



(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 I769128 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：105102563

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 01 月 27 日

(51)Int. Cl. : H04N9/68 (2006.01)

G06T5/50 (2006.01)

G09G5/00 (2006.01)

(30)優先權：2015/01/27 歐洲專利局 15305092.7

2015/02/06 歐洲專利局 15305172.7

2015/05/06 歐洲專利局 15305690.8

(71)申請人：法商內數位梅迪遜專利控股公司 (法國) INTERDIGITAL MADISON PATENT HOLDINGS, SAS (FR)

法國

(72)發明人：瑞恩荷 艾瑞克 REINHARD, ERIC (NL)；安德里凡 皮耶 ANDRIVON, PIERRE (FR)；柏德斯 飛利浦 BORDES, PHILIPPE (FR)；查沛達 沙瓦提拉 喬昆恩 ZEPEDA SALVATIERRA, JOAQUIN (NI)；雪凡斯 克里斯多夫 CHEVANCE, CHRISTOPHE (FR)；史塔德 朱兒根 (FR)；莫凡 派翠克 MORVAN, PATRICK (FR)；法蘭賽斯 艾德赫 FRANCOIS, EDOUARD (FR)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 8593480B1

US 2005/0117799A1

WO 2013/086169A1

WO 2015/007505A1

審查人員：王樂民

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：13 共 101 頁

(54)名稱

用於影像及視訊之電光及光電轉換的方法、系統及裝置

(57)摘要

本發明係針對一種用於處理影像及視訊之參數化光電轉移函數(OETF)/電光轉移函數(EOTF)。本發明提供一種用於編碼一圖片之方法，其包括：將一參數化轉移函數應用於該圖片之一亮度(L)信號以判定一所得 V(L)變換信號；編碼該所得 V(L)；其中基於複數個參數來調整該參數化轉移函數以模型化複數個轉移函數之一者。本發明亦提供一種用於解碼一數位圖片之方法，該方法包括：接收該數位圖片；將一參數化轉移函數應用於該數位圖片以判定該數位圖片之一亮度(L)信號，該參數化轉移函數係基於複數個參數；其中基於複數個參數來調整該參數化轉移函數以模型化複數個轉移函數之一者。

The present principles are directed to a parameterized OETF/EOTF for processing images and video. The present principles provide a method for encoding a picture, comprising: applying a parameterized transfer function to a luminance (L) signal of the picture to determine a resulting V(L) transformed signal; encoding the resulting V(L); wherein the parameterized transfer function is adjusted based on a plurality of parameters to model one of a plurality of transfer functions. The present principles also provide for a method for decoding a digital picture, the method comprising: receiving the digital picture; applying a parameterized transfer function to the digital picture to determine a luminance (L) signal of the digital picture, the

parameterized transfer function being based on a plurality of parameters; wherein the parameterized transfer function is adjusted based on a plurality of parameters to model one of a plurality of transfer functions.

指定代表圖：

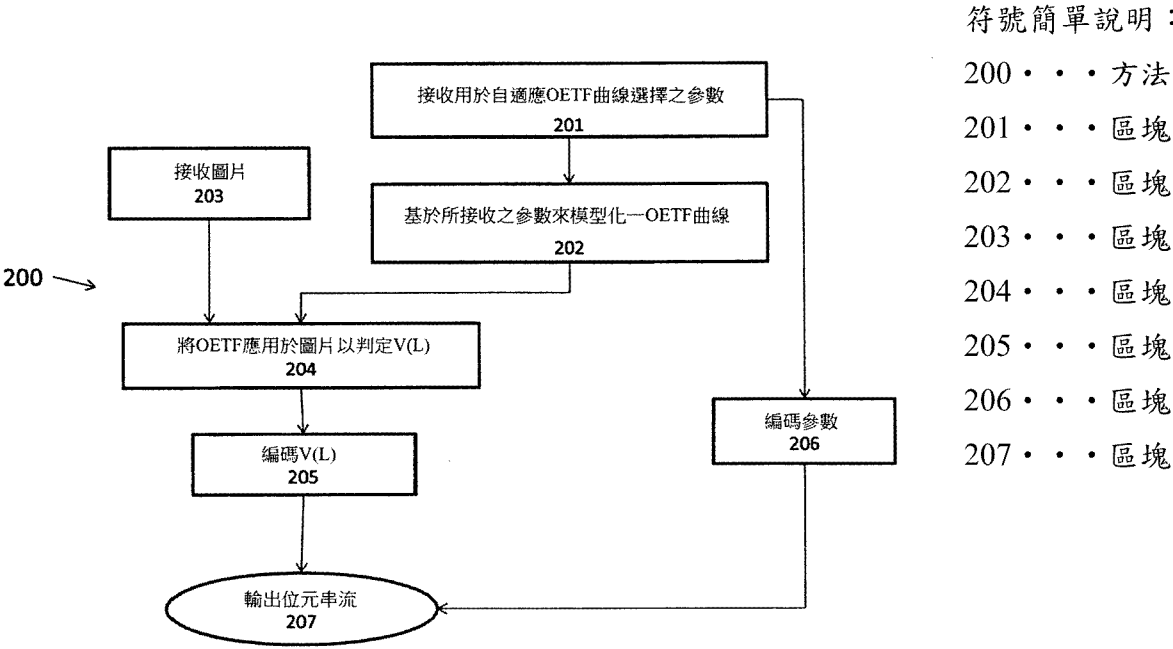


圖 2

I769128

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】

用於影像及視訊之電光及光電轉換的方法、系統及裝置

METHODS, SYSTEMS AND APPARATUS FOR ELECTRO-

OPTICAL AND OPTO-ELECTRICAL CONVERSION OF IMAGES

AND VIDEO

【中文】

本發明係針對一種用於處理影像及視訊之參數化光電轉移函數(OETF)/電光轉移函數(EOTF)。本發明提供一種用於編碼一圖片之方法，其包括：將一參數化轉移函數應用於該圖片之一亮度(L)信號以判定一所得 $V(L)$ 變換信號；編碼該所得 $V(L)$ ；其中基於複數個參數來調整該參數化轉移函數以模型化複數個轉移函數之一者。本發明亦提供一種用於解碼一數位圖片之方法，該方法包括：接收該數位圖片；將一參數化轉移函數應用於該數位圖片以判定該數位圖片之一亮度(L)信號，該參數化轉移函數係基於複數個參數；其中基於複數個參數來調整該參數化轉移函數以模型化複數個轉移函數之一者。

【英文】

The present principles are directed to a parameterized OETF/EOTF for processing images and video. The present principles provide a method for encoding a picture, comprising: applying a parameterized transfer function to a luminance (L) signal of the picture to determine a resulting $V(L)$ transformed signal; encoding the resulting $V(L)$; wherein the parameterized transfer function is adjusted based on a plurality of parameters to model one of a plurality of transfer functions. The present principles also provide for a method for decoding a digital picture, the method comprising: receiving the digital picture; applying a parameterized transfer function to the digital picture to determine a luminance (L) signal of the digital picture, the parameterized transfer function being based on a plurality of parameters; wherein the parameterized transfer function is adjusted based on a plurality of parameters to model one of a plurality of transfer functions.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 2 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

200	方法
201	區塊
202	區塊
203	區塊
204	區塊
205	區塊
206	區塊
207	區塊

【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】

用於影像及視訊之電光及光電轉換的方法、系統及裝置
METHODS, SYSTEMS AND APPARATUS FOR ELECTRO-
OPTICAL AND OPTO-ELECTRICAL CONVERSION OF IMAGES
AND VIDEO

【技術領域】

本發明係關於影像及視訊處理。特定言之，本發明係關於轉換影像或視訊資料以最佳化用於人類視覺之捕獲光資訊。

【先前技術】

在高動態範圍(HDR)成像管線或視訊分配系統中，影像(亦稱為圖片或圖框)通常在編碼之前經預處理且在解碼之後經後處理。此容許在無需對現有編碼標準進行重要修改之情況下且在無需較高位元深度(通常為10位元)用於分配之情況下使用習知影像或視訊編碼及解碼標準(諸如JPEG、AVC或HEVC)來操作HDR視訊。

視訊影像之預處理可包含：將一維色彩分量變換應用於線性光RGB分量及/或亮度分量。此等變換通常藉由模型化人類視覺之態樣而最佳化捕獲光資訊之量化。一此類變換亦稱為光電轉移函數(OETF)。OETF之一實例係伽瑪函數(例如ITU-R Rec. BT.709中所描述)。

在後處理或呈現階段期間，顯示呈現處理補償OETF及顯示之照明環境。在呈現視訊圖框之前，使用一電光轉移函數(EOTF)來處理解碼視訊。EOTF將解碼信號之一數位碼值(亦稱為碼字)轉換成顯示之一光位準。EOTF通常為OETF之數學反運算，但取決於顯示之要

求，亦可不同於OETF之反運算。例如，一標準動態範圍(SDR)視訊信號OETF在ITU-R Rec. BT.709中指稱一複式函數(一線性部分及一幂函數部分)，然而，對應EOTF在ITU-R Rec. BT.1886中指稱不同於反OETF之一單式函數(幂函數)。

目前現有OETF/EOTF係僅提供亮度值至數位碼字之一單向映射(OETF)及自數位碼字返回至亮度值之一單向映射(EOTF)之固定提案。不同目標及目的已導致提倡使用互斥固定映射之諸多不同單向映射提案。例如，存在針對標準化而提出之若干EOTF/OETF對，例如ITU-R SG6/W6-C群組、工作組6C (WP 6C)-程式產生及品質評定(<http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg6/rwp6c/Pages/default.aspx>)。然而，各種EOTF/OETF提案具有不同次要目標或解決不同市場細分(戲院放映、廣播或包裝媒介)。因此，無法鑑於不同情形來最佳化現有OETF/EOTF函數。

【發明內容】

因此，需要改良OETF/EOTF函數。

本發明提出藉由提供容許不同OETF/EOTF曲線之間的自適應修改之一解決方案而減輕先前技術之一些不便。需要此一解決方案，因為先前方法之各者具有各種缺點。例如，BBC已提出覆蓋亮度值之一較小範圍之一OETF曲線，但目的在於容許與舊型ITU-R推薦BT.709 (Rec. 709)(Borer, T.之「Non-linear Opto-Electrical Transfer Functions for High Dynamic Range Television」-：BBC，2013年)之近向後相容性。另一方面，Dolby已提出覆蓋亮度值之自 0.005 cd/m^2 至 10^4 cd/m^2 之一非常大範圍之OETF/EOTF (PQ_EOTF)曲線(US 2014/0363093；Scott Miller, M. N.之「Perceptual Signal Coding for More Efficient Usage of Bit Codes」，SMPTE Motion Imaging Journal，122期，第52頁至第59頁，2013年)。Dolby所提出之曲線與一調變轉移函數匹配，

該調變轉移函數係人類對比敏感度之一推敲模型之倒數(Barten, P. G. 之「Contrast Sensitivity of the Human Eye and its Effects on Image Quality」(第72卷), Bellingham: SPIE Optical Engineering Press, 1999年)。繼而, Philips已提出基於各種資料之目視檢測之一OETF曲線(Vleuten, R. v.之「Philips' High Dynamic Range Proposal」, Joint DVB-EBU HDR Workshop, 2014年)。所提出之OETF/EOTF曲線之部分需要一固定位元深度, 而其他者可適應10個位元或12個位元之視訊信號位元深度。

而且, 需要不同OETF/EOTF曲線之間的自適應修改, 此係因為可行OETF/EOTF曲線量可鑑於新視訊格式特性、服務及呈現器件之可變性增加而增加。例如, 針對特定類型之視訊之新應用或呈現器件將可能需要OETF/EOTF曲線之新定義。由於對位元深度、峰值亮度及最小亮度之選擇仍在考量中, 所以目前仍不清楚何種OETF/EOTF將最佳地滿足消費者、顯示器製造商及內容生產者之需要。因而, 需要可模擬目前所提出之OETF/EOTF曲線或新OETF/EOTF曲線之行為之一自適應OETF/EOTF。

而且, 需要不同OETF/EOTF曲線之間自適應修改來避免互操作性問題。各種標準化組織(例如ITU-R、BDA、CEA、HDMI、SMPTE)正考量各種OETF/EOTF曲線提案。此等各種組織各基於不同OETF/EOTF提案來定義其自身HDR視訊信號。此等組織可採用不同EOTF/OETF提案以導致根據目標應用及技術成熟度之不同技術解決方案。採用不同EOTF/OETF曲線可導致市場分化、互操作性問題、矽浪費之問題(例如, 歸因於用於不同細分市場之單晶片系統(SoC)、將必須實施不同OETF/EOTF之OTT/VoD/Blu-ray/廣播)。因此, 需要跨不同標準工作且與不同OETF/EOTF曲線一起工作之一自適應解決方案。

亦需要一種用於在無顯著位元串流耗用之情況下傳信 OETF/EOTF 曲線之機構。可在編碼視訊串流中使用各種現有語法(諸如以(例如) HEVC 標準定義之曲折函數資訊 SEI)來傳信 OETF/EOTF 曲線。曲折函數將函數描述為分段線性曲線，其拐點座標經編碼且以位元串流傳輸。然而，由於此資訊應有規律地插入於位元串流中(出於錯誤復原考量)，所以其可誘發一顯著位元串流耗用。

本發明提供一種用於編碼一圖片之方法，其包括：將一參數化轉移函數應用於該圖片之一亮度(L)信號以判定一所得 $V(L)$ 變換信號；編碼該所得 $V(L)$ ；其中基於複數個參數來調整該參數化轉移函數以模型化複數個轉移函數之一者。

根據本發明之一特定實施例，該方法包括：傳信表示該參數化轉移函數之一資訊。根據本發明之特定實施例，該方法包括編碼該等參數且在一位元串流中傳信該等編碼參數；根據一變體，該方法進一步包括在一位元串流中基於一組定義值來傳信該等參數之一指示符。

根據特定實施例，該方法包括：基於是否明確地傳信該等參數或是否基於一組定義值來隱含地傳信該等參數來傳信一指示。根據各種實施例，使用包含於一圖片參數集(PPS)、一序列參數集(SPS)、一補充增強資訊(SEI)訊息、一視訊可用性資訊(VUI)(例如視訊壓縮標準(諸如 AVC 或 HEVC)中所定義)、消費電子產品協會(CEA)訊息及一標頭之至少一者中之至少一語法元素來執行該傳信。

根據本發明之各種實施例，該亮度係選自下列各者之一群組之至少一者：RGB、Y、線性 RGB 之一線性組合、一亮度(其係非線性 RGB 之一線性組合)及非線性亮度。根據本發明之實施例，該亮度係一相對亮度及一絕對亮度之至少一者。

根據本發明之特定實施例，基於使用下列函數表示之一函數模型來判定該參數化轉移函數：

$$V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

其中s、t、c、n及m係參數且L係該圖片之一亮度值。

根據本發明之特定實施例，基於使用下列函數表示之一函數模型來判定該參數化轉移函數：

$$V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st}$$

其中s、t、c及n係參數且L係該圖片之一亮度值。

根據本發明之特定實施例，基於使用下列函數表示之一函數模型來判定該參數化轉移函數：

$$V(L) = \frac{sL + c}{L + st} + m$$

其中s、t、c及m係參數且L係該圖片之一亮度值。

根據本發明之特定實施例，編碼該所得V(L)包含：使用一圖片或視訊編碼器來壓縮V(L)。根據本發明之特定實施例，編碼該所得V(L)包含：數位化或量化該所得V(L)。根據本發明之特定實施例，基於選自下列各者之一群組之至少一者來判定該等參數：自一來源接收之複數個參數、局部儲存參數、選自複數組定義參數之一組定義參數。

根據本發明之各種實施例，該圖片位於圖片之一視訊串流中。根據本發明之一特定實施例，該圖片係一高動態範圍(HDR)圖片。根據本發明之另一實施例，該圖片係一非高動態範圍(非HDR)圖片。

根據本發明之各種實施例，該參數化轉移函數係基於：

$$V(L) = \frac{s\left(\frac{L-b}{a}\right)^n + c}{\left(\frac{L-b}{a}\right)^n + st} + m$$

其中c、m、s、n、t、a、b係參數且V係一碼字。

根據本發明之各種實施例，該參數化轉移函數係基於：

$$V(L) = k \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

其中c、m、k、s、n、t係參數且V係一碼字。

根據本發明之各種實施例，該參數化轉移函數係基於：

$$V(L) = k \frac{s \left(\frac{L-b}{a} \right)^n + c}{\left(\frac{L-b}{a} \right)^n + st} + m$$

其中s、t、c、n、m、k、a及b係參數且V係一碼字。

根據本發明之各種實施例，進一步包含該亮度(L)之一色調映射。根據本發明之各種實施例，該參數化函數具有一非線性端對端行為。根據本發明之各種實施例，進一步包含判定至少一色彩通道，其中依據該至少一色彩通道來判定該亮度。可依據N個色彩通道之一或多者來判定該亮度。

本發明亦提供一種用於執行編碼一圖片之方法(如上文所描述)之裝置。特定言之，本發明涉及一種用於編碼一圖片之裝置，該裝置包括：一接收器，其經組態以接收該圖片；一處理器，其經組態以將一參數化轉移函數應用於該圖片之一亮度(L)信號以判定一所得V(L)變換信號；一編碼器，其經組態以編碼該所得V(L)；其中基於複數個參數來調整該參數化轉移函數以模型化複數個轉移函數之一者。

本發明提供一種用於解碼一編碼圖片之方法，該方法包括：接收該編碼圖片；將一參數化轉移函數應用於該編碼圖片以判定該編碼圖片之一亮度(L)信號，該參數化轉移函數係基於複數個參數；其中基於複數個參數來調整該參數化轉移函數以模型化複數個轉移函數之一者。

根據本發明之特定實施例，該方法包括：解碼表示與該編碼圖片相關聯之該參數化轉移函數之一資訊。此使該解碼方法能夠識別或判定該參數化轉移函數。

根據一實施例，該方法包括：自一位元串流解碼該等參數及/或

該等參數之一指示符。

根據一實施例，該方法包括：自一位元串流解碼一指示，該指示基於是否明確地傳信該等參數或是否基於一組定義值來隱含地傳信該等參數。

根據一實施例，該位元串流包含：基於包含於一圖片參數集 (PPS)、一序列參數集 (SPS)、一補充增強資訊 (SEI) 訊息、一視訊可用性資訊 (VUI) (例如視訊壓縮標準 (諸如 AVC 或 HEVC) 中所定義)、消費電子產品協會 (CEA) 訊息及一標頭之至少一者中之至少一語法元素來傳信該等參數。

根據一實施例，基於使用下列函數表示之一函數模型來判定該參數化轉移函數：

$$L(V) = \left(\frac{c - (V - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n}$$

其中 s 、 t 、 c 、 n 及 m 係參數且 V 係一碼字。

根據一實施例，基於使用下列函數表示之一函數模型來判定該參數化轉移函數：

$$L(V) = \left(\frac{c - (V - m)st}{\min(V - m - s, M)} \right)^{1/n}$$

其中 s 、 t 、 c 、 n 及 m 係參數，其中 M 係一常數函數且 V 係一碼字。

根據一實施例，基於使用下列函數表示之一函數模型來判定該參數化轉移函數：

$$L(V) = \left(\frac{c - (V)st}{V - s} \right)^{1/n}$$

其中 s 、 t 、 c 及 n 係參數且 V 係一碼字。

根據一實施例，基於使用下列函數表示之一函數模型來判定該參數化轉移函數：

$$L(V) = \left(\frac{c - Vst}{\min(V - s, M)} \right)^{1/n}$$

其中s、t、c及n係參數，其中M係一常數函數且V係表示該編碼圖片之一碼字。

根據一實施例，該參數化轉移函數係基於：

$$L(V) = a \left(\frac{c - (V - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n} + b$$

其中c、m、s、n、t、a、b係參數且V係一碼字。

根據一實施例，該參數化轉移函數係基於：

$$L(V) = \left(\frac{c - \left(\frac{V - m}{k} \right) st}{\frac{V - m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}}$$

其中c、m、k、s、n、t係參數且V係一碼字。

根據一實施例，該參數化轉移函數係基於：

$$L(V) = a \left(\frac{c - \left(\frac{V - m}{k} \right) st}{\frac{V - m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

其中s、t、c、n、m、k、a及b係參數且V係一碼字。

根據一實施例，該參數化轉移函數係基於：

$$L(V) \approx \left(\frac{-Vu}{V - V_{\max}(1 + u)} \right)^{1/n}$$

其中 $V_{\max}$ 、u及n係參數。

根據本發明之各種實施例，利用一最佳化演算法來判定參數u及n。可基於一參考曲線來判定參數u及n之值，該參考曲線係基於亮度/碼字對(Li,Vi)。可藉由將非均一權重加至亮度/碼字對(Li,Vi)而判定參數u及n之值。

根據本發明之各種實施例，該參數化函數執行反色調映射。根據本發明之各種實施例，該參數化函數具有一非線性端對端行為。根據本發明之各種實施例，進一步包括：判定至少一色彩通道，其中依據該至少一色彩通道來判定該亮度。可依據N個色彩通道之一或多者

來判定該亮度。

本發明亦提供一種用於執行解碼一編碼圖片之方法(如上文所描述)之裝置。根據本發明之一實施例，提供一種用於解碼一編碼圖片之裝置，該裝置包括：一接收器，其經組態以接收該編碼圖片；一處理器，其經組態以將該編碼圖片解碼成一解碼圖片且將一參數化轉移函數應用於該解碼圖片以判定該編碼圖片之一亮度(L)信號，該參數化轉移函數係基於複數個參數；其中基於複數個參數來調整該參數化轉移函數以模型化複數個轉移函數之一者。

根據用於編碼或解碼之方法或用於編碼或解碼之裝置之實施例，藉由使用待模型化之一經識別轉移函數來最佳化一參數化轉移函數而產生該等參數。

根據一實施例，存在容許該參數化轉移函數基於一碼字V之一最小值來判定該亮度L之一所要值的一參數。根據一實施例，存在容許該參數化轉移函數基於一碼字V之一最高值來判定該亮度L之一所要值的一參數。根據一實施例，存在容許該參數化轉移函數基於該亮度L之一最小值來判定V(L)之一所要值的一參數。

根據一實施例，存在容許該參數化轉移函數基於該亮度L之一最高值來判定V(L)之一所要值的一參數。

本發明亦提供一種電腦可讀儲存媒體，其上儲存有用於根據上文所描述之方法來預處理或後處理影像之指令。

本發明亦提供一種電腦可讀儲存媒體，其上儲存有根據上文所描述之方法來產生之一位元串流。

【圖式簡單說明】

可自結合下文將描述之圖式之[實施方式]明白本發明之特徵及優點：

圖1係描繪在一捕獲及分配工作流中使用OETF來編碼一圖片之一

例示性方法的一圖式。

圖2係描繪根據本發明之使用一參數化OETF來編碼一圖片之一例示性方法的一圖式。

圖3係描繪根據本發明之用於編碼一參數化OETF之參數之一例示性方法的一圖式。

圖4係描繪用於在一分配及呈現系統中使用EOTF或反參數化OETF來解碼一編碼圖片之一例示性方法的一圖式。

圖5係描繪根據本發明之用於解碼一參數化EOTF或反參數化OETF之參數之一例示性方法的一圖式。

圖6係描繪根據本發明之使用一參數化OETF來編碼一圖片之一例示性方案的一圖式。

圖7係描繪根據本發明之使用一參數化EOTF或反參數化OETF來解碼一編碼圖片之一例示性方案的一圖式。

圖8表示一器件之一例示性架構，該器件可經組態以實施相對於圖1至圖7所描述之一方法。

圖9繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化OETF (標記為TCH)相對於其他現有OETF之效能結果。

圖10A繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化OETF之結果(標記為TCH)相對於SMPTE ST 2084 OETF曲線之效能。

圖10B繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化OETF之結果(標記為TCH)相對於Barten MTF (調變轉移函數)曲線之效能。

圖10C繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化OETF之結果(標記為TCH)相對於BBC OETF曲線之效能。

圖11A繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化EOTF (或反OETF)之結果(標記為TCH)相對於SMPTE ST 2084 OETF曲

線之效能。

圖 11B 繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化 EOTF (或反 OETF) 之結果 (標記為 TCH) 相對於 Barten MTF 曲線之效能。

圖 11C 繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化 EOTF (或反 OETF) 之結果 (標記為 TCH) 相對於 BBC OETF 曲線之效能。

圖 12A 繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化 OETF 之結果 (標記為 TCH) 相對於 SMPTE ST 2084 OETF 曲線之效能。

圖 12B 繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化 OETF 之結果 (標記為 TCH) 相對於 Barten MTF 曲線之效能。

圖 12C 繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化 OETF 之結果 (標記為 TCH) 相對於 BBC OETF 曲線之效能。

圖 13A 繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化 EOTF (或反 OETF) 之結果 (標記為 TCH) 相對於 SMPTE ST 2084 OETF 曲線之效能。

圖 13B 繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化 EOTF (或反 OETF) 之結果 (標記為 TCH) 相對於 Barten MTF 曲線之效能。

圖 13C 繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化 EOTF (或反 OETF) 之結果 (標記為 TCH) 相對於 BBC OETF 曲線之效能。

【實施方式】

本發明係針對用於處理影像及視訊之參數化 OETF 及 EOTF。特定言之，本發明係針對基於複數個參數之一對 OETF/EOTF 曲線，該複數個參數容許該等 OETF/EOTF 曲線模型化一當前選定標準

OETF/EOTF提案、未來標準OETF/EOTF或客製OETF/EOTF提案之行為。

本發明係針對提供可適應各種市場、情況及/或使用之OETF/EOTF。OETF/EOTF基於可經改變或經調整以容許OETF/EOTF動態地適應內容之複數個參數來自適應。可(例如)依據內容、依據影片或依據圖框來導出參數設定值，且可將此等參數設定值傳送為用於在顯示器側上解碼之元資料(例如，透過一HDMI鏈路來使用一元資料通道)。

本發明係針對一自適應OETF/EOTF對，其可適應標準化之連續修正，因此提供一升級路徑或實現向前相容性。可依據任何所需位元深度、峰值亮度及黑色位準來導出參數。因此，在靜態情境中，現可標準化一組參數以滿足當前市場需要，且在未來，不同參數組可經標準化以使位元深度、峰值亮度及黑色位準匹配未來市場趨勢。

本發明係針對透過適當選擇參數來與現有提案相容之一自適應OETF/EOTF對。

本發明係針對依據模型化人類視覺之調變轉移函數及查找表來最佳化之OETF/EOTF。

本發明亦提供參數來匹配各種使用情況(諸如依據OTT串流、廣播、經由藍光光碟或DVD之分配、及其他來分級之內容)之效能。自適應OETF/EOTF對之參數可經設定以容許各分配機構之最佳編碼。該等參數亦可經設定以匹配現有OETF/EOTF提案。

本發明係針對用於判定HDR影像及視訊資料之量化位準之那珂川-拉什頓(Naka-Rushton)方程式之一新穎變體。在一實例中，所提出之OETF係：

$$\text{方程式1} \quad V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

方程式1之輸入由絕對或相對亮度值L給定，而輸出V可量化為所

要位元深度。在一實例中，亮度值 L 可為 $0 \leq L \leq 1$ 。在一實例中，亮度值 L 可為 $0 \leq L \leq 4$ 。在一實例中，亮度值 L 可為 $0.005 \leq L \leq 10^4$ 。在一實例中，所要位元深度可為10個位元。

亮度可為： RGB ； Y ，其中 Y 係表示一色彩空間中之亮度之一色彩通道，該色彩空間包含CIE Y_{xy} 、CIE Y_{uv} 、EBU $Y'U'V'$ 、NTSC $Y'I'Q'$ 、ITU-R BT.601 $Y'PbPr$ 、ITU-R BT.709 $Y'CbCr$ 、SECAM $Y'DbDr$ 及Kodak $Y'CC$ 之至少一者； L ，其中 L 係一色彩空間中之一亮度通道，該色彩空間包含CIE Lab 及CIE Luv 之至少一者； I ，其中 I 係IPT色彩空間中之亮度相關通道； V ，其中 V 係HSV色彩空間中之值； B ，其中 B 係HSB色彩空間之明亮度；及 I ，其中 I 係HIS色彩空間中之強度通道。亮度亦可為線性RGB之一線性組合，或為一亮度，其係非線性RGB之一線性組合。亮度亦可為由SMPTE ST2084標準定義之線性色彩值、由ITU-R (例如BT.709-5)定義之亮度、或(例如)將色調映射應用於像素值之後之非線性亮度。

可依據各所提出之OETF/EOTF提案或尤其依據預見使用情境或工作流程來設定方程式1中之參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 。替代地，可基於視訊內容來動態地(例如，依據圖框或依據序列)設定參數。在該情況中，參數將與視訊串流一起作為元資料被發送以實現由接收器適當解碼。方程式1中之參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 可經設定使得方程式1之輸出 $V(L)$ 被正規化至一所要範圍。在一實例中，由 $V(L)$ 獲取之值之範圍係 $0 \leq V(L) \leq 1$ 。在一實例中，由 $V(L)$ 獲取之值之範圍係 $0 \leq V(L) \leq 4096$ 且對應於一12位元全範圍編碼。在一實例中，由 $V(L)$ 獲取之值之範圍係 $64 \leq V(L) \leq 960$ 且對應於10位元法定範圍。可自一來源(例如一網路、一鏈路(例如HDMI)、一應用程式、一人機介面)接收參數。可局部地儲存參數(例如經預定之一組定義參數)。參數可為選自複數個預定義參數組之一組預定義參數，其中各組可與一參數化轉移函數相

關，該參數化轉移函數可與一視訊內容性質或應用(例如Blu-ray、DVB、HDMI、CEA、ATSC)相關。

接著，可在解碼之後使用所提出之OETF之反方程式來恢復原始亮度位準。此反方程式可為EOTF。因此，所提出之EOTF或反OETF係：

$$\text{方程式2} \quad L(V) = \left(\frac{c - (V-m)st}{V-m-s} \right)^{1/n}$$

V可對應於視訊碼字。V可為由SMPTE ST2084標準定義之一非線性色彩值或由ITU-R (例如BT.709-5)定義之一電信號。V亦可為方程式1之輸出。

參數s、t、c、n及m係相同於由方程式1利用之參數的由方程式2利用之參數。參數可與視訊串流一起作為元資料被發送或可在位元串流中被傳信。

在一實例中，為避免負值或被零除，方程式2可經修改以讀取：

$$\text{方程式3} \quad L(V) = \left(\frac{c - (V-m)st}{\min(V-m-s, M)} \right)^{1/n}$$

M係一常數且(例如)等於 (-10^{-4}) 。在一實例中，常數M經選擇為具有低於需要複製之一合理最小亮度值之數量級之一值之負數， $V-m-s$ 通常為負的。若方程式3與相對輸入一起使用，則此常數可取決於使用情況而選定為較大或較小。

上述方程式1至3可經參數化以達成各種目標。即，可利用方程式1至3及參數之提供值來執行影像及視訊處理以達成某些目標。不同參數組(例如不同參數組(s、t、c、n及m))可各達成不同目標。例如，可由不同參數組達成之一些目標可包含：

- 匹配/模型化任何合理亮度範圍及位元深度之Barten之對比敏感度量測；
- 匹配/模型化SMPTE ST 2084曲線；
- 匹配/模型化所提出之Philips OETF/EOTF；及

- 匹配/模型化 ARIB STD-B67 曲線(在本文中指稱 BBC/NHK 或 BBC 曲線)。

因為通過分析 OETF 方程式係可逆的，所以除可歸因於量化假影而發生之小變化之外，應用 OETF 及接著雙反 OETF (在此情況中為 EOTF) 將恢復原始輸入值。對於參數之某些設定值，亦可展示：經兩次應用之 OETF 將產生相同於原函數之一函數。因此，對於該等參數，方程式係冪等的，如下文將進一步描述。

最後，相同方程式可用於色調映射或色調再現。此意謂：在編碼器側處應用 OETF 產生適合顯示於舊型器件上之一可視影像。若目標顯示器係一舊型 SDR 器件(例如，對應於 BT.709 OETF 且使用 BT.1886 EOTF)，則將可在無法使所得資料通過所提出之反 OETF 函數之情況下解碼視訊串流。只有當目標顯示器係一 HDR 器件時，則需要使所得資料通過所提出之反 OETF 函數。

實例1

本發明之一態樣係針對利用一通用模型及一組參數來描述之一對 OETF/EOTF 曲線。調整該等參數以調整該等 OETF/EOTF 曲線之該通用模型，使得該通用模型可類似於複數個標準之一者或客製 OETF/EOTF 對而執行。可在一位元串流(例如，由 MPEG 分配標準定義或由適用標準化委員會(諸如 ATSC、BDA、DVB)定義)或一視訊信號標準規格(例如 ITU-R、SMPTE、CEA、HDMI)中傳信該等參數以使解碼器/呈現器件能夠重建反 OETF 或 EOTF。

實例2

在根據本發明之一實例中，OETF/EOTF 之通用模型可基於上文所描述之方程式 1 至 3。

通用模型 OETF 之一實例可基於方程式 1：

$$\text{方程式 1} \quad V(L) = \frac{sL^{n+c}}{L^{n+st}} + m$$

通用模型反OETF或EOTF之一實例可基於方程式2：

$$\text{方程式 2} \quad L(V) = \left(\frac{c - (V-m)st}{V-m-s} \right)^{1/n}$$

通用模型反OETF或EOTF之一實例可基於方程式3：

$$\text{方程式 3} \quad L(V) = \left(\frac{c - (V-m)st}{\min(V-m-s, M)} \right)^{1/n}$$

M係一常數且(例如)等於 (-10^{-4}) 。

實例3

在根據本發明之一實例中，僅包括四個參數之通用OETF模型之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式 4} \quad V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st}$$

僅包括四個參數且對應於方程式4之通用反OETF或EOTF模型之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式 5} \quad L(V) = \left(\frac{c - Vst}{\min(V-s, M)} \right)^{1/n}$$

M係一常數且(例如)等於 (-10^{-4}) 。在方程式5中，根據本發明之不同實施方案，n係一可變參數或具有(例如)等於1之一固定值。

實例4

僅包括四個參數且對應於方程式4之通用反OETF或EOTF模型之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式 6} \quad L(V) = \left(\frac{c - Vst}{V-s} \right)^{1/n}$$

實例5

在根據本發明之一實例中，通用OETF/EOTF對之一替代形式可用於可發生如下之一色調映射使用情況。

在一實例中，在後期製作中，攝影導演及配色師可製作某一內容之一HDR分級。分級一圖片(或一視訊)係變更/增強該圖片(或該視訊)之色彩以灌輸一給定目標應用(例如戲院放映、家庭娛樂、廣播)之一藝術意圖的一程序。可直接使用OETF來編碼此HDR視訊信號片段，其中OETF可基於方程式1及4中所描述之OETF。

接著，可使用一特定色調映射或色調再現運算子(TMO)來導出一低動態範圍分級。一TMO通常將一圖片或影像之原始亮度值範圍映射至可由一顯示器再現之一較低亮度值範圍。例如，一TMO可將一HDR分級之一動態範圍映射至一標準動態範圍(SDR)分級。通常(但非總是)，對源自原始色彩圖片或影像之一亮度通道實施色調映射或色調再現。

在一實例中，可使用任何TMO。在另一實例中，TMO可基於下列方程式：

$$\text{方程式 7} \quad T(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

此係具有相同於所提出之OETF之形式之一TMO。

接著，所得色調映射內容 $T(L)$ 可經編碼以用於分配(使用(例如)一MPEG視訊編碼標準(如AVC或HEVC)或(例如)用於一單一圖片之JPEG)。接著，在用於分配之編碼之前，可將OETF之一微調變體應用於色調映射內容 $T(L)$ 。OETF之此變體係：

$$\text{方程式 8} \quad V(L) = \frac{aL + u}{L + ab} + k$$

應注意，此處，除OETF中已移除指數 n 之外，OETF及TMO具有相同形式。若首先應用TMO且接著應用OETF，則可展示：最終結果具有相同於色調映射內容之形式，即：

$$\text{方程式 9} \quad V(T(L)) = \frac{\frac{as+am+u}{s+m+ab}L^n + \frac{ac+stam+stu}{s+m+ab}}{L^n + \frac{c+stm+stab}{s+m+ab}} + k$$

因為除 L 之外之全部變數係常數，所以此方程式具有下列形式：

$$\text{方程式 10} \quad V(T(L)) = \frac{a'L^n + u'}{L^n + a'b'} + k$$

在此情境中，參數 s 、 t 、 c 及 m 可由配色師設定以灌輸創作意圖。因為應用OETF之後之結果(即， $V(T(L))$)具有相同於 $T(L)$ 之函數形式，所以可看出導演之意圖未因應用OETF而受影響。

配色師將不使用指數 n ，即使其係TMO之部分。參數 a 、 b 、 u 、 k

以及n將經提供以容許信號T(L)之最佳編碼及傳輸。

在此情境中，為匹配導演之意圖，方程式10中之參數a'、b'及u'將經設定以匹配方程式9中之對應常數。此導致具有三個未知數(即，a、b及u)之三個方程式。解算此體系之三個方程式給出：

$$\begin{aligned} a &= \frac{s^2t(u' - a'st)}{u' - s^3t^2 - a'b'c - a'st - cst + a'b's^2t} \\ b &= \frac{-(\mu u' + su' - a's^2t - ms^3t^2 - a'mst + cmst + a'b's^3t - a'b'cm - a'b'cs + a'b'ms^2t)}{s^2t(u' - a'st)} \\ u &= \frac{s^2t(a'c - \mu u' - su' + a'mst)}{u' - s^3t^2 - a'b'c - a'st + cst + a'b's^2t} \end{aligned}$$

a、b及u (以及k)之此等值可用於方程式8中以將一適合OETF應用於色調映射內容T(L)。

實例6

在根據本發明之一實例中，一旗標可經有利地傳信以指示OETF/EOTF參數是否明確地被傳信或自對應於一組預定義參數值(其對應於匹配/現有OETF/EOTF對)之一指數值或一指示符導出。在一實例中，此傳信之語法可由下列各者組成：

transfer_function_bit_depth_minus8	u(4)
transfer_function_type_flag	u(1)
transfer_function_predefined_flag	u(1)
if(transfer_function_predefined_flag)	
transfer_function_predefined_idc	u(8)
else {	
tf_log2_denom	u(10)
tf_param_s	u(10)
tf_param_t	u(10)
tf_param_c	u(10)
tf_param_n	u(10)
tf_param_m	u(10)
}	

表1：用於編碼通用OETF/EOTF參數之語法之實例

相關聯之語義可經定義如下：

transfer_function_bit_depth_minus8+8指定相關聯圖片之亮度及色度分量或亮度分量或RGB分量之位元深度以解譯轉移函數元資料：

$$bit_depth = transfer_function_bit_depth_minus8 + 8$$

transfer_function_type_flag等於0指示：曲線模型/轉移函數以一EOTF為特徵。**transfer_function_type_flag**等於1指示：曲線模型/轉移函數以一OETF為特徵。當**transfer_function_type_flag**不存在時，推斷出**transfer_function_type_flag**等於0。

transfer_function_predefined_flag等於1指示：存在語法元素**transfer_function_predefined_idc**。

transfer_function_predefined_flag等於0指示：不存在語法元素**transfer_function_predefined_idc** (明確地編碼轉移函數模型參數)。

可在「錯誤！未找到參考源」中定義**transfer_function_predefined_idc**之語義。

transfer_function_predefined_idc	預定義轉移函數模型
0	Barten曲線
1	SMPTE ST 2084 TF (PQ TF)
2	BBC TF
3	Philips TF
4..255	供ITU-T ISO/IEC將來使用

表2： **transfer_function_predefined_idc**之語義。

transfer_function_predefined_idc 及 **transfer_function_type_flag** 之相關聯性可容許判定模型化EOTF或OETF之何者。

tf_log2_denom 指定全部參數 (**tf_param_s** 、 **tf_param_t** 、 **tf_param_c** 、 **tf_param_n** 、 **tf_param_m**) 之分母之以2為底之對數。**tf_log2_denom**之值應在0至15之範圍內(含0及15)。當不存在該對數時，推斷出**tf_log2_denom**之值等於0。

替代地，可將以一標準(例如HEVC/H.265、AVC/H.264、MPEG-2、JPEG或任何現有或未來改良版)之傳信插入一VUI/SPS/PPS/SEI語

法/結構中。

實例7

在一實例中，本發明之一態樣係針對可取決於圖片之位元深度而改變之通用轉移函數(TF)模型參數。在該情況中，吾人可藉由下列各者而傳信參數之預定義值：

- 將表值加至表2中以導致下列表3，諸如(例如)下列「Barten曲線」及SMPTE ST 2084轉移函數之表值：

transfer_function_predefined_idc	預定義轉移函數模型
0	Barten曲線(10個位元)
1	Barten曲線(12個位元)
2	SMPTE ST_2084 TF (10個位元)
3	SMPTE ST 2084 TF (12個位元)
4	BBC EOTF
5	Philips EOTF
6..255	供ITU-T ISO/IEC將來使用

表3：*transfer_function_predefined_idc* - variant之語義

- 或選擇預定義參數作為*bit_depth*及*transfer_function_predefined_idc*之組合。

有利地，用於編碼參數之語法元素大小可因一些參數而不同。

有利地，參數之數目可為可變的且在語法中加以指示(參閱表4中所描繪之實例中之*tf_num_param_minus1*)。

有利地，參數*tf_log2_denom*可經指定以用於各參數：

transfer_function_bit_depth_minus8	u(4)
transfer_function_type_flag	u(1)
transfer_function_predefined_flag	u(1)
if(transfer_function_predefined_flag)	
transfer_function_predefined_idc	u(8)
else {	
tf_num_param_minus1	u(3)
for (i=0 ; i<= tf_num_param_minus1; i++) {	
tf_log2_denom[i]	u(10)
tf_param_value[i]	se(v)
}	
}	

表4：用於編碼通用TF參數之語法之實例

tf_num_param_minus1之語義可經定義如下：

tf_num_param_minus1+1指定定義轉移函數之參數值之數目。

有利地，參數tf_log2_denom未被傳信給各參數，而是存在於語義中(表5)。

有利地，各參數之語法元素大小係不固定的且可由一語法元素指示或可由可變長度編碼(例如u(v)、se(v)、ue(v)、ae(v)...，如AVC/H.264或HEVC/H.265中所定義)編碼。

transfer_function_bit_depth_minus8	u(4)
transfer_function_type_flag	u(1)
transfer_function_predefined_flag	u(1)
if(otransfer_function_predefined_flag)	
transfer_function_predefined_idc	u(8)
else {	
tf_num_param_minus1	u(3)
for (i=0 ; i<= tf_num_param_minus1; i++)	
tf_param_value[i]	se(v)
}	

表5：用於編碼通用TF參數之語法之實例

實例8

在一實例中，本發明之一態樣係針對在一視訊位元串流中定義HEVC或AVC視訊編碼標準之一SEI中之參數(表6)。作為一實例，語法係基於表4，然而，其可直接擴展至表1或表5或其他衍生語法結構。

transfer_function_info(payloadSize) {	
transfer_function_id	ue(v)
transfer_function_cancel_flag	u(1)
if(!transfer_function_cancel_flag) {	
transfer_function_persistence_flag	u(1)
transfer_function_bit_depth_minus8	u(4)
transfer_function_type_flag	u(1)
transfer_function_predefined_flag	u(1)
if(transfer_function_predefined_flag)	
transfer_function_predefined_idc	u(8)
else {	
tf_num_param_minus1	u(3)

for (i=0 ; i<= tf_num_param_minus1; i++) {	
tf_log2_denom[i]	u(10)
tf_param_value[i]	se(v)
}	
}	
}	

表6：用於編碼一SEI訊息中之通用TF參數之語法之實例
與關於表6之新語法元素相關聯之補充語義經定義如下：

transfer_function_id含有可用於識別轉移函數資訊之用途之一識別號。transfer_function_id之值應在0至 $2^{32}-2$ 之範圍內(含0及 $2^{32}-2$)。

transfer_function_cancel_flag等於1指示：轉移函數資訊SEI訊息取消依輸出順序應用於當前層之任何先前轉移函數SEI訊息之持久性。transfer_function_cancel_flag等於0指示：轉移函數資訊跟隨。

transfer_function_persistence_flag指定當前層之轉移函數資訊SEI訊息之持久性。transfer_function_persistence_flag等於0指定：轉移函數資訊僅應用於當前圖片。

在一實例中，使picA成為當前圖片。transfer_function_persistence_flag等於1指定：轉移函數資訊依輸出順序持久用於當前層，直至下列條件之任一者係「真」：

- 當前層之一新CLVS開始。
- 位元串流結束。
- 在將解碼程序調用於picB之圖片順序計數之後即時輸出一存取單元中之當前層中之一圖片picB (其含有具有transfer_function_id之相同值且可應用於當前層之一轉移函數資訊SEI訊息)以使PicOrderCnt(picB)大於PicOrderCnt(picA)，其中PicOrderCnt(picB)及PicOrderCnt(picA)分別為picB及picA之PicOrderCntVal值。

表 6 中 之 transfer_function_cancel_flag 及 transfer_function_persistence_flag補充語法元素能夠處置轉移函數(其

參數可隨時間改變(依據序列或依據圖片...)或其參數可保持不變(依據序列或依據圖片...)之動態調適。在另一實施例中，可不存在該等語法元素(語義中直接管理持久性)。

實例9

在一實施例中，本發明之一態樣係針對在一視訊位元串流中定義一圖片參數組(PPS)中之參數。作為一實例，語法係基於表4，然而，其可直接擴展至表1或表5或其他衍生語法結構。與HEVC之現有語法相比，具有***之欄位係新的。

pic_parameter_set_rbsp() {	描述符
pps_pic_parameter_set_id	ue(v)
pps_seq_parameter_set_id	ue(v)
...	
pps_extension_present_flag	u(1)
if(pps_extension_present_flag) {	
pps_range_extension_flag	u(1)
pps_multilayer_extension_flag	u(1)
*** pps_hdr_extension_flag	u(1)
*** pps_extension_5bits	u(5)
}	
if(pps_range_extension_flag)	
pps_range_extension()	
if(pps_multilayer_extension_flag)	
pps_multilayer_extension() /* specified in Annex F */	
*** if(pps_hdr_extension_flag)	
*** pps_hdr_extension() /* specified in Annex X*/	
if(pps_extension_5bits)	
while(more_rbsp_data())	
pps_extension_data_flag	u(1)
rbp_trailing_bits()	
}	

表7：用於增加一PPS中之通用TF參數之語法之實例

新語法元素之語義係：

pps_hdr_extension_flag等於1指定：pps_hdr_extension()語法結構存在於PPS RBSP語法結構中。pps_hdr_extension_flag等於0指定：此語法結構不存在。當語法結構不存在時，推斷出pps_hdr_extension_flag之值等於0。

pps_extension_5bits：因為使**pps_hdr_extension_flag**增加1個位元，所以將 H.265/HEVC 規格中之 **pps_extension_6bit** 改變成 **pps_extension_5bits**以對準位元組。

應注意，擴展旗標(諸如**pps_extension_5bits**)提供標準之擴展靈活性且保持實施標準之一先前版本之器件之向後相容性。加入擴展部分之新特徵將由實施新標準之新器件讀取，而實施以前標準版本之舊型器件將僅捨棄該等旗標。

***pps_hdr_extension() {	描述符
***transfer_function_bit_depth_minus8	u(4)
***transfer_function_type_flag	u(1)
***transfer_function_predefined_flag	u(1)
***if(transfer_function_predefined_flag)	
*** transfer_function_predefined_idc	u(8)
***else {	
*** tf_num_param_minus1	u(3)
*** for (i=0 ; i<= tf_num_param_minus1; i++) {	
*** tf_log2_denom[i]	u(10)
*** tf_param_value[i]	se(v)
*** }	
***}	

實例8：用於編碼一PPS中之通用TF參數之語法之實例

實例10

在一實例中，本發明之一態樣係針對在一視訊位元串流中定義一序列參數組(SPS)中之參數。作為一實例，語法係基於表4，然而，其可直接擴展至表1或表5或其他衍生語法結構。

seq_parameter_set_rbsp() {	描述符
sps_video_parameter_set_id	u(4)
sps_max_sub_layers_minus1	u(3)
sps_temporal_id_nesting_flag	u(1)
profile_tier_level(1, sps_max_sub_layers_minus1)	
sps_seq_parameter_set_id	ue(v)
chroma_format_idc	ue(v)
...	
sps_extension_present_flag	u(1)
if(sps_extension_present_flag) {	
 sps_range_extension_flag	u(1)
 sps_multilayer_extension_flag	u(1)

*** sps_hdr_extension_flag	u(1)
*** sps_extension_5bits	u(5)
}	
if(sps_range_extension_flag)	
sps_range_extension()	
if(sps_multilayer_extension_flag)	
sps_multilayer_extension() /* specified in Annex F */	
*** if(sps_hdr_extension_flag)	
*** sps_hdr_extension() /* specified in Annex X */	
if(sps_extension_5bits)	
while(more_rbsp_data())	
sps_extension_data_flag	u(1)
rbsp_trailing_bits()	
}	

表9：用於增加一SPS中之通用TF參數之語法之實例

***sps_hdr_extension() {	描述符
***transfer_function_bit_depth_minus8	u(4)
***transfer_function_type_flag	u(1)
***transfer_function_predefined_flag	u(1)
***if(transfer_function_predefined_flag)	
*** transfer_function_predefined_idc	u(8)
***else {	
*** tf_num_param_minus1	u(3)
*** for (i=0 ; i<= tf_num_param_minus1; i++) {	
*** tf_log2_denom[i]	u(10)
*** tf_param_value[i]	se(v)
*** }	
***}	

表10：用於編碼一SPS中之通用TF參數之語法之實例

實例11

在一實例中，本發明之一態樣係針對在一視訊位元串流中指示參數且將該等參數定義於視訊可用性資訊(VUI)中。作為一實例，語法係基於表4，但其可直接擴展至表1或表5或任何其他衍生語法結構。

vui_parameters() {	描述符
aspect_ratio_info_present_flag	u(1)
if(aspect_ratio_info_present_flag) {	
aspect_ratio_idc	u(8)
if(aspect_ratio_idc == EXTENDED_SAR) {	
sar_width	u(16)
sar_height	u(16)

}	
}	
...	
bitstream_restriction_flag	u(1)
if(bitstream_restriction_flag) {	
tiles_fixed_structure_flag	u(1)
motion_vectors_over_pic_boundaries_flag	u(1)
restricted_ref_pic_lists_flag	u(1)
min_spatial_segmentation_idc	ue(v)
max_bytes_per_pic_denom	ue(v)
max_bits_per_min_cu_denom	ue(v)
log2_max_mv_length_horizontal	ue(v)
log2_max_mv_length_vertical	ue(v)
}	
*** transfer_function_present_flag	u(1)
*** if(transfer_function_present_flag) {	
*** transfer_function_bit_depth_minus8	u(4)
*** transfer_function_type_flag	u(1)
*** transfer_function_predefined_flag	u(1)
*** if(transfer_function_predefined_flag)	
*** transfer_function_predefined_idc	u(8)
*** else {	
*** tf_num_param_minus1	u(3)
*** for (i=0 ; i<= tf_num_param_minus1; i++) {	
*** tf_log2_denom[i]	u(10)
*** tf_param_value[i]	se(v)
*** }	
*** }	
*** }	
*** }	

表11：用於編碼一VUI中之通用TF參數之語法之實例

作為另一實例，可更新轉移特性語義。通常，HEVC/H.265之表E.4可經更新以如下般併入通用EOTF/OETF（其可被提及或固定於一ITU-R或SMPTE標準中）之固定參數之一實施例：

值	轉移特性	資訊備註
0	保留	供ITU-T ISO/IEC將來使用
1	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ 針對 $1 \geq L_c \geq \beta$ 針對 $\beta > L_c \geq 0$	Rec. ITU-R BT.709-5 Rec. ITU-R BT.1361 習知色域系統 (功能上相同於值6、14及15)
2	未指定	影像特性未知或由應用判定
3	保留	供ITU-T ISO/IEC將來使用

值	轉移特性	資訊備註
4	假定顯示伽瑪2.2	Rec. ITU-R BT.470-6 System M (史料) 美國國家電視系統委員會1953彩色電視傳輸標準推薦 美國聯邦通信委員會聯邦法規第47卷(2003) 73.682 (a) (20) Rec. ITU-R BT.1700 (2007修訂版) 625 PAL及625 SECAM
5	假定顯示伽瑪2.8	Rec. ITU-R BT.470-6 System B, G (史料)
6	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ 針對 $1 \geq L_c \geq \beta$ 針對 $\beta > L_c \geq 0$	Rec. ITU-R BT.601-6 525或625 Rec. ITU-R BT.1358 525或625 Rec. ITU-R BT.1700 NTSC 美國電影電視工程師協會170M (2004) (功能上相同於值1、14及15)
7	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.0 * L_c$ 針對 $1 \geq L_c \geq \beta$ 針對 $\beta > L_c \geq 0$	美國電影電視工程師協會240M (1999)
8	$V = L_c$ 針對 L_c 之全部值	線性轉移特性
9	$V = 1.0 + \text{Log10}(L_c) \div 2$ $V = 0.0$ 針對 $1 \geq L_c \geq 0.01$ 針對 $0.01 > L_c \geq 0$	對數轉移特性(100:1範圍)
10	$V = 1.0 + \text{Log10}(L_c) \div 2.5$ $V = 0.0$ 針對 $1 \geq L_c \geq \text{Sqrt}(10) \div 1000$ 針對 $\text{Sqrt}(10) \div 1000 > L_c \geq 0$	對數轉移特性(100 * Sqrt(10) : 1範圍)
11	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ $V = -\alpha * (-L_c)^{0.45} + (\alpha - 1)$ 針對 $L_c \geq \beta$ 針對 $\beta > L_c > -\beta$ 針對 $-\beta \geq L_c$	IEC 61966-2-4
12	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ $V = -(\alpha * (-4 * L_c)^{0.45} - (\alpha - 1)) \div 4$ 針對 $1.33 > L_c \geq \beta$ 針對 $\beta > L_c \geq -\gamma$ 針對 $-\gamma > L_c \geq -0.25$	Rec. ITU-R BT.1361擴展色域系統
13	$V = \alpha * L_c^{(1 + 2.4)} - (\alpha - 1)$ $V = 12.92 * L_c$ 針對 $1 \geq L_c \geq \beta$ 針對 $\beta > L_c \geq 0$	IEC 61966-2-1 (sRGB或sYCC)
14	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ 針對 $1 \geq L_c \geq \beta$ 針對 $\beta > L_c \geq 0$	Rec. ITU-R BT.2020 (功能上相同於值1、6及15)
15	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ 針對 $1 \geq L_c \geq \beta$ 針對 $\beta > L_c \geq 0$	Rec. ITU-R BT.2020 (功能上相同於值1、6及14)
16	$V = ((c_1 + c_2 * L_c^n) \div (1 + c_3 * L_c^n))^m$ $c_1 = c_3 - c_2 + 1 = 3424 \div 4096 = 0.8359375$ $c_2 = 32 * 2413 \div 4096 = 18.8515625$ $c_3 = 32 * 2392 \div 4096 = 18.6875$ $m = 128 * 2523 \div 4096 = 78.84375$ $n = 0.25 * 2610 \div 4096 = 0.1593017578125$ 為此，用於白色峰值之等於1之 L_c 通常意欲對應於每平方米10,000燭光之一顯示器亮度位準	10位元、12位元、14位元及16位元系統之美國電影電視工程師協會ST 2084
17	$V = (48 * L_c + 52.37) \div (1 + 2.6)$ 為此，用於白色峰值之等於1之 L_c 通常意欲對應於每平方米48燭光之一顯示器亮度位準 針對 L_c 之全部值	美國電影電視工程師協會ST 428-1
***18	$V = (sL_c^n + c) \div (L_c^n + st) + m$ $c=X$ $n=X$ $s=X$ $t=X$ $m=X$	針對具有固定值之一組參數提出之OETF
19..255	保留	供ITU-T ISO/IEC將來使用

表12：轉移特性實例之更新

上述語義係基於方程式1，但不受限於此版本之OETF定義，而是可擴展至本文中所描述之任何方程式及/或自本文中之方程式導出之任何方程式，例如自方程式1導出之一方程式。可針對不同固定參數而增加若干表值(列)。

作為一實例，上文討論使用H.265/HEVC來將調變值插入至各種語法結構中。本發明可應用於其他標準。除VUI實施實例(實例11)之外，保留與現有或部署SDR工作流程之完全向後相容性。

實例12

在一實例中，本發明之一態樣係針對與一CEA (消費電子產品協會)標準相關之實施方案(例如，在CEA-861.3之一擴展或一修正中)。此標準可(例如)由HDMI用於將參數化EOTF (P-EOTF)傳達至一呈現器件(例如一顯示器)。例如，CEA-861.3之資訊圖框動態範圍及主控資訊圖框定義可更新如下之一靜態元資料描述符及一EOTF (表13、表14)：

資訊圖框類型代碼	資訊圖框類型= 0x07					
資訊圖框版本號	版本=0x01					
資訊圖框之長度	下列HDR元資料資訊圖框之長度					
資料位元組1	F17=0	F16=0	F15=0	F14=0	F13=0	EOTF (3個位元)
資料位元組2	F27=0	F26=0	F26=0	F24=0	F23=0	Static_Metadata_Descriptor_ID (3個位元)
資料位元組3	Static_Metadata_Descriptor					
...	...					
資料位元組n	...					

表13：動態範圍及主控資訊圖框

資料位元組1之EOTF識別用於串流中之電光轉移函數(EOTF)。

EOTF	串流之EOTF
0	傳統伽瑪-SDR亮度範圍
1	傳統伽瑪-HDR亮度範圍
2	SMPTE ST 2084 [錯誤！未找到參考源]
***3	參數化EOTF
4- 7	留作將來使用

表14：資料位元組1-電光轉移函數

資料位元組2之Static_Metadata_Descriptor_ID識別用於資料位元組3及更高中之結構。

Static_Metadata_Descriptor ID	元資料描述符
0	靜態元資料類型1
***1	靜態元資料類型2 (P-EOTF參數)
2 - 7	留作將來使用

表15：資料位元組2- Static_Metadata_ID

當 Static_Metadata_Descriptor_ID=1 時，Static_Metadata_Descriptor使用針對參數化EOTF參數識別而定義之表16中所定義之結構。

靜態元資料類型2可將P-EOTF參數定義如下：

資料位元組編號	內容
***資料位元組3	peotf_param_s, LSB
***資料位元組4	peotf_param_s, MSB
***資料位元組5	peotf_param_t, LSB
***資料位元組6	peotf_param_t, MSB
***資料位元組7	peotf_param_c, LSB
***資料位元組8	peotf_param_c, MSB
***資料位元組9	peotf_param_n, LSB
***資料位元組10	peotf_param_n, MSB
***資料位元組11	peotf_param_m, LSB
***資料位元組12	peotf_param_m, MSB

表16：靜態元資料描述符類型2 (P-EOTF)

語義相同於表1中所提出之語義。

實例13

在一實例中，本發明之一態樣係針對參數(例如參數(s、t、c、n、m))之預定義值。在一實例中，可依據各種現有OETF以及Barten之CSF來最佳化OETF曲線之參數以導致一組所建議之預定義參數(以及一誤差量測)。例如，圖9繪示展示依據現有OETF標準或標準提案來最佳化之根據本發明之TCH函數的結果。

基於對數地間隔於黑色位準與峰值亮度之間的1000個資料點來產生圖9中所展示之數學模型之參數(下列表17至20中所指示；線性間隔用於與Philips之OETF匹配)。在一實例中，資料點之數目可高於1000或低於1000。在一實例中，資料點之間隔可與在黑色位準附近及/或在峰值亮度附近插入之額外資料點呈對數關係。此可有助於最佳

程序找到足夠精確地接近曲線之極值之解。

將誤差運算為根據本發明之通用OETF之輸出V(L)與曲線/LUT $V_e(L)$ 之均方差，其擬合如下：

方程式 11 $\text{Error} = \frac{1}{n} \sum_n (V(L) - V_e(L))^2$

誤差係根據本發明之參數化OETF模型與經匹配或經模型化之OETF (標準、所提出之標準、未來標準或慣例)之間的接近度之一指示符。方程式11中所運算之誤差係一適合誤差度量之一實例。一實例可將 L_1 範數用於V(L)及 $V_e(L)$ 上。

測試條件:			
峰值: 10^4 cd/m^2			
黑色: 10^{-3} cd/m^2			
碼字: 4096 (12位元全範圍)			
參數	Barten曲線 (f = 0.9078)	SMPTE ST 2084	Philips EOTF
s	1.5000	1.4417	1.0667
t	3.8408	4.4059	21.245
c	-1.1103	-1.1146	-9.7546
n	0.25451	0.27182	0.46363
m	0.097763	0.10817	0.2885
誤差	5.10×10^{-6}	2.697×10^{-6}	5.2488×10^{-5}

表 17

測試條件:			
峰值: 10^4 cd/m^2			
黑色: 0.005 cd/m^2			
碼字: 4096 (12位元全範圍)			
參數	Barten曲線 (f = 0.89222)	SMPTE ST 2084	Philips EOTF
s	1.5312	1.4598	1.0695
t	3.6965	4.2899	21.0024

c	-1.1959	-1.1213	-9.6815
n	0.24959	0.2681	0.46248
m	0.09586	0.10526	0.28698
誤差	3.8983×10^{-6}	1.913×10^{-6}	5.1925×10^{-5}

表 18

測試條件: 峰值: 10^4 cd/m^2 自模型移除偏移量m 黑色: 10^{-3} cd/m^2 碼字: 4096 (12位元全範圍)			
參數	Barten曲線 ($f = 0.9078$)	SMPTE 2084	Philips EOTF
s	1.4707	1.5475	1.2465
t	4.3636	4.1120	32.9662
c	-0.28519	-0.42305	-2.3399
n	0.28557	0.27237	0.55642
m	0	0	0
誤差	1.0021×10^{-5}	2.7011×10^{-6}	5.3659×10^{-5}

表 19

測試條件: 峰值: 10^4 cd/m^2 自模型移除偏移量m 黑色: 0.005 cd/m^2 碼字: 4096 (12位元全範圍)			
參數	Barten曲線 ($f = 0.89222$)	SMPTE 2084	Philips EOTF
s	1.4768	1.5624	1.2466
t	4.3301	4.0159	32.9224
c	-0.35758	-0.45706	-2.3493
n	0.28497	0.2687	0.55628
m	0	0	0
誤差	9.8265×10^{-6}	1.9174×10^{-6}	5.3517×10^{-5}

表 20

實例14

在根據本發明之一實例中，用於參數化通用OETF/EOTF模型之參數可根據本發明而產生如下。

OETF最佳化

根據本發明之上文所描述之通用曲線需要若干參數。此等參數取決於使用情況或需要模型化何種現成曲線。一最佳化程序可用於判定根據本發明之此等參數之值。接著，相同參數用於對應EOTF (或反OETF)。

待最佳化之OETF曲線(目標OETF曲線)可經給定為一查找表(LUT)或一函數。假定存在期望OETF $V(L)$ 匹配一現有OETF $V_e(L)$ 之一亮度值範圍，則解算下列最佳化問題：

$$\text{方程式 12} \quad \arg \min_{\text{parameters } (e.g., s, t, c, n, m)} \|V_e(L) - V(L; \text{parameters } (e.g., s, t, c, m, n))\|^2$$

其中 $V_e(L)$ 可為任何給定現有OETF，或其可為自對比敏感度函數導出之一LUT。L可為值之一範圍內之數個值(例如調查研究中之亮度範圍內依對數間隔之1000個值)。

可個別地最佳化各變數或各參數。若針對此最佳化而獲得之誤差低於先前誤差，則儲存該變數之新值。否則儲存舊值。

一旦已最佳化各變數/參數一次，則重複程序。重複此程序固定次數(例如10000次)，或直至誤差不再減小。在此迭代方案之各迭代期間，只有當參數導致一較小誤差時，將參數更新至由最佳化判定之值。否則，保存來自先前迭代之參數。藉由在一迴圈中重複最佳化，以先前判定之最佳參數值開始各迴圈，存在朝向全局最佳解之一收斂性，其歸因於對其執行最佳化之曲線之平滑性及表現良好性。

查找表

在一實例中，可匹配本身自一對比敏感度函數導出之一調變轉

移函數。在此程序中，依據亮度位準及空間頻率之全部有關組合來評估Barten之對比敏感度函數。對於各亮度位準，在全部空間頻率內查找最大對比敏感度。此產生依據亮度位準而變化之一對比敏感度函數CSF(L)。

此調變轉移函數係對比敏感度之倒數且由下列方程式給定：

$$\text{方程式 13} \quad m_t(L) = \frac{1}{\text{CSF}(L)}$$

本質上，調變轉移在僅低於可視臨限值之一給定亮度位準處給出最大對比。此意謂：在一編碼方案中，隨後亮度位準應具有至多為此數量之一對比。

通常，將兩個亮度位準 L_1 與 L_2 之間的對比定義為由下列方程式給定之麥克森(Michelson)對比 C ：

$$\text{方程式 14} \quad C = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2}$$

組合此等兩個方程式產生：

$$\text{方程式 15} \quad m_t(L) = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2}$$

解算 L_1 或 L_2 產生：

$$\begin{aligned} \text{方程式 16} \quad L_1 &= L_2 \frac{1 - m_t(L_2)}{1 + m_t(L_2)} \\ L_2 &= L_1 \frac{1 + m_t(L_1)}{1 - m_t(L_1)} \end{aligned}$$

此結果之解譯係：給定一特定亮度位準，可運算恰好相差1個恰辨差(JND)之一新亮度位準。在該情況中，新亮度位準比先前值高1個JND，且在其他情況中，新亮度位準更低1個JND。

在一實例中，一所要峰值亮度及位元深度經選擇，且使用方程式16來計算各與先前值相差1個JND之亮度值之一查找表。例如，若選擇 $10,000 \text{ cd/m}^2$ 之一峰值亮度及12個位元之一位元深度，則查找表中之最後表值將含有10,000之一值。將使用方程式16來自最後表值計算倒數第二表值。將自倒數第二表值計算倒數第三表值，等等。

所得查找表表示一EOTF，此係因為其將碼字(即，表值)轉換成

亮度值。若給定一最小所要亮度值，則可執行計算最大亮度與最小亮度之間需要步進之碼字數。此將給定可用於該亮度範圍之JND之數目。

使查找反向成此所得查找表將實施一OETF。此對函數將被分別標示為用於EOTF及OETF之 $L_{Barten}(V)$ 及 $V_{Barten}(L)$ 。

可藉由解算而最佳化此查找表之OETF之參數，其中任何數目個參數可選自：

$$\text{方程式 17} \quad \arg \min_{\text{parameters}(e.g., s, t, c, n, m)} \|V_{Barten}(L) - V(L; \text{parameters}(e.g., s, t, c, m, n))\|^2$$

保守查找表

先前章節中所產生之查找表產生依1個JND精確地間隔之值。查找表中之起始亮度及表值數目之組合可判定最終亮度。此係非所要的，因為最終亮度難以依此方式預測，且可高於或低於所要黑色位準。若表中之表值數目與一給定位元深度相關(在一實例中，10個位元之一位元深度將隱含一表具有1024個表值)，則情況尤其如此。若黑色位準、峰值亮度及位元深度之組合容許，則較佳地使各連續步進間隔小於1個JND。

具有小於1之一值之一參數 f 可如下般應用於上述公式：

$$\begin{aligned} \text{方程式 18} \quad L_1 &= L_2 \frac{1-f m_t(L_2)}{1+f m_t(L_2)} \\ L_2 &= L_1 \frac{1+f m_t(L_1)}{1-f m_t(L_1)} \end{aligned}$$

在一實例中，可選擇 $f=0.9$ 用於具有10,000 cd/m^2 之一峰值亮度、0.001 cd/m^2 之一黑色位準及12之一位元深度之一系統(因此產生 $2^{12}=4096$ 個表值之一LUT)。在一實例中， $f=0.918177$ 。對於一固定峰值亮度、黑色位準及位元深度，變動 f 之值導致一曲線族。

一般而言，可期望選擇一峰值亮度、一黑色位準及一位元深度，且自此導出 f 之一最佳值。為此，可採用一最佳化程序。此處，本發明之一態樣解算下列最佳化問題：

$$\text{方程式19} \quad \arg \min_f \|L_{\min} - L(0; L_{\max}, f)\|^2$$

此處， $L_{\min}$ 係所要黑色位準且 $L(0; L_{\max}, f)$ 係自一給定峰值亮度 $L_{\max}$ 、查找表之一給定大小以及經最佳化之參數 f 產生之查找表中之第一表值。此技術之核心係找到 f 之一值，其在峰值亮度及位元深度之給定規格下產生具有儘可能接近所要黑色位準 $L_{\min}$ 之一黑色位準之一LUT。

此程序之結果係 f 之一值，其可用於方程式18中以產生可與本發明之OETF曲線及EOTF曲線之參數匹配之LUT。此LUT表示方程式17中之 $V_{\text{Barten}}(L)$ 。接著，藉由應用方程式17之最佳化方案而判定OETF之參數。相同所得參數 s 、 t 、 c 、 m 及 n 用於OETF及對應EOTF（反OETF）兩者。

實例15

在根據本發明之一實例中，包括六個參數之通用EOTF模型之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式20} \quad L(V) = \left(\frac{c - (V - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n} + b$$

在方程式20中， c 、 m 、 s 、 n 、 t 、 b 係參數且 V 係一碼字。

包括六個參數且對應於方程式20之通用反EOTF或OETF之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式21} \quad V(L) = \frac{s(L - b)^n + c}{(L - b)^n + st} + m$$

方程式20中之偏移量 b 可用於修改曲線，使得 V 之最小值(其通常為0)將被映射至一所要輸出值 L 。在一實例中， b 經選擇使得輸入 $V=0$ 結合參數 c 、 m 、 s 、 t 及 n 而映射至 $L(0)=0$ 。在一實例中， b 經選擇使得輸入 $V=0$ 結合參數 c 、 m 、 s 、 t 及 n 而映射至 $L(0)=0.001$ 。

通常，透過一最佳化程序(例如實例14中之最佳化程序)來判定參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 之值。亦可透過依據一給定曲線最佳化方程式20來找到 b 之值。

替代地， b 之值可經計算如下。 L_{min} 可為一意欲顯示系統之所要黑色位準。 V_{min} 可為應鑑於由 L_{min} 表示之意欲黑色位準來編碼之最低碼字值。接著，值 b 可參與基於方程式20來判定 $L_{min} = L(V_{min})$ 。若缺少偏移量 b ，則無法保證此映射：

$$\text{方程式22} \quad L_{min} \neq \left(\frac{c - (V_{min} - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n}$$

然而，可利用方程式20來建立具有一未知數(參數 b)之一方程式：

$$\text{方程式23} \quad L_{min} = \left(\frac{c - (V_{min} - m)st}{V - m - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

在方程式23中，可透過最佳化來判定參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 。可指定碼字 V_{min} 及亮度值 L_{min} 。 b 之值可經計算如下：

$$\text{方程式24} \quad b = L_{min} - \left(\frac{c - (V_{min} - m)st}{V - m - s} \right)^{\frac{1}{n}}$$

基於方程式24而非藉由最佳化來判定參數 b 使某些系統(諸如一顯示器或一藍光光碟播放器)能夠不傳輸參數 b ，此係因為其可自參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 計算。可將方程式20之參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 傳輸至接收者。

實例16

在根據本發明之一實例中，包括七個參數之通用EOTF模型之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式25} \quad L(V) = a \left(\frac{c - (V - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n} + b$$

在方程式25中， c 、 m 、 s 、 n 、 t 、 a 、 b 係參數且 V 係一碼字。

包括七個參數且對應於方程式25之通用反EOTF或OETF模型之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式26} \quad V(L) = \frac{s \left(\frac{L - b}{a} \right)^n + c}{\left(\frac{L - b}{a} \right)^n + st} + m$$

引入至方程式25中之偏移量 b 可用於修改曲線，使得 V 之最小值(其通常為0)將被映射至一所要輸出值 L_{min} 。可藉由改變 b 之值以使輸

出移位至其所要最小輸出值 L_{min} 而達成執行此映射之能力。同時， V 之最高值(其通常為1)將被映射至一所要輸出值 L_{max} 。可藉由改變 a 之值以將輸出修改至其所要範圍而達成執行此映射之能力。

在一實例中， a 經選擇使得輸入 $V=1$ 結合參數 c 、 m 、 s 、 t 及 n 而映射至 $L(1)=10,000$ 。在一實例中，將 $V=1$ 映射至 $L(1)=1$ 。在一實例中，將 $V=1$ 映射至 $L(1)=4$ 。在一實例中， b 經選擇使得輸入 $V=0$ 結合參數 c 、 m 、 s 、 t 及 n 而映射至 $L(0)=0$ 。在一實例中， b 經選擇使得輸入 $V=0$ 結合參數 c 、 m 、 s 、 t 及 n 而映射至 $L(0)=0.001$ 。在一實例中， $a=1$ 經選擇以將 $V=1$ 映射至 $\left(\frac{c-(1-m)st}{1-m-s}\right)^{1/n} + b$ 。在一實例中， $b=0$ 經選擇使得輸入 $V=0$ 被映射至 $a\left(\frac{c-(-m)st}{-m-s}\right)^{1/n}$ 。

可透過一最佳化程序來判定參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 之值。亦可透過依據一給定曲線之最佳化來找到 a 及 b 之值。

替代地， a 及 b 之值可經計算如下。 L_{min} 可為意欲顯示系統之所要黑色位準。應編碼此意欲黑色位準之最低碼字值可由 V_{min} 給定。 L_{max} 可為意欲顯示系統之所要黑色位準。可編碼意欲峰值亮度之最高碼字值可由 V_{max} 給定。接著，藉由方程式25之所要映射係：

$$\text{方程式27a } L_{min} = L(V_{min})$$

$$\text{方程式27b } L_{max} = L(V_{max})$$

若缺少增益 a 及偏移量 b ，則無法保證此映射，即，一般而言，下列係「真」：

$$\text{方程式28a } L_{min} \neq \left(\frac{c-(V_{min}-m)st}{V_{min}-m-s}\right)^{1/n}$$

且

$$\text{方程式28b } L_{max} \neq \left(\frac{c-(V_{max}-m)st}{V_{max}-m-s}\right)^{1/n}$$

然而，可藉助於方程式25而建立具有兩個未知數(參數 a 及 b)之兩個方程式：

$$\text{方程式29a } L_{\min} = a \left(\frac{c - (V_{\min} - m)st}{V_{\min} - m - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b = aL'(V_{\min}) + b$$

$$\text{方程式29b } L_{\max} = a \left(\frac{c - (V_{\max} - m)st}{V_{\max} - m - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b = aL'(V_{\max}) + b$$

在此等方程式中，可透過最佳化來判定參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 。可指定碼字 $V_{\min}$ 及 $V_{\max}$ 及所要亮度值 $L_{\min}$ 及 $L_{\max}$ 。此容許使用來自方程式29a及方程式29b之 $L'(V_{\min})$ 及 $L'(V_{\max})$ 之定義來計算 a 及 b 之值：

$$\text{方程式30 } a = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L'(V_{\max}) - L'(V_{\min})}$$

$$\text{方程式31 } b = L_{\min} - L'(V_{\min}) \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L'(V_{\max}) - L'(V_{\min})}$$

基於亮度 L 及碼字 V 之最小值及最大值來判定參數 a 及 b (諸如，透過上述方程式30及31，而非藉由最佳化)容許在其中將一些參數傳輸至一接收者之系統(諸如一顯示器或一藍光光碟播放器)中無需傳輸參數 a 及 b ，此係因為可基於參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 來計算參數 a 及 b 。

實例17

在根據本發明之一實例中，包括六個參數之通用OETF模型之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式32 } V(L) = k \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

在方程式32中， c 、 m 、 k 、 s 、 n 、 t 係參數且 V 係一碼字。

包括六個參數且對應於方程式32之通用反OETF或EOTF模型之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式33 } L(V) = \left(\frac{c - \left(\frac{V - m}{k} \right) st}{\frac{V - m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}}$$

引入至方程式32中之偏移量 m 可用於修改OETF曲線，使得 L 之最小值將被映射至一所要碼字 $V_{\min}$ 。同時， L 之最高值將被映射至一所要輸出值 $V_{\max}$ 。此藉由改變 k 之值以將輸出修改至其所要範圍而達成。

若期望正規化輸出，則 $V_{\min} = 0$ 且 $V_{\max} = 1$ 。在非正規化使用情況中，碼字之範圍可由一給定位元深度判定，且可進一步由形容詞「完全」或「法定」限定。可藉由指定 $V_{\min}$ 及 $V_{\max}$ 之適當值而適應此等範

圍之各者。在一實例中，10位元全範圍具有 $V_{\min}=0$ 至 $V_{\max}=1023$ 之間的碼值。在一實例中，10位元法定範圍具有定義於 $V_{\min}=64$ 至 $V_{\max}=940$ 之間的碼值。在一實例中，12位元全範圍具有 $V_{\min}=0$ 至 $V_{\max}=4095$ 之間的值。在一實例中，8位元法定範圍具有 $V_{\min}=16$ 至 $V_{\max}=235$ 之間的值。

可基於最小及最大亮度 L 及碼字 V 來判定參數 m 及 k 。可類似地計算參數 m 及 k ，如上文相對於實例16所討論。除指定對應所要碼值 $V_{\min}$ 及 $V_{\max}$ 之外，亦可指定一最小亮度值 $L_{\min}$ 及一最大亮度值 $L_{\max}$ 。自方程式32導出具有兩個未知數之兩個方程式：

$$\text{方程式34a } V_{\min} = k \frac{sL_{\min}^{n+c}}{L_{\min}^{n+st}} + m$$

$$\text{方程式34b } V_{\max} = k \frac{sL_{\max}^{n+c}}{L_{\max}^{n+st}} + m$$

接著，自此等兩個方程式同時解算出參數 k 及 m 以產生：

$$\text{方程式35 } k = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V'(L_{\max}) - V'(L_{\min})}$$

$$\text{方程式36 } m = V_{\min} - V'(L_{\min}) \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V'(L_{\max}) - V'(L_{\min})}$$

在方程式35及方程式36中， $V'(l)$ 可經判定如下：

$$\text{方程式37 } V'(l) = \frac{sl^{n+c}}{l^{n+st}}$$

實例18

在根據本發明之一實例中，包括八個參數之通用EOTF模型之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式38 } L(V) = a \left(\frac{c - \left(\frac{V-m}{k} \right) st}{\frac{V-m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

在方程式38中， c 、 m 、 k 、 s 、 n 、 t 、 a 、 b 係參數且 V 係一碼字。

包括八個參數且對應於方程式38之通用反EOTF或OETF模型之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式39 } V(L) = k \frac{s \left(\frac{L-b}{a} \right)^n + c}{\left(\frac{L-b}{a} \right)^n + st} + m$$

引入至方程式38中之偏移量 b 可用於修改曲線，使得 V 之最小值

(其通常為0)將被映射至一所要輸出值 $L_{\min}$ 。可藉由改變 b 之值以使輸出移位至其所要最小輸出值 $L_{\min}$ 而達成執行此映射之能力。同時， V 之最高值(其通常為1)將被映射至一所要輸出值 $L_{\max}$ 。此藉由改變 a 之值以將輸出修改至其所要範圍而達成。同時，參數 k 及 m 在方程式39中之作用相同於參數 a 及 b 在方程式38中之作用：該等模型允許一增益 k 及一偏移量 m 應用於方程式39之OETF，使得碼字之所要範圍跨越 $L_{\min}$ 與 $L_{\max}$ 之間的輸入值之一範圍。

通常，透過一最佳化程序來判定參數 s 、 t 、 c 、 n 、 m 、 k 、 a 及 b 之值。替代地，可透過最佳化來判定參數 s 、 t 、 c 及 n ，且類似於實例16，可透過具有四個未知數之四個方程式之一系統來同時計算參數 m 、 k 、 a 及 b 。可指定一所要最低碼字 $V_{\min}$ 及最高碼字 $V_{\max}$ 。類似地，可存在具有一所要最低可表示亮度值 $L_{\min}$ 及一最高可表示亮度值 $L_{\max}$ 之一亮度範圍。具有未知數 m 、 k 、 a 及 b 之四個方程式係：

$$\text{方程式40} \quad L_{\min} = a \left(\frac{c - \left(\frac{V_{\min} - m}{k} \right) st}{\frac{V_{\min} - m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

$$\text{方程式41} \quad L_{\max} = a \left(\frac{c - \left(\frac{V_{\max} - m}{k} \right) st}{\frac{V_{\max} - m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

$$\text{方程式42} \quad L_{i1} = a \left(\frac{c - \left(\frac{V_{i1} - m}{k} \right) st}{\frac{V_{i1} - m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

$$\text{方程式43} \quad L_{i2} = a \left(\frac{c - \left(\frac{V_{i2} - m}{k} \right) st}{\frac{V_{i2} - m}{k} - s} \right)^{\frac{1}{n}} + b$$

需要判定下列資訊：亮度值 L_{i1} 及 L_{i2} 以及碼字 V_{i1} 及 V_{i2} 。此等亮度值及碼字必須不同於 $L_{\min}$ 、 $L_{\max}$ 、 $V_{\min}$ 及 $V_{\max}$ 以確保上述四個方程式係線性獨立的(且因此允許解算四個未知數 m 、 k 、 a 及 b)。原則上，必須保持下列關係：

$$\text{方程式44a} \quad L_{\min} < L_{i1} < L_{\max}$$

$$\text{方程式44b} \quad L_{\min} < L_{i2} < L_{\max}$$

$$\text{方程式 44c } L_{i1} \neq L_{i2}$$

$$\text{方程式 44d } V_{\min} < V_{i1} < V_{\max}$$

$$\text{方程式 44e } V_{\min} < V_{i2} < V_{\max}$$

$$\text{方程式 44f } V_{i1} \neq V_{i2}$$

最後， (L_{i1}, V_{i1}) 對及 (L_{i2}, V_{i2}) 對兩者應位於所要曲線上。在其中可識別此等對之使用情況中，可基於方程式 40 至 43 來判定參數 m 、 k 、 a 及 b 。

實例 19

在根據本發明之一實例中，包括六個參數之通用 OETF 模型之一替代形式可經建構如下：

$$\text{方程式 45a } V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st}$$

$$\text{方程式 45b } V'(L) = kV(L) + m$$

此處， s 、 t 、 c 及 n 係方程式 45a 之參數（其等通常透過最佳化來判定）且 L 係一輸入亮度值。 L 可採用之輸入值之範圍可經指定為 $(L_{\min}, L_{\max})$ 。接著，方程式 45a 之輸出將被界限於碼字範圍 $(V(L_{\min}), V(L_{\max}))$ 。所要碼字範圍可經指定為 $(V_{\min}, V_{\max})$ 。方程式 45b 可將方程式 45a 之輸出映射至所要碼字範圍。

$(V_{\min}, V_{\max})$ 對可具有各種代碼範圍。在一實例中，所要碼字範圍可為 $(V_{\min}, V_{\max}) = (0, 255)$ ，且對應於 8 位元全範圍。在一實例中，所要碼字範圍可為 $(V_{\min}, V_{\max}) = (0, 1023)$ ，其對應於 10 位元全範圍。在一實例中，所要碼字範圍可為 $(V_{\min}, V_{\max}) = (64, 940)$ ，其對應於 10 位元法定範圍。在一實例中，所要碼字範圍可為 $(V_{\min}, V_{\max}) = (4, 1019)$ ，其對應於 10 位元擴展範圍。在一實例中，所要碼字範圍可為 $(V_{\min}, V_{\max}) = (0, 4095)$ ，其對應於 12 位元擴展範圍。在一實例中，所要碼字範圍可為 $(V_{\min}, V_{\max}) = (0, 1)$ ，其對應於一正規化範圍。

可自指定最小及最大亮度值 $(L_{\min}, L_{\max})$ 以及所要最小及最大碼字

值($V_{\min}, V_{\max}$)計算參數 k 及 m ：

$$\text{方程式 46a} \quad k = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V(L_{\max}) - V(L_{\min})}$$

$$\text{方程式 46b} \quad m = V_{\max} - V(L_{\max}) \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V(L_{\max}) - V(L_{\min})}$$

可使用根據方程式46a及46b而計算之參數 k 及 m 來編碼及傳輸由方程式45b產生之信號。

在傳輸及解碼之後，可應用反OETF或EOTF來重建適合亮度值。

在一實例中，此經執行如下：

$$\text{方程式 47a} \quad v''(L) = \frac{v'(L) - m}{k}$$

$$\text{方程式 47b} \quad L'(v'') = \left(\frac{c - v''st}{v'' - s} \right)^{1/n}$$

$$\text{方程式 47c} \quad L''(L') = aL' + b$$

方程式47a及47b對應於方程式45a及45b之反算且使用相同參數 s 、 t 、 c 、 n 、 m 及 k 。亮度值 L 可構成此EOTF之輸入信號。

在一替代實例中，EOTF之應用經執行如下：

$$\text{方程式 48a} \quad L'(V') = \left(\frac{c - V'st}{V' - s} \right)^{1/n}$$

$$\text{方程式 48b} \quad L''(L') = aL' + b$$

方程式47a、47b與方程式48a之間的差異係：方程式45b之正規化步驟未經反向。使用該等原理，基礎方程式48a及48b可導致無需知道參數 k 及 m 之一程序期間較少計算應用於EOTF。使用方程式47a及47b容許依某一較高精確度位準估計原始亮度信號 L 。

方程式47c及48b指示一最終縮放步驟，其可用於將重建亮度值 L' 映射至可相同於用於方程式46a及46b中之指定輸入範圍($L_{\min}, L_{\max}$)的一指定顯示範圍($L'_{\min}, L'_{\max}$)。指定顯示範圍亦可經不同地選擇以(例如)對應於一指定目標顯示器之顯示範圍。

可自與方程式47b中之碼字 V'' 及方程式48a中之碼字 V' 相關聯之最小及最大碼字($V_{\min}, V_{\max}$)以及指定顯示範圍($L_{\min}, L_{\max}$)計算用於方程式

47c及48b中之參數 a 及 b ：

$$\text{方程式 49} \quad a = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L'(V_{\max}) - L'(V_{\min})}$$

$$\text{方程式 50} \quad b = L_{\max} - L'(V_{\max}) \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L'(V_{\max}) - L'(V_{\min})}$$

輸出 L'' 構成可用於顯示或可用於儲存或顯示之前之進一步處理的一信號。

在一實例中，由方程式45a、45b、47a、47b及47c描述之程序可經反向使得可在不引入非線性之情況下將 L'' 轉換成 L 。在一實例中，由方程式45a、45b、48a及48b描述之程序可經反向使得可在不引入非線性之情況下將 L'' 轉換成 L 。

實例20

根據本發明，在其中一OETF與一組參數 s 、 t 、 c 、 n 、 m 、 k 、 a 、 b 或其之一子集一起使用之全部實例中，可使用相同參數來建構一對應EOTF。此確保：在其中一亮度信號由一適當選擇之OETF處理且(可在編碼、傳輸及解碼之後)所得信號隨後由對應EOTF處理之一系統中，輸出亮度值緊密地匹配輸入亮度值。

因此，若由OETF使用之參數相同於用於EOTF之參數，則此端對端行為(自亮度至碼字至亮度，亦稱為光光轉移函數(OOTF)或伽瑪系統)因此係線性的。

在一些情況中，可存在一非線性端對端行為。例如，Rec. ITU-R BT 709可與Rec. ITU-R BT 1886一起使用以導致一非線性端對端結果。類似地，Philips提出彼此非嚴格反向以亦產生一非線性伽瑪系統之OETF函數及EOTF函數。

根據本發明，可使用參數 s 、 t 、 c 、 n 、 m 、 k 、 a 、 b 或其等之一子集來執行實例之各者中之OETF，而對於對應EOTF，可指定一組不同參數 s' 、 t' 、 c' 、 n' 、 m' 、 k' 、 a' 、 b' (或其子集)。

在一實例中，可藉由依據Philips OETF之最佳化而判定參數 s 、

t 、 c 、 n 、 m 、 k 、 a 、 b 。單獨地，可藉由依據Philips EOTF之最佳化而判定參數 s' 、 t' 、 c' 、 n' 、 m' 、 k' 、 a' 、 b' 。

實例21

在此實例中，本發明之一態樣係針對將參數化OETF、EOTF/反OETF曲線之參數之數目自至少5個參數減少至2個參數。

方程式1及2之5參數函數係非凸性的。藉由將特定約束條件加至方程式1及2之最佳化曲線，函數可經重寫使得無指數或除法保留。繼而，此改良找到全局最佳值或至少一局部最佳值(其非常接近全局最佳值)之能力。

在一實例中，衍生之兩參數EOTF/反OETF函數經展示為具有經判定為相對於所提出之BBC/NHK EOTF/反OETF之一最佳化的參數。然而，可相對於任何一或多個曲線而執行該最佳化。

曲線約束條件

對用於最佳化本發明之P-EOTF、反OETF之參數的複雜非凸性問題提供一簡化方案。為解決此問題，演算約束條件經提供以減少最佳化問題之參數之數目。

將最小碼字映射至最小可表示亮度值 $L_{\min}$ 。例如，在BBC/NHK提出之內文中，最小可表示亮度值等於零(例如， $L_{\min}=0$)。

方程式2之P-EOTF、反OETF可由一偏移量 $L_{\min}$ 擴展。所得P-EOTF、反OETF可經書寫如下：

$$\text{方程式 51} \quad L(V) = \left(\frac{c-(V-m)st}{V-m-s} \right)^{1/n} + L_{\min}$$

將 $L_{\min}=0$ 及 $V=0$ 代入上述方程式51以導致：

$$\text{方程式 52} \quad c = -mst$$

因此，方程式51之P-EOTF可經簡化如下：

$$\text{方程式 53} \quad L(V) = \left(\frac{-stV}{V-m-s} \right)^{1/n} + L_{\min}$$

將最大碼字值 $V_{\max}$ 映射至最大可表示亮度值。正規化最大可表示

亮度值；例如，將可表示亮度值設定為1（例如， $L_{\max}=1$ ）。對於足夠高之亮度值，可寫出下列關係：

$$\text{方程式 54} \quad \left(\frac{-stV}{V-m-s}\right)^{1/n} + L_{\min} \approx \left(\frac{-stV}{V-m-s}\right)^{1/n}$$

因此，對於最大碼字值 V ，EOTF、反OETF可經估算如下：

$$\text{方程式 55} \quad L(V) \approx \left(\frac{-stV}{V-m-s}\right)^{1/n}$$

設定 $V=V_{\max}$ 且 $L(V_{\max})=1$ 產生下列表式：

$$\text{方程式 56} \quad m = V_{\max}(1+st) - s$$

因此，映射最小碼字值及最大碼字值容許自最佳化問題消除兩個參數。因此，所提出之EOTF、反OETF或P-EOTF可因此被書寫為：

$$\text{方程式 57} \quad L(V) \approx \left(\frac{-stV}{V-V_{\max}(1+st)}\right)^{1/n}$$

藉此，方程式57之P-EOTF或反OETF僅具有三個參數，即， s 、 t 及 n 。由於參數 s 及 t 僅出現於方程式57之乘法中，所以參數之一變化可經應用以將參數之數目減少至2：

$$\text{方程式 58} \quad L(V) \approx \left(\frac{-Vu}{V-V_{\max}(1+u)}\right)^{1/n}$$

其中 $u=st$ 。指數 $1/n$ 仍可致使最佳化演算法落入至一局部最小值中。可藉由在對數空間中最佳化而降低此之風險，即：

$$\text{方程式 59a} \quad \log(L(V)) \approx \frac{1}{n} \log\left(\frac{Vu}{V_{\max}(1+u)-V}\right)$$

方程式59a係近似的，此係因為省略 $L_{\min}$ 。重新引入此最小亮度產生：

$$\text{方程式 59b} \quad \log(L(V) - L_{\min}) = \frac{1}{n} \log\left(\frac{Vu}{V_{\max}(1+u)-V}\right)$$

方程式59b呈現具有兩個未知變數 n 及 u 之一函數，其意謂：最佳化演算法將必須僅針對此等兩個參數而最佳化。除以 n 意謂：一可行結果將需要 n 大於0。類似地，除以 $V_{\max}(1+u)-V$ 導致需要 $u<1$ 。此等邊界條件可用作為對最佳化器之輸出之一檢查。然而，邊界條件無需被明確地指定為約束條件。

最佳化策略

為判定參數 u 及 n 之值，由使用參考亮度/碼字對 $(L_i, V_i)(i=0 \cdots N$ ，其中 $N=2^B-1$ 由可用位元之數目 B 判定)之一表示近似表示一參考曲線。就此表示法而言，應注意 $V_N=V_{max}$ 。亮度碼字對表示待匹配之目標曲線。

可藉由取樣任何選擇曲線而判定亮度/碼字對。在一實例中，此係BBC/NHK EOTF曲線之一取樣。

一最佳化演算法用於判定選定亮度碼字對之參數 u 及 n 之值。該最佳化演算法評估插入至方程式59b中之 u 及 n 之候選值。接著，依據碼字值 V_i 來評估此方程式。此導致應儘可能接近取樣亮度值 L_i 之一組亮度值 $L(V_i)$ 。

可使用一標準度量(諸如平方差 $(L(V_i)-L_i)^2$)來評定所得兩個值 $L(V_i)$ 與 L_i 之間的誤差。該標準度量評定此誤差用於全部碼字值 V_i 以導致基於方程式59b之下列最佳化公式化：

$$\text{方程式 60a} \quad \operatorname{argmin}_{u,n} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \log \left(\frac{V_i u}{V_{max}(1+u) - V_i} \right) - n \log (L_i - L_{min}) \right|_p^p$$

其中 $L_{min}=L_0$ ， $V_{max}=1$ ，且 $|\cdot|_p$ 係 ℓ_p 範數，其中 $p=1$ 或 $p=2$ 。方程式60a中所展示之範數計算表示P-EOTF (其具有當前參數 u 及 n)相對於依據其來最佳化之曲線(其由 (L_i, V_i) 對組表示)之誤差。所選擇之最佳化演算法將使用此誤差度量來判定 u 及 n 之最佳值。方程式60a可經擴展如下：

$$\text{方程式 60b} \quad \operatorname{argmin}_{u,n} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\log(V_i u) - \log(V_{max}(1+u) - V_i) - n \log (L_i - L_{min})|_p^p$$

其中 $L_{min}=L_0$ 且 $V_{max}=1$ 。方程式60b中之總和表示最佳化演算法將最小化之平均誤差。

在一實例中，使最大誤差保持受控，即使此意謂一較大平均誤差。在此實例中，需要最小化下列最大誤差：

$$\text{方程式 60c} \quad \operatorname{argmin}_{u,n} \max |\log(V_i u) - \log(V_{max}(1+u) - V_i) - n \log (L_i -$$

$$L_{min})|_p^p$$

在另一實例中，將平均誤差及最大誤差兩者組合成一加權平均值。此實例對其中需要平均誤差與最大誤差之間的一權衡之情形提供一優點。在此實例中，需要最小化下列成本函數：

方程式60d

$$\operatorname{argmin}_{u,n} a \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\log(V_i u) - \log(V_{max}(1+u) - V_i) - n \log(L_i - L_{min})|_p^p + b \max |\log(V_i u) - \log(V_{max}(1+u) - V_i) - n \log(L_i - L_{min})|_p^p$$

其中a>0及b>0係判定平均誤差類型及最大誤差類型之相對重要性之兩個權重。

加權資料點

在另一實例中，可藉由將非均勻權重加至資料點(Li; Vi)之各者之評估而更精確地控制最佳化本發明之P-EOTF、反OETF曲線之結果。此容許將更小或更大權重提供至某些亮度、碼字資料點；例如，其容許吾人將更高權重提供至暗值。

例如，可將額外權重給予接近黑點(即，Li及Vi之低值)之亮度、碼字資料點值。此實例可由下列公式表達：

$$\text{方程式61a} \quad \operatorname{argmin}_{u,n} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i |\log(V_i u) - \log(V_{max}(1+u) - V_i) - n \log(L_i - L_{min})|_p^p$$

在另一實例中，方程式61a可經修改以包含最大誤差之一評定：

$$\text{方程式61b} \quad \operatorname{argmin}_{u,n} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i |\log(V_i u) - \log(V_{max}(1+u) - V_i) - n \log(L_i - L_{min})|_p^p + b \max |\log(V_i u) - \log(V_{max}(1+u) - V_i) - n \log(L_i - L_{min})|_p^p$$

對於方程式61a及61b兩者， $a_i, i \in [1..N]$ 係用於N個資料點(Li,Vi)之各者之一組權重。

多個目標曲線

可期望依據一個以上目標曲線來最佳化本發明之P-EOTF、反OETF。例如，可依據一現有高動態範圍EOTF來最佳化本發明之P-

EOTF、反OETF曲線以在一擴展亮度範圍內獲得一所要行為。同時，亦可依據一當前標準曲線(例如ITU-R Rec. BT1886)來最佳化本發明之相同P-EOTF、反OETF曲線以產生具有足夠向後相容性之一新P-EOTF、反OETF曲線。

本發明之一態樣提供克服其中依據兩個或兩個以上曲線來最佳化P-EOTF、反OETF之一情形之缺點。特定言之，可依據待最佳化之曲線之各者來定義亮度/碼字對組且可將最終最佳化公式化為依據待最佳化之全部曲線來獲得之誤差之一加權平均值。

例如，在一實例中，為在高動態範圍性能與向後標準相容性之間找到一適合權衡，定義兩組亮度/碼字對：

$$\text{方程式 62} \quad \begin{array}{ll} (L_i^1, V_i^1) & i = 0, \dots, N^1 \\ (L_i^2, V_i^2) & i = 0, \dots, N^2 \end{array}$$

方程式62定義一組之兩個目標EOTF之各者之兩組亮度/碼字對。在此實例中，第一組亮度/碼字對表示一目標EOTF (例如由BBC/NHK定義之EOTF)，且可由 N^1+1 個亮度/碼字對 (L_i^1, V_i^1) 組成。第二組亮度/碼字對表示一不同目標EOTF (例如由ITU-R推薦BT.1886定義之EOTF)，且可具有 N^2+1 對 (L_i^2, V_i^2) 。可使用上文「最佳化策略」章節中所描述之技術來產生兩組亮度/碼字對。接著，為判定P-EOTF之參數 u 及 n ，方程式59中所定義反EOTF可經公式化如下：

方程式 63a

$$\underset{u, n}{\operatorname{argmin}} \quad a \frac{1}{N^1} \sum_{i=1}^{N^1} |\log(V_i^1 u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^1) - n \log(L_i^1 - L_{\min})|_p^p + b \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^{N^2} |\log(V_i^2 u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^2) - n \log(L_i^2 - L_{\min})|_p^p$$

其中 $a>0$ 及 $b>0$ 係判定兩個曲線貢獻之相對重要性之兩個權重。亦可使用 ℓ_p 範數之最大誤差來取代平均誤差：

方程式 63b

$$\underset{u,n}{\operatorname{argmin}} \quad a \max |\log(V_i^1 u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^1) - n \log(L_i^1 - L_{\min})|_p^p + \\ b \max |\log(V_i^2 u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^2) - n \log(L_i^2 - L_{\min})|_p^p$$

雖然方程式63a至63b繪示兩個曲線之一實例，但可將此方法擴展至任何數目個曲線。例如，下列繪示J個所要曲線之一最佳化：

$$\text{方程式 64a} \quad \underset{u,n}{\operatorname{argmin}} \sum_{j=1}^J a_j \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} |\log(V_i^j u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^j) - n \log(L_i^j - L_{\min})|_p^p$$

方程式64a之公式化可與最大誤差一起使用如下，其可用於最大誤差比平均誤差更多指示所得P-EOTF之所要效能的情況中：

$$\text{方程式 64b} \quad \underset{u,n}{\operatorname{argmin}} \sum_{j=1}^J a_j \max |\log(V_i^j u) - \log(V_{\max}(1+u) - V_i^j) - n \log(L_i^j - L_{\min})|_p^p$$

參數

在一實例中，可根據本發明來最佳化上述方程式1及2之通用參數化OETF、EOTF函數之最佳化。例如，可依據所提出之BBC/NHK EOTF來最佳化方程式59b之參數化曲線以導致下列參數：

$$\text{方程式 65a} \quad u=1.2961604455878200$$

$$\text{方程式 65b} \quad n=0.4820036148084646$$

$$\text{方程式 65c} \quad V_{\max}=2.0009775171065494$$

$$\text{方程式 65d} \quad L_{\min}=0.0$$

基於方程式65a至65d之參數，可藉由應用下列方程式而判定參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m ：

$$\text{方程式 66a} \quad s=1.0$$

$$\text{方程式 66b} \quad t=u$$

$$\text{方程式 66c} \quad n=n$$

$$\text{方程式 66d} \quad V_{\max}(1+st) - s$$

$$\text{方程式 66e} \quad c=-mst$$

方程式65a至65d之上述實例導致下列參數：

方程式67a $s=1.0$

方程式67b $t=1.2961604455878200$

方程式67c $n=0.4820036148084646$

方程式67d $m=3.5945654272905836$

方程式67e $c=-4.6591335259315354$

可在10位元及11位元情境中操作由將方程式67a至67d中所定義之參數值應用於方程式1及2所致之OETF曲線及EOTF曲線。10位元情況之峰值亮度係約1214尼特，而11位元情況之峰值亮度係10,000尼特。

需要取決於OETF及EOTF之使用情況而使此等OETF及EOTF之輸入及輸出成比例。此容許此等OETF及EOTF曲線用作為絕對曲線或相對曲線。

作為一實例，曲線之10位元OETF/EOTF對將與絕對值一起使用。接著，OETF曲線之輸入亮度值之範圍係 $L \in [0, 1214]$ 。藉此，需要使OETF曲線之輸出成比例以產生0至1023之間的碼字。此導致一對比例因數，其中 $L_{scale}=10000$ 且 $V_{scale}=1023$ 。

接著，使用來自方程式67a至67e之參數，P-OETF曲線由下列方程式給定：

$$\text{方程式68} \quad V = V_{scale} \frac{\left(\frac{L-L_{min}}{L_{scale}}\right)^n + c}{\left(\frac{L-L_{min}}{L_{scale}}\right)^n + t} + m$$

對應P-EOTF曲線由下列方程式給定：

$$\text{方程式69} \quad L = L_{scale} \left(\frac{c - \left(\frac{V}{V_{scale}} - m\right)t}{\frac{V}{V_{scale}} - m - 1} \right)^{1/n} + L_{min}$$

方程式68及69之OETF及EOTF曲線可與正規化輸入及輸出值一起使用。此需要將參數 L_{scale} 及 V_{scale} 調整成：

$$\text{方程式70a} \quad L_{scale}=10000/1214=8.2372$$

$$\text{方程式70b} \quad V_{scale}=1023/1023=1$$

端對端伽瑪

方程式1及2及方程式68及69中所呈現之曲線係彼此之真反向。即，若將線性光傳入至方程式1中，則可藉由應用方程式1及接著方程式2而再現線性光。因而，系統之行為因此係線性的：方程式1之輸入接近等於方程式2之輸出。換言之，系統係線性的。

然而，內容製作者(例如工作室)通常比可用於消費者之環境照明暗照明下對分級影像著色。因此，可期望本發明之一態樣提供具有非線性行為之參數化OETF、EOTF/反OETF曲線。此藉由將一伽瑪函數應用於方程式2或方程式69中之EOTF、反OETF曲線之輸出而被最有效地模擬以導致下列EOTF曲線：

$$\text{方程式 71} \quad L = L_{scale} \left(\frac{c - \left(\frac{v}{v_{scale}} - m \right) t}{\frac{v}{v_{scale}} - m - 1} \right)^{\gamma/n}$$

應注意，關於方程式69，需要 $L_{min}=0$ ，使得此參數自方程式71省略。因此，在此情況中，若在方程式68中 L_{min} 亦等於0，則可使用此方程式之OETF曲線。

在一實例(諸如在一消費者家裡觀看一視訊之實例)中，伽瑪(γ)之值可為1.2。在另一實例中(例如，當在一消費者家裡之一高動態範圍顯示器件上觀看視訊時)，伽瑪(γ)之值可為1.4。應用此額外伽瑪值之運算成本係零，此係因為 γ/n 估計為不同於 $1/n$ 之一常數。

本發明之一實例容許將OETF及EOTF表示為基於適合參數設定值之參數化曲線。(若干)參數化曲線之參數設定值容許自各種現有OETF及EOTF選擇一OETF/EOTF對。

本發明之一實例容許本發明之(若干) OETF/EOTF曲線之其他參數與針對不同亮度範圍及位元深度之Barten之對比敏感度模型匹配。因而，可容易地導出一有意義曲線族。

本發明之一實例包含在某些參數設定值下冪等之那珂川-拉什頓方程式之一新穎公式化。

本發明之另一實例容許使用有意義參數來表示一單一曲線，且容許HDR視訊及SDR視訊兩者之一統一表示。

本發明之另一實例容許傳輸一小組參數來操縱信號重建，而非傳輸一LUT或整個曲線。

本發明之另一實例容許解碼省略將一EOTF應用於某些SDR目標顯示器件。透過所提出之OETF之編碼可用作一適當色調映射或色調再現運算子。

本發明之另一實例容許所提出之參數化轉移函數避免市場分化，且藉由在一單一、通用、自適應且參數化之OETF/EOTF模型下調和不同OETF/EOTF而改良互操作性及可實施性。

本發明之另一實例容許所提出之參數化轉移函數映射至包含所要最小黑色位準亮度及最大峰值亮度之所要輸出亮度。

本發明之另一實例提供藉由將參數化OETF、EOTF/反OETF曲線之參數減少至兩個參數而依據任何其他曲線最佳化OETF、EOTF/反OETF曲線之能力。(若干)兩參數OETF、EOTF/反OETF曲線導致凸性目標函數。此使最佳化此等函數不易於產生局部最小值，且因此提高匹配之品質。可直接實施(若干)兩參數曲線。包含兩個約束條件不僅減少參數之數目及提高匹配之品質，且其使曲線上之兩個重要點固定至所要值(例如最小亮度值及最大亮度值)。例如，可將最低值碼字(碼字0)固定至一指定黑色位準，其意謂：保證最低可表示亮度為指定值。在另一實例中，最高碼字與一指定白點相關聯，藉此導致一保證可表示上限亮度。

本發明之另一實例提供依據一特定曲線(諸如BBC/NHK EOTF曲線)來最佳化之能力。例如，依據BBC/NHK EOTF曲線之根據本發明之最佳化曲線僅容許將0尼特至1214尼特之間的一輸入範圍直接量化成一10位元信號，同時容許將0尼特至10,000尼特之間的輸入範圍直

接量化成一11位元信號，且無需對曲線進行其他修改。因此，可在10位元模式中操作曲線，其中當前基礎設施支援高達1200尼特之信號。更為關鍵的是，在無需進一步改變之情況下，此曲線將適合於可使用將支援11個位元之一未來基礎設施來達到10,000尼特之超高動態範圍信號。此外，可在10位元模式中使用所提出之OETF來編碼一信號。若接著將此信號傳輸至使用如ITU-R Rec. BT 1886中所定義之一顯示器件EOTF來操作之一舊型顯示器件，則此顯示器將產生一可視影像。最後，可使用一伽瑪系統來擴大所提出之EOTF以容許在主控套房與家庭觀看環境之間的觀看條件之差異。重要的是，增加一伽瑪系統之運算成本係零。

可在下文所描述之圖式內實施上文所描述之實例。

圖1係描繪用於在一捕獲及分配系統中使用OETF來編碼一影像之一例示性方法100的一圖式。在此方法100中，可接收一圖片且使用任何編碼技術(例如HEVC、AVC)來將該圖片編碼成一位元串流。可在基於DVB或ATSC標準之分配工作流程、製作或創作工作流程、數位視訊攝錄影機中執行方法100。

在一實例中，方法100包含：在區塊101中接收一圖片。該圖片可為(例如)用於HDR視訊之一影像(圖片)或視訊影像或圖片。區塊101可接收關於該圖片之性質之資訊，其包含線性光RGB資訊。可使用三色攝影機來將該圖片捕獲成由三個分量(紅色、綠色及藍色)組成之RGB色彩值。RGB色彩值取決於感測器之三色特性(原色)。該圖片可包含影像側資訊，諸如感測器之原色、捕獲場景之最大亮度峰值及最小亮度峰值。接著，區塊101可將控制傳至區塊102，其包含提供關於該接收圖片之任何資訊。

區塊102可將一OETF應用於區塊101中所接收之圖片。區塊102可將該OETF應用於該圖片之一亮度L信號以判定 $V(L)$ ，其中 $V(L)$ 可為所

得電信號或一碼字。該亮度L信號可為根據本發明來一起描述之任何類型。該V(L)信號可為根據本發明來一起描述之任何類型。可將該OETF應用於該接收圖片之各像素之亮度以判定該接收圖片之各像素之V(L)。例如，區塊102可將該OETF應用於該接收圖片之各像素之一初始RGB值以運算該接收圖片之各像素之一新R'G'B'值。接著，結果可為由R'G'B'像素組成之一R'G'B'圖片。接著，鑑於傳統非恆定亮度工作流程，可將該所得R'G'B'圖片自一R'G'B'圖片轉換成一Y'CbCr圖片。據信，一Y'CbCr信號取決於用於導出其之亮度工作流程而成為恆定亮度或非恆定亮度。當自R'G'B' (非線性光原色)直接導出Y'CbCr時，Y'CbCr係非恆定亮度信號，而當經由用於色度或色度分量之Y及Y'R'B'來自RGB (線性光原色)導出Y'CbCr時，Y'CbCr係一恆定亮度信號。前述ITU推薦(用於類比HDTV信號之ITU-R BT.709及用於數位HDTV信號之ITU-R BT.1361)受限於非恆定亮度工作流程。新ITU-R BT.2020定義用於寬色域視訊信號之兩個亮度工作流程。替代地，區塊102可將該OETF應用於該接收圖片之各像素之一初始Y值以運算該接收圖片之各像素之一新Y'值(恆定亮度工作流程)。因此，區塊102可最佳化用於人類視覺之捕獲光資訊。接著，區塊102可將控制傳至區塊103。

區塊103可編碼該接收V(L)信號。在一實例中，區塊103可根據任何現有編碼/解碼標準來編碼該V(L)信號。例如，區塊103可根據由國際電信(ITU)及組織動畫專家組(MPEG)組織之高效率視訊編碼(HEVC)標準來編碼。替代地，區塊103可根據由國際標準組織/國際電工委員會(ISO/IEC)動畫專家組-4 (MPEG-4)組織之H.264或MPEG-4第10部分、先進視訊編碼(MPEG-4 AVC)來編碼。替代地，區塊103可使用任何其他已知編碼技術來編碼。接著，區塊103可將控制傳至區塊104。區塊104可輸出所得位元串流(例如HEVC位元串流)。

圖2係描繪根據本發明之用於使用一參數化OETF來編碼一圖片之一例示性方法200的一圖式。在一實例中，方法200包含一區塊201。區塊201可接收用於自適應OETF曲線選擇之參數。在一實例中，區塊201可接收一或多個參數之值，其容許自適應地選擇最適合於被編碼之內容之一OETF曲線。在一實例中，區塊201可接收複數個參數(例如上文所描述之參數(s、t、c、m、n))之值。在另一實例中，區塊201可接收一組固定參數之一識別(例如一指示符)，該組固定參數與可期望用於編碼目前內容之某一OETF曲線對應。該等參數可為根據本發明來一起討論之任何參數。接著，區塊201可將控制傳至區塊202。

區塊202可基於自區塊201接收之參數而模型化一OETF曲線(例如Barten曲線、SMPTE ST 2084 OETF、BBC OETF)。例如，區塊202可基於該等接收參數來模型化一Barten OETF曲線。替代地，區塊202可模型化具有類似於由Dolby提出之OETF曲線之效能的一SMPTE ST 2084 OETF。替代地，區塊202可模型化具有類似於由BBC提出之OETF曲線之效能的一OETF曲線。替代地，區塊202可模型化類似於其他現有或未來提案之一OETF。區塊202可自區塊201接收參數且可基於該等參數來產生一OETF曲線。在一實例中，區塊202可將參數應用於一通用OETF模型(例如上文所描述之模型，其包含方程式1、4、8至10、68)以模擬或模型化複數個OETF曲線(例如標準OETF曲線提案或客製OETF曲線)之任何者之行為。因此，取決於所接收之參數，區塊202可利用該通用OETF模型之僅一者來有利地模型化任何OETF曲線之行為。在一實例中，區塊202可將所得OETF曲線編碼成一查找表(LUT)。可自OETF公式之製表值導出一LUT，接著，若所需中間值不存在於該LUT中，則可內插該等中間值。內插可為線性的。在另一實例中，內插可為非線性的。接著，區塊202可將控制傳至區塊204。

方法200可進一步包含一區塊203，其可接收(例如)用於HDR視訊

之一圖片，諸如視訊影像圖框。接著，區塊203可將控制傳至區塊204。

區塊204可自區塊203接收圖片及自區塊202接收模型化OETF曲線(其可(例如)由一LUT表示)。區塊204可將OETF應用於自區塊203接收之圖片以判定 $V(L)$ ，根據本發明， $V(L)$ 包含結合圖1所描述之內容。 $V(L)$ 可為由亮度信號 L 之變換所致之電信號。 $V(L)$ 可為一碼字。可根據與本發明一起描述之原理來定義 $V(L)$ 。區塊204可根據結合圖1所討論之原理來判定 $V(L)$ 。例如，區塊204可應用區塊202中所模型化之OETF曲線，其包含上文所描述之任何方程式(例如方程式1、4、8至10、68)。可基於應用於上文所描述之任何方程式(例如方程式1、4、8至10、68)之接收參數來表示OETF曲線。區塊204可根據本發明來應用一OETF曲線以判定一絕對或相對經修改亮度/RGB值或一經修改亮度 Y (其係RGB值之一線性組合)。在一實例中，區塊204可應用使用上文所描述之一LUT之一OETF曲線。接著，區塊204可將控制傳至區塊205。

區塊205可編碼自區塊204接收之 $V(L)$ 。區塊205可根據結合圖1所討論之原理來編碼經修改之 $V(L)$ 。接著，區塊205可將控制傳至區塊207。

方法200可進一步包含一區塊206。區塊206可直接編碼表示模型化OETF曲線之參數或可編碼該等參數之一指示符(例如指數)。例如，區塊206可編碼接收參數之值(例如參數(s 、 t 、 c 、 m 、 n)之參數值)。替代地，區塊206可編碼對應於一組預定義接收參數值之一預定義指示符(例如，在一SEI訊息中)。接著，區塊206可將控制傳至區塊207。

區塊207可輸出位元串流，其包含來自區塊205之編碼修改亮度圖片及來自區塊206之編碼參數識別。區塊207可將自區塊206接收之

編碼參數插入至位元串流中。例如，區塊207可將一編碼指示符插入至一預定義語法結構中(例如，插入至一SEI訊息或一PPS、或一SPS或一VUI...中)。

圖3係描繪根據本發明之用於編碼一參數化OETF之參數之一例示性方法300的一圖式。方法300提供用於根據本發明來編碼參數語法元素之一程序。方法300包含一區塊301。

區塊301可接收識別一OETF曲線(例如一客製OETF、自Barten之對比敏感度函數導出之一調變轉移函數、SMPTE ST 2084 OETF、BBC OETF)之參數。該等參數可為根據本發明來一起討論之任何參數。區塊301可接收表示一模型化曲線之資訊類型之一資訊(參數之明確編碼或表示固定參數之一指示符之編碼)以用於本方法之編碼。接著，區塊301可將控制傳至區塊302。

接著，區塊302可判定如何定義OETF模型參數。區塊302可判定是否依據區塊301中所識別之OETF來預定義參數(例如參數(s、t、c、m、n))。在一實例中，區塊302可判定經識別之OETF曲線是否具有已知參數(例如，已知s、c、t、m、n)=指示符(其意謂參數經預定義)或區塊302可判定是否將明確給定參數(s、c、t、m、n)。在一實例中，區塊302可判定是否存在指示參數經預定義(例如，依據某一參數組來預定義參數)之一指示符或是否需要明確傳信參數。若區塊302判定參數經預定義，則其可將控制傳至區塊303。替代地，若區塊302判定參數未經預定義，則其可將控制傳至區塊305。

區塊303可識別由區塊301識別之OETF模型之參數資訊(例如一指示符)。例如，區塊303可識別對應於經識別OETF模型之預定義參數之一指示符(例如指示用於模型化Barten曲線、SMPTE ST 2084 OETF、BBC OETF等等之行為之參數之一指示符)。因此，區塊303可編碼參數之隱含識別。區塊303可將控制傳至區塊304。

區塊304可將參數資訊編碼成位元串流。例如，區塊304可編碼識別OETF模型之預定義參數之一指示符。區塊304可將控制傳至區塊308。

區塊305可判定經識別OETF曲線之參數。例如，區塊305可識別上述方程式1、4、8至10、68之參數(例如參數(s、t、c、m、n))。接著，區塊305可將控制傳至區塊306。

區塊306可量化由區塊305判定之參數。因為自方程式導出之參數值可為浮動點，所以區塊306可量化參數。在此情況中，值必須經量化以在僅可容忍整數值(例如AVC、HEVC)之一位元串流中輸送以利用解碼器處理架構。接著，區塊306可將控制傳至區塊307。

區塊307可編碼經判定參數。例如，區塊307可編碼經明確判定參數之值。替代地，區塊307可編碼識別OETF模型之經判定參數之一指示符。

區塊308可將碼資料插入至位元串流中。在一實例中，區塊308可使用自區塊304或307接收之編碼參數來填充元資料格式(例如SEI參數)。

圖4係描繪用於(例如)在一分配及呈現系統中使用EOTF或反OETF來解碼一編碼圖片之一例示性方法400的一圖式。在此方法400中，可接收一編碼位元串流且使用任何解碼技術(例如HEVC、AVC)來解碼該編碼位元串流。方法400可由下列各者執行：一行動器件、一通信器件、一遊戲器件、一平板電腦、一膝上型電腦、一顯示器、一靜態圖片攝影機、一視訊攝影機、一解碼晶片、一靜態圖片伺服器、一藍光光碟播放器及一視訊伺服器(例如一廣播伺服器、一視訊自選伺服器或一網站伺服器)。亦可在任何其他器件或其類似者之系統中執行方法400。

方法400包含一區塊401。區塊401可接收對應於編碼圖片或一編

碼圖片之一視訊序列之一位元串流。可編碼該位元串流(例如，使用基於AVC、HEVC等等之編碼)。在一實例中，該編碼圖片可為已被編碼(例如，使用JPEG、AVC、HEVC編碼器)之一壓縮圖片。在另一實例中，該編碼圖片可為無壓縮之數位化或量化圖片且區塊401可將控制傳至區塊403。接著，區塊401可將控制傳至區塊402。

區塊402可解碼自區塊401接收之位元串流。在一實例中，區塊402可使用基於HEVC之解碼來解碼位元串流。在一實例中，區塊402可解碼一編碼圖片。在一實例中，區塊402可解碼一Y'CbCr圖片。接著，區塊402可自該Y'CbCr圖片導出一R₁'G₁'B₁'圖片。在另一實例中，區塊402可解碼一R₁'G₁'B₁'圖片。接著，區塊402可將控制傳至區塊403。

接著，區塊403可將一第一EOTF (EOTF1)或一第一反OETF (OETF1)應用於表示在區塊402中自位元串流解碼之一圖片之V(L)信號。可根據與本發明一起描述之原理來定義V(L)。在一實例中，可將EOTF1或反OETF1應用於各像素。在一實例中，可將EOTF1或反OETF1應用於各像素之Y'值。在一實例中，可將EOTF1或反OETF1應用於各像素之R₁'G₁'B₁'。可將所得圖片稱為一第一線性化亮度圖片(例如R₁G₁B₁圖片或YR₁B₁圖片)。在一實例中，可藉由使用製表值來產生一查找表(LUT)(例如，基於方程式2、3、5、6或69)且接著將該LUT應用於待映射/解映射之內容上而執行EOTF1或反OETF1。

接著，區塊403可將控制傳至選用區塊404。可視情況對自區塊403接收之第一線性化亮度圖片執行選用區塊404。區塊404可將第一線性化亮度圖片1轉換成一圖片2。在一實例中，區塊404可將一圖片R₁G₁B₁轉換成一圖片R₂G₂B₂。可在由呈現器之原色判定之一色彩空間中表示圖片2(例如，SMPTE RP 177描述如何使用呈現器之原色來運算此轉換且在BT.709、BT.2020等等中給出結果)。接著，區塊404可

將一OETF2或一反EOTF2應用於圖片2。結果可為與呈現器之性能一致之一呈現圖片2。接著，區塊404可將控制傳至區塊405。

若執行區塊404，則區塊405可輸出來自區塊404之呈現圖片2，或若不執行區塊404，則區塊405可輸出來自區塊403之線性化亮度圖片。在一實例中，區塊405可將圖片輸出至顯示影像及/或含有影像之視訊之一影像處理管線。

圖5係描繪根據本發明之用於解碼一參數化EOTF或反參數化OETF之參數之一例示性方法500的一圖式。方法500提供根據本發明來解碼參數語法元素之一程序。參數可為根據本發明來一起討論之任何參數。方法500包含一區塊501。

區塊501可接收對應於一視訊序列之一位元串流。編碼所接收之位元串流(例如，使用AVC、HEVC等等編碼)。接著，區塊501可將控制傳至區塊502。

區塊502可剖析及解碼自區塊501接收之位元串流。在一實例中，區塊502可使用基於HEVC之解碼而剖析及解碼位元串流。接著，區塊502可將控制傳至區塊503及504。

區塊503可判定來自區塊502中之解碼位元串流之EOTF或反OETF參數。在一實例中，基於位元串流中所含之語法(例如一SEI訊息)來判定參數(s、t、c、m、n)。接著，區塊503可將控制傳至區塊505。

區塊504可處理區塊502中所解碼之視訊信號。在一實例中，區塊504可處理一解碼Y'CbCr視訊信號。在一實例中，區塊504可將一Y'CbCr視訊信號轉換成一R'G'B'視訊信號。在另一實例中，區塊504可處理一R'G'B'視訊信號。接著，區塊504可將控制傳至區塊505。

接著，區塊505可基於自區塊503接收之參數來將一EOTF或反OETF應用於來自區塊504之視訊信號V(L)。可根據與本發明一起描述之原理來定義V(L)。在一實例中，區塊505可將視訊信號自R'G'B'轉

換成一線性光RGB。在一實例中，區塊505可基於方程式2、3、5、6或69來應用一EOTF或一反EOTF。在一實例中，區塊505可使用製表值來產生一查找表(LUT)(例如，基於方程式2、3、5、6或69)且接著將該LUT應用於待映射/解映射之內容上。

圖6係描繪根據本發明之使用一參數化OETF來編碼一圖片之一例示性方案600的一圖式。圖6包含提供一圖片之一區塊601。在一實例中，該圖片可為一RGB線性光圖片。在另一實例中，該圖片可為一YRB圖片。區塊602提供根據本發明之一參數化OETF之參數(例如(s、t、c、n、m))。區塊602可產生一參數化OETF。根據上文所描述之本發明(其包含結合圖1至圖3)，區塊603可將基於來自區塊602之參數之一參數化OETF應用於自區塊601接收之圖片。在一實例中，區塊603之結果可為區塊604中之一所得V(L)電信號。在一實例中，V(L)可為一R'G'B'圖片。在另一實例中，V(L)可為一Y'CbCr圖片。方案600可包含可將一R'G'B'圖片轉換成Y'CbCr圖片之一選用轉換器605。可將轉換器605之輸出提供至一視訊編碼器606(例如一HEVC編碼器)。編碼器606可編碼圖片且在區塊607中輸出一位元串流。

圖7係描繪根據本發明之使用一參數化EOTF或反OETF來解碼一編碼圖片之一例示性方案700的一圖式。圖7包含一解碼器701，其可解碼且在區塊702中輸出根據本發明之一參數化EOTF(或反OETF)之參數。解碼器701可進一步解碼且在區塊703中輸出一解碼圖片。在一實例中，該圖片可為一Y'CbCr圖片。在另一實例中，該圖片可為一R'G'B'圖片。一選用轉換器704可將一Y'CbCr圖片轉換成一R'G'B'圖片且在區塊705中輸出該R'G'B'圖片。根據上文所描述之本發明(其包含結合圖1至圖3)，區塊706可基於自區塊702接收之參數來將一參數化EOTF(或反OETF)應用於來自區塊705之圖片。區塊706可在區塊707中輸出所得線性化圖片。在一實例中，該線性化光圖片可為一線性光

RGB圖片。在另一實例中，該線性化光圖片可為一線性光YRB圖片。

圖8表示一器件800之一例示性架構，其可經組態以實施相對於圖1至圖7所描述之方法。在一實例中，圖8表示可經組態以實施根據本發明(其包含相對於圖1至圖3及圖6所描述之原理)之編碼方法的一裝置。在一實例中，圖8表示可經組態以實施根據本發明(其包含相對於圖4至圖5及圖7所描述之原理)之解碼方法的一裝置。

器件800包括由一資料及位址匯流排801連接在一起之下列元件：

- 一微處理器802 (或CPU)，其係(例如)一DSP (或一數位信號處理器)；
- 一ROM (或唯讀記憶體) 803；
- 一RAM (或隨機存取記憶體) 804；
- 一I/O介面805，其用於接收及傳輸(例如)來自一使用者介面器件之資料；
- 一電池806 (或其他適合電源)；及
- 一顯示器807。

根據一變體，電池806位於器件之外部。在所提及記憶體之各者中，本說明書中所使用之用語「暫存器」可對應於小容量區域(若干位元)或非常大區域(例如整個程式或大量接收或解碼資料)。ROM 803包括至少一程式及參數。將根據本發明之方法之演算法儲存於ROM 803中。當接通CPU 802時，CPU 802上載RAM中之程式且執行對應指令。

RAM 804包括在一暫存器中於接通器件800之後由CPU 802執行且被上載之程式、一暫存器中之輸入資料、一暫存器中之方法之不同狀態中之中間資料、及一暫存器中之用於執行方法之其他變數。

可在(例如)一方法或一程序、一裝置、一軟體程式、一資料串流

或一信號中實施本文中所描述之實施方案。即使僅在實施方案之一單一形式之內文中討論(例如，僅作為一方法或一器件討論)，但亦可在其他形式(例如一程式)中實施所討論之特徵之實施方案。可在(例如)適當硬體、軟體及韌體中實施一裝置。可在(例如)一裝置(諸如(例如)一處理器)中實施方法，一般而言，該裝置係指處理器件，其包含(例如)一電腦、一微處理器、一積體電路或一可程式化邏輯器件。處理器亦包含通信器件，諸如(例如)電腦、蜂巢式電話、可攜式/個人數位助理(「PDA」)及促進終端使用者之間的資訊通信之其他器件。

根據編碼或編碼器之一特定實例，自一來源獲得影像或圖片I。例如，該來源屬於包括下列各者之一集合：

- 一局部記憶體(803或804)，例如一視訊記憶體或一RAM (或隨機存取記憶體)、一快閃記憶體、一ROM (或唯讀記憶體)及一硬碟；
- 一儲存介面(805)，例如具有一大容量儲存器、一RAM、一快閃記憶體、一ROM、一光碟或一磁性支援體之一介面；
- 一通信介面(805)，例如一有線介面(例如一匯流排介面、一廣域網路介面、一區域網路介面)或一無線介面(諸如一IEEE 802.11介面或一Bluetooth®介面)；及
- 一影像捕獲電路(例如一感測器，諸如(例如)一CCD (或電荷耦合器件)或CMOS (或互補金屬氧化物半導體))。

根據解碼或解碼器之不同實施例，將解碼影像I發送至一目的地；明確言之，該目的地屬於包括下列各者之一集合：

- 一局部記憶體(803或804)，例如一視訊記憶體或一RAM、一快閃記憶體、一硬碟；
- 一儲存介面(805)，例如具有一大容量儲存器、一RAM、一快閃記憶體、一ROM、一光碟或一磁性支援體之一介面；
- 一通信介面(805)，例如一有線介面(例如一匯流排介面(例如

USB (或通用串列匯流排)、一廣域網路介面、一區域網路介面、一HDMI (高清晰度多媒體介面)介面)或一無線介面(諸如一IEEE 802.11介面、Wi-Fi®或一Bluetooth®介面)；及

- 一顯示器(807)。

根據編碼或編碼器之不同實例，將位元串流BF及/或F發送至一目的地。作為一實例，將位元串流F及BF之一者或位元串流F及BF兩者儲存於一局部或遠端記憶體(例如一視訊記憶體(804)或一RAM(804)、一硬碟(803))中。在一變體中，將一或兩個位元串流發送至一儲存介面(805)(例如具有一大容量儲存器、一快閃記憶體、ROM、一光碟或一磁性支援體之一介面)，及/或通過一通信介面(805)(例如至一點對點鏈路、一通信匯流排、一單點對多點鏈路或一廣播網路之一介面)來傳輸一或兩個位元串流。

根據解碼或解碼器之不同實例，自一來源獲得位元串流BF及/或F。作為例示，自一局部記憶體(例如一視訊記憶體(804)、一RAM(804)、一ROM(803)、一快閃記憶體(803)或一硬碟(803))讀取位元串流。在一變體中，自一儲存介面(805)(例如具有一大容量儲存器、一RAM、一ROM、一快閃記憶體、一光碟或一磁性支援體之一介面)接收位元串流，及/或自一通信介面(805)(例如至一點對點鏈路、一匯流排、一單點對多點鏈路或一廣播網路之一介面)接收位元串流。

根據不同實例，經組態以根據本發明來實施一編碼方法之器件800屬於包括下列各者之一集合：

- 一行動器件；
- 一通信器件；
- 一遊戲器件；
- 一平板電腦；
- 一膝上型電腦；

- 一靜態影像攝影機；
- 一視訊攝影機；
- 一編碼晶片；
- 一靜態影像伺服器；及
- 一視訊伺服器(例如一廣播伺服器、一視訊自選伺服器或一網站伺服器)。

根據不同實例，經組態以根據本發明來實施一解碼方法之器件800屬於包括下列各者之一集合：

- 一行動器件；
- 一通信器件；
- 一遊戲器件；
- 一視訊轉換器；
- 一電視機；
- 一平板電腦；
- 一膝上型電腦；
- 一顯示器；及
- 一解碼晶片。

圖9繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化OETF(標記為TCH)相對於其他現有OETF之效能結果。可基於方程式1來判定該曲線圖。X軸表示圖片之正規化亮度值。Y軸表示位元串流之正規化碼字值。

圖10A繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化OETF之結果(標記為TCH)相對於SMPTE ST 2084 OETF曲線之效能。可基於上述方程式1來判定該曲線。X軸表示圖片之正規化亮度。Y軸表示位元串流之正規化碼字值。

圖10B繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化

OETF之結果(標記為TCH)相對於Barten MTF曲線之效能。可基於上述方程式1來判定該曲線圖。X軸表示圖片之正規化亮度。Y軸表示位元串流之正規化碼字值。圖10B進一步包含參數之一查找表。

圖10C繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化OETF之結果(標記為TCH)相對於BBC OETF曲線之效能。可基於上述方程式1來判定該曲線圖。X軸表示圖片之正規化亮度。Y軸表示位元串流之正規化碼字值。圖10C進一步包含參數之一查找表。

另外，圖10A、圖10B及圖10C展示用於產生標記為TCH之曲線之參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 之值。另外，此等圖式將此等參數值之近似值展示為整數之比率。

圖11A繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化EOTF (或反OETF)之結果(標記為TCH)相對於SMPTE ST 2084 OETF曲線之效能。可基於上述方程式2來判定該曲線圖。X軸表示位元串流之正規化碼字值。Y軸表示圖片之正規化亮度。

圖11B繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化EOTF (或反OETF)之結果(標記為TCH)相對於Barten MTF曲線之效能。可基於上述方程式2來判定該曲線圖。X軸表示位元串流之正規化碼字值。Y軸表示圖片之正規化亮度。

圖11C繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化EOTF (或反OETF)之結果(標記為TCH)相對於BBC OETF曲線之效能。可基於上述方程式2來判定該曲線圖。X軸表示位元串流之正規化碼字值。Y軸表示圖片之正規化亮度。

另外，圖11A、圖11B及圖11C展示用於產生標記為TCH之曲線之參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 之值。另外，此等圖式將此等參數值之近似值展示為整數之比率。

圖12A繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化

OETF之結果(標記為TCH)相對於SMPTE ST 2084 OETF曲線之效能。可基於基於四個參數之上述方程式4來判定該曲線圖。X軸表示圖片之正規化亮度。Y軸表示位元串流之正規化碼字值。

圖12B繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化OETF之結果(標記為TCH)相對於Barten MTF曲線之效能。可基於基於四個參數之上述方程式4來判定該曲線圖。X軸表示圖片之正規化亮度。Y軸表示位元串流之正規化碼字值。

圖12C繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化OETF之結果(標記為TCH)相對於BBC OETF曲線之效能。可基於基於四個參數之上述方程式4來判定該曲線圖。X軸表示圖片之正規化亮度。Y軸表示位元串流之正規化碼字值。

另外，圖12A、圖12B及圖12C展示用於產生標記為TCH之曲線之參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 之值。另外，此等圖式將此等參數值之近似值展示為整數之比率。

圖13A繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化EOTF (或反OETF)之結果(標記為TCH)相對於SMPTE ST 2084 OETF曲線之效能。可基於基於四個參數之上述方程式6來判定該曲線圖。X軸表示位元串流之正規化碼字值。Y軸表示圖片之正規化亮度。

圖13B繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化EOTF (或反OETF)之結果(標記為TCH)相對於Barten MTF曲線之效能。可基於基於四個參數之上述方程式6來判定該曲線圖。X軸表示位元串流之正規化碼字值。Y軸表示圖片之正規化亮度。

圖13C繪示一曲線圖之一實例，其演示根據本發明之參數化EOTF (或反OETF)之結果(標記為TCH)相對於BBC OETF曲線之效能。可基於基於四個參數之上述方程式6來判定該曲線圖。X軸表示位元串流之正規化碼字值。Y軸表示圖片之正規化亮度。

另外，圖13A、圖13B及圖13C展示用於產生標記為TCH之曲線之參數 s 、 t 、 c 、 n 及 m 之值。另外，此等圖式將此等參數值之近似值展示為整數之比率。

可在各種不同設備或應用中體現本文中所描述之各種程序及特徵之實施方案。此設備之實例包含一編碼器、一解碼器、處理來自一解碼器之輸出之一後處理器、將輸入提供至一編碼器之一預處理器、一視訊編碼器、一視訊解碼器、一視訊編解碼器、一網站伺服器、一視訊轉換器、一膝上型電腦、一個人電腦、一蜂巢式電話、一PDA及其他通信器件。應明白，設備可為行動的且甚至安裝於一行動車輛中。

另外，可由一處理器執行之指令實施方法，且可將此等指令(及/或由一實施方案產生之資料值)儲存於一處理器可讀媒體(諸如(例如)一積體電路、一軟體載體或其他儲存器件，諸如(例如)一硬碟、一緊密磁碟(「CD」)、一光碟(諸如(例如)一DVD (通常指稱一數位多功能光碟或一數位視訊光碟))、一隨機存取記憶體(「RAM」)或一唯讀記憶體(「ROM」))上。該等指令可形成有形地體現於一處理器可讀媒體上之一應用程式。指令可位於(例如)硬體、韌體、軟體或一組合中。指令可見於(例如)一作業系統、一單獨應用程式、或兩者之一組合中。因此，可將一處理器特徵化為(例如)經組態以執行一程序之一器件及包含一處理器可讀媒體(諸如一儲存器件)(其具有用於執行一程序之指令)之一器件兩者。進一步言之，一處理器可讀媒體除儲存指令之外，亦可儲存由一實施方案產生之資料值，或可儲存由一實施方案產生之資料值來代替指令。

熟習此項技術者應明白，實施方案可產生經格式化以攜載可(例如)被儲存或被傳輸之資訊的各種信號。資訊可包含(例如)用於執行一方法之指令或由所描述實施方案之一者產生之資料。例如，一信號可

經格式化以攜載用於寫入或讀取一所描述實例之語法之規則作為資料或攜載由一所描述實例寫入之實際語法值作為資料。可將此一信號格式化為(例如)一電磁波(例如，使用光譜之一射頻部分)或一基頻信號。格式化可包含：例如，編碼一資料串流且使用該編碼資料串流來調變一載體。信號攜載之資訊可為(例如)類比或數位資訊。可通過已知之各種不同有線或無線鏈路來傳輸信號。可將信號儲存於一處理器可讀媒體上。

本發明已描述數個實施方案。然而，應瞭解，可作出各種修改。例如，不同實施方案之元件可經組合、補充、修改或移除以產生其他實施方案。另外，一般技術者應瞭解，其他結構及程序可代替所揭示之結構及程序且所得實施方案將依(若干)至少實質上相同方式執行(若干)至少實質上相同函數以達成至少實質上相同於所揭示實施方案之(若干)結果。據此，本申請案涵蓋此等及其他實施方案。

本文中已闡述諸多特定細節來提供本發明之一徹底理解。然而，熟習此項技術者應瞭解，可在無此等特定細節之情況下實踐上述實例。在其他例項中，未詳細描述熟知之操作、組件及電路以便不使本發明不清楚。應瞭解，本文中所揭示之特定結構及功能細節可為代表性的且未必限制本發明之範疇。

可使用硬體元件、軟體元件或兩者之一組合來實施本發明之各種實例。可(例如)使用可儲存一指令或一組指令之一電腦可讀媒體或物品來實施一些實例，該指令或該組指令可在由一機器執行時致使該機器根據該等實例來執行一方法及/或操作。此一機器可包含(例如)任何適合處理平台、運算平台、運算器件、處理器件、運算系統、處理系統、電腦、處理器或其類似者，且可使用硬體及/或軟體之任何適合組合來實施。該電腦可讀媒體或物品可包含(例如)任何適合類型之記憶體單元、記憶體器件、記憶體物品、記憶體媒體、儲存器件、儲

存物品、儲存媒體及/或儲存單元。該等指令可包含使用任何適合高階、低階、物件導向、視覺、編譯及/或解譯程式撰寫語言來實施之任何適合類型之代碼，諸如原始碼、編譯碼、解譯碼、可執行碼、靜態碼、動態碼、加密碼及其類似者。

可在(例如)一方法或一程序、一裝置、一軟體程式、一資料串流或一信號中實施本文中所描述之實施方案。即使僅在實施方案之一單一形式之內文中討論(例如，僅作為一方法討論)，但亦可在其他形式(例如一裝置或程式)中實施所討論之特徵之實施方案。可在(例如)適當硬體、軟體及韌體中實施一裝置及其內所包含之構件，例如一處理器、一編碼器及一解碼器。可在(例如)一裝置(諸如(例如)一處理器)中實施方法，一般而言，該裝置係指處理器件，其包含(例如)一電腦、一微處理器、一積體電路或一可程式化邏輯器件。處理器亦包含通信器件，諸如(例如)電腦、蜂巢式電話、可攜式/個人數位助理(「PDA」)及促進終端使用者之間的資訊通信之其他器件。

另外，本申請案或其申請專利範圍可涉及：「判定」各種資訊部分。判定資訊可包含(例如)下列之一或多者：估算資訊、運算資訊、預測資訊或自記憶體擷取資訊。

進一步言之，本申請案或其申請專利範圍可涉及：「存取」各種資訊部分。存取資訊可包含(例如)下列之一或多者：接收資訊、擷取資訊(例如，自記憶體擷取資訊)、儲存資訊、處理資訊、傳輸資訊、移動資訊、複製資訊、擦除資訊、計算資訊、判定資訊、預測資訊、或估算資訊。

另外，本申請案或其申請專利範圍可涉及：「接收」各種資訊部分。如同「存取」，接收意欲為一廣泛術語。接收資訊可包含(例如)下列之一或多者：存取資訊或擷取資訊(例如，自記憶體擷取資訊)。進一步言之，「接收」通常涉及：依某種方式、在諸如(例如)儲存資

訊、處理資訊、傳輸資訊、移動資訊、複製資訊、擦除資訊、計算資訊、判定資訊、預測資訊或估算資訊之操作期間。

根據不同實施例，在根據本發明來編碼或解碼之圖片中傳信參數化轉移函數或在包含圖片之一串流中傳信參數化轉移函數。在一些實施例中，在圖片或包含圖片之串流中傳信表示參數化轉移函數之一資訊。此資訊由一解碼方法或解碼器用於識別根據本發明來應用之參數化轉移函數。在一實施例中，此資訊包含在編碼及解碼側上已知之一識別符。根據其他實施例，此資訊包含用作為參數化轉移函數之一基礎之參數。根據本發明之一變體，此資訊包括基於一組定義值之圖片或包含圖片之一位元串流中之參數之一指示符。根據本發明之一變體，此資訊包括一指示，其基於是否明確地傳信參數或是否基於一組定義值來隱含地傳信參數。根據本發明之不同變體，此資訊包含於至少一語法元素中，該至少一語法元素包含於一圖片參數集(PPS)、一序列參數集(SPS)、一補充增強資訊(SEI)訊息、一視訊可用性資訊(VUI)、消費電子產品協會(CEA)訊息及一標頭之至少一者中。

根據本發明之不同實施例，編碼所得V(L)包含：使用(例如)JPEG、AVC或HEVC壓縮標準，使用一圖片或視訊編碼器來壓縮V(L)。解碼包含：在應用一參數化轉移函數之前，使反向壓縮對應於所接收之圖片。

根據本發明之不同實施例，編碼所得V(L)包含：數位化或量化所得V(L)。解碼包含：在應用一參數化轉移函數之前，使反向壓縮對應於所接收之圖片。

本發明亦涉及用於編碼及解碼之裝置，其經調適以分別執行編碼及解碼之上述方法。

【符號說明】

100 方法

101	區塊
102	區塊
103	區塊
104	區塊
200	方法
201	區塊
202	區塊
203	區塊
204	區塊
205	區塊
206	區塊
207	區塊
300	方法
301	區塊
302	區塊
303	區塊
304	區塊
305	區塊
306	區塊
307	區塊
308	區塊
400	方法
401	區塊
402	區塊
403	區塊
404	區塊

405	區塊
500	方法
501	區塊
502	區塊
503	區塊
504	區塊
505	區塊
600	方案/編碼器/解碼器
601	區塊
602	區塊
603	區塊
604	區塊
605	轉換器
606	編碼器
607	區塊
700	方案
701	解碼器
702	區塊
703	區塊
704	轉換器
705	區塊
706	區塊
707	區塊
800	器件/編碼器/解碼器
801	資料及位址匯流排
802	微處理器/CPU

- 803 唯讀記憶體(ROM)/硬碟/快閃記憶體
- 804 隨機存取記憶體(RAM)/視訊記憶體
- 805 I/O介面/儲存介面/通信介面
- 806 電池
- 807 顯示器

申請專利範圍

1. 一種用於編碼一圖片之方法，該方法包括：

接收一圖片；

將一參數化轉移函數(102、204、603)應用於該圖片之像素之一亮度L以判定一所得變換亮度V(L)；

編碼該所得變換亮度V(L)；

其中該參數化轉移函數係基於

$$V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

且係基於五個參數s、n、c、t及m而調整以模型化該轉移函數，其中s、n、c及t不為0，

其中該參數m容許該參數化轉移函數基於選自下列之一群組之至少一者判定V(L)之一所要值：該亮度L之一最小值及該亮度L之一最高值；且

其中該等參數s、n、c、t及m經設定使得V(L)被正規化至一經選擇範圍。

2. 一種用於編碼一圖片之方法，該方法包括：

接收一圖片；

將一參數化轉移函數(102、204、603)應用於該圖片之像素之一亮度L以判定一所得變換亮度V(L)；

編碼該所得變換亮度V(L)；

其中該參數化轉移函數係基於

$$V(L) = \frac{sL^n + c}{L^n + st} + m$$

且係基於五個參數s、n、c、t及m而調整以模型化該轉移函數，其中s、n、c及t不為0，

其中該參數 m 容許該參數化轉移函數基於選自下列之一群組之至少一者判定 $V(L)$ 之一所要值：該亮度 L 之一最小值及該亮度 L 之一最高值；且

其中該等參數 s 、 n 、 c 、 t 及 m 經設定使得 $V(L)$ 被正規化至一經選擇範圍，

進一步包括：編碼該等參數且在一位元串流(bit-stream)中傳信(signaling)該等編碼參數。

3. 如請求項2之方法，其中使用包含於一圖片參數集(PPS)、一序列參數集(SPS)、一補充增強資訊(SEI)訊息、一視訊可用性資訊(VUI)、消費電子產品協會(CEA)訊息及一標頭之至少一者中之至少一語法元素來執行該傳信。

4. 一種用於解碼一編碼圖片之方法，該方法包括：

接收該編碼圖片；

解碼該編碼圖片以判定一解碼圖片；

將一參數化轉移函數應用於該解碼圖片以判定一亮度 L ，該參數化轉移函數係基於：

$$L(V) \approx \left(\frac{-Vu}{V - V_{\max}(1 + u)} \right)^{1/n}$$

其中 $V_{\max}$ 、 u 及 n 係參數，其中利用一最佳化演算法來判定該等參數 u 及 n ，其中五個參數 s 、 n 、 c 、 t 及 m 模型化該參數化轉移函數；其中 s 、 n 、 c 及 t 不為0；

其中 $c = -mst$ ，其中 $m = V_{\max}(1 + st) - s$ ，且其中 $u = st$ ，

其中 V 係一碼字，且該等參數 s 、 n 、 c 、 t 及 m 經設定使得 $V(L)$ 被正規化至一經選擇範圍。

5. 如請求項4之方法，其中基於一參考曲線來判定該等參數 u 及 n 之值，該參考曲線係基於亮度/碼字對 (L_i, V_i) 。

6. 如請求項5之方法，其中藉由將非均勻權重加至該等亮度/碼字對 (L_i, V_i) 來判定該等參數 u 及 n 之值。

7. 一種用於解碼一編碼圖片之方法，該方法包括：

接收該編碼圖片；

解碼該編碼圖片以判定一解碼圖片；

將一參數化轉移函數應用於該解碼圖片以判定一亮度 L ，該參數化轉移函數係基於

$$L(V) = \left(\frac{c - (V - m)st}{V - m - s} \right)^{1/n}$$

且係基於五個參數 s 、 n 、 c 、 t 及 m 而調整以模型化該轉移函數，其中 s 、 n 、 c 及 t 皆不為 0，

其中該參數 m 容許該參數化轉移函數基於選自下列之一群組之至少一者來判定該亮度 L 之一所要值：一碼字 V 之一最小值及該碼字 V 之一最高值；且

其中該等參數 s 、 n 、 c 、 t 及 m 經設定使得 $V(L)$ 被正規化至一經選擇範圍。

圖式

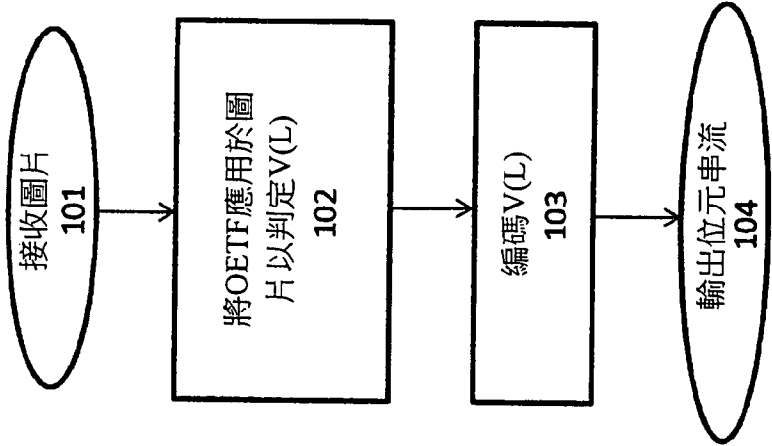


圖 1

100 ↗

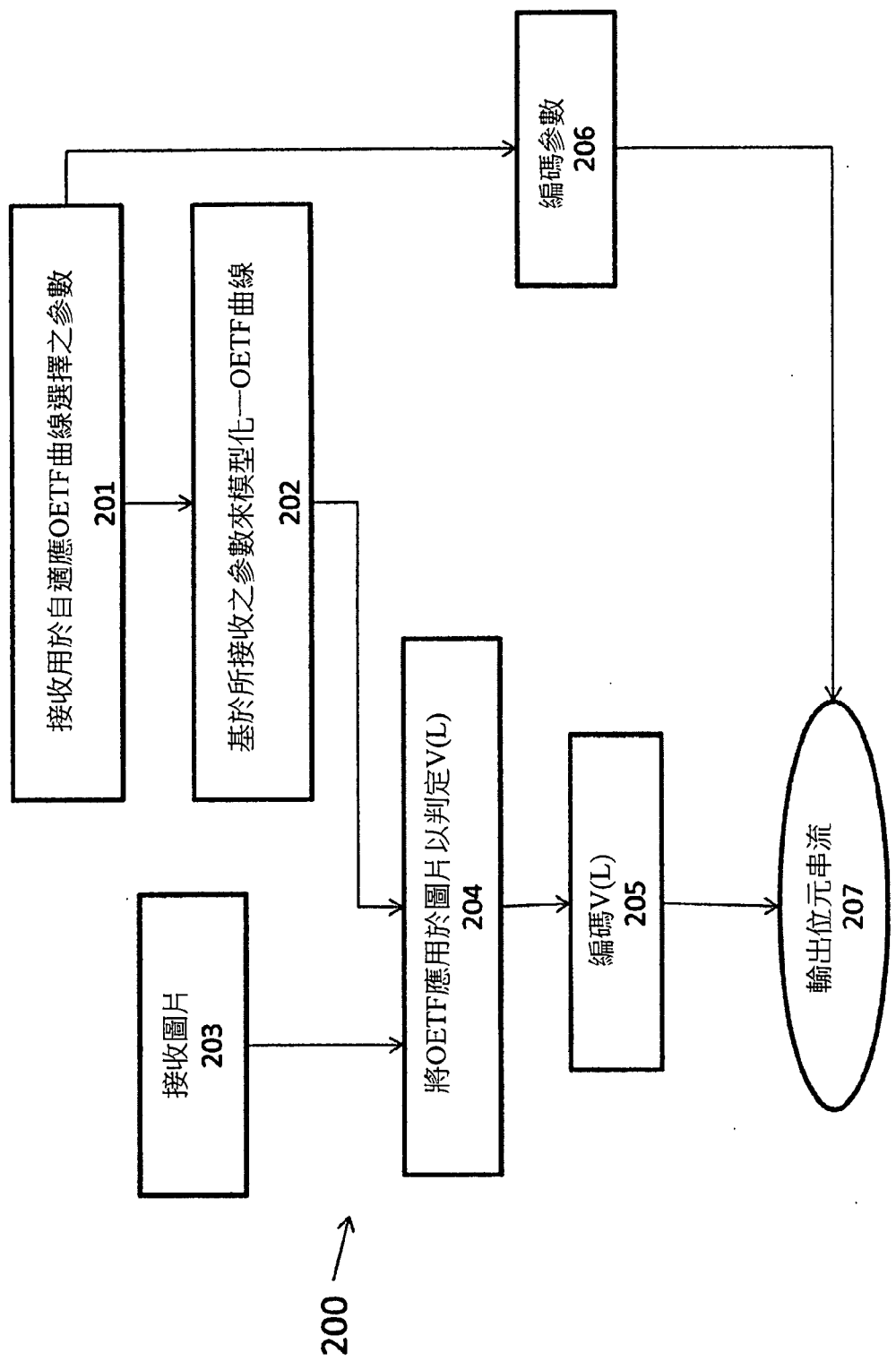


圖 2

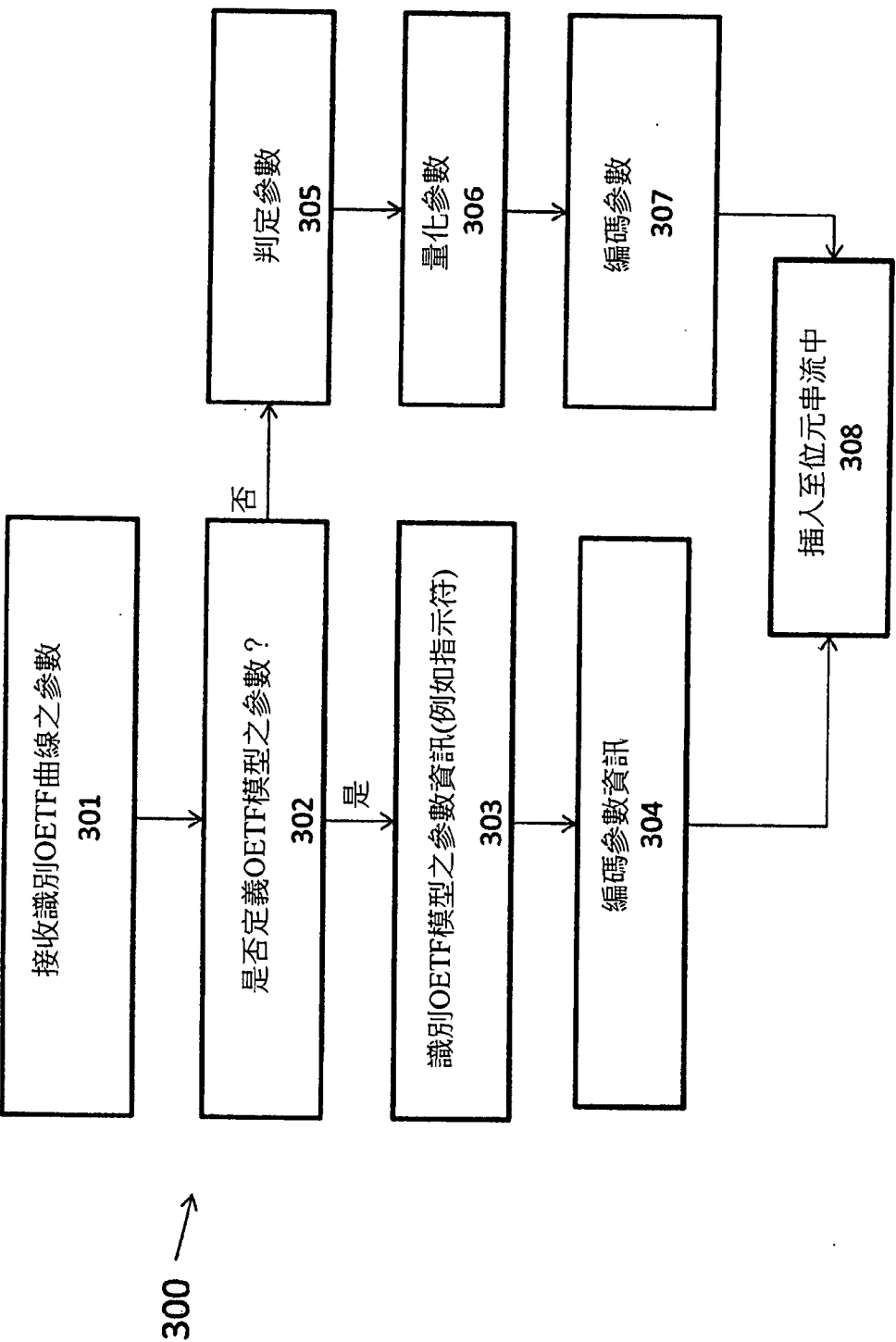


圖 3

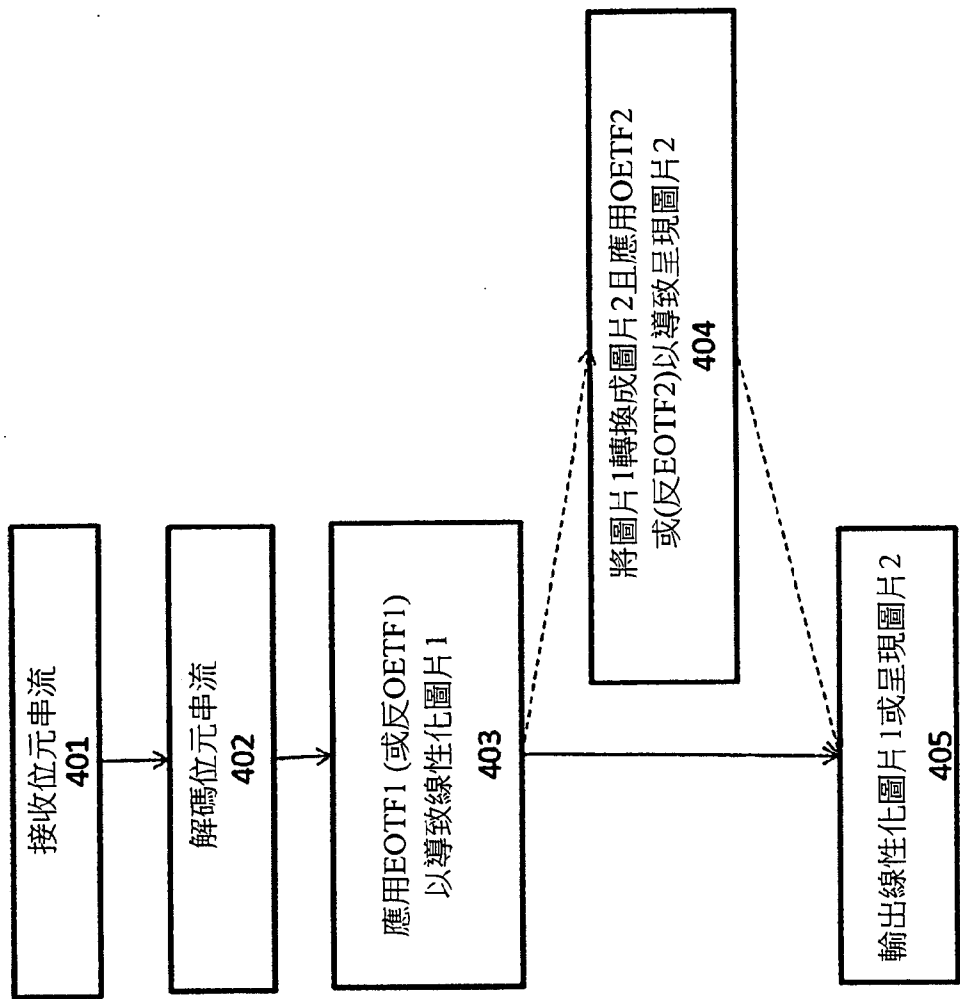


圖 4

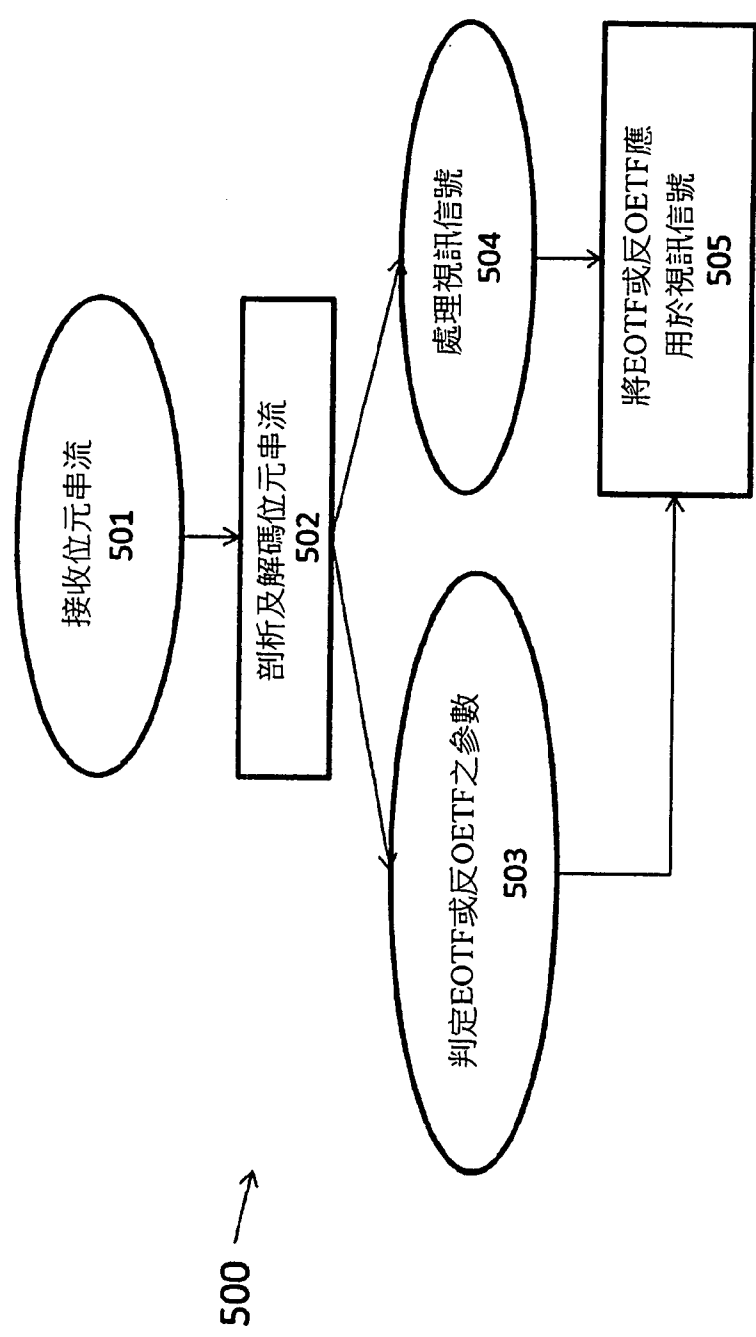


圖 5

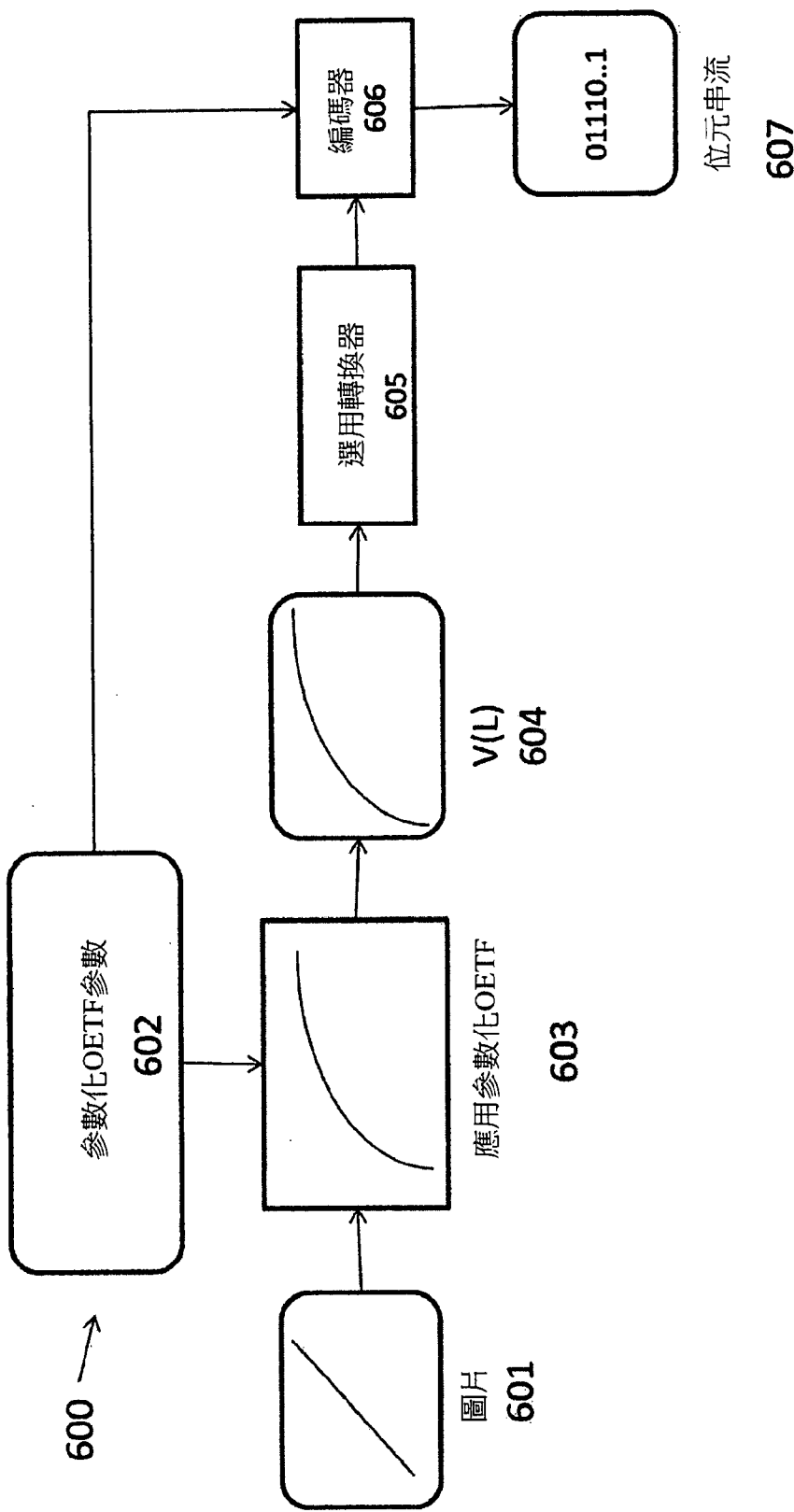


圖 6

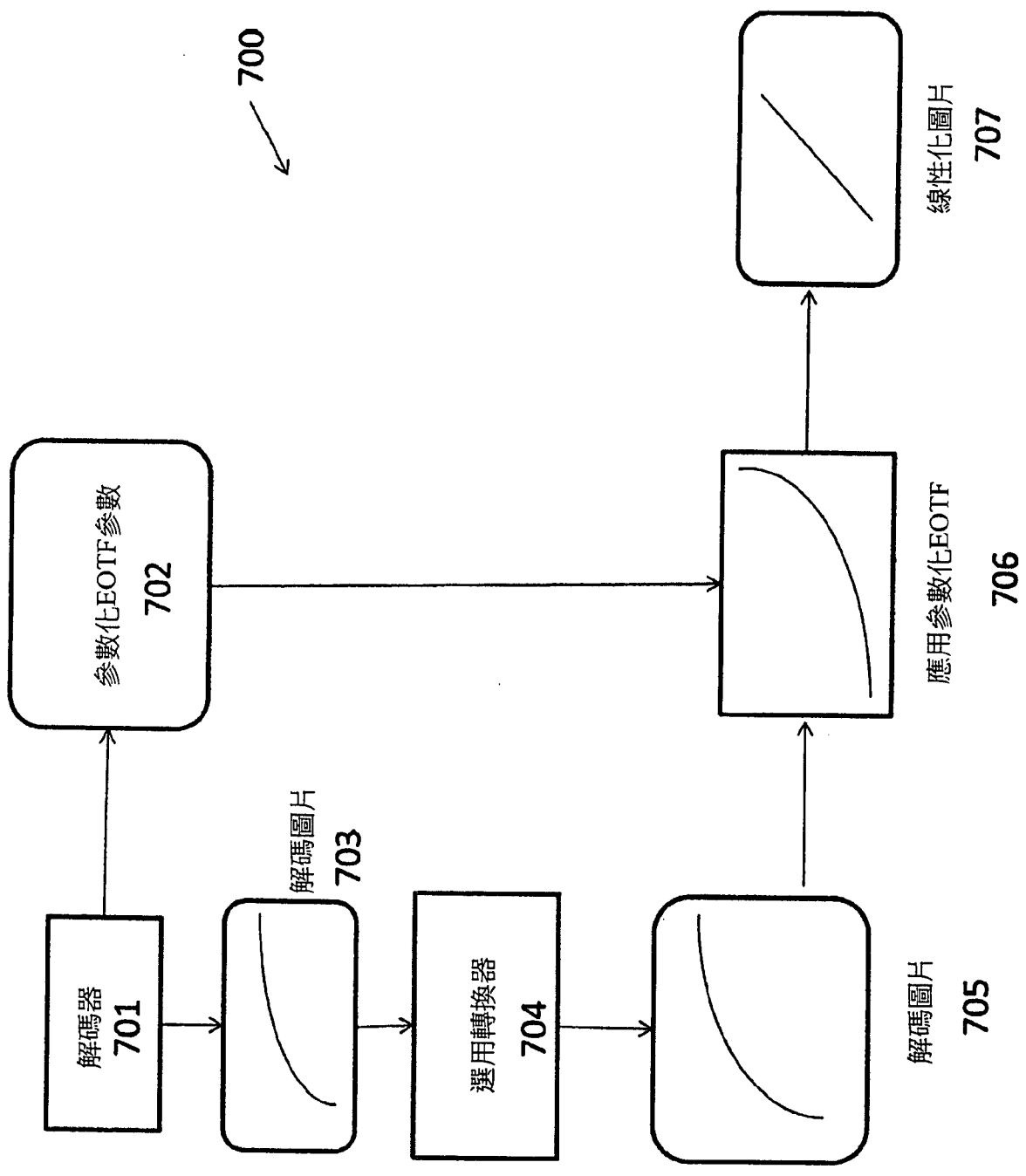


圖 7

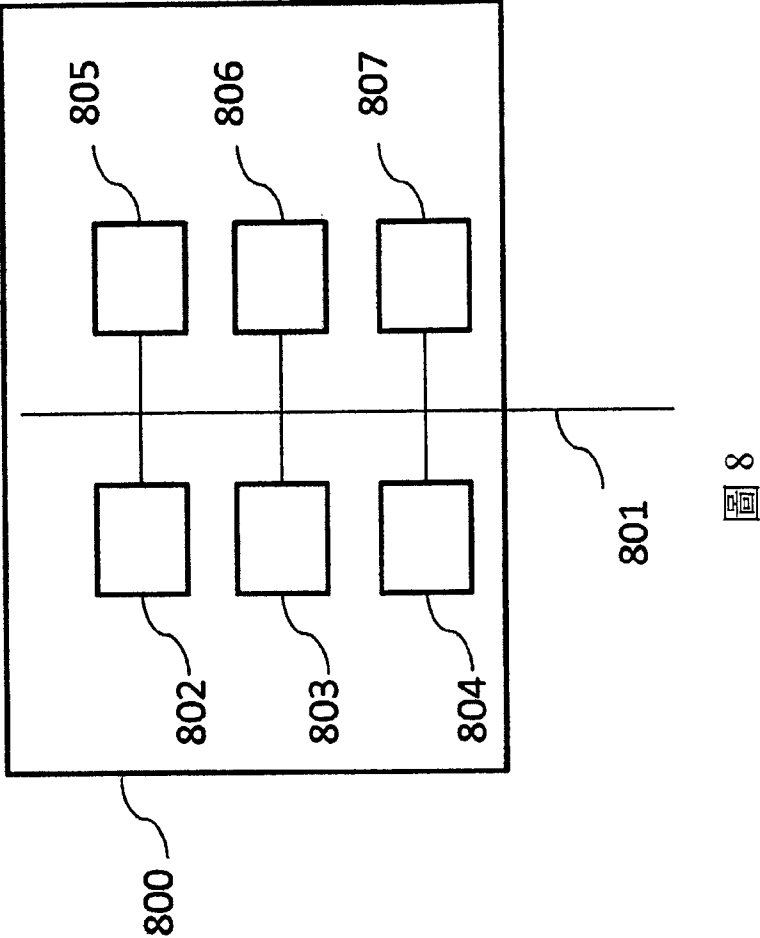


图 8

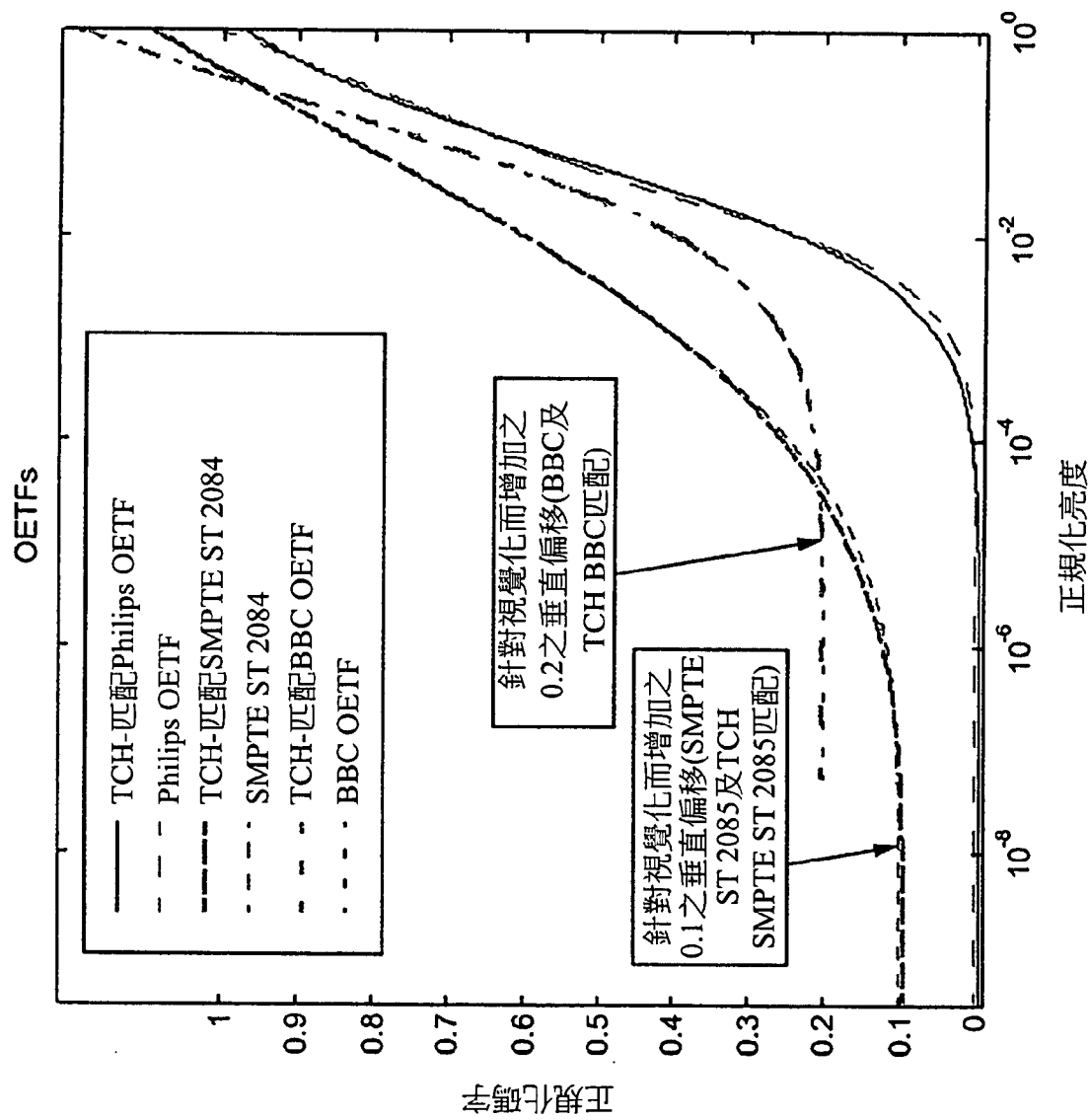


圖 9

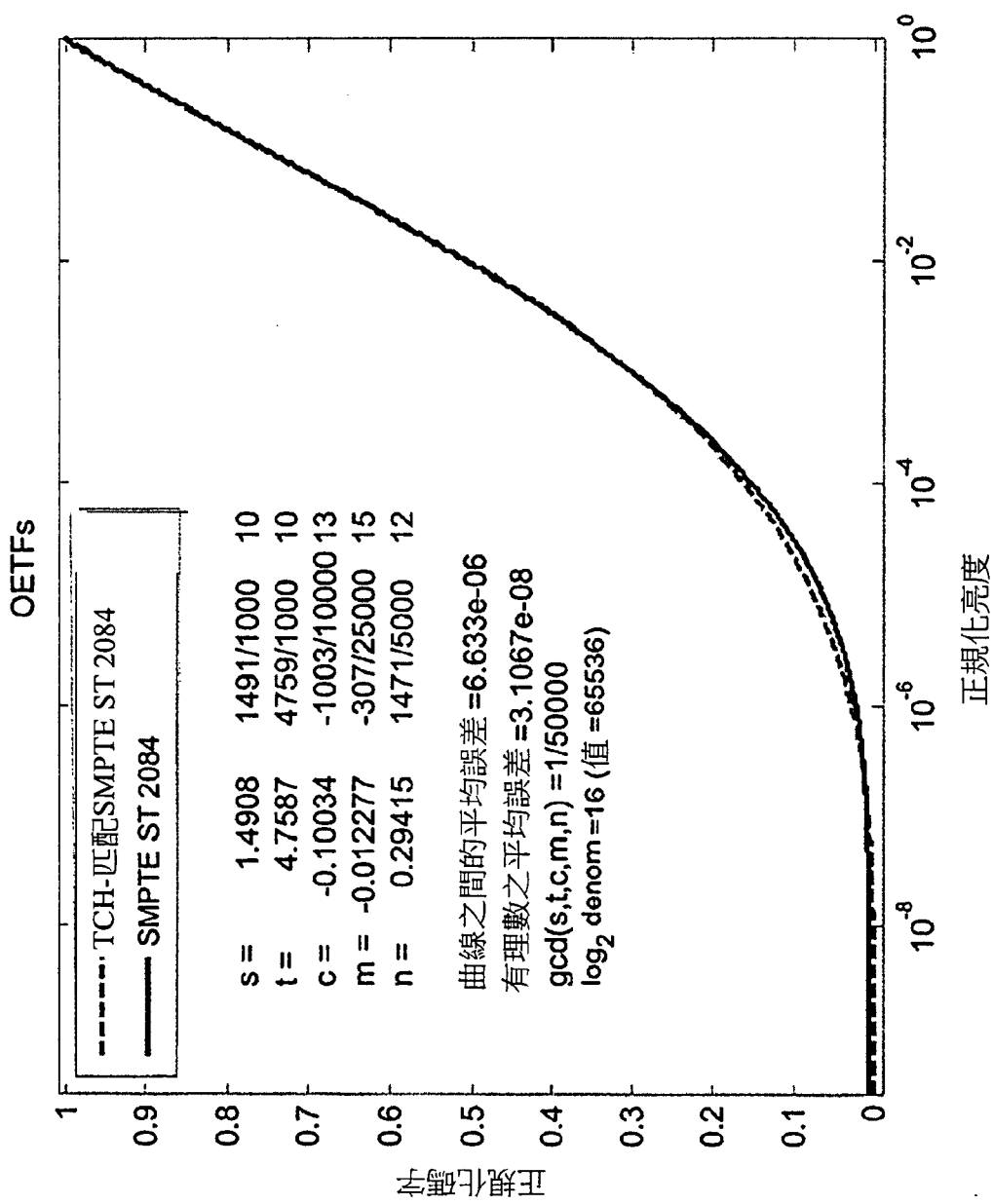


圖 10A

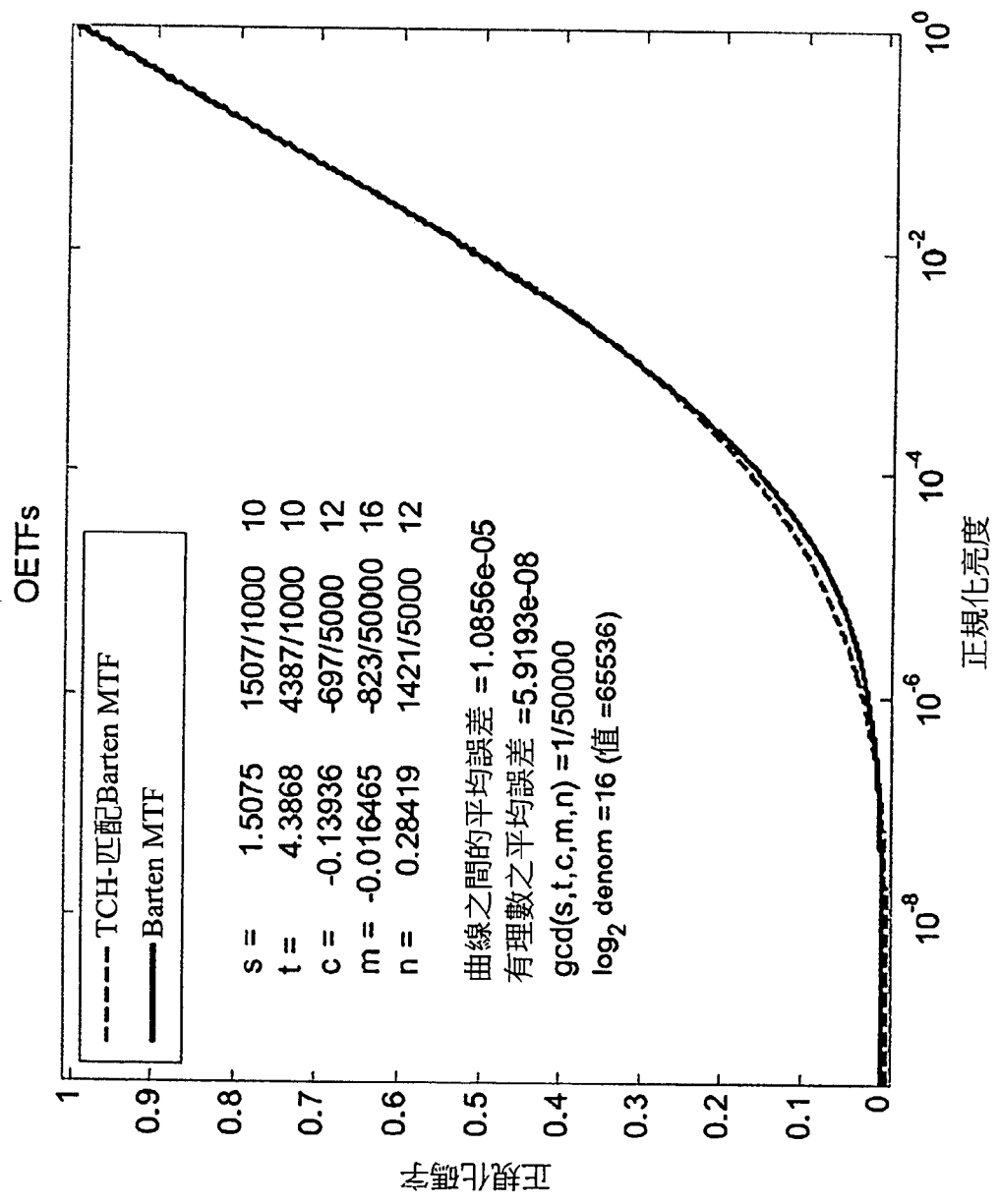


圖 10B

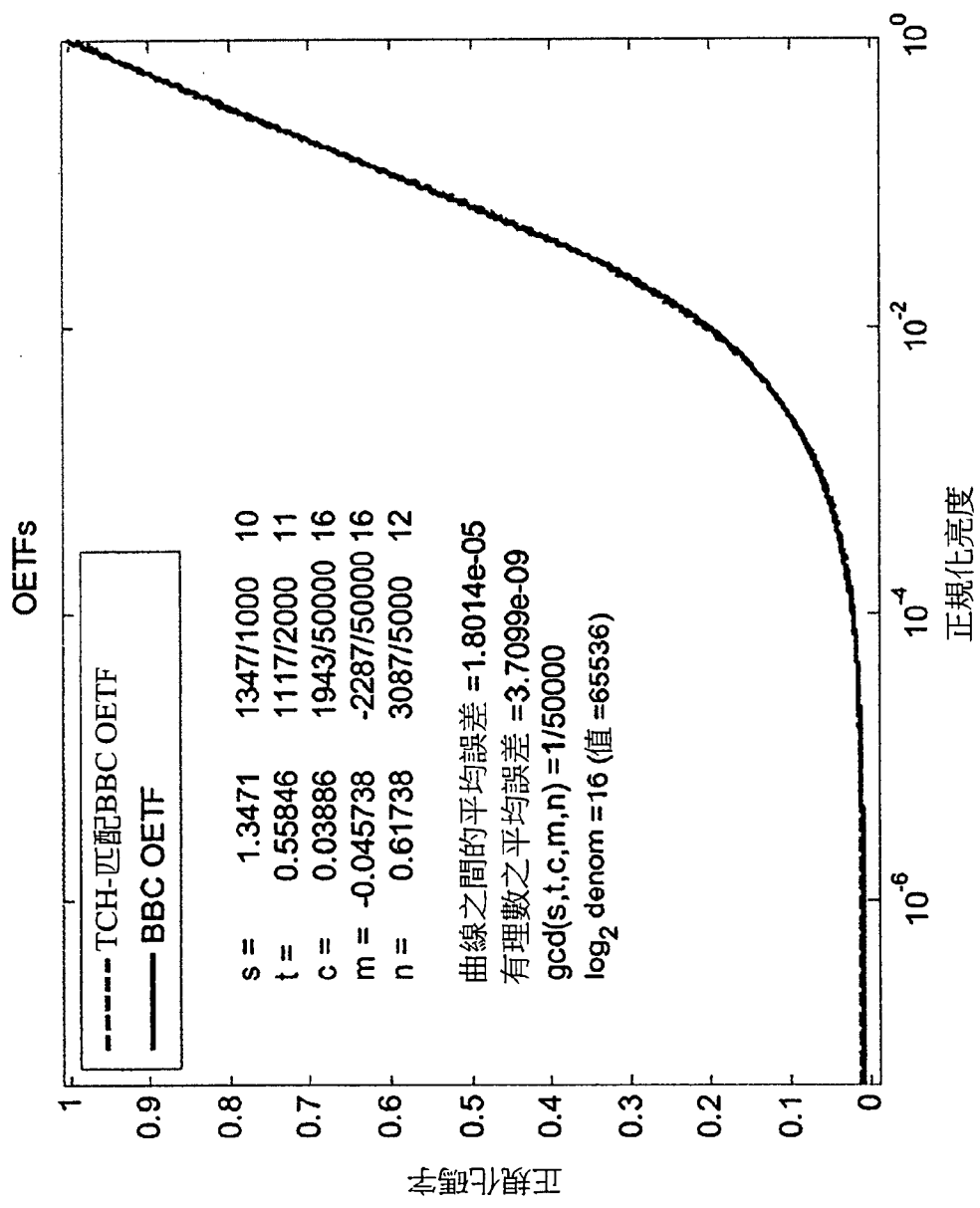


圖 10C

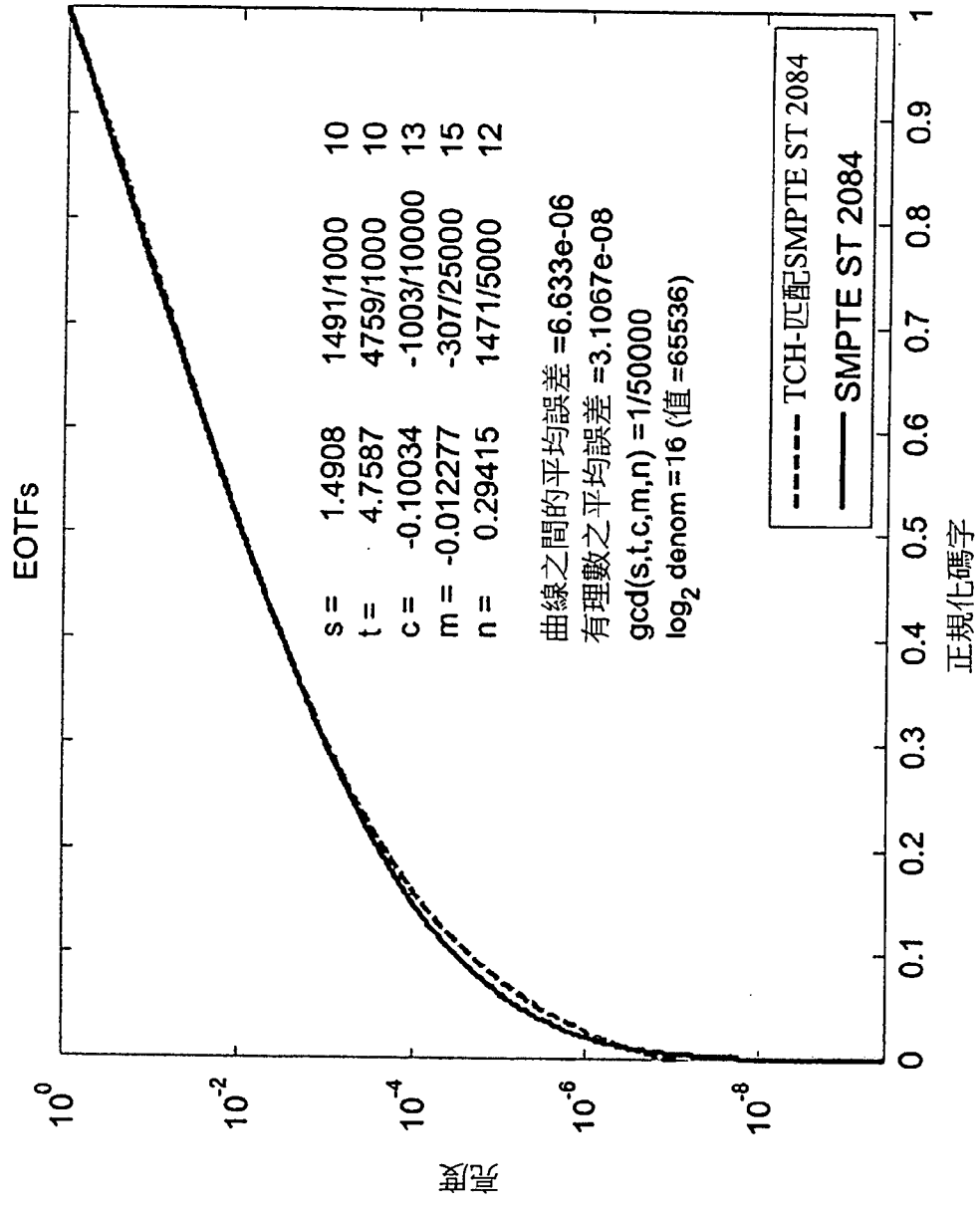


圖 11A

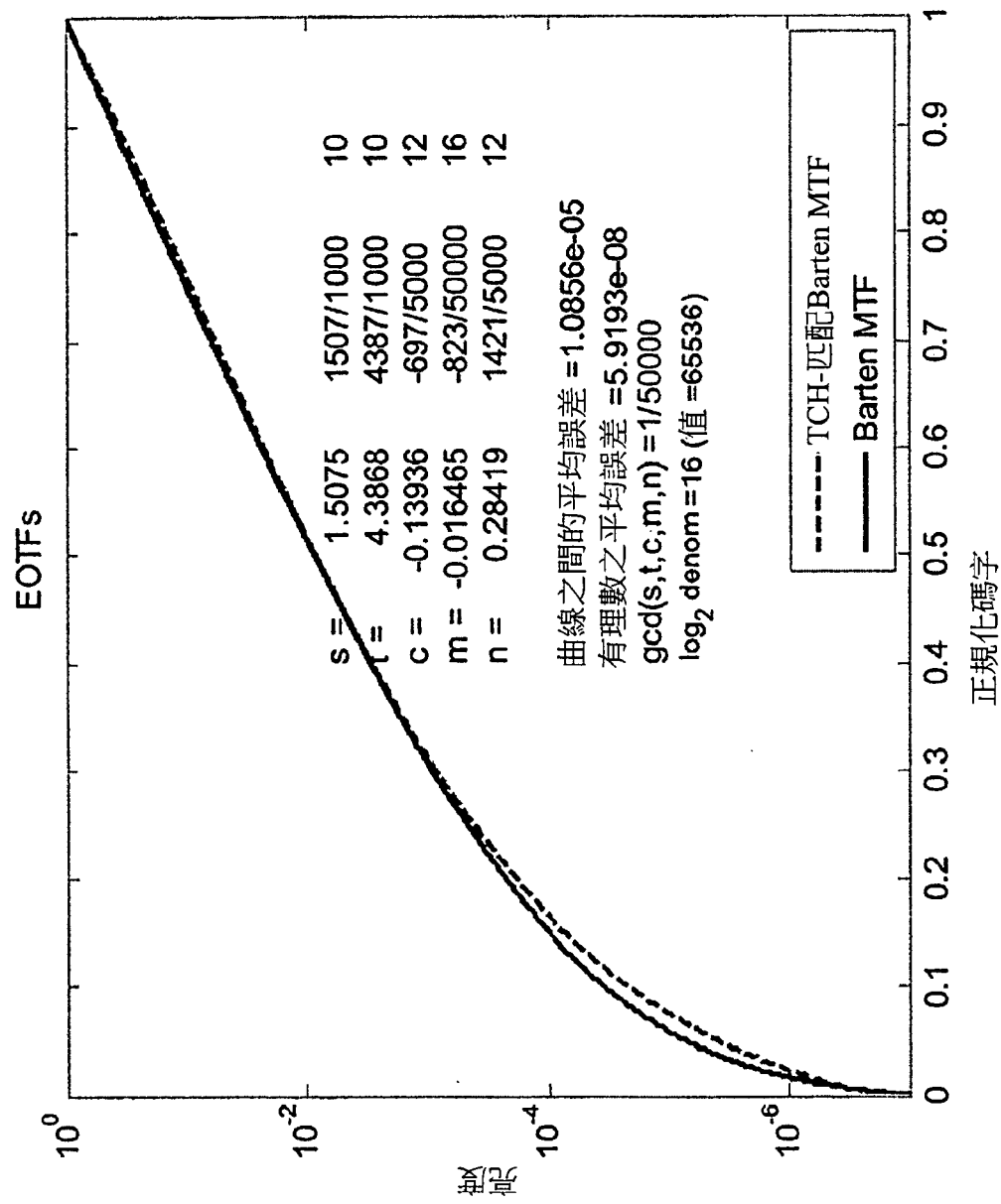


圖 11B

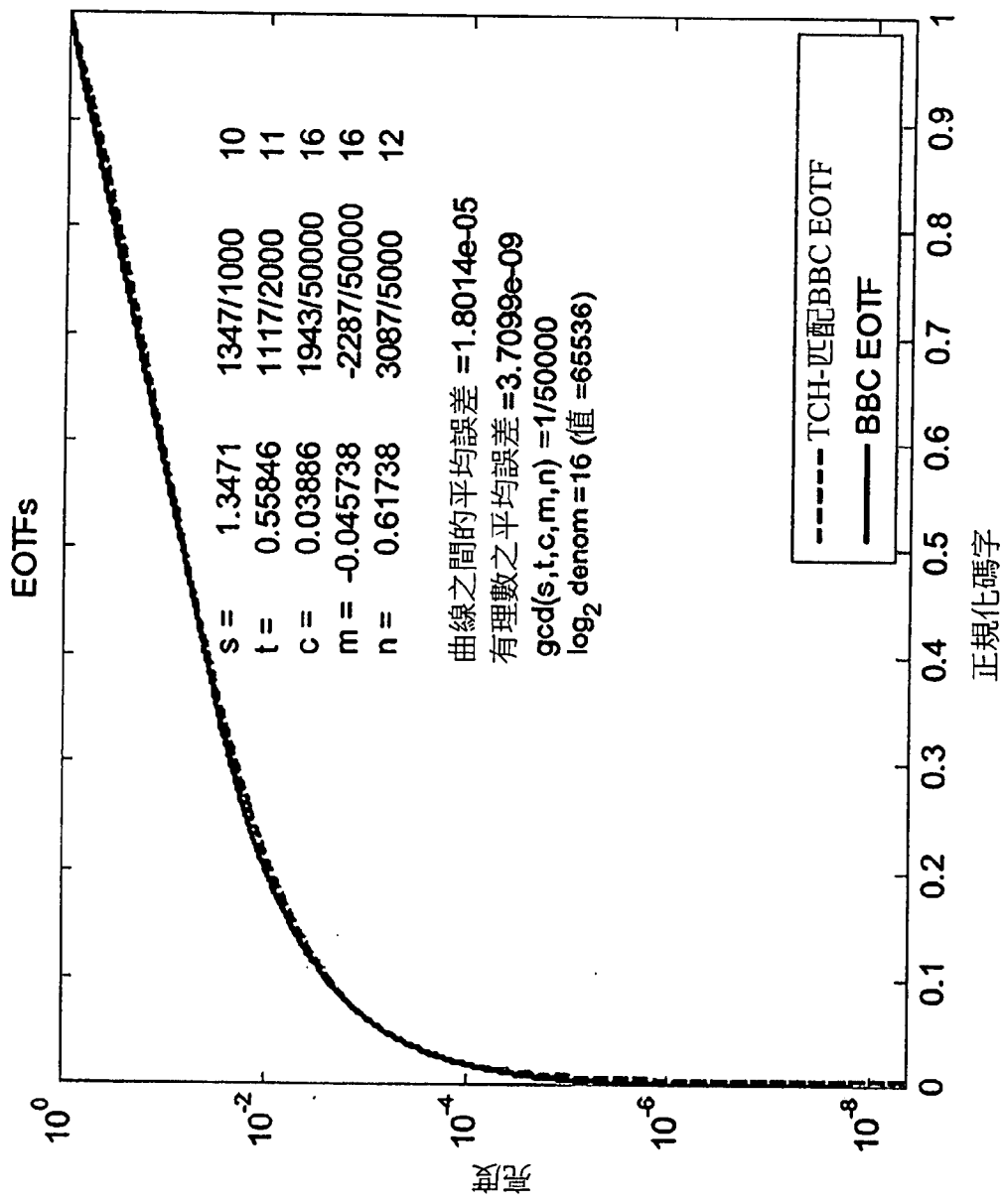


圖 11C

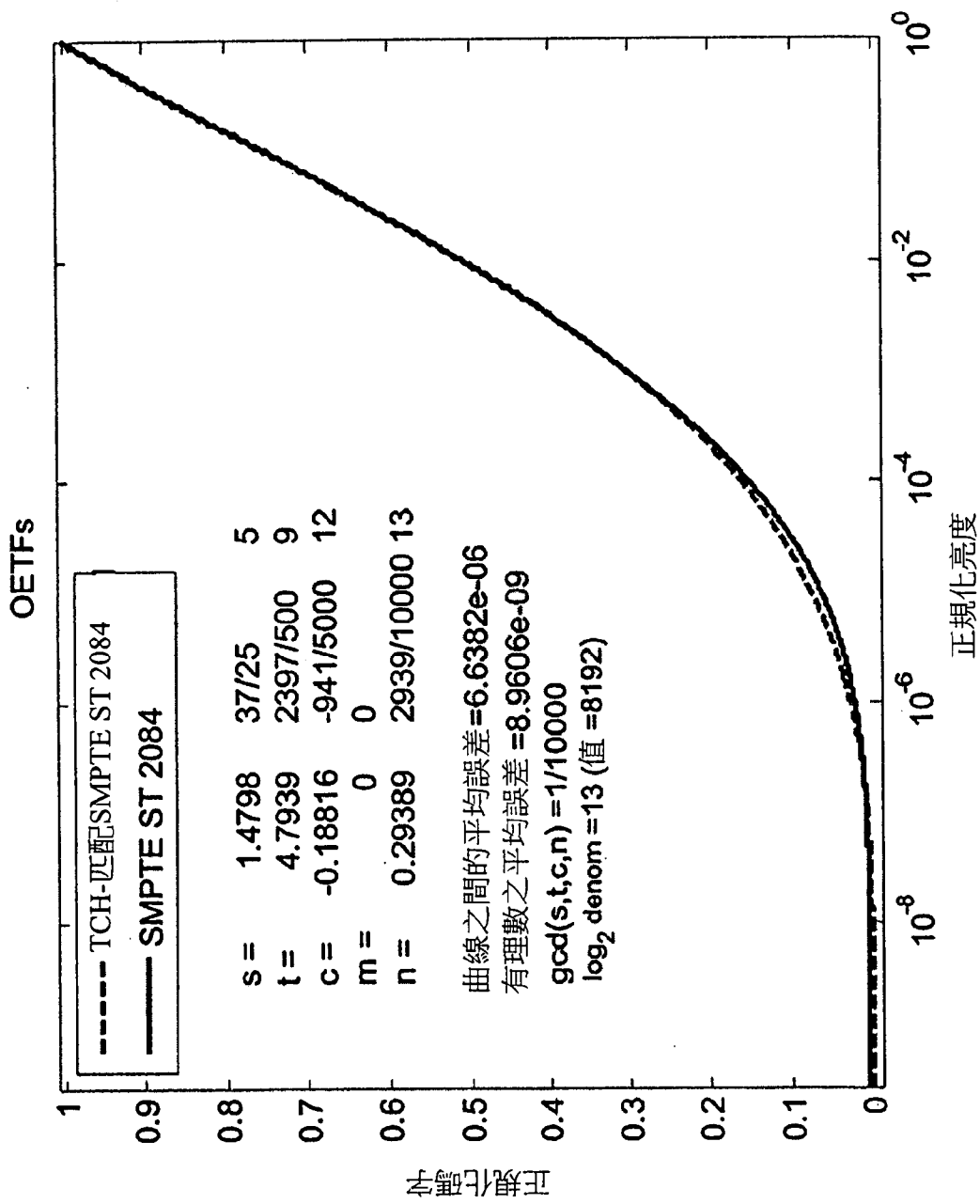


圖 12A

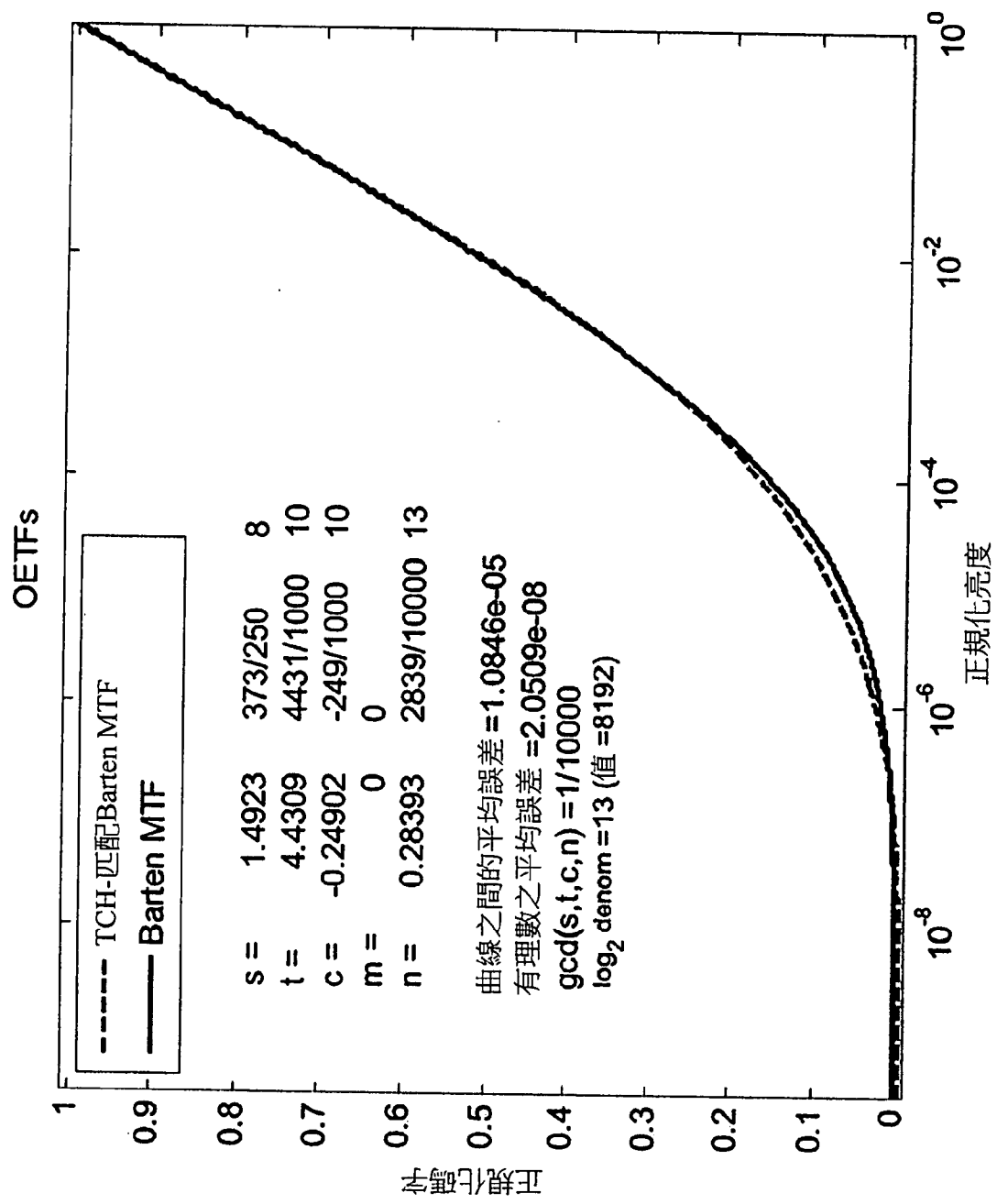


圖 12B

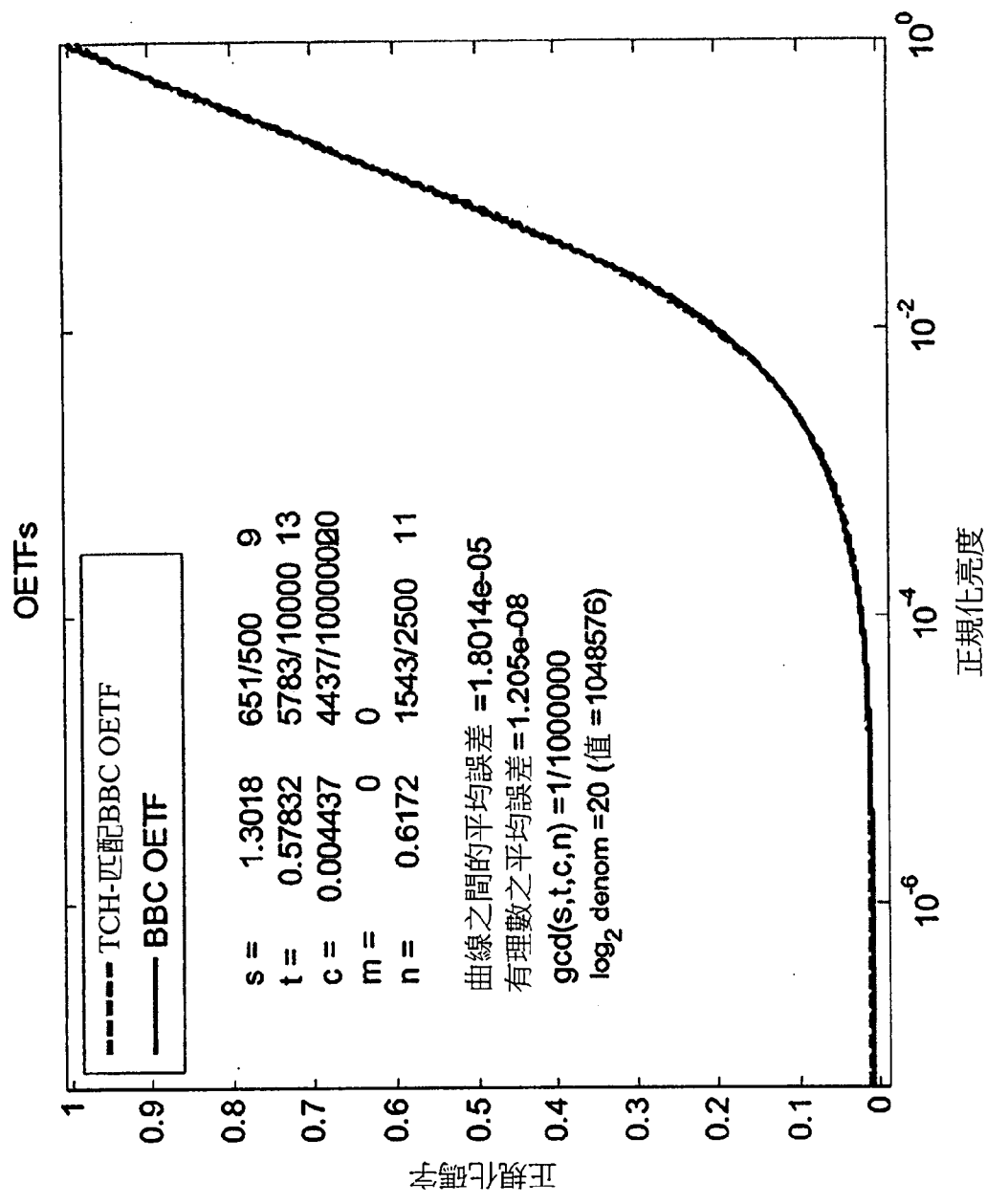


圖 12C

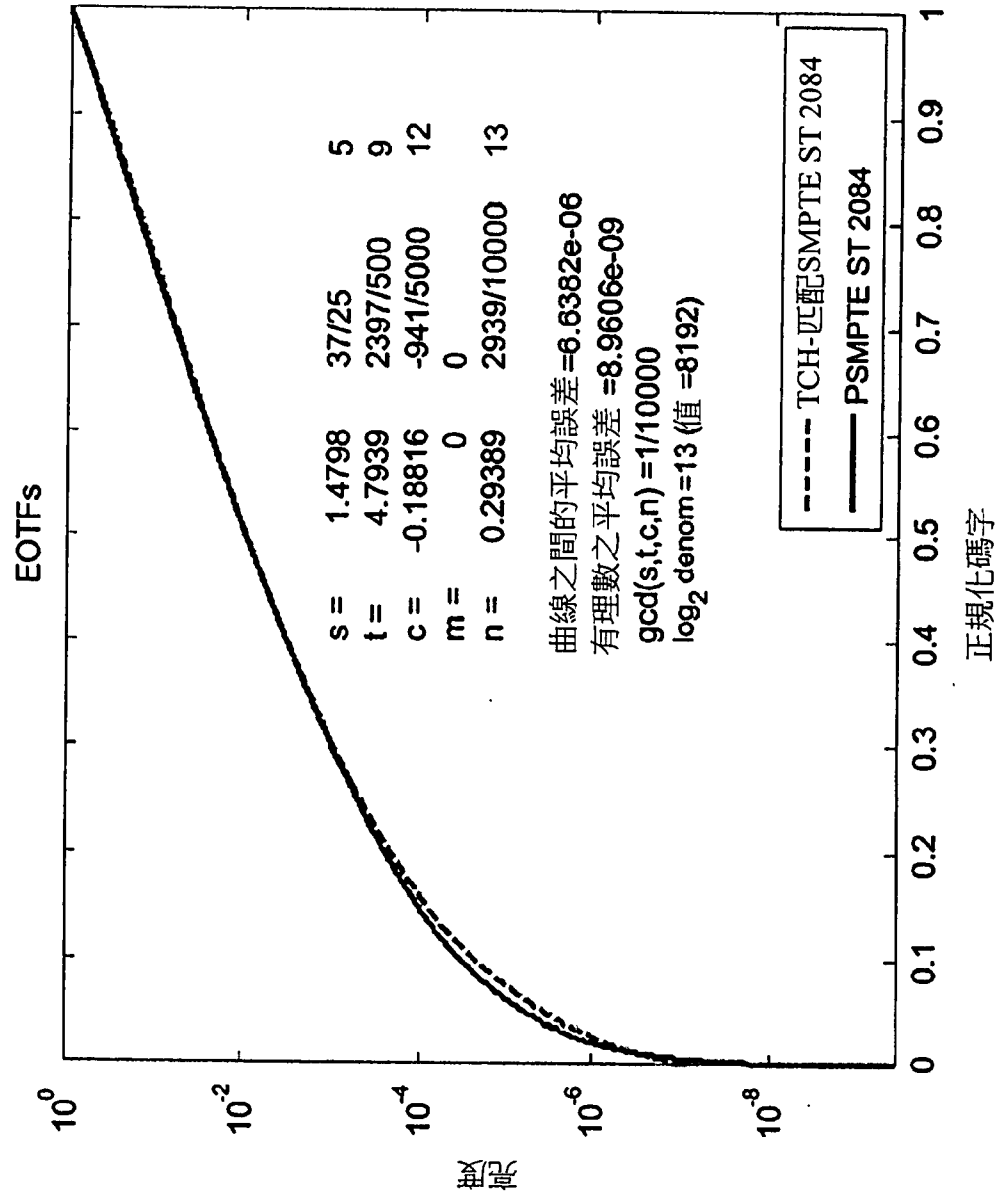


圖 13A

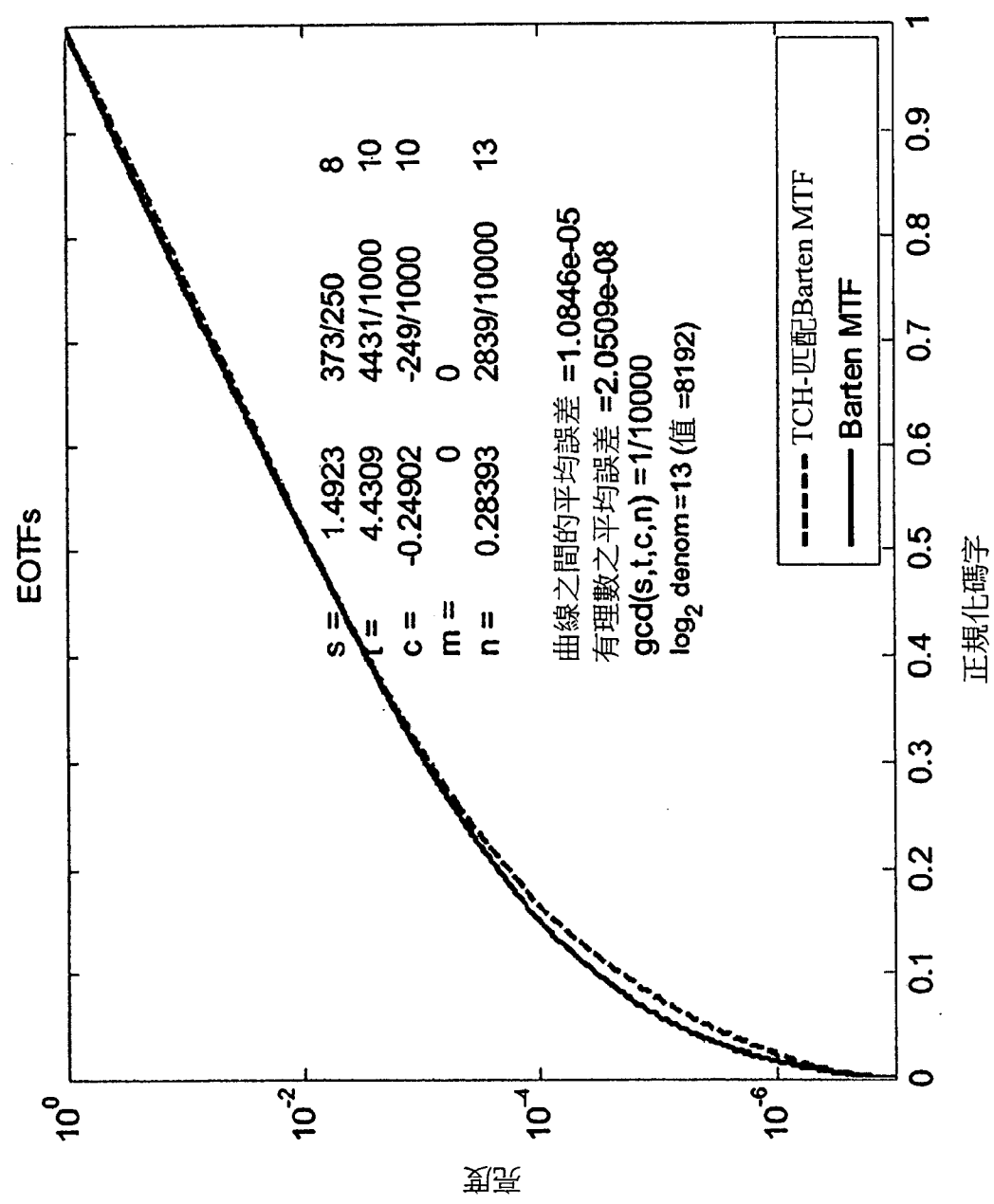


圖 13B

