



(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 I511481 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 01 日

(21) 申請案號：103123906

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 11 日

(51) Int. Cl. : **H04B17/00 (2015.01)**(71) 申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)
新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：林寶樹 LIN, BAO SHUH PAUL (TW)；古佳育 KU, CHIA YU (TW)；黃鼎翔 HUANG, TING HSIANG (TW)；陳一瑋 CHEN, I WEI (TW)；洪瑞村 HUNG, JUI TSUN (TW)

(74) 代理人：林火泉

(56) 參考文獻：

TW 200934211A

CN 102340360A

CTIA: "Test Plan for Wireless Device Over-the-Air Performance, Method of Measurement for Radiated RF Power and Receiver Performance", 20131004

審查人員：張智杰

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：10 共 31 頁

(54) 名稱

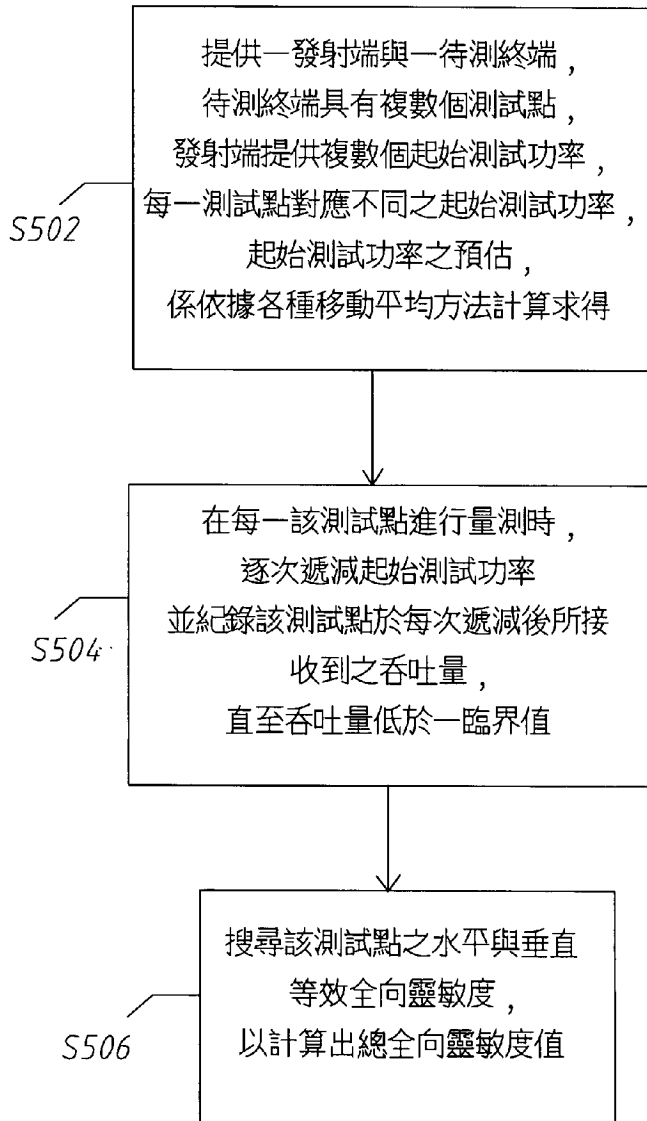
移動終端總全向靈敏度量測之加速方法

METHOD FOR SPEEDING UP THE TOTAL ISOTROPIC SENSITIVITY MEASUREMENT ON MOBILE TERMINALS

(57) 摘要

一種移動終端總全向靈敏度量測之加速方法，其係為了縮短習知冗長且耗時之測試時間。本發明所提出之方法主要包括兩階段，第一階段是測試功率預估，其係利用指數移動平均法，即數位訊號無限脈衝響應濾波器概念，使他點已測得的靈敏度依與測試點距離遠近作加權，來預估每一個測試點發送端之起始測試功率。第二階段則利用快速搜尋法來搜尋等效全向靈敏度，其係以快速遞降的方式，加快搜尋該點靈敏度，並設定最大的遞降間距，以避免連線斷線需再重新連線，若吞吐量下降過大則需回溯修正，以得該點之靈敏度，進而計算出移動終端總全向靈敏度。

The present invention in the work is aimed to solve the problem of time-consuming TIS test. The speedup method of the present invention mainly comprises two stages. The first stage is estimating the initial power for testing. With the concept of infinite impulse response filter from digital signal processing, or EMA (exponential moving average) that applies weighting factors which decrease exponentially, initial testing power estimation may avoid applying the maximum cell power at the beginning of testing for each test point while pursuing its EIS value. Estimation may provide a better guess for the initial testing power. The second stage applies a fast search method to obtain the EIS. In the form of progressive step of reducing testing power, approaching to the EIS value can be speeded up. Backward searching steps with increasing power may also be required as for the testing power decreased too much with a large pace as taken that leads to a large drop of throughput on DUT, such as a cell phone. After obtaining all the values of EISs, the TIS based on the spherical formula can be calculated.



第 5 圖

發明摘要

※ 申請案號： 103123906

※ 申請日： 103. 7. 1 1

※IPC 分類： H04B 17/00 (2015.01)

【發明名稱】

移動終端總全向靈敏度量測之加速方法 / Method for Speeding up the Total

Isotropic Sensitivity Measurement on Mobile Terminals

【中文】

一種移動終端總全向靈敏度量測之加速方法，其係爲了縮短習知冗長且耗時之測試時間。本發明所提出之方法主要包括兩階段，第一階段是測試功率預估，其係利用指數移動平均法，即數位訊號無限脈衝響應濾波器概念，使他點已測得的靈敏度依與測試點距離遠近作加權，來預估每一個測試點發送端之起始測試功率。第二階段則利用快速搜尋法來搜尋等效全向靈敏度，其係以快速遞降的方式，加快搜尋該點靈敏度，並設定最大的遞降間距，以避免連線斷線需再重新連線，若吞吐量下降過大則需回溯修正，以得該點之靈敏度，進而計算出移動終端總全向靈敏度。

【英文】

The present invention in the work is aimed to solve the problem of time-consuming TIS test. The speedup method of the present invention mainly comprises two stages. The first stage is estimating the initial power for testing. With the concept of infinite impulse response filter from digital signal processing, or EMA (exponential moving average) that applies weighting factors which decrease exponentially, initial testing power estimation may avoid

applying the maximum cell power at the beginning of testing for each test point while pursuing its EIS value. Estimation may provide a better guess for the initial testing power. The second stage applies a fast search method to obtain the EIS. In the form of progressive step of reducing testing power, approaching to the EIS value can be speeded up. Backward searching steps with increasing power may also be required as for the testing power decreased too much with a large pace as taken that leads to a large drop of throughput on DUT, such as a cell phone. After obtaining all the values of EISs, the TIS based on the spherical formula can be calculated.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 5 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

移動終端總全向靈敏度量測之加速方法 / Method for Speeding up the Total Isotropic Sensitivity Measurement on Mobile Terminals

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種總全向靈敏度量測之加速方法；特別關於一種利用起始測試功率預估，以及快速遞減測試功率並避免連線斷線的搜尋法，求得等效全向靈敏度，藉此加速總全向靈敏度之量測的方法。

【先前技術】

【0002】 按，移動終端 (Mobile terminal) 例如手機，在開發過程中或認證階段，皆必須於電波暗室 (anechoic chamber) 進行輻射測試 (radiation test)，以驗證該移動終端是否符合相關測試規範的需求。一般而言，其接收性能的測試即是其中相當重要的項目之一，其係依據手機通信與網際網路協會 (Cellular Telecommunications & Internet Association, CTIA) 標準所執行，而其中相關的測試項目即包含所謂的3D立體總全向靈敏度 (3D Total Isotropic Sensitivity, TIS) 測試。該總全向靈敏度係定義為手機在立體全方向上接收靈敏度之平均值，相對於傳統接收機靈敏度測試，TIS不僅考慮了天線的匹配因素，亦將三維空間的接收性能納入考量，因此更能作為全面地衡量手機之接收能力是否為佳的條件之一。

【0003】 一般而言，根據CTIA的規範，在進行TIS的測試時，必須在以被測件 (即手機) 為球心的球面上，進行 θ 軸 (theta) 及 φ 軸 (phi) 的測試。為了構成完整的三維測試平面，當手機於各軸間轉動時，必須每間隔一固定角度 (例如：15度或30度) 即經由靈敏度測試流程測得一個平面輻

射靈敏值（簡稱為2D EIS測試結果，或稱為該測試點的等效全向靈敏度（effective isotropic sensitivity, EIS）。最後，再將每個測試角度上所測得之結果經由CTIA測試規範定義之公式運算後，得到最終之TIS數據。

【0004】 然而，根據CTIA的規定，對於多頻段的手機，其所有頻段都必須經過測試，又每個頻段皆必須測試至少3個以上的通訊通道，因此習知技術多存在有測試點過多，測試時間過長，以及測試速度過慢等問題。為了加快量測速度，現有技術遂提出通過降低精度的方式以提高測量速度，但其效益並不是非常明顯。

【0005】 除此之外，藉由降低精度來提高測量速度亦非較佳之方式，尤其是在手機的研發過程中，經常必須透過TIS的測量，因此現在的測試方式速度較慢，將使得手機測試成為提高手機研發速度的極大瓶頸之一。

【0006】 是以，本發明人係有感於上述缺失之可改善，且依據多年來從事此方面之相關經驗，悉心觀察且研究之，並配合學理之運用，而提出一種設計新穎且有效改善上述缺失之本發明，其係揭露一種加速量測總全向靈敏度之方法，其具體之架構及實施方式將詳述於下。

【發明內容】

【0007】 為解決習知技術存在的問題，本發明之一目的係在於提供一種移動終端總全向靈敏度量測之加速方法，以改善習見之測試方法，利用加速等效全向靈敏度的搜尋，進而求得總全向靈敏度。

【0008】 本發明之又一目的係在於提供一種移動終端總全向靈敏度量測之加速方法，其係在等效全向靈敏度的測試過程中，利用移動平均法或其他預估法來預估每一個測試點之起始測試功率，以避免每次量測皆必須由基站小區之最大功率下降不超過30dB開始測試，藉此改善習知冗長之測試程序。

【0009】 本發明之再一目的係在於提供一種移動終端總全向靈敏度量測之加速方法，其係利用快速累進遞減測試功率的方式，加快趨近等效全向靈敏度，且在適當的遞減量時停止累進遞減，以固定的遞減量依次測試，以避免連線斷線所造成的時間成本，並提出配合回溯修正過大測試間距之方法，以求得待測終端之等效全向靈敏度值，進而利用該等效全向靈敏度值計算出總全向靈敏度。

【0010】 是以，根據本發明所揭示之移動終端總全向靈敏度量測之加速方法，係包括以下步驟：(1) 提供一發射端與一待測終端，其中待測終端上具有複數個測試點，發射端具有一基站小區提供複數個起始測試功率，每一測試點係對應不同之起始測試功率，不同測試點對應之起始測試功率之預估，係依據各種移動平均法計算求得；(2) 在每一測試點進行量測時，逐次遞減起始測試功率並紀錄測試點於每次遞減後所接收到之吞吐量，直至吞吐量低於一臨界值；(3) 根據吞吐量搜尋該測試點之水平等效全向靈敏度與垂直等效全向靈敏度；以及(4) 根據所有測試點之水平與垂直等效全向靈敏度，計算出總全向靈敏度。

【0011】 其中，不同測試點之起始測試功率之預估，可依據一簡單移動平均法、一加權移動平均法、或一指數移動平均法來求得。即測試點起始測試功率的預估，將依其他已知測試點所測得水平與垂直靈敏度的先後順序，設定其權重，測試時間越近的靈敏度值，所獲得的權重越大。

【0012】 再者，針對同一測試點進行測試時，起始測試功率之遞減係可依據一前向線性遞減、二進位指數遞減、或費波那契序列遞減，並在適當的累進遞減量（如：3dB或4dB）停止繼續累進遞減，以避免太大的發射功率遞減量造成無線連線斷線所需重新連線的時間與人力成本，此即利用較快之遞減量使吞吐量快速地趨近臨界值。

【0013】 底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

【圖式簡單說明】

【0014】

第1圖係為根據本發明實施例進行靈敏度測試之裝置示意圖。

第2圖係為根據本發明實施例之球面座標參數示意圖。

第3圖係為習知手機進行總全向靈敏度量測方法之步驟流程圖。

第4圖係為習知進行總全向靈敏度量測方法之示意圖。

第5圖係為根據本發明實施例進行總全向靈敏度量測加速方法之步驟流程圖。

第6圖係為無限脈衝響應濾波器之加權影響力示意圖。

第7圖係為根據本發明第一實施例進行EIS量測之示意圖。

第8圖係為根據本發明第二實施例進行EIS量測之示意圖。

第9圖係為根據本發明第三實施例進行EIS量測之示意圖。

第10圖係為根據本發明第四實施例進行EIS量測之示意圖。

【實施方式】

【0015】 以上有關於本發明的內容說明，與以下的實施方式係用以示範與解釋本發明的精神與原理，並且提供本發明的專利申請範圍更進一步的解釋。有關本發明的特徵、實作與功效，茲配合圖式作較佳實施例詳細說明如下。

【0016】 為了便於理解本發明，首先介紹靈敏度測量的相關技術，如第1圖所示，其基本配置包括被測件置放於一吸波暗室10中，該吸波暗室10係提供一個模擬零反射的測試環境，一基站模擬器（base station emulation, BSE）12電性連接至一收發天線14上，並與被測件16（在本實施

例中，即為一例如為手機之移動終端）建立電性連結與通訊關係，並可針對被測件16進行收發性能之測試。其中，收發天線14係為提供發射功率之發射端，被測件16係為作為接收端之手機。

【0017】 如第2圖所示，係為根據本發明實施例之球面座標參數示意圖。假設被測件位於球體的中心，則球面上的各個位置即可以用 (θ_i, φ_j) 來表示；例如 $(\theta_i, \varphi_j) = (30^\circ, 0^\circ)$ 即為空間中的一個位置。在進行TIS測量時， θ_i 及 φ_j 係分別可取值為N及M個不同之測試角度； $i = 1, 2, \dots, N-1$ ； $j = 0, 1, 2, \dots, M-1$ 。在一實施例中，當 θ_i 取值為 $30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ$ 時， φ_j 可在 0° 至 360° 的範圍內每隔 30° 取樣一次，在此情況下， φ_j 係可取值為 $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ$ ，使得 $N = 6$ ， $M = 12$ 。因此，當進行TIS的測試時，其測試點即是包括在以被測件為球心的球面座標上之 $(N-1) * M$ （即 $5*12$ ）個空間位置。在獲得該些測試點之等效全向靈敏度EIS值後，再利用該些EIS值計算出總全向靈敏度TIS。

【0018】 根據CTIA的規範，TIS係由下列公式（1）所定義，其中 θ 和 φ 分別表示進行移動終端EIS測量的兩個極化方向，N表示以EIS測量對應的預定間隔角度在 θ 軸之等分數量，M表示以EIS測量對應的預定間隔角度在 φ 軸之等分數量， (θ_i, φ_j) 表示以移動終端為球心的球面座標上某個特定之測試點位置。在此座標當中，收發天線係為提供測試功率之發射端（emitter），待測件則利用一轉台逐次改變其旋轉角度，以分別量測其在不同角度所能接收到接近臨界吞吐量之功率為何，以藉此計算出在該空間位置 (θ_i, φ_j) 處的 θ 極化方向之一水平等效全向靈敏度 $EIS_\theta(\theta_i, \varphi_j)$ 與 φ 極化方向之一垂直等效全向靈敏度 $EIS_\varphi(\theta_i, \varphi_j)$ 。在以 $N=6$ ， $M=12$ 之實施例中，預定之間隔角度係設置為 30° （LTE移動終端測試），然而，在其他實施例中，預定之間隔角度亦可取為 15° ，使得N、M的取值可以依據需求而作一調整，唯依本技術

領域所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

$$TIS \cong \frac{2NM}{\pi \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} \left[\frac{1}{EIS_{\theta}(\theta_i, \varphi_j)} + \frac{1}{EIS_{\varphi}(\theta_i, \varphi_j)} \right] \sin(\theta_i)} \quad (1)$$

【0019】 請參閱第3圖所示，其係為習知手機總全向靈敏度量測方法之步驟圖，首先如步驟S31所示，以人工方式設定發射天線之測試功率，此一步驟可藉由設定量測儀器內自動測試程式中有關靈敏度測試項目之基站小區最大功率（cell maximum power）先建立連線，然後將此最大功率下降不超過30dB（30dB為最大降幅）設定為起始測試功率。在已開發完成之自動測試程式中，程式會於此測試功率下驅動使用之量測儀器對待測手機進行靈敏度測試，如步驟S32，待測手機之靈敏度測試即是在各測試角度 (θ_i, φ_j) 下量測其所能接收到之吞吐量為何。之後，在步驟S33中，若待測手機之靈敏值（或以下稱吞吐量）高於法規之限制值，則將發射端所提供之測試功率逐次降低一個功率位準（LTE移動終端測試中，功率位準為0.5dB）（步驟S34），以此反覆量測，以搜尋出低於法規限制值（LTE移動終端測試中，法規限制值為最大吞吐量之95%）之前一個的發射功率，即為該測試點之EIS值。之後，如步驟S35～S36所示，判斷是否仍具有其他待測角度，並轉至下一待測角度，重複以上量測步驟，直到獲得所有待測角度之EIS值後，如步驟S37所示，計算出總全向靈敏度TIS值。

【0020】 請一併參閱第4圖所示，其係為習知總全向靈敏度量測方法之示意圖，其係針對特定的測試點 (θ_i, φ_j) 與特定的波極性（水平 θ 軸或垂直 φ 軸）下，以固定的幅度0.5dB逐次遞減發射端所提供之起始發射功率 $S_{n,0}$ ，直到待測端所測得之吞吐量低於一臨界值時，紀錄前一個吞吐量高於臨界值的發射功率，此即為此測試點之EIS值，其中，該臨界值係定義為該測試

點所能接收之最大吞吐量之95%(95%為LTE移動終端測試之定義)。或者，依據本發明之其他實施例，臨界值可定義為該測試點之塊誤率(block error rate, BLER)為5%，而EIS值亦可定義塊誤率剛超過臨界值之前一個塊誤率小於5%之發射功率，為該測試點之EIS值。EIS值之測試步驟包括：(A)在每一個測試點開始測試時，於發射端的測試功率皆以可容許基站小區的最大功率開始建立連線。此時，待測終端所量得之吞吐量定義為100%；以及(B)在測試功率設定後，量測待測終端之吞吐量，若該吞吐量仍高於臨界值(95%)，則發射端之功率依次調降0.5dB，並量測待測終端所能接收到之吞吐量，直到該吞吐量小於臨界值，紀錄前一個吞吐量高於臨界值的發射功率，此即為此測試點之EIS值。

【0021】 由於此步驟必須重複進行到精準量測出待測終端於目前測試點之EIS值為何才視為完成，方可繼而利用轉台將待測終端在同一測試頻段下繼續旋轉至下一個測試角度，並再次重複以上所有的量測步驟，直至所有待測角度都完成靈敏度測試後，將每個角度所測得之EIS透過上式(1)的運算，而得到待測終端最終的TIS數據。

【0022】 由此觀之，由於習知的總全向靈敏度測試方法係一開始採用人工輸入測試功率的方式進行測試，然後再逐漸降低功率準位以慢慢修正其功率位準值以趨近吞吐量之臨界值。除此之外，每一測試點皆必須由基站小區最大功率建立連線開始，再將此最大功率下降不超過30dB設定為起始測試功率開始測試，亦造成測試時間更加的延長。因此本發明所提出之加速方法，其重點係包括：1.如何能快速的預估出最接近待測終端每個測量角度最終靈敏值的起始測試功率；以及2.如何以較快的遞減量快速地趨近臨界值，以加速求得最終測試結果的演算法，利用此兩階段完成本發明所請求之加速方法，茲提供詳細說明如下。

【0023】 請參閱第5圖所示，其係為根據本發明實施例之移動終端總全向靈敏度量測加速方法之流程圖，包括步驟S502、S504以及S506。首先，在步驟S502中，提供一發射端與一待測終端（以前例而言即各自為一收發天線與一手機），其中發射端提供有複數個起始測試功率 $S_{n,0}$ ，待測終端之球面座標上具有 n 個測試點 (θ_i, φ_j) ，且不同之測試點 (θ_i, φ_j) 係對應不同之起始測試功率 $S_{n,0}$ ，為了避免每次測試皆必須由測試源之基站小區最大功率（cell maximum power）下降不超過30dB開始測試，以降低測試之次數，本發明係利用一移動平均數（moving average）方法來預估（estimate）起始測試功率。

【0024】 詳細而言，本發明在第一個測試點時，係以發射端所提供基站小區之最大功率作為建立基站與待測物之間的連線，此時待測終端所接收到之吞吐量 T_1 為100%。隨後的測試點則利用移動平均（moving average）法預估起始的測試功率，以避免每次量測都要由最大發射功率下降不超過30dB開始進行測試。其中，本發明可利用移動平均法預估起始測試功率的原因，在於總全向靈敏度（TIS）係具有空間區域性（Spatial Locality）的關係，故根據本發明之實施例，所述之移動平均法可為一簡單移動平均法（simple moving average，SMA）、加權移動平均法（weighted moving average，WMA）或指數移動平均法（exponential moving average，EMA）。其中，如第6圖所示，EMA指數移動平均法係為一種無限脈衝響應濾波器（infinite impulse response filter，IIR），其係利用指數式遞減加權方式來求得移動平均值，意即各數值的加權影響力會隨著時間或測試點距離遠近之順序而呈指數遞減，越久遠的數據加權影響力越輕。第6圖所示為EMA權重之示意圖，其中EMA的測試點起始測試功率預估係依據下式（2）而計算得知：

$$S_{1,0} = P_1$$

$$S_{n,0} = P_{n-1} + (1 - \alpha) \cdot S_{n-1,0}, \quad n > 1 \quad (2)$$

其中 P_{n-1} 係為第 $n-1$ 個測試點之EIS值， $S_{n,0}$ 代表該第 n 個測試點的起始測試功率（即發射端第一次提供之測試功率）。由於第一個測試點無預估值，所以將 $S_{1,0}$ 直接設定為第一次所測得之靈敏度值 P_1 。 $S_{n,0}$ 可由EMA來預估其值，權重 α 的值介於0和1之間，即， $0 < \alpha < 1$ 。當 α 越大，則之前測試功率的影響力將越快速地減少，其指數移動平均法之無限脈衝響應濾波器之加權效應係如第6圖所示。另外， $S_{n,k}$ 代表第 n 個測試點第 $k+1$ 次所應用的測試功率， $k = 0, 1, 2, \dots$ 。

【0025】 之後，在步驟S504中，於測試點 (θ_i, φ_j) 進行量測時，逐次遞減其起始測試功率 $S_{n,0}$ 並紀錄該測試點 (θ_i, φ_j) 於每次遞減後所接收到之吞吐量 T_n ，直至該吞吐量 T_n 低於臨界值（95%，LTE移動終端測試）。最後，在步驟S506中，根據該吞吐量 T_n 回溯搜尋測試點 (θ_i, φ_j) 之水平等效全向靈敏度 $EIS_\theta(\theta_i, \varphi_j)$ 與垂直 $EIS_\varphi(\theta_i, \varphi_j)$ ，以根據該些數據代入前述之公式（1）即可計算出待測終端之總全向靈敏度TIS值。其中，為了使吞吐量可以較快速地趨近該臨界值，本發明係控制測試功率 $S_{n,k}$ 之遞減係可依據一前向線性遞減（linear decrement method）、二進位指數遞減（binary exponential decrement method）、或費波那契序列遞減（Fibonacci series decrement method），以利用較快之遞減量使該吞吐量快速地趨近該臨界值。其中，前向線性遞減之遞減上限例如可設為3dB（避免無線連線之斷線），若此測試點所測得之吞吐量為100%，則此後的遞減功率可保持以3dB固定的遞減量依次遞減。若此測試點所測得之吞吐量低於100%，但高於臨界值（95%），即有塊誤率產生，則此後的遞減功率以0.5dB固定的遞減量依次遞減。至於，二進位指數遞減與費波那契序列遞減之遞減上限則可設為4dB，若此測

試點所測得之吞吐量仍高於臨界值(95%)，則此後的遞減功率可保持以4dB固定的遞減量依次遞減。然而，考量到遞減之步距有可能一次過大，而使得吞吐量急遽地降至臨界值之下，本發明係提出一配合之回溯搜尋法來修正並確認EIS的近似值。容後，本發明係提供四個不同之實施例進行說明如下。

【0026】 (一) 前向線性遞減：如第7圖所示，其係將發射端之起始測試功率 $S_{n,0}$ 每次以0.5dB累積遞減，假設待測終端所測得之吞吐量一直是100%，即沒有塊誤率(BLER)產生，則發射端之測試功率第一次遞減0.5dB，第二次遞減1.0dB，第三次遞減1.5dB，直到遞減量為3.0dB，則固定後續之遞減量為3.0dB。為了避免過大的遞減跳躍而導致斷線，使得重新連線將耗去更多的時間，之後係不再放大測試功率之遞減量。當待測終端所測得之吞吐量遇到第一次塊誤率(BLER)出現，且該塊誤率小於5%時(也就是吞吐量開始下降，但仍高於臨界值時)則遞減量係降為固定的0.5dB。

【0027】 之後，量測待測終端在測試功率每次以0.5dB遞減下所能接收到之吞吐量，直到該吞吐量小於臨界值，紀錄前一個吞吐量高於臨界值的發射功率，此即為此測試點之EIS值。

【0028】 (二) 前向線性遞減+固定遞增回溯搜尋法：承前例而言，同樣地係將發射端之起始測試功率 $S_{n,0}$ 每次以0.5dB累積遞減，假設待測終端所測得之吞吐量一直沒有低於臨界值(95%)，則發射端之測試功率第一次遞減0.5dB，第二次遞減1.0dB，第三次遞減1.5dB，直到遞減量為3.0dB，則固定後續之遞減量為3.0dB。至於，當待測終端所量測得之吞吐量遇到塊誤率(BLER)出現，且該塊誤率第一次出現時即大於5%(也就是吞吐量一次便急遽地下降至臨界值以下)時，則利用一固定遞增回溯搜尋法回溯搜尋EIS值。

【0029】 如第8圖所示，該固定遞增回溯搜尋法係針對待測終端所測得之吞吐量遠低於臨界值（95%），則遞減後之起始測試功率 $S_{n,0}$ 逐次地遞增0.5dB，直到搜尋到吞吐量高於臨界值時，紀錄其對應之發射功率，則係為該測試點之EIS值。

【0030】 （三）二進位指數遞減+二分回溯搜尋法：如第9圖所示，其係將發射端之起始測試功率 $S_{n,0}$ 每次以2的指數遞減，假設待測終端所測得之吞吐量一直沒有低於臨界值（95%），則發射端之測試功率第一次遞減0.5dB，第二次遞減1.0dB，第三次遞減2.0dB，直到遞減量為4.0dB。為了避免過大的遞減而導致斷線，使得重新連線將耗去更多的時間，之後係不再放大測試功率之遞減量。則固定後續之遞減量為4.0dB。

【0031】 其中，如第9圖所示，當測試功率之遞減量為4.0dB，且吞吐量已低於臨界值時，係利用一回溯搜尋法調整測試功率，搜尋確認該測試點之EIS值。在此實施例中，該回溯搜尋法係為二分回溯搜尋法，其係針對該測試功率作一二分調整量，該二分調整量係將4.0dB不斷的對分，依序為2.0dB、1.0dB、0.5dB，直到該調整量等於0.5dB時，搜尋出該吞吐量高於且最接近臨界值時所對應之發射功率，其係為該測試點之EIS值。

【0032】 （四）費波那契序列遞減+二分回溯搜尋法：本發明所述之第四實施例基本上係同第三實施例，惟起始測試功率 $S_{n,0}$ 之遞減依據費波那契序列遞減時，其遞減量係依序為0.5dB、1.0dB、1.5dB、2.5dB、4.0dB，並固定於4.0dB。如第10圖所示，之後，同樣利用二分回溯搜尋法對測試功率作一二分調整量，直到其調整量等於0.5dB時搜尋出該吞吐量高於且最接近臨界值時所對應之發射功率，其係為該測試點之EIS值。由第三實施例與第四實施例中可以發現，本發明所述之搜尋法，其提供之二分調整量係可針對測試功率進行功率之增加或減少，直至找到吞吐量高於且最接近臨界

值時所對應之發射功率為止。

【0033】 表一係為先前技術、業界常用之商業測試方法與本發明所述之加速方法三者之測試結果比較表。由表一所示之測試結果可以發現，本發明所述之加速方法，所測得的TIS值與CTIA法規所應用的方法所測得TIS值，只有0.1dBm的差異（此差異遠小於測試時0.5dB的間距），但其量測時間則可從47分鐘，大幅下降為10分鐘，即量測速度加速4.7倍以上，與商業測試系統(ETS-Lingren testing system)比較，則量測速度可快達5倍以上。

表一

測試方法	總全向靈敏度(dBm)	量測時間(min.)
先前技術	-92.96	47.0
本發明第二實施例： 前向線性遞減+固定遞增回溯搜尋 法	-93.06	10.0
商業測試方法	-91.4	50.0

【0034】 是以，綜上所述，為了縮短習知冗長且耗時的TIS測試時間，本發明係提出一種TIS量測的加速方法，其特點係主要包括：起始測試功率之預估，以及快速的搜尋法來求得EIS值。首先，利用數位訊號無限脈衝響應濾波器的概念，即EMA指數移動平均法，使各數值加權影響力可隨歷史資訊或測試點前後次序而呈一指數型遞減，藉此預估每一個測試點所對應之發射端的起始測試功率，以避免每次皆須由基站小區的最大功率（cell maximum power）下降不超過30dB開始測試。之後，再利用累進遞降之方式，以利用較快之功率遞減量，使待測終端測得之吞吐量可快速地趨近臨界值，並配合回溯修正過大的測試間距，以求得待測終端之有效全向靈敏度（EIS），進而利用前式（1）得以計算出總全向靈敏度（TIS）。

【0035】 除此之外，根據習知技術量測TIS的方法，其係利用一轉台逐次改變待測件之旋轉角度，以量測該空間位置 (θ_i, φ_j) 處的 θ 極化方向之水平等效全向靈敏度 $EIS_\theta(\theta_i, \varphi_j)$ 與 φ 極化方向之垂直等效全向靈敏度 $EIS_\varphi(\theta_i, \varphi_j)$ 為何，其旋轉角度例如： θ 先固定於 30° ，之後 φ 在 0° 至 360° 的範圍內每隔 30° 取樣一次，依序為 0° 、 30° 、 60° 、 90° 、 120° 、 150° 、 180° 、 210° 、 240° 、 270° 、 300° 、 330° 。結束後，再調整 θ 為下一個量測角度 60° ，再重複 φ 依序為 0° 、 30° 、 60° 、 90° 、 120° 、 150° 、 180° 、 210° 、 240° 、 270° 、 300° 、 330° 之量測。然而，值得注意的是，當利用此種方法進行量測時，其轉台必須重複地在 $\varphi = 330^\circ$ 後空轉回 0° ，再開始下一圈量測。因此，為了進一步加速量測速度，本發明所述之量測方法，更可進一步地調整待測角度之量測順序，例如 $\theta = 30^\circ$ 時， φ 由 0° 至 360° 進行量測，至於當 $\theta = 60^\circ$ 時， φ 則改由 360° 至 0° 進行量測，如此逐次地逆時鐘與順時鐘依次輪替進行測量，即可省卻轉台重複空轉之時間，並可大幅減少機械旋轉與定位的時間，進一步地提升其量測速率。

【0036】 再者，當待測件係為手機等通訊裝置時，其所需的量測頻段通常不止一個，而習知技術必須在單一頻段完成所有測試點之量測後，方可調整其待測頻段至下一個頻率，繼而重複以上所有的量測步驟。針對此一缺失，本發明所揭露之加速方法亦可於此作一改善，其係：在每一測試點進行量測時，即逐次地進行不同頻段之量測，並在所有頻段皆測試完畢後，再移動轉台進行下一測試點之測量。由於設定測試頻段之步驟係透過一基站模擬器之自動化設定即可，因此相較於習見必須利用轉台逐次完成所有測試點後方可進行下一頻段之測試，本發明所提出之方法顯然具有較佳之量測效率。

【0037】 另一方面而言，由於總全向靈敏度（TIS）係具有空間區域

性 (Spatial Locality) 之特質，那麼在此前提下，當面臨不同頻率時，則這些頻率之間應當亦具備有頻率區域性 (Frequency Locality) 之特徵。如此一來，本發明亦可以利用同個角度和天線極化不同但頻率相近的平均數來做一預估，熟習此項技術領域者當可在本案之教示下，基於實際測試所需而作一均等變化，亦應隸屬於本案之申請專利範圍下。

【0038】 由此觀之，相較於習知技術，本發明不僅兼具有實務上之低複雜度與低成本消耗等優勢，更可使得總全向靈敏度之量測能夠大幅地提升其量測速度，具有極佳之產業利用性及競爭力。

【0039】 以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

【符號說明】

【0040】

- 10 吸波暗室
- 12 基站模擬器
- 14 收發天線
- 16 被測件

申請專利範圍

1. 一種移動終端總全向靈敏度量測之加速方法，包括：

提供一發射端與一待測終端，該待測終端上具有複數個測試點，該發射端具有一基站小區提供複數個起始測試功率，每一該測試點係對應不同之起始測試功率，該些起始測試功率之預估，係依據一移動平均法求得；

在每一該測試點進行量測時，逐次遞減每一該起始測試功率並紀錄該測試點於每次遞減後所接收到之吞吐量，直至該吞吐量低於一臨界值；
以及

根據該吞吐量搜尋該測試點之一水平等效全向靈敏度與一垂直等效全向靈敏度，以根據該水平等效全向靈敏度與該垂直等效全向靈敏度，計算出該待測終端之總全向靈敏度；

其中該移動平均法包括一簡單移動平均法（SMA）、加權移動平均法（WMA）與指數移動平均法（EMA），使得該起始測試功率之預估，將依其他已知測試點所測得水平與垂直靈敏度的先後順序，設定其權重，測試時間越近的靈敏度值，所獲得的權重越大，當該起始測試功率依據該指數移動平均法計算時， $S_{1,0}=P_1$ ， $S_{n,0}=P_{n-1}+(1-\alpha)\cdot S_{n-1,0}$ ， $n=2,3,4,\dots$ ，其中 $S_{n,0}$ 係為第 n 個測試點預估之起始測試功率， P_{n-1} 係為第 $n-1$ 個測試點所測得水平或垂直之等效全向靈敏度值，權重 α 的值介於0和1之間，即 $0<\alpha<1$ ，另由於第一個測試點無預估值，所以將 $S_{1,0}$ 直接設定為第一次所測得之靈敏度值 P_1 。

2. 根據請求項1所述之加速方法，其中該些測試點係分佈於以該待測終端為

球心之一球面座標上， (θ_i, φ_j) 係為該些測試點位於該球面座標上之位置，其中 θ_i 及 φ_j 係分別可取值為 $(N-1)$ 及 M 個不同之測試角度。

3. 根據請求項2所述之加速方法，其中 θ_i 係取值為 $30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ$ ； φ_j 係取值為 $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ$ 時， N 與 M 係分別為6與12。
4. 根據請求項3所述之加速方法，該總全向靈敏度之計算係依據下列方程式：

$$TIS \cong \frac{2NM}{\pi \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{l=0}^{M-1} \left[\frac{1}{EIS_{\theta}(\theta_i, \varphi_j)} + \frac{1}{EIS_{\varphi}(\theta_i, \varphi_j)} \right] \sin(\theta_i)} ; \text{ 其中TIS係為該總全向靈敏}$$

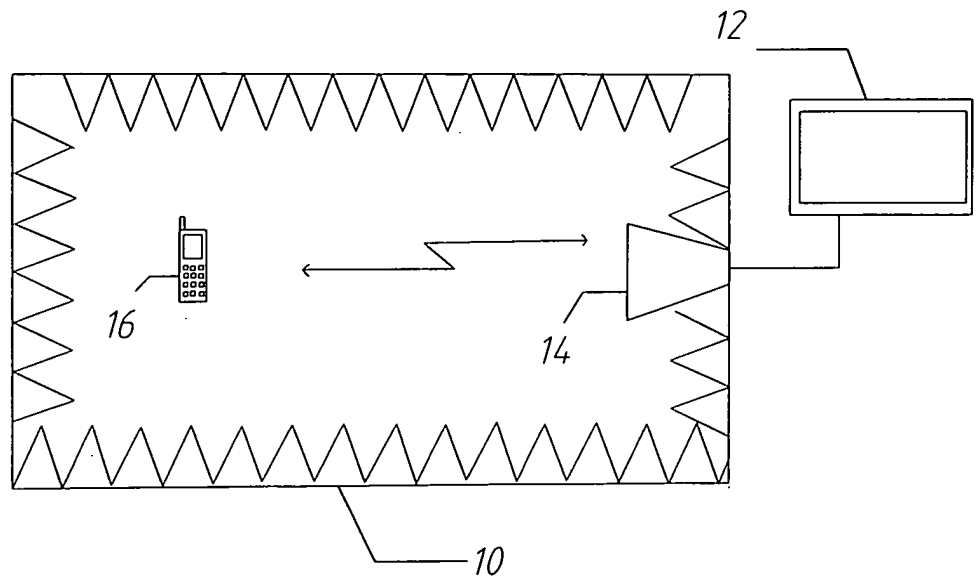
度， $EIS_{\theta}(\theta_i, \varphi_j)$ 係為該水平等效全向靈敏度， $EIS_{\varphi}(\theta_i, \varphi_j)$ 係為該垂直等效全向靈敏度， (θ_i, φ_j) 係為該測試點之測試角度。

5. 根據請求項1所述之加速方法，其中該臨界值係定義為各該測試點所能接收之最大功率吞吐量之95%。
6. 根據請求項1所述之加速方法，其中在逐次遞減該起始測試功率之步驟中，該起始測試功率之遞減係依據一前向線性遞減、二進位指數遞減、或費波那契序列遞減，以利用較快之遞減量使該吞吐量快速地趨近該臨界值。
7. 根據請求項6所述之加速方法，其中該起始測試功率之遞減係依據前向線性遞減時，其遞減量係依序為0.5dB、1.0dB、1.5dB、2.0dB、2.5dB、3.0dB，若遞減量達3.0dB，則遞減量不再增加，將固定為3.0dB。
8. 根據請求項7所述之加速方法，其中當該吞吐量開始下降，但仍高於該臨界值時，該起始測試功率之遞減係調整為固定間距0.5dB。

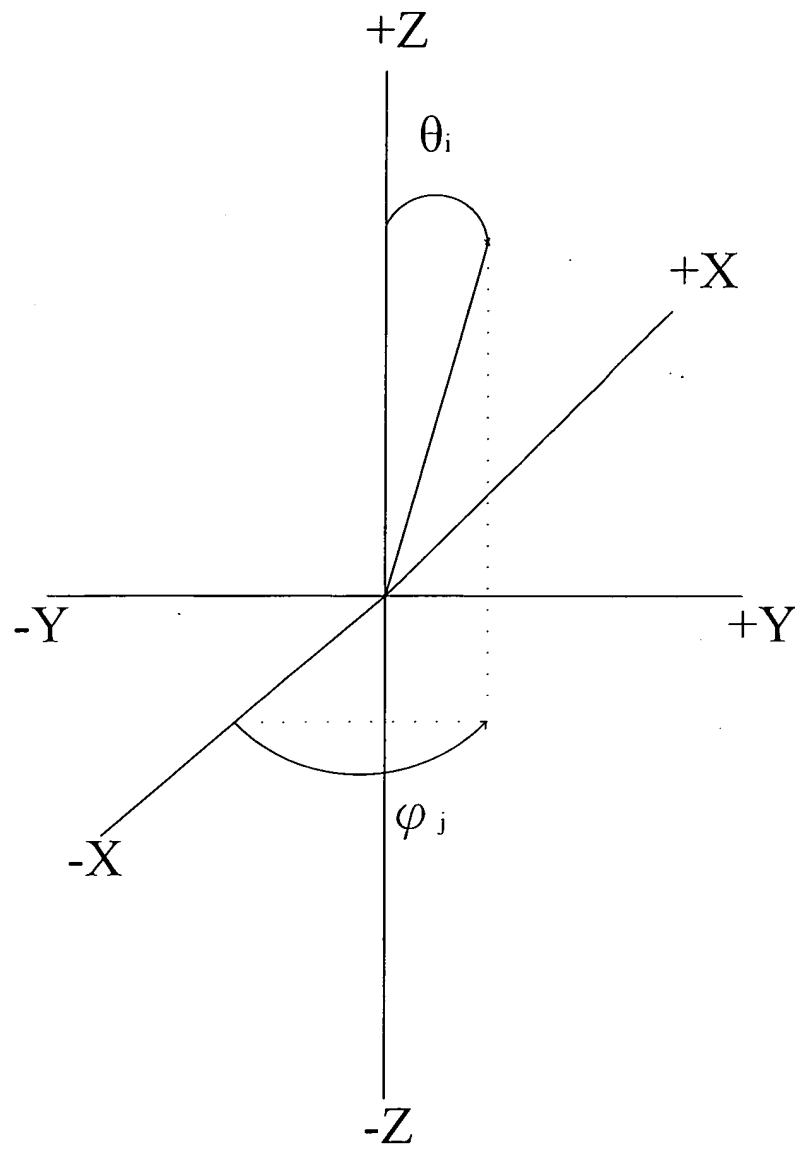
9. 根據請求項7所述之加速方法，其中當該吞吐量已低於該臨界值時，係利用一回溯搜尋法回溯增加遞減後之該起始測試功率，以根據該增加之測試功率搜尋該測試點之等效全向靈敏度。
10. 根據請求項6所述之加速方法，其中該起始測試功率之遞減係依據二進位指數遞減時，其遞減量係依序為0.5dB、1.0dB、2.0dB、4.0dB，若遞減量達4.0dB，則遞減量不再增加，將固定為4.0dB。
11. 根據請求項6所述之加速方法，其中該起始測試功率之遞減係依據費波那契序列遞減時，其遞減量係依序為0.5dB、1.0dB、1.5dB、2.5dB、4.0dB，若遞減量達4.0dB，則遞減量不再增加，將固定為4.0dB。
12. 根據請求項10或11所述之加速方法，其中當該吞吐量已低於該臨界值時，係利用一回溯搜尋法回溯增加遞減後之該起始測試功率，以根據該增加之測試功率搜尋該測試點之等效全向靈敏度。
13. 根據請求項9所述之加速方法，其中該回溯搜尋法係可為一固定遞增回溯搜尋法或二分回溯搜尋法。
14. 根據請求項13所述之加速方法，其中該固定遞增回溯搜尋法係針對遞減後之該起始測試功率逐次遞增0.5dB，直到該吞吐量高於該臨界值時紀錄對應之發射功率，其係為該測試點之等效全向靈敏度。
15. 根據請求項13所述之加速方法，其中該二分回溯搜尋法係針對遞減後之該起始測試功率作一二分調整量，該二分調整量依序為2.0dB、1.0dB、0.5dB，直到該二分調整量等於0.5dB，以搜尋出該吞吐量高於且最接近該臨界值時所對應之發射功率，其係為該測試點之等效全向靈敏度，且該二分調整量係包括針對該測試功率進行功率之增加或減少。

16. 根據請求項12所述之加速方法，其中該回溯搜尋法係可為一固定遞增回溯搜尋法或二分回溯搜尋法。
17. 根據請求項16所述之加速方法，其中該固定遞增回溯搜尋法係針對遞減後之該起始測試功率逐次遞增0.5dB，直到該吞吐量高於該臨界值時紀錄對應之發射功率，其係為該測試點之等效全向靈敏度。
18. 根據請求項16所述之加速方法，其中該二分回溯搜尋法係針對遞減後之該起始測試功率作一二分調整量，該二分調整量依序為2.0dB、1.0dB、0.5dB，直到該二分調整量等於0.5dB，以搜尋出該吞吐量高於且最接近該臨界值時所對應之發射功率，其係為該測試點之等效全向靈敏度，且該二分調整量係包括針對該測試功率進行功率之增加或減少。

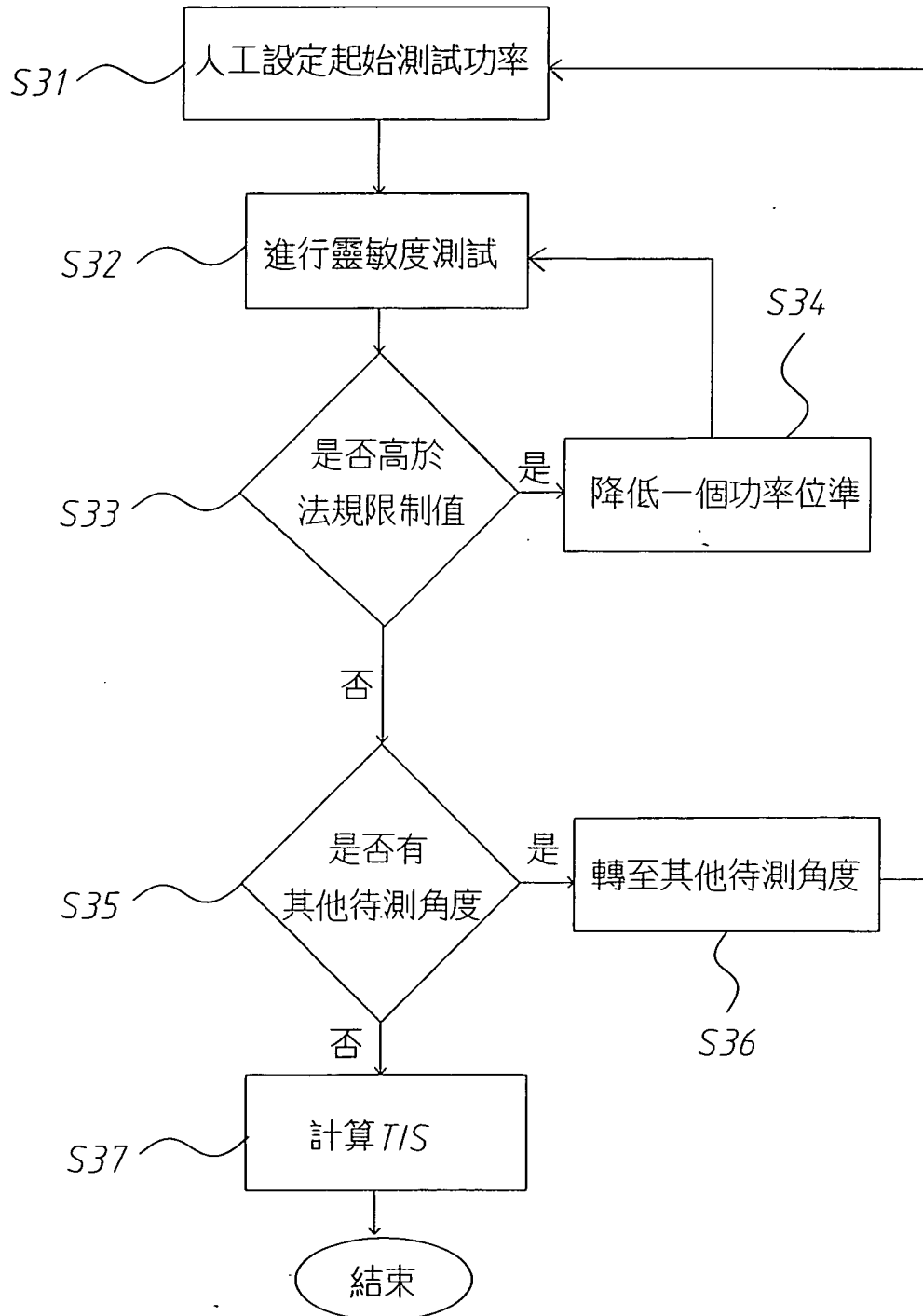
圖式



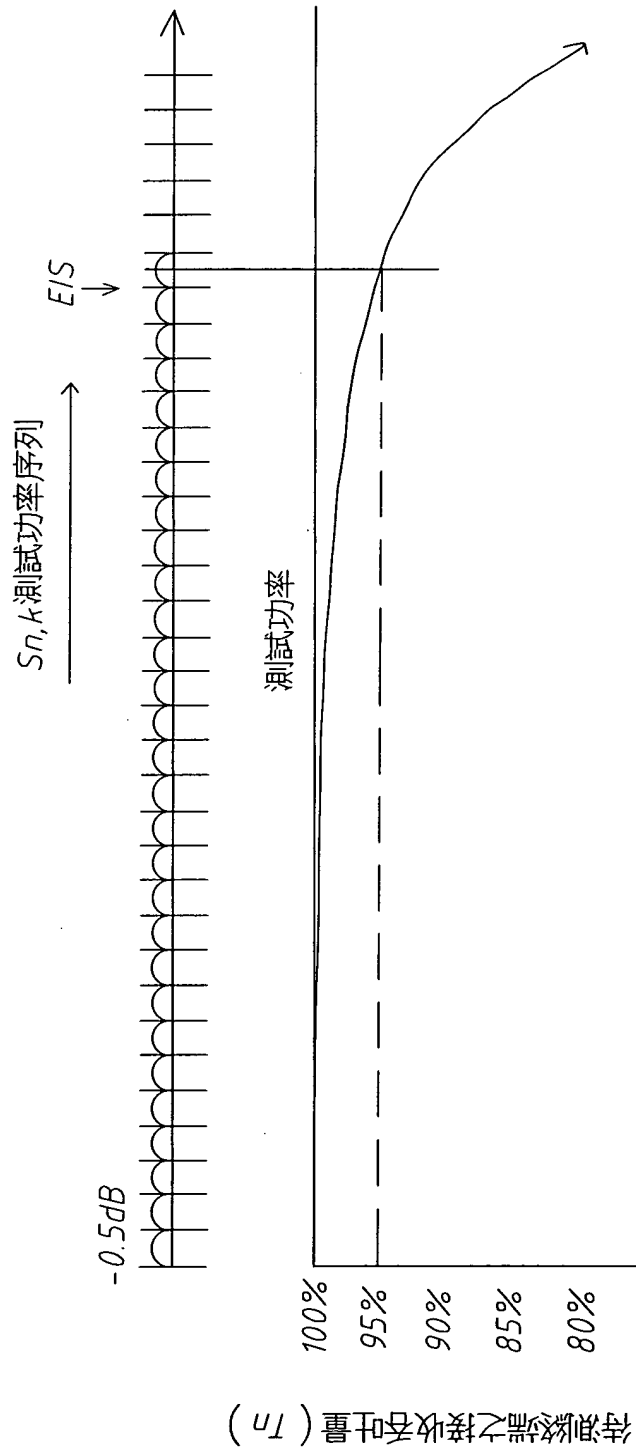
第 1 圖



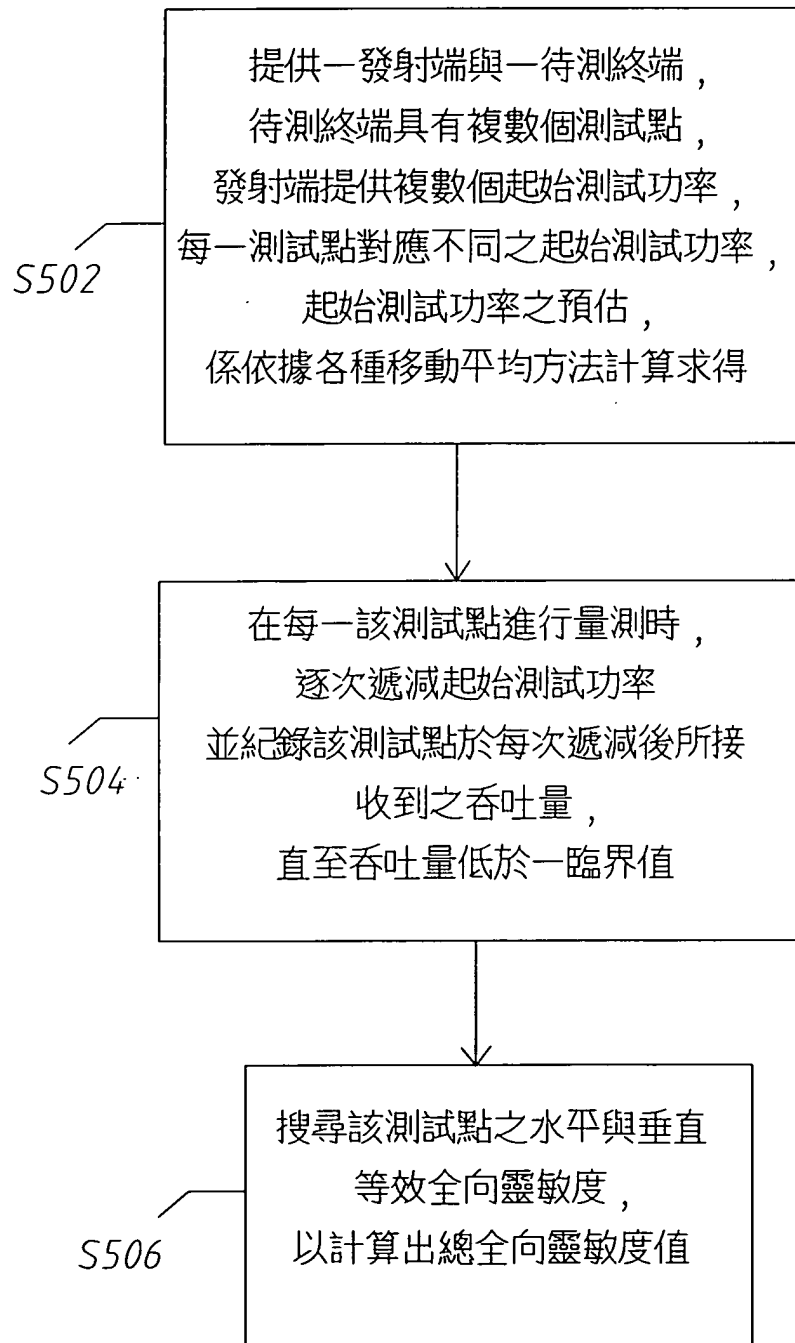
第 2 圖



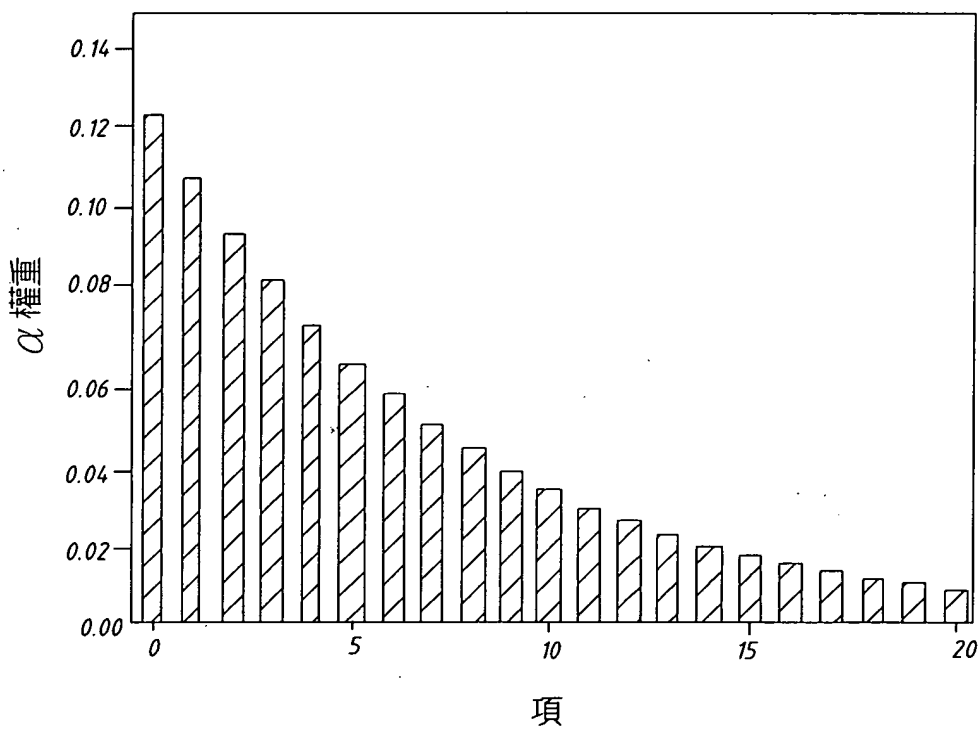
第 3 圖



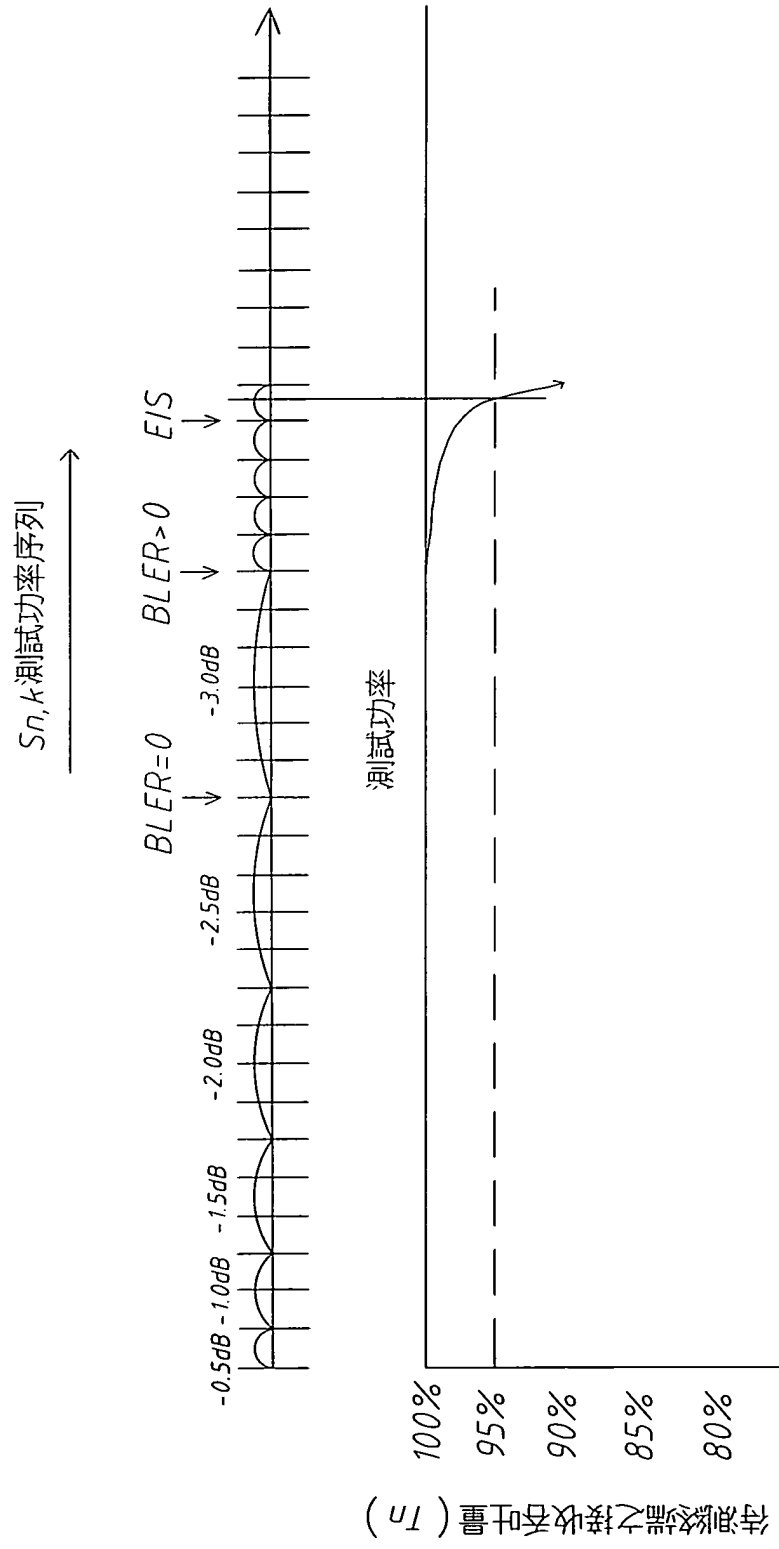
第 4 圖



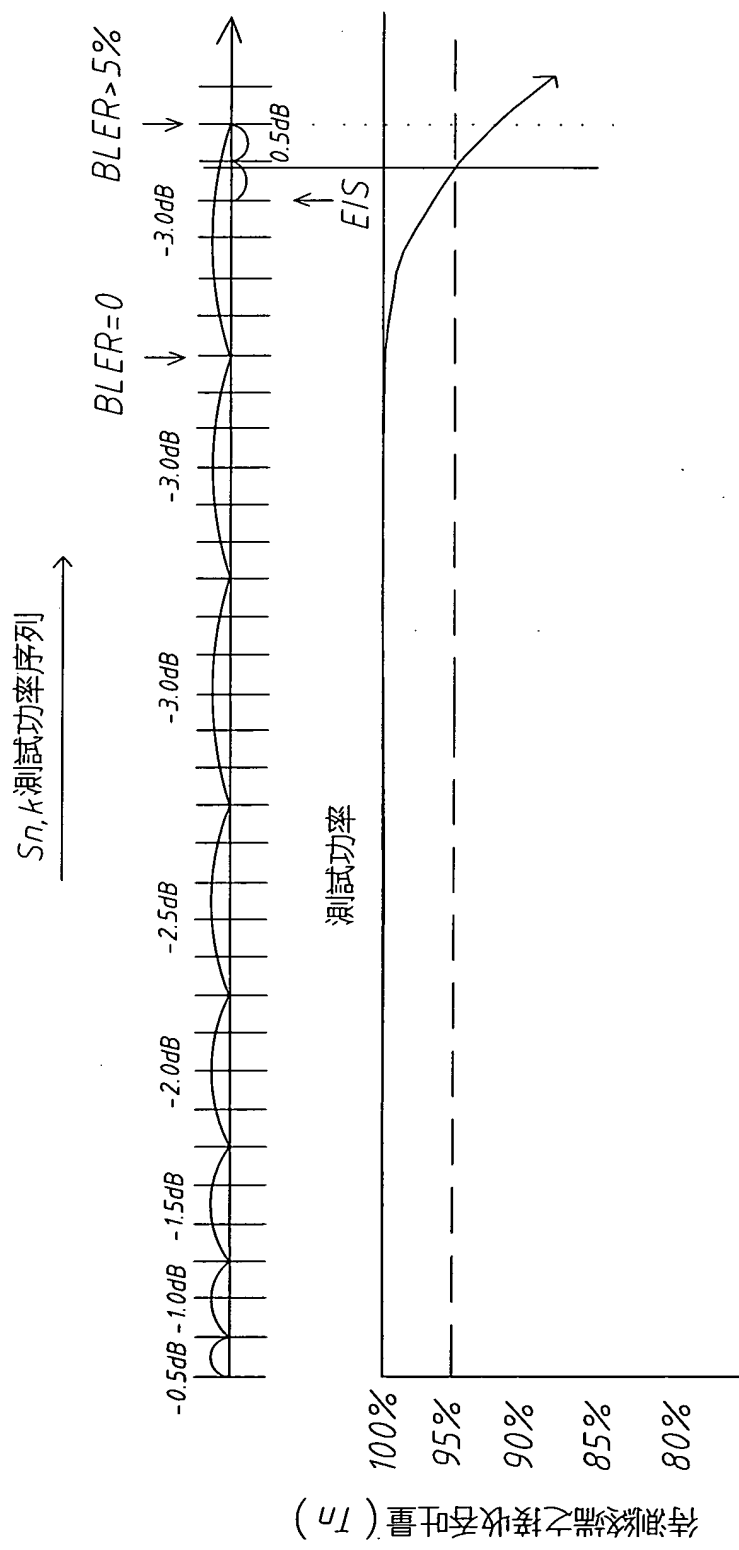
第 5 圖



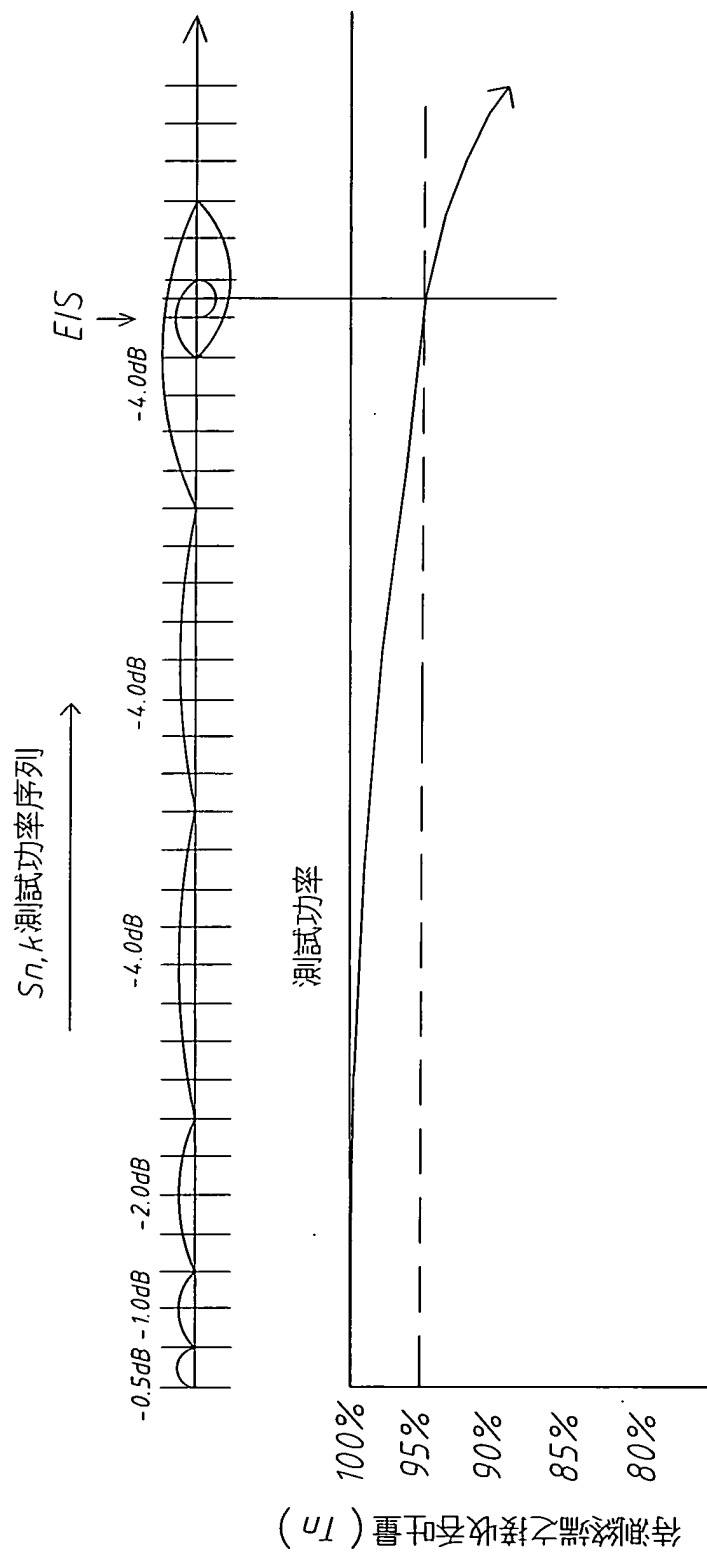
第 6 圖



第 7 圖

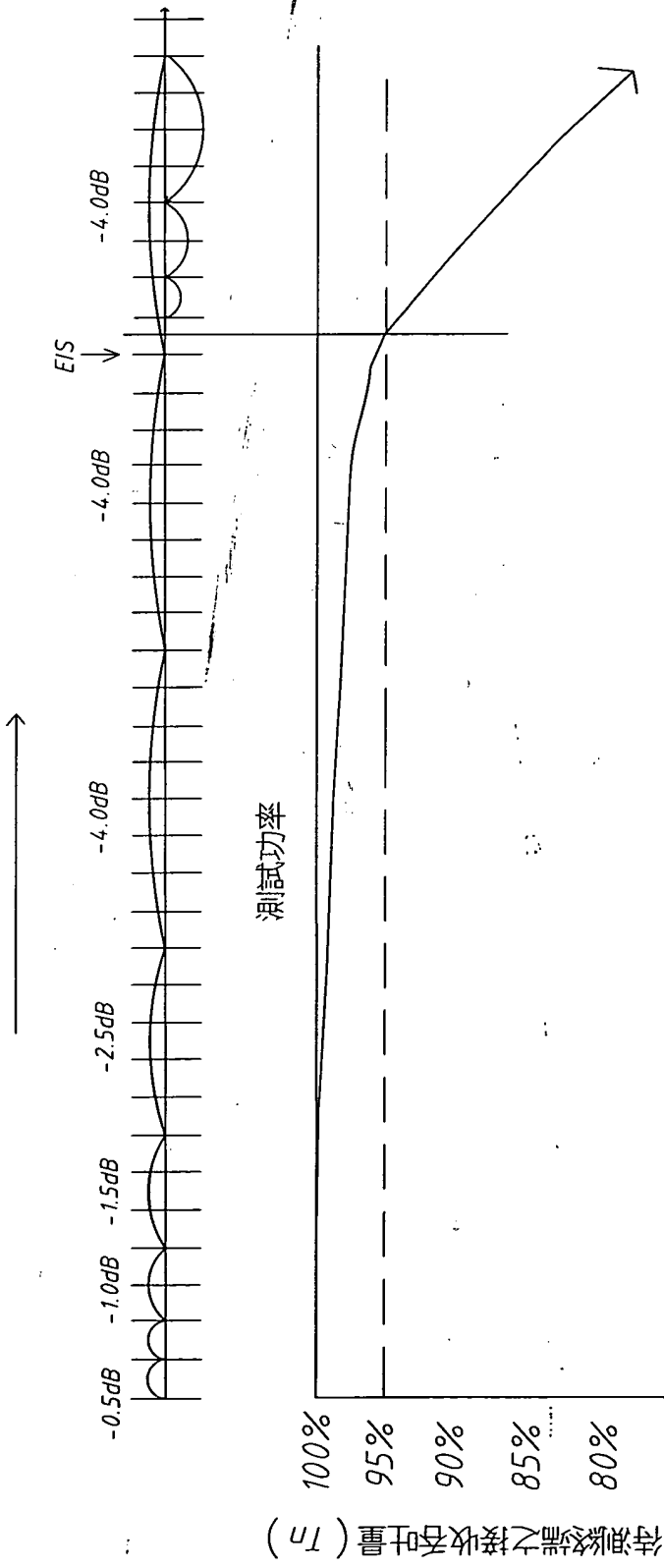


第 8 圖



第 9 圖

$S_{n,k}$ 測試功率序列



第 10 圖