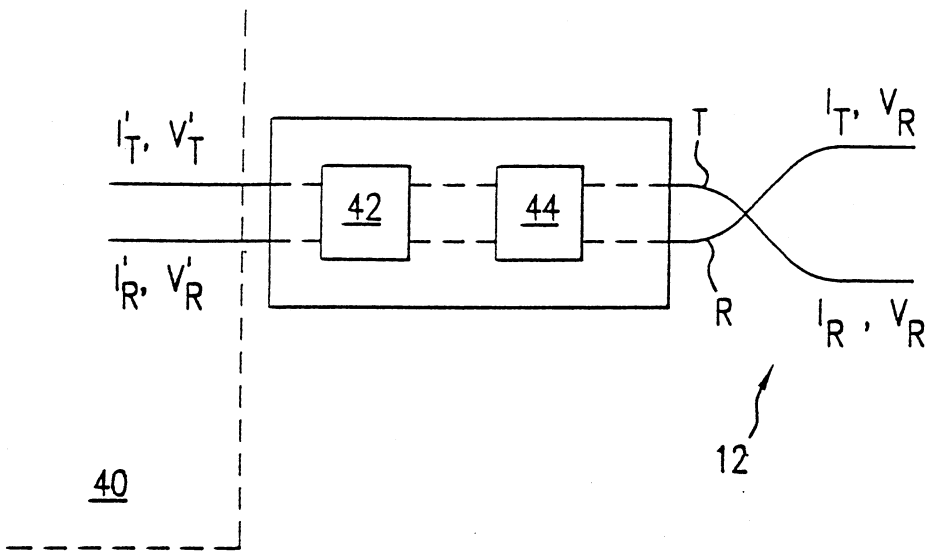


圖二B

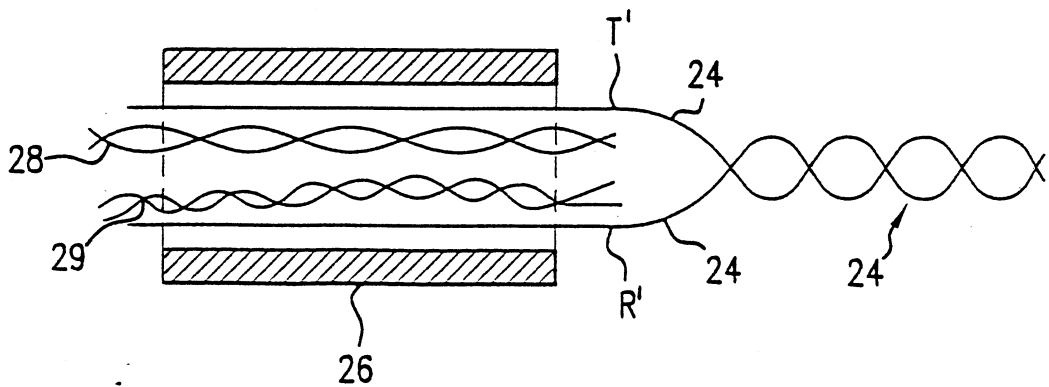


圖二C

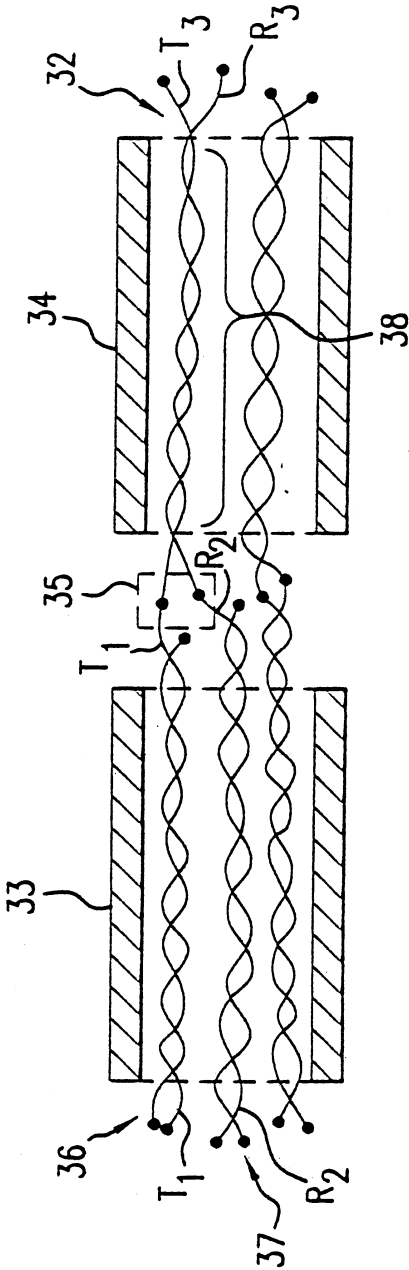
4/23



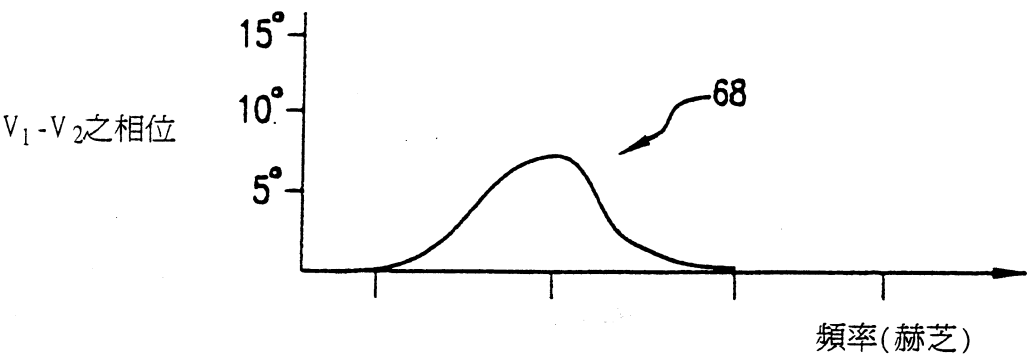
圖三



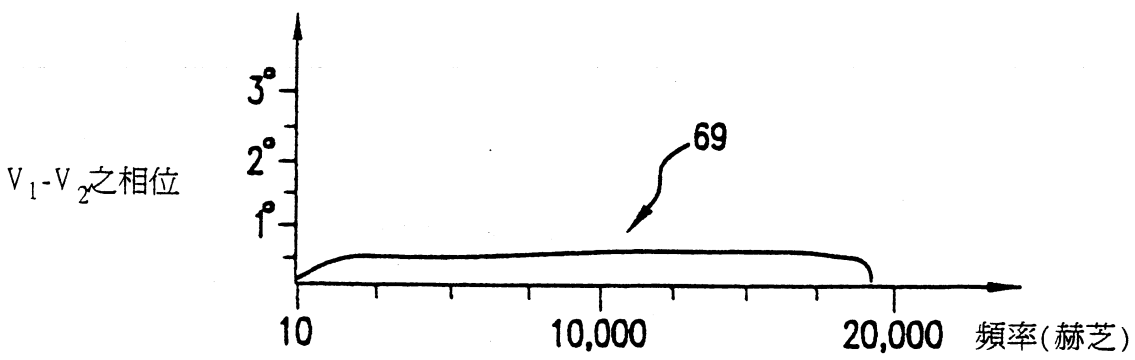
圖四



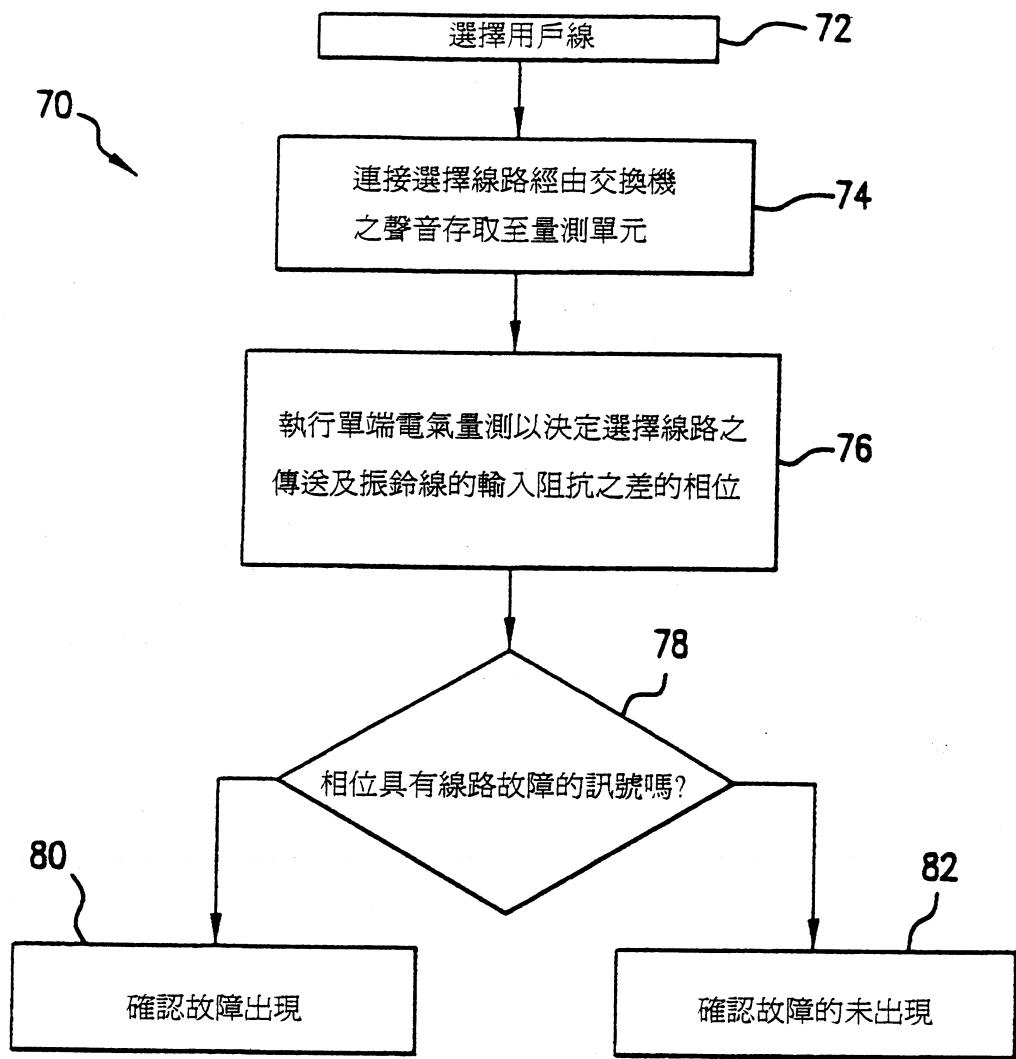
圖五



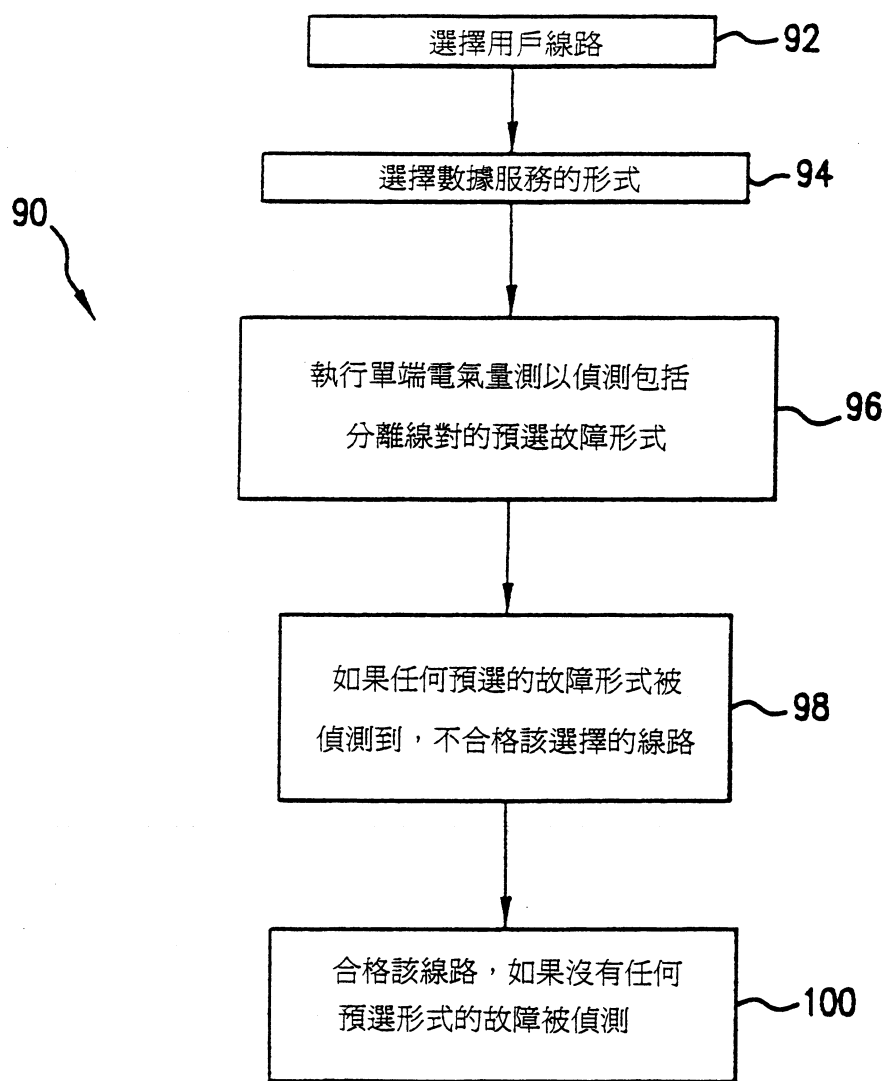
圖六A



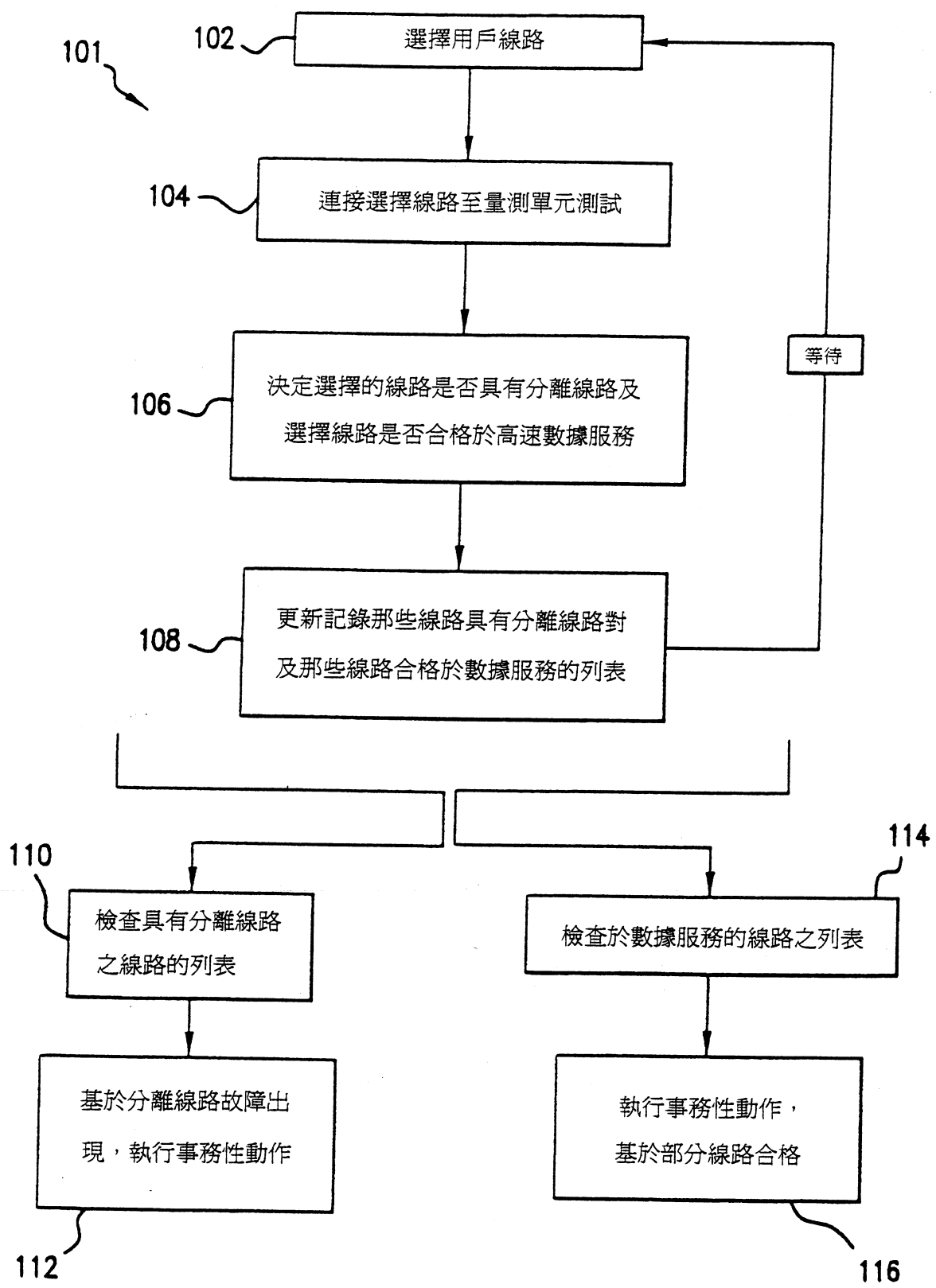
圖六B



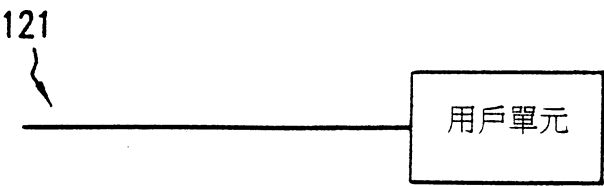
圖七



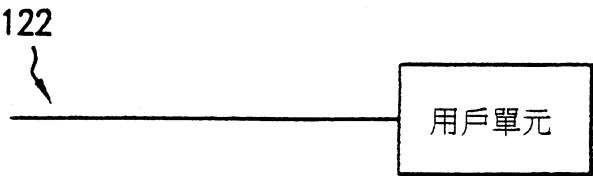
圖八



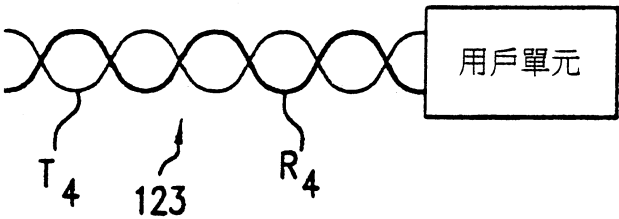
圖九



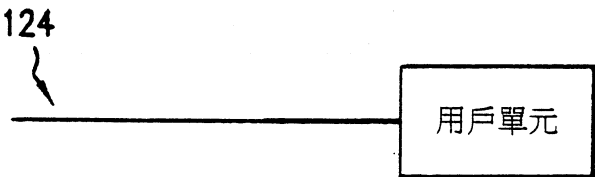
圖十A



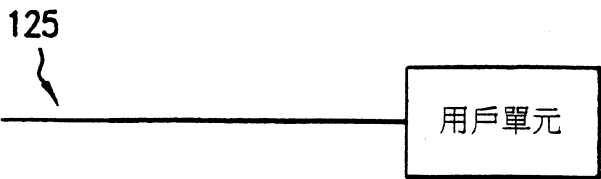
圖十B



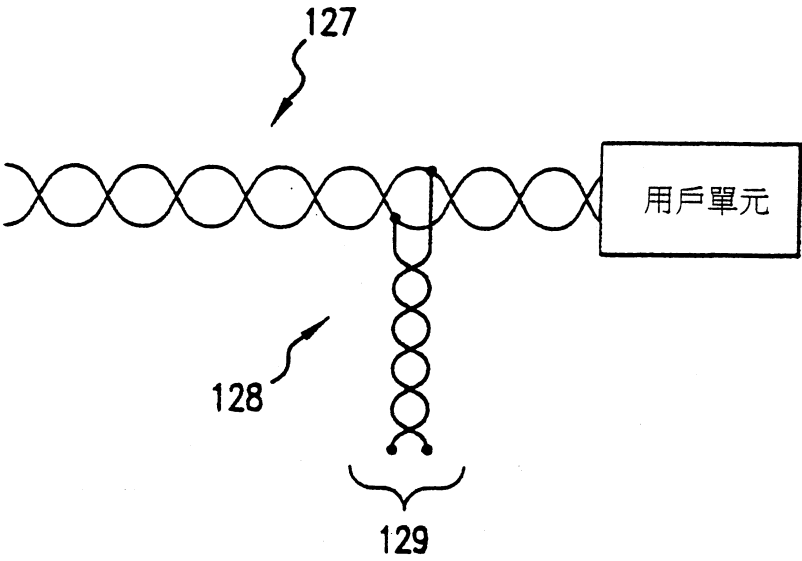
圖十C



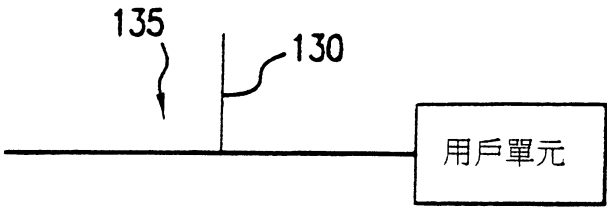
圖十D



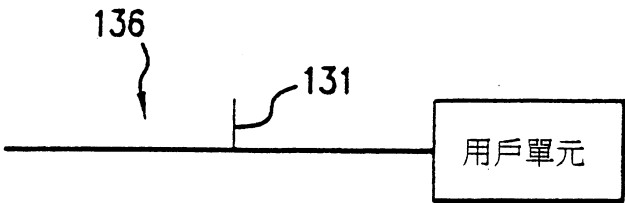
圖十E



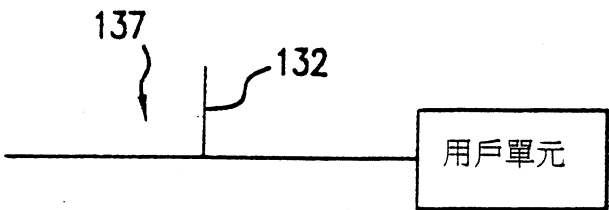
圖十一



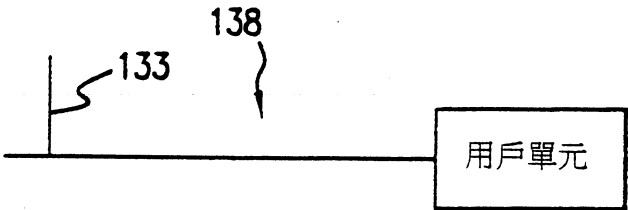
圖十二A



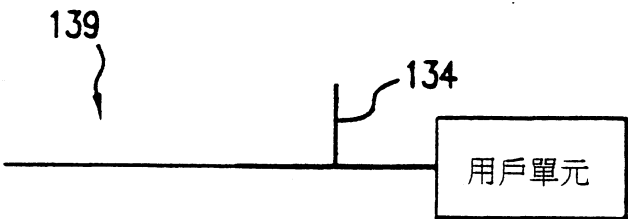
圖十二B



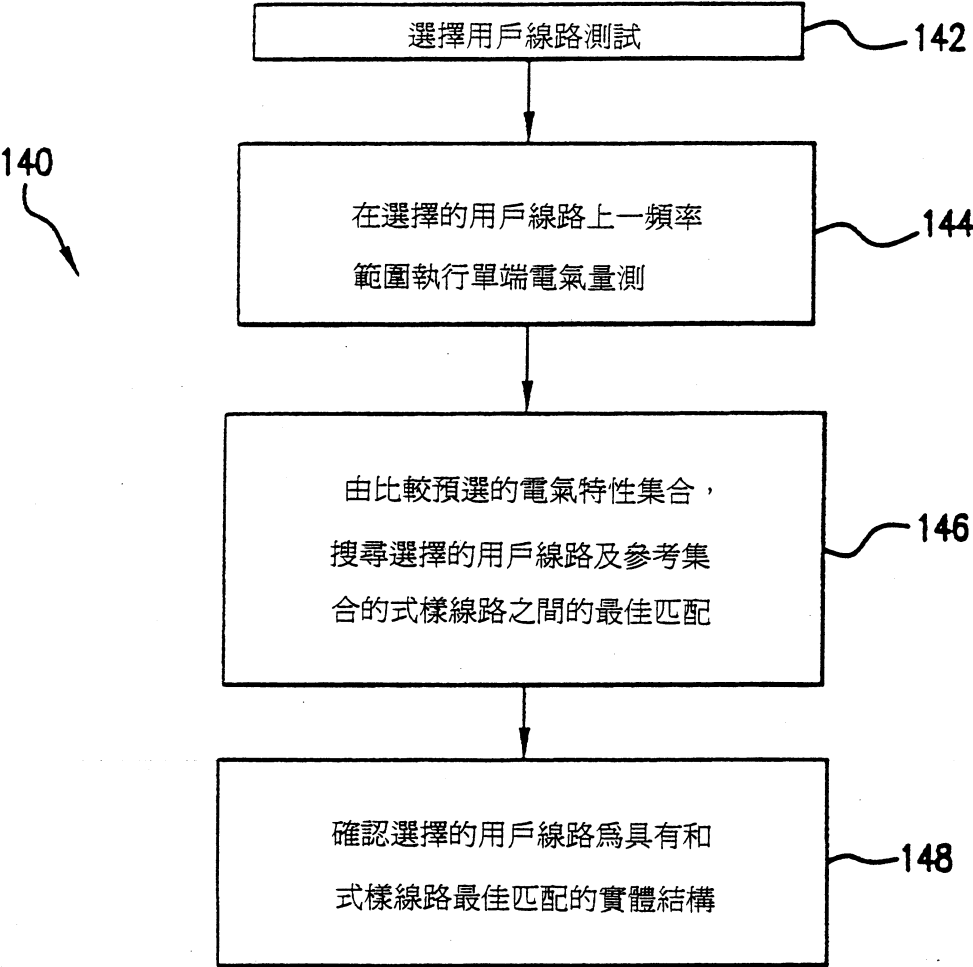
圖十二C



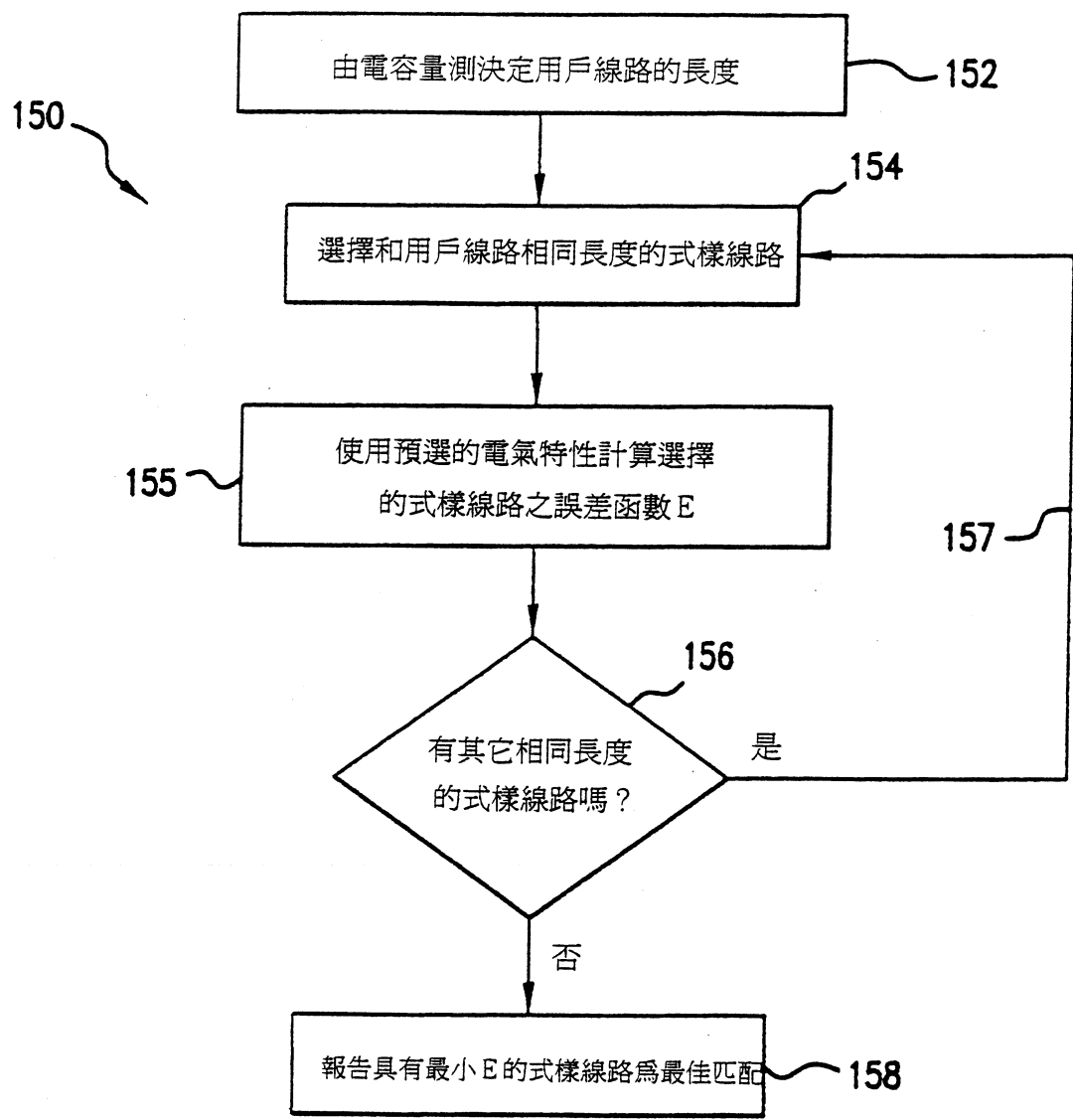
圖十二D



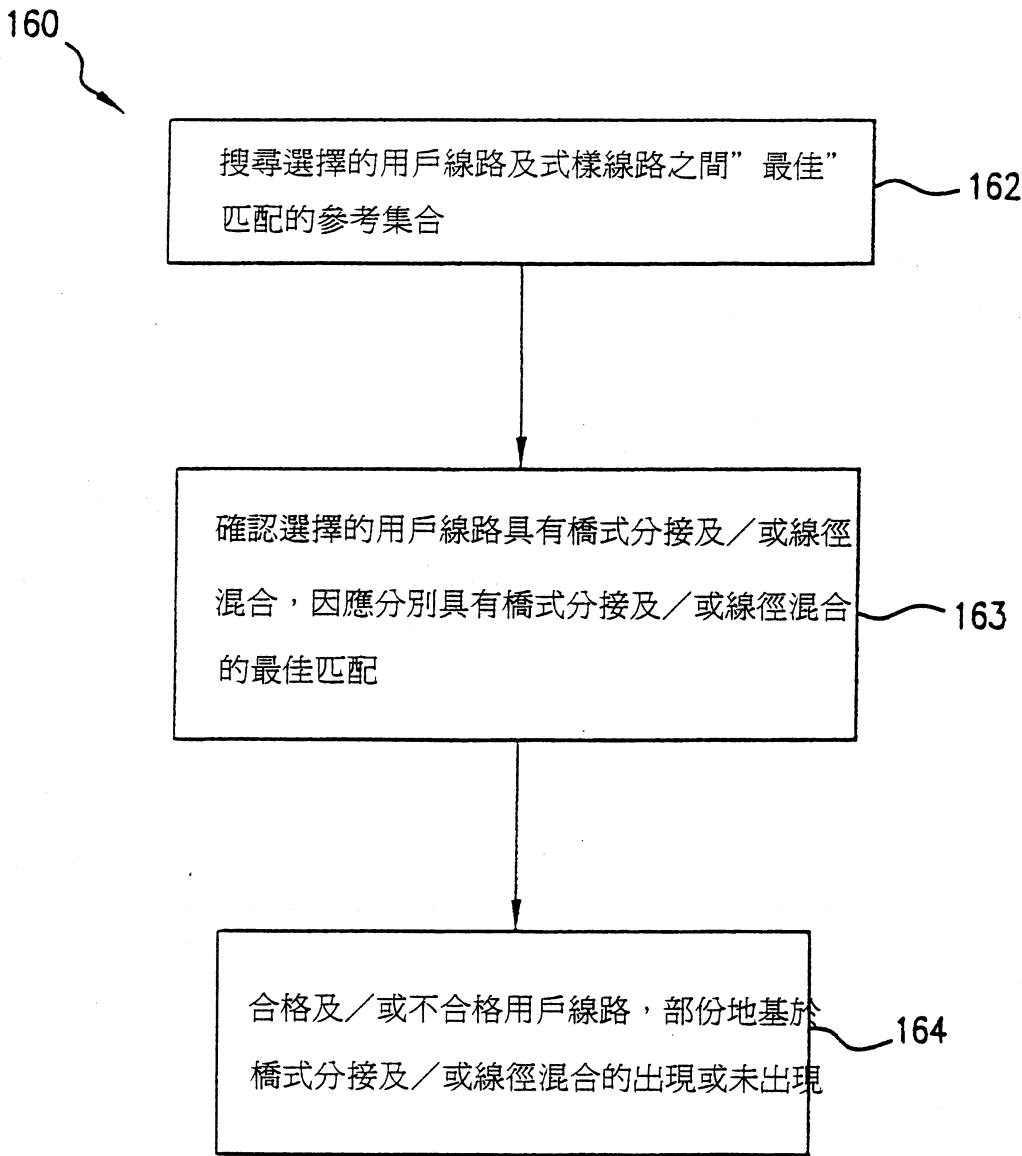
圖十二E



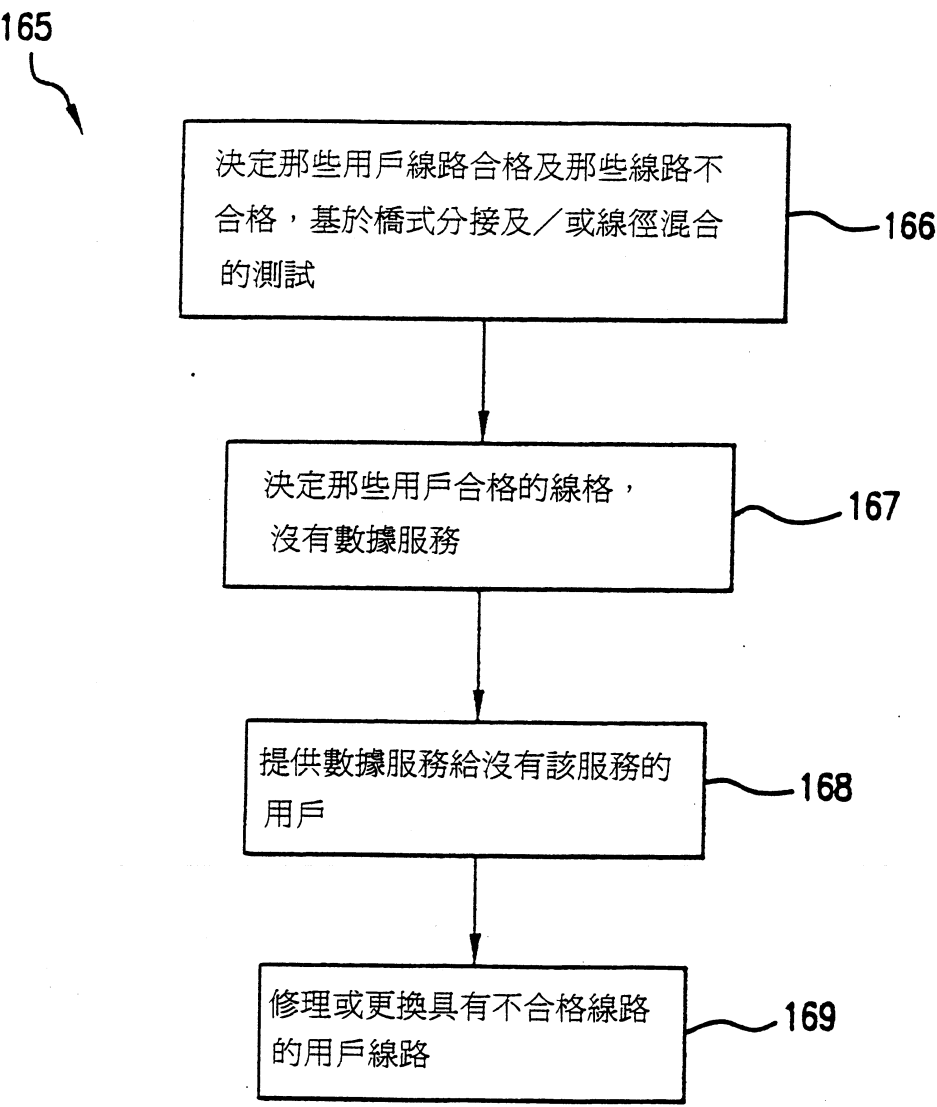
圖十三



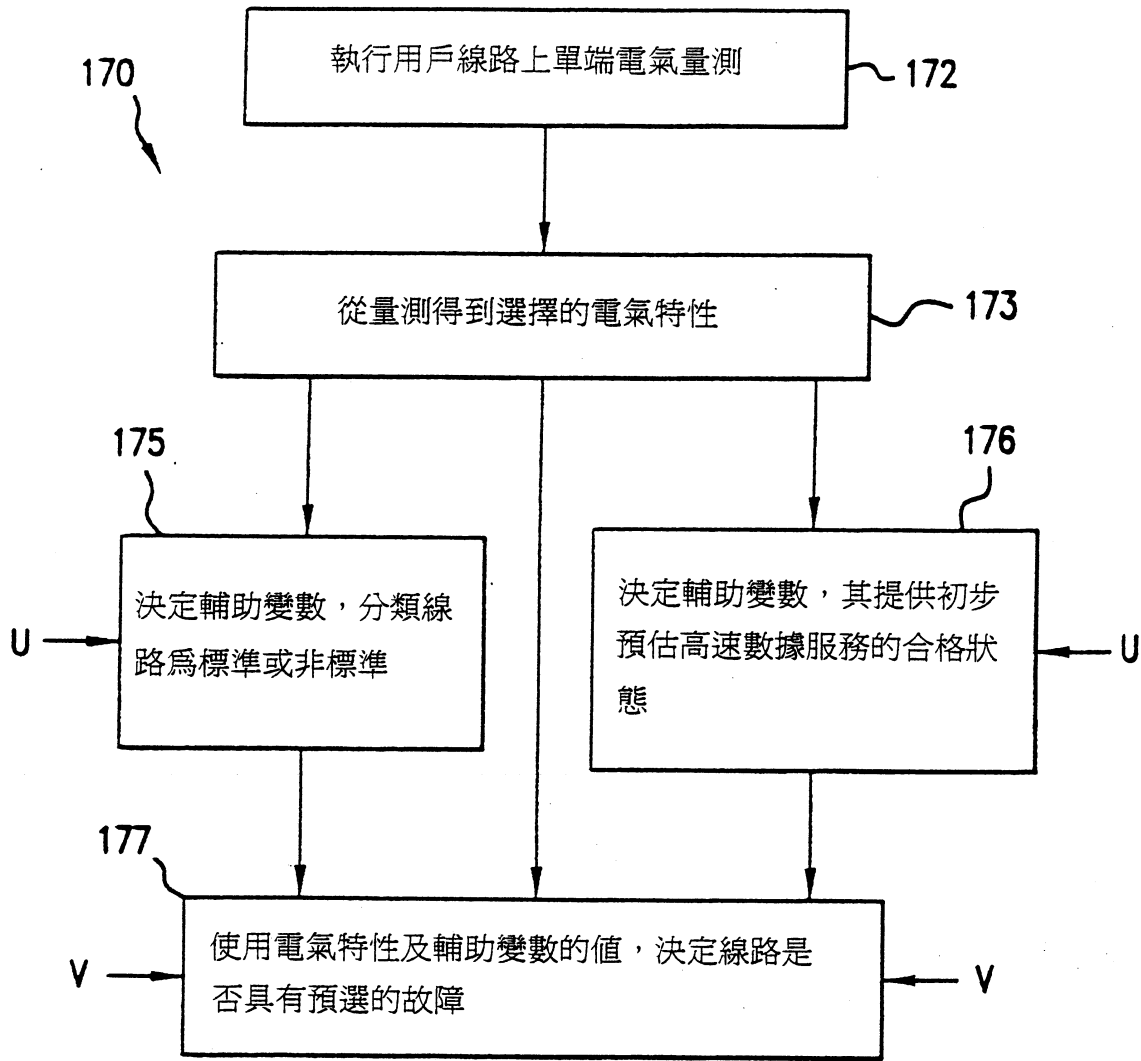
圖十四



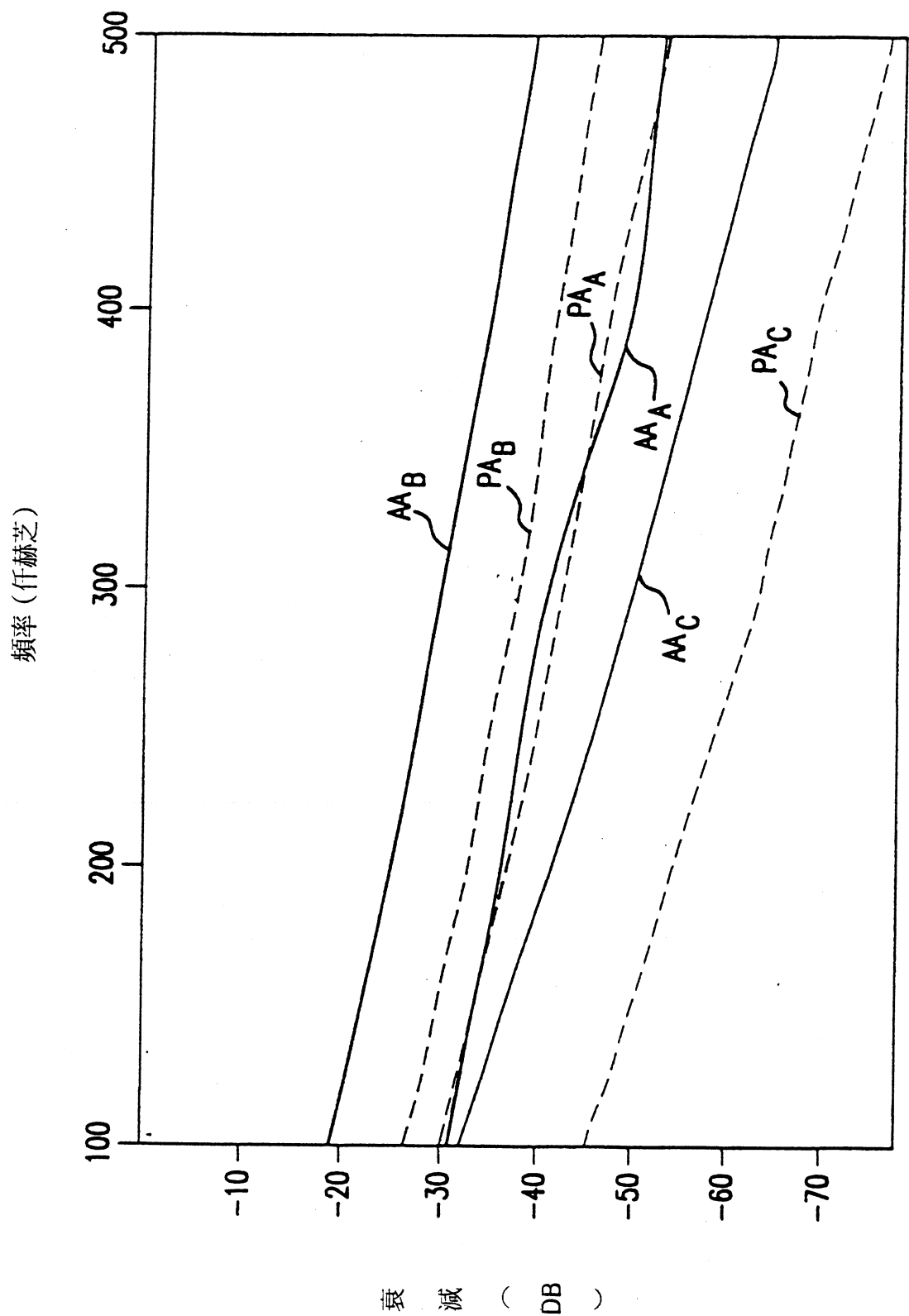
圖十五



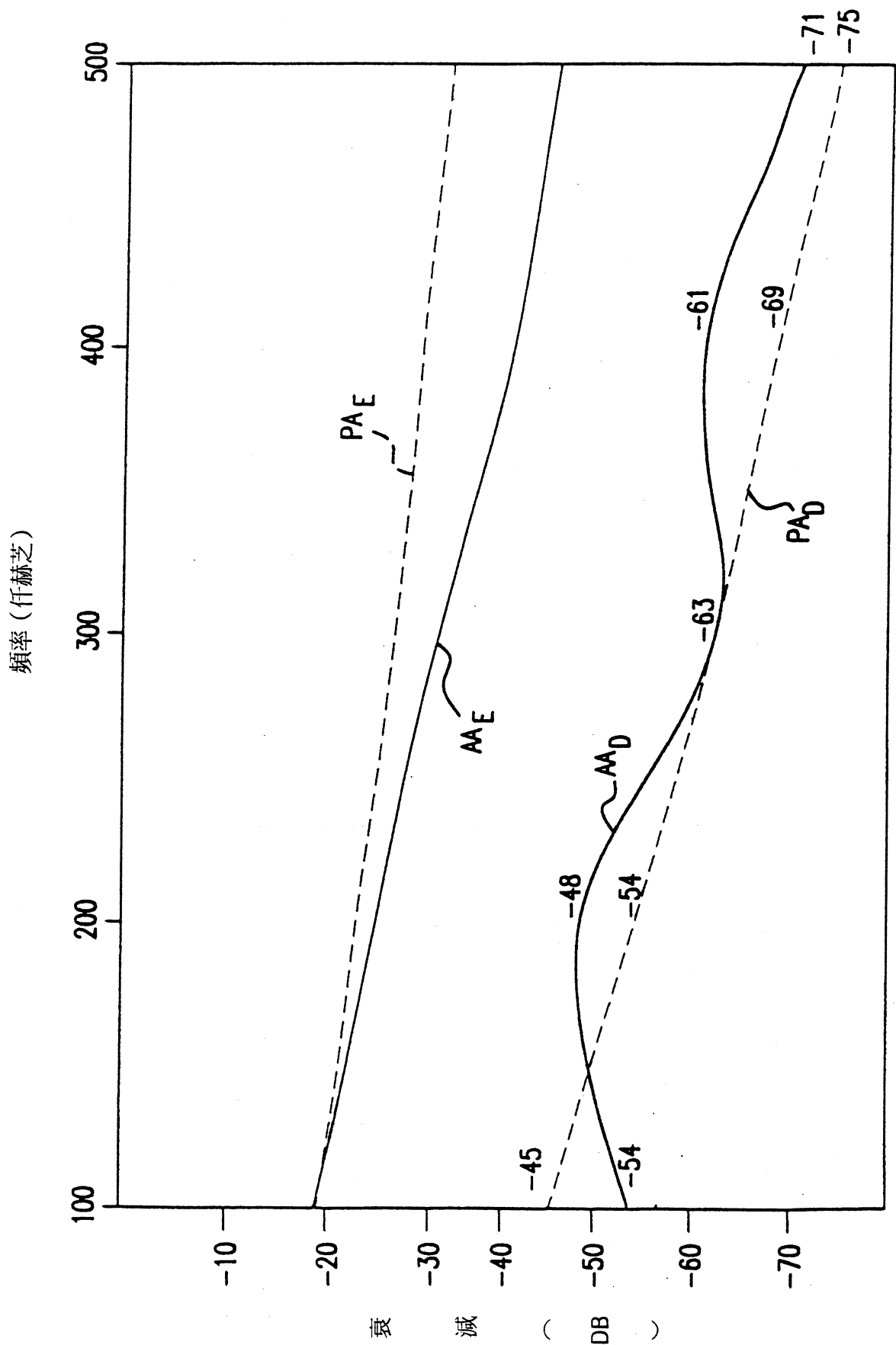
圖十六



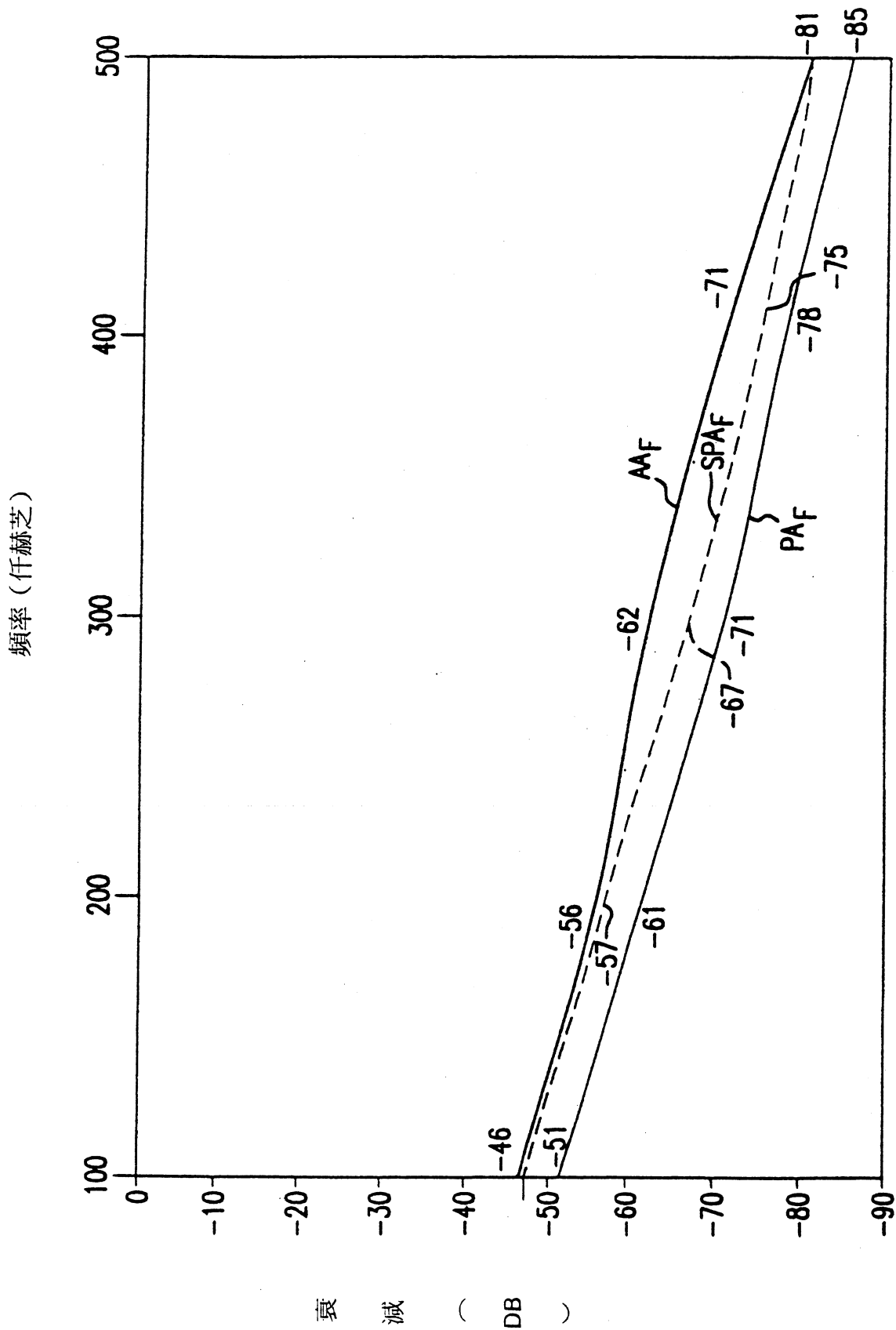
圖十七



圖十八A



圖十八B



圖十八C

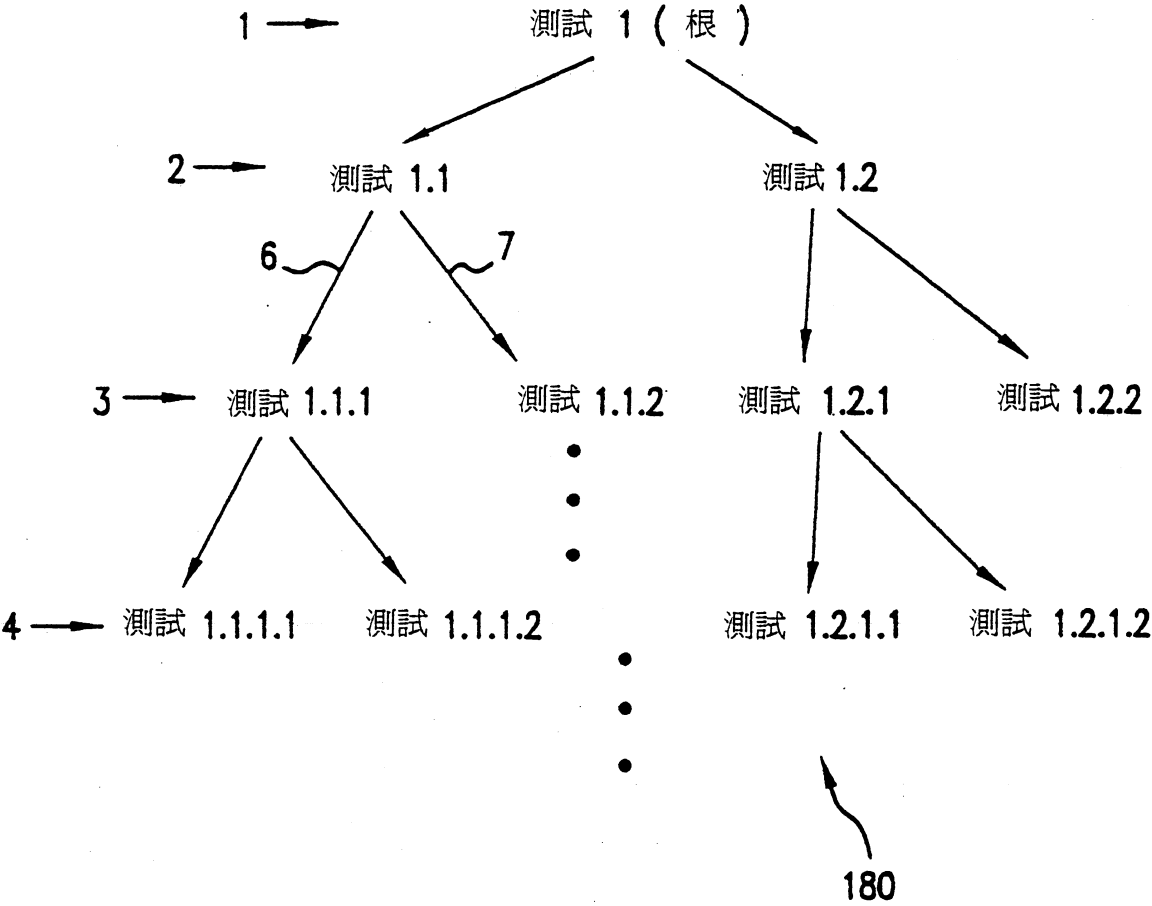


圖 十九

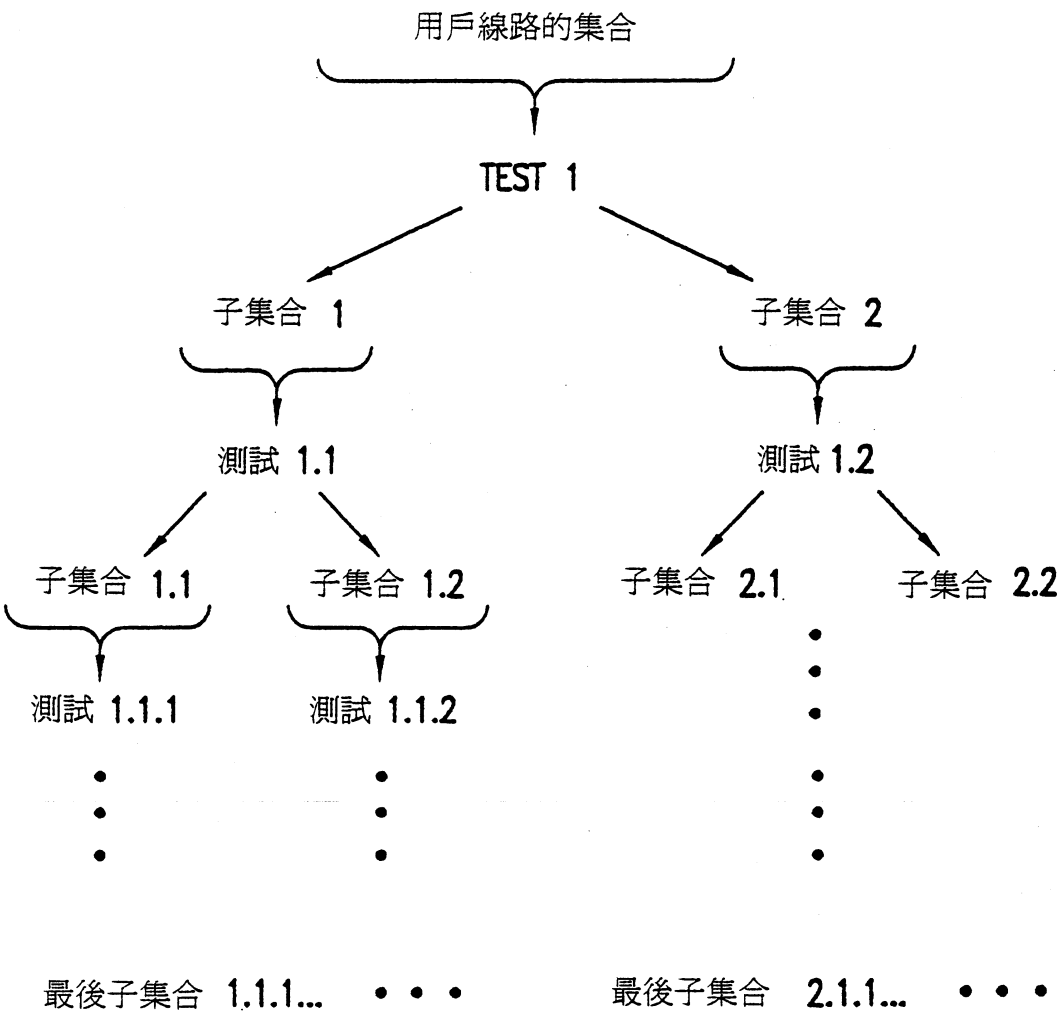
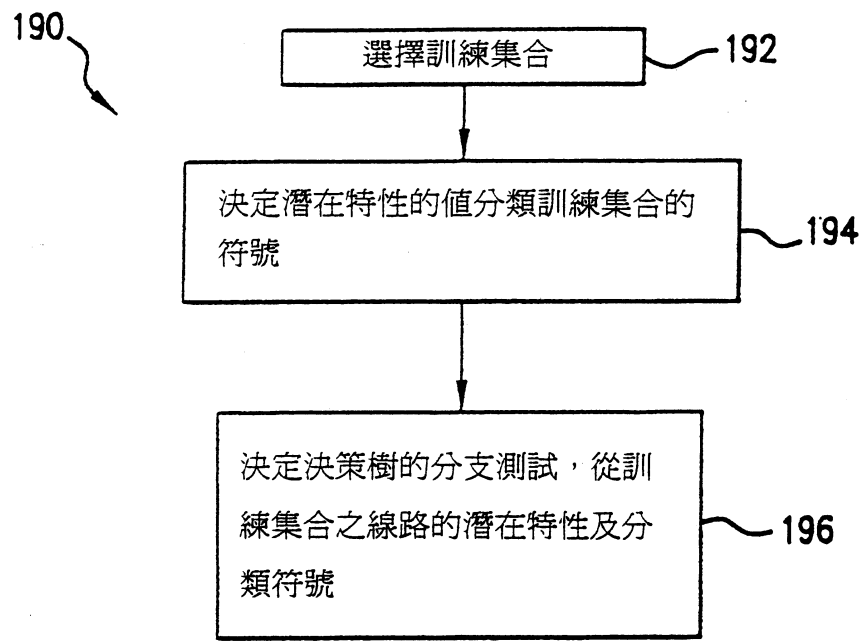
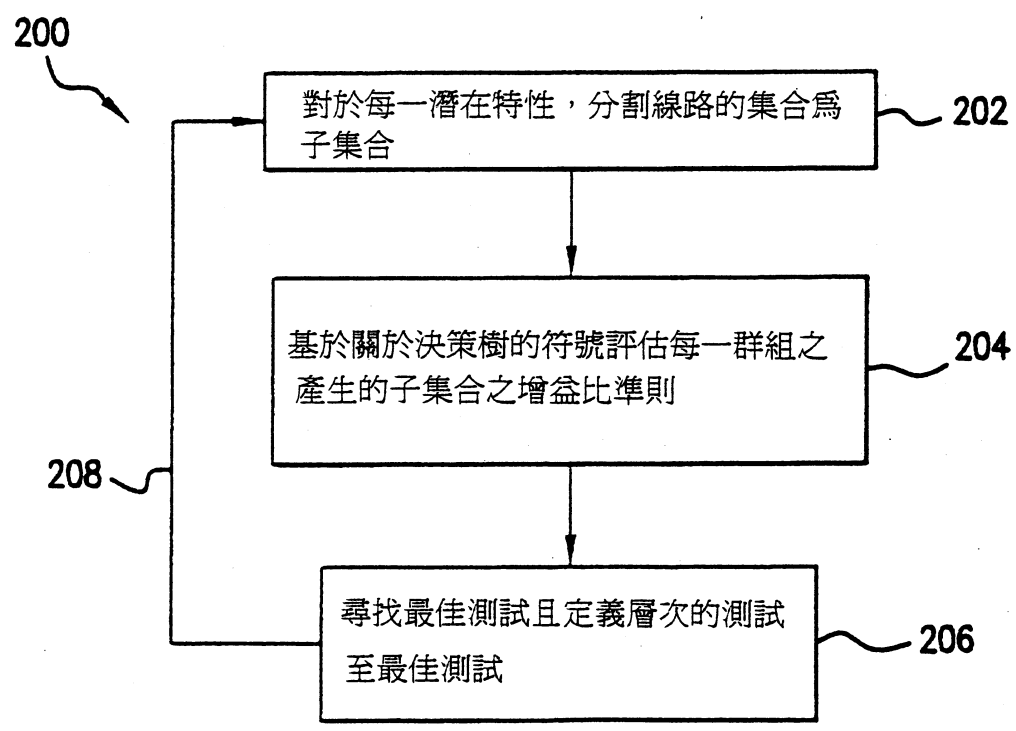


圖 二十



圖二十一



圖二十二