



(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 I508702 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：102124669

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 10 日

(51)Int. Cl. : *A61B5/0476 (2006.01)*(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：方偉騏 FANG, WAI CHI (TW)；廖瑞傑 LIAO, JUI CHIEH (TW)；石偉業 SHIH, WEI YEH (TW)；黃冠儒 HUANG, KUAN JU (TW)；陳秋國 CHEN, CHIU KUO (TW)

(74)代理人：陳昭誠

(56)參考文獻：

TW 201227544A

US 7684856B2

審查人員：吳丕鈞

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：7 共 29 頁

(54)名稱

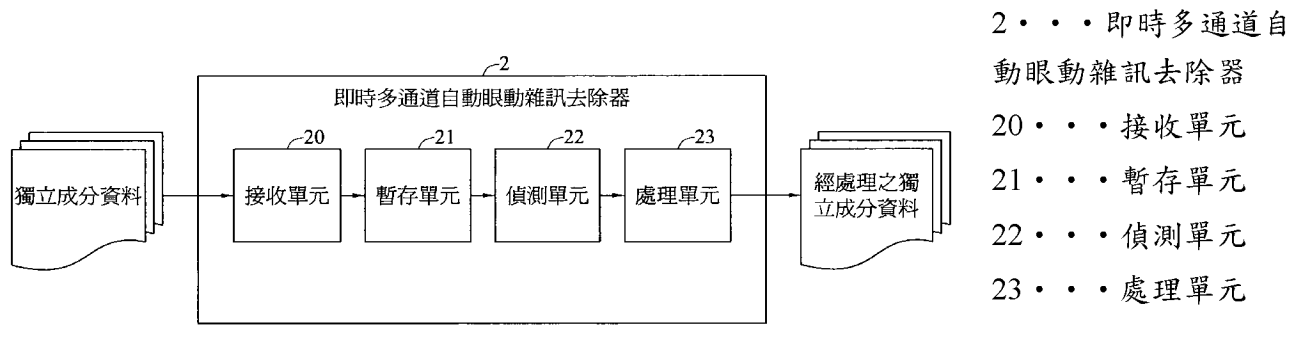
即時多通道自動眼動雜訊去除器

REAL-TIME MULTI-CHANNEL AUTOMATIC EYE BLINK ARTIFACT ELIMINATOR

(57)摘要

一種即時多通道自動眼動雜訊去除器，由接收單元接收一通道中獨立成分資料，該獨立成分資料紀錄有一時間區段中的腦波訊號，暫存單元暫存多筆獨立成分資料，該多筆獨立成分資料係依據時間區段先後形成一資料段，偵測單元透過取樣熵演算法對資料段進行眼動雜訊的偵測，以產生對應該時間區段下之該資料段的取樣熵值，處理單元依據取樣熵值判定該資料段是否含有眼動雜訊以輸出一結果資料，且依據該結果資料進行眼動雜訊去除，並輸出代表該筆資料段之經處理之獨立成分資料，其中，接收單元持續接收次一獨立成分資料，且暫存單元拋棄該資料段中最舊一筆該獨立成分資料並加入新一筆該獨立成分資料以形成新的資料段，藉以持續對每一筆資料段執行眼動雜訊的去除動作。

An real-time multi-channel automatic eye blink artifact eliminator, wherein a receiving unit receives a independent component data in a channel, the independent component data represents the EEG signal in a time zone, a temporary storage unit saves multiple independent component data, the multiple independent component data form a data segment according to the time zone, a detection unit implements eye blink artifact detection to the data segment by sample entropy algorithm and generates sample entropy value corresponding the data segment in the time zone, a processing unit determines whether the data segment contains the eye blink artifact based on the sample entropy value and output a output result, then implements eye blink artifact elimination based on the output result and output a processed independent component data that represents the data segment, wherein the receiving unit continuously receives next one independent component data, the temporary storage unit discard the oldest independent component data in the data segment and add the new independent component data to form a new data segment, each data segment can be continuously performed eye blink artifact elimination.



第2圖

發明摘要

※申請案號：
102124669

※申請日：
102. 7. 10

※IPC 分類：
A61B 5/0476(2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

即時多通道自動眼動雜訊去除器

REAL-TIME MULTI-CHANNEL AUTOMATIC EYE

BLINK ARTIFACT ELIMINATOR

【中文】

一種即時多通道自動眼動雜訊去除器，由接收單元接收一通道中獨立成分資料，該獨立成分資料紀錄有一時間區段中的腦波訊號，暫存單元暫存多筆獨立成分資料，該多筆獨立成分資料係依據時間區段先後形成一資料段，偵測單元透過取樣熵演算法對資料段進行眼動雜訊的偵測，以產生對應該時間區段下之該資料段的取樣熵值，處理單元依據取樣熵值判定該資料段是否含有眼動雜訊以輸出一結果資料，且依據該結果資料進行眼動雜訊去除，並輸出代表該筆資料段之經處理之獨立成分資料，其中，接收單元持續接收次一獨立成分資料，且暫存單元拋棄該資料段中最舊一筆該獨立成分資料並加入新一筆該獨立成分資料以形成新的資料段，藉以持續對每一筆資料段執行眼動雜訊的去除動作。

【英文】

An real-time multi-channel automatic eye blink artifact eliminator, wherein a receiving unit receives a independent component data in a channel, the independent component data represents the EEG signal in a time zone, a temporary storage unit saves multiple independent component data, the multiple independent component data form a data segment according to the time zone, a detection unit implements eye blink artifact detection to the data segment by sample entropy algorithm and generates sample entropy value corresponding the data segment in the time zone, a processing unit determines whether the data segment contains the eye blink artifact based on the sample entropy value and output a output result, then implements eye blink artifact elimination based on the output result and output a processed independent component data that represents the data segment, wherein the receiving unit continuously receives next one independent component data, the temporary storage unit discard the oldest independent component data in the data segment and add the new independent component data to form a new data segment, each data segment can be continuously performed eye blink artifact elimination.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 2 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|----|----------------|
| 2 | 即時多通道自動眼動雜訊去除器 |
| 20 | 接收單元 |
| 21 | 暫存單元 |
| 22 | 偵測單元 |
| 23 | 處理單元 |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

本案無化學式。

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】(中文/英文)

即時多通道自動眼動雜訊去除器

REAL-TIME MULTI-CHANNEL AUTOMATIC EYE
BLINK ARTIFACT ELIMINATOR

【技術領域】

本發明係關於一種腦波訊號之眼動雜訊處理技術，詳而言之，係關於一種基於多通道腦波處理之即時多通道自動眼動雜訊去除器。

【先前技術】

人類的大腦於細胞活動時會發出電磁波(即謂腦波)，而透過腦電波圖(electroencephalogram; EEG)即可顯示出腦波狀態。人們常透過腦波量測來記錄大腦神經細胞所產生之電位變化，藉此判斷大腦功能是否有異常放電或電位異常等情況。腦波量測也可作為醫療診斷依據，像是診斷癲癇、中樞神經系統、失智症等。

量測腦波時，為能取得高空間解析度以便醫生之判讀，目前係使用較多量測通道以提高腦波量空間解析度，其中，獨立成分分析方法是有效分離腦波獨立成分訊號與雜訊的方法。在此方法中，所謂的雜訊包括眼動雜訊，也就是因受測者眼動所偵測到之腦波變化，此種腦波變化並非真的腦波變化所造成者，因此，在分析腦波獨立成分訊號時需將該等雜訊排除。以往採用之眼動自動偵測方

式，在運算前，往往需收集大量的資料，造成在資料處理前需較長之等待時間，連帶導致需較長時間等待資料處理和處理結果之輸出，遂使應用端無法即時得到去除眼動雜訊的腦波訊號以進行應用。後雖有減少收集資料量以減少收集資料的時間之方法的提出，但此容易因資料量不足，導致眼動雜訊若是位在資料與資料之邊界處，會發生去除眼動雜訊的失誤。此外，亦有使用滑動視窗的方式來克服邊界問題之提出，但滑動視窗的方式仍然無法符合快速演算之需求。

換言之，眼動雜訊去除對腦波訊號分析極為重要，然而目前採行之方法若不是需較長等待時間，便是易造成判斷失誤等情況，對於本領域相關人員是一大挑戰。再者，若欲在隨身醫療儀器所取得之腦波獨立成分訊號時去除眼動雜訊，所需運算與硬體的複雜度將難以克服，故如何實現即時且有效的眼動雜訊去除動作，同時考量體積及硬體成本等問題，在開發相關儀器上更形重要。

因此，如何找出一種於腦波訊號分析過程中有效去除眼動雜訊的機制，特別是透過硬體方式呈現，藉此得到即時、正確且便於使用者作腦波運用的腦波訊號，即為本技術領域待解決之技術課題。

【發明內容】

鑒於上述習知技術之缺點，本發明之目的係透過 VLSI 硬體實現方式，提出一種即時且自動偵測含有眼動雜訊的通道並將其去除之即時多通道自動眼動雜訊去除器。

為達成前述目的及其他目的，本發明提出一種即時多通道自動眼動雜訊去除器，其係包括：接收單元、暫存單元、偵測單元及處理單元，其中，該接收單元係接收一通道中之獨立成分資料，該獨立成分資料係紀錄有一時間區段中的腦波訊號，該暫存單元係暫存該接收單元所接收之多筆該獨立成分資料，該多筆獨立成分資料係依據時間區段先後形成一資料段，該偵測單元係透過取樣熵演算法對該資料段進行眼動雜訊的偵測，以產生對應該時間區段下之該資料段的取樣熵值，而該處理單元係依據該取樣熵值判定該資料段是否含有眼動雜訊以產生一結果資料，且依據該結果資料進行眼動雜訊去除，並輸出代表該筆資料段之經處理之獨立成分資料，其中，該接收單元持續接收次一筆獨立成分資料，且該暫存單元拋棄該資料段中最舊一筆該獨立成分資料並加入該新一該獨立成分筆資料以形成新的資料段，該新的資料段由該偵測單元和該處理單元進行偵測及判斷，藉以持續對每一筆資料段執行該眼動雜訊的去除動作。

於一實施例中，該暫存單元係以先進先出方式將該多筆獨立成分資料儲存至該資料段，且該偵測單元係於該資料段內之獨立成分資料筆數為 128 筆時，開始進行該眼動雜訊的偵測。

於另一實施例中，該處理單元係將該資料段中包含含有該眼動雜訊部分一半以上者為判定該含有眼動雜訊之腦波訊號。

於又一實施例中，當該處理單元比較該取樣熵值係小於一預定閾值時，則判定該資料段含有該眼動雜訊。

此外，該處理單元對於含有該眼動雜訊之資料段係輸出 0 值作為該結果資料，反之，則輸出該資料段中第 96 筆獨立成分資料作為該結果資料。

再者，即時多通道自動眼動雜訊去除器之該處理單元更包括依序完成同一時間區段中多個通道之各別資料段之眼動雜訊去除，其中，由該處理單元進行該眼動雜訊去除所輸出之該經處理之獨立成分資料，經獨立成分分析的逆運算後係成為無眼動雜訊之腦波訊號資料，且可以供後續腦波重建運算之用。

相較於先前技術，本發明所提出之即時多通道自動眼動雜訊去除器，係搭配獨立通道成分分析處理器使用，以去除腦波訊號之獨立成分資料中含有眼動雜訊的部分，藉此提供獨立通道處理過後的腦波訊號即時且自動地偵測和去除含有眼動雜訊者。由於本發明可達到即時且自動的眼動雜訊去除效果，將有利於後端應用者及時取得處理後的腦波訊號，且透過多通道即時規格下，達到有效率且即時運算，同時解決眼動雜訊出現於邊界時的判斷失誤，對於多通道腦波訊號獨立成分分析將有極大幫助。因此，本發明能有效率的以 VLSI 硬體實現即時多通道自動眼動雜訊去除器，用以對腦波訊號進行眼動雜訊去除，以供後續進行腦波訊號重建，將並應用於可攜式的醫療儀器上，並得到即時、正確的腦波訊號，對於家庭照護、生醫領域、醫

療等將有所助益。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器相對於腦波訊號處理及重建的關係圖。

第 2 圖係本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器之方塊示意圖。

第 3 圖係本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器中透過快取記憶體進行資料處理之示意圖。

第 4 圖係本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器處理眼動雜訊之流程圖。

第 5 圖係本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器之硬體架構圖。

第 6A 至 6B 圖係本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器對於邊界雜訊判斷之示意圖。

第 7A 至 7B 圖係本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器在去除眼動雜訊前後結果之比較圖。

【實施方式】

以下係藉由特定的實施例說明本發明之實施方式，熟悉此技術之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地瞭解本發明之其他特點與功效。本發明亦可藉由其他不同的具體實施例加以施行或應用。

參閱第 1 圖，其係說明本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器相對於腦波訊號處理及重建的關係圖。如圖所示，本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器所進行的眼

動雜訊去除是位在獨立成分分析 (independent component analysis, 以下簡稱 ICA) 運算和腦波重建之間, 其目的在於去除含有眼動雜訊的 ICA 處理結果, 接著進行 ICA 逆運算, 藉此重建出不含眼動雜訊的腦波, 以供後端應用者使用。

具體來說, 首先透過腦波偵測以取得腦波訊號原始資料 10, 令該腦波訊號原始資料 10 進行 ICA 處理 11, 亦即透過一基於線上遞回獨立成分分析之即時多通道腦波訊號處理器, 將取樣訊號先通過一白化矩陣 P 進行白化處理, 接著與一解混合矩陣 W 進行獨立成分分析, 而白化後之取樣訊號也會與經訓練的解混合矩陣 W 進行計算, 最後產生獨立成分資料 Y 。然後, 令該獨立成分資料 Y 通過自動去除眼動雜訊 12 流程, 即判斷是否含有眼動雜訊, 必要時去除眼動雜訊以產生經處理之獨立成分資料 Y_c , 最後, 經處理之獨立成分資料 Y_c 經過 ICA 逆運算 13 後, 產生無眼動雜訊的腦波訊號資料 14 供重建腦波之用。因此, 本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器所執行的眼動雜訊去除是位於 ICA 運算和腦波重建之間。

參閱第 2 圖, 其係說明本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器之方塊示意圖。如圖所示, 即時多通道自動眼動雜訊去除器 2 主要包括接收單元 20、暫存單元 21、偵測單元 22 以及處理單元 23, 供腦波訊號透過前述單元進行眼動雜訊的去除。

該接收單元 20 是用於接收一通道中之獨立成分資

料，該獨立成分資料係用以紀錄一時間區段中的腦波訊號。為取得高空間解析度的腦波訊號，於此採用多個量測通道來提高腦波量空間解析度。因此，每一個通道都會產生獨立成分資料，再由該即時多通道自動眼動雜訊去除器 2 將每一通道內的獨立成分資料分別收集以作處理，於此則以一通道的範例來說明。此外，接收單元 20 所接收之獨立成分資料是由獨立成分分析處理器（即前述之基於線上遞回獨立成分分析之即時多通道腦波訊號處理器）執行獨立成分分析後所產生者。

該暫存單元 21 係用於暫存接收單元 20 所接收之多筆獨立成分資料，該多筆獨立成分資料係依據時間區段先後形成資料段。於此所述之多筆獨立成分資料是指將時間區段不間斷地擷取腦波訊號予以處理所得到者，該通道內的多筆獨立成分資料依據時間先後形成資料段，該資料段即表示該通道所取得的連續腦波訊號。

該偵測單元 22 係用於透過取樣熵（sample entropy）演算法對該資料段進行眼動雜訊的偵測，藉此產生對應該時間區段下之該資料段的取樣熵值。具體來說，藉由固定時間區段進行腦波訊號取樣的方式，對腦波訊號進行眼動雜訊的偵測，經取樣熵演算法偵測後，將所產生之取樣熵值作為該資料段是否含有眼動雜訊的判斷依據。

該處理單元 23 係用於依據該取樣熵值判定該資料段是否含有眼動雜訊以產生一結果資料，俾依據該結果資料進行眼動雜訊去除，並輸出代表該筆資料段之業經處理之

獨立成分資料。具體來說，處理單元 23 透過取樣熵值對腦波訊號進行是否含有眼動雜訊的判斷，若判斷該筆資料段含有眼動雜訊，則該筆資料段將被去除並輸出 0 值作為結果資料，若判斷該筆資料段不含有眼動雜訊，則輸出該資料段中第 96 筆獨立成分資料作為結果資料，換言之，該結果資料的數值係用以決定是否執行眼動雜訊去除動作。

於具體實施時，該偵測單元 22 會於資料段內之獨立成分資料筆數為 128 筆時，進行眼動雜訊的偵測，此與取樣數率和數量有關。若採用習知的收集資料方法，需等待 128 筆資料收集結束後才能進行眼動雜訊的判斷，亦即，每次需等待 128 筆資料收集完畢方能進行判斷，如此會導致過長之等待時間。然而，本實施例之即時多通道自動眼動雜訊去除器 2 僅需一開始在資料段內的資料筆數為 128 筆即可進行眼動雜訊判斷，之後，每接收一筆新的獨立成分資料，透過資料取代方式產生一新的資料段，即可立即判斷新一筆資料段是否會產生眼動雜訊，無需如習知技術中要等待 128 筆資料完整收集完畢才可進行。

由上可知，接收單元 20 會持續接收次一筆獨立成分資料，該暫存單元 21 透過先進先出方式，拋棄該資料段中最舊一筆獨立成分資料並將一筆新獨立成分資料加入以形成新的資料段，最後，所產生之新資料段同樣由偵測單元 22 和處理單元 23 進行偵測、判斷和去除雜訊處理，如此將可持續對每一筆資料段執行去除眼動雜訊之處理，亦即，若後續獨立成分資料持續取得，將無需等待到 128 筆資料完

整收集即可立即判斷該筆資料段是否含有眼動雜訊。

接著，進一步說明如何判斷是否含有眼動雜訊之機制。基本上，透過本發明所提出之判斷機制，當一資料段中包含含有眼動雜訊部分的一半以上者，即可視為該腦波訊號含有眼動雜訊；換言之，該處理單元 23 透過判斷資料段中是否出現眼動雜訊的一半，來判斷是否將該資料段歸類為含有眼動雜訊。再者，為了方便硬體實現時的判斷，所有偵測判斷將被數值化，由偵測單元 22 產生某一時間區段下該資料段的取樣熵值，供處理單元 23 將該取樣熵值與一預定閾值作比較，以於該取樣熵值小於該預定閾值時，判定該資料段含有眼動雜訊。

前述者是針對單一通道所提供之獨立成分資料所進行的資料收集、偵測及眼動雜訊去除等處理，然而本實施例是採用多通道方式來重建腦波訊號。因此，正常運作下，即時多通道自動眼動雜訊去除器 2 之處理單元 23 須完成多個通道之各別資料段的眼動雜訊處理後，方能對各通道之經處理之腦波訊號進行腦波重建。

最後，完成眼動雜訊去除處理的經處理之獨立成分資料經過獨立成分分析的逆運算，即 ICA 逆運算後，便成為無眼動雜訊之腦波訊號資料，該無眼動雜訊之腦波訊號資料係供後續腦波重建運算之使用。

參閱第 3 圖，其係說明本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器中透過快取記憶體進行資料處理之示意圖。如前所述，當接收到次一筆獨立成分資料時，資料段內的資

料也會作改變，透過先進先出概念，拋棄最舊一筆獨立成分資料並將一筆新獨立成分資料加入以形成新的資料段。

如該圖所示，最下面資料集合為線上遞回獨立成分分析（on-line recursive independent component analysis，ORICA）所產出結果，其中，越右邊表示越新的獨立成分資料，越左邊表示越舊的獨立成分資料。在資料段 1 中，包含有一筆最舊獨立成分資料 31、一筆次舊獨立成分資料 32，之後以此類推，待新的一筆獨立成分資料進入後，該筆最舊獨立成分資料 31 將被拋棄，而加入新一筆獨立成分資料 33，以形成資料段 2。同樣道理，當再有新的一筆獨立成分資料進入後，該筆次舊獨立成分資料 32 將被拋棄，而加入更新一筆獨立成分資料 34，以形成資料段 3。因此，藉由先進先出概念而形成一新的資料段，便能即時對新的資料段進行眼動雜訊的判斷，以達到即時效果。

參閱第 4 圖，其係說明本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器處理眼動雜訊之流程圖。如該圖所示，其由腦波訊號取得開始，接著作眼動雜訊去除，再進行腦波訊號重建，之後，持續接收新的腦波訊號以即時提供新的腦波訊號。

於步驟 401 中，係腦波訊號原始資料收集及 ORICA 處理，亦即設備開始擷取腦波訊號，該腦波訊號為最原始資料，之後對該腦波訊號進行 ORICA 處理，即前述的白化、訓練等過程，俾產生獨立成分資料。接著，進至步驟 402。

於步驟 402 中，係判斷資料段中是否有 128 筆 ICA 結

果，如前所述，執行第一次判斷時，需等到資料段內已有 128 筆獨立成分資料才可進行第一次判斷，之後則無需等到完整收集次 128 筆資料，而是每有一筆新的獨立成分資料加入後即可進行判斷，因此，若未達 128 筆則會到步驟 401，若是則進至步驟 403。

於步驟 403 中，係開始進行眼動雜訊去除，接著進入步驟 404，判斷資料段中是否有眼動雜訊，若是，則進至步驟 405，即傳送 0 值以供腦波重建(0 值係代表該筆資料段含有眼動雜訊而無法被使用)，若否，則進至步驟 406，即傳送該資料段中第 96 個值（第 96 筆獨立成分資料）以供腦波重建，也就是以資料段中第 96 個值代表該筆資料段。

於此須特予說明者係取第 96 個值來代表該筆資料段之目的，為如先前所述，當有一半以上的眼動雜訊出現在資料段中時，即可被判定該資料段含有眼動雜訊，因而，在獨立成分資料來到第 96 個位置時，有無眼動雜訊已經可以確定，故本發明之去除眼動雜訊機制是以第 96 筆獨立成分資料代表該筆資料段。

之後，無論是步驟 405 或步驟 406，於執行後，皆會進入步驟 407 中，判斷是否 8 通道完成偵測，先前已說明本實施例是用於多通道的腦波處理，因而，前述步驟 401~406 僅是單一通道的腦波訊號處理方式，在多個通道時，係需完成同一時間區段下各通道的腦波訊號處理後，才會再處理下一時間區段所取得的各通道的腦波訊號；因

此，若未完成所有通道之處理，則回到步驟 403，以進行未完成通道之去除眼動雜訊的處理，若所有通道均完成處理，則進至步驟 408。

於步驟 408 中，係進行腦波訊號重建及腦波訊號原始資料收集，亦即，對已去除眼動雜訊的腦波訊號進行腦波重建處理外，復持續收集更新的腦波訊號原始資料收集。接著進至步驟 409。

於步驟 409 中，係進行 ORICA 處理，並於步驟 410 中，判斷是否產生新的 ICA 結果，此 ICA 結果為腦波訊號原始資料經 ORICA 處理後所產生之新獨立成分資料，若否，則回到步驟 409 續執行 ORICA 處理，若是，則進至步驟 411。

於步驟 411 中，係將新的 ICA 結果更新至該資料段，亦即將新取得腦波訊號所產生的獨立成分資料加入資料段內，並移除一筆最舊之獨立成分資料，以產生出一個新的資料段，而該新的資料段將會回到步驟 403 進行眼動雜訊的處理。因此，之後，每當一筆新的獨立成分資料產生，即可進行眼動雜訊的判斷及去除。

由上可知，基於每一筆獨立成分資料輸入後，即可立即進行去除眼動雜訊的處理，且新的獨立成分資料以先進先出概念進入資料段後，待其最前面（最舊）的資料被拋棄後逐步向前，最後，待該筆獨立成分資料位於第 96 個位置時，若被判斷資料段無含眼動雜訊，可輸入該資料段中第 96 個值（第 96 筆獨立成分資料）。因此，僅會延遲約 0.25 秒即可完成該筆資料的眼動雜訊偵測，相較於習知每

次需收集滿 128 筆資料才能進行眼動雜訊之去除，本發明所提出的方法是具備即時性效果的，將有利於後面應用端的使用。

參閱第 5 圖，其係說明本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器之硬體架構圖。如該圖所示，ICA 輸出中的獨立成分資料將被儲存於 ICA 輸出快取記憶體 (cache) 內並形成資料段，該圖上方閾值 r 的區塊是用於透過取樣熵演算法對 ICA 輸出快取記憶體中的資料段進行眼動雜訊的偵測，以計算出資料段的取樣熵值，該取樣熵值被傳送至該圖右側的比較器後，該取樣熵值將與一預定的判斷值 (即預定閾值) 做比較，藉此判定資料段內是否含有眼動雜訊。此硬體架構圖內各組件功能應為本領域的技術人員所熟知，於此不在逐一詳述。

參閱第 6A 和 6B 圖，其係說明本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器對於邊界雜訊判斷之示意圖。如前所述，目前對於眼動雜訊在邊界發生時的判斷是有難度的，本發明透過判斷若資料段內含有超過眼動雜訊部分一半以上者，將即視為含有眼動雜訊，其理由將由第 6A 和 6B 圖加以說明。

如第 6A 圖所示，其表示單一通道所取得腦波訊號的獨立成分資料，其中，縱軸表示 ICA 輸出值，橫軸表示所經過的取樣次數，圖中出現多處向下凸伸的部分，該些部分即為含有眼動雜訊處。將整筆腦波訊號以數個區段切割後，將會產生如第 6B 圖所示的 16 個區段圖，每一區段可

能含有眼動雜訊，也可能沒有眼動雜訊，例如，區段 1、3、5、8、10、12、14 應可清楚判斷出含有眼動雜訊，但區段 7 右邊和區段 6 左邊是含有部分眼動雜訊，如此將導致判斷是否為眼動雜訊的困難，因此，可透過取樣熵值小於一預定閾值之判斷，以判定腦波訊號是否含有眼動雜訊。

參閱第 7A 和 7B 圖，其係說明本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器在去除眼動雜訊前後結果之比較圖。如第 7A 圖所示，其表示在獨立成分分析之後輸出之獨立成分資料是含有眼動雜訊的，即圖中多個向下凸伸處。經眼動雜訊之處理後，若被判斷出某處含有眼動雜訊，則以 0 值代表該處之腦波訊號，因此，經過眼動雜訊之去除後，第 7A 圖中原本的凸伸者將都以 0 值來取代，如第 7B 圖所示，如此腦波訊號中的眼動雜訊將被去除。

於一具體實施例中，依據體積大小、成本考量及功效等目的，可將本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器以晶片方式透過下列數據設計生產，例如，TSMC 90nm CMOS 技術的晶片，晶片面積為 $320 \times 320 \text{ um}^2$ ，操作頻率可達 10MHz，最後，將晶片以 Nanosim 進行模擬功率，在 1.0V、工作頻率 10MHz 下約為 0.138mW，上述所實現的晶片將可應用於可攜式 EEG 量測設備中，更能體現其小體積且易攜帶的特性。

綜上所述，本發明之即時多通道自動眼動雜訊去除器，可適用於獨立通道成分分析使用，藉此將腦波訊號中含有眼動雜訊的部分去除。由於本發明是提出當資料段進

行眼動雜訊判斷開始後，可持續接收新的腦波訊號，腦波訊號經處理產出獨立成分資料後，每一筆新的獨立成分資料在進入資料段時，資料段會拋棄一筆最舊之獨立成分資料，藉此達到即時且自動的偵測和去除眼動雜訊，此將有助於後端應用者即時取得有用的腦波訊號，再者，本發明同時解決當眼動雜訊出現於資料段之邊界時易產生的判斷失誤，對於多通道腦波訊號獨立成分分析將有極大幫助。因此，本發明利用 VLSI 硬體機制實現即時多通道自動眼動雜訊去除器，以對腦波訊號作眼動雜訊去除並供後續進行腦波訊號重建，將可應用在可攜式的醫療儀器上，對於醫療上將有所助益。

上述實施例僅例示性說明本發明之原理及其功效，而非用於限制本發明。任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施例進行修飾與改變。因此，本發明之權利保護範圍，應如後述之申請專利範圍所列。

【符號說明】

- 10 腦波訊號原始資料
- 11 ICA 處理
- 12 自動去除眼動雜訊
- 13 ICA 逆運算
- 14 無眼動雜訊的腦波訊號資料
- 2 即時多通道自動眼動雜訊去除器
- 20 接收單元

- 21 暫存單元
- 22 偵測單元
- 23 處理單元
- 31 最舊獨立成分資料
- 32 次舊獨立成分資料
- 33 新一筆獨立成分資料
- 34 更新一筆獨立成分資料
- 401~411 步驟
- P 白化矩陣
- r 閾值
- W 解混合矩陣
- Y 獨立成分資料
- Y_c 經處理之獨立成分資料

申請專利範圍

1. 一種即時多通道自動眼動雜訊去除器，係包括：

接收單元，係用於接收一通道中之獨立成分資料，該獨立成分資料係紀錄有一時間區段中的腦波訊號；

暫存單元，係用於暫存該接收單元所接收之多筆獨立成分資料，該多筆獨立成分資料係依據時間區段先後形成一資料段；

偵測單元，係用於透過取樣熵演算法對該資料段進行眼動雜訊的偵測，以產生對應該時間區段下之該資料段的取樣熵值；以及

處理單元，係用於依據該取樣熵值判定該資料段是否含有眼動雜訊以產生一結果資料，其中，該處理單元若判斷該資料段中含有該眼動雜訊一半以上之波形者，則判定該資料段含有該眼動雜訊，且依據該結果資料進行眼動雜訊去除，並輸出代表該筆資料段之已處理獨立成分資料，

其中，該接收單元持續接收次一筆獨立成分資料，且該暫存單元拋棄該資料段中最舊一筆該獨立成分資料並加入新一筆該獨立成分資料以形成新的資料段，該新的資料段由該偵測單元和該處理單元進行偵測及判斷，藉以持續對每一筆資料段執行該眼動雜訊的去除動作。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之即時多通道自動眼動雜

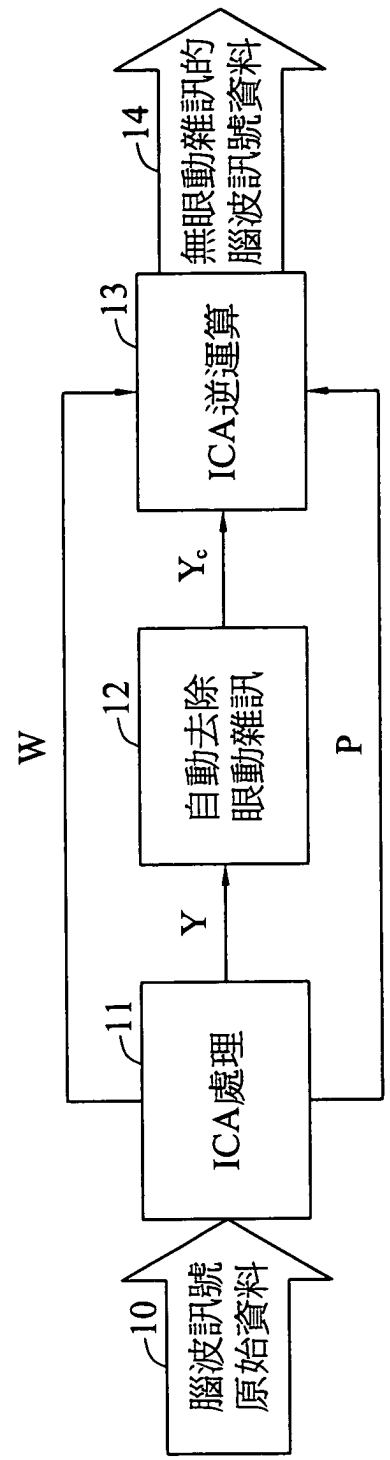
訊去除器，其中，該暫存單元係以先進先出方式將該多筆獨立成分資料儲存至該資料段。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之即時多通道自動眼動雜訊去除器，其中，該處理單元判定該資料段是否含有眼動雜訊包括判斷該資料段之邊界是否有眼動雜訊。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之即時多通道自動眼動雜訊去除器，其中，當該處理單元比較該取樣熵值係小於一預定閥值時，則判定該資料段含有該眼動雜訊。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之即時多通道自動眼動雜訊去除器，其中，該處理單元對於含有該眼動雜訊之資料段係輸出 0 值作為該結果資料，反之，則輸出該資料段中第 96 筆獨立成分資料作為該結果資料。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之即時多通道自動眼動雜訊去除器，其中，該偵測單元係於該資料段內之獨立成分資料筆數為 128 筆時，開始進行該眼動雜訊的偵測。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之即時多通道自動眼動雜訊去除器，其中，該接收單元係接收由一獨立成分分析處理器執行獨立成分分析後所產生之該獨立成分資料。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之即時多通道自動眼動雜訊去除器，該處理單元更包括依序完成同一時間區段中多個通道之各別資料段之眼動雜訊去除。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述之即時多通道自動眼動雜

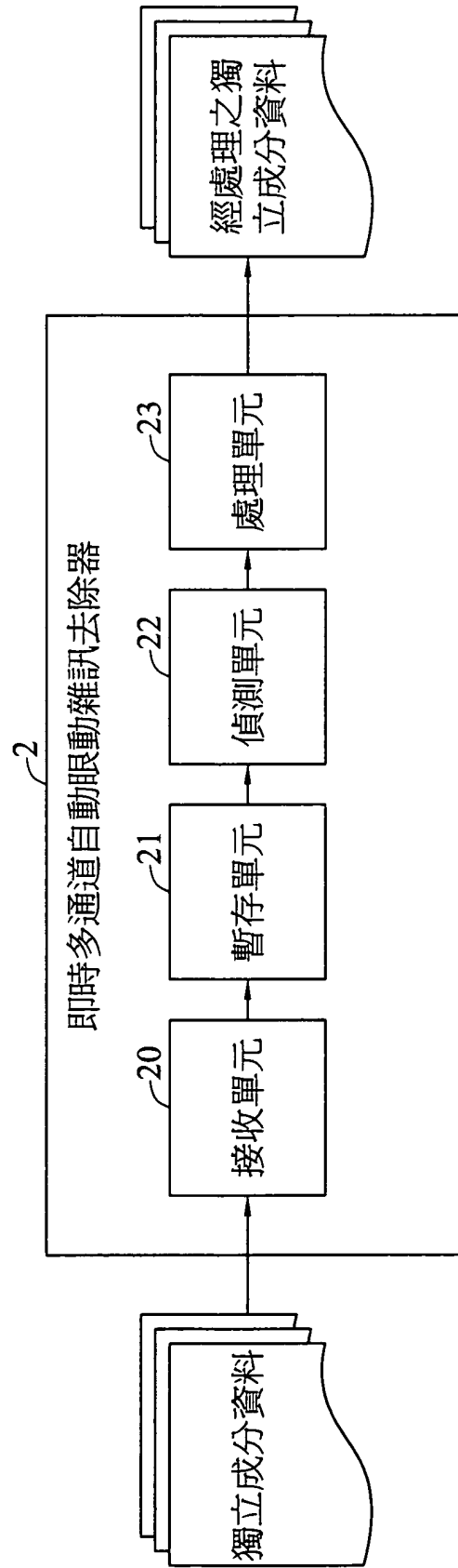
訊去除器，其中，由該處理單元進行該眼動雜訊去除所輸出之該已處理獨立成分資料，經獨立成分分析的逆運算後係成爲無眼動雜訊之腦波訊號資料。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之即時多通道自動眼動雜訊去除器，其中，該無眼動雜訊之腦波訊號資料係供後續腦波重建運算之用。

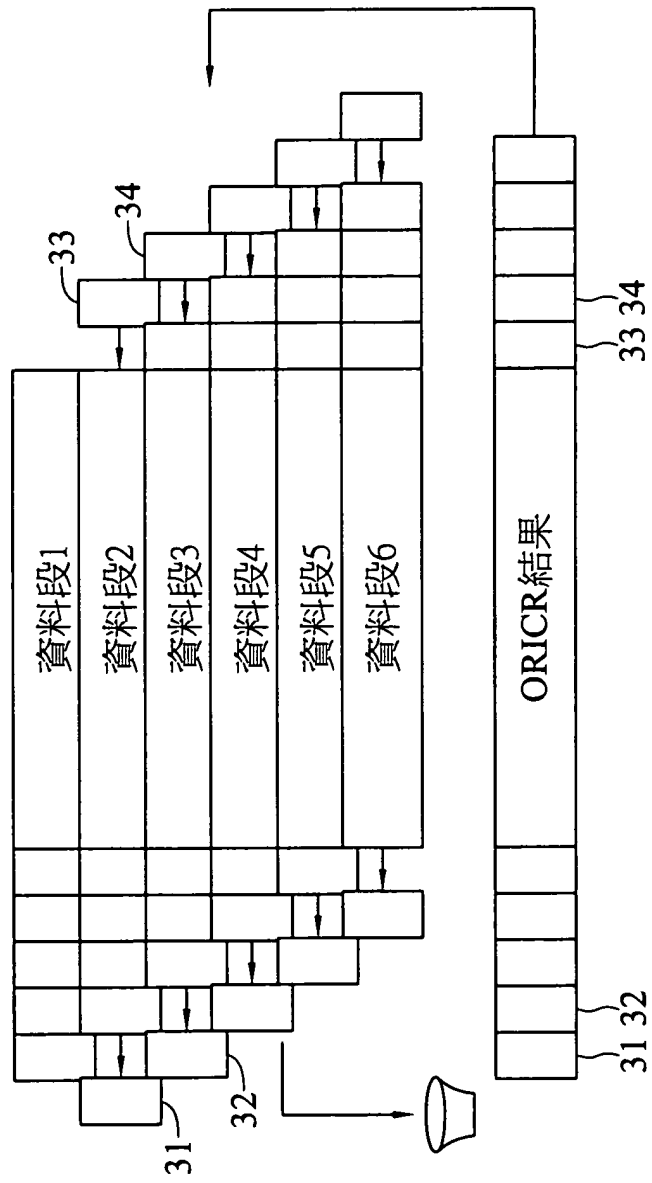
圖式



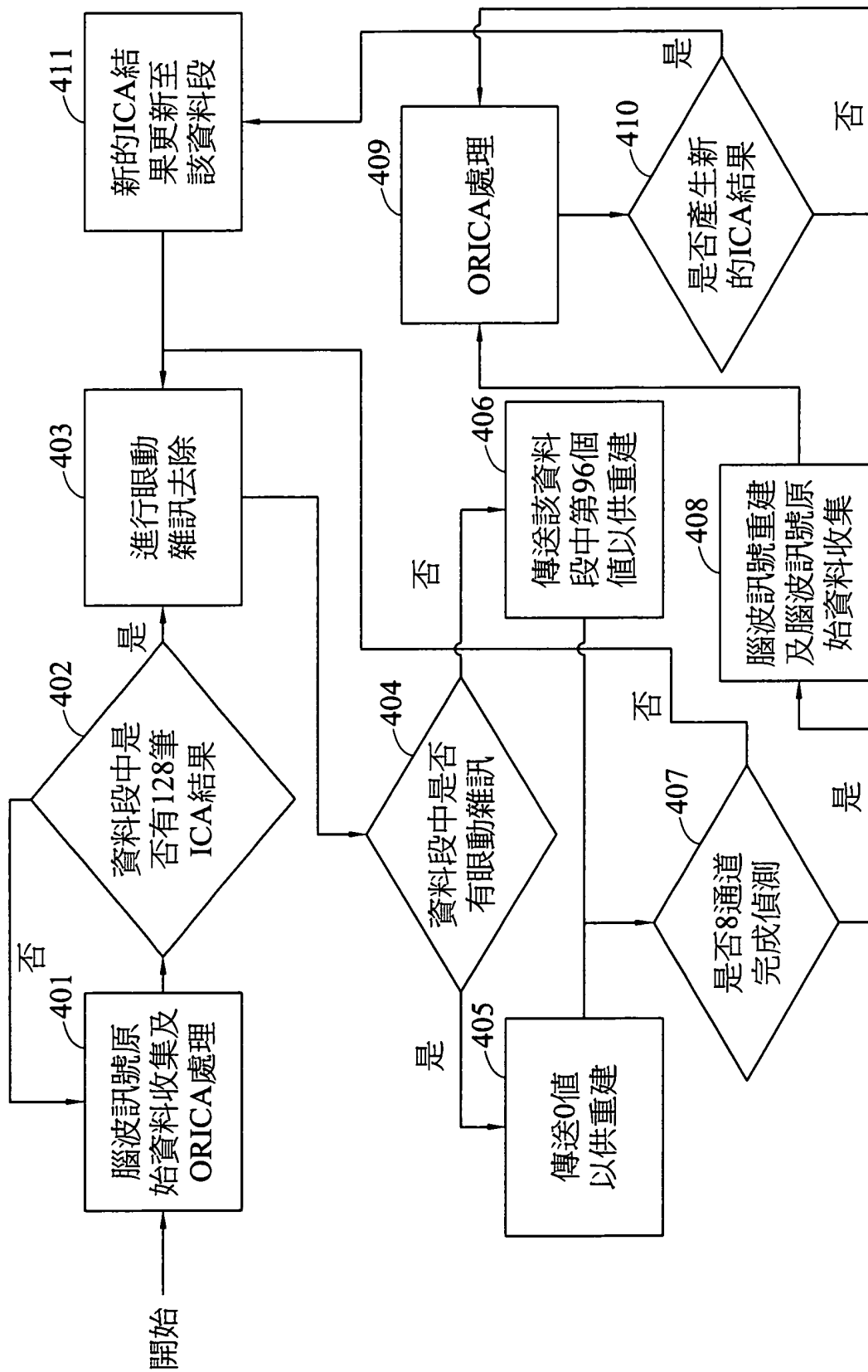
第1圖



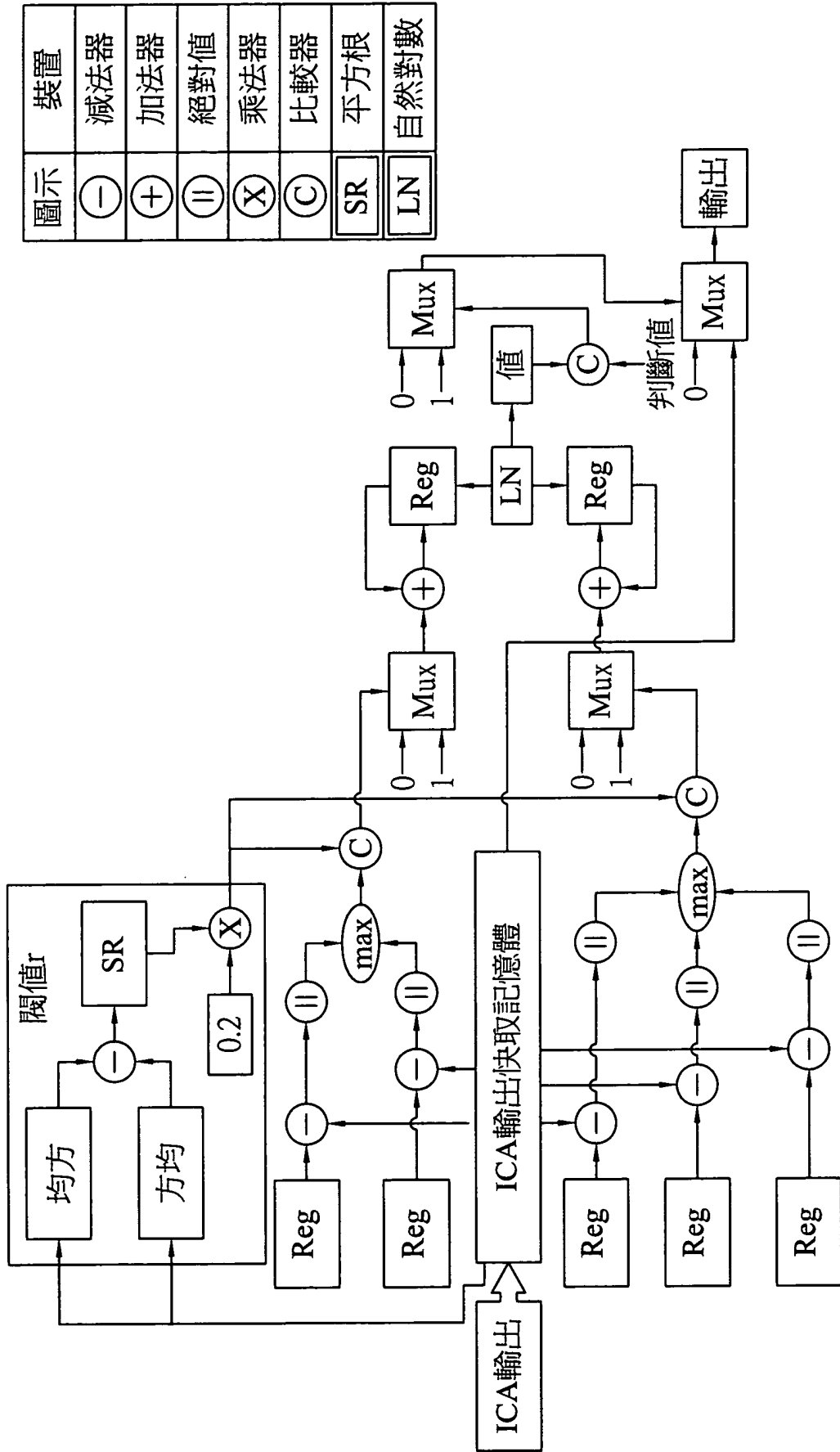
第2圖



第3圖

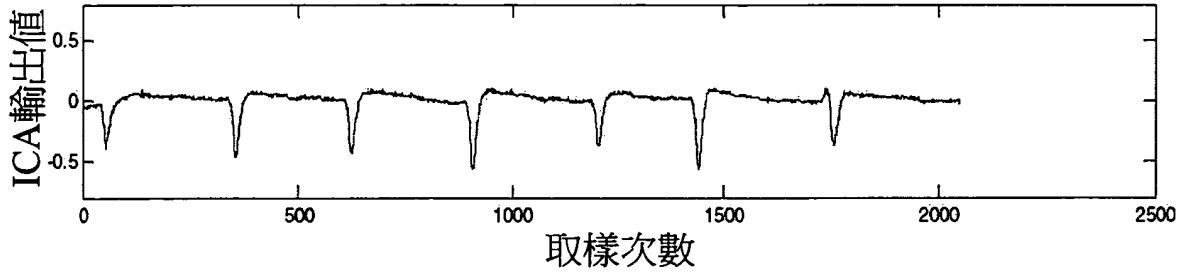


第4圖

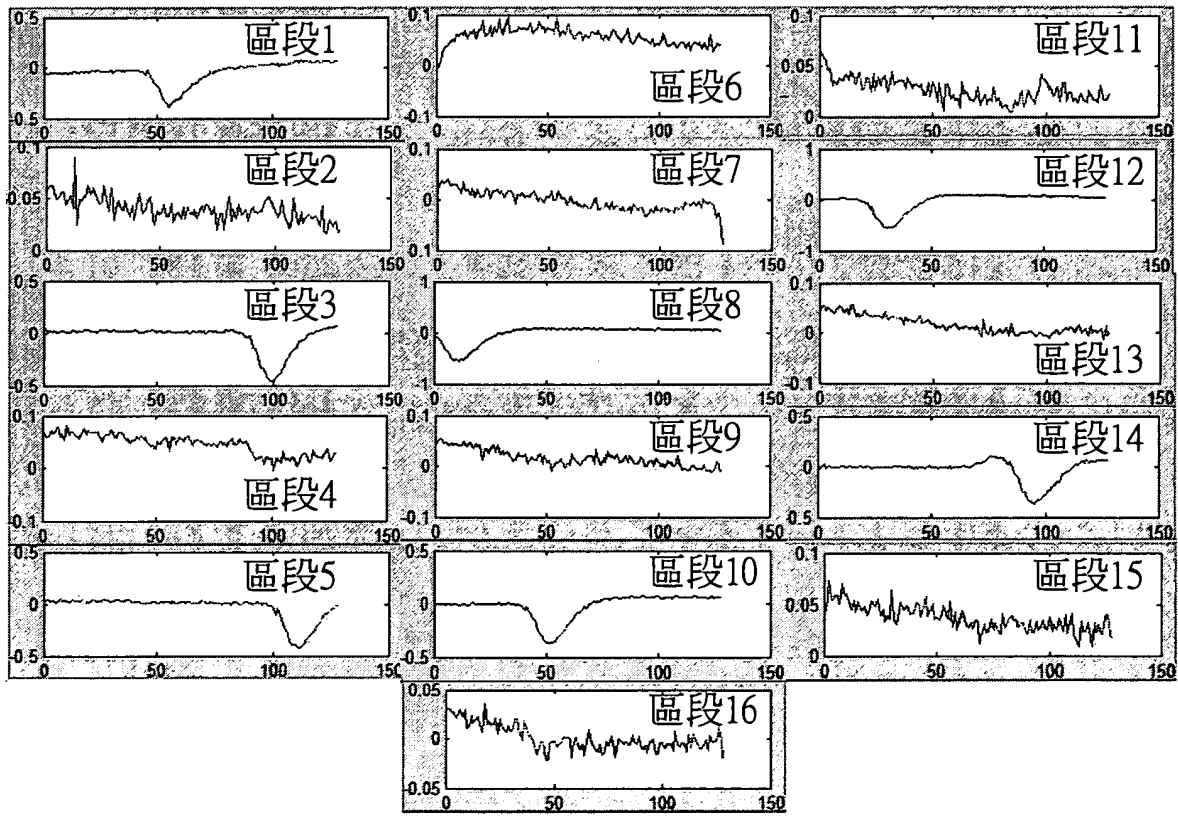


圖示	裝置
⊖	減法器
⊕	加法器
∥	絕對值
⊗	乘法器
⊙	比較器
SR	平方根
LN	自然對數

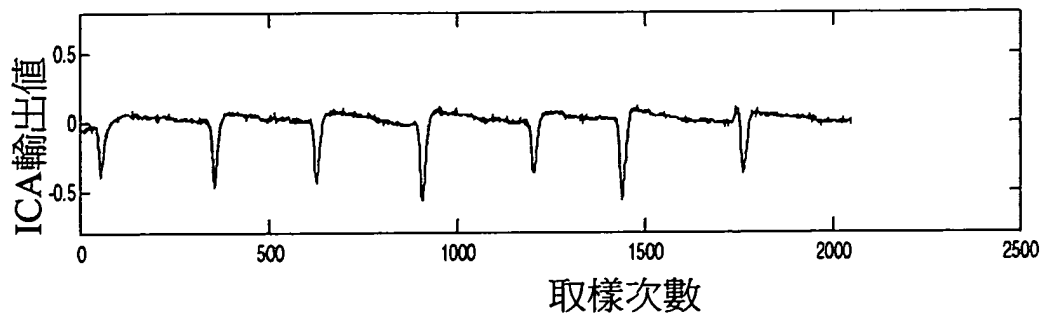
第5圖



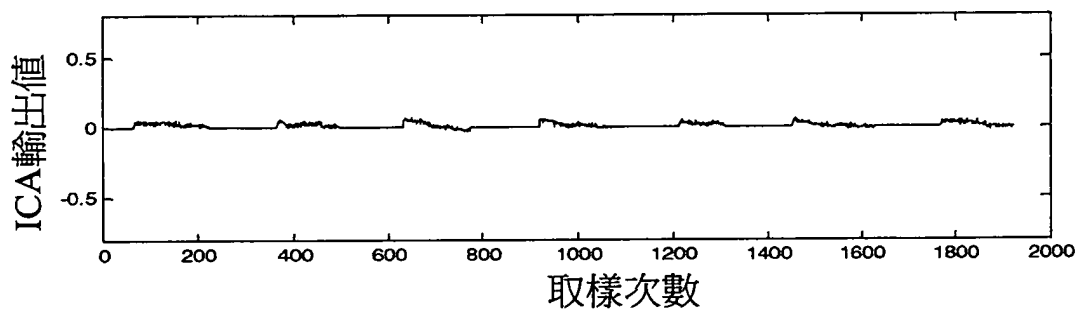
第6A圖



第6B圖



第7A圖



第7B圖