

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：**96109687**

G01R 31/20

※申請日期：**96.3.21**

※IPC 分類：**G06F 17/18**

一、發明名稱：(中文/英文)

機率密度函數分離裝置、機率密度函數分離方法、雜訊分離裝置、雜訊分離方法、測試裝置、測試方法、計算裝置、計算方法、程式以及記錄媒體

PROBABILITY DENSITY FUNCTION SEPARATING APPARATUS, PROBABILITY DENSITY FUNCTION SEPARATING METHOD, NOISE SEPARATING APPARATUS, NOISE SEPARATING METHOD, TESTING APPARATUS, TESTING METHOD, CALCULATING APPARATUS, CALCULATING METHOD, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

愛德萬測試股份有限公司

ADVANTEST CORPORATION

代表人：(中文/英文) 丸山 利雄/MARUYAMA, TOSHIO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都練馬區旭町 1 丁目 32 番 1 號

1-32-1, ASAHI-CHO, NERIMA-KU, TOKYO, JAPAN

國籍：(中文/英文) 日本/JP

三、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 山口 隆弘/YAMAGUCHI, TAKAHIRO
 2. 侯 哈里/HOU, HARRY
 3. 阿姆斯壯 大衛/ARMSTRONG, DAVE
- 國 籍：(中文/英文) 1 日本/JP；2-3 美國/US

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006/03/21；60/783,820

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明提供一種機率密度函數分離裝置，自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，該機率密度函數分離裝置包括：區域轉換部，被供給機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；以及標準偏差計算部，根據光譜來計算機率密度函數含有的隨機成分的標準偏差。

六、英文發明摘要：

A probability density function separating apparatus is provided, which separates a specified component from a supplied probability density function, and includes an area-conversion section, to which a probability density function is supplied, and the probability density function is converted into a spectrum of a frequency domain; and a standard deviation calculation section, which calculates the standard deviation of the random components contained in the probability density function according to the spectrum.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100：機率密度函數分離裝置

110：區域轉換部

120：標準偏差計算部

130：隨機成分計算部

140：峰對峰值檢測部

150：確定成分計算部

PDF：機率密度函數

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

參照相關申請案

本申請案主張 2006 年 3 月 21 日申請的美國專利臨時申請案第 60/783,820 號的優先權，其內容以參考的方式併入本文中。

本發明是關於一種機率密度函數分離裝置、機率密度函數分離方法、雜訊分離裝置、雜訊分離方法、測試裝置、測試方法、計算裝置、計算方法、程式、以及記錄媒體。本發明尤其是關於一種將機率密度函數的確定成分及隨機成分加以分離的裝置及方法。

【先前技術】

將確定成分的機率密度函數與隨機抖動成分的機率密度函數加以分離的方法，可併入示波器（oscilloscope）、時間間隔分析器（Time Interval Analyzer）、頻率計數器（universal time frequency counter）、自動測試系統（Automated Test Equipment）、頻譜分析儀（spectrum analyzer）、網路分析儀（network analyzer）等中而利用。被測定信號可為電信號，亦可為光信號。

當被測定信號的振幅惡化時，將受信位元 1 錯誤地判定為位元 0 的機率會增加。同樣，當被測定信號的時序惡化時，上述誤判定的機率與該惡化現象成比例地增加。為了測定該些位元錯誤率 P_e ，需要使觀測時間長於 T_b/P_e （其中， T_b 表示位元率（bit rate））。因此，非常小的位元錯

誤率需要較長的測定時間。

因而，對於振幅惡化現象，採用下述方法，亦即，將位元判定臨限值設定為較大值以測定位元錯誤率，並外插於位元錯誤率非常小的區域。機率密度函數的確定成分是有界限的 (bounded)，並且提供固定的位元錯誤率。另一方面，機率密度函數的隨機成分是无界限的 (unbounded)。因此，將所測定的機率密度函數或位元錯誤率中含有的確定成分及隨機成分進行精確分離的技術成為重要課題。

先前，將機率密度函數等中含有的確定成分及隨機成分加以分離的方法，已知例如參考文獻 1 所揭示的發明。該方法在特定的時間間隔內計算機率密度函數之分散的推定值，並將計算出的分散推定值轉換為頻域，以此決定構成分散的隨機成分及週期成分。此時，分散是作為週期成分的相關係數與隨機成分的相關係數之和，使被測定時間間隔由 1 週期變更為 N 週期，以此測定週期成分的自相關函數與隨機成分的自相關函數，並且分散的傅立葉轉換是利用了分別對應於線光譜與白色雜音光譜的特點。

然而，機率密度函數由確定成分與隨機成分的折積積分 (convolution integral) 所提供。因此，根據該方法，機率密度函數無法將確定成分及隨機成分加以分離。

參考文獻 1：US2002/0120420

又，將機率密度函數等中含有的確定成分及隨機成分加以分離的其他方法，已知例如參考文獻 2 所揭示的發明。如下述圖 2 所示，該方法是通過高斯分佈 (Gaussian

Distribution) 對機率密度函數的兩端進行曲線擬合 (curve fitting)，來分離機率密度函數的隨機成分。於該方法是以隨機成分與確定成分並未相互干涉為前提來進行曲線擬合，以此分離與高斯分佈相對應的隨機成分。

然而，一般而言，難以專門設定隨機成分與確定成分的界限，因而該方法難以高精度地分離隨機成分。又，如下述圖 2 所示，該方法是根據與各隨機成分的平均值相對應的時刻之差分 $D(\delta\delta)$ 來算出該確定成分。

然而，例如當該確定成分為正弦波 (sine wave) 等時，可實驗性地確認該差分 $D(\delta\delta)$ 表示的值小於真值 $D(p-p)$ 。亦即，該方法僅可近似方形波所造成的理想的確定成分，並非是測定正弦波的確定成分等多種確定成分的方法。而且，隨機成分的測定誤差亦較大。

參考文獻 2：US2005/0027477

又，對於將多個確定成分進行折積積分所獲得的機率密度函數而言，不存在可分離為各成分的方法。

【發明內容】

因此，本發明的一方面之目的在於，提供一種可解決上述課題的機率密度函數分離裝置、機率密度函數分離方法、雜訊分離裝置、雜訊分離方法、測試裝置、以及測試方法。該目的是通過將申請專利範圍中的獨立項所揭示的特徵加以組合而實現。且附屬項將規定本發明更為有利的具體例。

亦即，本發明之第 1 形態提供一種機率密度函數分離

裝置，自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，該機率密度函數分離裝置包括：區域轉換部，被供給機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；以及標準偏差計算部，根據光譜來計算機率密度函數含有的隨機成分的標準偏差。

標準偏差計算部亦可根據光譜的特定頻率成分的位準，來計算標準偏差。

標準偏差計算部亦可根據光譜的第 1 頻率成分與第 2 頻率成分的位準差，來計算標準偏差。

標準偏差計算部亦可根據光譜的特定頻率成分、與將供給的機率密度函數含有的確定成分轉換為頻域光譜的特定頻率成分之位準差，來計算標準偏差。

機率密度函數分離裝置亦可更包括隨機成分計算部，該隨機成分計算部根據標準偏差來計算隨機成分的機率密度函數。

標準偏差計算部亦可根據頻域光譜來計算時域的標準偏差。

隨機成分計算部亦可根據標準偏差，來計算隨機成分之時域的機率密度函數。

標準偏差計算部亦可根據頻域光譜來檢測頻域的標準偏差，且根據所檢測出的頻域的標準偏差，計算時域的標準偏差。

標準偏差計算部亦可根據頻域的上述光譜，來計算頻域的標準偏差，隨機成分計算部亦可根據頻域的標準偏

差，來計算隨機成分之頻域的機率密度函數。

隨機成分計算部亦可根據隨機成分之頻域的機率密度函數，來計算隨機成分之時域的機率密度函數。

隨機成分計算部亦可包括：頻域計算部，計算隨機成分之頻域的機率密度函數；以及时域計算部，自以隨機成分之頻域的機率密度函數為實數部、零為虛數部的實數數列中取得時域之函數，並對時域中之函數的實數部及虛數部的平方的和進行開平方，以計算隨機成分之時域的機率密度函數。

時域計算部亦可包括：複數數列計算部，被供給隨機成分的頻域之機率密度函數，並根據該機率密度函數來計算實數數列；以及傅立葉逆轉換部，被供給實數數列，並將實數數列供給至時域計算部。

機率密度函數分離裝置可更包括：峰對峰（peak-to-peak）值檢測部，根據光譜，檢測機率密度函數的峰對峰值；以及確定成分計算部，根據峰對峰值，計算所供給的機率密度函數的確定成分。

峰對峰值檢測部亦可根據光譜所含有的空白頻率（null frequency）中，自絕對值小的空白頻率選擇的特定數量空白頻率中的至少一個，來檢測峰對峰值。

峰對峰值檢測部亦可根據光譜中的任意兩個空白頻率之差，來計算峰對峰值。

確定成分計算部亦可根據峰對峰值，來計算出確定成分之時域的機率密度函數。

機率密度函數分離裝置可更包括合成部，以生成合成機率密度函數，該合成機率密度函數是將隨機成分計算部所計算的隨機成分的機率密度函數、與確定成分計算部所計算的確定成分的機率密度函數合成後所得者。

確定成分計算部在以峰對峰值檢測部所檢測出的峰對峰值為基準而使峰對峰值依序變化時，計算與各個峰對峰值相對應的確定成分；合成部依序生成合成機率密度函數，該合成機率密度函數是將各個確定成分的機率密度函數、與隨機成分的機率密度函數依序合成後所得者；機率密度函數分離裝置可更包括比較部，該比較部對各個合成機率密度函數與所供給的機率密度函數進行比較，並根據比較結果來選擇任一峰對峰值。

峰對峰值檢測部亦能夠以預定的測定解析度來計算峰對峰值；確定成分計算部亦可在與測定解析度相對應的範圍內，計算使峰對峰值依序變化時與各峰對峰值相對應的確定成分。

確定成分計算部中，亦可預先被供給將峰對峰值設為未知數的函數，並將峰對峰值檢測部所檢測出的峰對峰值代入到上述函數中，以此計算出確定成分的機率密度函數。

確定成分計算部中，亦可預先被供給與確定成分的分佈種類相對應的多個函數，並將峰對峰值檢測部所檢測出的峰對峰值代入到上述各函數中，以分別計算對於確定成分的分佈種類的機率密度函數。

機率密度函數分離裝置可更包括：合成部，分別生成

合成機率密度函數，該合成機率密度函數是將隨機成分計算部所計算的隨機成分的機率密度函數、與確定成分計算部所計算的各機率密度函數合成後所得者；以及比較部，將各個合成機率密度函數與所供給的機率密度函數進行比較；且確定成分計算部亦可根據比較部的比較結果，來選擇各個確定成分的機率密度函數中的任一個。

機率密度函數分離裝置可更包括：峰對峰值檢測部，對所供給的機率密度函數的各機率密度與特定的臨限值進行比較，檢測各機率密度與特定臨限值之大小關係產生變化的點，並根據該檢測點來檢測所供給的機率密度函數的峰對峰值；以及確定成分計算部，根據峰對峰值，計算所供給的機率密度函數的確定成分。

峰對峰值檢測部亦可使臨限值依序變化，並對於每一個臨限值，檢測峰對峰值，且根據與臨限值變化相對應的峰對峰值的變化，來選擇任一臨限值。

峰對峰值檢測部亦可自所供給的機率密度函數的兩端向中央部，對各機率密度與臨限值進行比較，並將該機率密度由小於等於臨限值變為大於等於臨限值的點作為檢測點而檢測出。

機率密度函數分離裝置可更包括確定成分計算部，該確定成分計算部將頻域計算部計算的光譜經 β 次方後所得的光譜與預先設定的光譜進行比較，並根據比較結果，來計算所供給的機率密度函數含有的確定成分的個數。

確定成分計算部使 β 依序變化，以此檢測使各光譜大

致一致的 β 值，並計算所檢測出的 β 的倒數，將其作為確定成分的個數。

本發明之第 2 形態提供一種機率密度函數分離裝置，自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，該機率密度函數分離裝置包括：區域轉換部，被供給機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；以及峰對峰值檢測部，根據光譜來檢測機率密度函數的峰對峰值。

機率密度函數分離裝置亦可更包括確定成分計算部，該確定成分計算部根據峰對峰值，來計算所供給的機率密度函數的確定成分。

本發明之第 3 形態提供一種機率密度函數分離方法，自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，該機率密度函數分離方法包括下述階段：區域轉換階段，被供給機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域光譜；以及標準偏差計算階段，根據光譜來計算機率密度函數含有的隨機成分的標準偏差。

本發明之第 4 形態提供一種機率密度函數分離方法，自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，該機率密度函數分離方法包括下述階段：區域轉換階段，被供給機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域光譜；以及峰對峰值檢測階段，根據光譜來檢測機率密度函數的峰對峰值。

本發明之第 5 形態提供一種雜訊分離裝置，自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函

數，該雜訊分離裝置包括：區域轉換部，被供給被測定信號的機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；以及標準偏差計算部，根據光譜來計算機率密度函數含有的隨機雜訊成分的標準偏差。

本發明之第6形態提供一種雜訊分離裝置，自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數，該雜訊分離裝置包括：區域轉換部，被供給被測定信號的機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；以及峰對峰值檢測部，根據光譜來檢測機率密度函數的峰對峰值。

區域轉換部中，亦可被供給在各時間表示被測定信號的邊緣存在的機率的函數，以作為被測定信號的機率密度函數。

區域轉換部中，亦可被供給在各振幅值表示被測定信號成為該振幅值機率的機率函數，以作為被測定信號的機率密度函數。

雜訊分離裝置可更包括：被測定信號測定部，響應於所供給的取樣信號，對被測定信號進行取樣，並計算被測定信號的機率密度函數；取樣信號測定部，測定上述取樣信號的機率密度函數；以及修正部，根據取樣信號的機率密度函數，來修正隨機成分計算部或確定成分計算部所計算的特定雜訊成分的機率密度函數。

本發明之第7形態提供一種雜訊分離方法，自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函

數，該雜訊分離方法包括下述階段：區域轉換階段，被供給被測定信號的機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；以及標準偏差計算階段，根據光譜來計算機率密度函數含有的隨機雜訊成分的標準偏差。

本發明之第 8 形態提供一種雜訊分離方法，自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數，該雜訊分離方法包括下述階段：區域轉換階段，被供給被測定信號的機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；以及峰對峰值檢測階段，根據光譜來檢測機率密度函數的峰對峰值。

本發明之第 9 形態提供一種測試裝置，用於測試被測試元件，該測試裝置包括：雜訊分離裝置，自被測試元件輸出的被測定信號的機率密度函數，分離特定雜訊成分的機率密度函數；以及判定部，根據雜訊分離裝置所分離的特定雜訊成分的標準偏差，來判定被測試元件之良否；雜訊分離裝置包括：區域轉換部，被供給被測定信號的機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；以及標準偏差計算部，根據光譜來計算機率密度函數含有的隨機雜訊成分的標準偏差。

本發明之第 10 形態提供一種測試裝置，用於測試被測試元件，該測試裝置包括：雜訊分離裝置，自被測試元件輸出的被測定信號的機率密度函數，分離特定雜訊成分的機率密度函數；以及判定部，根據雜訊分離裝置所分離的特定雜訊成分的標準偏差及確定雜訊成分的峰對峰值，來

判定被測試元件之良否；雜訊分離裝置包括：區域轉換部，被供給被測定信號的機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；以及峰對峰值檢測部，根據光譜來檢測機率密度函數之峰對峰值。

本發明之第 11 形態提供一種測試方法，用於測試被測試元件，該測試方法包括下述階段：雜訊分離階段，自被測試元件輸出的被測定信號的機率密度函數，分離特定雜訊成分的標準偏差；以及判定階段，根據在雜訊分離階段所分離的特定雜訊成分的機率密度函數，來判定被測試元件之良否；雜訊分離階段包括：區域轉換階段，被供給被測定信號的機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；以及標準偏差計算階段，根據光譜來計算機率密度函數含有的隨機雜訊成分的標準偏差。

本發明之第 12 形態提供一種測試方法，用於測試被測試元件，該測試方法包括下述階段：雜訊分離階段，自被測試元件輸出的被測定信號的機率密度函數，分離特定雜訊成分的機率密度函數；以及判定階段，根據在雜訊分離階段所分離的特定雜訊成分的標準偏差及確定雜訊成分的峰對峰值，來判定被測試元件之良否；雜訊分離階段包括：區域轉換階段，被供給被測定信號的機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；以及峰對峰值檢測階段，根據光譜來檢測機率密度函數的峰對峰值。

本發明之第 13 形態提供一種計算裝置，根據頻域的高斯曲線來計算時域的高斯曲線，該計算裝置包括時域計算

部，自以頻域的高斯曲線為實數部、零為虛數部的實數數列中取得時域的函數，並對時域中的函數之實數部及虛數部的平方和進行開平方，以計算時域的高斯曲線。

時域計算部亦可包括傅立葉逆轉換部，該傅立葉逆轉換部被供給實數數列，並將實數數列轉換為時域函數，供給至時域計算部。

計算裝置可更包括複數數列計算部，該複數數列計算部被供給頻域的高斯曲線，並根據頻域的高斯曲線來計算實數數列，以供給至傅立葉逆轉換部。

計算裝置可更包括頻域計算部，該頻域計算部被供給頻域的高斯曲線之標準偏差，並根據標準偏差來計算頻域的高斯曲線，以供給至複數數列計算部。

本發明之第 14 形態提供一種計算方法，根據頻域的高斯曲線來計算時域的高斯曲線，該計算方法包括時域計算階段，於此階段取得以頻域的高斯曲線為實數部、零為虛數部的實數數列的時域之函數，並對時域中的函數之實數部及虛數部的平方和進行開平方，以計算時域的高斯曲線。

本發明之第 15 形態提供一種計算裝置，根據頻域光譜來計算時域的波形，該計算裝置包括時域計算部，該時域計算部取得頻域的振幅光譜，並將振幅光譜轉換為時域函數，以此計算時域的波形。

時域計算部亦可對由振幅光譜轉換為時域的函數之實數部及虛數部的平方和進行開平方，以此計算時域的波形。

亦可對時域計算部供給連續變化的光譜，將其作為頻

域的振幅光譜。

亦可對時域計算部供給高斯曲線的光譜，將其作為頻域的振幅光譜。

計算裝置亦可更包括頻域測定部，檢測所供給的被測定信號的振幅光譜，並供給至時域計算部；時域計算部亦可計算被測定信號的時域波形。

本發明之第 16 形態提供一種計算方法，根據頻域光譜來計算時域的波形，該計算方法包括時域計算階段，於此階段取得頻域的振幅光譜，並將振幅光譜轉換為時域函數，以此計算時域的波形。

本發明之第 17 形態提供一種使機率密度函數分離裝置發揮作用的程式，該機率密度函數分離裝置自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述程式使機率密度函數分離裝置作為區域轉換部及標準偏差計算部而發揮作用；上述區域轉換部被供給機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；上述標準偏差計算部根據光譜，來計算機率密度函數含有的隨機成分的標準偏差。

本發明之第 18 形態提供一種記錄媒體，儲存著使機率密度函數分離裝置發揮作用的程式，該機率密度函數分離裝置自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述程式使機率密度函數分離裝置作為區域轉換部及標準偏差計算部而發揮作用；上述區域轉換部被供給機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；上述標準偏差計算部根據光譜，來計算機率密度函數含有的隨機成分的標

準偏差。

本發明之第 19 形態提供一種使機率密度函數分離裝置發揮作用的程式，該機率密度函數自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述程式使機率密度函數分離裝置作為區域轉換部、峰對峰值檢測部以及確定成分計算部而發揮作用；上述區域轉換部被供給機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域光譜；上述峰對峰值檢測部根據光譜，來檢測機率密度函數的峰對峰值；上述確定成分計算部根據峰對峰值，來計算所供給的機率密度函數的確定成分。

本發明之第 20 形態提供一種記錄媒體，儲存著使機率密度函數分離裝置發揮作用的程式，該機率密度函數分離裝置自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述程式使機率密度函數分離裝置作為區域轉換部、峰對峰值檢測部、以及確定成分計算部而發揮作用；上述區域轉換部被供給機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；上述峰對峰值檢測部根據光譜，來檢測機率密度函數的峰對峰值；上述確定成分計算部根據峰對峰值，來計算所供給的機率密度函數的確定成分。

本發明之第 21 形態提供一種使雜訊分離裝置發揮作用的程式，該雜訊分離裝置自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數，上述程式使雜訊分離裝置作為區域轉換部及標準偏差計算部而發揮作用；上述區域轉換部被供給被測定信號的機率密度函數，並將該

測部、以及確定成分計算部而發揮作用；上述區域轉換部被供給被測定信號的機率密度函數，並將該機率密度函數轉換為頻域的光譜；上述峰對峰值檢測部根據光譜，來檢測機率密度函數的峰對峰值；上述確定成分計算部根據峰對峰值，來算出確定雜訊成分的機率密度函數。

本發明之第 25 形態提供一種使計算裝置發揮作用的程式，該計算裝置根據頻域的高斯曲線來計算時域的高斯曲線，上述程式使計算裝置作為時域計算部而發揮作用，該時域計算部自以頻域的高斯曲線為實數部、零為虛數部的實數數列中取得時域函數，並對上述時域中的函數之實數部及虛數部的平方和進行開平方，以計算時域的高斯曲線。

本發明之第 26 形態提供一種記錄媒體，儲存著使計算裝置發揮作用的程式，該計算裝置根據頻域的高斯曲線來計算時域的高斯曲線，上述程式使計算裝置作為時域計算部而發揮作用，該時域計算部自以頻域的高斯曲線為實數部、零為虛數部的實數數列中取得時域函數，並對時域中的函數之實數部及虛數部的平方和進行開平方，以計算時域的高斯曲線。

本發明之第 27 形態提供一種使計算裝置發揮作用的程式，該計算裝置根據頻域光譜來計算時域的波形，上述程式使計算裝置作為時域計算部而發揮作用，該時域計算部取得頻域的振幅光譜，並將振幅光譜轉換為時域函數，以此計算時域的波形。

本發明之第 28 形態提供一種記錄媒體，儲存著使計算裝置發揮作用的程式，該計算裝置根據頻域光譜來計算時域的波形，上述程式使計算裝置作為時域計算部而發揮作用，該時域計算部取得頻域的振幅光譜，並將振幅光譜轉換為時域函數，以此計算時域的波形。

再者，上述發明概要並未列舉本發明的所有必要特徵，該些特徵群的次組合亦可成為發明。

【實施方式】

以下，通過發明的實施形態來說明本發明中的一方面，但下述實施形態並未限定申請專利範圍的發明，而且實施形態中說明的特徵的所有組合未必為發明的解決手段所必需。

圖 1 是表示本發明之實施形態的機率密度函數分離裝置 100 的結構之一例圖。機率密度函數分離裝置 100 是自所供給的機率密度函數中分離特定成分的裝置，具備區域轉換部 110、標準偏差計算部 120、隨機成分計算部 130、峰對峰值檢測部 140、以及確定成分計算部 150。本例的機率密度函數分離裝置 100 分離所供給的機率密度函數（以下，稱為輸入 PDF）的隨機成分及確定成分。又，機率密度函數分離裝置 100 亦可自輸入 PDF 分離隨機成分及確定成分中的一個。於該情形時，機率密度函數分離裝置 100 亦可具有標準偏差計算部 120 及隨機成分計算部 130、或者峰對峰值檢測部 140 及確定成分計算部 150 的任一組合。

區域轉換部 110 被供給輸入 PDF，並將輸入 PDF 轉換

為頻域光譜。例如，輸入 PDF 亦可為以各時序為單位，表示特定信號的邊緣存在機率的函數。於該情形時，機率密度函數分離裝置 100 分離該信號中含有的隨機抖動成分及確定抖動成分。

又，區域轉換部 110 亦可藉由對輸入 PDF 進行傅立葉轉換來計算頻域光譜。而且，輸入 PDF 亦可為數位資料，又，區域轉換部 110 亦可具有將以模擬信號供給的輸入 PDF 轉換為數位信號的機構。

標準偏差計算部 120 根據區域轉換部 110 輸出的光譜，計算輸入 PDF 中含有的隨機成分的標準偏差。由於輸入 PDF 中含有的隨機成分遵循高斯分佈，故標準偏差計算部 120 計算該高斯分佈之標準偏差。具體的計算方法將在以下圖 2 至圖 7 中加以描述。

隨機成分計算部 130 根據標準偏差計算部 120 所計算的標準偏差，來計算隨機成分的機率密度函數。例如，如下所述，於圖 2 至圖 7 中，本例的機率密度函數分離裝置 100 可根據標準偏差，專門地設定輸入 PDF 中含有的隨機成分（高斯分佈）。隨機成分計算部 130 可輸出基於標準偏差的高斯分佈，且可輸出該標準偏差。又，隨機成分計算部 130 亦可輸出時域的該高斯分佈或該標準偏差。

峰對峰值檢測部 140 根據區域轉換部 110 輸出的光譜，來檢測輸入 PDF 的峰對峰值。具體的計算方法將在以下圖 2 至圖 7 中加以描述。

確定成分計算部 150 根據峰對峰值檢測部 140 所檢測

出的峰對峰值，來計算輸入 PDF 的確定成分。具體的計算方法將在以下圖 2 至圖 7 中加以描述。確定成分計算部 150 可輸出時域的確定成分的機率密度函數，且可輸出該峰對峰值。

圖 2 是表示輸入 PDF 的波形之一例圖。本例中，輸入 PDF 含有作為確定成分的正弦波的機率密度函數。然而，輸入 PDF 中含有的確定成分並未限定於正弦波。確定成分亦可為藉由以下函數所規定的波形，亦即，矩形分佈（rectangular distribution）的機率密度函數、三角（triangular）分佈、Dual-Dirac 模型的機率密度函數、以及其他預先設定的函數。又，輸入 PDF 所含有的隨機成分的機率密度函數遵循高斯分佈。

又，確定成分藉由該機率密度函數的峰值間隔 $D(p-p)$ 而決定。例如，當確定成分為正弦波時，對於該機率密度函數，在與正弦波的振幅相對應的位置處呈現峰值。又，當確定成分為方形波時，對於該機率密度函數，在與方形波的振幅相對應的位置處呈現峰值。又，當確定成分的機率密度函數以 Dual-Dirac 模型呈現時，確定成分利用兩個 δ 函數的間隔 $D(p-p)$ 而定義。

如圖 2 所示，確定成分及隨機成分合成後所得的合成成分（輸入 PDF），藉由將確定成分的機率密度函數及隨機成分的機率密度函數進行折積積分而供給。因此，合成成分的峰值間隔 $D(\delta\delta)$ 小於確定成分的峰值間隔 $D(p-p)$ 。先前的曲線擬合法可將 $D(\delta\delta)$ 作為決定確定成分

的峰值間隔而檢測。然而，如上所述，由於 $D(\delta\delta)$ 小於作為真值的 $D(p-p)$ ，故分離後的確定成分中會產生誤差。

圖 3 是表示隨機成分的機率密度函數之一例圖。圖 3 中的左側波形表示時域的隨機成分的機率密度函數，圖 3 中的右側波形表示頻域的隨機成分的機率密度函數。時域的隨機成分 $p(t)$ 為高斯分佈，以下式表示。

$$p(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(t-u)^2/(2\sigma^2)} \quad \text{式 (1)}$$

此處， σ 表示高斯分佈的標準偏差， u 表示高斯分佈中峰值的呈現時間。

並且，對時域的隨機成分 $p(t)$ 進行傅立葉轉換後所獲得的頻域的隨機成分 $P(f)$ ，以下式表示。

$$P(f) = Ce^{-f^2/2\sigma^2} \quad \text{式 (2)}$$

如式 (2) 所示，對高斯分佈進行傅立葉轉換後，仍呈現高斯分佈。此時，頻域的高斯分佈在零頻率時具有峰值。

圖 4 是表示確定成分的機率密度函數之一例圖。圖 4 中的左側波形表示時域的確定成分的機率密度函數，圖 4 中的右側波形表示頻域的確定成分的機率密度函數。又，將時域的確定成分的機率密度函數之峰值間隔設為 $2T_0$ 。

在對該時域的波形進行傅立葉轉換而獲得的光譜中，於 $1/(2T_0)$ 之間隔內呈現峰值（空白）。亦即，可藉由檢測頻域光譜的空白頻率或峰值（空白）間隔，而求出定義

確定成分的峰值間隔 $2T_0$ 。

圖 5 是表示將確定成分及隨機成分合成後所得的機率密度函數的光譜之一例圖。於時域內，將確定成分之機率密度函數及隨機成分之機率密度函數合成（折積積分）為輸入 PDF。又，時域中的折積積分值是頻域中光譜的乘積值。亦即，輸入 PDF 的光譜是以確定成分的機率密度函數之光譜、與隨機成分的機率密度函數之光譜的乘積所表示的。

於圖 5 中，以虛線表示確定成分，以實線的高斯曲線表示隨機成分。在將確定成分與隨機成分相乘時，確定成分的各峰值光譜與高斯曲線的損耗成比例地衰減。因此，藉由檢測輸入 PDF、亦即合成成分之光譜的特定頻率的位準，可求出頻域中提供隨機成分的高斯曲線。

標準偏差計算部 120 亦可根據輸入 PDF 之光譜的特定頻率的位準，計算高斯曲線之標準偏差。如圖 5 所示，隨機成分計算部 130 可計算出頻域的高斯曲線。此時，如圖 3 中所說明，頻域的高斯曲線以零頻率為基準。因此，隨機成分計算部 130 可根據標準偏差計算部 120 所計算的標準偏差，簡單地計算出該高斯曲線。

又，如圖 4 中所說明，定義確定成分的 $D(p-p) = 2T_0$ 可根據確定成分的光譜之空白頻率 $= 1/(2T_0)$ 而求出。確定成分之光譜的峰對峰值在與高斯曲線相乘後亦被保存，因此可根據輸入 PDF 之光譜的空白頻率來計算 $D(p-p)$ 的值。

峰對峰值檢測部根據輸入 PDF 之光譜的空白頻率來檢測峰對峰值。例如，峰對峰值檢測部亦可根據輸入 PDF 之光譜的多個空白頻率中絕對值最小的空白頻率，來檢測該峰對峰值。該空白頻率與零頻率的差分為該光譜的峰對峰值。

與光譜的峰值相比，光譜的空白值急遽地變化，因此能夠更高精度地檢測出峰對峰值。又，頻率的絕對值越大，則空白頻率相對於峰對峰值的誤差會越大。因而，根據頻率絕對值最小的空白頻率來檢測峰對峰值，以此可更高精度地檢測峰對峰值。然而，於檢測峰對峰值時，無須限定於頻率絕對值最小的空白頻率。例如，亦可根據自頻率絕對值小的空白頻率所選擇的特定數量空白頻率中的至少一個，來檢測峰對峰值。

圖 6 是表示 $D(p-p)$ 之值不同的確定成分的光譜之一例圖。圖 6 中的左側波形表示 $D(p-p) = 2T_0$ 時的光譜，圖 6 中的右側波形表示 $D(p-p) = T_0$ 時的光譜。即使在 $D(p-p)$ 值產生變化時，零頻率的主瓣 (main lobe) 之位準與各旁瓣 (side lobe) 之峰值位準之位準差亦無變化。亦即，對於確定成分之機率密度函數的各光譜的相對位準而言，只要確定成分為正弦波、矩形分佈、三角 (triangular) 分佈、Dual-Dirac 模型等中的任一個，則可專門地設定確定成分。因此，藉由檢測確定成分的光譜與輸入 PDF 的光譜中對應的峰值位準之差，可求出隨機成分的光譜。此處須注意的是，該位準差來源於由隨機成分而

導致的確定成分的光譜衰減。

圖 7 是隨機成分之標準偏差的計算方法例的說明圖。表示隨機成分的頻域的高斯曲線由式 (2) 提供。式 (2) 中，若取底數為 e 的對數，則如式 (3) 所示，得到 f 的二次函數。

$$\begin{aligned}\log_e P(f) &= \log_e C e^{-f^2/2\sigma^2} \\ &= \log_e C - \frac{f^2}{2\sigma^2}\end{aligned}\quad \text{式 (3)}$$

此處，如圖 7 所示，將輸入 PDF 之光譜（合成成分）的第 1 峰值的頻率設為 f_1 ，其位準設為 $A(f_1)$ ，且將第 2 峰值的頻率設為 f_2 ，其位準設為 $A(f_2)$ 。此時，第 1 峰值與第 2 峰值的位準差於式 (4) 中所示。

$$\begin{aligned}\log \frac{A(f_2)}{A(f_1)} &= \log_e A(f_2) - \log_e A(f_1) \\ &= -\frac{f_2^2 - f_1^2}{2\sigma^2}\end{aligned}\quad \text{式 (4)}$$

因此，根據輸入 PDF 之光譜的 2 個頻率成分的位準差，可計算標準偏差。標準偏差計算部 120 亦可根據輸入 PDF 之光譜的第 1 頻率成分與第 2 頻率成分的位準差，來計算標準偏差。式 (4) 對 Dual-Dirac 提供精確的測定。又，對其他確定成分提供近似解。

又，該 2 個頻率成分較好的是輸入 PDF 之光譜的峰值。標準偏差計算部 120 亦可根據輸入 PDF 的任意 2 個峰值的位準差，來計算標準偏差。

輸入 PDF 之光譜的峰值位準是使確定成分之光譜的峰值對應於隨機成分之光譜而衰減。因此，當確定成分之光譜的各峰值位準固定時，可根據式 (4) 高精度地計算標準偏差。又，當確定成分之光譜的各峰值位準未固定時，標準偏差計算部 120 亦可進一步根據確定成分之光譜的峰值位準，來計算標準偏差。亦即，標準偏差計算部 120 可根據輸入 PDF 之光譜的特定頻率成分、與將確定成分之機率密度函數轉換為頻域的光譜中相對應的頻率成分的位準差，來計算標準偏差。於該情形時，標準偏差計算部 120 亦可根據式 (5) 來計算標準偏差。

$$-\frac{1}{2\sigma^2} = \frac{1}{f_2^2 - f_1^2} \cdot \log \left(\frac{A(f_2)}{B(f_2)} / \frac{A(f_1)}{B(f_1)} \right) \quad \text{式 (5)}$$

此時，確定成分之光譜可根據上述 $D(p-p)$ 而求出。如上所述，確定成分是根據 $D(p-p)$ 之值以及由正弦波、矩形分佈、三角 (triangular) 分佈、Dual-Dirac 等中的任一函數供給確定成分而決定。確定成分計算部 150 可預先被供給決定確定成分之與正弦波、矩形分佈、三角 (triangular) 分佈、Dual-Dirac 等相對應的函數，並將峰對峰值檢測部 140 所檢測出的峰對峰值應用於該函數，以此計算確定成分。於該情形下，隨機成分計算部 130 根據確定成分計算部 150 所計算的確定成分之光譜，來計算隨機成分。

又，式 (5) 中若使 $f_1=0$ ，則由於 $f_1=0$ 時輸入 PDF 之光譜的位準與確定成分之光譜的位準相等，因而式 (5)

變形為式 (6)。

$$-\frac{1}{2\sigma^2} = \frac{1}{f_2^2} \cdot \log\left(\frac{A(f_2)}{B(f_2)}\right) \quad \text{式 (6)}$$

標準偏差計算部 120 亦可根據式 (6) 來計算標準偏差。亦即，標準偏差計算部 120 亦可根據輸入 PDF 及確定成分之機率密度函數的光譜中相對應的任一峰值之位準差，來計算標準偏差。於該情形時，能夠以更簡易的測定且高精度地計算標準偏差。

又，根據式 (5) 及式 (6) 所計算的標準偏差，是頻域的高斯分佈的標準偏差。標準偏差計算部 120 亦可根據頻域的標準偏差 σ_f ，來計算時域的標準偏差 σ_t 。 σ_f 與 σ_t 的關係由式 (7) 表示。

$$\sigma_t = \frac{1}{2\pi} \sqrt{2\sigma_f^2} \quad \text{式 (7)}$$

藉此，可計算隨機成分的時域的機率密度函數。

可使用 σ_f 自式 (2) 求出頻域的高斯曲線。亦可對該頻域的高斯曲線進行傅立葉轉換，以直接求出式 (1) 的時域的高斯曲線。亦即，隨機成分的時域的機率密度函數可根據頻域的高斯曲線而直接求出。

圖 8 是表示根據頻域的高斯曲線而直接計算隨機成分之時域的機率密度函數的方法之一例的流程圖。首先，將頻域的標準偏差 σ_f 代入式 (2)，取得頻域的高斯曲線 $G(f)$ (S30)。此時根據需要，為使時域的高斯曲線分佈

在輸入 PDF 之平均值 μ 周圍，亦可使用時偏移法 (time shifting)，將 $G(f)$ 與 $\exp(j2\pi\mu f)$ 相乘後作為 $G(f)$ 。

其次，取得以 $G(f)$ 為實數部、零為虛數部的複數數列 (須注意，實際上為實數數列) (S32)。其後，取得對所獲得的複數數列進行傅立葉逆轉換後的時域函數 $g(t)$ (S34)。此時，由於原始信號為實數，故亦可在轉變為傅立葉逆轉換後，進行傅立葉轉換或餘弦轉換 (cosine transform)。

接著，對 S34 中所取得的 $g(t)$ 的實數部的平方與虛數部的平方之和進行開平方，以取得時域的高斯曲線 (S36)。亦即，計算 $g(t)$ 的實數部及虛數部之平方和的平方根，取得時域的高斯曲線。利用上處理可取得時域的高斯曲線。

圖 9 是表示隨機成分計算部 130 的結構之一例圖。本例的隨機成分計算部 130 利用圖 8 所說明的方法，取得時域的高斯曲線。隨機成分計算部 130 具有頻域計算部 132、複數數列計算部 134、傅立葉逆轉換部 136、以及時域計算部 138。

頻域計算部 132 根據標準偏差計算部 120 所計算的頻域之隨機成分的標準偏差，來計算頻域的高斯曲線 $G(f)$ 。此時，頻域計算部 132 亦可利用與圖 8 所說明的 S30 步驟相同的方法，計算頻域的高斯曲線 $G(f)$ 。

複數數列計算部 134 計算以 $G(f)$ 為實數部、零為虛數部的複數數列。傅立葉逆轉換部 136 計算對該複數數列

進行傅立葉逆轉換（或傅立葉轉換）後所得的時域函數 $g(t)$ 。時域計算部 138 對時域函數 $g(t)$ 的實數部與虛數部的平方和進行開平方，取得時域的高斯曲線，亦即隨機成分之時域的機率密度函數。

再者，圖 8 及圖 9 中所說明的處理並未限定於對機率密度函數的處理。亦即，可使用與圖 8 及圖 9 中說明之處理相同的處理，自任意頻域光譜來推測時域的波形。

於該情形時，對圖 9 中所說明的時域計算部 138 供給被測定信號之振幅光譜。其後，時域計算部 138 將該振幅光譜轉換為時域函數，以計算時域的波形。在將振幅光譜轉換為時域函數時，對該振幅光譜應用傅立葉轉換、傅立葉逆轉換、餘弦轉換等，以此求出該時域的函數。接著，時域計算部 138 可對該時域之實數部及虛數部的平方和進行開平方，以此推測時域的波形。

如上所述，根據頻域光譜來計算時域之波形的計算裝置除具備時域計算部 138 以外，可更具備檢測被測定信號之振幅光譜的頻域測定部。頻域測定部將所檢測的振幅光譜供給至時域計算部 138。利用上述結構，僅根據被測定信號的振幅光譜，即可推測被測定信號的時域的波形。

如上所說明，根據本例的機率密度函數分離裝置 100，可高精度地分離所供給的機率密度函數的隨機成分及確定成分。例如，對於隨機成分，並不進行先前的曲線擬合等近似處理，而是可根據頻域中所計算的標準偏差，高精度地計算隨機成分。又，對於確定成分，相對於先前具

有誤差的 $D(\delta\delta)$ 而言，可檢測出更接近真值的值 $D(p-p)$ 。

圖 10 是表示機率密度函數分離裝置 100 的結構的其他例圖。本例的機率密度函數分離裝置 100 除具備圖 1 所說明的機率密度函數分離裝置 100 的結構以外，更具備合成部 160 及比較部 170。其他構成要素與圖 1 中標記相同符號所說明的構成要素具有相同的功能。

合成部 160 生成合成機率密度函數（以下，稱為合成 PDF），該合成機率密度函數是將隨機成分計算部 130 所計算的隨機成分之機率密度函數、及確定成分計算部 150 所計算的確定成分之機率密度函數加以合成（折積積分）後所得。

比較部 170 將合成部 160 輸出的合成 PDF 與輸入 PDF 加以比較。如圖 7 所說明，確定成分計算部 150 預先被供給將峰對峰值設為未知數的函數，並將峰對峰值檢測部 140 所檢測的峰對峰值代入到上述函數中，以計算確定成分的機率密度函數。此時，該函數根據確定成分例如為正弦波、矩形分佈、三角（triangular）分佈、Dual-Dirac 等任一分佈而不同。因此，根據峰對峰值來計算確定成分的機率密度函數時，較好的是，可判定確定成分的函數為何種函數。

確定成分計算部 150 可預先被供給確定成分的函數的任一種函數。又，亦可對確定成分計算部 150 預先供給與確定成分的分佈種類相對應的多個函數，將峰對峰值檢測

部 140 所檢測的峰對峰值代入到上述各函數中，以分別計算對於確定成分的各分佈種類的機率密度函數。

於該情形時，合成部 160 分別合成確定成分計算部 150 輸出的各機率密度函數、及隨機成分計算部 130 輸出的機率密度函數。比較部 170 分別比較合成部 160 所分別合成的合成 PDF 與輸入 PDF。比較部 170 根據對於各合成 PDF 的比較結果，選擇適當的函數作為表示輸入 PDF 中含有的確定成分的函數。例如，比較部 170 亦可選擇合成 PDF 與輸入 PDF 之差分最小的函數。

接著，確定成分計算部 150 亦可將與比較部 170 所選擇的函數相對應的確定成分的機率密度函數作為適當的機率密度函數而輸出。利用上述處理，即便未知確定成分為何種分佈，亦可自預先設定的種類分佈中選擇適當的分佈，來計算輸入 PDF 中含有的確定成分的機率密度函數。

又，峰對峰值檢測部 140 以預先設定的測定解析度來檢測峰對峰值。於該情形時，所檢測出的峰對峰值中含有與測定解析度相對應的誤差。本例的機率密度函數分離裝置 100 亦可進行減小該測定誤差的處理。又，機率密度函數分離裝置 100 亦可進行上述規定確定成分的函數之選擇、及以下將描述的減小測定誤差的處理之兩者。

例如，確定成分計算部 150 以峰對峰值檢測部 140 所檢測出的峰對峰值為基準，來計算使峰對峰值依序變化後與各峰對峰值相對應的確定成分。此時，確定成分計算部 150 亦可在與測定解析度相對應的範圍內，使峰對峰值依

序變化。例如，當測定解析度為 $2a$ 、且峰對峰值檢測部 140 所檢測出的峰對峰值為 $2T_0$ 時，確定成分計算部 150 可使峰對峰值在 $2T_0 - a \sim 2T_0 + a$ 的範圍內依序變化。此時較好的是，使峰對峰值變動之解析度充分小於測定解析度。

合成部 160 依序生成合成 PDF，該合成 PDF 是將確定成分計算部 150 依序輸出的各確定成分的機率密度函數、與隨機成分的機率密度函數依序合成後所得。比較部 170 將各合成 PDF 與輸入 PDF 加以比較，並且根據比較結果，選擇任一峰對峰值作為最適值。利用上述處理，可減小由測定解析度所產生的測定誤差。

圖 11 是表示圖 10 所示的機率密度函數分離裝置 100 的動作之一例圖。於本例中，將說明上述減小測定誤差時的動作。首先，區域轉換部 110 將輸入 PDF 轉換為頻域光譜。繼而，標準偏差計算部 120 根據該光譜，計算輸入 PDF 中含有的隨機成分的標準偏差 ($S10$)。接著，隨機成分計算部 130 根據該標準偏差，計算該隨機成分之機率密度函數 ($S12$)。

繼而，峰對峰值檢測部 140 計算輸入 PDF 的光譜之峰對峰值 ($S14$)。其後，確定成分計算部 150 根據該峰對峰值，計算確定成分的機率密度函數 ($S16$)。

其次，合成部 160 生成合成 PDF ($S18$)，該合成 PDF 是將隨機成分的機率密度函數與確定成分的機率密度函數合成後所得。該合成是藉由各時域的機率密度函數的折積積分而進行的。

繼而，比較部 170 將輸入 PDF 與合成 PDF 加以比較 (S20)。比較部 170 可計算輸入 PDF 與合成 PDF 之誤差。該誤差可為各個設定的時刻區間內的誤差之平方的平均值等。該時刻區間亦可指定機率密度函數兩端的尾部。

繼之，使峰對峰值在預先設定的整個範圍內變化，判定是否已將輸入 PDF 與合成 PDF 加以比較 (S22)。當存在使峰對峰值未變化的範圍時，使峰對峰值變化為應比較的值 (S24)，並重複 S16 至 S20 的處理。

當使峰對峰值在整個範圍內變化時，根據與各峰對峰值相對應的 S20 的比較結果，決定提供的誤差較小的峰對峰值 (S26)。

利用上述處理，可減小測定誤差，並決定最適的峰對峰值。亦可使用具有該峰對峰值的確定成分的機率密度函數，再次計算式 (5) 中的 $B(f)$ ，以更高的精度來計算隨機成分的標準偏差。

機率密度函數兩端之尾部可由隨機成分來決定。相反，亦可自兩端向中央部比較機率密度函數的值與特定的臨限值，以檢測出機率密度大於該臨限值的時間範圍，由此可計算 $D(p-p)$ 。

圖 12A 表示作為確定抖動，含有正弦波及能量相對小於該正弦波之正弦波的確定成分的機率密度函數。於該情形時，該機率密度函數是將該兩個正弦波進行折積積分後所得。又，使本例中相對較大的正弦波的 $D(p-p)$ 之期待值為 50ps。

圖 12B 表示將圖 12A 所示的機率密度函數轉換為頻域的光譜。該光譜之空白頻率相對於期待值 20 GHz，具有 5 GHz 左右的誤差。

圖 13A 表示將圖 12A 所示的機率密度函數的各機率密度與特定臨限值加以比較後的結果。亦即，如圖 13A 所示，自機率密度函數的兩端來比較各機率密度與該臨限值，以檢測機率密度自小於等於該臨限值變為大於等於該臨限值的時刻 t ，藉此，可將圖 13A 之虛線的機率密度函數轉換為圖 13A 之實線的矩形分佈。

圖 13B 表示將圖 13A 所示的矩形分佈轉換為頻域的光譜。該光譜之空白頻率表示與期待值大致一致的 20.4 GHz。如上所述，根據特定的臨限值來檢測 $D(p-p)$ ，由此可取得實用的空白頻率。於該情形時，可根據時域之矩形分佈的機率密度函數直接求出 $D(p-p)$ ，並將機率密度函數轉換為矩形分佈，因而亦可不必求出該光譜的空白頻率。

提供與期待值大致一致的 $D(p-p)$ 的臨限值，可藉由下述方式來設定：例如使臨限值依序變化，以計算與各臨限值相對應的 $D(p-p)$ ，並檢測 $D(p-p)$ 幾乎未變化的臨限值。

圖 14A 表示作為確定抖動，含有正弦波及能量等同於該正弦波之正弦波的確定成分的機率密度函數。本例中 $D(p-p)$ 的期待值為 100 ps。

圖 14B 表示將圖 14A 所示的機率密度函數轉換為頻域

的光譜。與圖 12B 所示相同，該光譜的空白頻率相對於期待值 10 GHz，具有 5 GHz 左右的誤差。

圖 15A 是表示對圖 14A 所示的機率密度函數進行與圖 13A 相同的臨限值處理後的矩形分佈圖。圖 15B 是表示將圖 15A 所示的矩形分佈轉換為頻域的光譜之圖。於本例中，亦可通過臨限值處理而獲得與期待值大致相等的 10.1 GHz，作為 $D(p-p)$ 。

圖 16 是表示對含有多個確定抖動的機率密度函數通過臨限值處理所測定的 $D(p-p)$ 值、以及通過先前方法所測定的 $D(\delta\delta)$ 值。如圖 12 及圖 13 所說明，作為確定抖動，在已將正弦波及相對較小的正弦波此兩個正弦波進行折積積分所得的機率密度函數予以測定後，進行了臨限值處理的測定可獲得與期待值大致相等的 $D(p-p) = 49.0$ ps。

又，如圖 14 及圖 15 所說明，在測定將兩個正弦波進行折積積分所得的機率密度函數後，利用先前的曲線擬合法，相對於確定成分之峰對峰值的期待值為 100 ps，獲得 $D(\delta\delta) = 80.5$ ps 的結果。相對於此，進行了臨限值處理的測定可獲得與期待值大致相等的 $D(p-p) = 99.0$ ps。而且先前，對於將多個確定成分進行折積積分所得的機率密度函數，無法分離各確定成分。

圖 17A 表示正弦波的確定成分的機率密度函數之光譜、以及將兩個正弦波折積積分後的確定成分的機率密度函數之光譜。將兩個正弦波折積積分後的機率密度函數的

光譜，為一個正弦波的機率密度函數之光譜的平方值，因此，在 0 Hz 附近的主瓣之位準會變化。亦即，如圖 17B 所示，若將兩個正弦波折積積分後的機率密度函數的光譜進行 0.5 次方，則主瓣與一個正弦波之機率密度函數一致。利用上述原理，可求出機率密度函數含有的確定成分的數量。

圖 18 是表示求出機率密度函數含有的確定成分之數量的方法之一例的流程圖。首先，將輸入 PDF 轉換為頻域光譜 (S50)。S50 步驟可由區域轉換部 110 進行。

繼而，將光譜的主瓣進行 β 次方 (S52)。接著，判定預先設定的確定成分的機率密度函數之光譜的主瓣與 S52 中求出的主瓣之 β 次方值是否一致 (S54)。對於主瓣是否一致，可在主瓣間之誤差為預先設定的範圍內時判定為一致。預先設定的確定成分的機率密度函數可由使用者指定。又，如圖 10 所說明，確定成分計算部 150 亦可自預先供給的多個函數中選擇確定成分的機率密度函數。

於 S54 中，當判定主瓣並非一致時，改變 β 值 (S58)，重複 S52 及 S54 的處理。又，於 S54 中，當判定主瓣一致時，於 S56 中計算確定成分的數量。

於 S56 中，計算出 $1/\beta$ ，將其作為確定成分的數量。此時， β 並未限定為整數。 β 的小數點以後的值表示含有大小不同的確定成分。

例如，當圖 14 及圖 15 中所說明的兩個正弦波的 $D(p-p)$ 值均為 50 ps 時，所有 $D(p-p)$ 值將成為 100 ps。

接著，例如進行圖 15 所說明的臨限值處理，則會測定出大致等於 100 ps 的值，並將其作為確定抖動的 $D(p-p)$ 值。

進一步，利用圖 18 所說明的方法，來計算確定成分的數量。因兩個正弦波的 $D(p-p)$ 值大致相等，故計算出 $\beta=0.5$ ，且確定成分的數量為二個。根據上述結果，可計算出各正弦波的 $D(p-p)$ 值為 50 ps。

如上所述，根據該方法，可自含有多個確定成分的機率密度函數來推定確定成分的數量。確定成分的數量可由確定成分計算部 150 利用上述方法來計算。

圖 19 是表示本發明之實施形態的雜訊分離裝置 200 的結構之一例圖。雜訊分離裝置 200 自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數。例如，雜訊分離裝置 200 自被測定信號所含有的雜訊的機率密度函數，分離隨機雜訊成分與確定雜訊成分。

雜訊分離裝置 200 具備取樣部 210 及機率密度函數分離裝置 100。機率密度函數分離裝置 100 具有的功能及結構，與圖 1 至圖 18 中所說明的機率密度函數分離裝置 100 相同。

取樣部 210 響應所供給的取樣信號，對被測定信號進行取樣，生成被測定信號的機率密度函數。例如，取樣部 210 可生成被測定信號含有的抖動的機率密度函數，亦可生成被測定信號的振幅雜訊的機率密度函數。

圖 20 是表示取樣部 210 生成的被測定信號的機率密度函數之一例圖。如圖 19 所說明，本例的取樣部 210 輸出被

測定信號的機率密度函數。圖 20 表示將橫軸設為時間、縱軸設為被測定信號之位準時的被測定信號的眼圖 (eye diagram)。取樣部 210 可取得該眼圖。

當生成被測定信號含有的抖動的機率密度函數時，取樣部 210 在各時間，計算被測定信號之邊緣的存在機率。例如，取樣部 210 於被測定信號的遷移區域，在被測定信號所對應的每一相對時序，可分別對被測定信號進行多次取樣。接著，根據取樣結果，可於各相對時序取得邊緣的存在機率。

又，當生成被測定信號的振幅雜訊的機率密度函數時，取樣部 210 在被測定信號的各振幅值，取得被測定信號成為該振幅值的機率。例如，取樣部 210 於被測定信號的穩定區域內，在與被測定信號大致相同的相對時序，取得被測定信號的振幅值。

當取樣部 210 是將參照電壓與被測定信號之位準加以比較的比較器時，可使該參照電壓變化，以對各參照電壓進行多次取樣。取樣部 210 根據取樣結果，取得作為各振幅值的機率。

機率密度函數分離裝置 100 對自取樣部 210 所供給的機率密度函數，分離隨機成分與確定成分。例如，當該機率密度函數為被測定信號之抖動的機率密度函數時，機率密度函數分離裝置 100 可高精度地分離被測定信號的隨機抖動與確定抖動。

又，當該機率密度函數是被測定信號之振幅雜訊的機

率密度函數時，機率密度函數分離裝置 100 可高精度地分離被測定信號的振幅雜訊的隨機成分與確定成分。因此，根據本例的雜訊分離裝置 200，可高精度地分離被測定信號的雜訊成分，因而可高精度地解析被測定信號。

又，雜訊分離裝置 200 對供給至取樣部 210 的取樣信號的雜訊，亦可分離隨機成分與確定成分。例如，取樣部 210 具有響應取樣信號而將被測定信號的位準轉換為數位值的比較器或類比數位轉換器（ADC，Analog-to-Digital Converter）。

當供給模擬的正弦波形抖動、或者振幅雜訊作為被測定信號時，如圖 2 所示，取樣部 210 的比較器或 ADC 所輸出的數位資料的機率密度函數，顯示兩端急遽衰減的特性。然而，若取樣信號中產生內部雜訊，且數位資料中產生測定誤差，則該機率密度函數成為隨機成分與確定成分的合成成分。

取樣部 210 根據對雜訊少的被測定信號的取樣結果，生成被測定信號的機率密度函數。並且，機率密度函數分離裝置 100 分離該機率密度函數含有的隨機成分與確定成分。藉此，可高精度地測定取樣信號的雜訊。又，雜訊分離裝置 200 亦可利用於 ADC 的測試。亦即，雜訊分離裝置 200 亦可分離由於 ADC 代碼錯誤（code error）而產生的確定成分。

圖 21 是表示 ADC 對無雜訊的正弦波進行取樣時 ADC 各代碼的機率密度圖。此處，ADC 代碼是指與 ADC 所輸

出的各數位值相對應的代碼。ADC 判別輸入信號的位準與何種代碼相對應，並輸出對應於該代碼的數位值。

本例中 ADC 具有的代碼從 0 至 255。此處，說明例如第 213 號代碼中產生錯誤而無法檢測出與該代碼相對應的位準。於該情形時，如圖 21 所示，代碼 213 之機率密度會下降，而與代碼 213 相鄰的代碼（本例中為代碼 214）的機率密度會上升。此原因在於，代碼 214 檢測出原本應由代碼 213 所檢測的正弦波的位準。

圖 21 所示的機率密度函數含有所輸入的正弦波的確定成分、以及由 ADC 代碼錯誤所產生的確定成分。如圖 18 所說明，機率密度函數分離裝置 100 可分離上述確定成分。

圖 22 是表示雜訊分離裝置 200 的結構的其他例圖。本例的雜訊分離裝置 200 除具備圖 19 所說明的雜訊分離裝置 200 的結構以外，更具備修正部 220。本例的雜訊分離裝置 200 使上述取樣信號之內部雜訊的影響減小，自被測定信號的機率密度函數分離確定成分及隨機成分。

例如，當減小取樣信號之雜訊的影響時，首先，如上所述，取樣部 210 作為計算取樣信號自身之機率密度函數的取樣信號測定部而發揮作用。此時，較好的是，對取樣部 210 供給雜訊少的基準信號。又，取樣部 210 作為計算應測定的測定信號之機率密度函數的被測定信號測定部而發揮作用。此時，取樣部 210 可進行與圖 20 中所說明的取樣部 210 相同的動作。

機率密度函數分離裝置 100 對被測定信號的機率密度函數、以及時序信號的機率密度函數的每一個，分離隨機成分及確定成分。繼而，修正部 220 根據時序信號的機率密度函數，來修正被測定信號之機率密度函數的參數，藉此而更高精度地分離被測定信號的隨機成分及確定成分。

例如，修正部 220 可將被測定信號的隨機成分之能量減去時序信號的隨機成分之能量，以此修正被測定信號的隨機成分。又，修正部 220 亦可將被測定信號的確定成分減去時序信號的確定成分，以此修正被測定信號的確定成分。利用上述處理，可高精度地分離被測定信號的隨機成分及確定成分。

圖 23 是表示本發明之實施形態的測試裝置 300 的結構之一例圖。測試裝置 300 是對被測試元件 400 進行測試的裝置，其具備雜訊分離裝置 200 及判定部 310。

雜訊分離裝置 200 具有的結構與圖 19 至圖 22 中所說明的雜訊分離裝置 200 大致相同，用於測定被測試元件 400 輸出的被測定信號。本例中，雜訊分離裝置 200 具有與圖 22 所示的雜訊分離裝置 200 大致相同的結構。如圖 22 所示，雜訊分離裝置 200 可具有生成時序信號的時序產生器 230。其他構成要素與圖 19 至 22 中標記相同符號所說明的構成要素相同。

判定部 310 根據雜訊分離裝置 200 所分離的隨機雜訊成分及確定雜訊成分，來判定被測試元件 400 之良否。例如，判定部 310 能夠根據隨機雜訊成分的標準偏差是否在

特定範圍內，來判定被測試元件 400 之良否。又，判定部 310 能夠根據確定雜訊成分的峰對峰值是否在特定範圍內，來判定被測試元件 400 之良否。根據本例的測試裝置 300，可高精度地分離被測定信號的機率密度函數，因此可高精度地判定被測試元件 400 之良否。

圖 24 是表示利用雜訊分離裝置 200 對抖動的測定結果、以及利用先前方法對抖動的測定結果之一例圖。如圖 24 所示，當被測定信號中僅含有隨機抖動時；當被測定信號中含有隨機抖動及正弦波抖動（確定抖動）時；以及當取樣信號中含有雜訊等各種情形時，對於隨機抖動及確定抖動之任一測定結果，雜訊分離裝置 200 均可獲得精度高於先前方法的測定結果。

圖 25 是表示圖 24 中所說明的先前的測定結果圖。如上所述，先前的測定方法是對圖 25 中虛線所示的輸入 PDF 的尾部分進行曲線擬合。其結果檢測出圖 25 中實線所示的隨機成分。又，檢測出該隨機成分的峰值間隔，將其作為確定成分。使用上述測定方法時，由於使用曲線擬合之近似法，故無法高精度地測定各成分。因此，如圖 24 所示，測定結果相對於期待值而言具有較大的誤差。

又，該方法無法分離上述取樣信號的誤差所產生的確定成分與 ADC 代碼錯誤所產生的確定成分。因此，如圖 24 所示，例如即使產生取樣錯誤時，亦無法進行高精度的測定。

圖 26 是表示圖 24 中所說明的本發明的測定結果圖。

圖 26A 表示輸入 PDF，圖 26B 表示將由機率密度函數分離裝置 100 所分離的確定成分及隨機成分合成後所得的機率密度函數。如上所述，機率密度函數分離裝置 100 可高精度地分離輸入 PDF 的隨機成分及確定成分。因此，如圖 24 所示，可獲得相對於期待值具有較小誤差的測定結果。而且，由於本發明可分離多個確定成分，因而例如可分離正弦波的確定成分與取樣信號之時序錯誤的確定成分。此結果可進行更高精度的測定。

圖 27 表示本實施形態的電腦 1900 的硬體結構之一例。電腦 1900 根據所供給的程式，作為圖 1 至圖 26 中所說明的機率密度函數分離裝置 100、雜訊分離裝置 200、或計算裝置而發揮作用。例如，當電腦 1900 作為機率密度函數分離裝置 100 而發揮作用時，程式可使電腦 1900 作為圖 1 至圖 18 所說明的機率密度函數分離裝置 100 的各構成要素而發揮作用。又，當電腦 1900 作為雜訊分離裝置 200 而發揮作用時，程式使電腦 1900 作為圖 19 至圖 26 所說明的雜訊分離裝置 200 的各構成要素而發揮作用。

又，當電腦 1900 作為計算裝置而發揮作用時，程式可使電腦 1900 作為含有圖 8 及圖 9 所說明的時域計算部 138 的計算裝置而發揮作用。例如，在將電腦 1900 作為根據頻域的高斯曲線來直接計算隨機成分之時域的機率密度函數的計算裝置而發揮作用時，程式可使電腦 1900 作為圖 9 所說明的隨機成分計算部 130 之各構成要素而發揮作用。又，在將電腦 1900 作為自任意頻域光譜來計算時域之波形

的計算裝置而發揮作用時，程式可使電腦 1900 作為時域計算部 138 及圖 9 所說明的頻域測定部而發揮作用。

本實施形態的電腦 1900 具備 CPU 周邊部、輸入輸出部、以及既有輸入輸出部。CPU 周邊部具有經由主機控制器（host controller）2082 而相互連接的 CPU2000、RAM2020、圖形控制器（graphic controller）2075、以及顯示裝置 2080。輸入輸出部具有經由輸入輸出控制器 2084 而與主機控制器 2082 連接的通訊介面（interface）2030、硬碟驅動器（hard disk drive）2040、以及 CD-ROM 驅動器 2060。既有輸入輸出部具有與輸入輸出控制器 2084 連接的 ROM2010、軟碟驅動器（flexible disk drive）2050、以及輸入輸出晶片 2070。

主機控制器 2082 連接 RAM2020 與以高傳輸率對 RAM2020 進行存取的 CPU2000 及圖形控制器 2075。CPU2000 根據 ROM2010 及 RAM2020 中儲存的程式而動作，對各部進行控制。圖形控制器 2075 取得 CPU2000 等在 RAM2020 內所設置的碼框緩衝器（frame buffer）上生成的圖像資料，使其顯示於顯示裝置 2080 上。亦可取代此，圖形控制器 2075 在內部含有儲存 CPU2000 等所生成的圖像資料的碼框緩衝器。

輸入輸出控制器 2084 連接主機控制器 2082 與作為較高速度輸入輸出裝置的通訊介面 2030、硬碟驅動器 2040、及 CD-ROM 驅動器 2060。通訊介面 2030 經由網路而與其他裝置進行通訊。硬碟驅動器 2040 儲存電腦 1900 內的

CPU2000 所使用的程式及資料。CD-ROM 驅動器 2060 自 CD-ROM2095 中讀取程式或資料，並經由 RAM2020 而提供給硬碟驅動器 2040。

又，在輸入輸出控制器 2084 上連接著 ROM2010、軟碟驅動器 2050、及輸入輸出晶片 2070 該些較低速的輸入輸出裝置。ROM2010 中儲存著電腦 1900 啟動時所執行的啟動程式 (boot program)、及依存於電腦 1900 之硬體的程式等。軟碟驅動器 2050 自軟性磁碟 2090 中讀取程式或資料，並經由 RAM2020 提供給硬碟驅動器 2040。輸入輸出晶片 2070 經由軟碟驅動器 2050 或者如平行埠 (parallel port)、串聯埠 (serial port)、鍵盤埠 (keyboard port)、滑鼠埠 (mouse port) 等而連接各種輸入輸出裝置。

經由 RAM2020 提供給硬碟驅動器 2040 的程式，是儲存於軟性磁碟 2090、CD-ROM2095、或 IC 卡等記錄媒體是且由使用者所提供的。程式是自記錄媒體讀出，並經由 RAM2020 安裝於電腦 1900 內的硬碟驅動器 2040 內，於 CPU2000 中執行的。

該程式安裝於電腦 1900 中。該程式影響 CPU2000 等，使電腦 1900 作為上述機率密度函數分離裝置 100、雜訊分離裝置 200、或計算裝置而發揮作用。

以上所示的程式亦可儲存於外部記錄媒體內。記錄媒體除使用軟性磁碟 2090、CD-ROM2095 以外，亦可使用 DVD 或 CD 等光學記錄媒體、MO 等光磁記錄媒體、磁帶媒體、IC 卡等半導體記憶體等。又，亦可將設置在與專用

通訊網路或網際網路相連接的伺服系統中的硬碟或 RAM 等儲存裝置作為記錄媒體而使用，並經由網路將程式提供給電腦 1900。

以上是使用實施形態對本發明進行的說明，然而，本發明的技術範圍並未限定於上述實施形態所揭示的範圍。可對上述實施形態進行多種改變或改良。自申請專利範圍之揭示可明確，經上述改變或改良後的形態亦包含於本發明的技術範圍內。

由以上說明可明確，根據本發明，可自所供給的機率密度函數高精度地分離隨機成分及確定成分。

【圖式簡單說明】

圖 1 是表示本發明之實施形態的機率密度函數分離裝置 100 的結構之一例圖。

圖 2 是表示輸入 PDF 的波形之一例圖。

圖 3 是表示隨機成分的機率密度函數及其光譜之一例圖。

圖 4 是表示確定成分的機率密度函數及其光譜之一例圖。

圖 5 是表示將確定成分及隨機成分合成後所得的機率密度函數的光譜之一例圖。

圖 6 是表示 $D(p-p)$ 之值不同的確定成分的光譜之一例圖。

圖 7 是隨機成分之標準偏差的計算方法之例的說明圖。

圖 8 是根據頻域的高斯曲線來直接計算隨機成分之時域的機率密度函數的方法之一例的流程圖。

圖 9 是表示隨機成分計算部 130 的結構之一例圖。

圖 10 是表示機率密度函數分離裝置 100 的結構的其他例圖。

圖 11 是表示圖 10 所示的機率密度函數分離裝置 100 的動作之一例圖。

圖 12A 表示含有正弦波及能量相對小於該正弦波之正弦波的確定成分的機率密度函數。圖 12B 表示將圖 12A 所示的機率密度函數轉換為頻域的光譜。

圖 13A 表示將圖 12A 所示的機率密度函數的各機率密度與特定臨限值進行比較後的結果。圖 13B 表示將圖 13A 所示的矩形分佈轉換為頻域的光譜。

圖 14A 是表示含有正弦波及能量等同於該正弦波之正弦波的確定成分的機率密度函數。圖 14B 表示將圖 14A 所示的機率密度函數轉換為頻域的光譜。

圖 15A 是表示對圖 14A 所示的機率密度函數進行與圖 13A 相同之臨限值處理後的矩形分佈之圖。圖 15B 是表示將圖 15A 所示的矩形分佈轉換為頻域的光譜之圖。

圖 16 是表示對含有多個確定抖動的機率密度函數通過臨限值處理所測定的 $D(p-p)$ 值、以及通過先前方法所測定的 $D(\delta\delta)$ 值。

圖 17A 表示正弦波的確定成分的機率密度函數之光譜、以及將兩個正弦波折積積分後的確定成分的機率密度

函數之光譜。圖 17B 是表示主辦的比較圖。

圖 18 是表示求出機率密度函數含有的確定成分之數量的方法之一例的流程圖。

圖 19 是表示本發明之實施形態的雜訊分離裝置 200 的結構之一例圖。

圖 20 是表示取樣部 210 生成的被測定信號的機率密度函數之一例圖。

圖 21 是 ADC 代碼錯誤而產生確定成分的說明圖。

圖 22 是表示雜訊分離裝置 200 的結構的其他例圖。

圖 23 是表示本發明之實施形態的測試裝置 300 的結構之一例圖。

圖 24 是表示利用雜訊分離裝置 200 對抖動的測定結果、以及利用先前方法對抖動的測定結果之一例圖。

圖 25 是表示圖 24 中所說明的先前的測定結果圖。

圖 26 是表示圖 24 中所說明的本發明的測定結果圖。圖 26A 表示輸入 PDF，圖 26B 表示將由機率密度函數分離裝置 100 所分離的確定成分及隨機成分合成後所得的機率密度函數。

圖 27 是表示本實施形態的電腦 1900 的硬體結構之一例圖。

【主要元件符號說明】

100：機率密度函數分離裝置

110：區域轉換部

120：標準偏差計算部

- 130：隨機成分計算部
- 132：頻域計算部
- 134：複數數列計算部
- 136：傅立葉逆轉換部
- 138：時域計算部
- 140：峰對峰值檢測部
- 150：確定成分計算部
- 160：合成部
- 170：比較部
- 200：雜訊分離裝置
- 210：取樣部
- 220：修正部
- 230：時序產生器
- 310：判定部
- 400：被測試元件
- 1900：電腦
- 2000：CPU
- 2010：ROM
- 2020：RAM
- 2030：通訊介面
- 2040：硬碟驅動器
- 2050：軟碟驅動器
- 2060：CD-ROM 驅動器
- 2070：輸入輸出晶片

2075：圖形控制器

2080：顯示裝置

2082：主機控制器

2084：輸入輸出控制器

2090：軟性磁碟

2095：CD-ROM

PDF：機率密度函數

S10～S26、S30～S36、S50～S58：步驟

十、申請專利範圍：

1. 一種機率密度函數分離裝置，自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述機率密度函數中包含有時域的確定成分以及滿足時域高斯曲線的隨機成分，該機率密度函數分離裝置包括：

區域轉換部，被供給上述機率密度函數，並將上述機率密度函數從時域轉換為頻域的輸入光譜，該輸入光譜中包含有與上述確定成分相對應的第一光譜以及與上述隨機成分相對應的為頻域高斯曲線的第二光譜，該頻域高斯曲線以零頻率為基準；以及

標準偏差計算部，根據上述輸入光譜的任意兩個峰值的位準差來計算上述時域高斯曲線的標準偏差。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之機率密度函數分離裝置，其中更包括隨機成分計算部，該隨機成分計算部根據上述標準偏差，計算上述時域高斯曲線的機率密度函數作為上述隨機成分的機率密度函數。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述標準偏差計算部根據頻域的上述輸入光譜，計算時域的上述標準偏差。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述隨機成分計算部根據上述標準偏差，計算上述隨機成分之時域的機率密度函數。

5.如申請專利範圍第 3 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述標準偏差計算部根據頻域的上述輸入光譜，檢測頻域的上述標準偏差，且根據所檢測出的頻域的上述標準偏差，計算時域的上述標準偏差。

6.如申請專利範圍第 2 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述標準偏差計算部根據頻域的上述輸入光譜，計算頻域的上述標準偏差；

上述隨機成分計算部根據頻域的上述標準偏差，計算上述隨機成分之頻域的機率密度函數。

7.如申請專利範圍第 6 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述隨機成分計算部根據上述隨機成分之頻域的機率密度函數，計算上述隨機成分之時域的機率密度函數。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述隨機成分計算部包括：

頻域計算部，計算上述隨機成分之頻域的機率密度函數；以及

時域計算部，自以上述隨機成分之頻域的機率密度函數為實數部、零為虛數部的實數數列中取得時域之函數，並對上述時域中之函數的實數部及虛數部的平方和進行開平方，以計算上述隨機成分之時域的機率密度函數。

9.如申請專利範圍第 8 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述時域計算部包括：

複數數列計算部，被供給上述隨機成分的頻域之機率密度函數，並根據該機率密度函數來計算上述實數數列；以及

傅立葉逆轉換部，被供給上述實數數列，並將上述實數數列供給至上述時域計算部。

10.如申請專利範圍第 1 項所述之機率密度函數分離裝置，其中更包括：

峰對峰值檢測部，根據上述輸入光譜的空白頻率來檢測上述確定成分的峰對峰值；以及

確定成分計算部，根據上述峰對峰值，計算上述所供給的機率密度函數的確定成分。

11.如申請專利範圍第 10 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述峰對峰值檢測部根據上述輸入光譜所含有的空白頻率中，自頻率絕對值小的空白頻率選擇的特定數量空白頻率中的至少一個，來檢測上述峰對峰值。

12.如申請專利範圍第 10 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述峰對峰值檢測部根據上述輸入光譜中的任意兩個空白頻率之差，計算上述峰對峰值。

13.如申請專利範圍第 10 項至第 12 項中任一項所述之

機率密度函數分離裝置，其中

上述確定成分計算部根據上述峰對峰值，計算上述確定成分之時域的機率密度函數。

14.如申請專利範圍第 13 項所述之機率密度函數分離裝置，其更包括

隨機成分計算部，根據上述標準偏差，計算隨機成分的機率密度函數，並且更包括

合成部，生成合成機率密度函數，該合成機率密度函數是將上述隨機成分計算部所計算的上述隨機成分的機率密度函數、與上述確定成分計算部所計算的上述確定成分的機率密度函數合成後所得者。

15.如申請專利範圍第 14 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述確定成分計算部在以上述峰對峰值檢測部所檢測出的上述峰對峰值為基準而使上述峰對峰值依序變化時，計算與各個上述峰對峰值相對應的上述確定成分；

上述合成部依序生成上述合成機率密度函數，該合成機率密度函數是將各個上述確定成分的機率密度函數、與上述隨機成分的機率密度函數依序合成後所得者；

上述機率密度函數分離裝置更包括比較部，該比較部對各上述合成機率密度函數與上述所供給的機率密度函數進行比較，並根據比較結果來選擇任一上述峰對峰值。

16.如申請專利範圍第 15 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述峰對峰值檢測部以預定的測定解析度來計算上述峰對峰值；

上述確定成分計算部在與上述測定解析度相對應的範圍內，計算出使上述峰對峰值依序變化時與各個上述峰對峰值相對應的上述確定成分。

17.如申請專利範圍第 13 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述確定成分計算部中，預先被供給將上述峰對峰值設為未知數的函數，將上述峰對峰值檢測部所檢測出的上述峰對峰值代入到上述函數中，以此計算出上述確定成分的上述機率密度函數。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述確定成分計算部中，預先被供給與上述確定成分的分佈種類相對應的多個上述函數，並將上述峰對峰值檢測部所檢測出的上述峰對峰值代入到上述各函數中，以分別計算出對於上述確定成分的各分佈種類的上述機率密度函數。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之機率密度函數分離裝置，其中更包括：

合成部，分別生成合成機率密度函數，該合成機率密度函數是將上述隨機成分計算部所計算的上述隨機成分的機率密度函數、與上述確定成分計算部所計算的各個上述機率密度函數合成後所得者；以及

比較部，對各個上述合成機率密度函數與上述所供給的機率密度函數進行比較；且

上述確定成分計算部根據上述比較部的比較結果，選擇各個上述確定成分的機率密度函數中的任一個。

20.如申請專利範圍第 1 項所述之機率密度函數分離裝置，其中更包括：

峰對峰值檢測部，對上述所供給的機率密度函數的各機率密度與特定的臨限值進行比較，檢測各上述機率密度與上述特定臨限值之大小關係產生變化的點，並根據該檢測點來檢測上述所供給的機率密度函數的峰對峰值；以及

確定成分計算部，根據上述峰對峰值，計算上述所供給的機率密度函數的確定成分。

21.如申請專利範圍第 20 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述峰對峰值檢測部使上述臨限值依序變化，並對於每一個臨限值，檢測上述峰對峰值，且根據與上述臨限值變化相應的上述峰對峰值的變化，來選擇任一上述臨限值。

22.如申請專利範圍第 20 項或第 21 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述峰對峰值檢測部自上述供給的機率密度函數的兩端向中央部，對各上述機率密度與上述臨限值進行比較，並將上述機率密度自小於等於上述臨限值變為大於等於上述臨限值的點作為上述檢測點而檢測出。

23.如申請專利範圍第 1 項所述之機率密度函數分離

裝置，其中更包括確定成分計算部，該確定成分計算部將上述供給的機率密度函數的頻域光譜經 β 次方後所得的光譜與預先設定的光譜進行比較，並根據比較結果，來計算上述所供給的機率密度函數含有的確定成分的個數。

24.如申請專利範圍第 23 項所述之機率密度函數分離裝置，其中

上述確定成分計算部使上述 β 依序變化，以此檢測各上述光譜大致一致的 β 值，並計算所檢測出的 β 的倒數，以作為上述確定成分的個數。

25.一種機率密度函數分離裝置，自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述機率密度函數中包含有時域確定成分以及滿足時域高斯曲線的隨機成分，該機率密度函數分離裝置包括：

區域轉換部，被供給上述機率密度函數，並將上述機率密度函數從時域轉換為頻域的輸入光譜，該輸入光譜中包含有與上述確定成分相對應的第一光譜以及與上述隨機成分相對應的為頻域高斯曲線的第二光譜，該頻域高斯曲線以零頻率為基準；以及

峰對峰值檢測部，根據上述輸入光譜的空白頻率來檢測上述確定成分的峰對峰值。

26.如申請專利範圍第 25 項所述之機率密度函數分離裝置，其中更包括確定成分計算部，該確定成分計算部根據上述峰對峰值，來計算上述所供給的機率密度函數的確定成分。

27. 一種機率密度函數分離方法，自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述機率密度函數中包含有時域的確定成分以及滿足時域高斯曲線的隨機成分，該機率密度函數分離方法包括下述階段：

區域轉換階段，被供給上述機率密度函數，並將上述機率密度函數從時域轉換為頻域的輸入光譜，該輸入光譜中包含有與上述確定成分相對應的第一光譜以及與上述隨機成分相對應的為頻域高斯曲線的第二光譜，該頻域高斯曲線以零頻率為基準；以及

標準偏差計算階段，根據上述輸入光譜的任意兩個峰值的位準差來計算上述時域高斯曲線的標準偏差。

28. 一種機率密度函數分離方法，自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述機率密度函數中包含有時域的確定成分以及滿足時域高斯曲線的隨機成分，該機率密度函數分離方法包括下述階段：

區域轉換階段，被供給上述機率密度函數，並將上述機率密度函數從時域轉換為頻域的輸入光譜，該輸入光譜中包含有與上述確定成分相對應的第一光譜以及與上述隨機成分相對應的為頻域高斯曲線的第二光譜，該頻域高斯曲線以零頻率為基準；以及

峰對峰值檢測階段，根據上述輸入光譜的空白頻率來檢測上述確定成分的峰對峰值。

29. 一種雜訊分離裝置，自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數，上述機率密度函數

中包含有時域的確定成分以及滿足時域高斯曲線的隨機成分，該雜訊分離裝置包括：

區域轉換部，被供給上述被測定信號的上述機率密度函數，並將上述機率密度函數從時域轉換為頻域的輸入光譜，該輸入光譜中包含有與上述確定成分相對應的第一光譜以及與上述隨機成分相對應的為頻域高斯曲線的第二光譜，該頻域高斯曲線以零頻率為基準；以及

標準偏差計算部，根據上述輸入光譜的任意兩個峰值的位準差來計算上述時域高斯曲線的標準偏差。

30.一種雜訊分離裝置，自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數，上述機率密度函數中包含有時域的確定成分以及滿足時域高斯曲線的隨機成分，該雜訊分離裝置包括：

區域轉換部，被供給上述被測定信號的上述機率密度函數，並將上述機率密度函數從時域轉換為頻域的輸入光譜，該輸入光譜中包含有與上述確定成分相對應的第一光譜以及與上述隨機成分相對應的為頻域高斯曲線的第二光譜，該頻域高斯曲線以零頻率為基準；以及

峰對峰值檢測部，根據上述輸入光譜的空白頻率來檢測上述確定成分的峰對峰值。

31.如申請專利範圍第 29 項或第 30 項所述之雜訊分離裝置，其中

上述區域轉換部中，被供給在各時間表示上述被測定信號的邊緣存在的機率的函數，以作為上述被測定信號的

機率密度函數。

32.如申請專利範圍第 29 項或第 30 項所述之雜訊分離裝置，其中

上述區域轉換部中，被供給在各振幅值表示上述被測定信號成為該振幅值的機率之機率函數，以作為上述被測定信號的機率密度函數。

33.如申請專利範圍第 29 項或第 30 項所述之雜訊分離裝置，其更包括：

被測定信號測定部，響應於所供給的取樣信號，對上述被測定信號進行取樣，並計算上述被測定信號的機率密度函數；

取樣信號測定部，測定上述取樣信號的機率密度函數；以及

修正部，根據上述取樣信號的機率密度函數，來修正上述標準偏差計算部或上述峰對峰值檢測部所取得的值。

34.一種雜訊分離方法，自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數，上述機率密度函數中包含有時域的確定成分以及滿足時域高斯曲線的隨機成分，該雜訊分離方法包括下述階段：

區域轉換階段，被供給上述被測定信號的上述機率密度函數，並將上述機率密度函數從時域轉換為頻域的輸入光譜，該輸入光譜中包含有與上述確定成分相對應的第一光譜以及與上述隨機成分相對應的為頻域高斯曲線的第二光譜，該頻域高斯曲線以零頻率為基準；以及

標準偏差計算階段，根據上述輸入光譜的任意兩個峰值的位準差來計算上述時域高斯曲線的標準偏差。

35.一種雜訊分離方法，自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數，上述機率密度函數中包含有時域的確定成分以及滿足時域高斯曲線的隨機成分，該雜訊分離方法包括下述階段：

區域轉換階段，被供給上述被測定信號的上述機率密度函數，並將上述機率密度函數從時域轉換為頻域的輸入光譜，該輸入光譜中包含有與上述確定成分相對應的第一光譜以及與上述隨機成分相對應的為頻域高斯曲線的第二光譜，該頻域高斯曲線以零頻率為基準；以及

峰對峰值檢測階段，根據上述輸入光譜的空白頻率來檢測上述確定成分的峰對峰值。

36.一種測試裝置，用於測試被測試元件，該測試裝置包括：

如申請專利範圍第 29 項所述之雜訊分離裝置，自上述被測試元件輸出的被測定信號的機率密度函數，分離特定雜訊成分的機率密度函數；以及

判定部，根據上述雜訊分離裝置所分離的上述特定雜訊成分的標準偏差，來判定上述被測試元件之良否。

37.一種測試裝置，用於測試被測試元件，該測試裝置包括：

如申請專利範圍第 30 項所述之雜訊分離裝置，自上述被測試元件輸出的被測定信號的機率密度函數，分離特定

雜訊成分的機率密度函數；以及

判定部，根據上述雜訊分離裝置所分離的上述特定雜訊成分的標準偏差及確定雜訊成分的峰對峰值，來判定上述被測試元件之良否。

38.一種測試方法，用於測試被測試元件，該測試方法包括下述階段：

將如申請專利範圍第 34 項所述之雜訊分離方法作為雜訊分離階段，自上述被測試元件輸出的被測定信號的機率密度函數，分離特定雜訊成分的標準偏差；以及

判定階段，根據在上述雜訊分離階段所分離的上述特定雜訊成分的機率密度函數，來判定上述被測試元件之良否。

39.一種測試方法，用於測試被測試元件，該測試方法包括下述階段：

將如申請專利範圍第 35 項所述之雜訊分離方法作為雜訊分離階段，自上述被測試元件輸出的被測定信號的機率密度函數，分離特定雜訊成分的機率密度函數；以及

判定階段，根據上述雜訊分離階段所分離的上述特定雜訊成分的標準偏差及確定雜訊成分的峰對峰值，來判定上述被測試元件之良否。

40.一種計算裝置，根據頻域的高斯曲線來計算時域的高斯曲線，該計算裝置包括

時域計算部，自以上述頻域的高斯曲線為實數部、零為虛數部的實數數列中取得時域的函數，並對上述時域中

的函數之實數部及虛數部的平方和進行開平方，以計算上述時域的高斯曲線。

41.如申請專利範圍第 40 項所述之計算裝置，其中上述時域計算部包括傅立葉逆轉換部，該傅立葉逆轉換部被供給上述實數數列，並將上述實數數列轉換為上述時域的函數，供給至上述時域計算部。

42.如申請專利範圍第 41 項所述之計算裝置，其中更包括

複數數列計算部，該複數數列計算部被供給上述頻域之高斯曲線，並根據上述頻域的高斯曲線來計算上述實數數列，以供給至上述傅立葉逆轉換部。

43.如申請專利範圍第 42 項所述之計算裝置，其中更包括頻域計算部，該頻域計算部被供給上述頻域的高斯曲線之標準偏差，並根據上述標準偏差來計算上述頻域的上述高斯曲線，以供給至上述複數數列計算部。

44.一種計算方法，根據頻域的高斯曲線來計算時域的高斯曲線，該計算方法包括時域計算階段，於此階段取得以上述頻域的高斯曲線作為實數部、零作為虛數部的實數數列的時域之函數，並對上述時域中的函數之實數部及虛數部的平方和進行開平方，以計算上述時域的高斯曲線。

45.一種計算裝置，根據頻域的光譜來計算時域的波形，該計算裝置包括時域計算部，該時域計算部取得上述頻域的振幅光譜，並將上述振幅光譜轉換為時域的函數，以此計算上述時域的波形。

46.如申請專利範圍第 45 項所述之計算裝置，其中
上述時域計算部對由上述振幅光譜轉換為時域的函數之實數部及虛數部的平方和進行開平方，以此計算上述時域的波形。

47.如申請專利範圍第 45 項或第 46 項所述之計算裝置，其中
對上述時域計算部供給連續變化的光譜，以作為上述頻域的振幅光譜。

48.如申請專利範圍第 47 項所述之計算裝置，其中
對上述時域計算部供給高斯曲線的光譜，將其作為上述頻域的振幅光譜。

49.如申請專利範圍第 45 項所述之計算裝置，其更包括頻域測定部，檢測所供給的被測定信號的上述振幅光譜，並供給至上述時域計算部；

上述時域計算部計算上述被測定信號的時域波形。

50.一種計算方法，根據頻域的光譜來計算時域的波形，該計算方法包括時域計算階段，於此階段取得上述頻域的振幅光譜，並將上述振幅光譜轉換為時域的函數，以此計算上述時域的波形。

51.一種使如申請專利範圍第 27 項所述之機率密度函數分離裝置發揮作用的程式，該機率密度函數分離裝置自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述程式使上述機率密度函數分離裝置作為區域轉換部及標準偏差計算部而發揮作用。

52.一種記錄媒體，儲存著使如申請專利範圍第 27 項所述之機率密度函數分離裝置發揮作用的程式，該機率密度函數分離裝置自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述程式使上述機率密度函數分離裝置作為區域轉換部及標準偏差計算部而發揮作用。

53.一種使如申請專利範圍第 28 項所述之機率密度函數分離裝置發揮作用的程式，該機率密度函數分離裝置自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述程式使上述機率密度函數分離裝置作為區域轉換部以及峰對峰值檢測部而發揮作用。

54.一種記錄媒體，儲存著使如申請專利範圍第 28 項所述之機率密度函數分離裝置發揮作用的程式，該機率密度函數分離裝置自所供給的機率密度函數中分離特定的成分，上述程式使上述機率密度函數分離裝置作為區域轉換部以及峰對峰值檢測部而發揮作用。

55.一種使如申請專利範圍第 29 項所述之雜訊分離裝置發揮作用的程式，該雜訊分離裝置自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數，上述程式使上述雜訊分離裝置作為區域轉換部及標準偏差計算部而發揮作用。

56.一種記錄媒體，儲存著使如申請專利範圍第 29 項所述之雜訊分離裝置發揮作用的程式，該雜訊分離裝置自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數，上述程式使上述雜訊分離裝置作為區域轉換部及

標準偏差計算部而發揮作用。

57.一種使如申請專利範圍第 30 項所述之雜訊分離裝置發揮作用的程式，該雜訊分離裝置自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數，上述程式使上述雜訊分離裝置作為區域轉換部以及峰對峰值檢測部而發揮作用。

58.一種記錄媒體，儲存著使如申請專利範圍第 30 項所述之雜訊分離裝置發揮作用的程式，該雜訊分離裝置自被測定信號的機率密度函數中分離特定雜訊成分的機率密度函數，上述程式使上述雜訊分離裝置作為區域轉換部以及峰對峰值檢測部而發揮作用。

59.一種使計算裝置發揮作用的程式，該計算裝置根據頻域的高斯曲線來計算時域的高斯曲線，

上述程式使上述計算裝置作為時域計算部而發揮作用，該時域計算部自以上述頻域的高斯曲線作為實數部、零作為虛數部的實數數列中取得時域的函數，並對上述時域中的函數之實數部及虛數部的平方和進行開平方，以計算上述時域的高斯曲線。

60.一種記錄媒體，儲存著使計算裝置發揮作用的程式，該計算裝置根據頻域的高斯曲線來計算時域的高斯曲線，

上述程式使上述計算裝置作為時域計算部而發揮作用，該時域計算部自以上述頻域的高斯曲線作為實數部、零作為虛數部的實數數列中取得時域的函數，並對上述時

域中的函數之實數部及虛數部的平方和進行開平方，以計算上述時域的高斯曲線。

61. 一種使計算裝置發揮作用的程式，該計算裝置根據頻域的光譜來計算時域的波形，

上述程式使上述計算裝置作為時域計算部而發揮作用，該時域計算部取得上述頻域的振幅光譜，並將上述振幅光譜轉換為時域的函數，以此計算上述時域的波形。

62. 一種記錄媒體，儲存著使計算裝置發揮作用的程式，該計算裝置根據頻域的光譜來計算時域的波形，

上述程式使上述計算裝置作為時域計算部而發揮作用，該時域計算部取得上述頻域的振幅光譜，並將上述振幅光譜轉換為時域的函數，以此計算上述時域的波形。

100

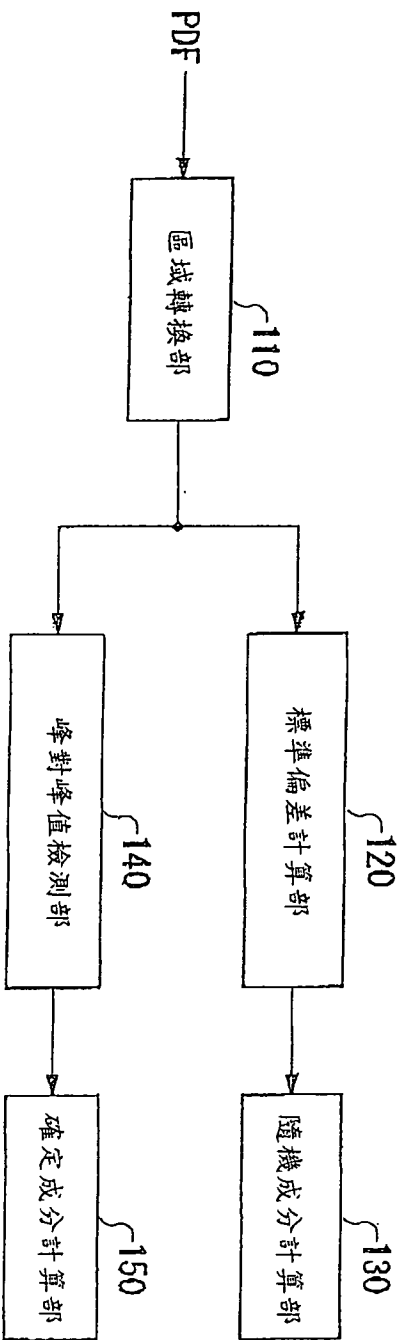


圖 1

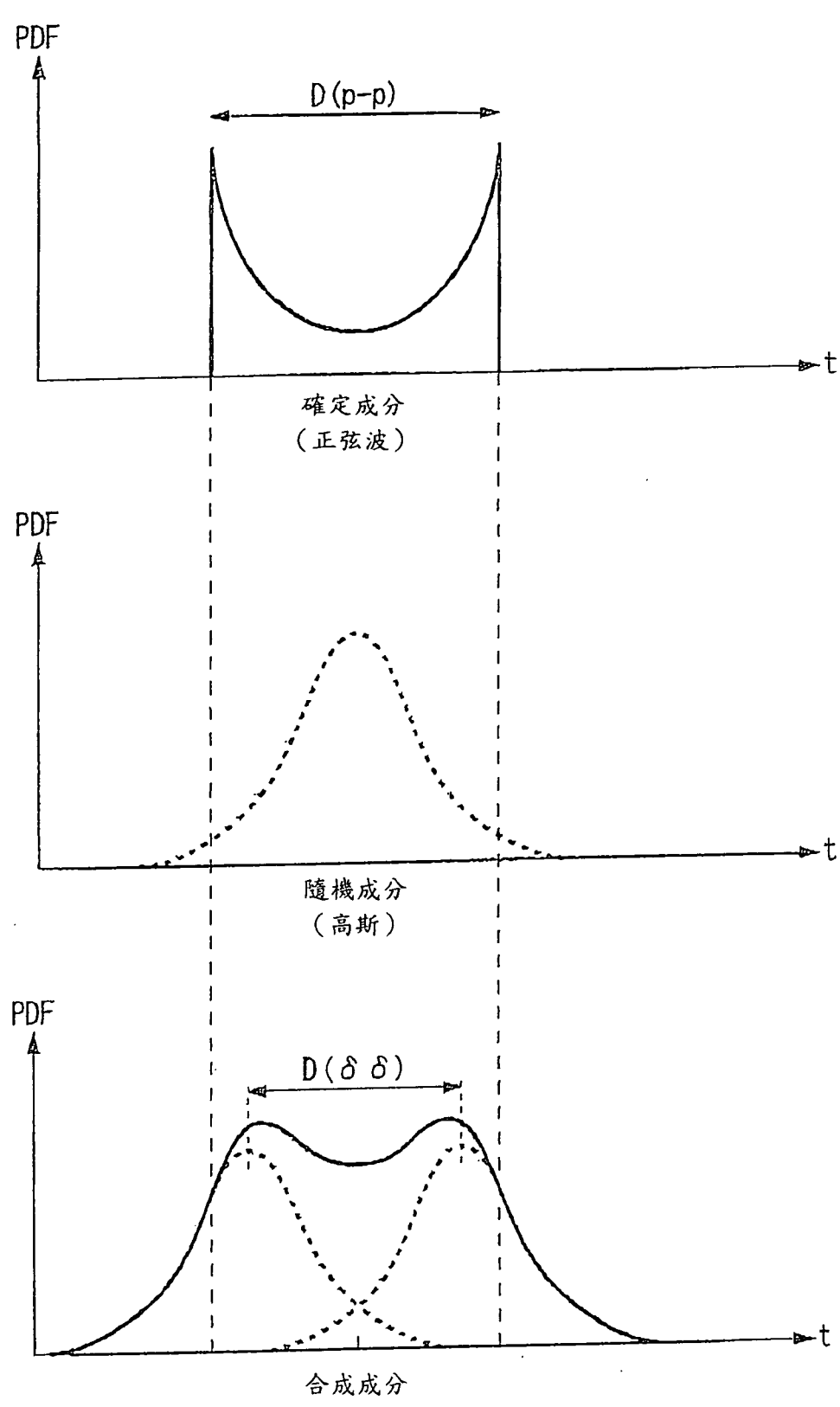


圖 2

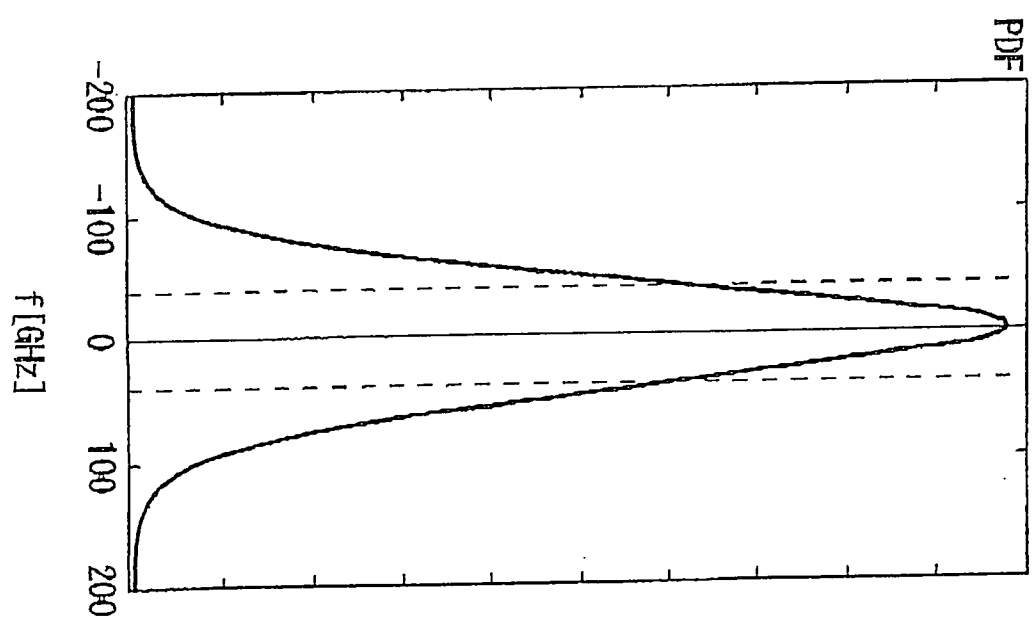
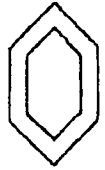
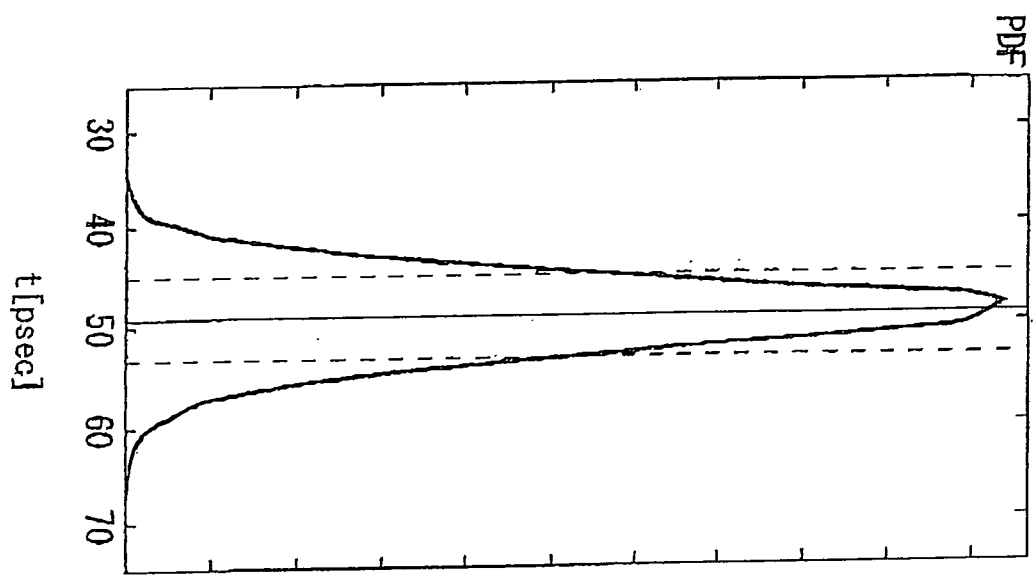


圖 3

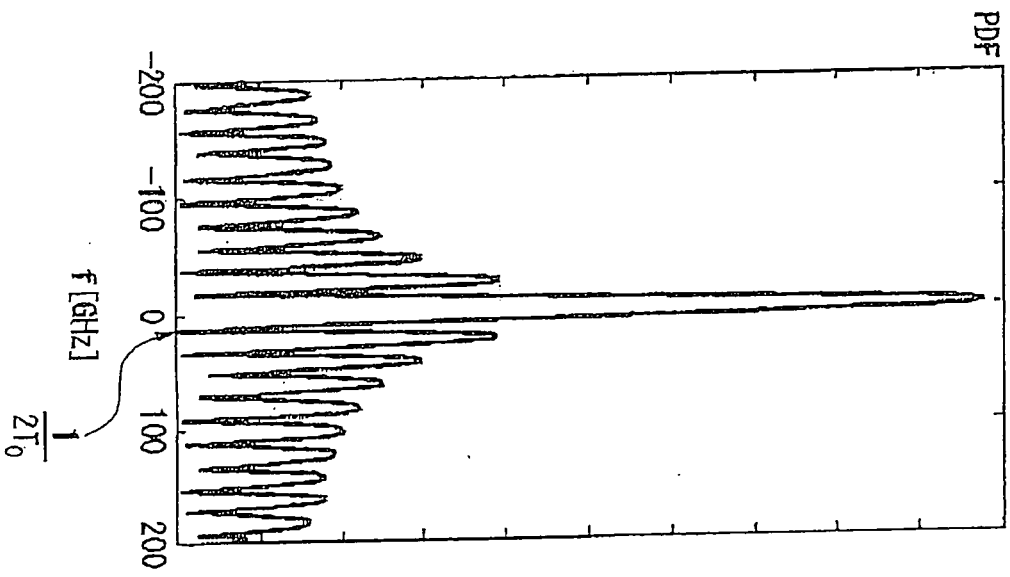
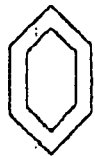
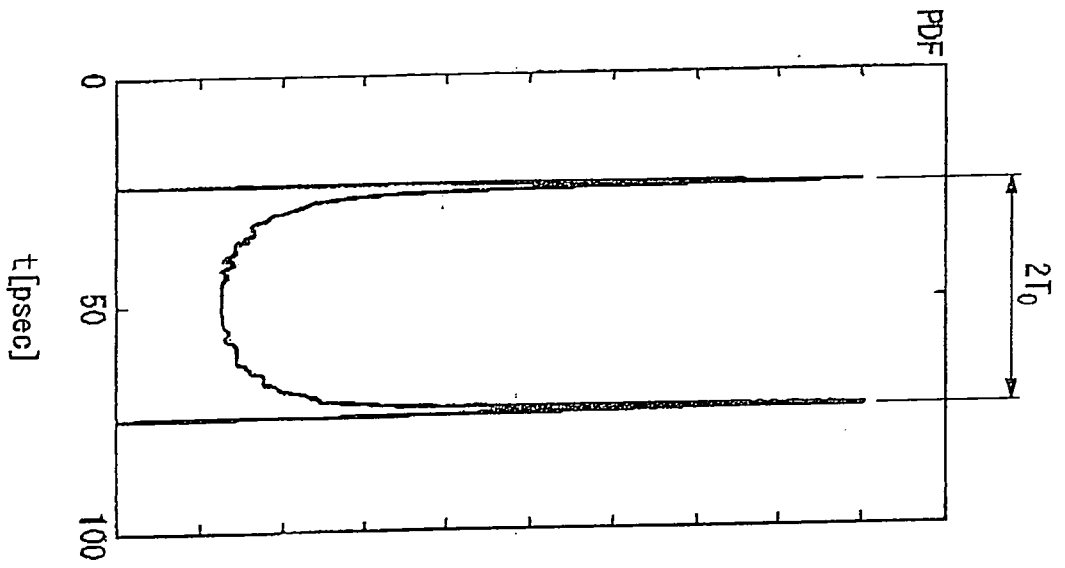


圖 4

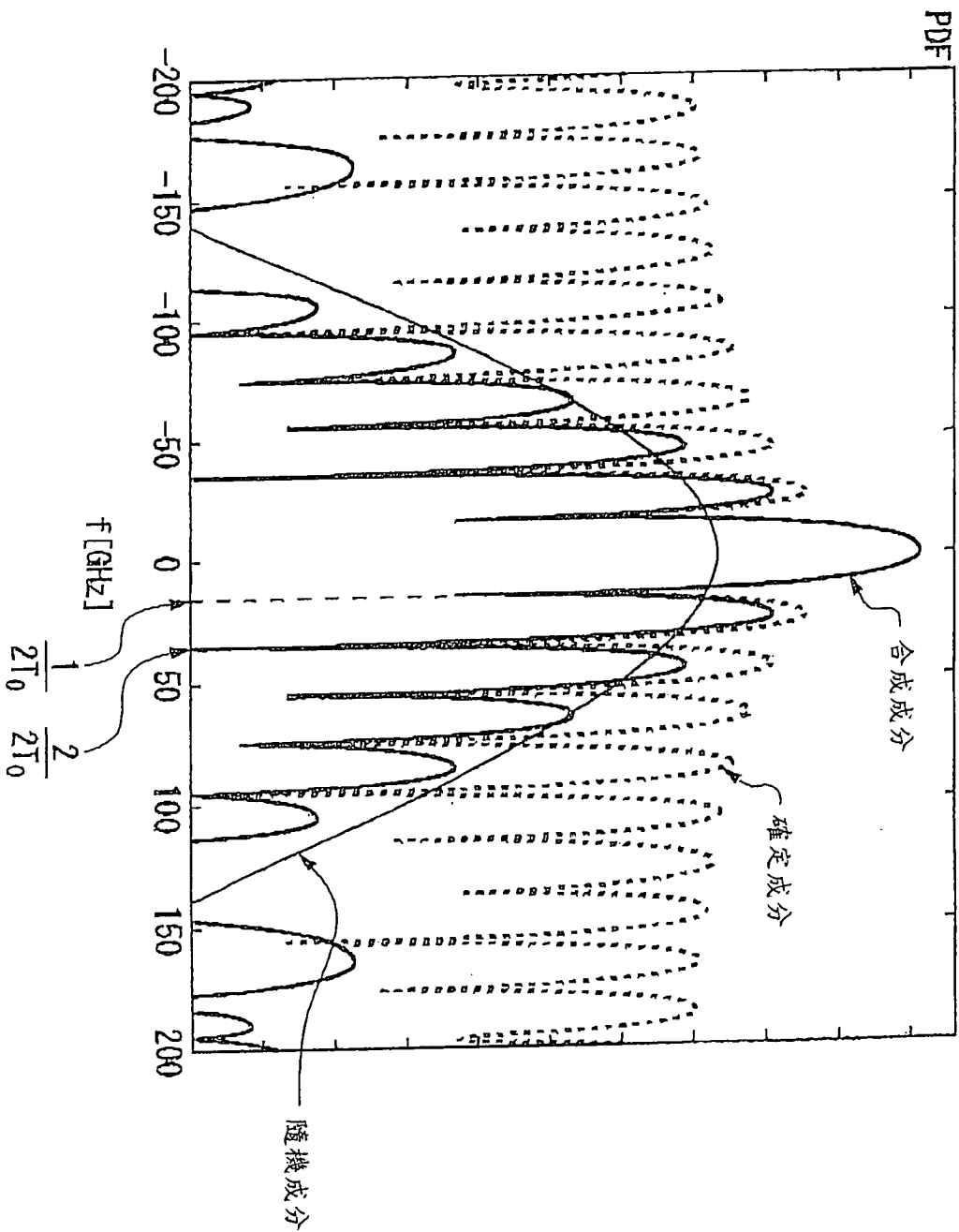


圖 5

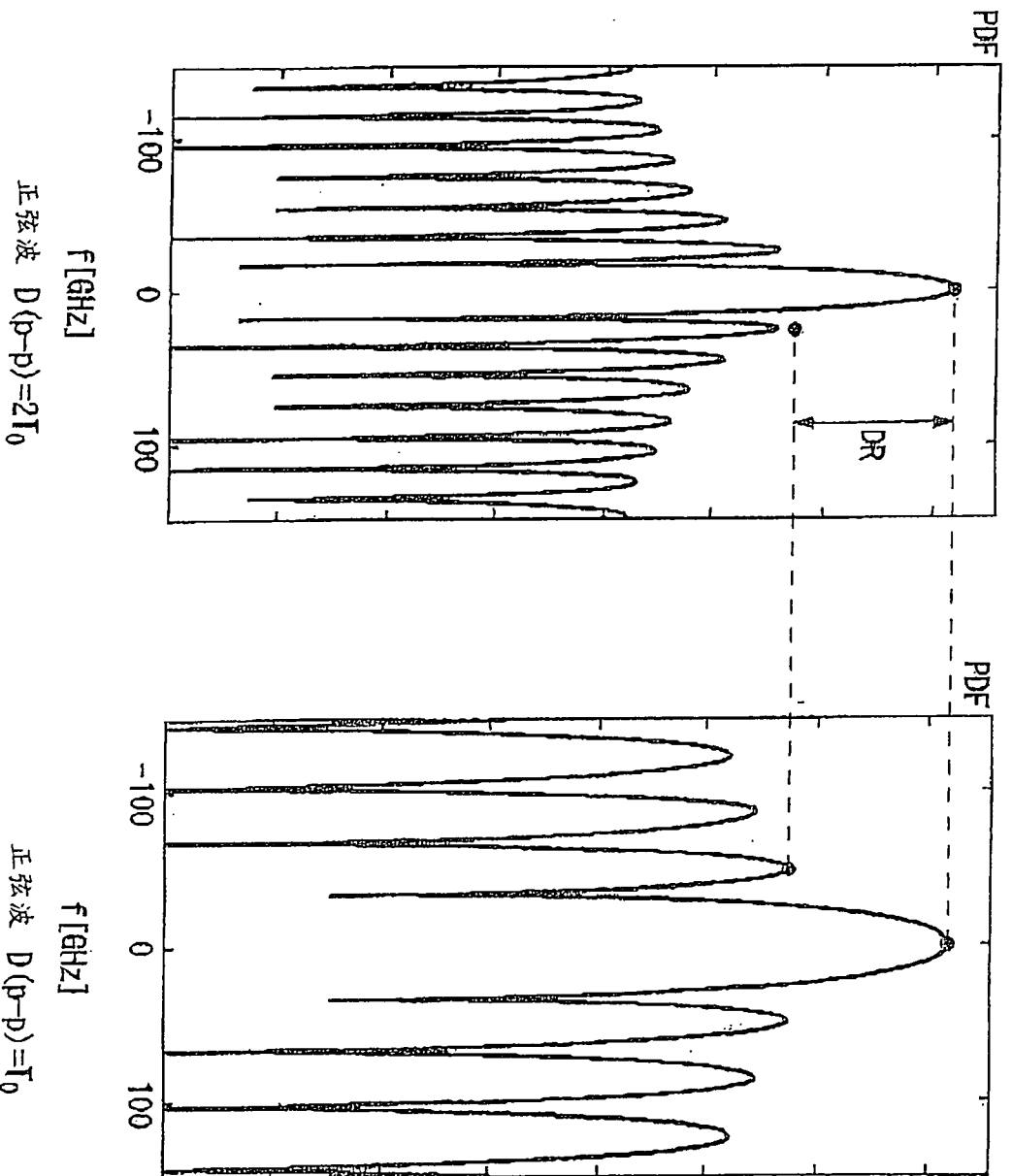


圖 6

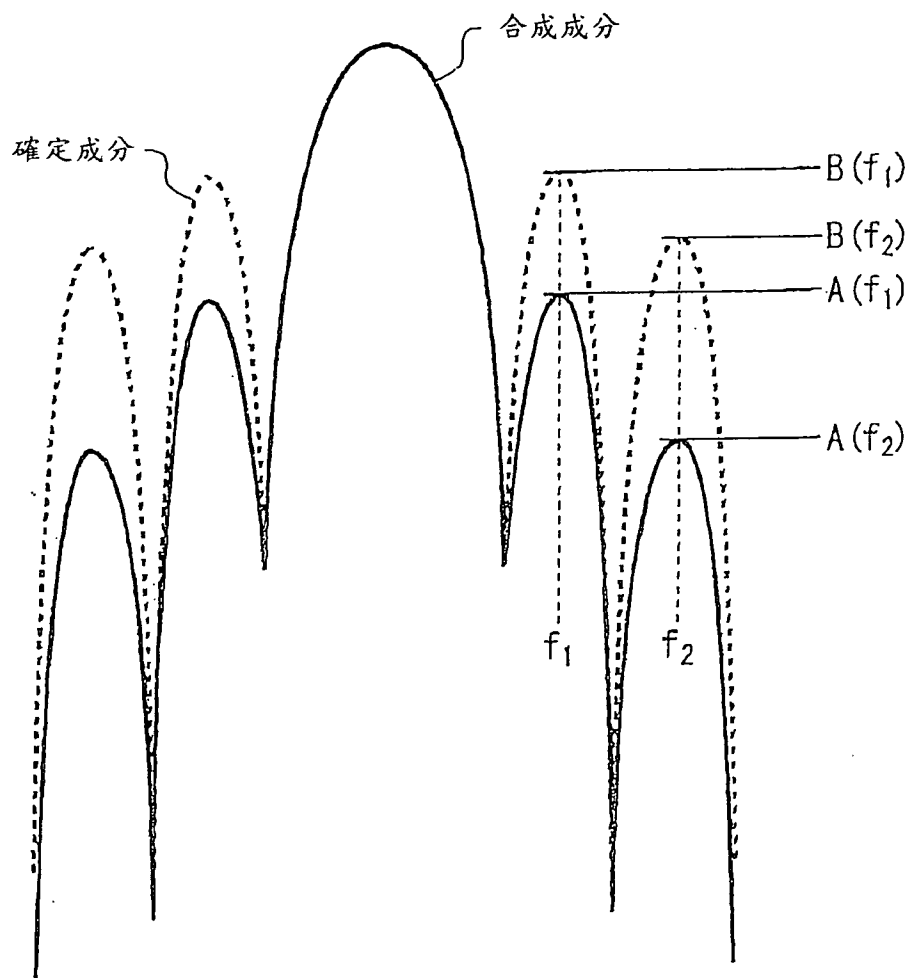


圖 7

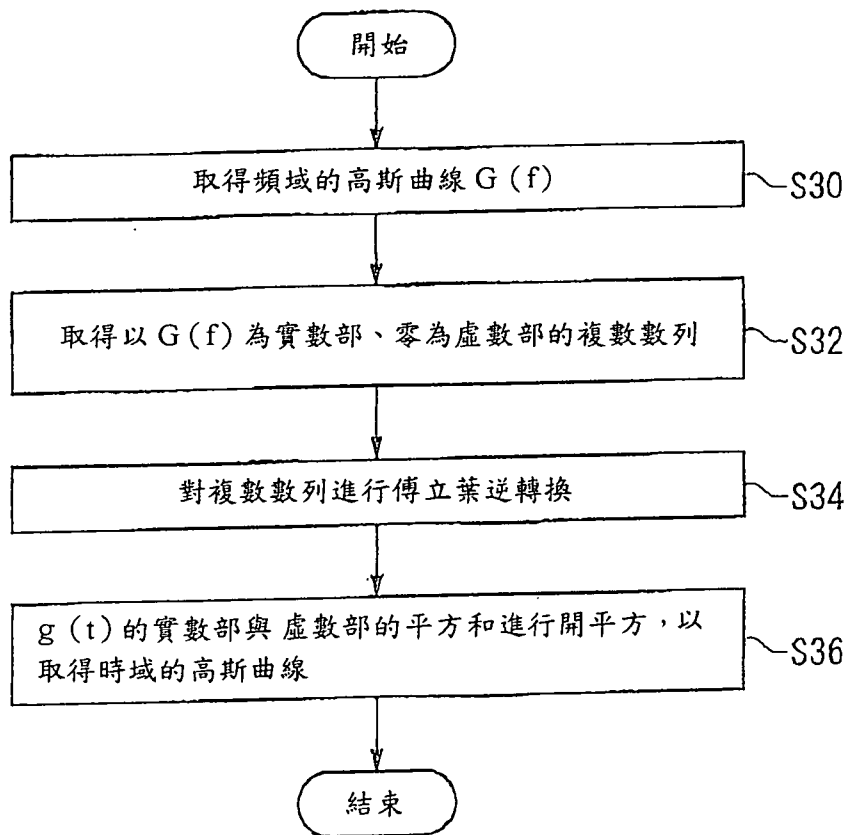


圖 8

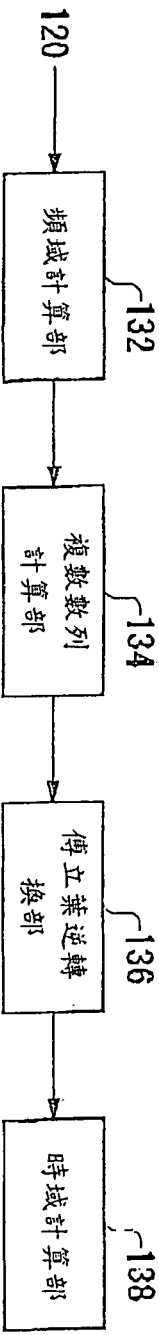


圖 9

100

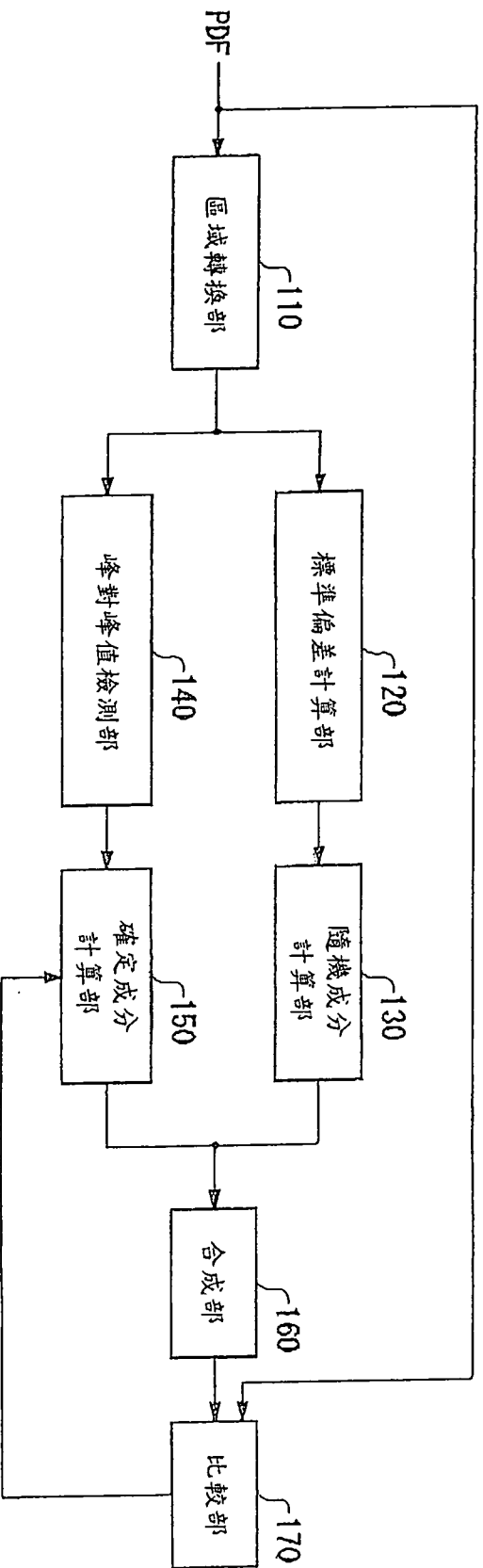


圖 10

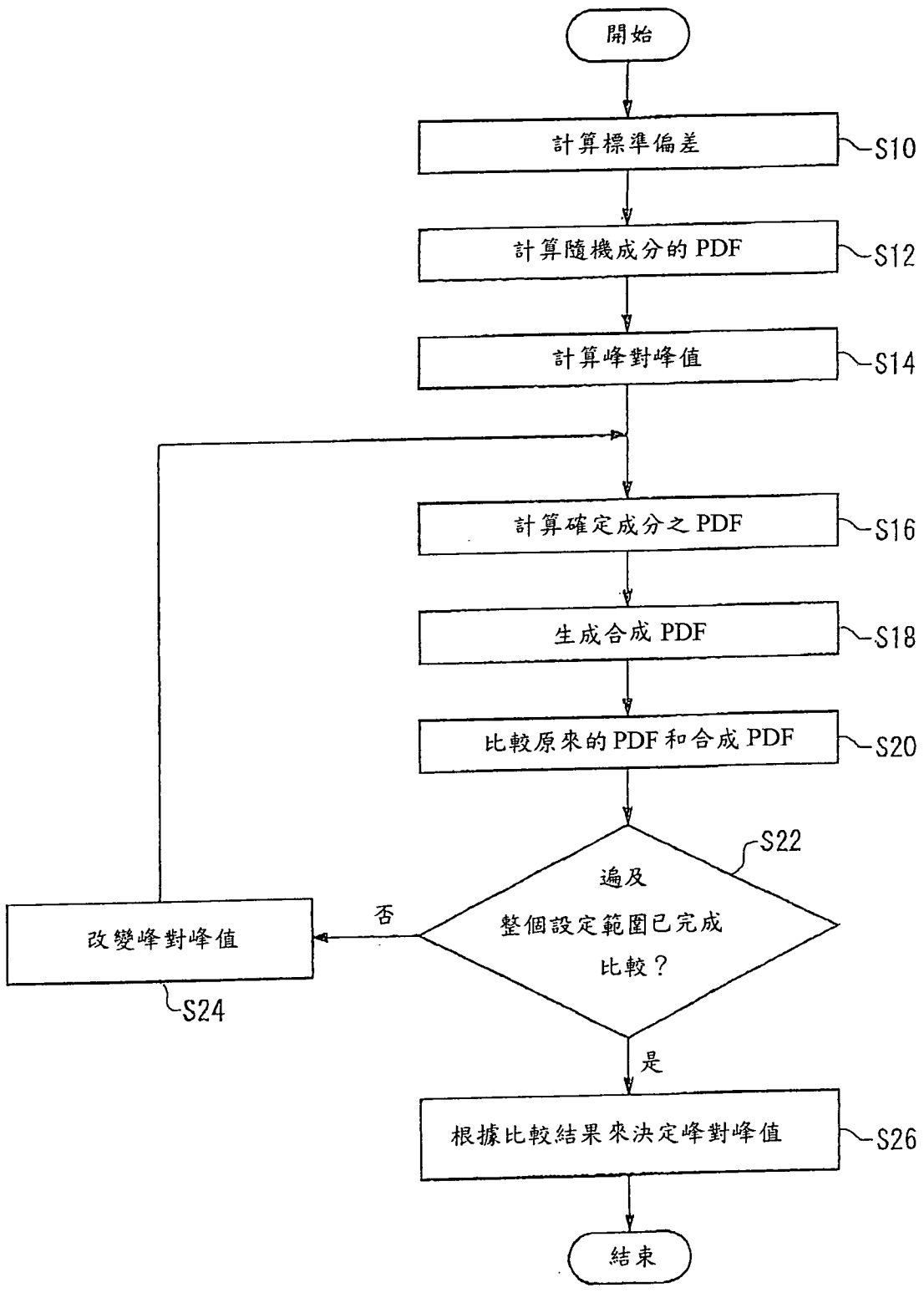


圖 11

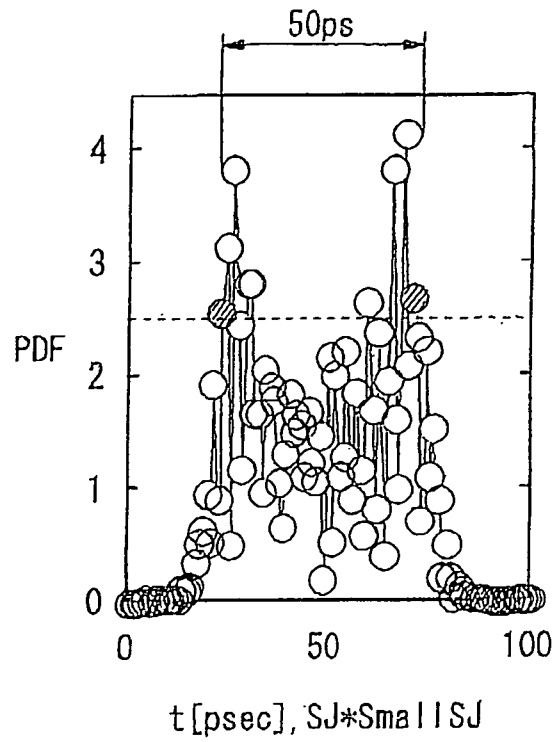


圖 12A

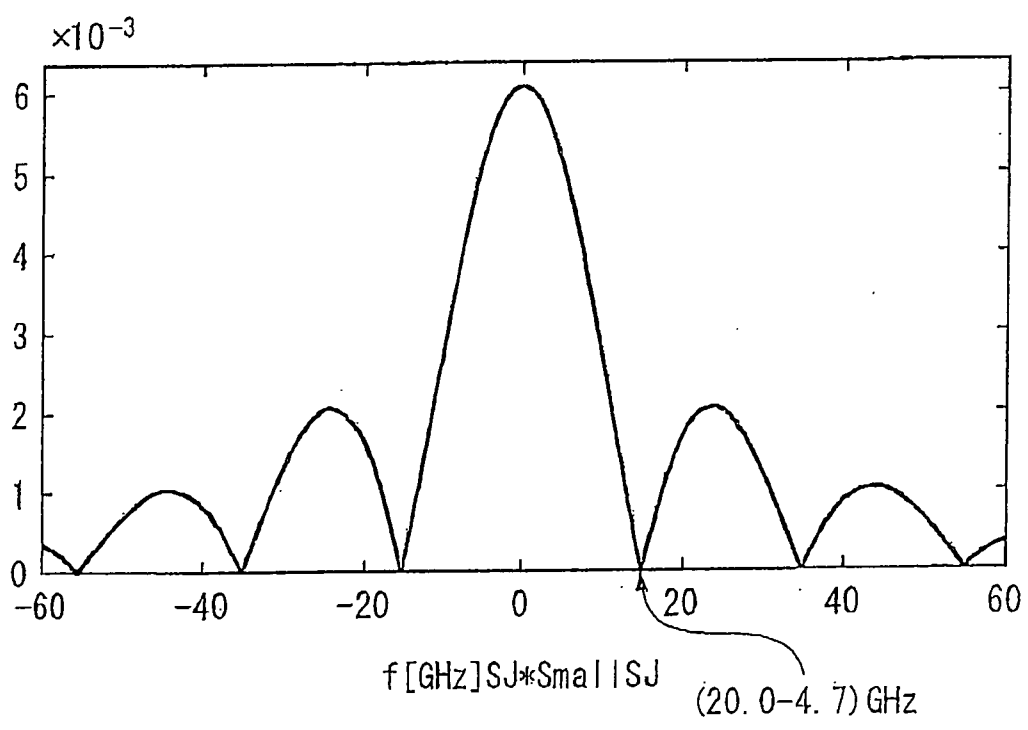


圖 12B

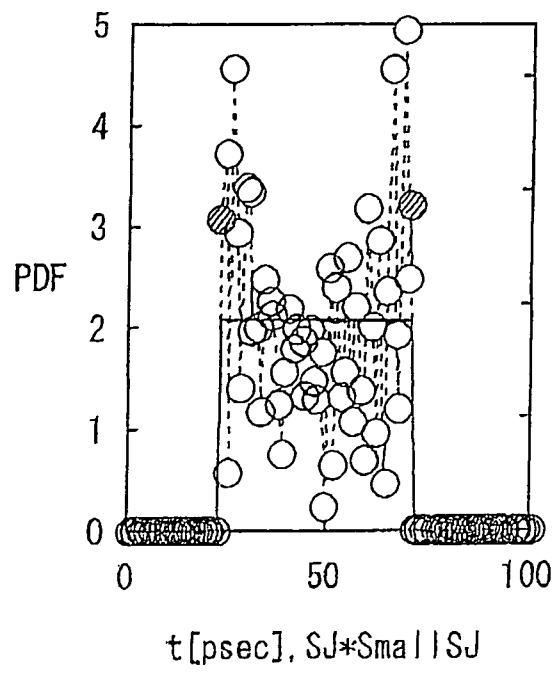


圖 13A

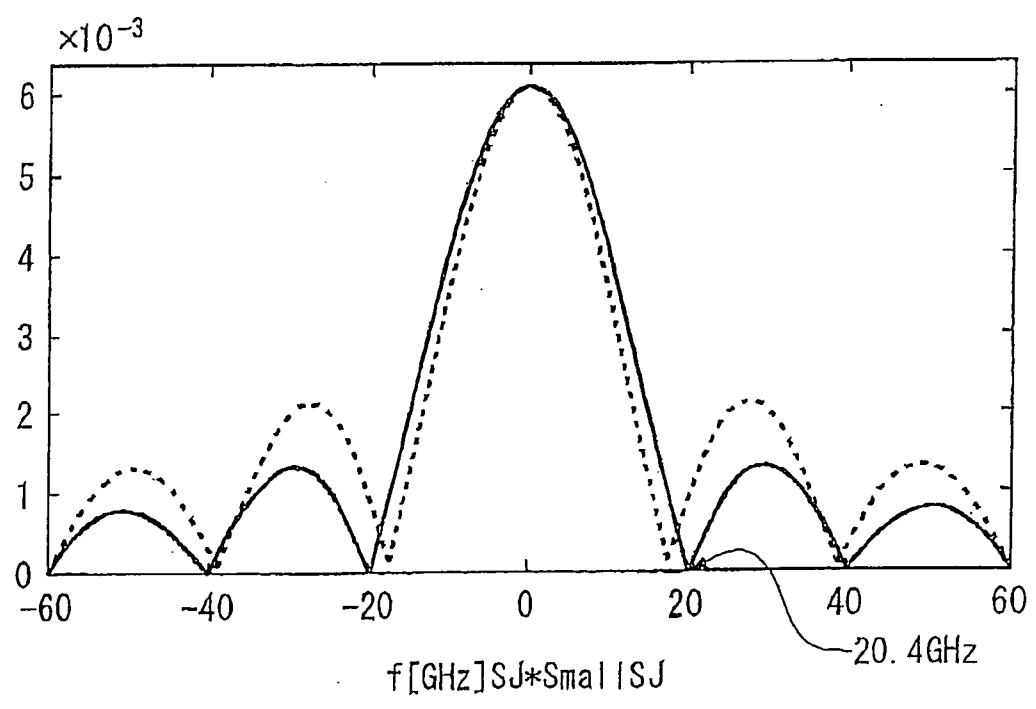


圖 13B

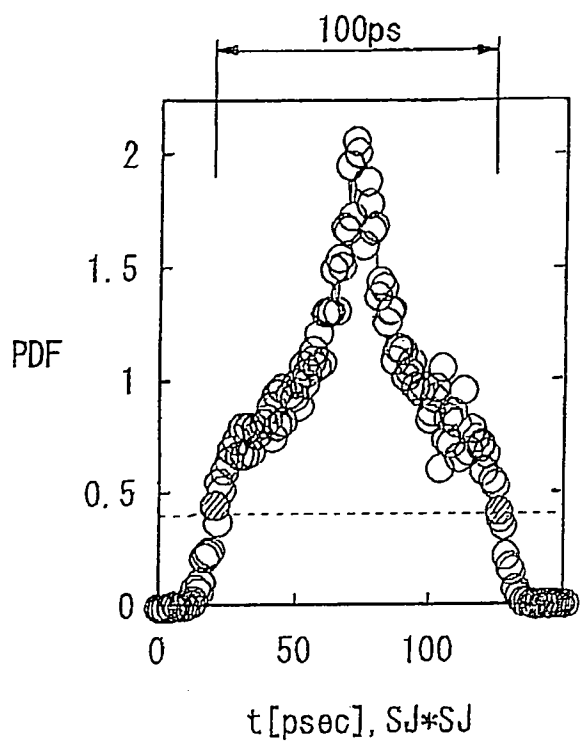


圖 14A

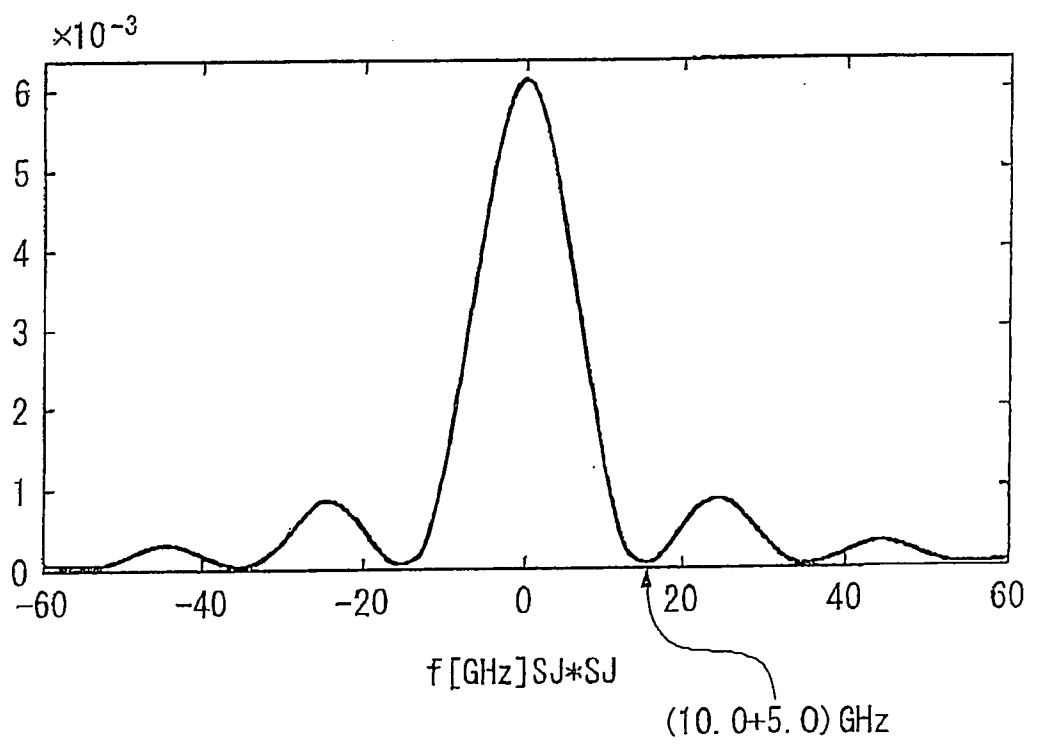


圖 14B

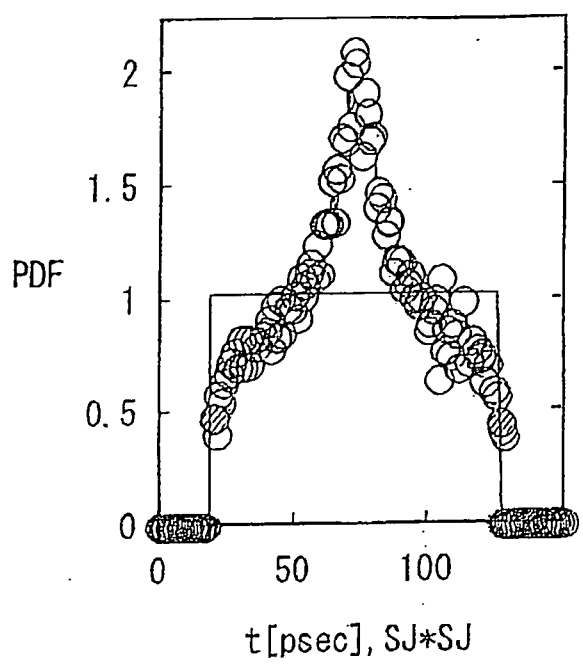


圖 15A

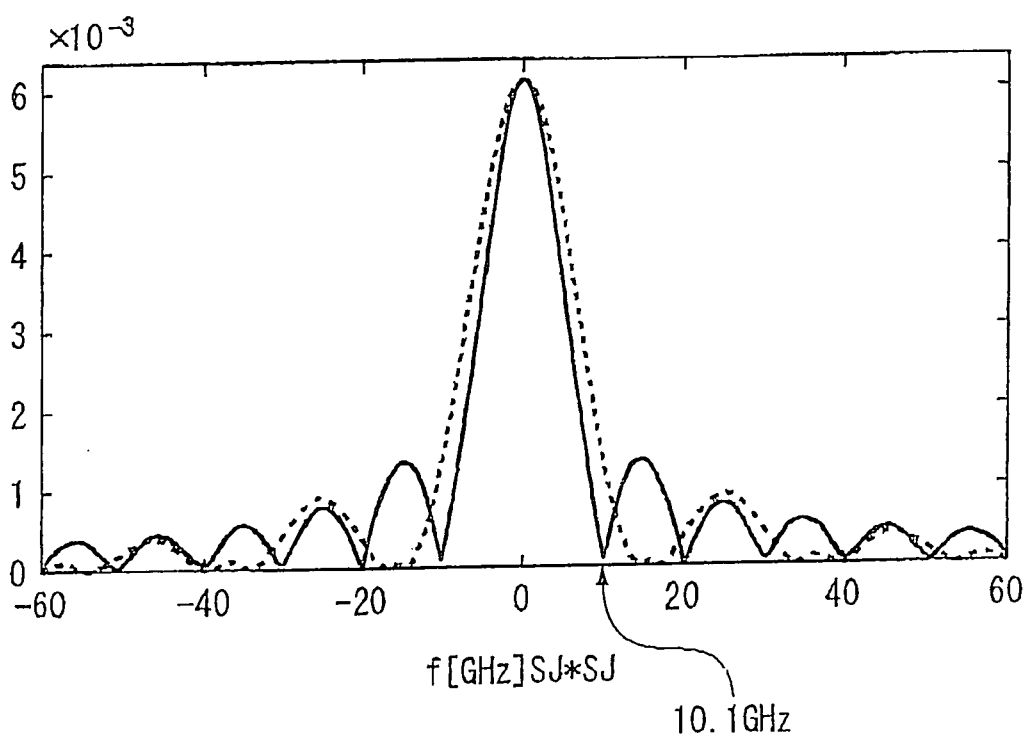


圖 15B

水準點	期待值 [d]		現有之方法	建議之方法
	DJ	50 ps		
SJ*Small SJ	DJ	50 ps	————	49.0 ps
SJ*SJ	DJ	100 ps	80.5 ps	99.0 ps
	DJ 之次數 ?		不可能	不可能
	DJ 之次數	2	————	2

圖 16

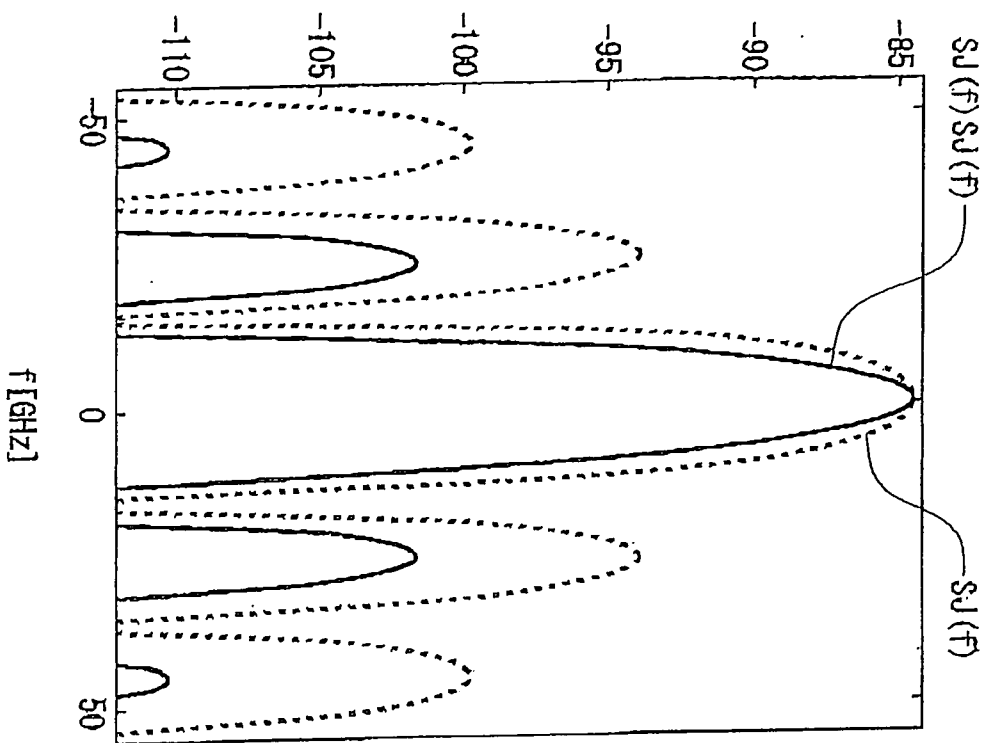


圖 17A

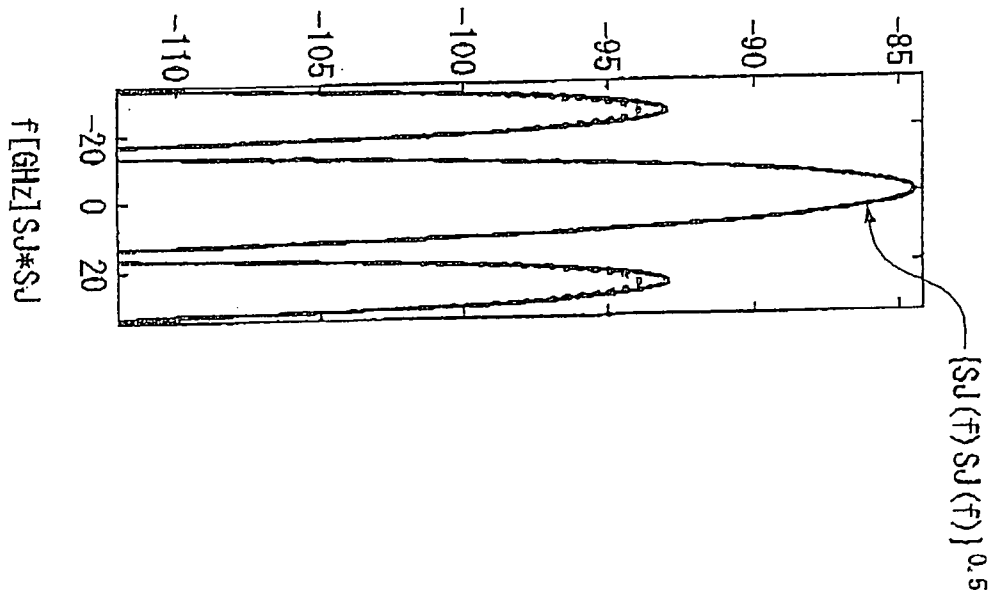


圖 17B

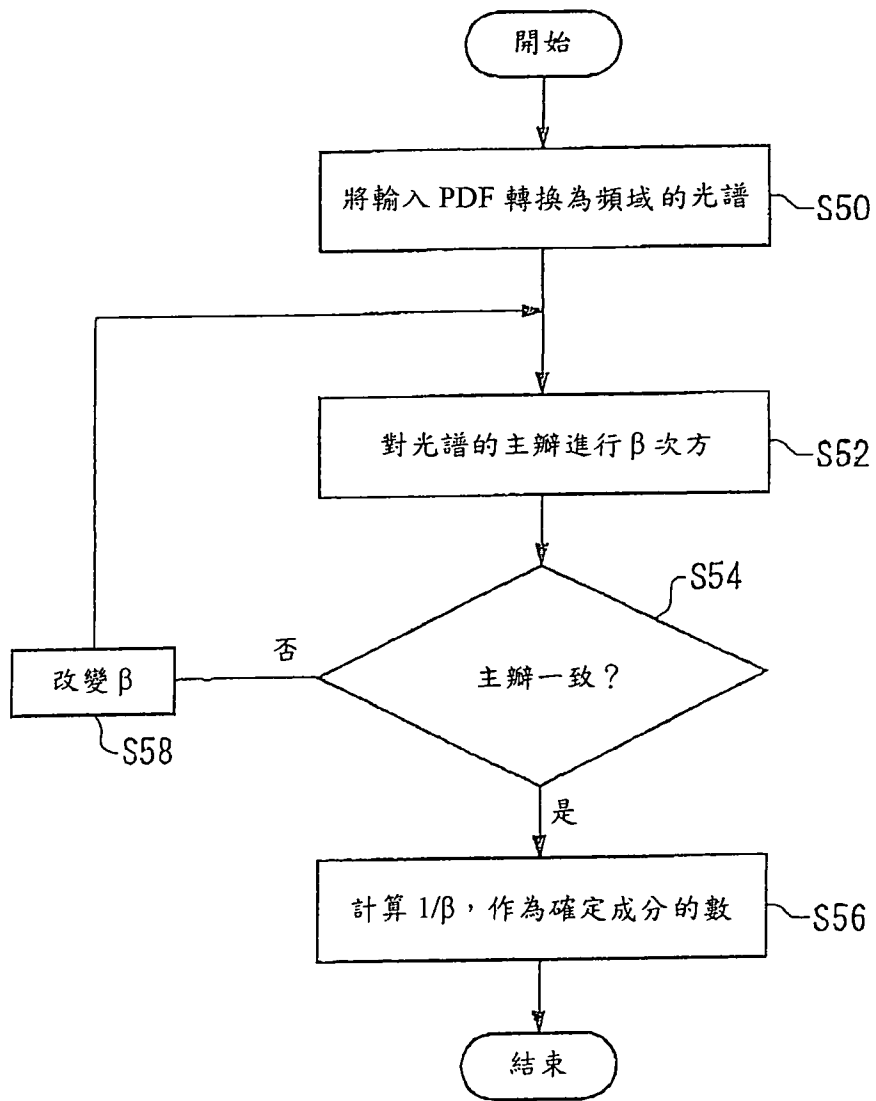


圖 18

200

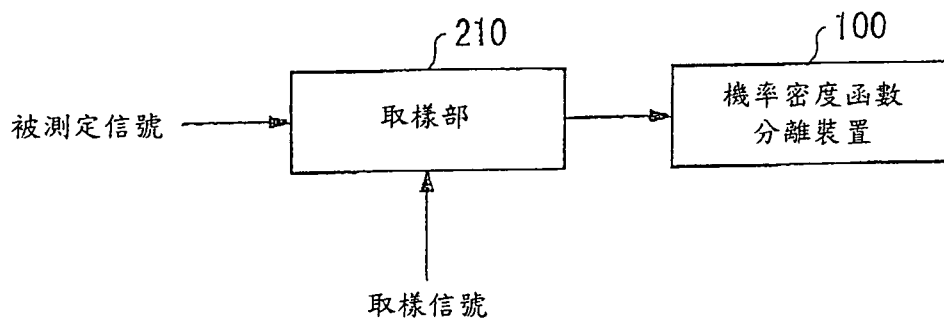


圖 19

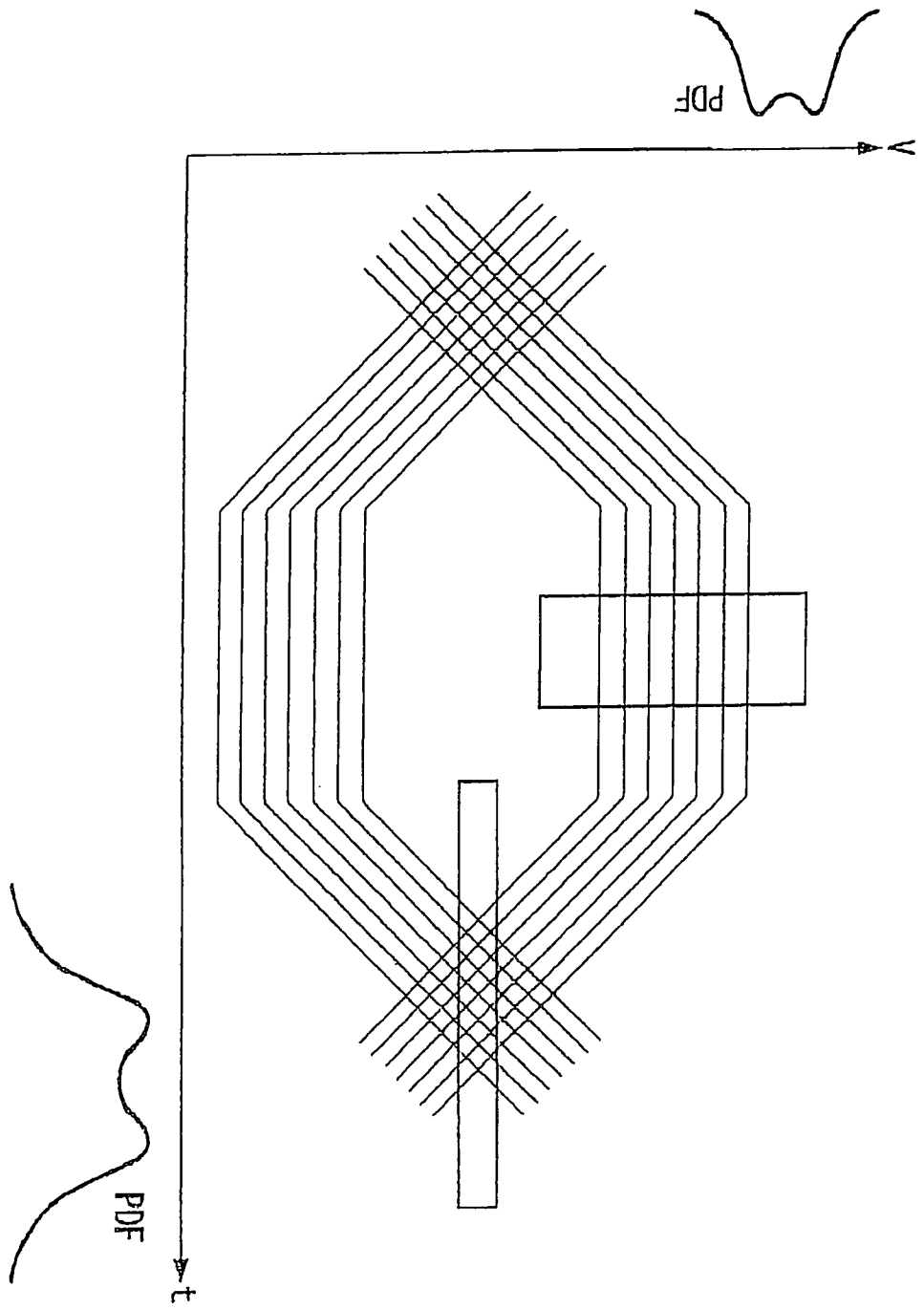


圖 20

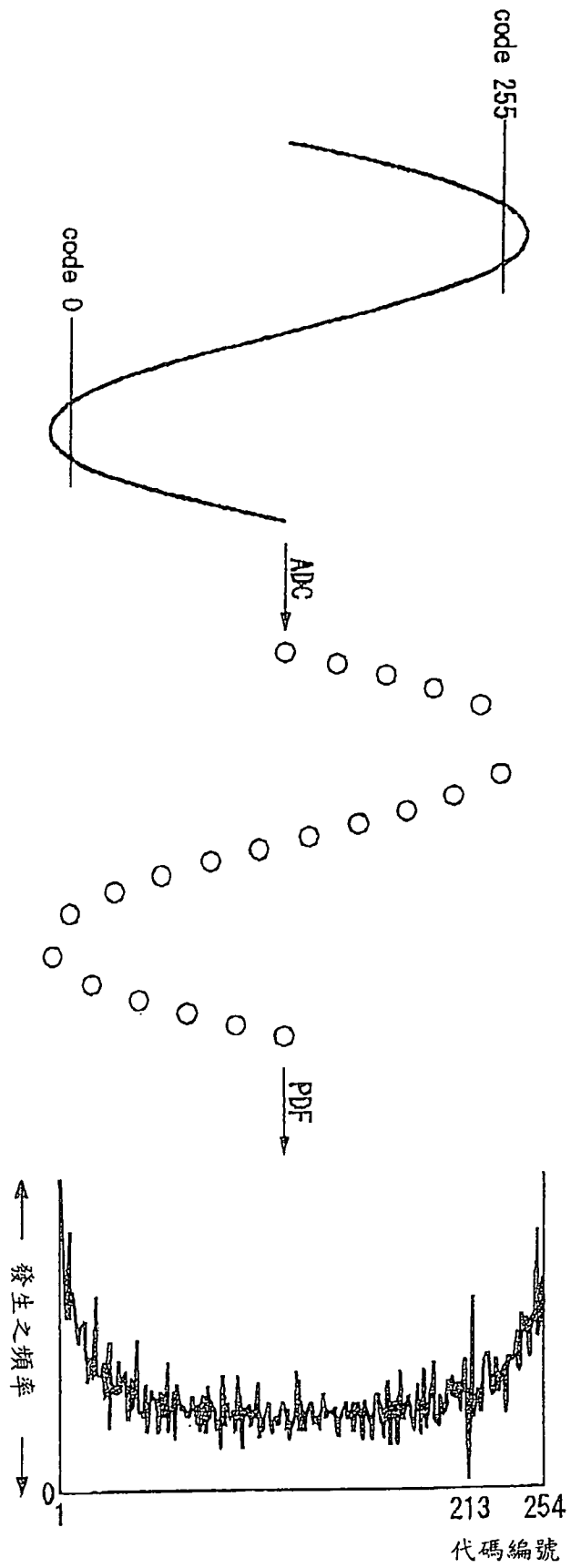


圖 21

200

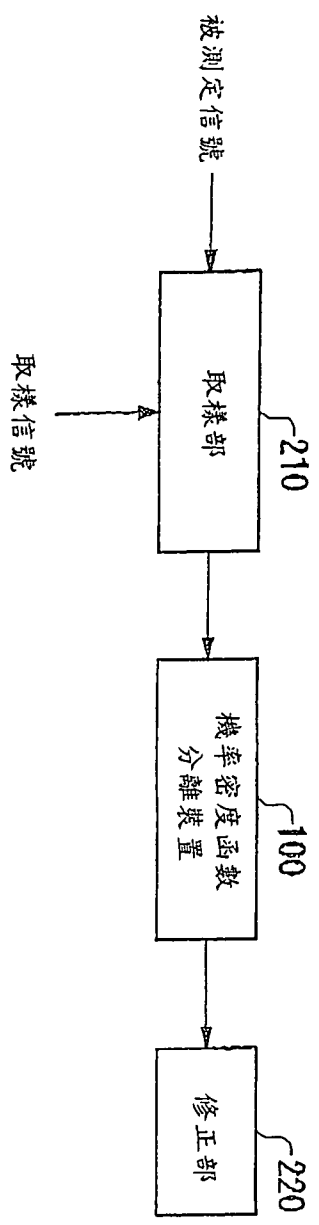


圖 22

300

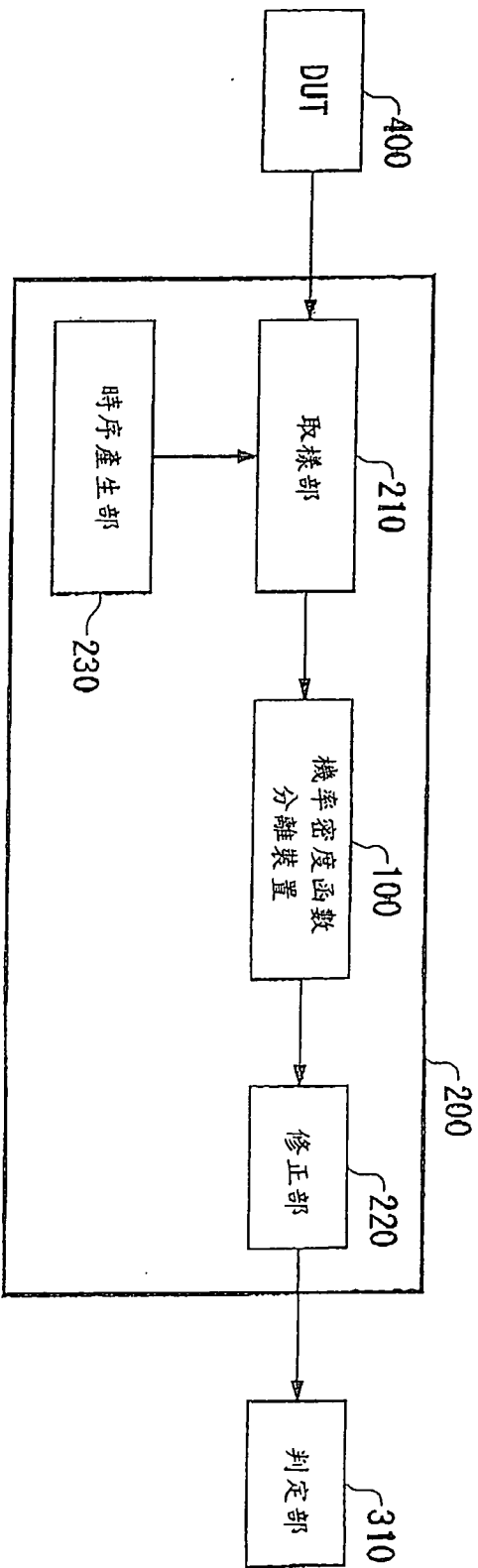


圖 23

水準點	期待值 [c]		現有之方法	建議之方法
只有 DJ	DJ	0.00 ps	0.00 ps	0.00 ps
	RJ	4.02 ps	4.54 ps rms	3.82 ps rms
RJ&SJ	DJ	50 ps	44.5 ps	51.2 ps
	RJ	4.02 ps	4.89 ps rms	3.72 ps rms (3.72 ps rms)
具有時序 誤差之 RJ&SJ	DJ	50 ps	44.9 ps	51.2 ps
	RJ	4.02 ps	4.78 ps rms	3.58 ps rms (3.67 ps rms)

圖 24

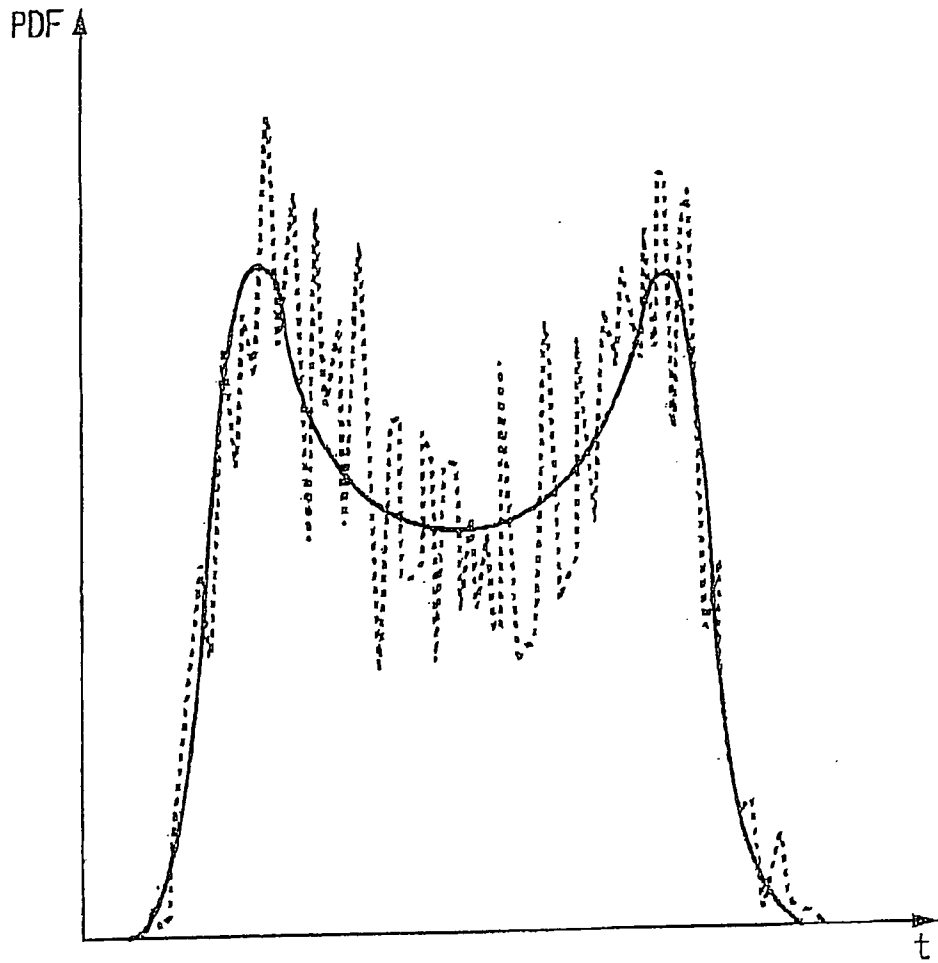


圖 25

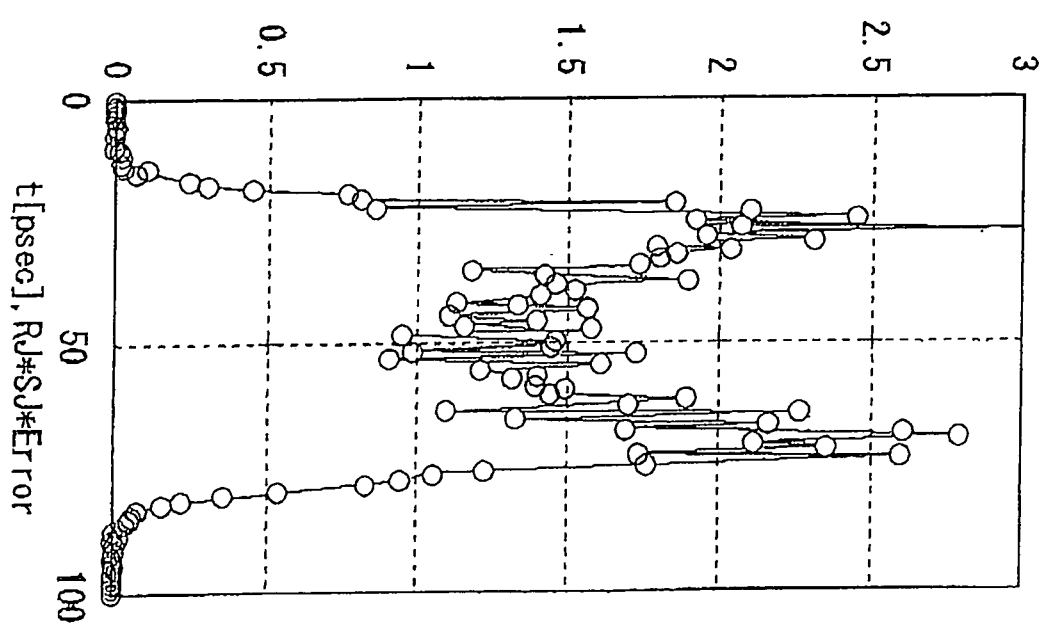


圖 26A

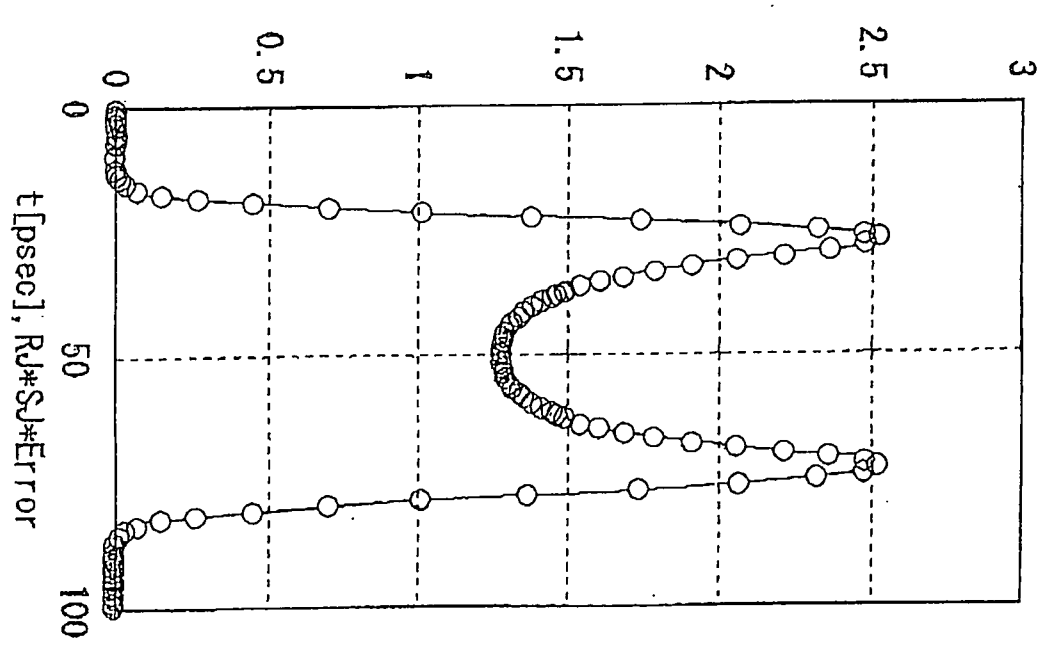


圖 26B

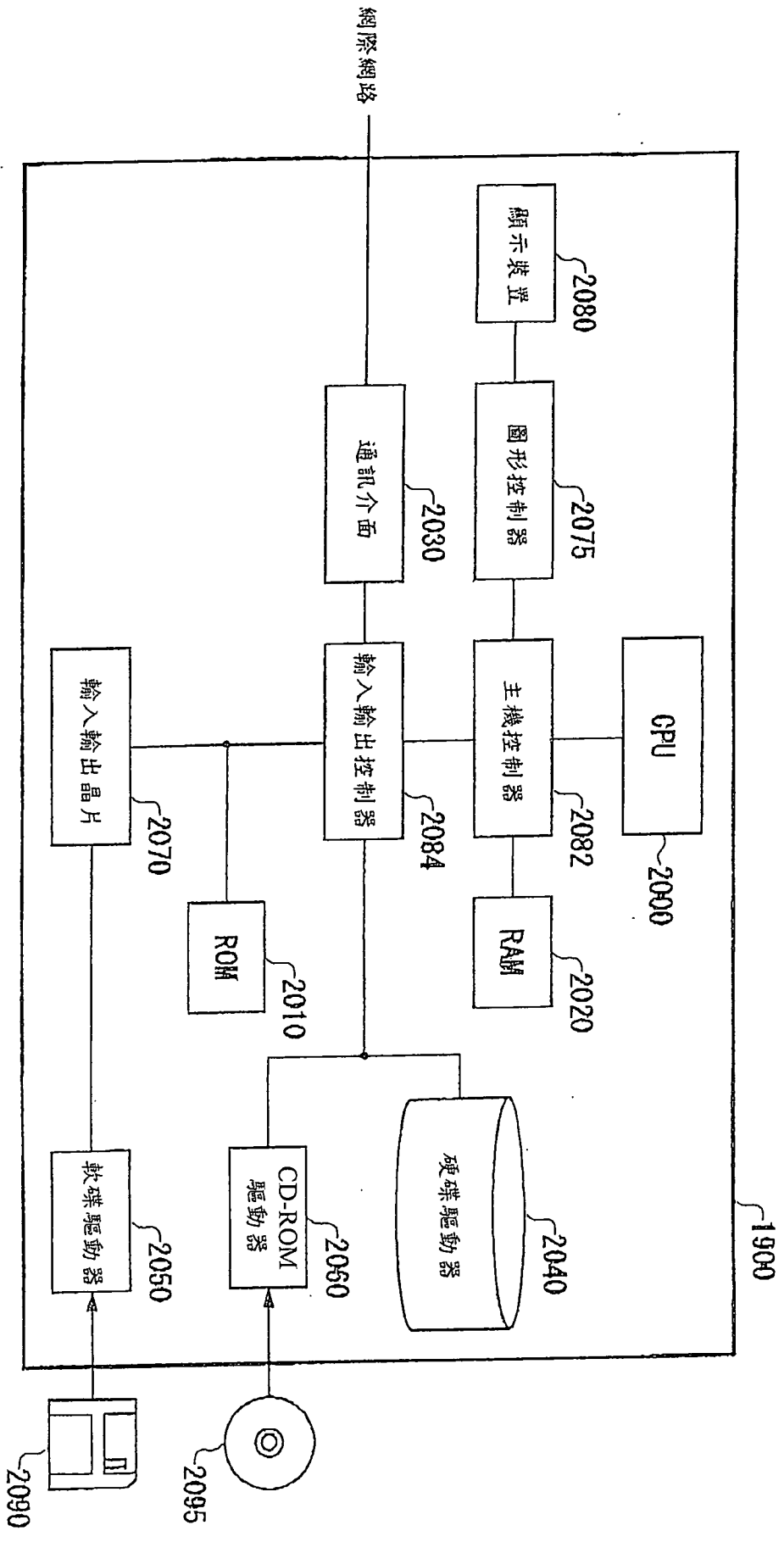


圖 27