



(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 I550282 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 21 日

(21) 申請案號：104137214

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 11 日

(51) Int. Cl. : G01R27/26 (2006.01)

(71) 申請人：財團法人金屬工業研究發展中心 (中華民國) METAL INDUSTRIES RESEARCH & DEVELOPMENT CENTRE (TW)

高雄市楠梓區高楠公路 1001 號

(72) 發明人：洪政源 HUNG, CHENG YUAN (TW)；翁敏航 WENG, MIN HANG (TW)；尤崇智 YU, TSUNG CHIH (TW)；吳春森 WU, CHUN SEN (TW)

(74) 代理人：李世章；秦建譜

(56) 參考文獻：

TW 201446922A

TW 201506416A

CN 1828314A

CN 103941101A

US 5157337

審查人員：机亮燁

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：3 共 19 頁

(54) 名稱

介電常數量測方法及介電常數量測裝置

DIELECTRIC CONSTANT MEASUREMENT METHOD AND APPARATUS

(57) 摘要

一種介電常數量測方法，包含下列步驟。使用同軸訊號線量測第一測試物，以得到第一測試物之第一負載阻抗。環狀微帶線設置於基板的第一表面上。使用同軸訊號線量測第二測試物，以得到第二測試物之第二負載阻抗。使用處理器對第一負載阻抗和第二負載阻抗進行除法運算，以得到第一測試物和第二測試物之傳播常數。藉由傳播常數決定第一測試物和第二測試物之介電常數和導電率。

A dielectric constant measurement method is provided, which includes the following steps. A first object is measured by using a coaxial signal line to obtain a first load resistance thereof. A second object is measured by using the coaxial signal line to obtain a second load resistance thereof. A divider operation is performed on the first load resistance and the second load resistance to obtain a propagation constant. A dielectric constant and a conductivity of the first object and the second object are determined from the propagation constant.

指定代表圖：

符號簡單說明：

300 . . . 介電常數量
測方法

310、320、330、

340 . . . 步驟

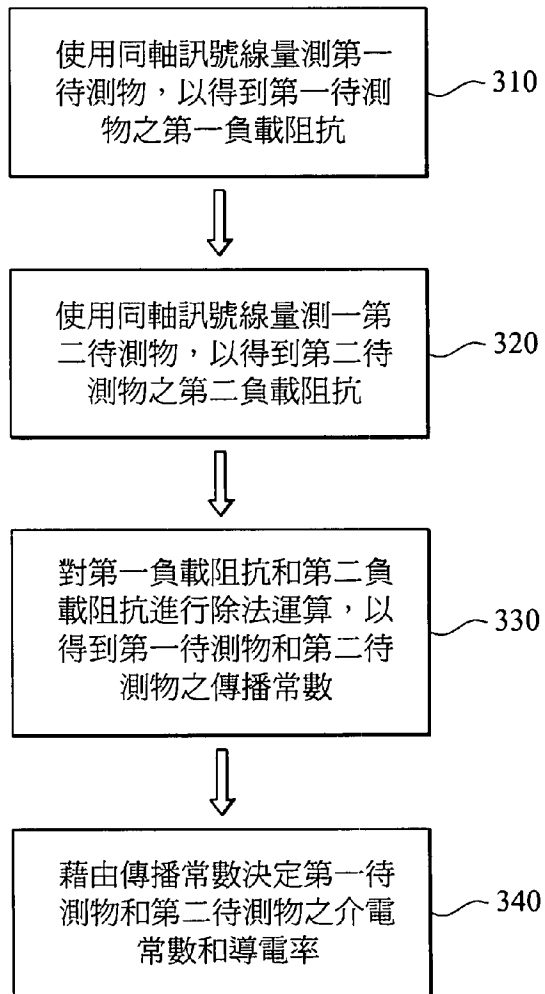
300

圖 3

申請案號： 104139214

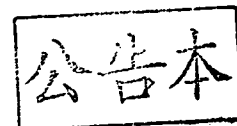
申請日： 104.11.11

IPC分類： G01R 27/26 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】 介電常數量測方法及介電常數量測
裝置

【英文發明名稱】 DIELECTRIC CONSTANT
MEASUREMENT METHOD AND APPARATUS



【中文】

一種介電常數量測方法，包含下列步驟。使用同軸訊號線量測第一測試物，以得到第一測試物之第一負載阻抗。環狀微帶線設置於基板的第一表面上。使用同軸訊號線量測第二測試物，以得到第二測試物之第二負載阻抗。使用處理器對第一負載阻抗和第二負載阻抗進行除法運算，以得到第一測試物和第二測試物之傳播常數。藉由傳播常數決定第一測試物和第二測試物之介電常數和導電率。

【英文】

A dielectric constant measurement method is provided, which includes the following steps. A first object is measured by using a coaxial signal line to obtain a first load resistance thereof. A second object is measured by using the coaxial signal line to obtain a second load resistance thereof. A divider operation is performed on the first load resistance and the

second load resistance to obtain a propagation constant. A dielectric constant and a conductivity of the first object and the second object are determined from the propagation constant.

【指定代表圖】 圖3

【代表圖之符號簡單說明】

300 介電常數量測方法

310、320、330、340 步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】 介電常數量測方法及介電常數量測裝置

【英文發明名稱】 DIELECTRIC CONSTANT MEASUREMENT METHOD AND APPARATUS

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種量測方法及裝置，且特別是一種使用同軸訊號線進行量測的介電常數量測方法及介電常數量測裝置。

【先前技術】

【0002】 平行板技術已應用至許多領域中。舉例而言，在微波成像系統中，藉由一平板發射微波訊號至物體，再透過另一平板接收並量測穿透物體的微波訊號，接著再經由運算散射參數來重建物體的形狀或得到物體的介電常數分佈。然而，在使用習知平行板進行對物體的量測之前，須先使用習知平行板對標準校正樣品進行量測以及依據量測的結果來校正量測系統的參數。此外，習知使用平行板進行介電常數量測的方法僅適用在電磁波頻率低於1GHz的環境下，且在同一操作步驟中僅可使用單一頻率對物體進行量測。對於一些高頻元件而言，其介電常數和導電率具有頻率相依性。若是使用習知平行板來量測此些高頻元件，量測結果可能會有較大的誤差而導致其不具參考價值。

【發明內容】

【0003】 本發明的目的是在於提供一種介電常數量測方法及介電常數量測裝置，其可應用至高頻元件之介電常數和導電率的量測，且可增加量測的準確度。此外，本發明之介電常數量測方法及介電常數量測裝置不需在進行量測步驟前預先進行參數校正，因此可增加操作上的便利性及節省硬體成本和時間。

【0004】 根據本發明之上述目的，提出一種介電常數量測方法，此介電常數量測方法包含下列步驟：使用同軸訊號線量測第一測試物，以得到第一測試物的第一負載阻抗；使用同軸訊號線量測第二測試物，以得到第二測試物的第二負載阻抗，其中第一測試物與第二測試物由相同的材料所組成，第一測試物和第二測試物分別具有第一厚度和第二厚度，且第一厚度與第二厚度的差距介於0.1毫米與100毫米之間；使用處理器對第一負載阻抗和第二負載阻抗進行除法運算，以得到第一測試物和第二測試物的傳播常數；以及藉由傳播常數決定第一測試物和第二測試物的介電常數和導電率。

【0005】 依據本發明之一實施例，上述第一測試物和上述第二測試物的表面平整度小於或等於0.1毫米。

【0006】 依據本發明之又一實施例，上述第一厚度和上述第二厚度介於0.1毫米與100毫米之間。

【0007】 依據本發明之又一實施例，上述傳播常數為複數，且上述介電常數和上述導電率分別由傳播常數的相位常數和衰減常數而得到。

【0008】 依據本發明之又一實施例，上述第一負載阻抗和上述第二負載阻抗係再經由扣除同軸訊號線之的特性阻抗和傳播常數而得到。

【0009】 依據本發明之又一實施例，上述同軸訊號線係對上述第一測試物和上述第二測試物進行開路量測。

【0010】 根據本發明之上述目的，另提出一種介電常數量測裝置，此介電常數量測裝置包含同軸訊號線和處理模組。同軸訊號線具有第一端和第二端。同軸訊號線的第一端用以接觸第一測試物和第二測試物，以對第一測試物和第二測試物進行個別量測，進而得到第一測試物的第一負載阻抗和第二測試物的第二負載阻抗，其中第一測試物與第二測試物由相同的材料所組成，第一測試物和第二測試物分別具有第一厚度和第二厚度，且第一厚度與第二厚度的差距介於0.1毫米與100毫米之間。處理模組耦接於同軸訊號線的第二端，其用以對第一負載阻抗和第二負載阻抗進行除法運算，以得到第一測試物和第二測試物的傳播常數，且藉由傳播常數決定第一測試物和第二測試物的介電常數和導電率。

【0011】 依據本發明之一實施例，上述同軸訊號線與上述第一測試物及上述同軸訊號線與上述第二測試物的接觸為開路接觸。

【0012】 依據本發明之又一實施例，上述同軸訊號線的特性阻抗介於10歐姆與250歐姆之間。

【0013】 依據本發明之又一實施例，上述同軸訊號線包含外殼導體、介電質和中心導體。外殼導體和中心導體包含金、銀、銅、鋁、錫、鎳或合金，且介電質包含陶瓷材料、

玻璃纖維材料、碳氫化合物材料、鐵氟龍材料、鐵氟龍玻璃纖維材料或鐵氟龍陶瓷材料。

【圖式簡單說明】

【0014】

爲了更完整了解實施例及其優點，現參照結合所附圖式所做之下列描述，其中：

〔圖1〕係繪示依據本發明一些實施例之介電常數量測裝置的示意圖；

〔圖2A〕和〔圖2B〕係繪示使用〔圖1〕之介電常數量測裝置量測測試物的示意圖；以及

〔圖3〕係繪示依據本發明一些實施例之介電常數量測方法的流程圖。

【實施方式】

【0015】請參照圖1，圖1係繪示依據本發明實施例之一種介電常數量測裝置100的示意圖。介電常數量測裝置100包含同軸訊號線110和處理模組120。同軸訊號線110具有第一端110A和第二端110B，其中第一端110A用以接觸測試物，而第二端110B耦接處理模組120。同軸訊號線110由內而外依序爲外殼導體、介電質和中心導體，其中外殼導體和中心導體可包含金、銀、銅、鋁、錫、鎳、合金或其他類似的金屬材料，而介電材質可包含陶瓷材料、玻璃纖維材料、碳氫化合物材料、鐵氟龍材料、鐵氟龍玻璃纖維材料、鐵氟龍陶瓷材料或其他類似的介電材料。此外，同軸訊號線110的特性阻抗較佳介於10歐姆與250歐姆之間。處理模組

120提供一介面，以供同軸訊號線110的第二端110B耦接。處理模組120可以是具備運算功能的裝置，例如個人電腦（personal computer）或筆記型電腦（laptop computer）等，但不限於此。

【0016】 請參照圖2A和圖2B，圖2A和圖2B係分別繪示使用介電常數量測裝置100量測第一測試物210和第二測試物220的示意圖。第一測試物210和第二測試物220由相同的材料所組成，其可以是固體、半固體或液體等，但不限於此。測試材料（其組成第一測試物210和第二測試物220）的介電常數較佳為介於1到80之間，測試材料的導電率較佳介於 1 S m^{-1} 與 40 S m^{-1} 之間，且第一測試物210和第二測試物220的表面平整度較佳為小於或等於0.1毫米，以利介電常數量測裝置100對第一測試物210和第二測試物220進行精確的量測。此外，第一測試物210和第二測試物220分別具有厚度T1和T2，其中厚度T1和T2較佳介於0.1毫米與100毫米之間，且厚度T1與T2的差距較佳介於0.1毫米與100毫米之間。

【0017】 爲了得到測試材料的介電常數和導電率，首先將同軸訊號線110的第一端110A接觸第一測試物210，如圖2A所示。同軸訊號線110對第一測試物210進行量測，且將量測到的數值減去同軸訊號線110的特性阻抗和傳播常數後，即可得到第一測試物210的負載阻抗。第一測試物210的負載阻抗 Y_{L1} 如式(1)所示：

$$Y_{L_1} = \frac{\sqrt{\epsilon_d}}{60 \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \tanh(\gamma_d T_1), \quad (1)$$

其中 r_1 為同軸訊號線 110 的中心導體的直徑， r_2 為同軸訊號線 110 的介電質的外圈直徑， ϵ_d 為第一測試物 210 的介電常數， γ_d 為第一測試物 210 的傳播常數，且 T_1 為第一測試物 210 的厚度。

【0018】 接著，將第一測試物 210 移除，且再將同軸訊號線 110 的第一端 110A 接觸第二測試物 220，如圖 2B 所示。同軸訊號線 110 對第二測試物 220 進行量測，且將量測到的數值減去同軸訊號線 110 的特性阻抗和傳播常數後，即可得到第二測試物 220 的負載阻抗。相似地，第二測試物 220 的負載阻抗 Y_{L_2} 如式(2)所示：

$$Y_{L_2} = \frac{\sqrt{\epsilon_d}}{60 \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \tanh(\gamma_d T_2), \quad (2)$$

其中 T_2 為第二測試物 220 的厚度。

【0019】 得到第一測試物 210 的負載阻抗 Y_{L_1} 和第二測試物 220 的負載阻抗 Y_{L_2} 後，接著處理模組 120 對負載阻抗 Y_{L_1} 和負載阻抗 Y_{L_2} 進行除法運算。將式(1)與式(2)相除，可得到式(3)如下：

$$\frac{Y_{L_1}}{Y_{L_2}} = \frac{\tanh(\gamma_d T_1)}{\tanh(\gamma_d T_2)}. \quad (3)$$

由於負載阻抗 Y_{L_1} 、負載阻抗 Y_{L_2} 、厚度 T_1 和厚度 T_2 為已知，因此只要將負載阻抗 Y_{L_1} 、負載阻抗 Y_{L_2} 、厚度 T_1 和厚

度T2的數值代入至式(3)並進行運算，便可得到為測試物質的傳播常數 γ_d 。

【0020】 測試物質的傳播常數 γ_d 為複數，其可用式(4)來表示：

$$\gamma_d = \alpha_d + j\beta_d, \quad (4)$$

其中 α_d 和 β_d 均為實數。 α_d 代表傳播常數 γ_d 的衰減常數，且 β_d 代表傳播常數 γ_d 的相位常數。將相位常數 β_d 代入至式(5)，即可得到測試物質的介電常數 ϵ_d ：

$$\epsilon_d = \left(\frac{\lambda_0 \times \beta_d}{2\pi} \right), \quad (5)$$

其中 λ_0 為同軸訊號線110所發射的的電磁波訊號在真空中的輻射波長。得到介電常數 ϵ_d 後，接著將介電常數 ϵ_d 和衰減常數 α_d 代入至式(6)，即可得到測試物質的導電率 σ ：

$$\sigma = \frac{\alpha_d \times \lambda_0 \times 2\pi f \times \epsilon_d \times \epsilon_0}{27.3 \times \sqrt{\epsilon_d}}, \quad (6)$$

其中f為同軸訊號線110所發射的電磁波訊號的頻率，且 ϵ_0 為真空介電常數（vacuum permittivity）。

【0021】 應注意的是，在圖2A和圖2B所繪示之實施例中，同軸訊號線110與第一測試物210的接觸以及同軸訊號線110與第二測試物220的接觸為開路（open-circuit）接觸。換言之，同軸訊號線110係對第一測試物210和第二測試物220進行開路量測。

【0022】 請參照圖3，圖3繪示使用介電常數量測方法300的流程圖。介電常數量測方法300適用於如圖1所示的介電常數量測裝置100或其他類似的量測裝置。在介電常數量測方法300中，首先進行步驟310，使用同軸訊號線量測第一測試物，以得到第一測試物的負載阻抗。在一些實施例中，第一測試物的負載阻抗可藉由將量測到的數值減去同軸訊號線的特性阻抗和傳播常數而得。

【0023】 接著，進行步驟320，使用同軸訊號線量測第二測試物，以得到第二測試物的第二負載阻抗。在一些實施例中，第二測試物的負載阻抗可藉由將量測到的數值減去同軸訊號線的特性阻抗和傳播常數而得。

【0024】 之後，進行步驟330，使用處理器對第一負載阻抗和第二負載阻抗進行除法運算，以得到第一測試物和第二測試物的傳播常數。處理器係利用式(3)對第一負載阻抗和第二負載阻抗進行除法運算來得到第一測試物和第二測試物的傳播常數，而有關式(3)的說明請參照先前段落，在此不贅述。

【0025】 最後，進行步驟340，藉由傳播常數決定第一測試物和第二測試物的介電常數和導電率。處理器係利用式(5)和式(6)對傳播常數的相位常數和衰減常數進行來得到第一測試物和第二測試物的介電常數和導電率，而有關式(5)和式(6)的說明請參照先前段落，在此不贅述。

【0026】 應注意的是，第一測試物和第二測試物是由相同的材料所組成，其可以是固體、半固體或液體等，但不限

於此。第一測試物和第二測試物的介電常數較佳為介於1到80之間，第一測試物和第二測試物的導電率較佳介於 1S m^{-1} 與 40S m^{-1} 之間，且第一測試物210和第二測試物的表面平整度較佳為小於或等於0.1毫米。此外，第一測試物和第二測試物的厚度較佳介於0.1毫米與100毫米之間，且第一測試物與第二測試物之間的厚度差較佳介於0.1毫米與100毫米之間。

【0027】 本發明的特點在於，透過同軸訊號線量測由相同材料所組成的兩個高度相異的測試物來計算出材料的高頻特性，故本發明可廣泛應用至各種通訊產業、高頻材料產業及生醫產業上。舉例而言，將本發明應用在微波成像系統上，可確認標準微波假體的介電常數和導電率的正確性；將本發明應用在通訊產業上，可確認乘載基板介電常數的正確性；將本發明應用在電子產業方面，可確認薄膜介電常數的正確性；將本發明應用在高頻材料產業上，可確認新配方基板的介電常數。此外，本發明之介電常數量測方法及介電常數量測裝置不需在進行量測步驟前預先進行參數校正，因此可增加操作上的便利性及節省硬體成本和時間。

【0028】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0029】

- 100 介電常數量測裝置
- 110 同軸訊號線
- 110A 第一端
- 110B 第二端
- 120 處理模組
- 210 第一測試物
- 220 第二測試物
- 300 介電常數量測方法
- 310、320、330、340 步驟
- T1、T2 厚度

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】一種介電常數量測方法，包含：

使用一同軸訊號線量測一第一測試物，以得到該第一測試物之一第一負載阻抗；

使用該同軸訊號線量測一第二測試物，以得到該第二測試物之一第二負載阻抗，其中該第一測試物與該第二測試物由相同的材料所組成，該第一測試物和該第二測試物分別具有一第一厚度和一第二厚度，且該第一厚度與該第二厚度之差距介於 0.1 毫米與 100 毫米之間；

使用一處理器對該第一負載阻抗和該第二負載阻抗進行除法運算，以得到該第一測試物和該第二測試物之一傳播常數；以及

藉由該傳播常數決定該第一測試物和該第二測試物之一介電常數和一導電率。

【第 2 項】如申請專利範圍第 1 項所述之介電常數量測方法，其中該第一測試物和該第二測試物之一表面平整度小於或等於 0.1 毫米。

【第 3 項】如申請專利範圍第 1 項所述之介電常數量測方法，其中該第一厚度和該第二厚度介於 0.1 毫米與 100 毫米之間。

【第 4 項】如申請專利範圍第 1 項所述之介電常數量測方法，其中該傳播常數係一複數，且該介電常數和該導

電率分別由該傳播常數之一相位常數和一衰減常數而得到。

【第 5 項】如申請專利範圍第 1 項所述之介電常數量測方法，其中該第一負載阻抗和第二負載阻抗係再經由扣除該同軸訊號線之一特性阻抗和一傳播常數而得到。

【第 6 項】如申請專利範圍第 1 項所述之介電常數量測方法，其中該同軸訊號線係對該第一測試物和該第二測試物進行開路（open-circuit）量測。

【第 7 項】一種介電常數量測裝置，包含：

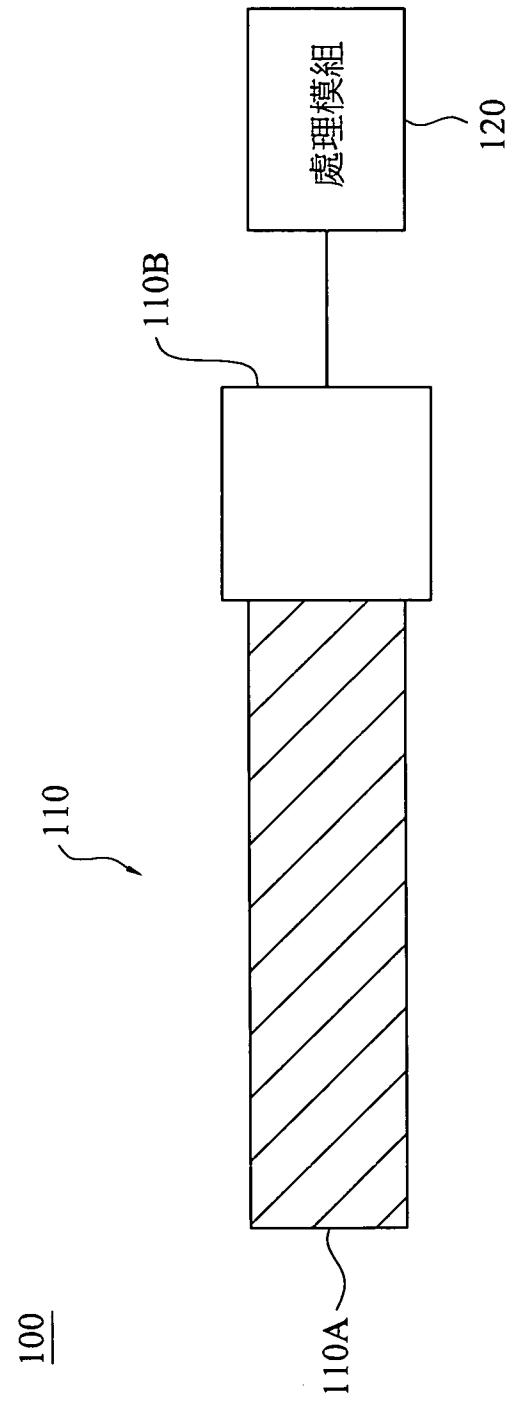
一同軸訊號線，具有一第一端和一第二端，其中該第一端用以接觸該第一測試物和該第二測試物，以對該第一測試物和該第二測試物進行個別量測，進而得到該第一測試物之一第一負載阻抗及該第二測試物之一第二負載阻抗，其中該第一測試物與該第二測試物由相同的材料所組成，該第一測試物和該第二測試物分別具有一第一厚度和一第二厚度，且該第一厚度與該第二厚度之差距介於 0.1 毫米與 100 毫米之間；

一處理模組，耦接於該同軸訊號線之該第二端，該處理模組用以對該第一負載阻抗和該第二負載阻抗進行除法運算，以得到該第一測試物和該第二測試物之一傳播常數，且藉由該傳播常數決定該第一測試物和該第二測試物之一介電常數和一導電率。

【第 8 項】如申請專利範圍第 7 項所述之介電常數量測裝置，其中該同軸訊號線與該第一測試物及該同軸訊號線與該第二測試物之接觸為開路接觸。

【第 9 項】如申請專利範圍第 7 項所述之介電常數量測裝置，其中該同軸訊號線之一特性阻抗介於 10 歐姆與 250 歐姆之間。

【第 10 項】如申請專利範圍第 7 項所述之介電常數量測裝置，其中該同軸訊號線包含一外殼導體、一介電質及一中心導體，該外殼導體和該中心導體包含金、銀、銅、鋁、錫、鎳或合金，且該介電質包含陶瓷材料、玻璃纖維材料、碳氫化合物材料、鐵氟龍材料、鐵氟龍玻璃纖維材料或鐵氟龍陶瓷材料。



圖式

圖 1

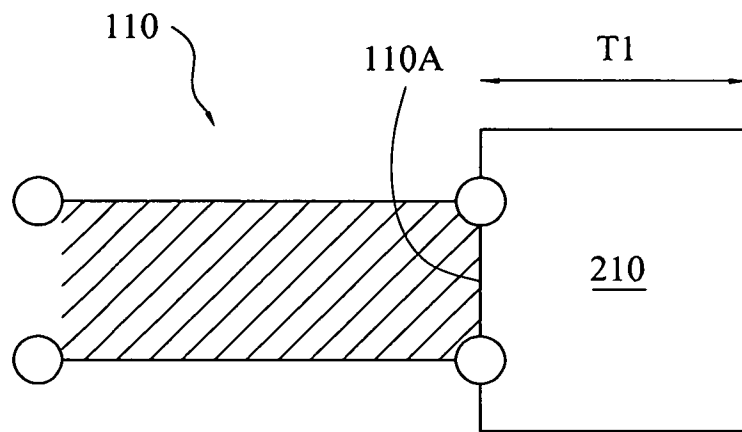


圖 2A

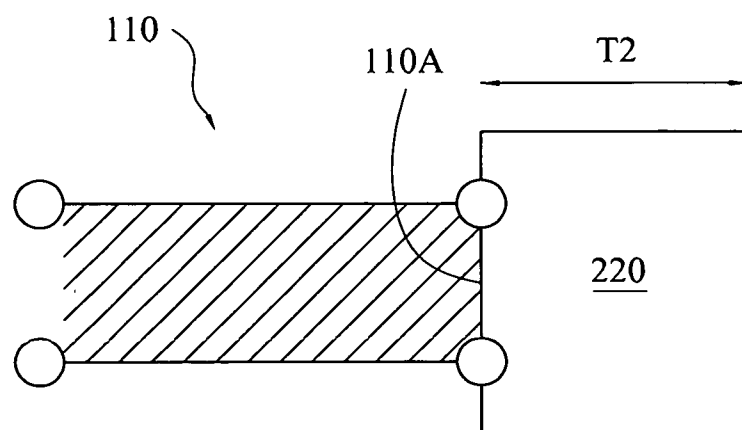


圖 2B

300

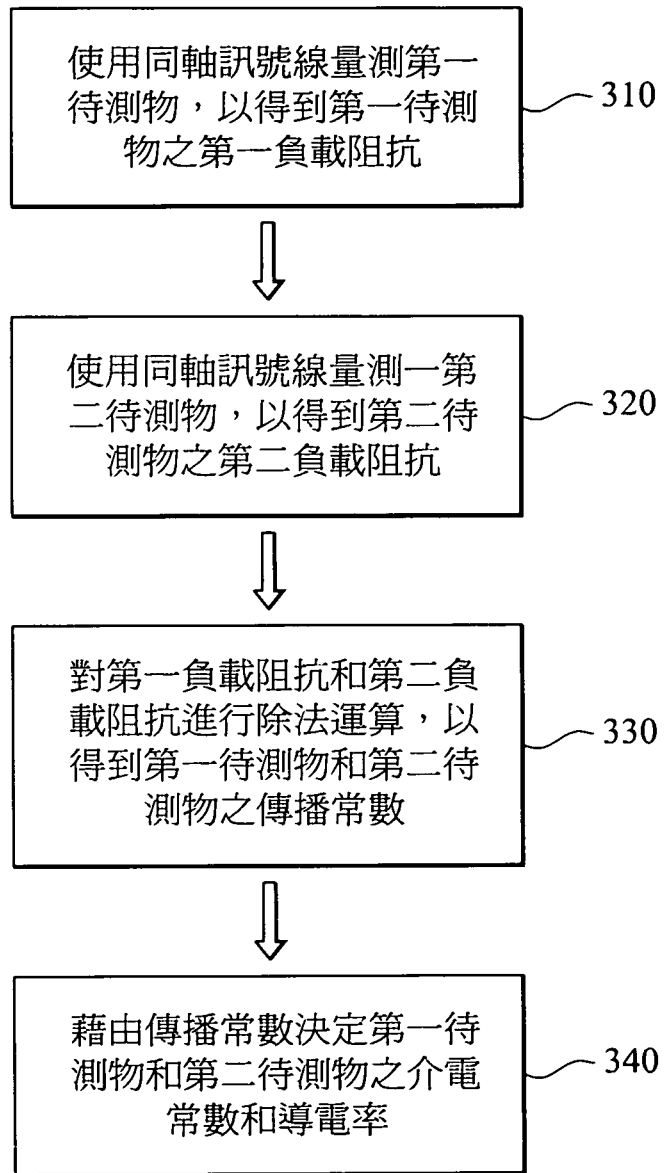


圖 3