



(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 I493916 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：102103020

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 25 日

(51)Int. Cl. : *H04L1/00 (2006.01)**H04L1/20 (2006.01)*

(30)優先權：2012/01/27 美國

61/591,735

2013/01/22 美國

13/747,383

(71)申請人：蘋果公司(美國) APPLE INC. (US)

美國

(72)發明人：威特拜 史崔芬思 科林 WHITBY-STREVENS, COLIN (GB)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 7062687B1

US 2002/0057667A1

US 2010/0118795A1

WO 2011/044793A1

審查人員：王紋星

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：5 共 29 頁

(54)名稱

用於錯誤率估計之方法及裝置

METHODS AND APPARATUS FOR ERROR RATE ESTIMATION

(57)摘要

用於估計接收錯誤率之方法及裝置。在一實施例中，相對於諸如一高速高清晰度多媒體介面(HDMI)介面之一匯流排介面進行接收錯誤率之該估計，且該方法利用違反轉變最小化差分發信號(TMDS)符號規則的損毀符號，該等損毀符號易於進行偵測及計數。在一例示性實施中，可自偵測到之無效符號的數目估計一符號錯誤率(SER)。該 SER 可用以診斷該 HDMI 介面之效能，且視情況，作為用於選擇或實施校正動作之一基礎。

Methods and apparatus for estimating received error rates. In one embodiment, the estimation of received error rates is conducted in relation to a bus interface such as a high-speed High-Definition Multimedia Interface (HDMI) interface, and the method utilizes corrupted symbols that violate TMDS symbol rules, the corrupted symbols being easily detected and counted. In one exemplary implementation, a symbol error rate (SER) can be estimated from the number of detected invalid symbols. The SER can be used to diagnose the performance of the HDMI interface, and optionally as a basis for selecting or implementing corrective action(s).

300 . . . 用於估計高  
速匯流排介面上的接  
收錯誤率之一般化方  
法

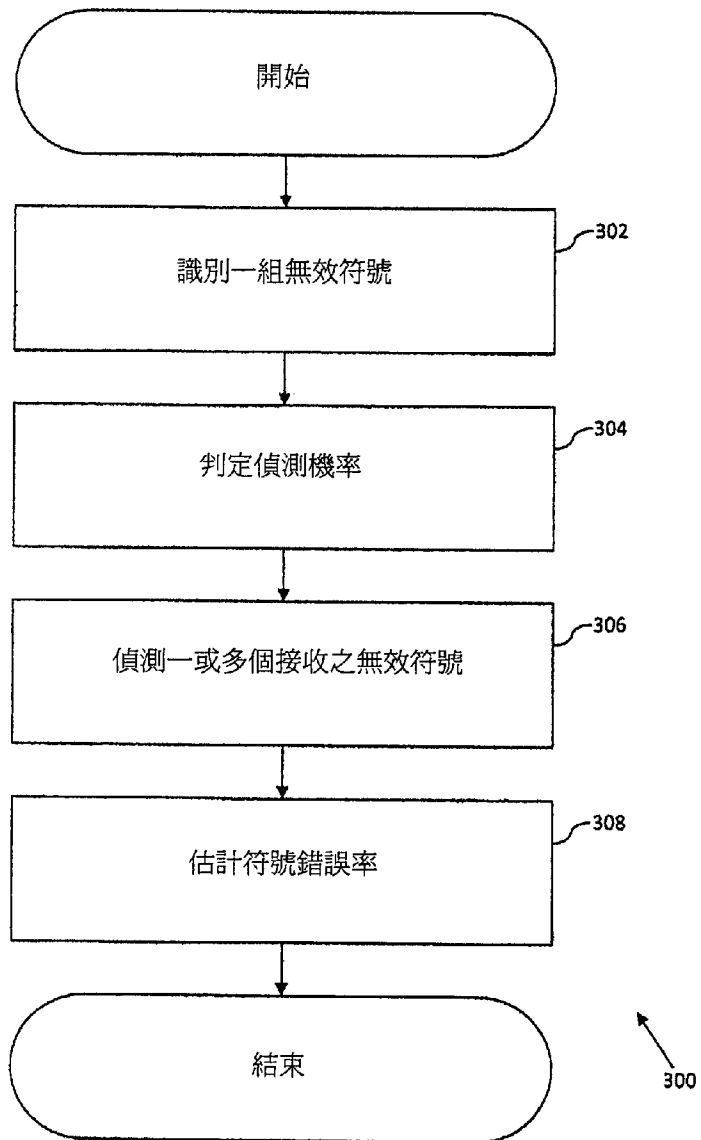


圖3

## 發明摘要

※ 申請案號：102103020

※ 申請日：102.1.25

※ IPC 分類：H04L 1/00 (2006.1)  
H04L 1/20 (2006.1)

## 【發明名稱】

用於錯誤率估計之方法及裝置

METHODS AND APPARATUS FOR ERROR RATE ESTIMATION

## 【中文】

用於估計接收錯誤率之方法及裝置。在一實施例中，相對於諸如一高速高清晰度多媒體介面(HDMI)介面之一匯流排介面進行接收錯誤率之該估計，且該方法利用違反轉變最小化差分發信號(TMDS)符號規則的損毀符號，該等損毀符號易於進行偵測及計數。在一例示性實施中，可自偵測到之無效符號的數目估計一符號錯誤率(SER)。該SER可用以診斷該HDMI介面之效能，且視情況，作為用於選擇或實施校正動作之一基礎。

## 【英文】

Methods and apparatus for estimating received error rates. In one embodiment, the estimation of received error rates is conducted in relation to a bus interface such as a high-speed High-Definition Multimedia Interface (HDMI) interface, and the method utilizes corrupted symbols that violate TMDS symbol rules, the corrupted symbols being easily detected and counted. In one exemplary implementation, a symbol error rate (SER) can be estimated from the number of detected invalid symbols. The SER can be used to diagnose the performance of the HDMI interface, and optionally as a basis for selecting or implementing corrective action(s).

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**第（3）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

300      用於估計高速匯流排介面上的接收錯誤率之一般化方法

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：**

（無）

# 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】

用於錯誤率估計之方法及裝置

METHODS AND APPARATUS FOR ERROR RATE ESTIMATION

## 優先權

本申請案主張2013年1月22日申請且題為「METHODS AND APPARATUS FOR ERROR RATE ESTIMATION」的共同擁有、同在申請中之美國專利申請案第13/747,383號之優先權，該專利申請案主張2012年1月27日申請且題為「METHODS AND APPARATUS FOR ERROR RATE ESTIMATION」的美國臨時專利申請案第61/591,735號之優先權，前述申請案中之每一者以引用的方式全部併入本文中。

## 相關申請案

本申請案與以下共同擁有、同在申請中之申請案有關：2013年1月22日申請且題為「METHODS AND APPARATUS FOR THE INTELLIGENT SCRAMBLING OF CONTROL SYMBOLS」的美國專利申請案第13/747,264號，及2010年12月22日申請且題為「METHODS AND APPARATUS FOR THE INTELLIGENT ASSOCIATION OF CONTROL SYMBOLS」的美國專利申請案第12/976,274號，及2012年10月9日申請且題為「METHODS AND APPARATUS FOR THE INTELLIGENT SCRAMBLING OF CONTROL SYMBOLS」的美國臨時專利申請案第61/711,656號，前述申請案中之每一者以引用的方式全部併入本文中。

## 【技術領域】

本發明大體係關於資料網路連接及電信之領域。更明確而言，

在一例示性態樣中，本發明係針對估計在(例如)一匯流排介面上的接收錯誤率。

### 【先前技術】

高清晰度多媒體介面(*HDMI*)為用於將多媒體資料源連接至多媒體顯示器件之一例示性數位顯示器介面標準。現有*HDMI*器件通常支援視訊資料、音訊資料、控制資料，且視情況支援網路連接。歷史上，*HDMI*經開發以改良影音(A/V)介面能力，同時仍支援舊版介面(例如，數位視覺介面(DVI))。然而，舊版發信號標準係關於對於許多消費型電子器件不再準確之假設來設計。特定言之，激進的器件形式因數(例如，空間上非常緊密、含有金屬外殼或其他組件等之激進的器件形式因數)可經歷迄今未知之鏈路可靠性問題。

舉例而言，*HDMI*使用轉變最小化差分發信號(TMDS)來減少電磁干擾(EMI)，且輔助準確的時鐘恢復。TMDS將八(8)位元資料映射至十(10)位元符號。該映射減小可對位元錯誤有影響的突增或不足量發信號轉變之可能性。另外，TMDS確保資料具有規則轉變，其為時鐘資料恢復所需。TMDS之映射方案足夠簡單以完全在鏈路層硬體中處置，亦即，無需較高層軟體之輔助。

遺憾地，*HDMI*之現有實體化不具有用於診斷操作期間之鏈路品質的適當機制。針對本文中隨後更詳細論述之原因，使用習知錯誤偵測技術難以分辨損毀*HDMI*資料與正常*HDMI*資料。舉例而言，用於判定位元錯誤率(BER)之解決方案係基於對傳輸期間的錯誤位元之數目進行計數。由於*HDMI*接收器不能偵測位元錯誤，因此此等接收器不能實施傳統BER度量。

因此，對於*HDMI*器件(及遭受類似不足之處的其他非*HDMI*技術)，需要用於偵測及/或表徵連接品質之改良之方法及裝置。

### 【發明內容】

本發明藉由尤其提供用於估計接收錯誤率(諸如，在一匯流排介面上)之改良之裝置及方法來滿足前述需求。

揭示一種用於估計接收錯誤率之方法。在一實施例中，該方法包括：基於一或多個操作模式識別一組無效符號；判定偵測到一無效符號之一可能性；偵測一或多個接收之無效符號；及至少部分基於該偵測到之一或多個所接收之無效符號及該判定之可能性估計符號錯誤之一數目。

在一變體中，至少部分基於對應於一預定協定格式的有效符號之一清單來偵測該接收之無效符號。

在其他變體中，至少部分基於該接收之符號對照有效符號之一或多個清單的一比較來偵測該接收之無效符號。在一個此種實例中，一或多個操作模式中之每一操作模式與有效符號之一各別清單相關聯。

在一變體中，該方法進一步包括：對該偵測到之一或多個所接收之無效符號之一數目進行計數，其中符號錯誤的該估計之數目進一步至少部分基於偵測到之一或多個所接收之無效符號的該計數之數目。

在其他變體中，該方法包括對所接收之有效符號之一數目進行計數，其中符號錯誤的該估計之數目進一步至少部分基於所接收之有效符號的該計數之數目。

在又一變體中，估計接收錯誤率係相對於一高速匯流排介面而進行。

揭示一種用於估計一符號錯誤率之裝置。在一實施例中，該裝置包括：一或多個介面，該一或多個介面經組態以接收來自一上游器件之資料通信；及至少一控制器，其與該一或多個介面操作通信，該至少一控制器經組態以：偵測在該一或多個介面上接收之一或多個無

效符號；判定一或多個不可偵測無效符號之一出現之一機率；及至少基於該偵測之一或多個無效符號及該判定之機率估計符號錯誤之一數目。

在一變體中，該至少一控制器經進一步組態以追蹤該估計之數目。在一例示性實施中，該至少一控制器經進一步組態以：偵測與該一或多個介面通信的該上游器件具有操作狀態之一改變；及在該偵測後，將該追蹤之數目重設至一初始計數器值。在一些情況下，該偵測到之操作狀態改變包括該上游器件自該一或多個介面斷開連接。或者，該偵測到之操作狀態改變包括該上游器件進入至一低電力模式。

在一第二變體中，該至少一控制器經進一步組態以追蹤在該一或多個介面上接收的有效符號之一數目。

在一第三變體中，至少部分基於與一資料格式的遵從性之缺乏來偵測無效符號。

各種實施可包括遵從一高清晰度多媒體介面(HDMI)標準的該一或多個介面中之至少一者。

揭示一種考量在一資料介面上的不當錯誤之方法。在一實施例中，該方法包括：在選自複數個操作模式中之一操作模式期間接收一或多個符號；至少部分基於與該選定操作模式相關聯之一組規則判定該接收之一或多個符號的一無效性；判定偵測到一無效符號之一可能性；及至少部分基於該判定之無效的一或多個符號及該判定之可能性追蹤該一或多個符號中的全部無效符號之一估計之數目。

在一變體中，該判定該接收之一或多個符號無效進一步至少部分基於驗證該接收之一或多個符號對應於一當前運行不均等值(running disparity)。在一些情況下，當該接收之一或多個符號中的一符號具有與該當前運行不均等值之一不均等值不匹配時，將該符號判定為無效。在其他情況下，在判定該一或多個符號中的一符號具有與

該當前運行不均等值之一不均等值不匹配後，該方法包括：針對所有不均等值對照所有有效符號之一集區檢查該符號；及當該符號不能匹配該等有效符號中之任一者時，將該符號判定為無效。

在另一變體中，該方法包括在無效符號的該估計之數目超過一錯誤臨限值後，制定一校正動作。在一些變體中，該校正動作至少包括向傳輸該一或多個符號之一源器件指示一傳輸問題。

一般熟習此項技術者參照隨附圖式及如下給出的例示性實施例之詳細描述將立即認識到本發明之其他特徵及優勢。

### 【圖式簡單說明】

圖1為可與本發明一起使用的一例示性多媒體系統之圖形表示。

圖2為可與本發明一起使用的構成視訊資料之720×480個像素之圖框的資料訊務之圖形表示。

圖3為說明根據本發明的用於估計在高速匯流排介面上的接收錯誤率之一般化方法之一實施例的邏輯流程圖。

圖4為說明根據本發明的實施符號錯誤估計之邏輯狀態圖之一例示性實施例之邏輯流程圖。

圖5為表示經組態以估計符號錯誤率之一例示性使用者器件裝置之邏輯方塊圖。

所有圖的版權(2012-2013)歸Apple公司所有。保留所有權利。

### 【實施方式】

現在對圖式進行參考，其中貫穿全文，相同數字指相同部分。

### 綜述

在本發明之一實施例中，將與資料鏈路或介面相關聯之總體效能判定為符號錯誤之估計數目或符號錯誤率(SER)。詳言之，雖然在某些類型之資料鏈路或介面(諸如，遵從前述HDMI標準之資料鏈路或介面)中，實際上不可能識別位元是否已損毀，但某些類型之位元損

毀將產生不遵守一或多個協定規則之無效符號。甚至在位元損毀未知之情況下，仍可偵測此等無效符號。

此外，在本發明之另一實施例中，由於某些位元損毀產生有效符號，所以揭示基於偵測到之無效符號及偵測到之可能性(例如，機率)兩者來估計符號錯誤之總數的方案。

雖然在前述技術下產生的符號錯誤之估計數目並不與習知位元錯誤率(BER)量測相同，但符號錯誤之數目仍然尤其適用於診斷效能問題。

### 例示性實施例之詳細描述

現詳細描述本發明之例示性實施例。雖然主要在高清晰度多媒體介面(HDMI)鏈路或介面操作之情況下論述此等實施例，但給定本發明，一般熟習此項技術者將認識到，本發明之實施例不限於此。事實上，本文中描述之各種原理適用於且易於適於可受益於如本文中描述之錯誤率估計的任何資料匯流排介面。

現參看圖1，說明一例示性多媒體系統。如所示，系統100包括一或多個多媒體源102及一或多個多媒體接收點104。多媒體源之常見實例包括(不限於)媒體播放器(例如，數位視訊光碟(DVD)播放器、藍光播放器等)、內容遞送網路、音訊/視覺(A/V)設備(例如，攝錄影機等)、個人電腦(PC)等。多媒體接收點之常見實例包括(不限於)媒體顯示器、電視、監視器等。

在本發明之一例示性實施例中，多媒體系統包含遵從高清晰度多媒體介面(HDMI)之源及接收點。例示性HDMI介面包含由以下各者組成之四(4)個差分發信號對：三(3)個資料通道(資料通道0、資料通道1、資料通道2)及一時鐘(由1/10位元率頻率表徵)。在其他組態(諸如，HDMI之未來實施)中，可用另一資料通道替換時鐘差分對。差分發信號對經進一步組態用於基於如本文中先前所描述且如為HDMI標

準所熟知之轉變最小化差分發信號(TMDS)而操作。

圖2為表示視訊資料之720×480個像素之圖框的例示性資料訊務之圖形表示。應注意，前述解析度僅說明普通視訊圖框大小，一般熟習相關技術者應瞭解，可代之以其他視訊圖框大小。順帶言之，*HDMI*之當前實體化指定五(5)個不同類型之資訊：(i)控制資訊；(ii)前置項；(iii)防護頻帶；(iv)資料島資料；及(v)視訊資料。如在圖2中所示，前45個掃描線構成垂直消隱間隔。其後，每一掃描線之前138個像素為水平消隱間隔，其餘720個像素為視訊資料。在水平及垂直消隱間隔兩者期間，資料通道可傳輸控制資料或資料島。提供前置項及防護頻帶資訊以促進對資料島及/或視訊資料之識別。前置項緊接在資料島週期及視訊資料週期之前。視訊資料週期及資料島週期皆開始於防護頻帶。資料島週期亦可結束於防護頻帶。

*HDMI* TMDS基於資料之類型觀測一固定規則集合，其實現可能符號之僅一子集。此外，為了簡單起見，僅使用10位元型樣表示待傳輸之資訊(亦即，符號在長度上不改變)。特定言之，用於控制及前置項傳輸之10位元編碼共用與用於其他類型資料(防護頻帶、資料島及視訊資料)的10位元符號不相交(亦即，不重疊)之共同符號。類似地，用於資料島傳輸之10位元符號編碼(亦稱作TERC4(TMDS誤差減小編碼4位元)編碼)截然不同。用於防護頻帶之10位元符號為用於視訊資料的符號編碼之一子集。

遺憾地，不可能偵測到可能在TMDS 10位元符號中出現之每一單位元錯誤，此係由於10位元編碼不提供冗餘資訊(與前向錯誤校正(FEC)碼不同，例如，漢明(hamming)碼、同位碼、維特比(Viterbi)碼、渦輪碼等)。類似地，許多其他線編碼(line code)(諸如，IBM 8B/10B)藉由檢驗運行不均等值來判定位元錯誤。運行不均等值為基於1(電壓高)及0(電壓低)之運行計數的值。舉例而言，8B/10B確保傳

輸的1之數目與傳輸的0之數目之間的差限於在每一符號之最後不大於1 (+1或-1)。藉由保持非常嚴格控制運行不均等值之，8B/10B可立即識別位元錯誤(若在傳輸器與接收器之間的運行不均等值不同，則已出現位元錯誤)。遺憾地，藉由TMD5編碼，運行不均等值可達為十(10)之差；因此，在無TMD5之偵測之情況下，可出現許多單位元錯誤。

此外，若10位元符號具有單一損毀位元，則解映射之8位元資料可具有不同的損毀程度(亦即，符號中之單位元錯誤可能映射成資料中之多位元錯誤)。由於正對較高層軟體透明地執行10位元符號至8位元資料之解映射，因此較高層校正方案不能解決此不足。因此等原因，對TMD5接收器執行之習知位元錯誤率(BER)分析為總體鏈路效能的不準確度量。

因此，在一例示性實施中，將總體鏈路效能作為符號錯誤之數目或符號錯誤率(SER)而非位元錯誤率(BER)來量測。特定言之，雖然習知BER為有用的軟體度量，但BER可能不解決基於TMD5之接收器的基礎實體鏈路問題。更一般而言，對於對未校正之符號執行數位操縱(例如，解映射)之系統，SER可為鏈路效能之有用預測子。

如先前所敘述，不可能偵測到可能出現於TMD5 10位元符號中之每一單位元錯誤，然而，違反了TMD5符號規則的損毀符號可易於被偵測到及計數。因此，可自偵測到之無效符號的數目及在正常操作下成立之一組假設來估計符號錯誤之數目或符號錯誤率(SER)。特定言之，在正常操作期間，歸因於累積之符號間干擾(ISI)(基於先前運行長度)及隨機抖動，單位元錯誤出現於位元值轉變處。因此，假定位元錯誤隨機均勻地分佈(亦即，10位元符號中之每一位元具有同等的損毀機率)且非常稀疏。

基於前述假設，由本發明受讓人進行的數字分析指示在視訊資

料週期期間，約76%之單位元錯誤將會將有效TMDS 10位元符號轉換成無效10位元符號(其可被偵測到)。在該等情況之其餘24%中，單位元錯誤將會將有效TMDS 10位元符號轉換成不同但仍有效的TMDS 10位元符號(亦即，不可偵測)。

因此，在一例示性實施中，偵測到之無效符號錯誤的數目用以估計符號錯誤之總數；特定言之，可對所接收的無效符號之數目進行計數且乘以自有效-有效損毀及有效-無效損毀之數目判定的比率。更一般而言，可基於所接收的無效符號之數目及符號錯誤之偵測到之機率來估計符號錯誤之總數。

用於估計符號錯誤之此等方案可尤其用以大大地改良接收器操作之多個態樣。舉例而言，*HDMI*收發器之符號錯誤率(SER)可用以藉由在接收器處施加加壓信號(stressed signal)及量測SER來在接收器處執行抖動容許度測試。SER資訊可識別由信號完整性失效(導致高SER)或較高程度之協定失效(藉由驗證SER為低)造成的互操作性問題，或採取其他校正/補救動作(包括充當至較高階邏輯處理程序或演算法之輸入以自動診斷/校正問題)。

此外，藉由提供鏈路品質之準確表示，源器件可針對鏈路能力智慧地調適顯示器解析度(或其他資料有效負載)(例如，減小高SER期間之有效負載大小)，或向使用者通知與通道有關之問題(例如，不良電纜效能)。SER亦可用以校準接收器組件，諸如，內部自適應等化器(該等化器可在等化不充分及過等化之情況下判定適當等化值)。SER之其他用途包括(不限於)統計效能、模型化及設計回饋以及製造測試。

#### 方法一

圖3說明用於估計高速匯流排介面上的接收錯誤率之一般化方法300之一實施例。

在方法300之步驟302，識別一組無效(或者有效)符號。如本文中所使用，術語「無效」及「無效性」指與預定格式不一致之資料結構。相反地，如本文中所使用，術語「有效」及「有效性」指與預定格式一致之資料結構。最後，如本文中所使用，術語「不確定」指尚未針對與預定格式之一致性評估之資料結構，或者，指不具有預定格式之資料結構。舉例而言，在一例示性實施例中，針對每一接收器操作模式(或內容脈絡)維護有效符號之一清單。若所接收之符號在該清單中，則其有效。若其不在該清單中，則其無效。雖然此方案提出「有效集合」與「無效集合」，但應瞭解，其他方案可併有「不確定」集合(亦即，不被認為有效或無效之符號)。

在該方法之一例示性實施例中，基於資料格式識別一組無效符號(或者有效符號)。舉例而言，在一實施中，高清晰度多媒體介面(HDMI)傳輸由若干已知週期構成；亦即，垂直消隱週期、水平消隱週期及視訊資料週期。在此等週期中之每一者內，僅存在某些類型之可傳輸的資料，此等類型包括：(i)控制資訊、(ii)前置項、(iii)防護頻帶、(iv)資料島資料及(v)視訊資料。

在此內容脈絡內，每一類型之資料可進一步實施某些規則。規則之常見實例包括(不限於)：(i)資料型樣之一有限子集(例如，在1024個可能的型樣中，僅256個型樣有效，等)；(ii)資料轉變之數目(例如，固定轉變數目、運行不均等值等)；(iii)最小或最大轉變數目(例如，最大執行長度等)；(iv)一符號之存在或不存在(例如，錯過或雙倍計數邊界符號等)等。

與多媒體應用相關聯的資料格式之常見實例包括(不限於)：音訊編解碼器資料、視訊編解碼器資料、經格式化之文字資料、串流資料格式、壓縮格式等。在相關技術內較一般地使用之其他資料格式包括：封包化資料、圖框資料、時槽式資料、資料區塊等。

在又一實施例中，基於接收器操作模式識別一組無效符號(或者，有效符號)。舉例而言，某些線編碼藉由僅使用可用型樣之一子集來限制資料中之最大「執行長度」。一個此種實例為轉變最小化差分發信號(TMDS)，其將8位元資料映射至10位元符號(亦即，將 $2^8$  (256)個可能資料型樣映射至具有 $2^{10}$  (1024)個可能型樣之符號；在任一時間僅利用該組全部10位元符號中之四分之一(256/1024))。線編碼之其他實例包括(例如)4B3T、八至十四調變(EFM)、4B/5B、6B/8B、8B/10B、64B/66B、128B/130B等。

適用於本發明的接收器操作模式之其他實例包括(不限於)：電力模式、速度模式、主/從模式等。舉例而言，某些收發器可支援僅允許某一資料量(例如，減小之資料速率)或某一類型之資料傳輸(例如，喚醒發信號、所謂的「活動信號」(heart beat)發信號等)的不同程度之低電力/睡眠模式。在另一實例中，支援高速模式及低速模式之收發器可根據速度而實施不同類型之資料編碼(例如，線編碼等)或協定(例如，仲裁、應答等)。其他收發器可基於收發器主模式、從模式、同級間模式、網路模式等而支援不同協定。

給定本發明，一般熟習此項者將易於認識到，在收發器技術中可使用廣泛的各種各樣之不同方案來基於一或多個協定規則識別一組無效(或者有效)符號。

在方法300之步驟304，判定偵測到無效(或者有效)符號之可能性度量(例如，機率)。在一例示性實施例中，可能性度量為基於無效及有效集合之數字分析的偵測機率。舉例而言，在一例示性TMDS實施例中，約76%之單位元錯誤將會將有效TMDS 10位元符號轉換成無效10位元符號；另外，單位元錯誤將會將有效TMDS 10位元符號轉換成不同但仍有效的TMDS 10位元符號。在此實例中，有效-有效損毀(在該情況下，未偵測到符號錯誤)與有效-無效損毀(在該情況下，可偵測

到符號錯誤)之間的比率可用以估計總符號錯誤數。大致四(4)個符號中之三(3)個無效且可被偵測到，因此可按133%來修改偵測到之無效符號錯誤以產生符號錯誤之實際數目的估計。

在其他實施例中，偵測機率可考慮其他因素，諸如，樣本大小(對於小樣本大小，錯誤率可能錯誤地表示實際效能)、可能或多或少被損毀之各種位元(加權之位元損毀可使有效-有效及有效-無效損毀之機率有偏頗)等。

在方法300之步驟306處，接收器偵測一或多個接收之無效(或者有效)符號。在一例示性實施例中，在正常操作期間，接收器執行無效的所接收符號之數目之累加計數。或者，接收器可對有效符號進行計數；例如，在不頻繁發送符號之實施例中，有效符號計數可比無效符號計數提供更多資訊。

在一變體中，在固定時間間隔上執行計數。固定時間間隔可適用於正規化之比較(例如，歷史分析等)且適用於符號錯誤率(SER)之判定。

在另一變體中，執行計數，直至重設；所謂的「運行」計數適用於廣泛範圍之診斷(例如，尤其在非常長的測試上)。

在再一變體中，根據觸發事件啟用或停用計數；在診斷技術內充分理解觸發事件，且觸發事件通常用以將診斷努力聚焦於所關心之特定事件。常見觸發事件包括(例如)：軟體執行、特定異動、軟體之啟用及停用、特定資料型樣等。

在步驟308，接收器判定符號錯誤的估計之數目。在一例示性實施例中，符號錯誤的估計之數目係基於偵測到之符號錯誤及所判定之偵測機率。各種實施例可另外致能各種報告機制，例如，詢問、輪詢、觸發之報告等。

**實例操作一**

如先前所敘述，高清晰度多媒體介面(*HDMI*)轉變最小化差分發信號(*TMDS*)不能準確判定位元錯誤率(*BER*)。然而，在*HDMI TMDS*之內容脈絡內，協定遵守限制可在某些接收器操作期間使用的符號之類型之一組規則。在一例示性實施例中，用於*HDMI TMDS*之規則包括：

(i)在控制週期期間，僅有的有效符號為控制符號及前置項符號；

(ii)在前置項接收期間，僅有的有效符號為前置項符號及防護頻帶符號；

(iii)在防護頻帶接收期間，僅有的有效符號為防護頻帶符號及視訊資料以及資料島資料；

(iv)在資料島資料之接收期間，僅有的有效符號為資料島資料、防護頻帶符號及控制符號；及

(v)在視訊資料之接收期間，僅有的有效符號為視訊資料及控制符號。

可偵測到不遵守前述規則的接收之符號，甚至在損毀之確切性質未知之情況下亦如此。

因此，在一例示性實施例中，高清晰度多媒體介面(*HDMI*)*TMDS*接收器對在一或多個操作模式(例如，垂直消隱週期、水平消隱週期及視訊資料週期)期間接收的無效符號之數目進行計數。圖4說明藉由兩(2)個主狀態(「控制週期」402及「資料週期」404)及一可選狀態「鬆檢查」406實施一例示性符號錯誤估計之簡化邏輯狀態圖之表示。

應瞭解，若需要，可根據本發明實施比以上闡明之方案複雜的方案；然而，本發明之發明者已發現準確度之改良顯著減少。舉例而言，針對控制符號及前置項使用之編碼來自共同符號之一小集合；因

此，可將控制符號與前置項分群在一起，而無顯著影響。類似地，防護頻帶僅傳輸歷時非常短的時間段(兩個符號)內，因此防護頻帶符號之明確檢查不大可能顯著影響符號錯誤計數。類似地，資料島資料相對稀少地出現。此外，資料島資料與視訊資料之間的區分需要偵測所有三個道上之前置項(資料島僅在單一道上，視訊資料提供於所有三個道上)。因此，在本發明之一例示性實施例中，將資料島資料作為視訊資料處理。然而，在將資料島與視訊資料分開來處理之其他實施例中，接著可使用較細精細度。資料島防護頻帶符號不在與資料島資料符號相同之視訊資料符號子集中；因此，接收器可檢查資料島防護頻帶符號以及TERC4(TMDS錯誤減小編碼4位元)符號檢查。

返回參看圖4，在控制週期402期間，每當接收到並非前置項符號、防護頻帶符號或控制符號的符號時，狀態機將符號錯誤計數累加一(1)。回應於偵測到防護頻帶，狀態機轉變至資料週期狀態404。

在資料週期狀態404期間，狀態機驗證所接收之符號對應於當前運行不均等值。視訊資料符號(並非用於資料島資料之符號)具有零及非零不均等值符號(0與1之數目的差)。為了確保隨著時間過去，運行不均等值(在一序列符號上，1相較於0過多或0相較於1過多)保持有限，例示性視訊資料對於同一值使用不同編碼。

特定言之，在任一符號之傳輸後的當前不均等值(被稱作Cnt())範圍自-10至+10(Cnt()始終為偶數)。存在對應於負、零及正運行不均等值的256個10位元符號之三個分群。因此，任一8位元值映射至對應於當前運行不均等值(負、零、正)之10位元符號。

因此，對照當前運行不均等值驗證所接收之10位元符號。特定言之，假定經接收且不匹配當前運行不均等值之10位元符號指示位元錯誤。如先前所指出，數字分析指示四(4)個符號錯誤中僅三(3)個將被以此方式捕捉到。因此，總的估計之符號錯誤計數為計數之值的

133%。

最後，若偵測到控制符號，則狀態機轉變至控制週期狀態402。

在一有用變體中，狀態機400另外包括當偵測到無效符號時進入之一「鬆檢查」狀態406。在鬆檢查操作期間，針對所有不均等值對照所有有效符號之集區檢查所接收之符號。鬆檢查確保傳輸器與接收器之間的不均等值不匹配不觸發過多錯誤計數。特定言之，鬆檢查旗標藉由補償有效-有效錯誤來改良準確度(有效-有效錯誤不產生無效符號)。有效-有效錯誤不能被偵測到，然而，其導致不正確的不均等值。當Cnt()轉變成不適當範圍(例如，自負至零，等)時，則將對照錯誤的表驗證正確符號，從而導致假錯誤偵測。第一個假錯誤偵測表示實際錯過的符號；然而，後續的假偵測將不必要地使錯誤計數誇大。鬆檢查旗標確保在符號錯誤計數中僅計數初次發生率。

在鬆檢查操作期間，偵測到無效符號錯誤之可能性顯著較小。因此，在每一掃描線處重設鬆檢查旗標。由於符號錯誤相對稀疏，因此對該技術之準確度的影響可忽略。

#### 裝置一

現參看圖5，說明經組態以估計符號錯誤率(SER)之一例示性裝置500。在一實施例中，該裝置包含使用者器件(例如，個人電腦(PC)(諸如，*iMac*<sup>TM</sup>、*Mac Pro*<sup>TM</sup>、*Mac Mini*<sup>TM</sup>、*MacBook*<sup>TM</sup>、*MacBook Pro*<sup>TM</sup>、*MacBook Air*<sup>TM</sup>及小型電腦，不管是桌上型、膝上型或是其他)，或行動器件(諸如，手持型電腦、PDA、視訊攝影機、機上盒、個人媒體器件(PMD))、顯示器件(例如，遵從前述高清晰度多媒體介面(HDMI)標準之顯示器件)或前述各者之任何組合)。雖然展示及論述了特定器件組態及佈局，但應認識到，給定本發明，許多其他組態可易於由一般熟習此項技術者實施，圖5之裝置500僅說明本發明之較寬泛原理。

圖5之說明之裝置500包括複數個上游埠及對應的接收元件(例如，接收器或收發器網路介面)502。如本文中所使用，術語「網路介面」或「介面」通常指與組件、網路或處理程序之任何信號、資料或軟體介面，包括(不限於)*HDMI*、數位視覺介面(*DVI*)、行動高清晰度鏈路(*MHL*)、*FireWire*(例如，*FW400*、*FW800*等)、*USB*(例如，*USB2*、*USB 2.0*、*USB 3.0*、無線*USB*)、*DisplayPort*、乙太網路(例如，*10/100*、*10/100/1000*(超高速乙太網路)、*10-Gig-E*等)、*MoCA*、串列式*ATA*(例如，*SATA*、*e-SATA*、*SATAII*)、*Ultra-ATA/DMA*、*Coaxsys*(例如，*TVnet™*)、射頻調諧器(例如，頻帶內或*OOB*、電纜數據機等)、*Wi-Fi™* (例如，*802.11a,b,g,n*，或與其有關之任何草稿標準)、*WiMAX* (*802.16*)、*PAN* (*802.15*)、*IrDA*或其他無線家族，包括藍芽。

該複數個上游埠及相關聯之接收元件502可包含一或多個上游通道及接收器裝置(例如，多工開關、接收邏輯、時鐘恢復電路等)。接收器裝置監視且選擇性啓用及停用該一或多個上游通道。在某些實施例中，接收器裝置可經調適以利用轉變最小化差分發信號(*TMDs*)協定，諸如，與本文中先前描述之例示性*HDMI*協定相關聯的協定。

處理子系統506可包含中央處理單元(*CPU*)或數位處理器(諸如，微處理器、數位信號處理器)、場可程式化閘陣列、*RISC*核心或安裝於一或多個基板上之複數個處理組件其中之一或多者。處理子系統耦接至操作記憶體504，操作記憶體504可包括(例如)*SRAM*、*FLASH*及*SDRAM*組件。如本文中所使用，術語「記憶體」包括用於儲存數位資料的任何類型之積體電路或其他儲存器件，包括(但不限於)*ROM*、*PROM*、*EEPROM*、*DRAM*、*SDRAM*、*DDR/2 SDRAM*、*EDO/FPMS*、*RLDRAM*、*SRAM*、「快閃」記憶體(例如，*NAND/NOR*)及*PSRAM*。處理子系統亦可包含額外共處理器，諸如，專用圖形加速器、網路處

理器(NP)或音訊/視訊處理器。如所示，處理子系統506包括離散組件，然而，應理解，在一些實施例中，其可按SoC(系統單晶片)組態合併或形成。

處理子系統506經調適以自上游裝置502接收一或多個媒體串流以進行處理以供用於諸如視訊顯示器508之媒體顯示器或音訊揚聲器510。處理子系統506可較佳地包含圖形處理器、應用程式處理器及/或音訊處理器。在「精簡型用戶端」中，處理子系統506可在複雜性上顯著減小且限於簡單邏輯，或在極端情況下，完全不存在。

在操作期間，處理子系統識別一或多個無效符號(或者有效符號)。在一例示性實施例中，處理器維護具有符號有效性之「查找」表。對於10位元符號，陣列構成一1024元素陣列，每一元素指示一有效或無效型樣(例如，1指示有效，0指示無效)；將每一所接收之10位元符號與在對應索引處之陣列值比較以判定有效性。在HDMI之內容脈絡內，一個此陣列可用以檢查在控制週期期間接收之有效符號，且三個此等陣列可表示視訊資料不均等值操作(例如，正、零及負)。在一些實施例中，可將有效或無效符號作為明確檢查來執行，例如，可明確地檢查防護頻帶及前置項符號(僅存在兩個可能的10位元值)。

如所示，該裝置進一步包含一錯誤計數記憶體元件512。在一變體中，針對一或多個上游通道中之每一者維護單獨的錯誤計數器。在操作期間，無論何時當偵測到錯誤時，累加錯誤計數器；實體約束可限制可計數的錯誤之最大數目，例如，15位元計數器可僅能夠儲存至多32,767個錯誤。在一個此種實施中，錯誤計數器為15位元長，且映射成I2C可存取資料之兩個位元組，位址較低之位元組含有錯誤計數器之最低有效8個位元，且位址較高之位元組含有錯誤計數器之最高有效7個位元。錯誤檢查計數器之第16個位元可用以指示計數器在作用中(例如，「作用中」旗標)。

一旦接收器已達成與在適當道上的傳入資料串流之符號鎖定，錯誤檢查即開始。一旦錯誤檢查開始，即設定作用中旗標，且直至接收器與顯示器源斷開連接或置於低電力模式下，作用中旗標方被清除。詳言之，若接收器放鬆與傳入信號的同步，則作用中位元保持經設定，且不清除錯誤計數器。

應認識到，雖然本發明之某些態樣按方法之特定步驟序列來描述，但此等描述僅說明本發明之較寬泛方法，且可按特定應用需要作修改。在某些情況下，可致使某些步驟不必要或可選。另外，可將某些步驟或功能性添加至所揭示之實施例，或可排列兩個或兩個以上步驟之執行次序。應認為所有此等變化涵蓋於本文中之所揭示及主張之原理內。

雖然以上詳細描述已展示、描述且指出了本發明適用於各種實施例之新穎特徵，但應理解，熟習此項技術者可在不脫離本文中描述之原理的情況下對所說明之裝置或過程的形式及細節進行各種省略、替代及改變。前述描述具有進行所描述之原理的目前預料之最佳模式。此描述決不意欲為限制性的，而相反，應被看作說明本文中描述之一般原理。應參照申請專利範圍判定本發明之範疇。

#### 【符號說明】

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| 100 | 系統                       |
| 102 | 多媒體源                     |
| 104 | 多媒體接收點                   |
| 300 | 用於估計高速匯流排介面上的接收錯誤率之一般化方法 |
| 400 | 狀態機                      |
| 402 | 控制週期狀態                   |
| 404 | 資料週期狀態                   |
| 406 | 鬆檢查狀態                    |

|     |             |
|-----|-------------|
| 500 | 裝置          |
| 502 | 上游埠及對應的接收元件 |
| 504 | 操作記憶體       |
| 506 | 處理子系統       |
| 508 | 視訊顯示器       |
| 510 | 音訊揚聲器       |
| 512 | 錯誤計數記憶體元件   |

## 申請專利範圍

|            |
|------------|
| 修正<br>東(本) |
| 2014年3月24日 |

1. 一種用於估計接收錯誤率之方法，其包含：  
基於一第一操作模式及一第二操作模式識別一組無效符號；  
在該第一操作模式中判定偵測到一無效符號之一可能性；  
在該第一操作模式中偵測一或多個接收之無效符號；及  
至少部分基於在該第一操作模式中之該偵測到之一或多個接收之無效符號及該判定之可能性而估計在該第二操作模式中之符號錯誤之一數目。
2. 如請求項1之方法，其中至少部分基於對應於一預定協定格式的有效符號之一清單來偵測該接收之無效符號。
3. 如請求項1之方法，其中至少部分基於該接收之符號對照有效符號之一或多個清單的一比較來偵測該接收之無效符號。
4. 如請求項3之方法，其中該第一操作模式與有效符號之一各別清單相關聯。
5. 如請求項1之方法，其進一步包含對該偵測到之一或多個接收之無效符號之一數目進行計數；  
其中符號錯誤的該估計之數目進一步至少部分基於該偵測到之一或多個接收之無效符號的該計數之數目。
6. 如請求項1之方法，其進一步包含對所接收之有效符號之一數目進行計數；  
其中符號錯誤的該估計之數目進一步至少部分基於所接收之有效符號的該計數之數目。
7. 如請求項1之方法，其中該估計符號錯誤之該數目係相對於一高速匯流排介面而進行。
8. 一種用於估計一符號錯誤率之裝置，該裝置包含：

一或多個介面，該一或多個介面經組態以接收來自一上游器件之資料通信；及

至少一控制器，其與該一或多個介面操作通信，該至少一控制器經組態以：

偵測在該一或多個介面上接收之一或多個有效-無效錯誤符號；

判定一或多個有效-有效錯誤符號之一出現之一機率；及

至少基於該偵測到之一或多個有效-無效錯誤符號及該判定之機率估計符號錯誤之一數目。

9. 如請求項8之裝置，其中該至少一控制器經進一步組態以追蹤該估計之數目。

10. 如請求項9之裝置，其中該至少一控制器經進一步組態以：

偵測與該一或多個介面通信的該上游器件具有操作狀態之一改變；及

在該偵測後，將該追蹤之數目重設至一初始計數器值。

11. 如請求項10之裝置，其中該偵測到之操作狀態改變包含該上游器件自該一或多個介面斷開連接。

12. 如請求項10之裝置，其中該偵測到之操作狀態改變包含該上游器件進入至一低電力模式。

13. 如請求項8之裝置，其中至少部分基於與一資料格式的遵從性之一缺乏來偵測有效-無效錯誤符號。

14. 如請求項8之裝置，其中該一或多個介面中之至少一者遵從一高清晰度多媒體介面(HDMI)標準。

15. 一種考量在一資料介面上的不當錯誤之方法，該方法包含：

在選自複數個操作模式中之一操作模式期間接收一或多個符號；

至少部分基於與該選定操作模式相關聯之一組規則判定該接收之一或多個符號之一無效性，其中該組規則進一步經組態以限制可於該選定操作模式使用之符號類型；

在一不同操作模式中判定偵測到一無效符號之一可能性；及

至少部分基於該判定之無效之一或多個接收符號及該判定之可能性追蹤該一或多個接收符號中的全部無效符號之一估計之數目。

16. 如請求項15之方法，其中該判定該接收之一或多個符號之無效進一步至少部分：基於驗證該接收之一或多個符號對應於一當前運行不均等值。

17. 如請求項16之方法，其中當該接收之一或多個符號中的一符號具有與該當前運行不均等值之一不均等值不匹配時，將該符號判定為無效。

18. 如請求項16之方法，其進一步包含：

在判定該一或多個接收符號中的一符號具有與該當前運行不均等值之一不均等值不匹配後：

針對所有不均等值對照所有有效符號之一集區檢查該符號；及

當該符號不能匹配該等有效符號中之任一者時，將該符號判定為無效。

19. 如請求項15之方法，其進一步包含在無效符號的該估計之數目超過一錯誤臨限值後，制定一校正動作。

20. 如請求項19之方法，其中該校正動作至少包含向傳輸該一或多個符號之一源器件指示一傳輸問題。

圖式

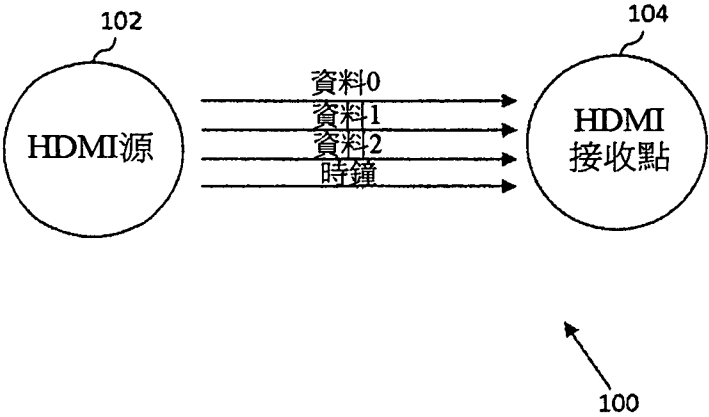


圖1

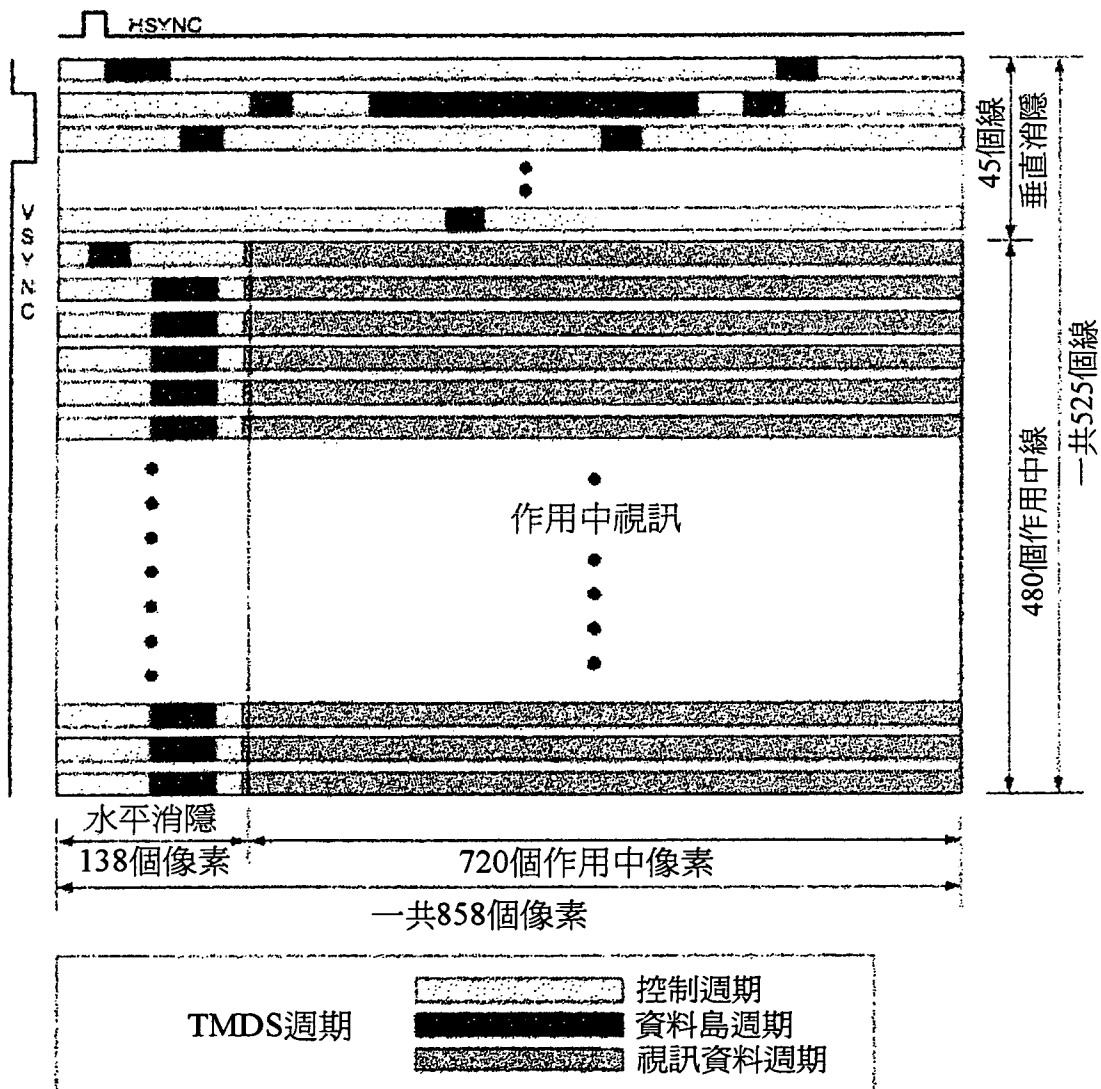


圖2

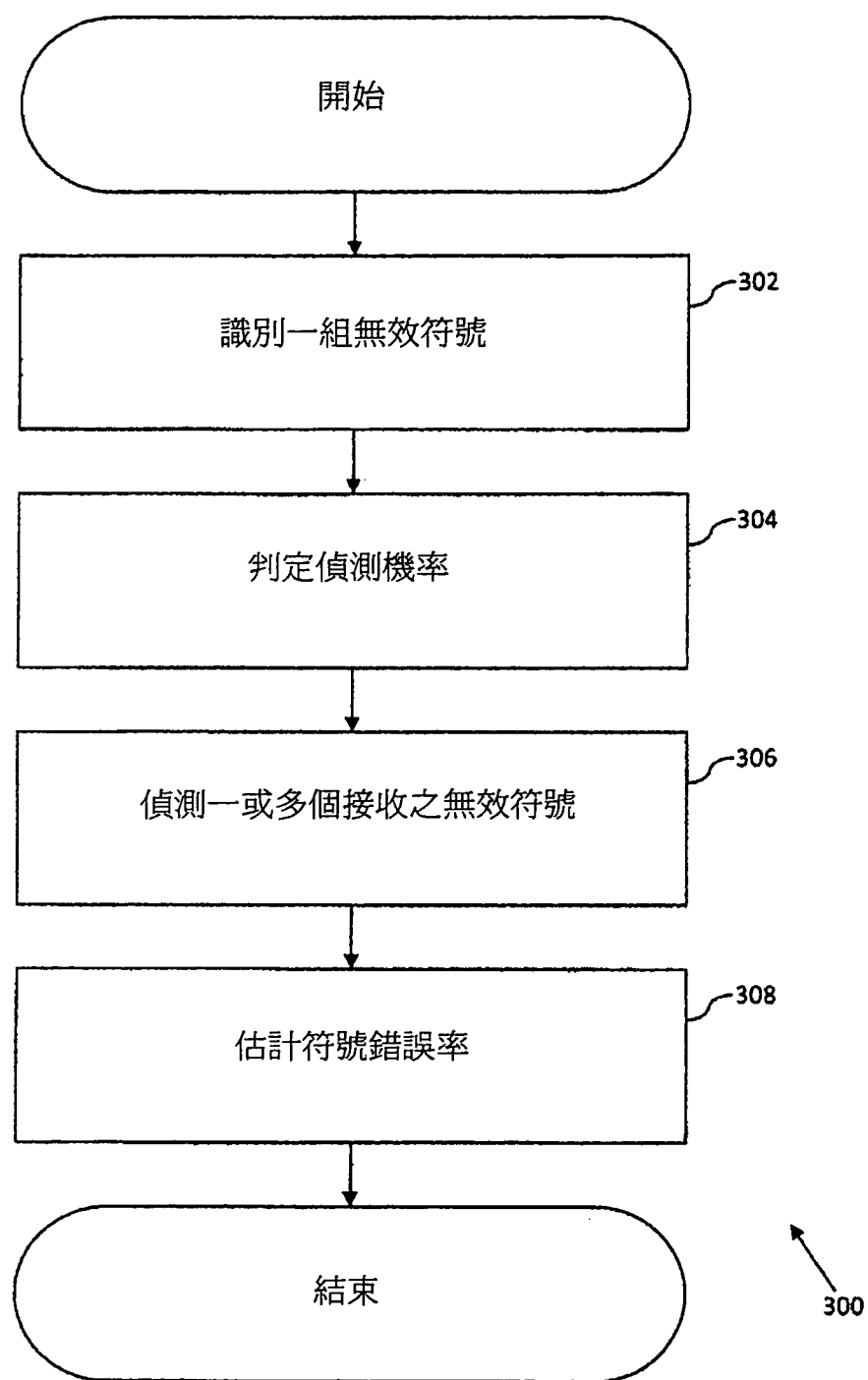


圖3

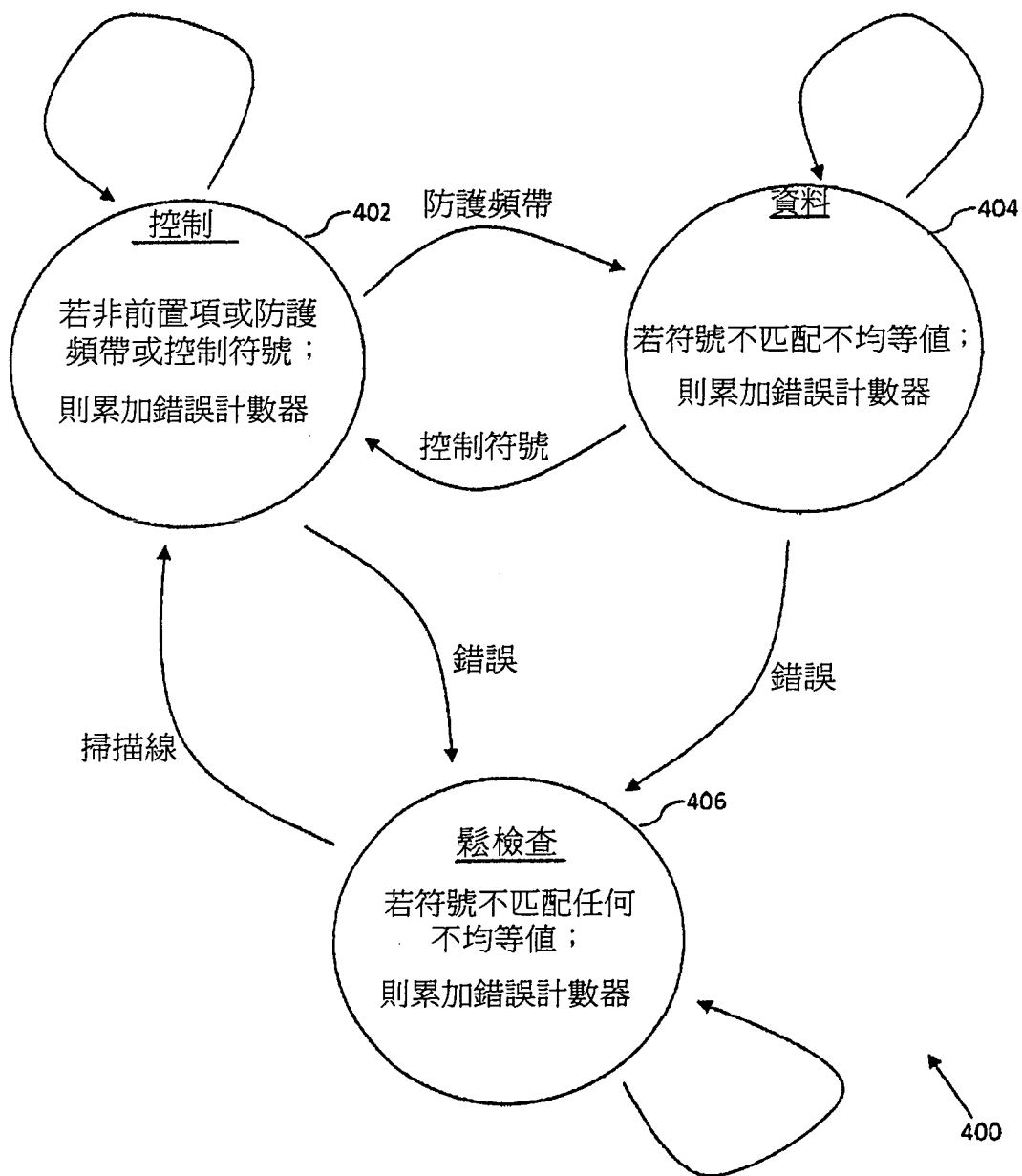
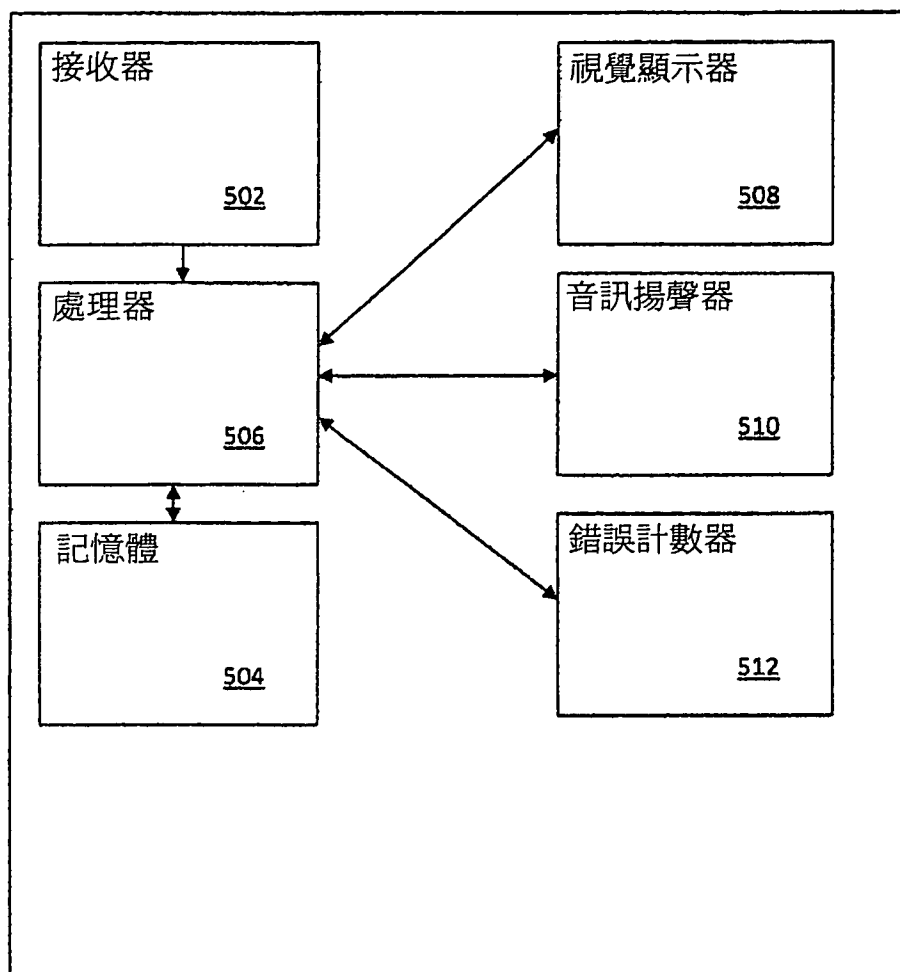


圖4



500

圖5