

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97121540

※申請日期：97年06月10日

※IPC分類：G06K 9/36 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 利用前自動目標辨識為基礎之即時壓縮與視訊框分段的設備與方法

(英) Apparatus and method employing Pre-ATR-based Real-Time compression and video frame segmentation

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 物理光學公司

(英) PHYSICAL OPTICS CORPORATION

代表人：(中) 1. 喬安娜 傑森

(英) 1. JANNSON, JOANNA L.

地址：(中) 美國加州托倫斯葛美西廣場二〇六〇〇號

(英) 20600 Gramercy Place, Torrance, CA 90501- 1821, U.S.A.

國籍：(中英) 美國 U.S.A.

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓名：(中) 安德魯 凱斯特洛斯基

(英) KOSTRZEWSKI, ANDREW A.

國籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

2. 姓名：(中) 湯馬士 傑森

(英) JANNSON, TOMASZ P.

國籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

3. 姓名：(中) 王文劍

(英) WANG, WENJIAN

國籍：(中) 大陸地區

(英) CHINA

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2007/06/15 ; 11/818,847 有主張優先權

九、發明說明

〔本發明之起源〕

在此所述之本發明係依據海軍空中系統命令契約號 N68335-02-C-3 150 之工作成果中製作，且受到公開法 96-5 17 (35 US 202) 的條款之限制，其中政府擁有本發明中的特定權力。

【發明所屬之技術領域】

本發明有關於自動目標辨認、數位視訊處理（壓縮、訊框切割、影像切割、浮水印）、感測器融合及資料減少。

【先前技術】

ATR，亦稱為自動目標辨認，或目標識別（ID），係一種自動辨認並區分真的目標與假的目標之現有的方法。目標可為軍用（坦克車、砲槍、UAV（無人駕駛的飛行器）、UGV（無人駕駛的陸地運載工具）、或民用（人、動物、自動等等））。關注目標通常為行動或正在動作中。ATR 基本問題為順利的目標取得，或 ROI（關注目標）的識別，或順利的資料減少，稱為前 ATR。應即時或超即時（Ultra-Real-Time（URT））地提供此種前 ATR，以使 ATR 可實際運用於真實世界的情境中，軍用及民用兩者上。若考量到在毫秒（msec）級進行之生物性地驅使的前 ATR，則上述為理所當然之目標。在典型的視訊中，其每

秒為 30 個訊框，30 毫秒訊框期間，則有效的前 ATR 應在數毫秒內，或甚至次毫秒（URT）中進行。此為艱鉅的任務，僅能罕見的達成，其幾乎在研究環境中。這是影像或視訊感測器一般會遇到的問題，包括感測器融合（參見 L.A. Klein，感測器及資料融合（Sensor and Data Fusion），SPIE Press 2004 以及 E. Waltz 與 J. Llinas，多感測器資料融合（Multisensor Data Fusion），Artech House，1990）。此種感測器需要龐大的資料量。例如，針對 740 x 480 畫素，每 RGB 畫素 24 位元或 24 bpp 的典型視訊框，視訊框內容為： $740 \times 480 \times 24 \approx$ 每訊框八千五百萬位元，而原始視訊頻寬，針對每秒 30 個訊框，為 256 Mbps。因此，由於此種感測器所需之大量的資訊，任何合理的資料減少為艱鉅的任務，尤其若即時或甚至超即時（URT）進行。相反地，對於諸如聲音範圍感測器的單點感測器，資料減少很簡單（T. Jansson 等人，針對道路邊緣偵測之行動聲音感測器系統（Mobile Acoustic sensor system for Road-Edge Detection），SPIE Proc.，vol. 6201-36，2006），但它們取得之資訊量很低。在 T. Jansson 與 A. Kostrzewski，無線網路中之即時前自動辨認視訊資料減少（Real-Time Pre-ATR Video Data Reduction in Wireless Networks），SPIE Proc.，vol. 6234-22，2006 中詳細討論此問題。

此針對 ATR 的文獻非常詳盡，且在 1960 及 1970 年代主要集中於同調 ATR，亦即基於由雷射（同調）光束照

射之物體的 ATR。此種 ATR，主要基於傅立葉變換，及複合波振幅（參見 J. W. Goodman，傅立葉光學介紹（Introduction to Fourier Optics），第二版，McGraw-Hill，1998），且近來基於小波變換（WT），已成功地運用到 SAR（合成孔徑雷達）成像，其中已由電子硬體取代光學硬體（透鏡及全像）。此種 ATR 對於本發明具有非常有限的應用，因為電視或視訊相機主要為被動裝置，它們使用周遭（白）光而非主動光源，如雷射（不過，某些相機使用雷射光）。

許多數位視訊相機使用某種數位視訊處理，包括各種的視訊壓縮（MPEG 及小波）、訊框切割、新穎過濾等等。有關視訊壓縮的文獻非常廣泛，包括許多專利，包括申請人提出之美國專利案號 6,137,912、6,167,155 及 6,487,312，其全部內容以參考方式包含於此。這些技術以非常低的頻寬提供高品質視訊影像，其中壓縮比（CR）接近 4000:1。這些為以 MPEG 為基礎，其中有新的一種 I 訊框稱為 M 訊框，其為有意義的 I 訊框，僅在運動誤差，相較於參考 I 訊框，超過預定臨界值時引進此 M 訊框（參見 T. Janson、D. H. Kim、A. A. Kostrzewski 及 V. T. Tarnovskiyy，同步資料的軟運算及軟通訊 (SC2) (Soft Computing and Soft Communication (SC2) for Synchronized Data) Invited Paper, SPIE Proc., vol. 3812, pp. 55-67, 1999)。

一般而言，前 ATR 之視訊資料減少的問題更詳細地

已詳述於 T. Janson 與 A. Kostrzewski，無線網路中之即時前自動辨認視訊資料減少 (Real-Time Pre-ATR Video Data Reduction in Wireless Networks)，SPIE Proc.，vol. 6234-22，2006，其中亦描述 M 訊框的概念。基元前 ATR 之一範例描述於 T. Janson 與 A. Kostrzewski，無線網路中之即時前自動辨認視訊資料減少 (Real-Time Pre-ATR Video Data Reduction in Wireless Networks)，SPIE Proc.，vol. 6234-22，2006 中，其中使用藉由經由合作相機網路之三角測量與物體向量 (值與方向) 來評估移動物體位置之方法。

先前技術的電腦視覺物體辨認及場景解析策略典型在兩步驟中施行：低階 (前 ATR 邊緣/邊界偵測) 與高階 (影像切割)。自然陸地景觀、傾斜空中、UAV 影像等等典型具有圖案結合，一些為真的目標，一些為假的目標，其中由諸如特定運動、顏色、質地及其他簽章 (signatures) 的特徵記號之驟變產生的邊界使自動影像處理或 ATR 變得複雜許多。可靠的演算法需考量到所有影像屬性類型以正確地切割出真的自然影像。有更多有關於所謂影像了解的文獻，如 Mundy 等人合著之電腦視覺中之幾何不變量 (Geometric Invariance in Computer Vision)，The MIT Press，1992，其考量影像不變量與幾何不變量以主要分析運動中的剛體，或其之組合，並公式化足夠的數學架構，主要為所謂的仿射變換與共變量矩陣，其分析剛體之運動 (3 旋轉與 3 平移，或 6 度自由) 及在相機影像平面獲得

之其之投射間的數學關係（參見 Gerald Sommer，機器人視覺中之幾何代數之應用（Applications of Geometric Algebra in Robot Vision），電腦代數與幾何代數及應用，vol. 3519，2005）。此影像了解則接著隱縮（collapse）至演算法影像切割。然而，此本身為不適當的問題。亦即，其涉及從效果（一小群效果或感測器讀取值）或偵測到的影像來推斷起因（一大群事件）或真實情境。此一般稱為貝氏（Bayesian）推論，且為任何感測器讀取之自然的代價（人體器官為此一大型感測系統）。

近來已提出對於此感測問題的一種解決方法，參見 W. Y. Ma and B. S. Manjunath，邊緣流：邊界偵測與影像切割之架構（Edge Flow：A Framework of Boundary Detection and Image Segmentation），IEEE Computer Vision and Pattern Recognition，1997，藉由使用所謂「邊源流」之邊界偵測與影像切割。在其架構中，預測性編碼模型識別並整合在每一個影像位置的影像屬性（顏色、質地及相不連續性）之改變方向，並建構出指向最近影像邊界之邊緣流向量。藉由互動式擴展邊緣流，可定位出在穩定狀態中交會之兩相反方向的流。作為一項規則，需要額外專家資訊以切割出目標或 ROI。傳統地，在文獻中（參見 Canny, J., 邊緣偵測之運算方法（A Computational Approach To Edge Detection），圖案分析與機器智慧，8：679-714，1986），在強度/影像特徵空間中於局部最大梯度定位邊緣。相反地，在「邊緣流」中，如 W. Y. Ma

arid B. S. Manjunath, 邊緣流：邊界偵測與影像切割之架構 (Edge Flow : A Framework of Boundary Detection and Image Segmentation) , IEEE Computer Vision and Pattern Recognition , 1997 中 , 間接地偵測並局部化邊緣 (或更一般性而言影像) 。這是藉由首先識別在每一畫素位置指向最近邊界的流向 (梯度) , 並接著偵測兩相反方向之邊緣流交會處來達成。這是非常有效的方法 , 只要有足夠運算時間即可產生優良的結果。不幸地 , 典型上此種足夠時間太長而無法達成任何即時操作。

針對其他空間影像切割之先前方法也有相同的結論 , 包括近來用於家園安全之應用的視訊監視之努力。

應與本發明有關之專利先前技術包括美國專利案號 7,010,164、7,008,845、6,404,920、5,768,413、6,687,405、6,973,213、5,710,829 及 5,631,975 , 其皆與影像切割有關 ; 案號 5,657,771 及 6,983,018 與運動向量影像處理有關 ; 案號 6,453,074 關於影像整數倍降低取樣率 (decimation) 與過濾 (雖非即時且針對靜止影像而非視訊影像) ; 案號 5,970,173 與訊框間之影像運動的仿射變換有關、案號 6,285,794 藉由漸變 (morphing) 來處理壓縮 ; 案號 6,628,716 處理以小波為基礎的視訊壓縮及案號 7,027,719 揭露災難事件記錄器 , 包括視訊資料壓縮。

【發明內容】

影像或視訊感測的資料減少之最有效的已知方法的一

種為界定關注區域，或 ROI，以及自背景或雜波其之分離（參見 Piotr ste'c 之使用競爭輪廓的視訊框切割（Video Frame Segmentation Using Competitive Contours），Marek Doma'nski，Eusipco，2005）。本發明之一目的在於新穎 ROI 方法，或訊框切割方法之研發，其可於視訊流中即時地，更準確地，在 30 msec 之視訊框期間的數毫秒內，或甚至在次毫秒範圍中加以提供。此視訊框切割係以基於前 ATR 之超即時（PATURT）視訊壓縮為基準。本發明之另一目的為新穎的基於 PATURT 之 ATR 方法。（PATURT 縮寫用來強調本發明之基礎核心，其為超即時前 ATR）。本發明之其他目的為漸變壓縮與浮水印，同樣基於 PATURT。所有這些新穎的方法、系統及/或裝置利用軟體與硬體兩者。它們以同樣為本發明之標的之獨特的方式來應用標準工具，如 MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4、MPEG-7 及小波壓縮，還有小波變換（WT）。此獨特的應用係從 PATURT 衍生而來，如第 1 圖中所示，其中亦顯示其他的應用。

在第 1 圖中，呈現本發明之概略示意圖。其集中在 PATURT，本發明之核心引擎。PATURT 應用知名的工具，如 MPEG-1、MPEG-2 及 MPEG-4 壓縮標準，及最近研發之 MPEG-7（參見 B. S. Manjunath、P. Salembier 及 T. Sikura，MPEG-7 的介紹（Introduction to MPEG-7），（eds.），Wiley，2002），還有小波壓縮，及一般浮水印概念。其亦應用小波變換（WT），最近以 WT 晶片的方式研

發（參見類比裝置視訊編解碼器晶片包括 ADV202、ADV601、ADV611/612'，

<http://www.analog.com/en/cat/0,2878,765,00.html>）。PATURT 核心（引擎）概要創新對數個特定創新有影響，如 PATURT 壓縮及 PATURT-ATR。新類型的浮水印，所謂的 PATURT 浮水印，亦受到本發明的影響。特定執行或 MPEG-7 標準，稱為 PATURT MPEG-7，亦受到本發明的影響。漸變壓縮為 PATURT 壓縮的一部分，但將會獨立討論，因其為非常特別的一種壓縮方法，會導致非常高的壓縮比（CR），接近 100,000：1。

PATURT 創新之應用包括新穎類型的基於 ROI 的即時視訊記錄，其可特別應用於「黑盒子」裝置中的飛機駕駛員/座艙視訊記錄，記錄事故或災難。此種黑盒子裝置一般需通過高衝擊（3400 g）、高溫度（一小時內 1100℃）及其他嚴酷的環境測試。在此發明中，它們亦具有報告直到事故前 0.5 秒之最後一次的座艙事件，包括所有座艙感測器讀取值，以及飛行員的行為，後者具有完全攪亂且無法恢復之臉部資訊。

一種醫學應用有關於醫學影像，可壓縮使得壓縮幾乎無損失，或人類可察覺損失，亦即其以數位醫學影像或更高的層級保留所有醫學影像病人的紀錄。

PATURT 鑑別（ID）應用係基於 PATURT 浮水印，使得在雜波或背景區域的某些較不重要的位元受到變更，同時保留 ROI 不變。這包括 PATURT 安全應用，其係基於

PATURT 浮水印，爲了安全，使在訊框間視訊流內 ROI 以外之的某些較不重要的位元受到變更。它們可具有，例如，當視訊框被竄改或發生視訊偷竊時，增加位元錯誤率（BER）或攪亂資料內容（如藉由增加 CR 率到非常高的值）的指令。此亦包括 PATURT 浮水印指令應用，其中浮水印具有病毒指令以當發生視訊偷竊時銷毀視訊內容。

另外的應用包括視訊監視。亦可應用至飛彈防禦（辨識真的目標或真的飛彈與假的目標（欺敵目標）），或至其他超即時（URT）民用及軍用情境。

所有這些浮水印應用具有一個共同點，亦即，在 ROI 區域外進行位元變更，且所有這些操作係在數毫秒或更快速地進行，因而防止任何實際的反制。

【實施方式】

來自切割之前自動目標辨識超即時（PATURT）視訊係一種影像切割的種類，本質上爲空間與時間性兩者，亦即其應用空間與時間簽章兩者。最重要的時間簽章爲各種的物體運動簽章，其特徵爲物體之限速，典型由剛體結合或一剛體所代表，例如車子。最重要的空間簽章爲：顏色（RGB）、質地、大小、寬高比或這些之結合。較複雜的空間簽章爲 3D 輪廓的 2D 投射、置信點映照等等。

可在 PATURT 方案中考量所有這些簽章。PATURT 方案在 PATURT 核心本體中將具有方法、裝置及/或系統的形式。

PATURT 核心

PATURT 核心為複合特徵，構成基礎特徵的獨特結合，這些特徵係以恰當的順序加以應用。特定特徵，或順序步驟，包括：（1）主要簽章與次要簽章之選擇、（2）ROI 輪廓（邊界）的選擇與擷取、（3）施加多面非齊性壓縮（MIC）及（4）施加 ATR，此為替代選項。

選擇主要簽章（步驟 1）

依序地選擇簽章：第一主要、第二主要等等。所選簽章的數量 N 取決於可供運算之時間及可供資料輸送之頻寬。此亦取決於我們採取的路徑：多面非齊性壓縮（MIC）或 ATR，如第 2 圖中所示。

簽章的選擇係基於一種有效假目標剔除（FTR）原則，其特徵為一連串感測器融合程序之類同，其特徵為高的假肯定率（FPR），亦稱為假警報率（FAR），以及低的假否定率（FNR）。可藉由條件式可能性直接與反向方式，來描述這些簽章，後者，貝氏（Bayesian）係描述在 T. Jansson 之“針對家園安全感測器之作為性能度量的貝氏推論與條件式可能性（Bayesian Inference and Conditional Possibility as Performance Metrics）”SPIE Proc.，pp. 6538-39，2007 中。有關的感測器融合程序係描述在第 3 圖中，其中 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 及訊號（S）為真的目標，而 N_1 、 N_2 、 N_3 、及 N_4 為有關的雜訊（N）或假的目標。由於

持續剔除假的目標，FTR 原則為 SNR（訊號對雜訊比）隨著步驟（感測器）數量之增加而增加，同時將訊號（真的目標）留在群組中。類同的情況發生在當我們希望進行恐怖份子的搜尋，以從一大群的人（~1,000）中剔除明顯非恐怖份子（假的目標）。

假目標剔除（FTR）原則如下。第一感測器剔除許多假目標，等於（ $N_1 - N_2$ ），其中 N_1 為假目標的總數量，且 N_2 為留在群組中的假目標數量。由於假否定律（FNR）非常低，我們可假設幾乎所有的真目標（ $S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = S$ ）係留在群組中。感測器 2 重複程序，其中僅 N_3 假目標留在群組中。餘留下來之假目標的比率，未被第一感測器剔除的為（ N_2/N_1 ），以及未被第二感測器剔除的為（ N_3/N_2 ）等等。總感測器融合率為

$$\frac{N_4}{N_1} = \frac{N_4}{N_3} \frac{N_3}{N_2} \frac{N_2}{N_1} \quad (1)$$

且總 SNR 為

$$(\text{SNR})_{N_4} = \frac{S}{N_4} = \frac{S}{N_1} \frac{N_1}{N_4} = (\text{SNR})_1 \frac{N_1}{N_4} \quad (2)$$

亦即，（感測器融合）系統的 SNR 已增加 N_1/N_4 。例如

$$\frac{N_4}{N_3} = \frac{N_3}{N_2} = \frac{N_2}{N_1} = 10^{-2} \quad (3)$$

（ N_4/N_1 ）值為 10^{-6} ，而（ N_1/N_4 ）值為 10^6 ，亦即 SNR 已增加 1,000,000 倍（事實上，系統由三（3）個而非四（4）個作動感測器構成，因為感測器 4 並未作動，僅接收）。

FTR 原則係應用在 PATURT 核心中，其中以執行施加

影像切割的特定簽章之操作的「軟體代理者」來取代「感測器」。因此，第一感測器由第一軟體代理者代表，施加第一原則簽章，諸如此類。此感測器融合與構成 PATURT 核心之基於構件特徵的軟體代理者之間的類同為本發明之標的。

速度向量流作為時間主要簽章

速度向量流 (SW)，或簡稱向量流為數位視訊處理中一種知名的方案（參見例如 C. Xu 及 J. L. Prince，梯度向量流可變形模型 (Gradient Vector Flow Deformable Models)，醫學成像手冊，由 Isaac Bankman 編輯，Academic Press，2000 年 9 月)）。藉由逐畫素地比較切割視訊框，可發展出畫素向量形式的 SW 映照，特徵化訊框內的運動。可考量到運動物體之數量（實質上不超過 10 個），包括相機。速度向量流畫素向量可數學上由兩個（偶數）數字或圖形上由速度向量（載具或模組以及方向）代表。在第一個情況中，數字為代表明確 (crisp) 向量 (x, y) 座標（如 (1, 2) 或 (2, 6)）的明確值。在第二個情況中，它們為有方向性的箭頭。此種箭頭，為了簡化而正規化至固定值，係顯示於第 4 圖中，其中顯現一個視訊框的範例。顯示兩個運動物體，以不同方向移動。其餘的畫素向量代表相機從左至右的水平移動。

逐畫素之減去

PATURT 核心簽章之基本數學操作，空間與時間兩者，為畫素強度減去（PIS），其較佳針對高運算速度且能夠使用低成本平行運算，其為針對 PATURT 核心目的（應用）之本發明之標的。此操作運算兩畫素、畫素群集或模板（template）之間的歐幾里德（Euclidean）（或其他）距離，各模板包含具有 2D（或 3D 或更高維）映照形式的畫素強度（或其他感測器值）。此種模板映照可由感測器模板值或圖案抽象值（其可代表某些一般性活動或影像或圖案）所構成。它們亦可藉由某些專家指令而被變更，具有所謂的邏輯模板形式，如在 L. A. Klein，感測器與資料融合（Sensor and Data Fusion），SPIE Press，2004 中所討論者。用於界定歐幾里德距離（或其他距離）的兩模板之間的比較亦可非常廣泛，藉由逐畫素比較來界定，如兩不同訊框之相同畫素，或相同訊框或兩切割訊框之兩依序畫素（或由某特定關係所界定，如每第二個畫素或每模組性（modulo）畫素等等）等等。距離的定義有許多種：歐幾里德為其中一種，其餘係界定例如於 L. A. Klein，感測器與資料融合（Sensor and Data Fusion），SPIE Press，2004 中。並且，可在整個訊框之間，或特定移動物體之間，或訊框區塊之間比較等等。可在畫素強度間畫素至畫素強度減去（PIS）比較，以畫素至畫素、訊框至訊框、物體至物體、訊框至考訊框、物體至參考物體、密度至臨界值、ROI 至 ROI 等等。歐幾里德距離，亦稱為均方錯誤（MSE），如 R. C. Gonzales 及 R. E. Woods，數位影像處理

(Digital Image Processing) (第 2 版) ， 2002 中者 ， 爲眾所週知的量：

$$(MSE) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (f_{i,j} - F_{i,j})^2 \quad (4)$$

其中 i 與 j 爲畫素號碼、 n 與 m 爲針對 ROI 的畫素號碼、 $f_{i,j}$ 爲所謂取樣 ROI 的畫素強度而 $F_{i,j}$ 爲所謂參考 ROI 的畫素強度。「取樣」與「參考」術語取決於脈絡情境。並且，「畫素強度」術語可由其他抽象術語取代，如上述。針對影像成像品質的特殊情況，亦使用另一參數，亦即峰值訊號雜訊比或 PSNR，其爲分貝 (dB) 爲單位，且形式爲：

$$(PSNR)[dB] = 10 \log_{10} \frac{\text{常數}}{\sqrt{MSE}} \quad (5)$$

其中常數值取決於定義 (如灰階之 CL 數字，其典型爲 256，或每顏色每畫素 8 位元，或在 RGB 的視訊情況中 8 bpp) 。

顏色映照作爲主要空間簽章

在顏色簽章，或更廣泛地，空間簽章的情況中，我們應用標準 RGB (紅綠藍) 方案的泛化，在 VGA 視訊中以 24 bpp 代表，每一種顏色 8 bpp。可將 RGB 方案泛化成多色方案，其應用於 IR (紅外線) 多光譜及超光譜 (hyper-spectral) 感測器。在此種情況中，取代取樣波長光譜與參考波長光譜的比較，我們比較泛化之 RGB 「顏色」成分，其界定成使得其準確地描述取樣的關注光譜 (Spectral

of Interest (SOI))。(SOI 縮寫為 ROI 之類同)。接著，具有如式子 4 中之歐幾里德距離形式的畫素至畫素強度減去 (PIS) 可應用至具有 3D 畫素向量形式 (與上述向量流分析中之速度畫素向量類似) 之顏色匹配操作 (CMO) 中。在此種情況中，我們應用式子 4 至畫素至畫素減去。顏色強度比界定向量方向，同時整體「白」強度界定向量模組，或值。接著，CMO 係藉由顏色單位向量 (CUV) 減去加以形式化 (formalized)。

考慮 RGB 強度畫素向量， I_{ij} (R_{ij} 、 G_{ij} 及 B_{ij})，其中 R_{ij} 、 G_{ij} 及 B_{ij} 為紅色、綠色及藍色，RGB 顏色向量成分形式為：

$$R_{ij}^2 + G_{ij}^2 + B_{ij}^2 = I_{ij}^2 \quad (6)$$

其中 R_{ij} 為紅色 RGB 成分的第 ij 個畫素強度，綠色與藍色亦同，並且

$$|I_{ij}| = \sqrt{R_{ij}^2 + G_{ij}^2 + B_{ij}^2} \quad (7)$$

為整體強度量模組。因此，CUV 為

$$\vec{U}_{ij} = \frac{\vec{I}_{ij}}{|I_{ij}|} = \frac{(R_{ij}, G_{ij}, B_{ij})}{\sqrt{R_{ij}^2 + G_{ij}^2 + B_{ij}^2}} \quad (8)$$

並且 $|\vec{U}_{ij}| = 1$ 。CUV 減去係描述在第 5 圖中，其中 \vec{u}_{ij} 為取樣 CUV，而 \vec{U}_{ij} 為參考 CUV。此減去的形式為：

$$|\vec{u}_{ij} - \vec{U}_{ij}| = \sqrt{(r'_{ij} - R'_{ij})^2 + (g'_{ij} - G'_{ij})^2 + (b'_{ij} - B'_{ij})^2} \quad (9)$$

其中小寫英文字母 u 、 r 、 g 及 b 表示取樣單位向量 \vec{u}_{ij} ，而

大寫英文字母 U、R、G 及 B 表示參考單位向量（標號「 u 」表示單位向量成分）。此等式類同於針對單一畫素之等式 4，但針對 RGB 顏色。

上述逐畫素減去操作耗費運算時間與頻寬，因此較適合用於如第 2 圖中之 ATR 路徑。在此種情況中，可選擇那些畫素，針對其 CUV 減去值低於某臨界值，形式為：

$$\left| \vec{u}_{ij} - \vec{u}_{ij} \right| \leq T \quad (10)$$

其中 T 為預定臨界值。光譜關注區域（SOI）係由那些畫素群集所界定，其顯著地具有低於臨界值 T 的 CUV 減去值。

在其中顏色簽章具有顯著顏色成分的情況中，例如「紅」色，可藉由應用「亮點」或亮畫素原則來簡化上述操作。在此種情況中，取代式子 10，可使用下列關係：

$$R_{ij} > T_B \quad (11)$$

其中 R_{ij} 為決定顏色強度向量 \vec{I}_{ij} 成分，且綠色與藍色亦同。接著，僅選擇「紅亮」畫素，其具有比預定臨界值 T_B 更高的值。在此種情況中， T_B 值必須正規化至平均顏色值，以排除照明背景。此亦為本發明之標的。

ROI 輪廓或邊界之選擇與擷取（步驟 2）

ROI 輪廓/邊界擷取之先前技術方法非常耗時，因此不適合即時操作，尤其超即時（URT）操作。相反地，PATURT 核心針對即時與 URT 操作最佳化。其運算時間僅

為視訊框時間（針對典型即時視訊處理為 30 msec，且針對 URT 甚至為次毫秒）的數分之一。因此，輪廓擷取 PATURT 操作應為 RT 之數毫秒，且針對 URT 為毫秒的數分之一。其基於過濾、整數倍降低取樣率及逐畫素解去，但前兩項操作（過濾與整數倍降低取樣率）必須為使得第三項操作（畫素強度減去）將花費最少操作時間。PATURT 核心之 ROI 輪廓/邊界擷取較佳藉由使用相－空間形式加以解釋，即所謂的相－空間定標（phase-space-scaling (PSS)），其適合 RT 及 URT 用途。

PSS 操作係基於相－空間概念，此為量子物理中眾所週知者，針對 PATURT 核心目的在此採用。在我們的情況中，相－空間為四維（4D）空間（ $x, y; f_x, f_y$ ），其中（ x, y ）為視訊框笛卡爾（Cartezian）座標，並且（ f_x, f_y ）為局部空間頻率向量 \vec{f} 的（ x, y ）成分，其形式為：

$$\vec{f} = (f_x, f_y) \text{ and, } f_x^2 + f_y^2 = f^2 \quad (12)$$

局部空間頻率（LSF）向量 \vec{f} 為 2D 向量，其係描述在 J. W. Goodman，傅立葉光學之介紹（Introduction to Fourier Optics），第 2 版，McGraw-Hill，1998 中。其特徵化訊框空間圖案的解析度細節，其形式為：

$$f = |\vec{f}| = \frac{1}{T_s} \quad (13)$$

其中 T_s 為解析元件，或解析細節的特徵尺寸。例如，當 $T_s = 0.1 \text{ mm}$ ， $f = 10 \text{ mm}$ ，且當 $T_s = 10 \text{ mm}$ ， $f = 100 \text{ mm}$ 。

相－空間定標（PSS）操作將訊框相空間領域定標成更小的尺寸，以節省頻寬並縮短運算時間。在許多實際情

況中，預先知道物體比率（物體尺寸與訊框尺寸的比率）。

例如，在飛機黑盒子的情況中，實際場景為具有已知駕駛員的座艙及座艙尺寸。然而，即使無預先知道物體比率，可施加自適應性程序，藉由從中間比率開始並在後續的訊框中遞歸地精煉估計。例如，當物體出現在視訊中，可使用比率 2 來進行 PSS 操作。在 PATURT ROI 擷取操作的末端，計算物體尺寸並用來判斷下一個訊框之 PSS 操作的比率數字。只要物體在視訊中，則重複此程序。

此程序與空間簽章的類似，除了取代倚賴以逐畫素減去的兩個接續的訊框，我們仰賴相同的訊框及以小量畫素移動之訊框。舉例而言，設想一個簡單的物體，如具有 5 線/cm 空間頻率的襯衫。這筆來自針對 640 x 480 畫素解析度與物體比率 1 x 15 之尼奎斯（Nyquist）解析標準的最大頻率小兩倍。當螢幕尺寸為 320 x 240 mm，尼奎斯解析度界定為 1 mm。則畫素間的距離為 0.5 mm。這是為何除了低通過濾器外，需要施加高通及帶通過濾器，其係與低通過濾器類似的方式施加。

針對即時（RT）或超即時（URT）應用目的，特別設計 PATURT 相空間定標操作，以利用最小記憶體及運算複雜度運算出希望的相定標，同時維持相同的相空間定標結果作為標準小波分解。在許多實際情況中，物體在螢幕上的尺寸隨著其與相機的距離改變而持續改變。為了最大化頻寬減少及系統穩固性，應根據物體螢幕上尺寸動態改變最佳的相空間比率。例如，當物體顯現地很小，則相空間

比率應為低，以盡可能保留細節。當物體顯現地很大，則相空間比率應為高，以最大幅地減少物體細節中的冗餘。為了達成此，應盡可能快速地執行所希望之相空間比率的計算。實施於 WT 晶片上的基於標準小波分解傳統的相空間定標操作（參見類比裝置視訊編解碼器晶片包括 ADV202、ADV601、ADV611/612’，

<http://www.analog.com/en/cat/0,2878,765,00.html>）需要多個過濾及整數倍降低取樣率的循環，以計算出特定物體尺寸之最佳相空間定標。此外，在程序中亦計算並保留關注之相空間比率外的其他次頻帶。這浪費記憶體與運算資訊兩者。相比之下，PATURT PSS 操作使用相空間過濾器排（第 6 圖）來在一個過濾及整數倍降低取樣率的循環中完成所希望之相定標次頻帶的計算。PATURT 相空間過濾器排係由一系列整合小波過濾器所組成，各具有不同的相空間比率響應。這兩個 PSS 操作的比較係顯示在第 7 圖中，使用相空間比率 3 之計算作為範例，其具有原始尺寸的 $1/2^3 = 1/8$ 。基於小波分解之 PSS 操作使用三個過濾及整數倍降低取樣率的步驟循環來達到所希望之相空間比率，而 PATURT PSS 操作使用僅一個過濾及整數倍降低取樣率的步驟來達成相同的結果。因為 PATURT PSS 操作無需運算並儲存所有中間結果，其在記憶體與運算上比傳統基於小波分解之相空間定標操作更有效率。

PATURT PSS 核心操作具有兩個必須的元件，亦即 PATURT 過濾及 PATURT 整數倍降低取樣率。

PATURT 過濾以 m 的因子切割局部空間頻率 (LSF) 向量笛卡爾成分 (f_x, f_y) 領域，例如 f_x 成分領域， f_0 ，以二因子切割 (則 $m=2$) 成 $f_0/2$ 。則，在 x 方向中，每第二個畫素變成部分冗餘。因此，可排除 (整數倍降低取樣率) 而不會損失太多資訊。這是 PATURT 整數倍降低取樣率的操作。此程序係顯示於第 8 圖中，其中爲了說明，使用 8×8 畫素訊框 (區塊) (第 8A 圖)，則 $x_0=y_0=8$ 。在第 8A 圖中，應用「棋盤式」畫素座標，如 a1、g5 等等。藉由不同畫素交叉對角線性 (西北或西南)，可強調出每一個畫素具有獨立的資訊。若在過濾後，兩依序的畫素具有依賴資訊，則藉由相同的對角線性來強調此 (任何特定畫素之絕對對角線不具有任何意義，僅兩畫素間之比較的對角線有意義)。

在第 8A 圖中，所有畫素強度具有獨立的值，因此其對角線爲互相成直角。PATURT 過濾之操作，或 PAT/F，係由從第 8A 圖至第 8B 圖之轉變加以描繪，因爲其係在 x 方向中，亦稱此爲 PAT/FX。例如以 x 方向中兩個不同畫素 (如 a1 與 a2) 的相同對角線性來顯示此。PATURT 整數倍降低取樣率的操作，或 PAT/D，係由從第 8B 圖至第 8C 圖之轉變加以描繪，因爲其係在 x 方向中，亦稱此爲 PAT/DX。接著，在 y 方向中的過濾，或 PAT/FY，係顯示於第 8C 圖與第 8D 圖之間，以及 y 方向中的整數倍降低取樣率係在第 8E 圖中。結果爲，畫素數量已從 8×8 降低成 2×2 。相一空間之等效操作爲針對 f_x 與 f_y 兩者， $f_0 \rightarrow f_0/4$

，且 $x_0 \rightarrow x_0/2$ ， $y_0 \rightarrow y_0/4$ 。

有 32×32 個此種區塊，顯示於第 9B 圖中，且補充的情況係顯示於第 9C 圖中。接著，關注區域 (ROI) 係顯示於第 9D 圖中。此 ROI 為部分物體及部分背景，如第 9E 圖中所示，其係 PAT/FD (過濾/整數倍降低取樣率) 操作所引進之不確定性。

PSS 的第三個元件為新穎過濾 (NF)，其係以因 PAT/FD 造成之減少畫素數量進行，藉由比較兩依序的視訊時間訊框，兩者皆經 PSS 定標過。PAT/NF，或 PATURT 新穎過濾操作，為以藉由 PAT/FD 的減少畫素區塊之逐畫素減去 (針對相同索引 (i, j) 畫素)。其係顯示於第 10 圖中，其中第 10A 圖中之交叉區為物體對角移動之新穎區。結果為，在 D 區中，在第 10B 圖中之正確的區中可觀察到顯著地新穎性 (大畫素強度差異)。這些區可界定為物體「邊緣」，或 ROI 輪廓，允許我們概括地界定所有物體，或訊框內的 ROI。由於以明顯減少之畫素數量執行 PAT/FD/NF 操作，可在即時或甚至超即時中進行此。然而，此操作的「成本」為針對此視訊框的原始尺寸，物體/ROI 邊緣/輪廓有一些不確定性，如第 11 圖中所示。結果為，首先過濾/整數倍降低取樣率任何影像線 (如 ROI 的輪廓) (第 11B 圖) 並接著加以平滑，如第 11C 圖中所示。

上述 ROI 邊緣係基於時間與空間上兩者之主要簽章的 ROI 界定，程序係描述於步驟 1 中。步驟 1 及 2，作為前

ATR 合成方法、裝置及系統，為本發明之特徵，詳言之，首先在步驟 1 中，界定 ROI，且其次在步驟 2 中，界定 ROI 邊緣。針對 ROI 邊緣界定，無需辨識物體，僅為其低解析度之邊緣估計。此為本發明的實質特徵，因為低解析度估計可在 RT 中進行，例如訊框期間（30 msec）的一小段（數毫秒）。

亦可應用 PSS 以藉由質地主要簽章來界定 ROI 及其邊緣。在此種情況中，可將質地設計成例如高 LSF 向量成分， f_x 與 f_y 兩者，其分別由 $f_0/2 \leq f_x \leq f_0$ 以及 $f_0/2 \leq f_y \leq f_0$ 之 LSF 領域來加以界定。因此，可針對上述高頻領域界定 PAT/FD，且針對相同視訊框（而非針對依序的訊框）執行 PAT/NF，藉由使用依序的畫素，取代在上述時間簽章情況中相同索引的畫素。取決於特定質地或顏色的簽章，可將此種程序泛化成任何相－空間區域（ $x, y: f_x, f_y$ ）。因此，來自步驟 2 的程序可應用至步驟 1，幫助界定 ROI，或反之亦然。顏色與質地簽章兩者，以及可見之 RGB 簽章，及紅外線「RGB」簽章（藉由使用紅外線中 RGB 程序之類同）可應用於步驟 1 的許多變異中，幫助界定 ROI。例如，顏色簽章可應用為第一主要簽章，且質地簽章為第二主要簽章，或反之亦然。此種步驟 1 合成程序適合用來區分真與假目標。

其他空間簽章，形狀、尺寸及形式因子，僅可在步驟 2 之後應用，當已經界定出 ROI 邊緣時。針對此一情況，界定 ROI 的重心，作為第一程序。接著，形成重心與邊緣

的最大平均距離及最小平均距離。從此資訊，可運算出尺寸及形式因子兩者。在形狀或 ROI（物體）邊緣簽章曲線的情況中，引進極座標系統，並運算曲線極分布（PPD），並接著藉由施加極順應參數（PCP）與參考極分布作比較，極順應參數之形式為 $PCP=1-L$ ； $0 \leq L \leq 1$ ，其中

$$L = \sqrt{\frac{\int_0^{2\pi} |P(\phi) - P_0(\phi)|^2 d\phi}{\int_0^{2\pi} P_0^2(\phi) d\phi}} \quad (14)$$

其中 $P(\Phi)$ 為取樣極分布，且 $P_0(\Phi)$ 為參考極分布。針對理想的順應， $L=0$ ，且 $PCP=1$ 。PCP 參數單位為百分比。

極輪廓順應（PCC）係描繪於第 12 圖中。

上述極輪廓曲線（PCC）程序可泛化成 3D 物體曲線。在此種情況中，需根據仿射（剛體）六度自由（3 旋轉 3 平移）變換與共變量矩陣形式論來整合 2D PCC 及剛體方位程序，此為影像了解中眾所週知者。

步驟 3：多面非齊性壓縮（MIC）

PATURT 核心的第三步驟為一種新類型的即時視訊壓縮，稱為多面非齊性壓縮（Multifacet Inhomogeneous Compression（MIC）），其為本發明之標的。在完成步驟 1 及步驟 2 之後，訊框區已分成各個 ROI，及剩餘的背景。為了能即時，步驟 1 及 2 必須在僅訊框期間（30 msec）的數分之一或數毫秒之中完成。為了能超即時（URT）

，此種操作必須在毫秒之數分之一中完成。訊框期間剩餘的部分則附接至訊框內壓縮。然而，在 PATURT 核心中亦可有訊框間壓縮。在訊框內壓縮的情況中，其他訊框操作，如密碼編碼及浮水印，經常必須在訊框期間（針對即時為 30 msec）內達成。因此，所有的 PATURT 核心操作必須設計在非常緊湊的時間預算行程內，滿足下列關係：

$$t_{1,2} + t_c + t_R \leq t_F \quad (15)$$

其中 $t_{1,2}$ 為步驟 1 及 2 的時間、 t_c 為壓縮時間（步驟 3）、 t_R 為供密碼編碼、浮水印或其他影像強化操作的剩餘時間及 t_F 為訊框期間，其針對 VGA 視訊為 30 msec，且針對超即時（URT）操作為 1 msec 或甚至更短。

步驟 1 及 2 之後的視訊框之定義係顯示在第 13 圖中。

多面非齊性壓縮或 MIC 之要素為將視訊框分成如第 10 圖之各個 ROI 及背景，其中可不同地壓縮各個 ROI，且以不同的壓縮比 C_1 、 C_2 ... 等等，背景也是。不同的壓縮方法，在先前技術中為已知者，可為 MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4、小波或其他，其之一些（MPEG-I）被引用於本案受讓人的論文中（參見 T. Janson、D. H. Kim、A. A. Kostrzewski 及 V. T. Tarnovskiy，同步資料的軟運算及軟通訊（SC2）（Soft Computing and Soft Communication（SC2） for Synchronized Data）Invited Paper，SPIE Proc.，vol. 3812，pp. 55-67，1999）。針對每一個區域可有不同的 C 比率值。

爲了簡單，設想其中藉由相同 C 比率（等於 C_1 ）來壓縮所有 ROI 並藉由 C_2 來壓縮背景的情況。假設所有 ROI 的訊框分額爲 k ，則訊框背景的分額爲 $(1-k)$ 。假設原始視訊頻寬爲 B_0 ，且視訊傳輸頻寬爲 B ，則會有：

$$B_0 = kB_0 + (1-k)B_0 \quad (16)$$

以及

$$B = \frac{B_0}{C} = \frac{kB_0}{C_1} + \frac{(1-k)B_0}{C_2} \quad (17)$$

因此可獲得：

$$\frac{B}{B_0} = \frac{1}{C} = \frac{k}{C_1} + \frac{(1-k)}{C_2} \quad (18)$$

其中 C 爲視訊壓縮比。可見到關係（18）具有平行連結的形式，與電性電路中的平行電阻的形式類似。因此，較小的 C 比率支配，以及當 $C_1 \ll C_2$ ，則 $C > C_1$ ，以及當 $C_2 \ll C_1$ ，則 $C > C_2$ 。例如，當 $k=0.1$ （典型 ROI 的值）， $C_1=100$ 且 $C_2=4000$ ，則可獲得 $C=833$ ，而當 $k=0.05$ ， $C_1=100$ 且 $C_2=4000$ ，則可獲得 $C=1351$ 。並且，當 $k=0.01$ ， $C_1=100$ 且 $C_2=4000$ ，則可獲得 $C=2857$ 。此關係係描繪於第 14 圖中。

通常， $C_1 \ll C_2$ ，因爲希望能保護 ROI 區中的影像資訊。然而，有時會希望隱私的原因而攪亂特定 ROI 區中的資訊。於是，針對此種隱私保護區， C_1 值可能非常大，如 10,000 : 1。

在第 15 圖中，提出多面非齊性（MIC）的一般概念，

例如針對視訊框，並針對 ROI（有三個）及訊框背景具有各種壓縮比（C）。應注意到這些區域的壓縮方法為任意。

PATURT 核心省時操作之歸納

將歸納 PATURT 核心（引擎）之基本省時操作。「省時」意指運算時間及傳輸頻寬的節省。不過，那些節省具有不同的意義。詳言之，「節省運算時間」意指基於諸如 PATURT IFD/NF 的低代價之平行運算與畫素循環，此種運算操作的簡化使其可在毫秒的時間等級中完成。「節省傳輸頻寬」意指夠高的壓縮比（C）。另一方面，這兩種節省與 PATURT 核心有關，其結合運算與壓縮特徵兩者。在此情況中（亦即在 PATURT 創新的情況中）意指兩種節省，強調第一種，因第一種為第二種的基準。

由於 PATURT 核心的所有操作必須為即時（RT）或甚至超即時（URT），尤其係在壓縮路徑（見第 2 圖）的情況中，在此歸納這些操作的基本特徵如下：

- （1）畫素過濾/整數倍降低取樣率
- （2）新穎性過濾
- （3）減少的逐畫素（或畫素至畫素）減去
- （4）邊緣平滑化

特徵（4）係基於「邊緣」界定為連續線或線之一段的事實。因此，畫素整數倍降低取樣率不妨礙邊緣界定，除了邊緣保持「模糊」，如第 8C 圖中所示。

藉由將來自兩個相同訊框之畫素強度相減討論了特徵 (2)，可獲得具有畫素強度驟變之那些訊框區 (如邊緣或 ROI 的輪廓) 的放大。

漸變壓縮 (替代路徑)

漸變壓縮，亦為本發明之標的，可用為替代壓縮路徑，如第 2 圖中所示，來取代如第 15 圖中之 MIC，或作為 MIC 及基於 M 訊框之壓縮的補充。為了方便說明，以下列方式參照它們：

A) 超壓縮 1 (基於 M 訊框)；此後 HYPERCOMP1

B) 超壓縮 2 (MIC)；此後 HYPERCOMP2

C) 超壓縮 2 (漸變)；此後 HYPERCOMP3。

漸變壓縮，為全新的一種壓縮概念，係基於生物變態或以些許改變從一種形態到另一種之變換的類同。以類同的方式，視訊框物體，或 ROI，從一訊框到另一訊框改變其形態。預測性漸變壓縮 (PMC) 之基本原理為訊框 ROI 或物體之稍微提前校正，其係基於那些物體的預先編碼之結構，以及視訊傳送器「知道」視訊流，至少早一訊框。這是因為視訊傳送器 (Tx) 或視訊編碼器僅在已經處理 (壓縮) 視訊框時才發送該視訊框。因此，視訊接收器 (Rx)，在 PATURT 發明中典型為僅軟體，於一訊框之後 (或在較複雜訊框間壓縮方案中數訊框之後)，亦即在典型視訊方案中 30 msec 之延遲，獲得此種訊框。因此，若訊框構造良好，可被提前校正，與在提前位校正系統中可校正

錯誤（其藉由位元奇偶規則而「構造良好」）的方式類似。在該情況中，當此種提前校正僅應用至 ROI，PMC 為 MIC 的一部分。在較一般的情況中，PMC 比 MIC 更廣。第 16 圖描繪 PMC 原則。

傳送器提早一訊框（見第 16 圖中的箭頭）對訊框（2）的知識，允許接收器訊框（2'）之變更，假設兩者構造良好。所謂「構造良好」是指它們根據定標仿射變換（SAT）而組織（「格式化」）於一個架構中，SAT 為數學仿射變換的數位視訊形式。此種 SAT 的一範例係顯至在第 17 圖中，其中 SAT 為指令的形式，例如 ROI 位置： $x=x_1$ 的 y 座標必須以 (a'/a) 因子重新定標尺寸（「拉伸」）。此種指令可具由「如果—則」明確條件式句子，例如

如果 $(ROI)=(ROI_1)$ ，及 $x=x_1$ ，則以 (a'/a) 因子重新定標

$$Y \text{ 座標等於 } 125\% \quad (19)$$

可由「模糊」句子來取代明確句子（等式 19），「模糊」句子係根據模糊邏輯及成員資格函數的等式 19 之泛化。模糊邏輯清楚地解釋於 Von Altrock C.，模糊邏輯與神經邏輯應用之闡明（Fuzzy Logic and NeuroFuzzy Applications Explained），（2002），ISBN 0-13-368465-2。

總言之，漸變壓縮將基於將以畫素為基礎之演算規則（典型用於數位視訊處理/壓縮）變換成以 SAT 規則為基

礎之代數學（數學規則（代表物體））。此種 SAT 規則僅需數位元來傳送指令，如等式 19。若預測正確，可省下大量的傳輸頻寬，與非常高的壓縮比等效。

藉由針對全部的視訊框施加 SAT，可達到非常高的壓縮比，高達 100,000 : 1。

步驟 4：接近即時 ATR 作為步驟 3 之替代路徑

接近即時前（NRT）自動目標辨識（ATR）為步驟 3（MIC 壓縮）的替代路徑。在 NRT/ATR 的情況中，操作時間非即時，而是接近即時，數秒。在此種情況中，主要簽章（運動、顏色、光譜、質地、形狀、寬高比）的選擇與前 ATR 類似，除了它們擴展成更為複雜的形式。此外，以與針對 SAT 漸變壓縮類似之方式引進「如果－則」指令形式的元資料（METADATA）。在後者的情況中，本發明為 MPEG-7 標準提出貢獻，如 B. S. Manjunath、P. Salembier 及 T. Sikura，MPEG-7 的介紹（Introduction to MPEG-7），（eds.），Wiley，2002）中所述，以所謂的邏輯模板的形式，如 L. A. Klein，感測器與資料融合（Sensor and Data Fusion），SPIE Press，2004 中所述。前 ATR 簽章之 NRT/ATR 擴展係如下所述：

運動簽章

在此種情況中，除了 ROI 擷取外，提供特徵化特定速度範圍及 / 或方向中之速度向量流值的特定簽章形式的

NRT/ATR。在此種情況中，需從相機移動藉由三角測量法擷取 2D 或 3D 實向量值，如在 T. Jansson 與 A. Kostrzewski，無線網路中之即時前自動辨認視訊資料減少 (Real-Time Pre-ATR Video Data Reduction in Wireless Networks)，SPIE Proc.，vol. 6234-22，2006 中所述。亦可植入「如果－則」句子形式之專家資訊。例如，可僅考慮以 20-60 mph 範圍內的速度朝東北方向移動之那些物體，藉由增加下列條件式句子：

如果物體速度在 20-60 MPH 範圍中及
如果速度向量方向在 45° - 135° 角度內，
則移動目標大概不是假目標。 (20)

在此應用第 3 圖中之感測器融合規則，以排除假目標。應注意到式子 20 將元資料直接實施到脈絡情境中，如 MPEG-7 標準中般。

顏色 / 空間 簽章

藉由應用第 5 圖中的 RGB 規則，可提供全彩匹配。在此之較複雜的形式中，可藉由應用如第 12 圖中般的順應參數來應用全彩光譜匹配，除了等式 14 中的角座標係以波長座標加以取代。

運動軌跡匹配

在此種情況中，發展出投射到相機（IR 感測器）的視角中之特定剛體（如飛彈）的 6D 運動軌跡，並與代表實體運動之視訊流樣本比較。此種視訊框序列（至少七個）可準確地區分出真實飛彈（真目標）之運動與其欺敵目標（假目標）的動作。這是因為欺敵飛彈無法像真實飛彈一樣厚重。否則，飛彈系統的功率預算使成本上不可行或功率上不可行或兩者。

其他簽章

亦可在 NRT/ATR 訊框內分析諸如質地、形狀及寬高比之其他簽章。例如，飛行員的臉部位置。應注意到藉由引進大量的簽章（大於三），自動移到 NRT 方案，因為操作時間會延長超過 30 msec，其防止即時操作。

PATURT 浮水印

本發明之另一標的，PATURT 浮水印結合地應用兩個新穎的特徵。第一項新穎特徵為將視訊浮水印（其係變更視訊影像，非視覺上的改變，同時增加一些隱藏（無形）資訊供鑑別或安全用）施加到訊框區域，ROI 外，其已被 PATURT 核心或先前技術選擇。第二項新穎特徵為僅變更數個最低有效位元，其為二元強度數字的最後幾個位元。例如，針對每位元 256 灰階，或 8 bpp，強度值由下列式子加以描述：

$$(10110101)=1\uparrow 2^7 + 0\uparrow 2^6 + 1\uparrow 2^5 + 1\uparrow 2^4 + 0\uparrow 2^3 + 1\uparrow 2^2 + 0\uparrow 2^1 + 1\uparrow 2^0=128+32+16+4+1=181 \quad (21)$$

可觀察到將最後一位元從「1」改變到「0」僅會將強度值從 181 改變成 180，強度值幾乎沒有改變。

要讓浮水印資訊更隱密，可僅改變滿足某些額外準則的那些位元，以 PATURT 結構根據上下文校正者，例如僅那些具有高於某臨界值之紅色的被校正者。

PATURT MPEG-7 物體表示

最先進的 MPEG-7 標準在 MPEG-7 之前將簽章之指示標（如顏色）實施到視訊影像本身中，那些指示標為以元資料的方式附接至影像之獨立的實體。PATURT 執行 MPEG-7 標準。PATURT 物體表示實有效地減少表示物體所需之畫素數量，顯著減少特徵擷取、匹配與辨識所需之操作數量，但仍保留如形狀、顏色、質地、尺寸及寬高比之最重要的空間簽章不變。詳言之，使用相－空間高斯混合（Phase-Space Gaussian Mixture (PSGM)）表示，以導出原始全解析度物體影像之緻密、有效率且低畫素數之表示。我們的 PSGM 表現之優點為可動態調整模型準確度，以滿足不同運算及通訊限制。此表示之一範例係顯示於第 18 圖中，其中呈現一範例視訊框。

PATURT 相－空間高斯混合物體表示由使用小波高斯混合框架從原始全解析度影像所產生的多解析度概估影像所組成，並保留最重要的空間簽章，包括形狀、顏色、質地、尺寸及寬高比。最大的影像為物體影像之全解析度。最小影像為最低解析度的物體影像。當尺寸減少，物體影

像之表現力因爲泛化的增加而增加。最小影像的尺寸爲全解析度影像的尺寸之 $1/16$ ，佔據原始光譜的 $1/16$ 。

相－空間高斯混合（PSGM）表示結合知名的小波變換的緻密與有效表示能力及知名的高斯標混合（Gaussian Scale Mixture（GSM））的統計描述能力，以捕捉物體中之統計空間簽章。事實上，已證實 GSM 爲自然影像中小波係數的局部群集之絕佳的描述符（參見 J. Portilla，在過度完成取向錐中使用高斯標混合之影像復原（Image Restoration Using Gaussian Scale Mixtures in Overcomplete Oriented Pyramids），SPIE Proc.，vol. 5914-50，2005）。藉由使用如 GSM 的可定軌統計模型，可僅使用數個參數，取代數千個個別的位元，來歸納視訊中物體的統計性質。另外，可從歸納出來的統計參數以不錯的準確性來重建高頻局部運動。

PSGM 框架使用取向錐來捕捉局部小波係數之邊際與聯合統計性質。多解析度錐係首先使用小波變換加以產生，亦即

$$I = \{S_0, \{W_0, \dots, W_N\}\} \quad (22)$$

其中 I 爲輸入物體影像及 S_0 爲最低解析度之影像。 $W_0 \dots N$ 爲在不同相－標之取向小波係數的矩陣，可藉由下列的式子加以表示：

$$W_i = \{A_i, D_i\}, i=0, \dots, N \quad (23)$$

其中 A_i 爲大小及 D_i 爲小波係數的方向。取向小波係數矩陣的運算係首先經過標準的小波變換，並接著從來自

水平、垂直與對角小波頻帶的係數之大小 A_i 及方向 D_i 之運算。 S_0 之運算係經過標準的小波變換。

在每一標 i ，將具有不同位置、方位及標的小波係數 W_i 的一小塊模型化成一 GSM，亦即，

$$X = \sqrt{z}u \quad (24)$$

其中 X 為配置成向量形式的小波係數大小、 z 為隱藏的正純量隨機變量及 u 為具有變異數 s 之零均數高斯向量。因此，可僅由兩個參數來表示整個小波係數大小的向量。當重建時，可用 z 與 s 產生小波係數的估計，並接著進行標準小波重建程序。重建的影像將具有與原始影像相同的統計性質。

結果為，原始全解析度影像可以一系列低解析度的影像與相一空間高斯向量加以表示，亦即，

$$I = \left\{ s_0, \left\{ \{z_i, \sigma_i, D_i\}_{i=0 \dots N} \right\} \right\} \quad (25)$$

S_0 的空間性質可用作 PATURT 辨識之物體的基本特徵，而 $\{z_i, \sigma_i, D_i\}_{i=0 \dots N}$ 可為物體之補充特徵以精鍊匹配準確性。

此式子 22 中之知名小波變換與式子 24 中之 GSM 的結合為本發明之標的。

應用

視訊下載

視訊下載為從飛機到地面、船、其他飛機及其他平台

之視訊傳輸的此等應用中非常重要的一種方法。在此種情況中，應恰當地強化視訊資料，應將 PSNR 最大化，且應盡量降低傳輸頻寬。詳言之，針對視訊－音訊－資料（VAD）記錄器的此種應用，在飛機降落後下載 VAD 資料至為重要。

最小化下載時間

最小化下載時間， t_D ，對於已記錄資料之下載很重要，其為本發明之標的。假設特定已記錄的資料容量， V ，單位為十億位元組，或 GB（ $1\text{GB}=8\text{Gb}$ ），此時間取決於下載這些資料的下載頻寬， B_D ，其形式為：

$$t_D = \frac{V}{B_D} \quad (26)$$

例如，當 $V=1\text{GB}$ 及 $B_D=400\text{Mbps}$ ，可獲得 $t_D=20\text{sec}$ ，但當 $V=100\text{GB}$ 及相同下載頻寬 B_D ，可獲得 $t_D=2000\text{sec}$ ，或 33 分鐘，其係頗為常的一段時間。為了縮短此時間，可增加 B_D 或提供平行下載連結（PDC）。在第一情況中，藉由增加頻寬至 1Gbps （ $B_D=1\text{Gbps}$ ），可得到：

$$t_D/1\text{GB}=8\text{sec}, t_D=100\text{GB}=800\text{sec}=13\text{分鐘}。$$

在第二種情況中，藉由提供第 M 平行性，式子 26 變成：

$$t_D = \frac{V}{M \cdot B_D} \quad (27)$$

因此，當然可將下載時間減少 M 倍。下一個問題為下載最大量的視訊召回時間， t_1 ，同時最小化下載時間， t_D 。記錄未經壓縮（ $C=1$ ）的視訊資料非常沒有效率。例如，針對典型 256 Mbps 的視訊頻寬，及 1 GB 的記憶體，僅可記錄數秒的視訊資料（例如電影）：

$$t_0 = \frac{V}{B_0} = \frac{1 \text{ GB}}{256 \text{ Mbps}} = \frac{8 \text{ Gb}}{256 \text{ Mbps}} = 30 \text{ sec} \quad (28)$$

亦即，使用 1 GB 的記憶體僅可記錄 30 秒的一般視訊電影。然而，藉由施加壓縮比， $C=1000$ ，此時， t_1 ，將增加 C 倍，至 8.33 h，其形式為：

$$t_1 = \frac{VC}{B_0} = Ct_0 = 30 \text{ sec} \times 1000 = 8.33 \text{ h} \quad (29)$$

表 1 顯示以各種壓縮比記錄在 1 GB 記憶體中之視訊召回時間。

表 1. 記錄在 1 GB 記憶體中之召回時間

C	1	10	100	1000	4000
t_1	30 秒	5 分鐘	50 分鐘	500 分鐘	2000 分鐘
	0.5 分鐘	0.08 小時	0.83 小時	8.3 小時	33.3 小時

下載時間 t_D 與以壓縮比 C 之記錄於記憶體中之召回時間之間的關係為

$$t_D = \frac{t_1 B_0}{C \cdot B_D} ; \quad (30)$$

其中 t_D/t_1 比率特徵化總下載效率，因此，此效率， h_D ，可界定成：

$$\eta_D = \frac{t_1}{t_D} = \frac{C \cdot B_D}{B_0} \quad (31)$$

例如，當 $C=1000$ 、 $B_D=400$ Mbps 及 $B_0=256$ Mbps，可獲得 $h_D=1564$ ，亦即，在 1 秒的下載期間可下載例如電視時間 1562 秒。上述聚焦於視訊資料，其為最耗頻寬者。設想多媒體資料：視訊、音頻、感測器資料 + 元資料、總資料頻寬， B_0 ，為佔據此頻寬之不同分額的三頻寬之疊加： k_1 、 k_2 及 k_3 ，使得 $k_1 + k_2 + k_3=1$ ，且

$$B_0=k_1 B_0+k_2 B_0+k_3 B_0; k_1+k_2+k_3=1 \quad (32)$$

此公式為式子 16 的泛化。藉由施加壓縮比， C_1 ，原始頻寬 B_0 降低成 (B_0/C) 值，其形式為：

$$B = \frac{B_0}{C} = \frac{k_1 B_0}{C_1} + \frac{k_2 B_0}{C_2} + \frac{k_3 B_0}{C_3}, \text{ 或}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{k_1}{C_1} + \frac{k_2}{C_2} + \frac{k_3}{C_3} \quad (33)$$

其為式子 18 的泛化。此平行連結公式可變換成較熟悉的「壓縮電阻」平行連結： R_1 、 R_2 及 R_3 ，使得

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}, \quad (34)$$

以及

$$R_1 = \frac{C_1}{k_1}, \quad R_2 = \frac{C_2}{k_2}, \quad R_3 = \frac{C_3}{k_3} \quad (35)$$

這些「壓縮電阻」表示它們對壓縮頻寬之貢獻，亦即，較低電阻，較高貢獻（以電子類同來說：較低電阻，對電流貢獻較高）。此電子類同係顯示在第 19 圖中。此種如式子 34 之一般形式允許電阻平行連結之知名特徵的應

用，即 C 值必須小於 R_1 、 R_2 及 R_3 之最小者，稱為 R_{\min} ：

$$C < R_{\min} \quad (36)。$$

在此假設 C_1 表示視訊、 C_2 表示音訊及 C_3 表示感測器資料與元資料（文字訊息）。表 2 顯示此一範例，而表 3 顯示另一範例。

表 2. 頻寬分布之範例 ($C=278$)

	視訊	音訊	資料
$k_{1,2,3}$	92%	7%	1%
$C_{1,2,3}$	1000	100	5
$R_{1,2,3}$	1087	1428	500

表 3. 頻寬分布之範例 ($C=526$)

	視訊	音訊	資料
$k_{1,2,3}$	92%	7.9%	0.1%
$C_{1,2,3}$	1000	100	5
$R_{1,2,3}$	1087	1266	5000

從表 2 及 3 可觀察到確實滿足了條件 (36)，因為，在表 2 中， $R_{\min} = 500$ ，同時 $C=278$ ，且在表 3 中， $R_{\min} = 1087$ ，同時 $C=526$ 。

可從二元情況發現平行連結的第二項重要的性質，由式子 18 所表示，可重寫成下列之形式：

$$\frac{1}{C} = \frac{k}{C_1} + \frac{(1-k)}{C_2} = \frac{1}{C_1} + (1-k) \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1} \right) \quad (37)。$$

可觀察到當 $C_1 > C_2$ ，會有 $\left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1}\right) > 0$ ，因此 $C < C_1$ ，反之亦然。故， C 值必須總是處於 C_1 及 C_2 之較大與較小值之間，如式子 18 底下所提供之兩個範例中所示。

本發明之另一標的為多媒體下載之一意外特徵的觀察，其為若感測器資料可以數位映照形式的方式表示，1D、2D、3D 或更高，可將物體取向之壓縮方法（小波、MIC）應用於這些情況。例如，假設可以 2D 映照的方式，在 8 位元動態範圍（亦即高達 256），來表示感測器資料，如第 20 圖中所示。

此種表可正規地被視為等效於感測器值之具有畫素強度的灰階影像。故其可藉由典型物體取向之視訊壓縮方法加以壓縮。

視訊記錄

PATURT 核心應用的另一範例為以新穎 FAERITO 系統的形式之視訊記錄（FAERITO 的前四個英文字母代表：飛行異常事件記錄）。本發明之關鍵構成為第 1 圖中之 PATURT 壓縮，其之形式為多面非齊性壓縮（MIC）。MIC 為訊框內壓縮，同時仍保留背景之相對高壓縮比（CR），高達 3500:1，或甚至更高（參見第 15 圖）。這很獨特，因為，一般而言，很難以任何種類的訊框內壓縮來達成高 CR。這與訊框間壓縮成對比，如 MPEG-1 或 MPEG-2，其中較容易達成高 CR。當然，較高 CR 意味著較低的影像品質，除了在硬體影像的情況中，其在 T. Jansson 與 A.

Kostrzewski, 無線網路中之即時前自動辨認視訊資料減少 (Real-Time Pre-ATR Video Data Reduction in Wireless Networks), SPIE Proc., vol. 6234-22, 2006 中中有加以討論, 其中增加 CR 對於改善影像的 PSNR 為必要的。這是因為會留較多的空間給管理負擔 (OVH)。在此可針對各種關注區域 (第 15 圖中的 R014、R012、R013) 選擇不同 CR 的事實為一主要的系統特徵, 因為可雙向使用此特徵: 減少平均訊框 CR (以增加影像品質), 或異常地增加 CR (以攪亂資訊)。後一特徵係用於飛行視訊-音訊-資料 (VAD) 記錄器中, 以為了隱私而故意攪亂飛行員臉部。

FAERITO 發明一般有關於用於墜毀後資料 (視訊及音訊等等) 之後飛行分析類型的飛行資料記錄器。本發明特別有關於資料中樞之飛行記錄器, 稱為飛行 VAD 記錄器, 其容納在單一輕殼體中, 並能夠記錄大量的音訊與視訊資訊 (長達 10 小時)。墜毀可殘存封裝件提供墜毀可殘存或可移除式塊閃記憶體, 用以記錄數小時的兩或更多通道的高品質視訊、數通道 (4 或更多) 之高品質的音訊及數通道的離散與全範圍類比與數位資料。由於頻寬之主要貢獻來自於視訊資料, 視訊資料之有效壓縮為本發明之重點。另一種資料輸送形式為資料下載。一般而言, 在此討論的應用情境不僅包括資料保全, 也包括在飛行後至地面中心之資料輸送。

經常需要分析墜毀飛機的原因。此種分析經常仰賴資

料與音訊（但非視訊），即所謂的黑盒子。這些為墜毀可殘存之容器，具有如記錄器之記錄裝置，儲存飛機墜毀前最後幾分鐘的資訊。典型上，有此一黑盒子用來記錄資料，且另一黑盒子用來記錄音訊訊號，如飛機內的聲音交談以及透過空中無線電傳輸。

此種黑盒子傾向於厚且重並使用較舊（固態等等）技術，其限制可記錄之資料與音訊量。若這種裝置對於資料與音訊記錄有問題，則對於視訊資料會更有問題，視訊資料需要比音訊與資料高上許多的頻寬（數億位元對數千位元）。

先前技術資料與音訊記錄裝置常具有自動信標，會在墜毀後開始發送信號以利於找尋它們。這些黑盒子為商用飛機的標準設備（但僅針對資料與音訊），此為聯邦條例的規定。然而，礙於其之尺寸與重量，不常用於軍用飛機中，其對於航空電子與武器控制以外的額外設備之容量非常有限（尤其當它們重又大）。此外，目前墜毀可殘存之音訊黑盒子非常昂貴，且目前所有的格式皆為類比，且需三個不同的黑盒子來記錄視訊、音訊及資料。因此，在墜毀事件中，沒有黑盒子來判斷墜毀原因是因為設備故障及/或飛行員之錯誤。對於後飛行分析而言，記錄重要資料（音訊與資料）及座艙中發生什麼事情（視訊）至為緊要，並可用於訓練及評審設備性能。黑盒子類型的記錄系統，在單一裝置中記錄視訊、音訊及資料，若能使之變便宜且夠小，則不但可適合用於飛行機中、UAV（無人駕駛的

空中載具)及其他空中載具,亦可適用於地面運輸及安全應用。

因此,希望能提供比傳統黑盒子較小、較輕、較便宜且較有能力(多媒體資料及頻寬兩者)之飛行記錄器。若有能夠將視訊、音訊及資料(VAD)記錄在單一封裝件中之飛行記錄器則會特別有用。此外,最好此種飛行記錄器能夠記錄至少七通道的VAD,並儲存至少七小時的VAD,尤其在高墜毀可殘存的組態中,或更廣泛地,記錄即將墜毀前的任何異常事件。墜毀前在0.5秒內記錄那些事件,且記錄那些事件同時保留飛行員的隱私特別的重要。

本發明係具有飛行VAD記錄器的形式,在此以FAERITO的商標參照,具有記錄視訊、音訊與資料之裝置的形式。系統的中心為可達成高CR之訊框內MIC壓縮,即使其為訊框內壓縮。這些CR可為100:1或更高(高達1000:1),同時保留高影像品質。其可記錄墜毀前小於0.5秒內發生的事件(低至0.1秒或更短)。亦可保留飛行員的隱私,藉由選擇性壓縮他們的臉部(或其他特徵身體部位)至高CR等級,使得所有識別資訊都不見,因此防止從視訊記錄資料中辨認出飛行員的臉部。此操作係根據PATURT核心。FAERITO MIC壓縮係由式子18界定,其中針對不同ROI使用不同的CR(稱為 C_1 與 C_2)。然而,在MIC之前,訊框必須切割成ROI,這必須在單一或數個訊框內,亦即毫秒等級中,完成,由PATURT核心造成。FAERITO亦根據多媒體壓縮,由式子33針對三個媒

體（音訊、視訊及資料）所界定，其可自動泛化成三（3）個以上的媒體。多媒體頻寬分布的範例係在表 2 及 3 中加以討論。由於 MIC 的緣故，可比無壓縮（ $C=1$ ）記錄多 C 倍的多媒體資料。因此，當 $C=500$ ，例如，可比無壓縮記錄多 500 倍的資料。因此，若記憶體容量為 1 TB（一兆位元組），例如，由於 $C=500$ ，則可記錄 500 TB 未壓縮的資料。假設 FAERITO 裝置具有 1 TB 的記憶體容量，且 $C=100$ （高品質視訊），則針對典型 256 Mbps 的視訊頻寬，可記錄：

$$\frac{8 \cdot 10^6 \text{ Mb}}{256 \text{ Mbps}} = 31.250 \text{ 秒} \cong 8.7 \text{ 小時} \quad (38)$$

未壓縮的視訊資料。然而，當 $C=100$ ，則相同 1 TB 的記憶體容量，可記錄之視訊資料量為 100 倍，或

$$\frac{8 \cdot 10^6}{256} \times 100 = 870 \text{ 記錄小時} \quad (39)$$

由於當代的快閃記憶體能夠達到 1 TB 之容量，可預期到 FAERITO 裝置能儲存非常高小時數的視訊。

本發明包含滿足上述目的之飛行記錄器。取代三個記錄器（視訊、音訊及資料），本發明結合所有 VAD 記錄功能到單一盒子中，6" x 5" x 7"，重量僅九（9）磅。較佳實施例的封裝包括兩個數位記憶體，一個為墜毀可殘存另一為可移除，記錄四小時每一個 VAD 通道。然而，FAERITO 裝置之能力允許記錄更大的視訊小時數，如式子 39 中所述，由於顯著之平均壓縮比（如 100:1）。當然，亦可考慮其他媒體，但視訊頻寬為最大者，因此特別花

心思在視訊記錄上。

合而為一之記錄四小時 36 通道的數位 VAD 至單一輕盒子中的方式，在所述的組態中，將遠遠滿足軍用飛機的數位墜毀可殘存記錄器之要求。四小時的記錄可輕易地延長至八小時或更久，例如，若民用飛機有需要的話。具有全 VAD 記錄特徵之輕盒子對於直升機、軍用飛機及商用飛機為絕佳的設備，且為現有資料中樞飛行記錄器的下一階段。針對本發明所發展的技術亦具有地面運輸及各種保全應用。這些應用可能不需要軍用墜毀可殘存硬體，且可針對有成本效益的 VAD 記錄作變更。記憶體更新至每通道八小時或更多小時可進一步延伸這些應用。

較佳實施例結合所有三種 VAD 功能成為一個墜毀可殘存盒子—為明顯的優點。從三個盒子到一個之重量減少估計為 14 磅。數位可下載記憶體可記錄每 VAD 通道四小時，功能上的大躍進。本發明較佳含有兩數位記憶體單元。一者為墜毀可殘存並可承受 3,400 g 的衝擊，而另一者為可移除式快閃記憶體。墜毀可殘存裝置已通過數個墜毀可殘存測試，包括 3,400 g 衝擊測試、每小時 1100°C 的溫度測試，及其之各種結合。

在所揭露的實施例中，資料中樞飛行記憶體提供每通道四（4）小時同步數位視訊/音訊/資料（VAD）記錄。其他實施例包括更大量的同步 VAD 記錄，高達八小時的記錄，或更大（或大上很多），取決於特定應用。包括有壓縮之兩（2）視訊通道，導致每通道 1 Mbps。此視訊壓縮

減少頻寬，同時保留視訊品質。雖已於上討論視訊壓縮，以最新的 MPEG 第 3 層達成數位音訊的高壓縮比，並允許四（4）高品質音訊通道（每通道 16 Kbps）。本發明亦可記錄八（8）離散感測器通道，及 16 全範圍類比通道，其具有可邊程動態範圍與取樣率。在所揭露的實施例中，藉由提供兩（2）RS 422 通道、兩（2）MIL-1553 通道及兩（2）RS 222 通道形式的通訊匯流排，可達成資料記錄之彈性。作為額外或替代，可考量到許多其他介面，即更大數量的通道，即更大數量的記錄小時。

較佳實施例之一明顯的特徵為墜毀可殘存記憶體單元，其包含鈦容器中，其中容納有記憶體模組並填充有氣凝膠，或其他適當的材料，以順利地吸收高達 3,400 G 的震動，並承受火造成的高溫。在較佳的實施例中，此種材料應具有同質性，無不同值、裂縫或凹洞。另一項重要的特徵為多用途連接器，設計成與飛機連接器通用，以將本發明簡單地整合至現有的系統中。此多用途連接器之一特別獨特的特性為其板子式整合到記錄器電子元件中的方式，以允許簡單的變更與替換，以順應整合改變。

參考附圖（第 21 圖），可見到根據本發明之一較佳實施例的飛行異常事件記錄器（FAERITO）10 包含大致矩形的殼體 12。在較佳實施例中，殼體 12 較佳為不鏽鋼結構，約 4'' x 5'' x 7''。從殼體的一比面延伸的為多接腳連接器 14，以連接記錄器 10 至各種外部裝置，將於此解釋。殼體 12 具有可移除蓋件 15，其可螺旋式地與管狀容

器 24 接合，如第 22 圖中所示。容器 24 內存在有可移除式盒子 26，其密封墜毀可殘存記憶體板（見第 24 圖）。盒子 26 較佳由鈦合金製程並填充有材料，其可緩衝在墜毀時對於記憶體板產生之至少 4,000 G 的衝擊加速力。盒子係由兩螺旋部所製成，其之一具有軸置中的孔徑，以連接密封的記憶體板至其餘的電子元件。

其餘的電子元件如第 23 圖中所示般組態。主機板 22 接收視訊副板 20 及連接器介面板 18，連接器 14 係從連接器介面板 18 延伸。可藉由參照第 25、26 及 27 圖較佳理解本發明之電子元件。

第 25 圖為顯示成連接至外部匯流排、相機、麥克風及感測器之整個記錄器系統的高階區塊圖。在此可見到記錄器可連接至兩台視訊相機、四個麥克風及類比與數位感測器。除了上述的墜毀可殘存記憶體外，亦有經由傳統 USB 序列埠連接之可移除式記憶體。可做出各種匯流排連結，包括 MIL-1553、RS422 及 RS232。

第 26 圖為記錄器電子元件之區塊圖，並界定主機板 22 與視訊副板 20 的內容。每一個此種板子提供處理器、記憶體及連結邏輯。主機板亦以每通道 16 Kbps 提供四通道的音訊壓縮電路，還有控制八離散感測器資料通道與十六類比感測器資料通道之儲存的電路。視訊板提供記錄高達 1 Mbps 之兩通道的視訊之雙視訊壓縮的能力。第 27 圖提供描繪視訊副板之區塊圖。

已揭露本發明之較佳實施例，很明顯地可考量到許多

變異及修改。因此，本發明之範圍應僅受限於所附之申請專利範圍及其等效者。

【圖式簡單說明】

將在連同附圖閱讀較佳實施例之詳細說明之後，可更完整地瞭解本發明之上述目的與優點，即其額外目的與優點，圖中：

第 1 圖為辨別本發明之 PATURT 核心的構成部件、新穎態樣及應用的示意圖；

第 2 圖為描繪第 1 圖之 PATURT 核心的替代路徑之圖；

第 3 圖為根據有效假目標剔除原則之序列式感測器融合的概念圖；

第 4 圖為一範例視訊框之速度向量流之簡化圖；

第 5 圖為兩色單位向量減去之圖；

第 6 圖為 PATURT 相空間定標之操作流程圖；

第 7 圖為 PATURT 相空間定標與基於小波分解之 PSS 操作的區塊圖比較；

第 8A 至 8E 圖顯示典型 PATURT 過濾與整數倍降低取樣率；

第 9A 至 9E 圖顯示 PATURT 過濾與整數倍降低取樣率對典型 ROI 的影響；

第 10 圖描繪新穎性過濾操作；

第 11 圖，包含第 11A、11B 及 11C 圖，為使用畫素

整數倍降低取樣率之邊緣演進圖；

第 12 圖，包含第 12A、12B 及 12C 圖，為極輪廓順應（PCC）程序圖；

第 13 圖描繪 PATURT 核心之步驟 1 與 2，包括選擇主要簽章（步驟 1）及具有三個關注區域（ROI）之特定視訊框的邊緣擷取（步驟 2）；

第 14 圖為壓縮比對 ROI 訊框分額「k」的圖；

第 15 圖為針對在背景中具有三個關注區域的一範例視訊框的多面非齊性壓縮（MIC）的圖；

第 16 圖為針對四個被傳送之視訊框的預測性漸變壓縮（PMC）之原則的圖；

第 17 圖為針對形狀 S 至形狀 S' 的漸變壓縮之定標仿設變換（SAT）規則的圖；

第 18 圖為由 PATURT 用來表示物體之相－空間高斯混合的圖；

第 19 圖，包含第 19A 與 19B 圖，為顯示（a）多媒體資料傳輸與（b）電流分支流經平行電阻之間的電性類同之圖；

第 20 圖為代表二維數位感測器資料映照之一範例的八位元數字之 4 x 4 的表；

第 21 圖為本發明之墜毀可殘存記錄器（CSR）的一較佳實施例之三維機械圖；

第 22 圖係與第 21 圖類似的圖，但蓋件被移除且記憶體單元顯示成被部分拆卸且部分拉開；

第 23 圖為 CSR 之介面電子元件的三維機械圖；

第 24 圖為拆開之 CSR 的照片；

第 25 圖為整體系統區塊圖；

第 26 圖為板層級區塊圖；以及

第 27 圖為較佳實施例之視訊板的區塊圖。

【主要元件符號說明】

10：飛行異常事件記錄器（FAERITO）

12：殼體

14：多接腳連接器

15：可移除蓋件

18：連接器介面板

20：視訊副板

22：主機板

24：管狀容器

26：可移除式盒子

五、中文發明摘要

發明之名稱：利用前自動目標辨識為基礎之即時壓縮與
視訊框分段的設備與方法

本發明之一目的為研發一種新穎的關注區域 (ROI) 方法，或訊框切割方法，可提供於視訊流內，即時地，或甚至更準確地，在 30 毫秒的視訊框期間之數毫秒內，或甚至在次毫秒的範圍中。此視訊框切割係以基於前自動目標辨識之超即時 (PATURT) 視訊壓縮為基準。本發明之其他目的為漸變壓縮及浮水印，同樣以 PATURT 為基礎。PATURT 創新的應用包括 ROI 為基礎即時視訊記錄，其特別用於「黑盒子」裝置中飛機飛行員/座艙視訊記錄，記錄飛機事故或災難。此種黑盒子裝置一般需通過高衝擊 (3400 g)、高溫度 (一小時內 1100°C) 及其他嚴酷的環境測試。在此發明中，它們亦具有報告在直到事故前 0.5 秒之最後一次的座艙事件，包括所有座艙感測器讀取值，以及飛行員的行為，後者具有完全攪亂且無法恢復之臉部資訊。其他的應用包括視訊監視。後者亦可應用至飛彈防禦 (辨識真的目標或真的飛彈與假的目標 (欺敵目標))，或至其他超即時 (URT) 民用及軍用情境。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

**APPARATUS AND METHOD EMPLOYING PRE-ATR-BASED REAL-TIME
COMPRESSION AND VIDEO FRAME SEGMENTATION**

One subject of this invention is the development of a novel region of interest (ROI) method, or Frame Segmentation Method that can be provided within a video stream, in real-time, or more precisely within a few milliseconds of video frame duration of 30 msec, or even in the sub-millisecond range. This video frame segmentation is the basis of Pre-ATR-based Ultra-Real-Time (PATURT) video compression. Still other subjects of this invention are morphing compression, and watermarking, also based on the PATURT. The applications of the PATURT innovation include ROI-based real-time video recording that has special applications for aircraft pilot/cockpit video recording in "black-box" devices, recording aircraft accidents, or catastrophes. Such black-box devices usually need to pass high impact (3400 g), high temperature (1100°C, in 1 h), and other harsh environmental tests. In this invention, they also have the capability of reporting the last cockpit events up to 0.5 seconds before an accident, including all cockpit sensor readings, as well as pilots' behavior, the latter with fully scrambled and non-recoverable facial information. Further applications include video surveillance. The latter can be also applied to missile defense (recognizing real target or real missile, from false targets (decoys)), or to other Ultra-Real-Time (URT) civilian and military scenarios.

十、申請專利範圍

1. 一種訊框中即時視訊影像處理之方法，用以降低傳輸頻寬或運算時間，該方法包含下列步驟：

- a) 選擇主要及次要影像訊框簽章 (signatures) ；
- b) 選擇並擷取關注區域之輪廓；
- c) 針對步驟 b) 之該些關注區域以及該視訊框的其餘部分，施加多面非齊性壓縮；以及
- d) 在該訊框之期間內，執行步驟 a) 、 b) 及 c) 。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中步驟 a) 係使用類同於感測器之軟體代理者來執行，以剔除一群真與假目標中的假目標。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中步驟 a) 係使用逐畫素強度減去的步驟來執行。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中步驟 a) 係使用速度向量流映照的步驟來執行。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中步驟 a) 係使用顏色匹配操作的步驟來執行。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中步驟 b) 係使用根據相空間定標之邊緣擷取的步驟來執行。

7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該邊緣擷取步驟係使用影像線整數倍降低取樣率 (decimation) 及平滑的步驟來執行。

8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中步驟 b) 係藉由使用極輪廓順應程序，而判斷每一個關注區域的重心加

以執行。

9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中步驟 c) 係針對該些關注區域及該些其餘部分使用不同的壓縮比加以執行。

10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中步驟 c) 係針對該些關注區域及該些其餘部分使用不同的壓縮方案加以執行。

11. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該些不同的壓縮方案之至少一者包含 MPEG 標準形式壓縮及小波變換壓縮的一者。

12. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中在步驟 d) 中執行步驟 a)、b) 及 c) 的時間小於 30 毫秒。

13. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中在步驟 d) 中執行步驟 a)、b) 及 c) 的時間小於 1 毫秒。

14. 一種接近即時的視訊影像處理之方法，用以降低傳輸頻寬或運算時間，該方法包含下列步驟：

- a) 選擇主要及次要影像訊框簽章；
- b) 選擇並擷取關注區域之輪廓；以及
- c) 對步驟 b) 之該些關注區域，施加預測性漸變壓縮。

15. 一種接近即時之視訊影像處理之方法，用以降低傳輸頻寬或運算時間，該方法包含下列步驟：

- a) 選擇主要及次要影像訊框簽章；
- b) 選擇並擷取關注區域之輪廓；以及

c) 施加接近即時目標取得擴展。

16. 一種對視訊影像訊框加浮水印之方法，該方法包含下列步驟：

a) 選擇主要及次要影像訊框簽章；

b) 選擇並擷取關注區域之輪廓；

c) 選擇不在任何該些關注區域中的該訊框之一部分中的最低有效視訊資料位元；以及

d) 變更步驟 c) 中選擇的該些位元，以提供與該影像訊框區辨之一些隱藏資訊。

17. 一種將原始全解析度視訊影像表現成爲相－空間高斯混合 (Gaussian Mixture) 之自動目標辨識方法，以提供影像之減少畫素數形式，該方法包含下列步驟：

a) 使用小波變換，來產生該原始影像之多解析度錐；以及

b) 將該小波變換之小波係數模型化爲高斯標混合 (Gaussian Scale Mixture) ，其中小波係數之大小配置成相－空間高斯向量形式。

18. 一種飛行記錄器，用以記錄在飛行期間直到毀滅性墜毀前 0.5 秒在飛機中產生的視訊、音訊及感測器資料資訊的至少一者，該飛行記錄器包含：

用於儲存該資訊的至少一固態記憶體裝置，該裝置密封於容器中，該容器具有圍繞該裝置之材料，用以緩衝於該飛機墜毀期間對於該裝置所產生的衝擊力。

19. 如申請專利範圍第 18 項之飛行記錄器，其中緩

衝該裝置以承受具有至少 3,400 G 大小之衝擊力。

20. 如申請專利範圍第 18 項之飛行記錄器，其中該容器包含鈦。

21. 如申請專利範圍第 18 項之飛行記錄器，進一步包含用於儲存該資訊的可移除式固態記憶體裝置，該可移除式記憶體裝置位在該容器外，使得無需打開該容器即可取得該可移除式記憶體裝置。

22. 如申請專利範圍第 18 項之飛行記錄器，進一步包含整合該記錄器到該飛機中之連接器，該連接器在該記錄器中連接至專用可移除式印刷電路板，藉此可藉由替換該可移除式印刷電路板來替換該連接器。

23. 如申請專利範圍第 18 項之飛行記錄器，其中該記憶體裝置具有能記錄視訊、音訊及感測器資料資訊至少兩小時的能力。

24. 如申請專利範圍第 18 項之飛行記錄器，其中該記憶體裝置組態成記錄多達四通道之音訊資訊以及多達兩通道之視訊資訊。

25. 如申請專利範圍第 24 項之飛行記錄器，其中該記憶體裝置進一步組態成記錄多達八通道之離散資料以及多達十六通道之類比資料。

26. 一種固態墜毀可殘存記錄器，包含記憶體裝置，其組態成記錄至少兩小時直到墜毀前 0.5 秒所產生的多達兩通道之視訊資訊、多達四通道之音訊資訊、多達八通道之離散感測器資料以及多達十六通道之類比感測器資料。

27. 如申請專利範圍第 26 項之固態墜毀可殘存記錄器，進一步包含容納該記憶體裝置的封盒，該封盒填充有圍繞該記憶體裝置的減震材料。

28. 如申請專利範圍第 27 項之固態墜毀可殘存記錄器，其中該減震材料包含氣凝膠。

29. 如申請專利範圍第 27 項之固態墜毀可殘存記錄器，其中該封盒係由包含鈦的材料製成。

30. 如申請專利範圍第 26 項之固態墜毀可殘存記錄器，其中該記憶體裝置包含可移除式記憶體裝置。

31. 如申請專利範圍第 26 項之固態墜毀可殘存記錄器，進一步包含整合該記錄器到具有視訊相機、麥克風及感測器的系統中之連接器，該連接器在該記錄器中連接至專用可移除式印刷電路板，藉此可藉由替換該可移除式印刷電路板來替換該連接器。

32. 一種墜毀可殘存記憶體，包含：

固態記憶體裝置；

用於密封該記憶體裝置之抗墜毀封盒；以及

在該封盒內且圍繞該記憶體裝置的減震材料。

33. 如申請專利範圍第 32 項之墜毀可殘存記憶體，其中該減震材料包含氣凝膠。

34. 如申請專利範圍第 32 項之墜毀可殘存記憶體，其中該封盒係由包含鈦的材料製成。

35. 一種飛機座艙事件之墜毀可殘存視訊記錄器，一直記錄直到某災難事件發生前不超過 0.5 秒為止，該視訊

記錄器包含：

至少一視訊相機；以及

影像處理電子元件，用於分析在該相機中所產生的每一個視訊資料訊框，並且決定在該訊框中之各個關注區域，以取決於各該關注區域中之資訊內容的壓縮比，來選擇性地壓縮在各該關注區域中的該資料。

36. 如申請專利範圍第 35 項之視訊記錄器，其中具有飛行員之臉部特徵的任何該關注區域係以足夠高之壓縮比來自動壓縮，以模糊飛行員的臉部。

37. 一種用於降低頻寬及運算時間之訊框內即時視訊影像處理之方法，該方法包含下列步驟：

- a) 選擇影像訊框簽章；
- b) 過濾及整數倍降低取樣率；
- c) 逐畫素減去；以及
- d) 邊緣平滑；

其中步驟 a)、b)、c) 及 d) 皆在單一視訊框期間內執行。

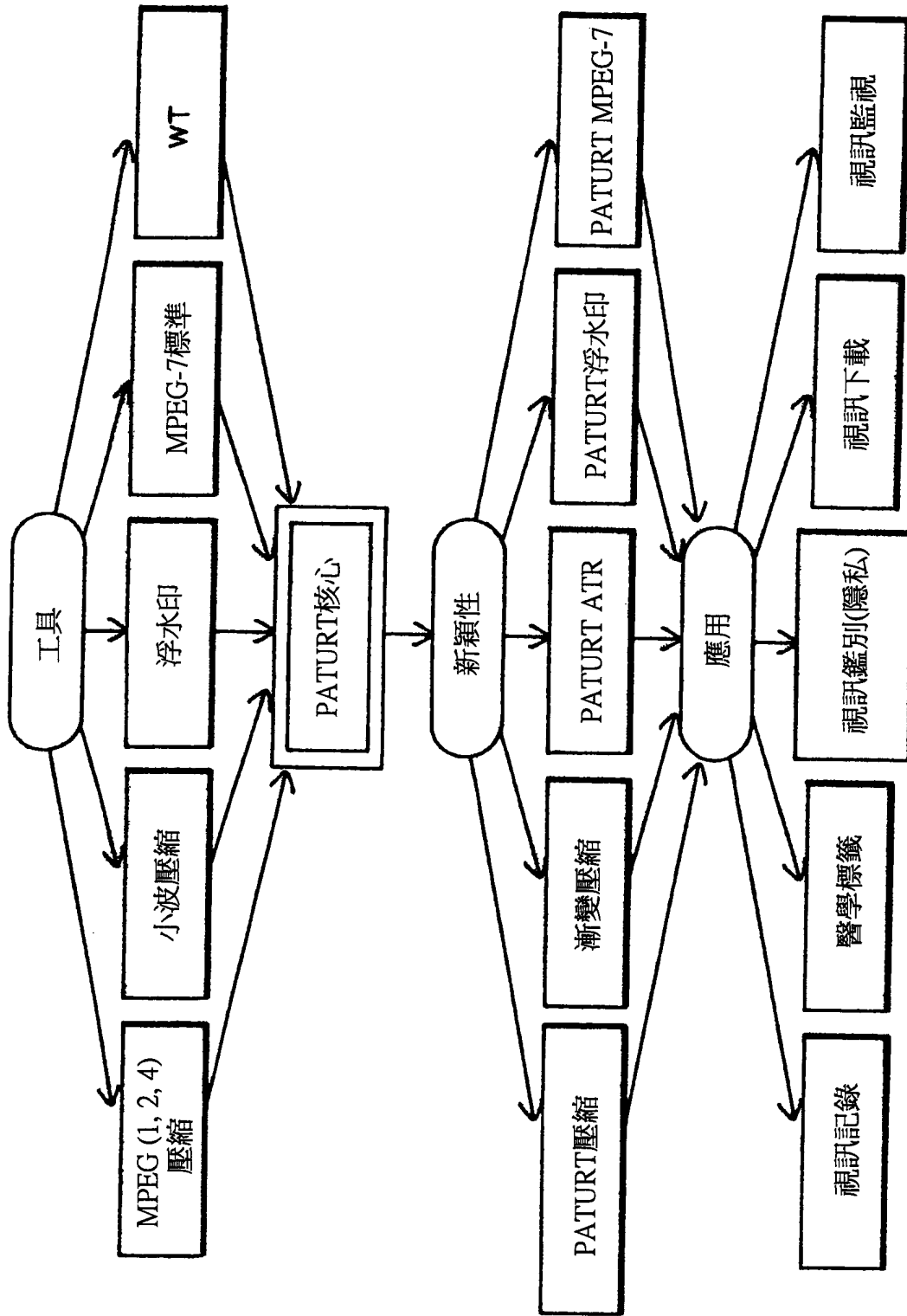
38. 如申請專利範圍第 37 項之方法，其中步驟 b) 係使用過濾、整數倍降低取樣率及畫素減去的步驟加以執行。

39. 如申請專利範圍第 38 項之方法，其中過濾及整數倍降低取樣率的步驟係使用利用相空間過濾器排之過濾及整數倍降低取樣率的單一步驟加以執行。

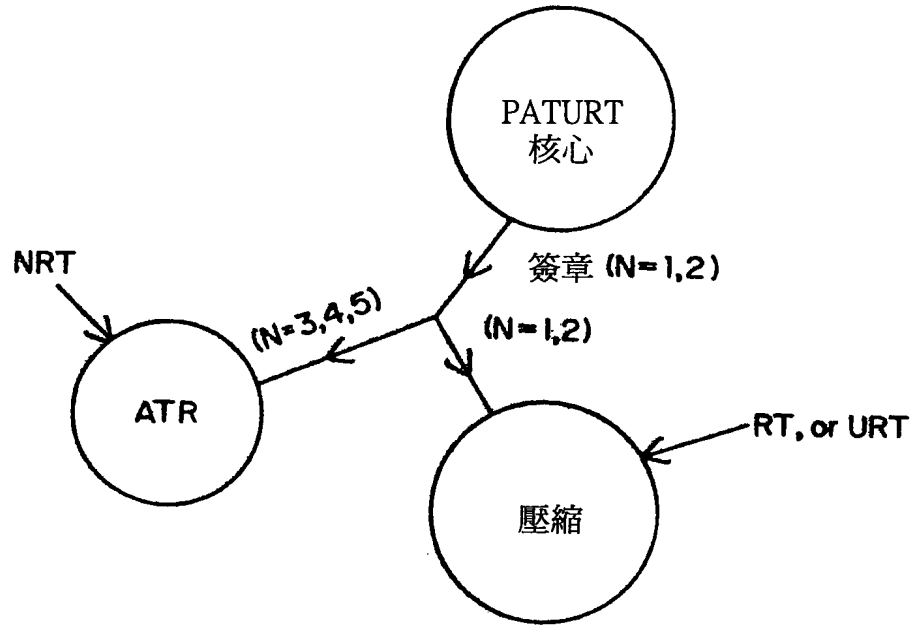
40. 如申請專利範圍第 38 項之方法，其中過濾及整

數倍降低取樣率的步驟係使用藉由相空間定標操作之過濾及整數倍降低取樣率的單一步驟加以執行。

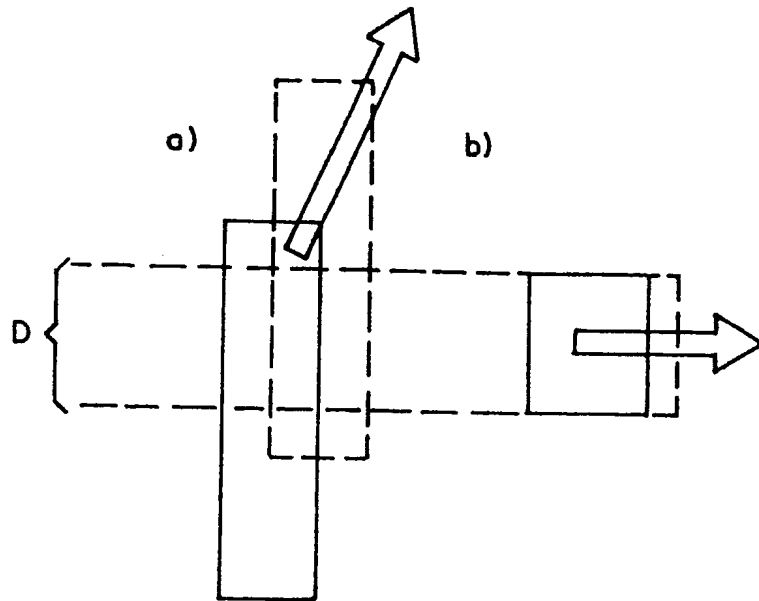
第1圖



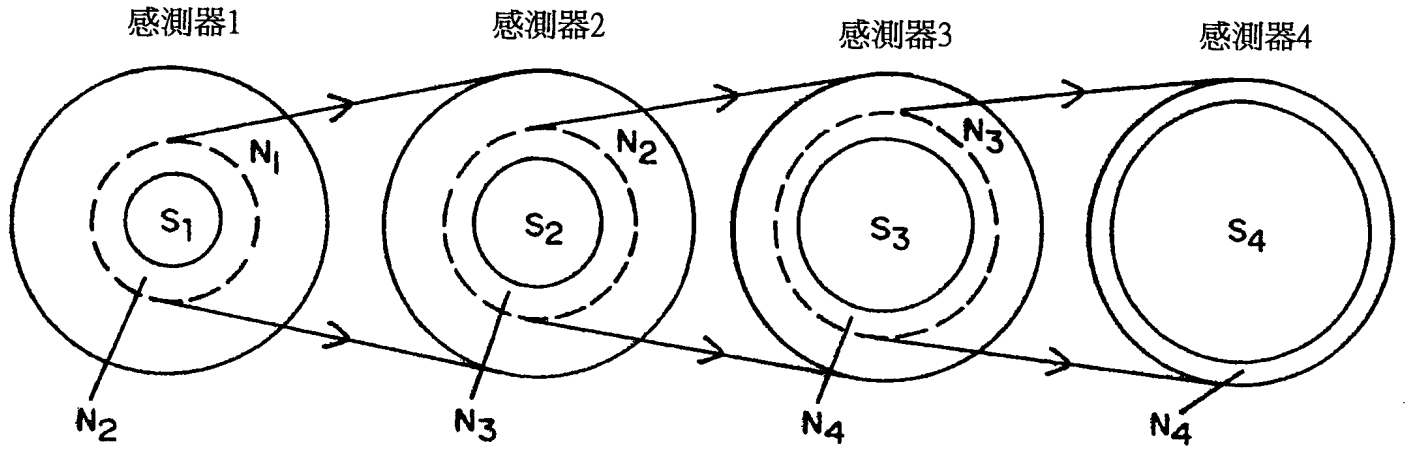
第2圖



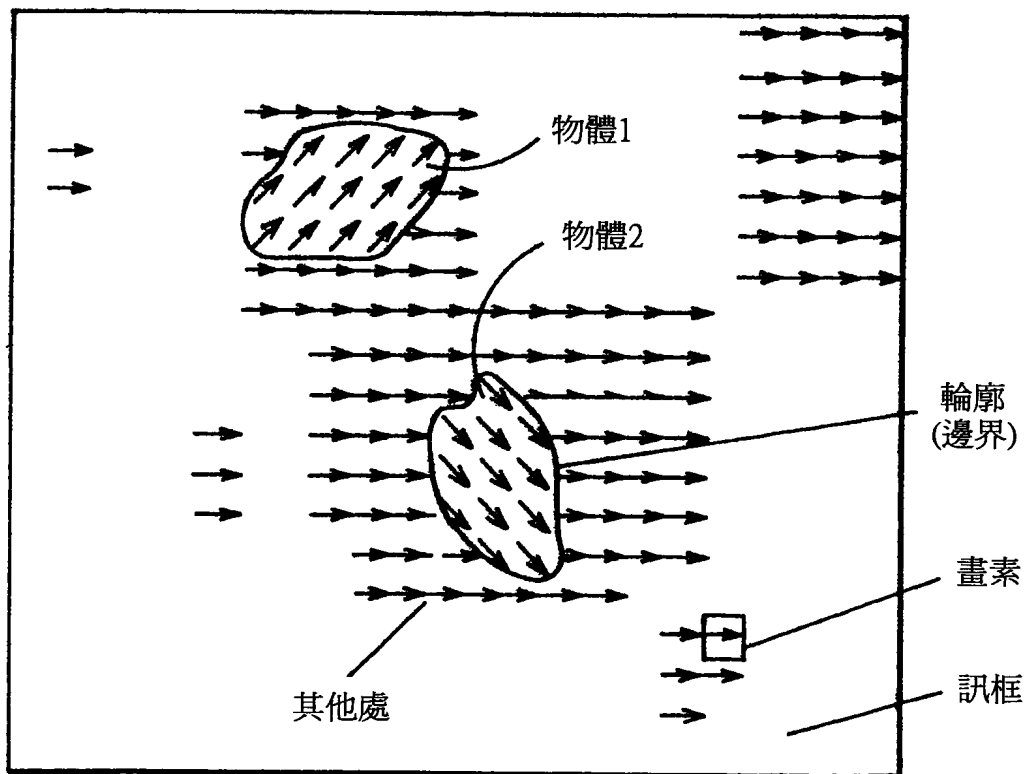
第10圖



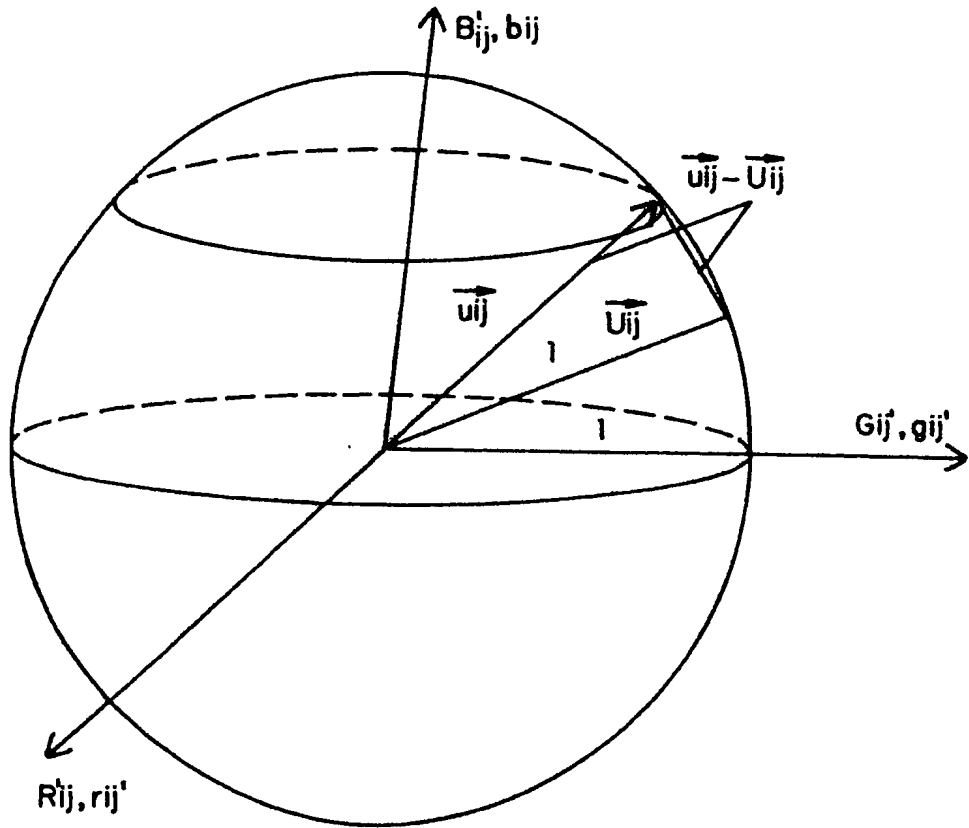
第3圖



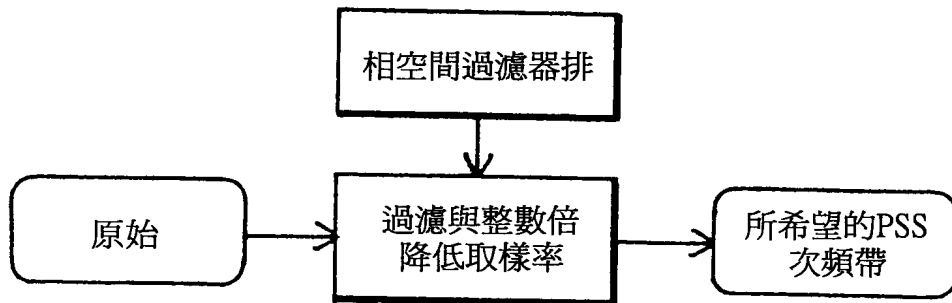
第4圖



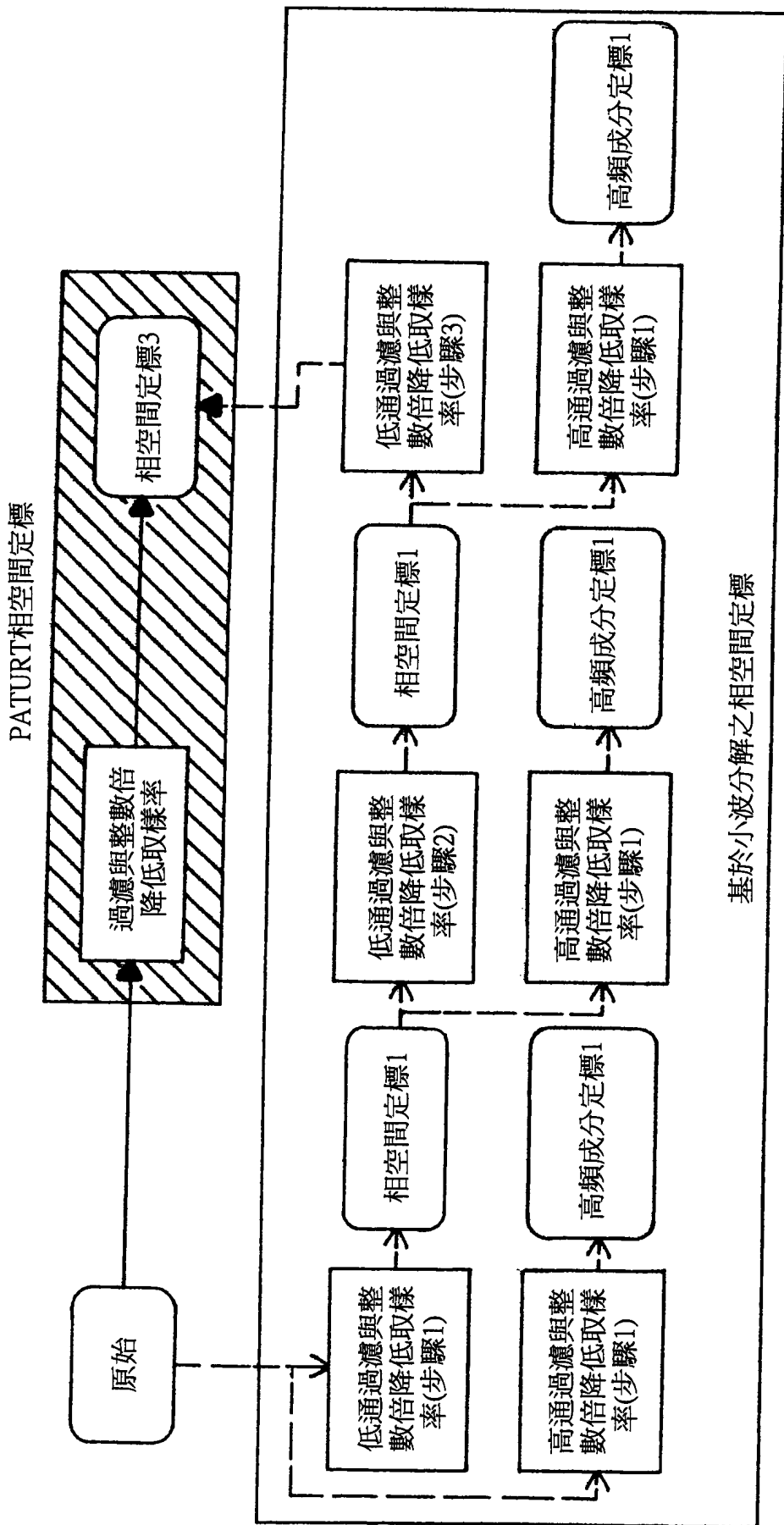
第5圖



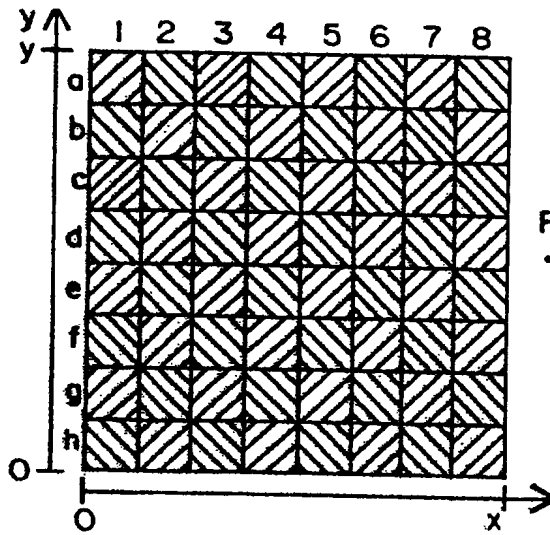
第6圖



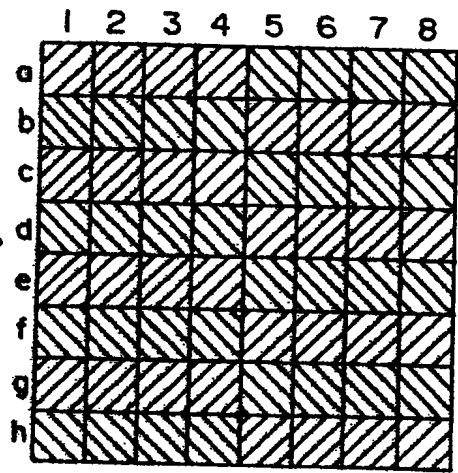
第7圖



第8A圖

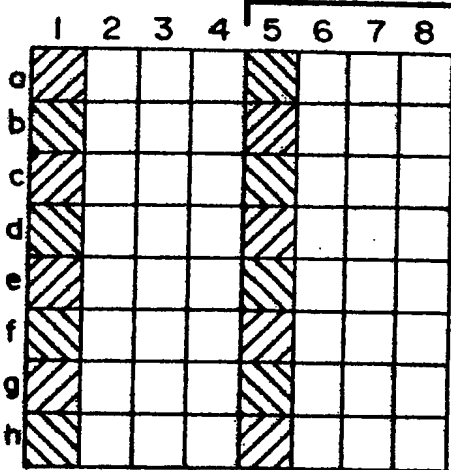


第8B圖

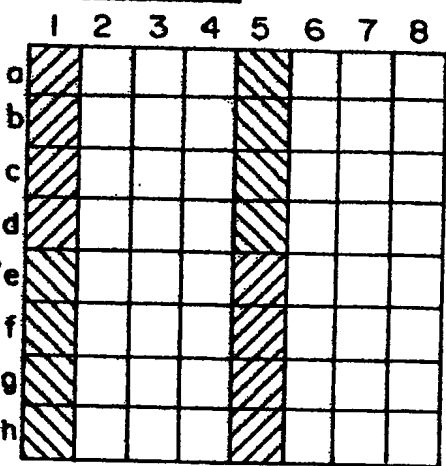


PAT/FX

PAT/DX



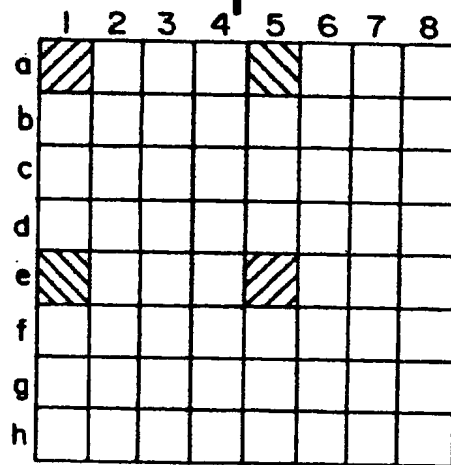
PAT/FY



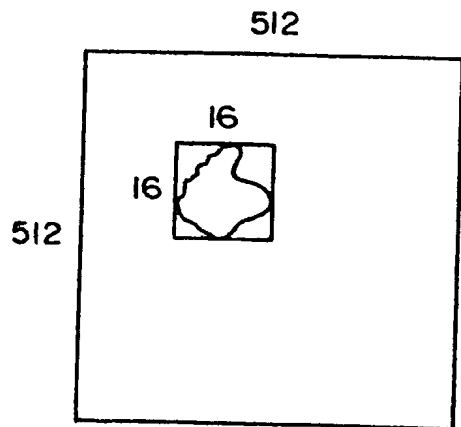
第8C圖

PAT/DY

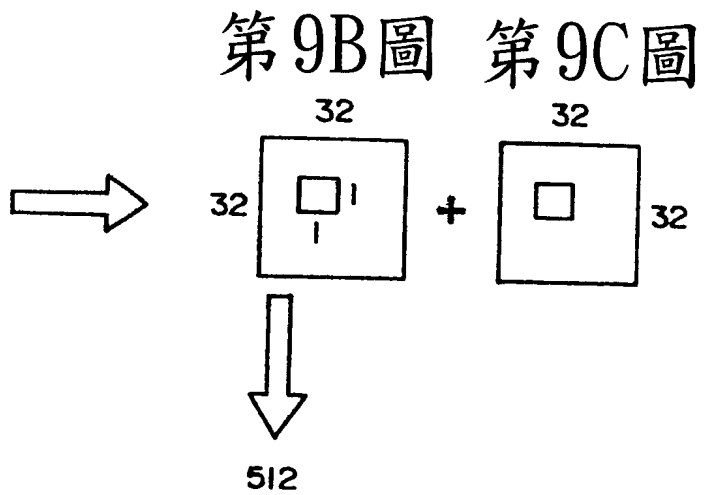
第8D圖



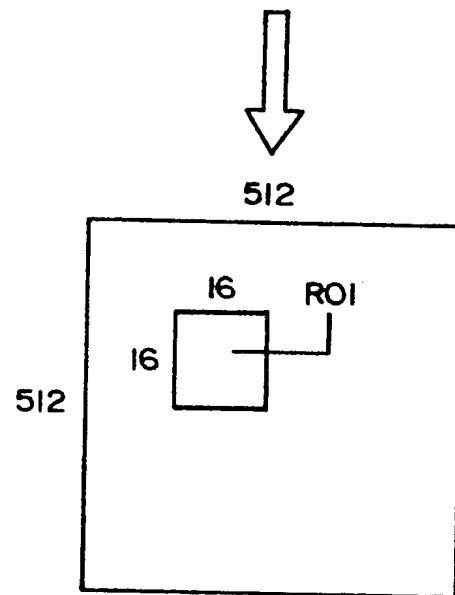
第8E圖



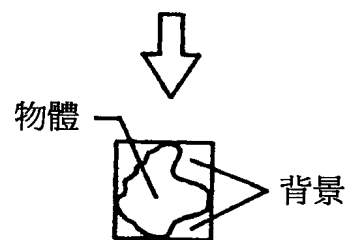
第9A圖



第9B圖 第9C圖

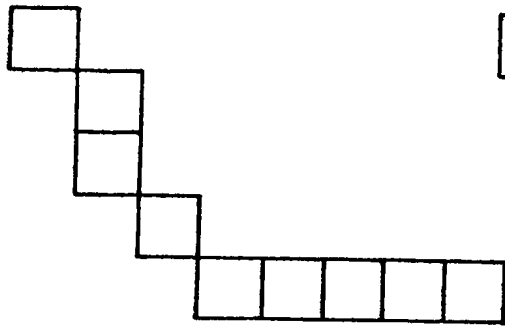


第9D圖

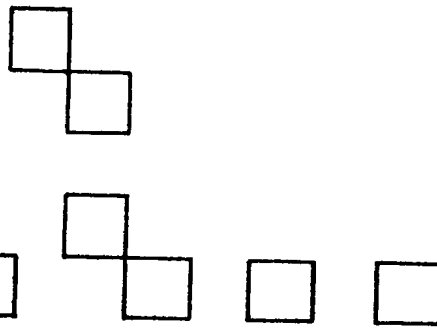


第9E圖

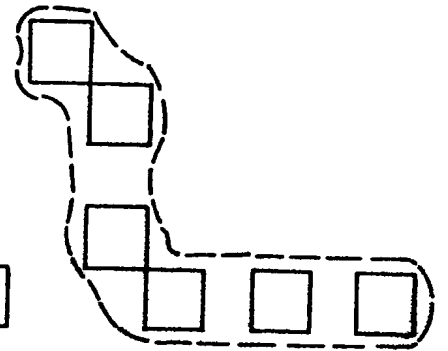
第11A圖



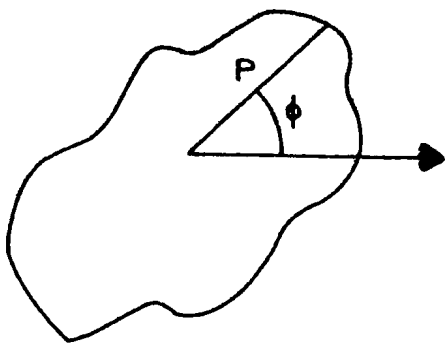
第11B圖



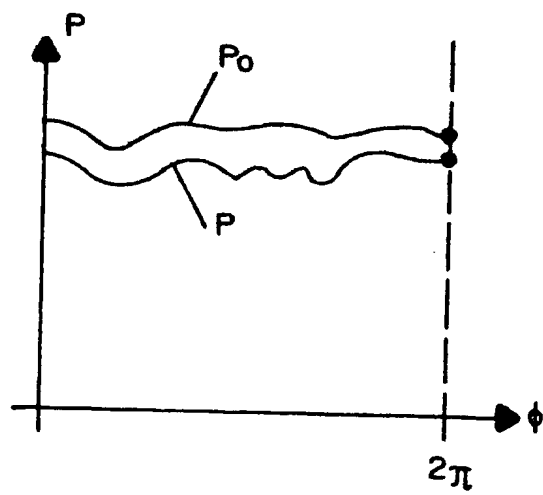
第11C圖



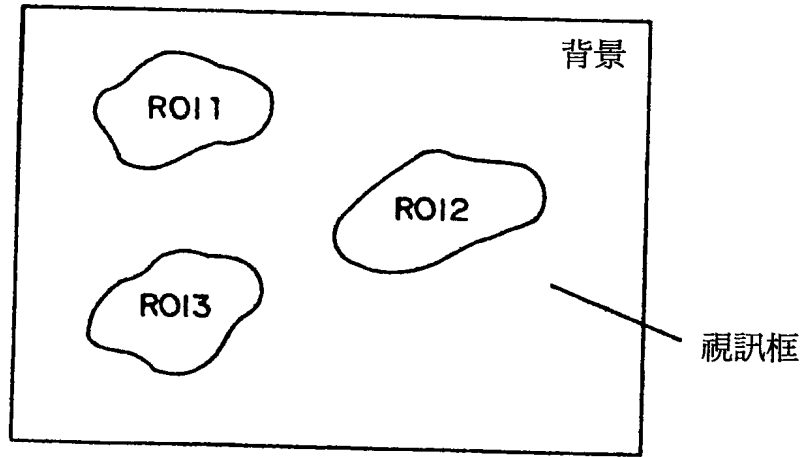
第12A圖



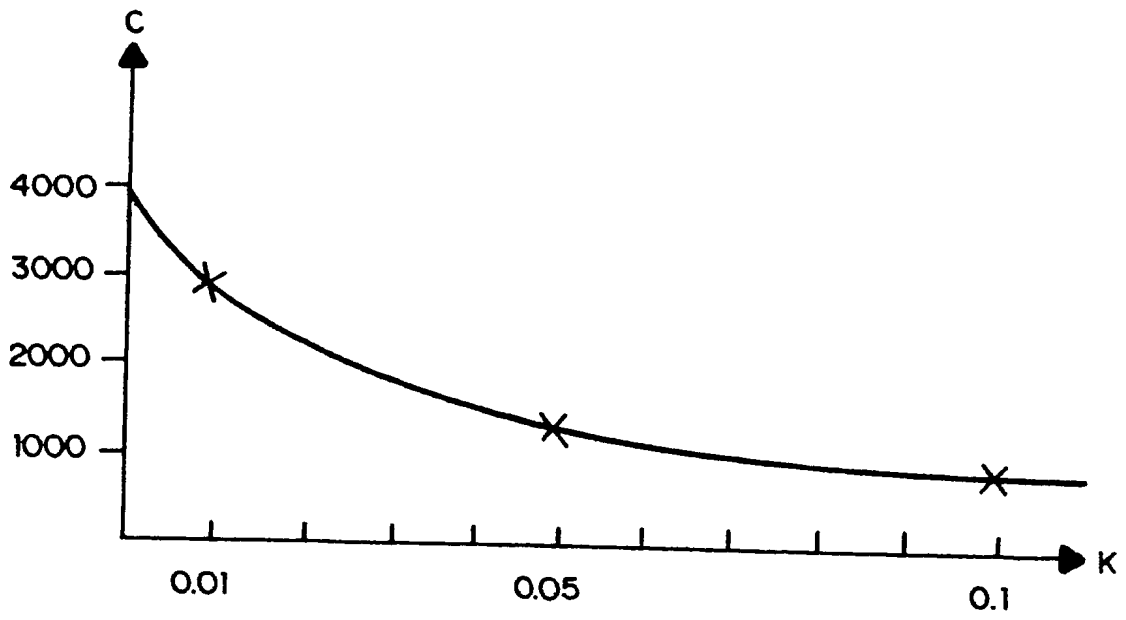
第12B圖



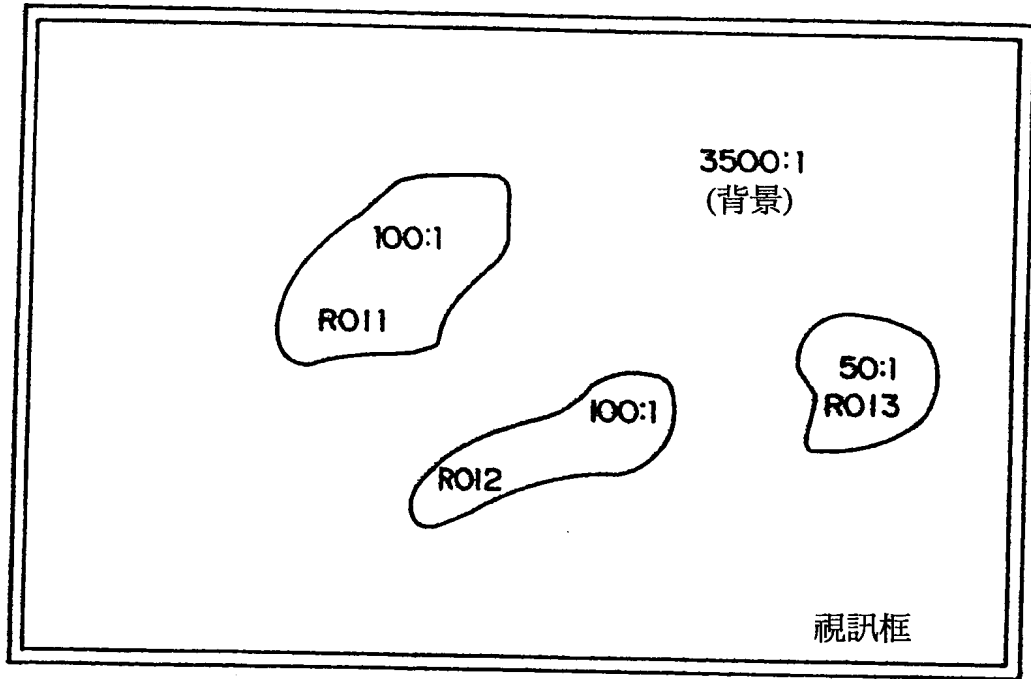
第13圖



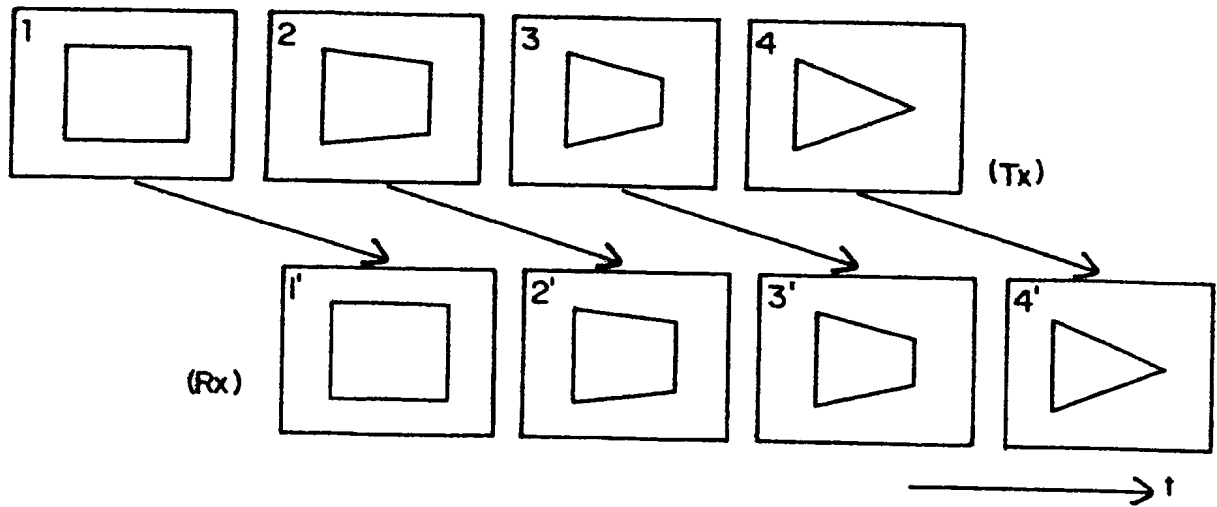
第14圖



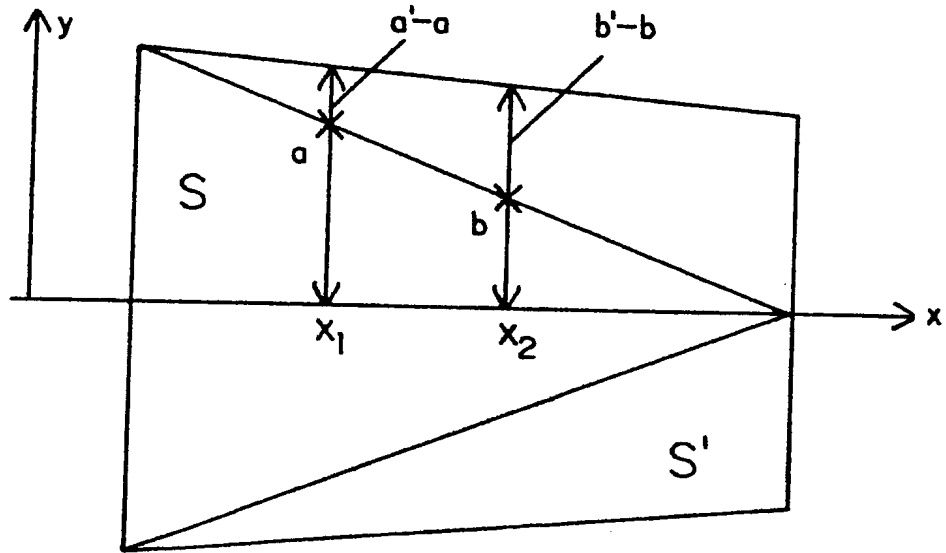
第15圖



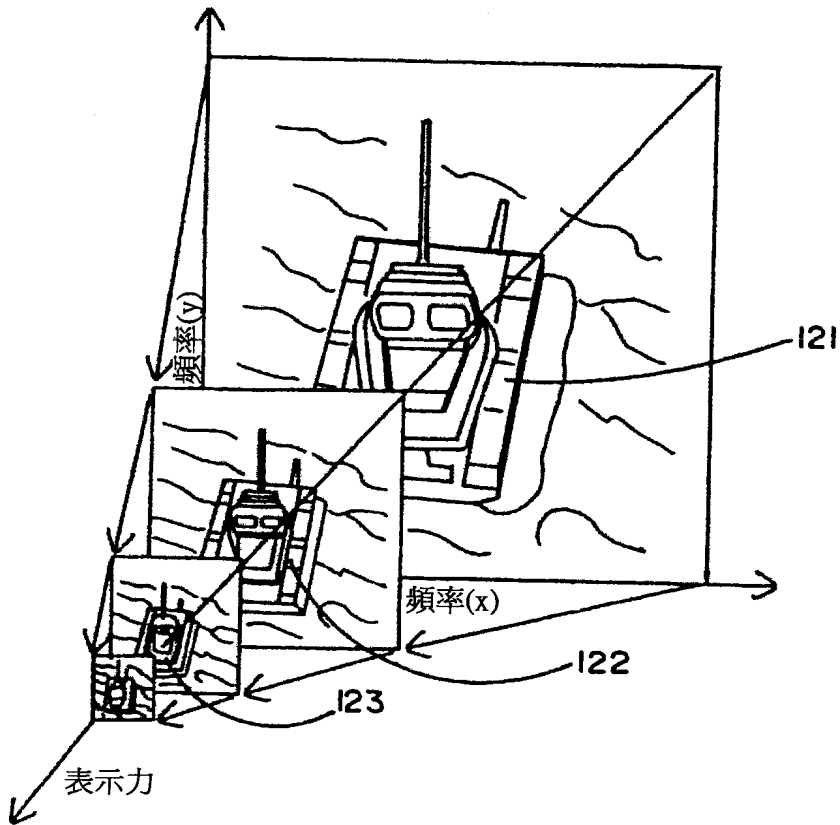
第16圖



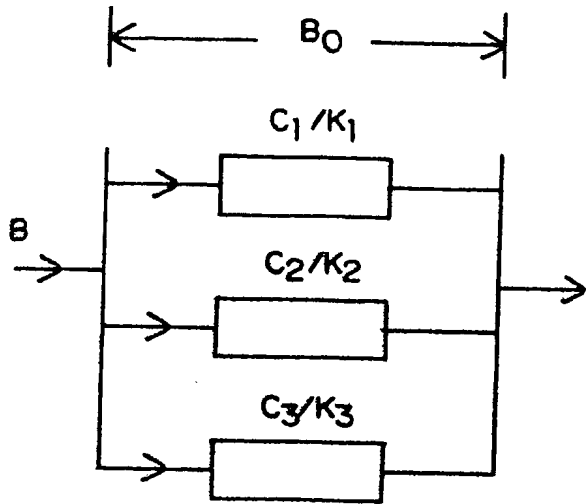
第17圖



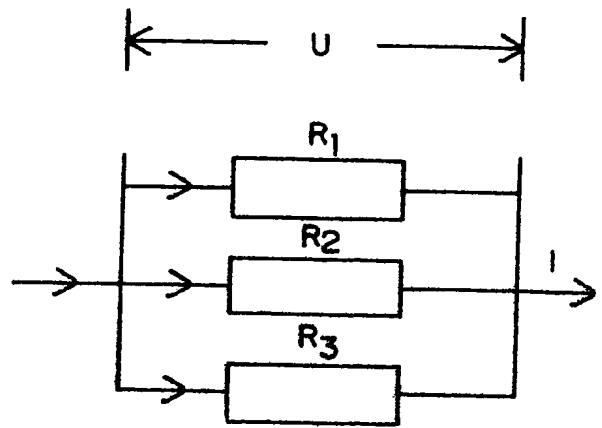
第18圖



第19A圖



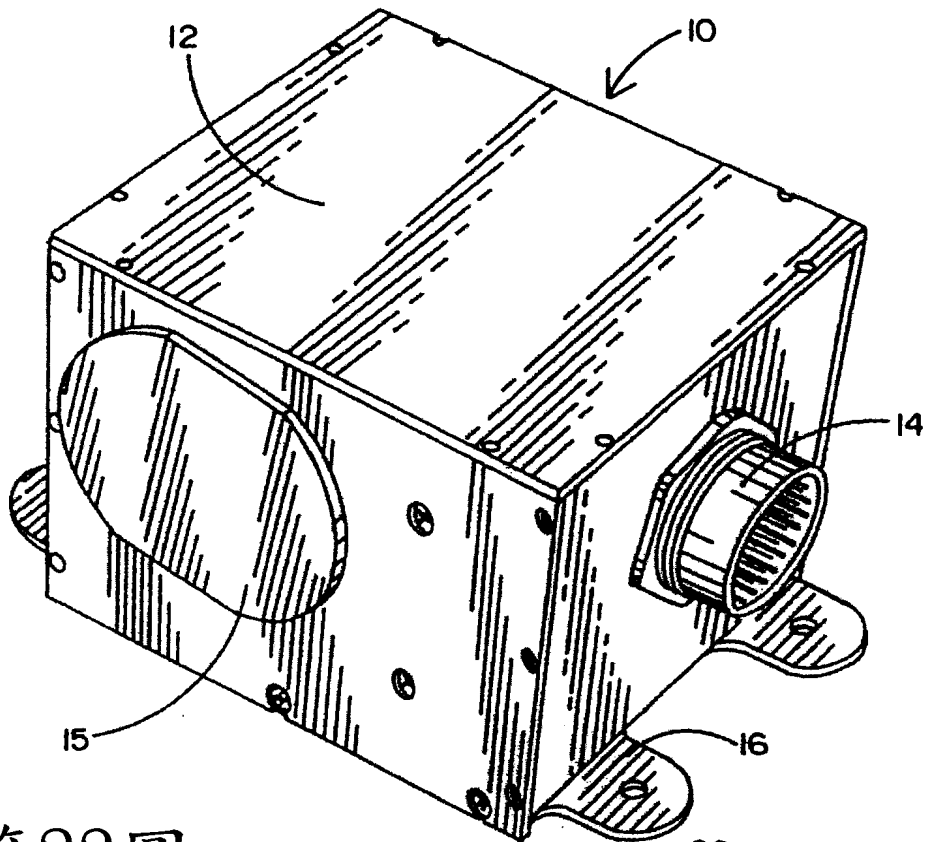
第19B圖



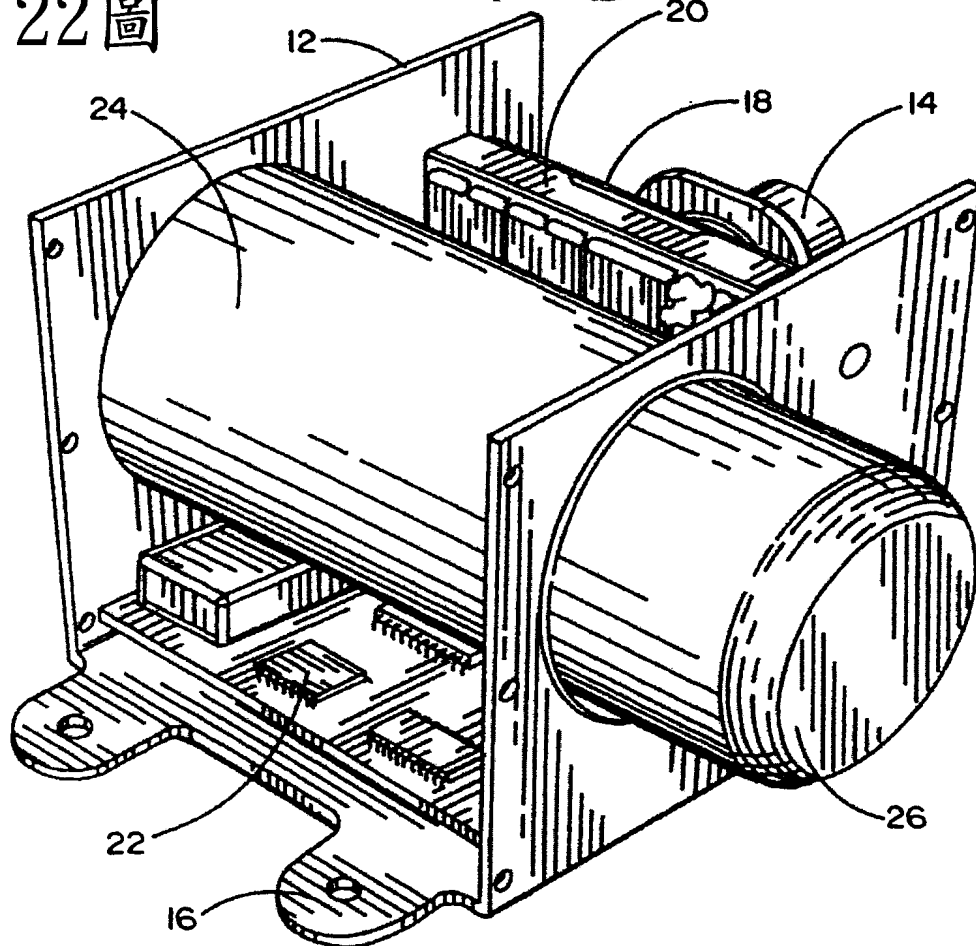
第20圖

2	8	20	150
4	5	181	250
6	240	251	120
180	7	30	220

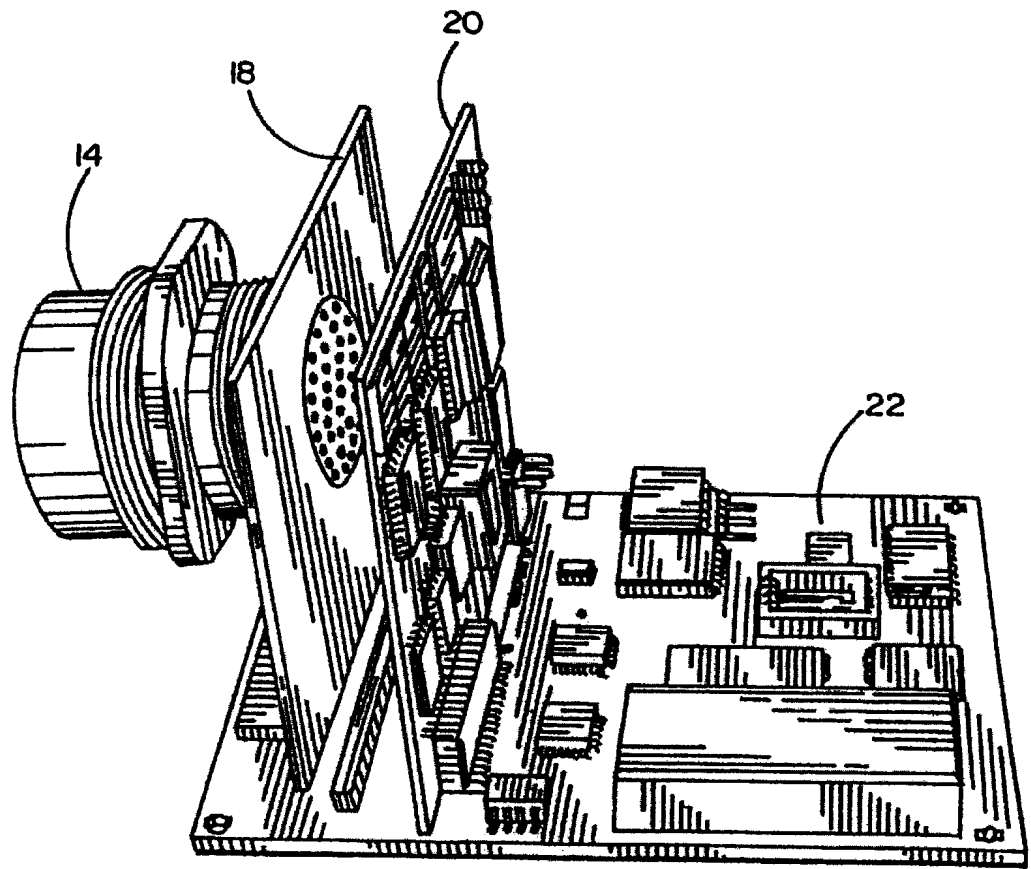
第21圖



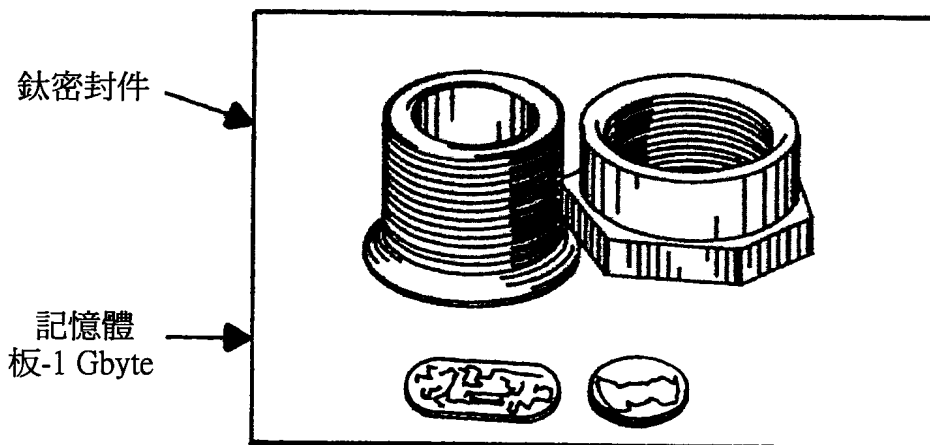
第22圖



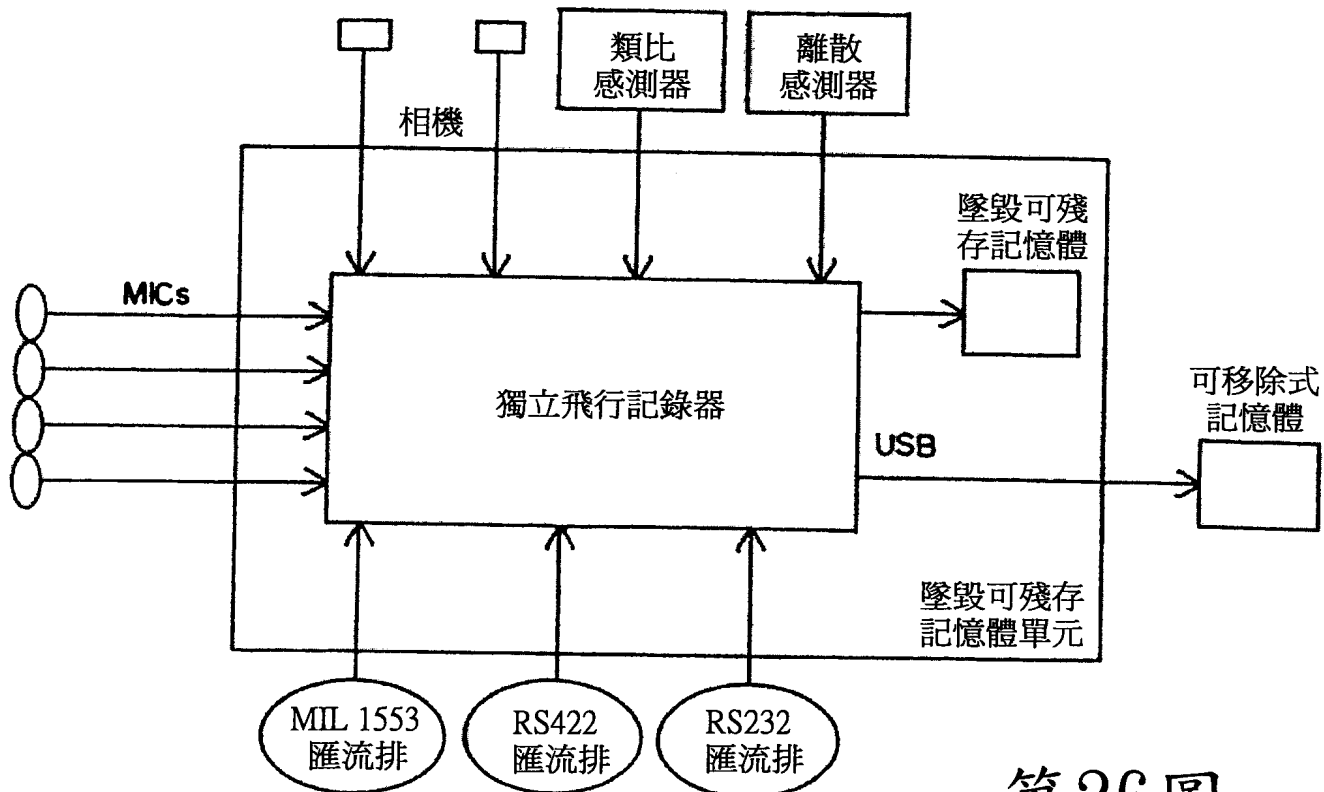
第23圖



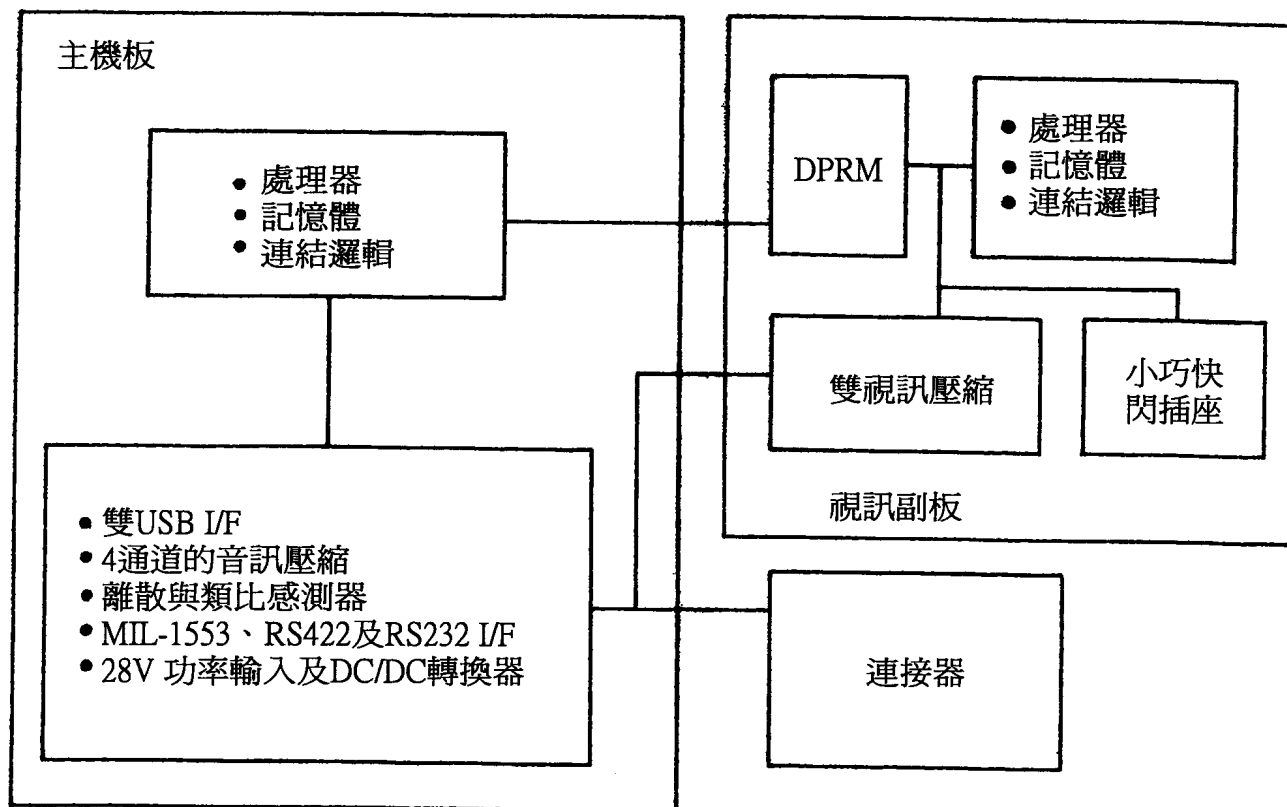
第24圖



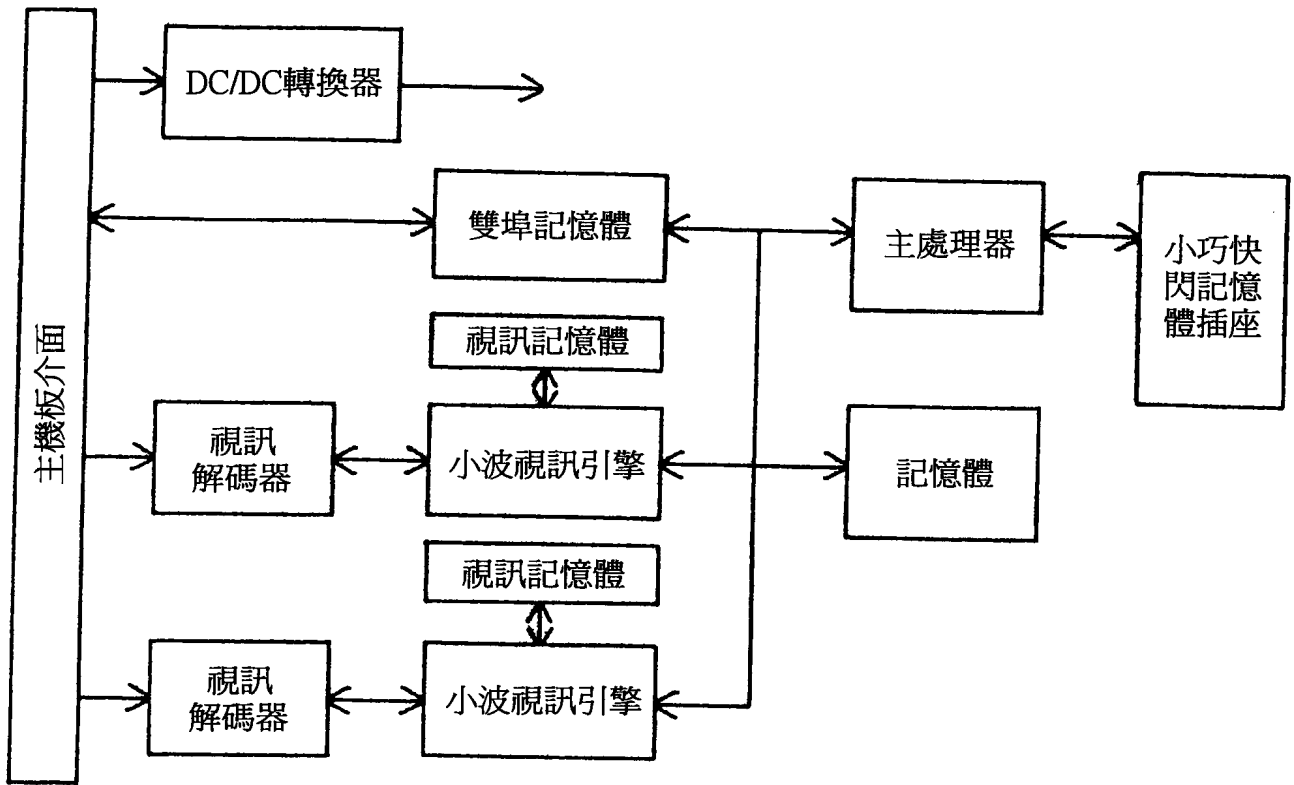
第25圖



第26圖



第27圖



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(1)圖

(二)、本代表圖之元件符號簡單說明：無

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

整數倍降低取樣率之邊緣演進圖；

第 12 圖，包含第 12A 及 12B 圖，為極輪廓順應（PCC）程序圖；

第 13 圖描繪 PATURT 核心之步驟 1 與 2，包括選擇主要簽章（步驟 1）及具有三個關注區域（ROI）之特定視訊框的邊緣擷取（步驟 2）；

第 14 圖為壓縮比對 ROI 訊框分額「k」的圖；

第 15 圖為針對在背景中具有三個關注區域的一範例視訊框的多面非齊性壓縮（MIC）的圖；

第 16 圖為針對四個被傳送之視訊框的預測性漸變壓縮（PMC）之原則的圖；

第 17 圖為針對形狀 S 至形狀 S' 的漸變壓縮之定標仿設變換（SAT）規則的圖；

第 18 圖為由 PATURT 用來表示物體之相－空間高斯混合的圖；

第 19 圖，包含第 19A 與 19B 圖，為顯示（a）多媒體資料傳輸與（b）電流分支流經平行電阻之間的電性類同之圖；

第 20 圖為代表二維數位感測器資料映照之一範例的八位元數字之 4 x 4 的表；

第 21 圖為本發明之墜毀可殘存記錄器（CSR）的一較佳實施例之三維機械圖；

第 22 圖係與第 21 圖類似的圖，但蓋件被移除且記憶體單元顯示成被部分拆卸且部分拉開；