I534452

(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 I534452 B**

(45)公告日： 中華民國 105 (2016) 年 05 月 21 日

(21)申請案號：101125213 (22)申請日： 中華民國 101 (2012) 年 07 月 13 日

(51)Int. Cl.： *G01S17/08 (2006.01)* *G01S17/89 (2006.01)*

(30)優先權：2011/07/15 英國 1112256.1

(71)申請人：軟動力感測器公司 (比利時) SOFTKINETIC SENSORS NV (BE)
比利時

(72)發明人：范德 坦普爾 沃德 VAN DER TEMPEL, WARD (BE)；古塔恩斯 瑞門 GROOTJANS, RIEMER (BE)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW	200822566A	US	7742556B1
US	2007/0120989A1	US	2007/0273862A1
US	2010/0141824A1	WO	2009/079789A1

審查人員：机亮燁

申請專利範圍項數：27 項 圖式數：6 共 41 頁

(54)名稱

用於提供距離資訊的方法及飛行時間相機

METHOD AND TIME-OF-FLIGHT CAMERA FOR PROVIDING DISTANCE INFORMATION

(57)摘要

本發明提供一種利用一飛行時間相機(1)來提供一拍攝場景之距離資訊的方法，其包括下面步驟：朝該拍攝場景發射一經過調變的光脈衝；從該拍攝場景處接收該經過調變的光脈衝的多個反射；估算該經過調變的光脈衝之該等經接收的反射的飛行時間資訊；以及從該等經接收的反射的飛行時間資訊中推知距離資訊，其中，一展頻訊號會被施加至該光脈衝之調變的基礎頻率，而且該飛行時間資訊係在考量該被施加至該光脈衝之調變的基礎頻率的展頻訊號下被估算出來。本發明還進一步關於一種用以提供一拍攝場景之距離資訊的飛行時間相機(1)，其中，該飛行時間相機(1)會實施上面的方法。

The invention relates to a method for providing distance information of a sense with a time-of-light camera (1), comprising the steps of emitting a modulated light pulse towards the scene, receiving reflections of the modulated light pulse from the scene, evaluating a time-of-flight information for the received reflections of the modulated light pulse, and deriving distance information from the time-of-light information for the received reflections, whereby a spread spectrum signal is applied to a base frequency of the modulation of the light pulse, and the time-of-flight information is evaluated under consideration of the a spread spectrum signal applied to the base frequency of the modulation of the light pulse. The invention further relates to a time-of-flight camera (1) for providing distance information from a scene, whereby the time-of-flight camera (1) performs the above method.

指定代表圖：

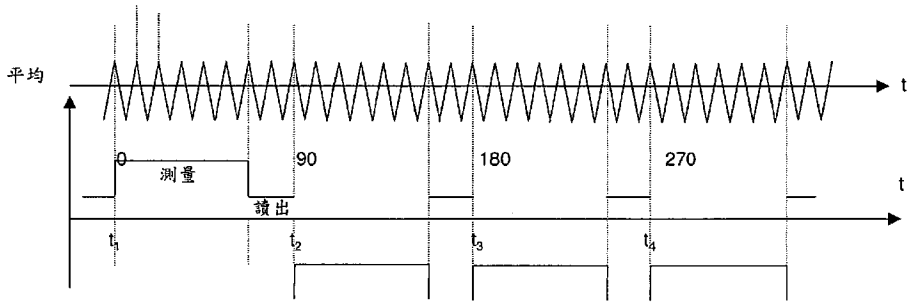


圖2

I534452

公告本

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：101125213

※申請日：101.7.13　　※IPC 分類：G01S 17/08 (2006.01)　G01S 17/89 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

用於提供距離資訊的方法及飛行時間相機

Method and time-of-flight camera for providing distance information

二、中文發明摘要：

本發明提供一種利用一飛行時間相機(1)來提供一拍攝場景之距離資訊的方法，其包括下面步驟：朝該拍攝場景發射一經過調變的光脈衝；從該拍攝場景處接收該經過調變的光脈衝的多個反射；估算該經過調變的光脈衝之該等經接收的反射的飛行時間資訊；以及從該等經接收的反射的飛行時間資訊中推知距離資訊，其中，一展頻訊號會被施加至該光脈衝之調變的基礎頻率，而且該飛行時間資訊係在考量該被施加至該光脈衝之調變的基礎頻率的展頻訊號下被估算出來。本發明還進一步關於一種用以提供一拍攝場景之距離資訊的飛行時間相機(1)，其中，該飛行時間相機(1)會實施上面的方法。

三、英文發明摘要：

The invention relates to a method for providing distance information of a sense with a time-of-light camera (1),

comprising the steps of emitting a modulated light pulse towards the scene, receiving reflections of the modulated light pulse from the scene, evaluating a time-of-flight information for the received reflections of the modulated light pulse, and deriving distance information from the time-of-light information for the received reflections, whereby a spread spectrum signal is applied to a base frequency of the modulation of the light pulse, and the time-of-flight information is evaluated under consideration of the a spread spectrum signal applied to the base frequency of the modulation of the light pulse. The invention further relates to a time-of-flight camera (1) for providing distance information from a scene, whereby the time-of-flight camera (1) performs the above method.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 2。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明:

無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明和一種用以利用一測距裝置(例如，飛行時間感測器或是飛行時間相機)來提供一拍攝場景之距離資訊的方法有關，該方法包括下面步驟：朝該拍攝場景發射一經調變的光脈衝；從該拍攝場景處接收該經調變的光脈衝的多個反射；估算該經調變的光脈衝之該等經接收的反射的飛行時間資訊；以及從該等經接收的反射的飛行時間資訊中推知距離資訊。本發明還關於一種用以根據上面的方法來提供該拍攝場景中之距離資訊的測距裝置，例如，飛行時間感測器或是飛行時間相機。

【先前技術】

飛行時間相機(亦稱為 TOF(Time-Of-Flight)相機)係一種相機，其經常包括：一光源或是發射器單元，用以發射多個經調變的光脈衝；一接收器單元，其會捕捉該等光脈衝的反射；一估算單元，其會估算該等經接收的反射的飛行時間資訊；以及一計算單元，其會從該飛行時間資訊中推知距離資訊。該距離資訊亦稱為深度。該發射器單元會朝一拍攝場景發射一經調變的光脈衝，藉以讓該經調變的光脈衝會從出現在該拍攝場景中的多個物體處被反射至該接收器單元。視該等物體和該 TOF 相機的相隔距離而定，該等反射被接收時會有以該被發射之經調變的光脈衝為基準的延遲。此延遲亦稱為飛行時間，其係由該估算單元所估算，並且會由該計算單元作進一步的處理以便推知該等

物體的距離。

該接收器單元包括數個光接收點(亦稱為像素)以及一光學系統，因此，多個不同的像素能夠在相同的時間從多個不同的物體處接收反射。每一個該等像素會獨立地接收該等經調變的光脈衝的反射。另外，飛行時間資訊以及距離資訊也會針對每一個像素被個別處理，因而可以同步的方式來提供整個拍攝場景的距離資訊。

該距離會藉由測量已發送之經調變的光學訊號以及被接收之經調變的光學信號之間的時間延遲或相位差而以間接的方式逐個像素來測量。一般來說，該調變可能係脈衝式調變、正弦調變、偽雜訊調變...等。接著，已發送之經調變的訊號以及被接收之經調變的信號的相位差便會提供一針對時間延遲的測量。

為提供一能夠提供具有高精確度之距離資訊的 TOF 相機，會使用有明確定義的脈衝，較佳的係，它們具有有限的上升時間與下降時間。由於此必要條件的關係，被用來調變電子光源之光輸出的電子調變訊號的頻譜內容會含有具有明顯能量的大量諧波，如圖 1 的範例頻譜中所示。

另外，調變頻率通常會有良好的定義，因為從相位測量轉換成距離測量需要精確的掌握該調變頻率。因此，頻譜中的尖峰傾向於狹窄而並不高聳。

因為 TOF 相機必須和其它電子裝置共存，所以可能會有問題發生。該等諧波之中的大量能量會阻礙該裝置的電磁相容性。正常來說，此裝置必須遵守不同的規範。電磁

相容(EMC)的相關規範可根據 FCC(USA)標準、EC(歐洲)標準、或是 CCC(中國)標準來取得。據此，TOF 相機的使用可能會受到侷限及/或 TOF 相機的精確性可能會為了達成 EMC 必要條件而間接受到限制。典型的調變頻率介於 10MHz 與 100MHz 之間，其會產生相關的諧波。

降低輻射自一電子裝置的 EMI 數量係為達成低生產成本時最困難的問題之一。倘若在設計時間中無法採行必要步驟的話，生產相容性的裝置可能會相當的昂貴。一新產品之開發成本中的 40 至 50%可能係被花費在尋求適合經濟性生產的相容性產品之中。

一時脈振盪器會產生一用於在高速數位系統之中進行計時的固定頻率方波訊號。此時脈的頻率被假設為固定，而且頻率的倒數便是該時脈的週期。該時脈的週期係從上升緣中的某一點至下一個時脈的上升緣中之完全相同點的時間。一理想的時脈不會有任何可測量的抖動，而且每一個時脈循環的週期必定完全相同。低 EMI 時脈振盪器或是展頻時脈係一種特殊類型的數位時脈，相較於習知的時脈產生器輸出，其會提供較低的 EMI。基礎頻率會被調變而且能量會被展開於較寬的頻譜中，從而降低任一頻率處所含的尖峰能量。該等基本頻率及諧波頻率的尖峰的相對強度會比較低。基礎頻率時脈訊號的諧波之中原有的總能量並不會逕自消失，而是會分散在較寬的頻段之中。藉由改變一時脈的頻率，此時脈的週期同樣會改變，其如同提供抖動。因此，循環至循環抖動會被加入此時脈之中。抖動

將會降低測距飛行時間裝置在決定距離時的精確性。

【發明內容】

所以，本發明的目的便係提供一種利用測距裝置(例如，飛行時間感測器或是飛行時間相機)來提供一拍攝場景之距離資訊的替代方法；以及提供一種被調適成用以根據上面的方法來提供一拍攝場景之距離資訊的替代測距裝置，例如，飛行時間感測器或是飛行時間相機。

藉由獨立的專利申請項便可達成此目的。在依附的專利申請項中會詳細說明有利的實施例。本發明的方法以及測距裝置(例如，飛行時間感測器或是飛行時間相機)之實施例的一優點係可以很高的精確性取得該距離資訊，同時降低 EMI。因此，根據本發明的方法以及測距裝置(例如，飛行時間感測器或是飛行時間相機)之實施例的一優點係相容於 EMC 標準，同時保有很高的精確性。

據此，上面的目的可藉由一種利用測距裝置(例如，飛行時間感測器或是飛行時間相機)來提供一拍攝場景之距離資訊的方法來達成，該方法包括下面步驟：朝該拍攝場景發射一週期性光訊號，例如，一串光脈衝；從該拍攝場景處接收該週期性光訊號的多個反射；估算該週期性光訊號之該等經接收的反射的飛行時間資訊；以及從該等經接收的反射的飛行時間資訊中推知距離資訊，其中，該週期性光訊號係根據一調變訊號在一基礎頻率處被發射，藉以使得一干擾會當作頻率調變被施加至該調變訊號的基礎頻率。接著，此經過頻率干擾的調變訊號會被用來產生該週

期性光訊號並且還會被用以接收該被反射光以便決定該飛行時間資訊的接收器當作一基準訊號。這可以逐個像素為基礎來完成。從此距離資訊以及該拍攝場景的一影像中便可以產生一 3D 影像。

據此，於本發明的其中一項觀點中提供一種用以提供一拍攝場景之距離資訊的方法，其包括下面步驟：

根據一時脈時序朝該拍攝場景發射一週期性光訊號，該時脈時序具有一會被一具有一干擾頻率與週期的週期性干擾展開的基礎頻率；

從該拍攝場景處接收該週期性光訊號的多個反射；

根據該被一週期性干擾展開成一基準訊號的時脈時序於一組複數個測量時間持續長度中估算該週期性光訊號之該等經接收的反射的飛行時間資訊；以及

從該等經接收的反射的飛行時間資訊中推知距離資訊，其中，該組之中的每一個測量時間持續長度皆係該干擾週期的整數倍數或是半整數倍數，而且在該組測量時間持續長度中，平均基礎頻率會保持恆定。

該週期性光訊號可能為多個脈衝，例如，多個方波脈衝；但是，亦可能為其它波形，例如，正弦訊號。

該目的亦可藉由一種用以提供一拍攝場景之距離資訊的測距裝置(例如，飛行時間感測器或是飛行時間相機)來達成，其中，該飛行時間相機會實施上面的方法。

據此，於本發明的另一項觀點中提供一種用以配合一朝一拍攝場景發射一週期性光訊號的光源來使用的飛行時

間感測器，該感測器係用以提供該拍攝場景的距離資訊，該感測器包括：

一調變單元，用於以一具有一基礎頻率的時脈時序為基礎提供一調變訊號給該光源，該基礎頻率會被一具有一干擾頻率與週期的週期性干擾展開；

一接收群，其具有一接收器單元、一估算單元、以及一計算單元，該接收群會被連接至該調變單元用以接收該調變訊號，該估算單元會被調適成用以根據該被週期性干擾展開成一基準訊號的時脈時序於一組複數個測量時間持續長度中從來自該拍攝場景的多個經接收的反射中估算飛行時間資訊，該計算單元會被調適成用以從該估算單元所提供的飛行時間資訊中推知距離資訊，其中，該組之中的每一個測量時間持續長度皆係該干擾週期的整數倍數或是半整數倍數，而且在該組測量時間持續長度中，平均基礎頻率會保持恆定。

該調變訊號可能為多個脈衝，例如，多個方波脈衝；但是，亦可能為其它波形，例如，正弦訊號。

本發明還提供一種用於飛行時間感測器的時序模組，該飛行時間感測器係用於配合一朝一拍攝場景發射一週期性光訊號的光源來使用，該感測器係用以提供一拍攝場景的距離資訊，該時序模組包括：

一調變單元(3)，用於以一具有一基礎頻率的時脈時序為基礎提供一調變訊號給該光源，該基礎頻率會被一具有一干擾頻率與週期的週期性干擾展開，

該調變會被調適成用以根據該被週期性干擾展開的時脈時序於一組複數個測量時間持續長度中提供該調變訊號，

其中，該組之中的每一個測量時間持續長度皆係該干擾週期的整數倍數或是半整數倍數，而且在該組測量時間持續長度中，平均基礎頻率會保持恆定。

被施加至該等光源的調變訊號可能為多個脈衝，例如，多個方波脈衝；但是，亦可能為其它波形，例如，正弦訊號。

本發明的其中一項觀點係施加一週期性頻率干擾至該光之調變的基礎頻率並且在此干擾的考量下估算反射的飛行時間資訊，其中，用以決定一相位差數值所需要的一組測量時間持續長度之中的每一個測量時間持續長度皆係該干擾週期的整數倍數或是半整數倍數。此外，不論干擾為何，在用以決定一相位差數值所需要的全部測量時間持續長度之中的每一個測量時間持續長度中，平均基礎頻率皆會保持恆定。該週期性干擾會排除隨機的頻率干擾，該等隨機的頻率干擾即使提供相同的平均頻率仍不具有相同的頻譜內容。該干擾可能係基礎頻率中的一連續性振盪變化或者係以該基礎頻率為中心的一連串不同的頻率。

不論用以引入特定有效抖動的週期性光訊號的基礎頻率的干擾為何，反射的飛行時間資訊的估算皆可以很高的精確性來完成。出現在該拍攝場景之中的物體會可靠地被偵測到並且可以針對此等物體提供合宜的距離資訊。該外

加的頻率干擾會改善該測距裝置(例如，一 TOF 感測器或是 TOF 相機)的電磁相容。其效應係，某些高能量的基本尖峰或是諧波尖峰不再會出現在該頻譜之中有明確定義的頻率處。該等尖峰之中的能量會被展開於一更大的頻譜區域之中，從而降低頻譜能量密度並且因而改善 EMC。此項技術不僅會導致一種被套用至該週期性光訊號的「展頻」技術，並且還會在用以決定一相位差數值所需要的測量時間持續長度組之中保持頻譜內容的恆定。具有週期性時脈時序干擾的展頻時脈雖可輕易取得，但此等時脈卻會引入特定的抖動。它們可能會被併入具有本發明之實施例的新穎修正的 TOF 感測器或是 TOF 相機之中。

該等經接收的反射的飛行時間資訊係藉由測量該經接收的週期性光訊號與該基準訊號之間的時間延遲或相位變化來決定，該經接收的週期性光訊號與該基準訊號兩者經歷相同的干擾。由於此同差測量原理(homodyne measurement principle)的關係，該干擾可能並不會影響該飛行時間測量。和該飛行時間資訊有關之該等經接收的反射(由於該等被發射的脈衝和該等經接收的脈衝重疊的關係，該等經接收的反射會相關聯或是被混合)可輕易地被估算，並且可從此飛行時間資訊中推知該距離資訊。於一 TOF 感測器或是一 TOF 相機的其中一實施例之中，較佳的係，使用一展頻時脈或是單一系統時脈連同單一干擾時脈來產生該調變訊號，用以產生該週期性光訊號並且用以估算該飛行時間資訊。該干擾係一週期性訊號，舉例來說，其係一

頻率低於該調變之基礎頻率的訊號。

根據本發明的一較佳實施例，施加該干擾至該調變的基礎頻率包括於該調變的基礎頻率的+/-5%區間裡面修正該調變的基礎頻率，較佳的係於該調變的基礎頻率的+/-1.5%區間裡面，甚至更佳的係於該調變的基礎頻率的+/-0.1%區間裡面。該區間的大小會影響該等諧波之中的能量展開於該頻譜之中的程度並且據以影響該頻率頻譜之中的尖峰的能量密度。該區間越大，該等諧波的能量密度便越低。這會導致該 TOF 感測器或是該 TOF 相機能夠更容易相容於 EMC 規範。

於本發明的一較佳實施例中，會在一連串的獲取作業中測量一拍攝場景的飛行時間資訊。此等不同獲取作業的組合允許移除周遭光影響並且移除物體反射作用以及會干擾該飛行時間測量的其它光源。該等獲取作業的結果會決定該等被發射光以及被接收的光之間的時間延遲或相位變化。此等獲取作業的步驟包含以給定的順序依序實施下面作業至少兩次：朝該拍攝場景發射一週期性光訊號；以及從該拍攝場景處接收該週期性光訊號的多次反射。而估算該週期性光訊號之該等經接收的反射的飛行時間資訊的步驟則包括在從該拍攝場景處接收該週期性光訊號的多次反射的步驟的所有實施中對該週期性光訊號的該等經接收的反射進行積分。藉由在該被反射的週期性光訊號的一時間持續長度中對該等經接收的反射進行積分，便能夠更精確地估算該飛行時間。即使來自遠方物體的週期性光訊號之

反射僅有很低的強度，仍然能夠輕易地偵測到來自該物體的反射。因此，其會涵蓋一具有遠方物體以及近端物體的「深邃(deep)」拍攝場景。另外，該積分估算還會產生該等經接收的反射在一時間持續長度中的平均，其會避免發生隔離誤差(isolated error)。較佳的係，該積分係在由發射該週期性光訊號以及從該拍攝場景處接收該等反射所組成的步驟的至少三次實施作業的反射中被實施。當在其中一次的飛行距離決定中該週期性光訊號的頻譜內容隨著測量的週期改變時，問題便會發生。據此理由，本發明的方法以及設備會被調適成用以在一距離決定之獲取作業所需要的完整測量週期中保持相同的頻譜內容。

首先，根據本發明的一較佳實施例，會利用相同的平均頻率來達成一飛行時間測量所需要的全部獲取作業。該平均頻率較佳的係在其附近的基礎頻率會因為該外加干擾的關係而改變的頻率。這會需要一平衡式或中心展頻干擾。該基本上完全相等的平均基礎頻率允許將該已發射的週期性光訊號的該等經接收的反射精確的處理成合法的深度資訊。

於本發明的一較佳實施例中，一飛行時間測量所需要的每一次獲取作業皆會經歷相同的週期性光訊號，其包含該基礎頻率訊號的相同干擾。其結果係，每一次獲取作業會有相同的頻譜內容。該干擾可能係該基礎頻率的一已知且重複的變化序列，而且此已知的干擾序列會在該 TOF 測量中於所有的獲取作業中以相同的方式被施加至該基礎頻

率。據此，因為該頻率干擾為週期性且該測量時間持續長度為整數數量個或是半整數數量個干擾週期，所以，該週期性光訊號的發射必定會在該干擾週期裡面於該干擾訊號之中相同的位置處開始或是具有半個週期的偏移。半個週期加上整數數量個週期相同於整數數量個週期加上半個週期，這同樣會提供和一純整數相同的頻譜內容。

當該等基礎頻率以及干擾頻率之間的頻率差很高時，在該基礎頻率的週期以及該干擾週期之間並不需要同步化，因為所誘發的誤差非常的小。因此，相同的「頻譜內容」和「完全相等的頻譜內容」並非相同意義。任何的差異較佳的係要小於該系統的最低雜訊。舉例來說，差異大小小於 0.1%或是 0.01%便可以容忍。當需要額外的精確性時，本發明並不排除在該基礎週期以及該干擾週期之間進行同步化。

較佳的係，可以使用一連續的干擾訊號。根據本發明的另一實施例，該干擾係一被施加至該週期性光訊號之基礎頻率的不連續調變。其唯一的要求係，該干擾調變係一週期性的重複訊號而且必須知道最終之經過干擾的訊號的平均頻率。較佳的係，該平均頻率為中心頻率。

【實施方式】

現在將參考特殊的實施例並且參考特定的圖式來說明本發明；但是，本發明並不受限於此，而僅由申請專利範圍來限制。本文中所述的圖式僅為概略性而且沒有限制意義。於圖式中，為達解釋之目的，某些元件的尺寸可能會

被放大而且並未依照比例繪製。當在引用某個單數名詞而使用到不定冠詞或定冠詞時，舉例來說，「一」或是「該」；除非明確提及其它定義，否則，這包含複數個該名詞。於不同的圖式中，相同的元件符號係表示相同或類同的元件。圖式中的圖例僅為概略性。

申請專利範中所使用的「包括」一詞不應被解釋成受限於其後所列的構件，其並沒有排除其它元件或是步驟。因此，「一種包括構件 A 與 B 的裝置」的表示法的範疇並不應該受限於僅由器件 A 與 B 所組成的裝置。其意謂著該裝置在本發明中唯一相關的器件為 A 與 B。

再者，在說明之中以及在申請專利範圍之中的第一、第二、第三、以及類似的用詞係用來區分雷同的元件，而並非用來描述某種連續性或是時間性的順序。應該瞭解的係，本文中所使用的該等用詞在適當的情境下可以交換使用而且本文中所述之本發明的實施例亦能夠以本文中所述或所示以外的其它順序來操作。

又，在說明以及在申請專利範圍之中的頂端、底部、上方、下方、以及類似的用詞係為達說明之目的，其並未必說明相對的位置。應該瞭解的係，本文中所使用的該等用詞在適當的情境下可以交換使用而且本文中所述之本發明的實施例亦能夠以本文中所述或所示以外的其它配向來操作。

本文雖然參考一 TOF 相機來說明本發明；但是，本發明亦包含提供依照飛行時間原理來運作的任何種類測距裝

置，舉例來說，僅具有一個像素的 TOF 感測器...等。進一步言之，該 TOF 相機或是該 TOF 感測器未必會連同一一體成形的光源被運送。該光源與它的能量供應器以及驅動器可能係分開提供，而該相機或是感測器僅必須包括用以提供用於調變該光源的訊號的電路系統。

本文將參考圖 5 來說明本發明的一實施例，圖 5 中所示的係一可配合一 TOF 相機來使用的時序模組 20 的概略方塊圖。此實施例具有一公正的系統時脈 22，舉例來說，其運轉在 10 至 320MHz 的範圍之中，舉例來說，80MHz 處，而在本文中將被稱為「公正時脈(clean clock)」。該公正時脈 22 的時脈訊號會被送往一展頻方塊 24，該方塊會利用一週期性的展開函數(其會被稱為「干擾頻率調變訊號」)來展開此時脈訊號的頻譜。視情況，多個其它器件可能會被放置在該公正時脈 22 以及該展頻方塊 24 之間，例如，濾波器、波形整形器、頻率轉換器、相位鎖定迴路...等。此展頻方塊的輸出會被稱為「展頻時脈訊號」。視情況，多個其它器件可能會被放置在該展頻方塊的後面，例如，濾波器以及波形塑形器，舉例來說，用以產生一具有所希波形(例如，正弦)的調變訊號。

該干擾頻率係在該調變的基礎頻率的+/-5%區間裡面，較佳的係，在該調變的基礎頻率的+/-5%或是+/-1.5%區間裡面，或者係在該調變的基礎頻率的+/-0.1%區間裡面。舉例來說，該週期性干擾可能具有正弦或三角形波形或是鋸齒狀外形。

該時序模組 20 可能會被調適成用以供應一不連續的調變給該等光源。

該展頻時脈訊號會被混合訊號與照射生成方塊 26 使用，該方塊會在一通常約為 2 或 4 倍的低頻處產生該等必要的 TOF 光源驅動訊號。此等 TOF 訊號包含被用來調變該光源的訊號(其會被稱為「光調變訊號」)以及該感測器為能夠解調變被該拍攝場景反射之外來光所需要的混合訊號。因此，該等相同的 TOF 時序訊號會被送往一包括多個光源的照射單元以及被用來偵測所收到之被反射光的偵測器。視情況，多個其它器件可能會被放置在該混合訊號與照射生成方塊 26 的後面，例如，濾波器以及波形整形器，舉例來說，用以產生一具有所希波形(例如，正弦)的調變訊號。

為讓該飛行時間原理保持有效，此等 TOF 訊號可能會經過頻率調變，但是，必須要知道它們的平均頻率。進一步言之，因為每一個單一 TOF 距離測量皆係由從多個獲取週期處所推知的多個積分所組成，所以，此平均頻率在此等多個積分期間必須為相同。倘若該等多個積分係在連續時間中進行的話，這會變成一重要的必要條件。於此情況中，倘若該平均頻率在該等多個測量期間並沒有保持相同的話，最終算出的距離將會為錯誤，或者其計算將會變得非常困難或者不準確。

時序方塊 28 係負責確認該平均頻率在該等多個積分期間保持相同。於本發明的其中一項觀點之中，藉由確認該積分時間恰好為整數個干擾頻率調變訊號週期便可達成此

目的。假如該干擾頻率調變訊號係一對稱訊號的話(例如，一正弦波或是一三角波)，該積分時間亦可能會被認為係干擾頻率調變訊號之半個週期時間的整數倍數。該時序方塊28較佳的係會從系統時脈22處接收該公正時脈訊號，該時序方塊28會利用它來判斷每一個積分時間和被施加至該等光源的脈衝數量相同並且因而判斷該平均頻率為恆定。

再者，於一組積分時間或是測量時間持續長度中的其中一個積分時間或是測量時間持續長度中所取得之被施加至該等光源的週期性訊號會和於該組之中的任何其它測量時間持續長度中所取得的週期性訊號有相同的頻譜內容。

再者，出現在該拍攝場景之中的背景光(舉例來說，陽光、環境光)亦可能會降低或是破壞所取得之深度測量結果的有效性，因此，較佳的係，要特別注意在每一個該等連續積分期間有確實相同數量的背景光被該感測器接收到。所以，於該等連續積分期間所使用的 TOF 訊號會有相同的頻譜內容，而且較佳的係，它們必須對齊該背景光。

時序方塊28能夠符合兩項必要條件，其會使用該公正時脈訊號來確保每一個積分階段期間的平均頻率會保持相同，並且確保該等積分階段會完全地對齊該背景光。舉例來說，通常會使用的係 50Hz 或 60Hz 的主頻率，因此，來自燈具的背景光會有和此等兩種常用頻率有關的頻率組成。50Hz 背景光和 60Hz 背景光會有不同的最佳時序設定值。

展頻的應用會對整個系統的 EMI 效能有正面的影響，

同時對系統雜訊效能(抖動)僅會有很小的負面影響。優點係，倘若混合方塊26被調適成允許動態提高或降低干擾頻率的話，上面所述的架構便可以延伸，從而有效地提高或降低展頻影響。此項特點可用於工廠或是現場校正。如本發明之實施例中所運用般，展頻影響為最小，同時仍可在EMI極限裡來實施。

根據一進一步的實施例，會根據被供應至該等光源的功率來設定該干擾調變。於低功率模式(其會造成較少的EM輻射)之中，混合方塊26可能會使用低頻率調變演算法，以便在此模式中提供最佳的取捨效果。

現在參考圖4，在圖中可以看見根據本發明一實施例的一飛行時間相機1，其亦被稱為TOF相機1。該飛行時間相機1包括一具有至少一光源2的照射單元(於本發明的此實施例中，該光源係一LED)，用以朝一拍攝場景發出一週期性光訊號(例如，經過調變的光脈衝)，該週期性光訊號具有相依於該等光源之特徵的波長以及頻率。亦可以使用其它光源，例如，OLED、雷射二極體、雷射...等。

光源2會被連接至一調變單元3，其會提供一經過干擾的調變訊號給該光源，用以對其進行調變。該調變單元3可能係以晶片上施行方式來提供，以便達到對該經過干擾的調變訊號進行可靠控制的目的。

該飛行時間相機進一步包括一調變時脈或是「公正時脈」4以及一干擾時脈5，兩者都會被連接至該調變單元3。該調變時脈4會提供一時脈訊號(如在圖2的上方時標中所

見者)給該調變單元3作為用於該頻率調變的基礎頻率，而干擾時脈5則會提供另一時脈訊號給該調變單元3作為干擾訊號。該干擾時脈5所提供之干擾訊號的干擾頻率會低於用於頻率調變的基礎頻率。

多個其它器件可能會被放置在該等時脈4、5以及調變單元3之間，例如，濾波器、波形整形器、頻率轉換器、相位鎖定迴路...等。多個其它器件可能會被放置在該調變單元3的後面，例如，濾波器或是波形整形器，用以產生一週期性訊號，例如，方波或是正弦。

於該調變單元3之中被施加至該調變之基礎頻率的干擾會於該調變的基礎頻率的+/-5%區間裡面修正該調變的基礎頻率，較佳的係於該調變的基礎頻率的+/-1.5%區間裡面，甚至更佳的係於該調變的基礎頻率的+/-0.1%區間裡面。如圖2中可看見的，在標記著t_1、t_2、t_3、以及t_4的時間點處，該干擾係分別從0°、90°、180°、以及270°處來改變它的相位。

於本發明的此示範性實施例中，光源2、調變單元3、調變時脈4、以及干擾時脈5雖然係該飛行時間相機1的個別器件；但是，於經過修正的實施例之中，亦可以由包括上面所提之器件中至少兩者的功能群來提供。

該飛行時間相機1還進一步包括一接收群6，其具有一接收器單元7、一估算單元8、以及一計算單元9。該接收群6會視情況被連接至該干擾時脈5，用以接收該干擾訊號。該接收群6還會被連接至調變單元3的輸出，其係作

為一基準訊號。在本發明的此示範性實施例之中雖然一起提供接收器單元7、估算單元8、以及計算單元9用以形成該接收群6；但是，於本發明之經過修正的實施例之中，它們亦可被提供成較小功能群之中的個別功能性單元。

該接收器單元7可能包括數個光接收位置，圖4的圖式之中並未明確顯示該等位置，而且該等位置亦稱為像素。該TOF相機1還進一步包括一光學系統，圖4中並未顯示。藉由該光學系統，從光源2處所發出的週期性光訊號會被引導至該拍攝場景，而該等拍攝場景中多個物體的反射則會被引導至該接收器單元7中不同的像素。所以，不同的像素會以獨立並且同時的方式接收來自不同物體的反射。

該估算單元8會在考量該調變單元之輸出及/或由該干擾時脈5所提供之干擾訊號的情況下個別估算該接收器單元7中每一個像素所收到之反射的飛行時間。

該計算單元9會針對每一個像素或是每一群像素從該估算單元8所提供的飛行時間資訊中來推知距離資訊，並且透過一介面(圖4中並未顯示)來提供此資訊給一使用者或是一進一步的處理裝置。

現在將詳細說明用以提供該拍攝場景之距離資訊的方法。

該方法一開始從光源2處朝該拍攝場景發出一週期性光訊號，例如，多個經過調變的光脈衝。該週期性光訊號(例如，該等經過調變的光脈衝)係利用由調變單元3所提供的

調變訊號所產生。圖 3 概略地顯示該干擾時脈 5 的頻率訊號(上方關係圖)的範例以及從該調變單元 3 至該光源 2 的調變訊號(下方關係圖)的範例。圖 3 之關係圖的上方部分顯示出來自該調變單元 3 的調變訊號的週期性光訊號的頻率根據該外加干擾而隨著時間的變化。如在圖 3 之關係圖的下方部分中所見，該調變訊號的該等脈衝因而會以變動的頻率及長度被提供至該光源 2(用以形成該週期性光訊號)。

接著，該週期性光訊號(舉例來說，該等光脈衝)的反射會透過該光學系統被該接收器單元 7 從該拍攝場景處接收到。該等反射係由存在於該拍攝場景之中的物體所產生。

用於發出該週期性光訊號(例如，多個經過調變的光脈衝)的步驟以及用以從該拍攝場景處接收該等反射的步驟會被重複地執行，而且該等經接收的反射會由該估算單元 8 來進行積分。如圖 2 之關係圖的下方部分中所示，接收該等經過調變的光脈衝的反射係在如 t_1、t_2、t_3、以及 t_4 所示的時間點處開始。如在圖 2 中所能看見者，於本範例中，接收該週期性光訊號(舉例來說，多個經過調變的光脈衝)的該等反射必定係在該干擾頻率調變訊號的尖峰處開始，並且因而會在該干擾頻率調變訊號的相同位置處開始。於本發明的此實施例之中，該接收係在該干擾調變訊號之整數個(例如，六個)完整週期的測量時間之中被實施，而且此等整數個完整週期中的第一個完整週期會標示著「測量」。據此，用以從該拍攝場景處接收該週期性光訊號(舉例來說，多個經過調變的光脈衝)的反射的步驟會在每一次實施

中開展於相同數量的完整干擾週期之中，並且如在圖 2 中所能夠看見者，該干擾週期的長度會短於該光脈衝之每一次接收的測量時間。進一步言之，此操作假設，在朝該拍攝場景發出一週期性光訊號(例如，多個經過調變的光脈衝)的所有實施作業中，被提供至該光源 2 的調變訊號的平均頻率基本上為相等。

於本發明的此示範性實施例中會依序估算標記著「測量」的四個積分區間。於替代的實施例中，該等被接收的反射可能全部會在該接收器單元 7 之中相同的時間處被積分。

該估算單元 8 會在考量被施加至該週期性光訊號之基礎頻率的干擾的情況下針對所有像素來估算該週期性光訊號(例如，該等經過調變的光脈衝)的該等經接收之反射的飛行時間，並且提供該飛行時間資訊給計算單元 9。該計算單元 9 會從所提供的飛行時間資訊之中來推知所有像素或是像素群的距離資訊，並且提供此資訊作為該拍攝場景的距離資訊，以便作進一步的處理。所以，該拍攝場景的距離資訊會被當作該等四個積分區間中的平均值。該接收群 6 會使用一被標記為「讀出」的時間來處理該等經接收的反射。

根據本發明此實施例的飛行時間相機 1 的 EMC 測量的最終頻譜的尖峰能量會更均勻地被提供在該頻率範圍的至少一部分之中。

圖 6 所示的係根據本發明的一 TOF 相機或是測距系統

的另一實施例。該測距系統包括一光源 49，用以將週期性光 51 發射至一拍攝場景 55 之上，較佳的係，其會被聚焦在一感興趣的區域之上，光會於該處被反射。該測距系統進一步包括至少一像素 31，用以接收被反射的光。為讓光源 49 發出經過調變的光，圖 6 中提供一訊號產生器 43。該訊號產生器 43 會在節點 48 之上產生一第一展頻干擾時脈訊號或調變訊號，該訊號較佳的係會在一預設的平均頻率處(舉例來說，在約 10MHz 處)永久振盪。此訊號產生器 43 還會產生雷同的第二至第五展頻干擾時脈訊號(舉例來說，衍生自單一展頻訊號產生器 43)，它們會被傳送至節點 44、45、46、47 之上，以該干擾週期為基準，該等訊號相對於節點 48 之上的第一時脈訊號分別有 0°、180°、90°、以及 270°的相位。熟習本技術的人士可能還會考慮在該操作技術中利用其它或是更多個時脈相位，更多個時脈相位會以較長的測量時間來換取更佳的測量精確性。該干擾頻率係在該基礎頻率的+/-5%區間裡面，較佳的係，在該基礎頻率的+/-5%或是+/-1.5%區間裡面，或者係在該調變的基礎頻率的+/-0.1%區間裡面。舉例來說，該週期性干擾可能具有正弦或三角形波形。

該訊號產生器 43 可能還會產生一針對一調變訊號變更構件所決定的控制訊號 41，用以改變該調變訊號；舉例來說，其會產生一針對一選擇器 58 所決定的控制訊號 41，用以在第二至第五展頻干擾時脈訊號之間作選擇，也就是，用以在該時脈訊號的不同相位之間作選擇。選擇器 58 會在

此等四個相位之間依序進行切換，用以將一偵測器與混合器級200的一混合器29的輸入節點42依序連接至節點44、45、46、47之上的該等第二至第五時脈訊號。選擇器58會在每一個此等位置處於一段弛豫週期(relaxation period)之中保持連接，舉例來說，約1ms。

另一控制訊號可能會被產生用以在該脈衝序列之中決定開始測量以及停止測量的位置。或者，該系統會確認在每一個積分時間中皆使用確實相同數量的干擾訊號週期。測量會在該干擾訊號之相同的時刻(相位)處開始，因為只要該測量超過整數個半週期，頻譜內容便不會受到影響。

緩衝器50會驅動該光源49，該光源會將它的光51發射至該拍攝場景55，較佳的係，該光會被聚焦在感興趣的區域之上。此光中的一部分會被反射，從而會產生反射光52。此反射光52接著會抵達一光學聚焦系統，例如，一透鏡56，此反射光52會經由該透鏡被成像或是被聚焦在像素31裡面的一偵測器28之上，其中，該入射部分會被稱為被反射的已調變光(Modulated Light，ML)27。

間接光53與直接光54兩者皆源自並非預期用於TOF測量的次要光源30，間接光53與直接光54同樣會存在於該拍攝場景55之中，照射在該光學聚焦系統56之上並且從而被聚焦在該偵測器28之上。此光中進入偵測器28的部分會被稱為背景光(Background Light，BL)26。產生BL的光源30包含白熾燈泡、TL燈泡、陽光、日光、或是出現在該拍攝場景之中而並非由光源49發出用於進行TOF測量

的任何其它光。本發明的一目的便係在有源自 BL 26 之訊號出現的情況下仍可達到合法 TOF 測量的目的。

ML 27 以及 BL 26 會照射在光偵測器 28 之上，並且分別產生一 ML 電流以及一 BL 電流，兩者係響應於照射 BL 26 以及 ML 27 而由光誘發的電流。偵測器 28 會輸出此等電流給一接續的混合構件，舉例來說，混合器 29，用以混合響應於照射 BL 26 以及 ML 27 而產生的電流以及輸入節點 42 之上的相位偏移時脈訊號。如先前所提及，此 BL 26 可能會誘發一 BL 電流，其大小會高於由被接收用於 TOF 測量的 ML 27 所誘發之 ML 電流的 6 倍。

偵測器 28 以及混合器 29 會形成偵測器與混合器級 200，並且亦可被施行成單一裝置，舉例來說，如 EP1513202A1 之中所述，其中，該等光生成的電荷會被混合，從而立刻產生該混合乘積電流。

該偵測器與混合器級 200 會產生由響應於照射 BL 26 以及 ML 27 而產生的電流以及相位偏移時脈訊號的混合乘積，而且此等訊號會在節點 38 之上藉由一積分器而被積分，舉例來說，利用一電容器 25 所施行的積分器，該電容器較佳的係會保持很小，舉例來說，周圍電晶體的寄生電容。於積分期間，會對該積分器節點 38 之上的混合器輸出訊號實施自動重置。

舉例來說，這可以由一比較器 33 來施行，其會觸發一重置切換器，舉例來說，重置電晶體 32，俾使得當節點 38 之上的混合器輸出訊號在抵達一基準數值 Vref 時會被自動

重置，因而會避免飽和。

於圖中並未顯示的替代實施例中，該積分器節點38之上的混合器輸出訊號的自動重置可以數種其它方式來施行。其中一種便係觸發一電荷泵(而非該重置切換器 32)，用以將固定數額的電荷加入電容器25之中，從而以比較大的複雜性來換取較佳的雜訊效能。

用以形成該混合器輸出訊號的該等混合乘積可以同步於該調變訊號變更構件(於圖中所示的範例中為選擇器 58)的連續形式在積分器節點 38 處取得。在輸出驅動器 24(舉例來說，緩衝器)處會提供一實質上由一加上目前放大倍數所組成的電壓增益，俾便在輸出節點23處提供一更強的輸出訊號。

本發明的範疇裡包含各式各樣的修正，例如，施加一不連續的干擾調變至該等光脈衝。進一步言之，該系統可被調適成用以動態提高或降低該干擾頻率。進一步言之，當該等光脈衝的功率較低時，干擾頻率可能會被降低。

【圖式簡單說明】

本發明的較佳實施例會被圖解在隨附的圖式之中。此等實施例僅為示範性，也就是，它們並沒有要限制隨附申請專利範圍的內容與範疇的用意。

圖 1 所示的係一飛行時間相機的 EMC 測量結果。

圖 2 所示的係根據本發明一實施例的一調變訊號以及一低頻干擾訊號的時間關係圖。

圖 3 所示的係根據本發明一實施例的調變訊號的時間

關係圖。

圖 4 所示的係根據本發明一實施例的一飛行時間相機的略圖。

圖 5 所示的係根據本發明一實施例之用於一飛行時間相機的時序模組的略圖。

圖 6 概略地顯示根據本發明一實施例的一 TOF 相機的施行方式。

【主要元件符號說明】

1 飛行時間相機(TOF 相機)

2 光源

3 調變單元

4 調變時脈/公正時脈

5 干擾時脈

6 接收群

7 接收器單元

8 估算單元

9 計算單元

20 時序模組

22 系統時脈

23 輸出節點

24 展頻方塊/輸出驅動器

25 電容器

26 混合訊號與照射生成方塊/背景光(BL)

27 已調變光(ML)

28 時序方塊/(光)偵測器

29 混合器

30 次要光源

31 像素

32 重置電晶體/重置切換器

33 比較器

38 節點

41 控制訊號

42 輸入節點

43 訊號產生器/單一展頻訊號產生器

44 節點

45 節點

46 節點

47 節點

48 節點

49 光源

50 緩衝器

51 週期性光

52 反射光

53 間接光

54 直接光

55 拍攝場景

56 光學聚焦系統/透鏡

58 選擇器

200 偵測器與混合器級

七、申請專利範圍：

1.一種利用一飛行時間感測器或是飛行時間相機(1)來提供一拍攝場景之距離資訊的方法，其包括下面步驟：

根據一以一時脈時序為基礎的調變訊號朝該拍攝場景發射一週期性光訊號，該時脈時序具有一會被一具有一干擾頻率與週期的週期性干擾展開的基礎頻率；

從該拍攝場景處接收該週期性光訊號的多個反射；

根據該調變訊號於一組複數個測量時間持續長度中估算該週期性光訊號之經接收的反射的飛行時間資訊；以及

從該等經接收的反射的飛行時間資訊中推知距離資訊，其中該組中的每一個測量時間持續長度皆係該干擾週期的整數倍數或是半整數倍數，而且在該組的測量時間持續長度中，平均基礎頻率會保持恆定。

2.如申請專利範圍第1項的方法，其中該週期性光訊號係一脈衝式訊號或正弦訊號。

3.如申請專利範圍第1項的方法，其中於該組中的一個測量時間持續長度中所取得的調變訊號會和於該組中的任何其它測量時間持續長度中所取得的調變訊號有相同的頻譜內容。

4.如申請專利範圍第1項的方法，其中該干擾頻率係在該調變訊號的基礎頻率的+/-5%區間裡面，較佳的係，在該調變訊號的基礎頻率的+/-1.5%區間裡面，或者係在該調變訊號的基礎頻率的+/-0.1%區間裡面。

5.如申請專利範圍第1項的方法，其中用以估算該週期

性光訊號之該等經接收的反射的飛行時間資訊的步驟包括於該組中的每一個該等複數個測量中對該週期性光訊號的該等經接收的反射進行積分，並且結合以上結果。

6.如申請專利範圍第1項的方法，其中該週期性干擾具有正弦或是三角形或是鋸齒狀波形。

7.如申請專利範圍第1項的方法，其中一不連續的干擾調變會被套用。

8.如申請專利範圍第1項的方法，其進一步包括以動態的方式提高或降低該干擾頻率。

9.如申請專利範圍第1項的方法，其進一步包括減少該週期性光訊號的功率並且降低該干擾頻率。

10.一種用以提供一拍攝場景之距離資訊的飛行時間相機(1)，其中該飛行時間相機(1)會實施申請專利範圍第1項的方法。

11.一種用以配合一朝一拍攝場景發射一週期性光訊號的光源來使用的飛行時間感測器，該感測器係用以提供該拍攝場景的距離資訊，該感測器包括：

一調變單元(3)，用於以一具有一基礎頻率的時脈時序為基礎提供一調變訊號給該光源，該基礎頻率會被一具有一干擾頻率與週期的週期性干擾展開；

一接收群(6)，其具有一接收器單元(7)、一估算單元(8)、以及一計算單元(9)，該接收群(6)會被連接至該調變單元用以接收該調變訊號，該估算單元(8)會被調適成用以根據被週期性干擾展開的時脈時序於一組複數個測量時間持

續長度中從來自該拍攝場景的多個經接收的反射中估算飛行時間資訊，該計算單元(9)會被調適成用以從該估算單元(8)所提供的飛行時間資訊中推知距離資訊，其中該組中的每一個測量時間持續長度皆係該干擾週期的整數倍數或是半整數倍數，而且在該組的測量時間持續長度中，平均基礎頻率會保持恆定。

12.如申請專利範圍第11項的飛行時間感測器，其中於該組中的一個測量時間持續長度中所取得的調變訊號會和於該組中的任何其它測量時間持續長度中所取得的調變訊號有相同的頻譜內容。

13.如申請專利範圍第11項的飛行時間感測器，其中該估算單元(8)會被調適成用以針對該接收器單元(7)中的每一個像素個別地估算來自該拍攝場景的多個經接收的反射的飛行時間資訊。

14.如申請專利範圍第13項的飛行時間感測器，其中該計算單元(9)會被調適成用以針對該接收器單元(7)中的每一個像素個別地推知距離資訊。

15.如申請專利範圍第11項的飛行時間感測器，其中該干擾頻率係在該調變的基礎頻率的+/-5%區間裡面，較佳的係，在該調變的基礎頻率的+/-1.5%區間裡面，或者係在該調變的基礎頻率的+/-0.1%區間裡面。

16.如申請專利範圍第11項的飛行時間感測器，其中該估算單元會被調適成用以於該組中的每一個該等複數個測量中對該週期性光訊號的該等經接收的反射進行積分，並

且結合以上結果。

17.如申請專利範圍第11項的飛行時間感測器，其中該週期性干擾具有正弦或是三角形或是鋸齒狀波形。

18.如申請專利範圍第11項的飛行時間感測器，其中該調變單元會被調適成用以供應一不連續的干擾調變。

19.如申請專利範圍第11項的飛行時間感測器，其進一步包括一以動態的方式提高或降低該干擾頻率的構件。

20.如申請專利範圍第11項的飛行時間感測器，其進一步包括一用以減少該週期性光訊號的功率並且降低該干擾頻率的構件。

21.一種用於飛行時間感測器的時序模組，該飛行時間感測器係用於配合一朝一拍攝場景發射一週期性光訊號的光源來使用，該感測器係用以提供一拍攝場景的距離資訊，該時序模組包括：

一調變單元(3)，用於提供一調變訊號給該光源，其具有一具有一基礎頻率的時脈時序，該基礎頻率會被一具有一干擾頻率與週期的週期性干擾展開，

該調變單元會被調適成用以根據被週期性干擾展開的時脈時序於一組複數個測量時間持續長度中提供該調變訊號，

其中該組中的每一個測量時間持續長度皆係該干擾週期的整數倍數或是半整數倍數，而且在該組的測量時間持續長度中，平均基礎頻率會保持恆定。

22.如申請專利範圍第21項的時序模組，其中於該組中

的一個測量時間持續長度中所取得的調變訊號會和於該組中的任何其它測量時間持續長度中所取得的調變訊號有相同的頻譜內容。

23.如申請專利範圍第21項的時序模組，其中該干擾頻率係在該調變的基礎頻率的5%裡面，較佳的係，在該調變的基礎頻率的+/-5%或是+/-1.5%區間裡面，或者係在該調變的基礎頻率的+/-0.1%區間裡面。

24.如申請專利範圍第21項的時序模組，其中該週期性干擾具有正弦或是三角形或是鋸齒狀波形。

25.如申請專利範圍第21項的時序模組，其中該調變單元會被調適成用以供應一不連續的干擾調變。

26.如申請專利範圍第21項的時序模組，其進一步包括一以動態的方式提高或降低該干擾頻率的構件。

27.如申請專利範圍第21項的時序模組，其進一步包括一用以減少該週期性光訊號的功率並且降低該干擾頻率的構件。

八、圖式：

(如次頁)

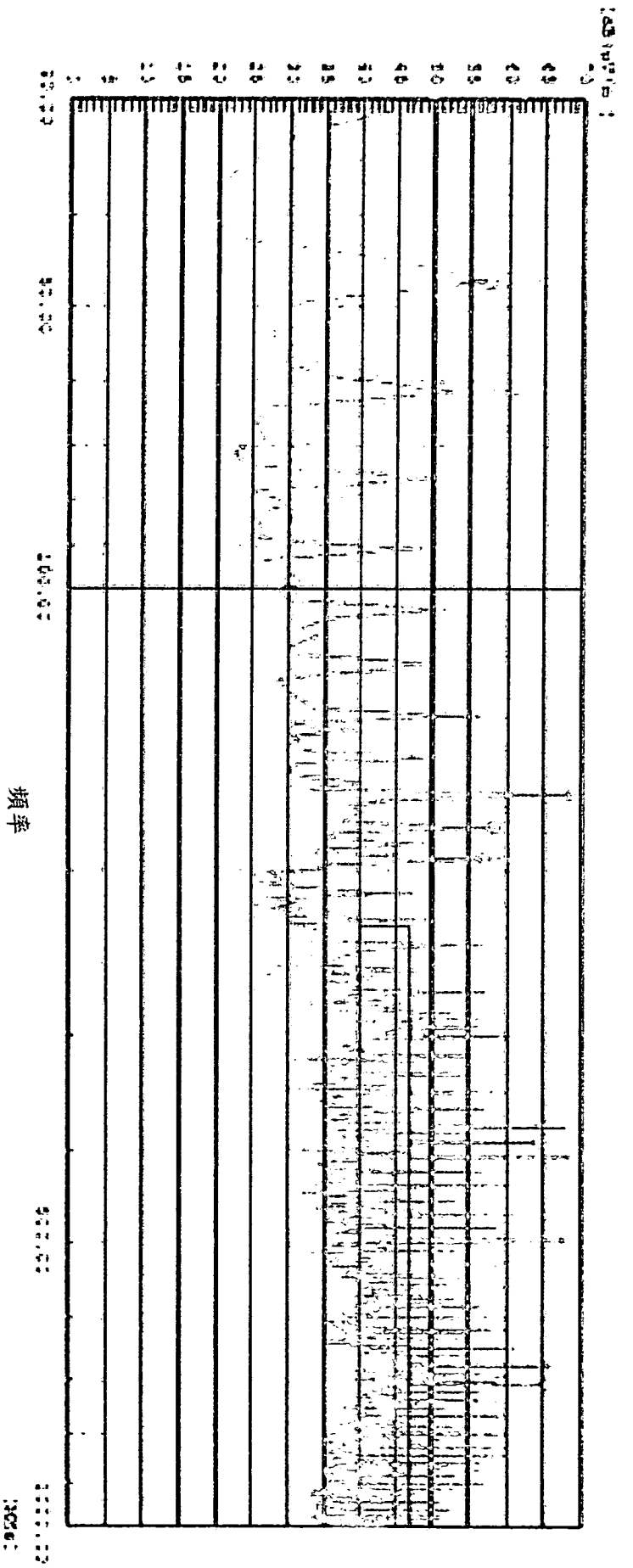


圖1

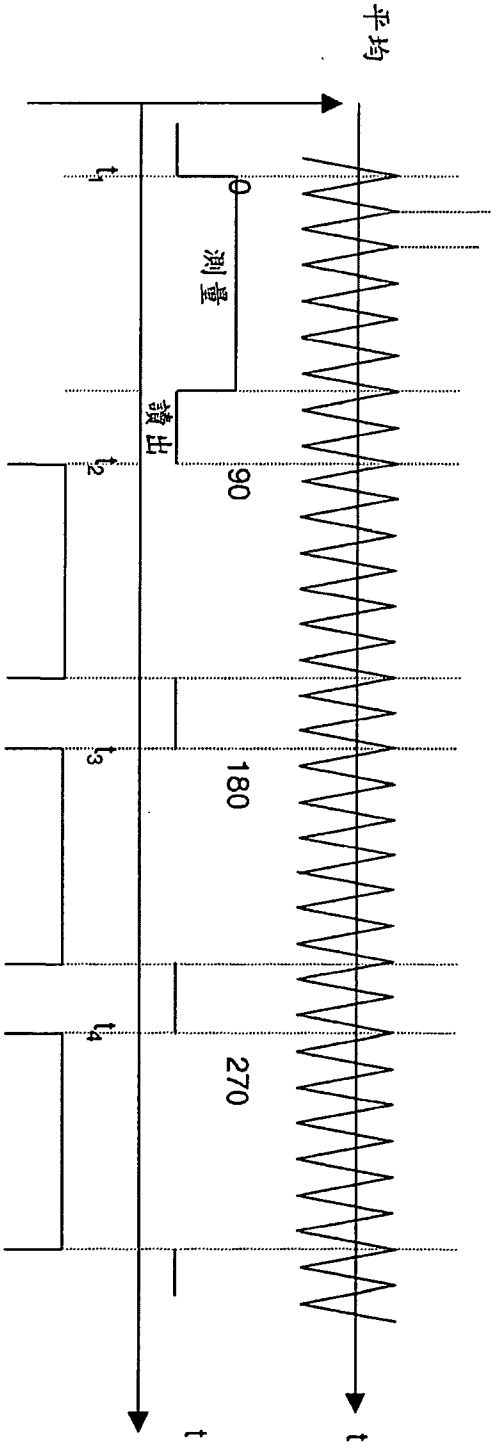


圖2

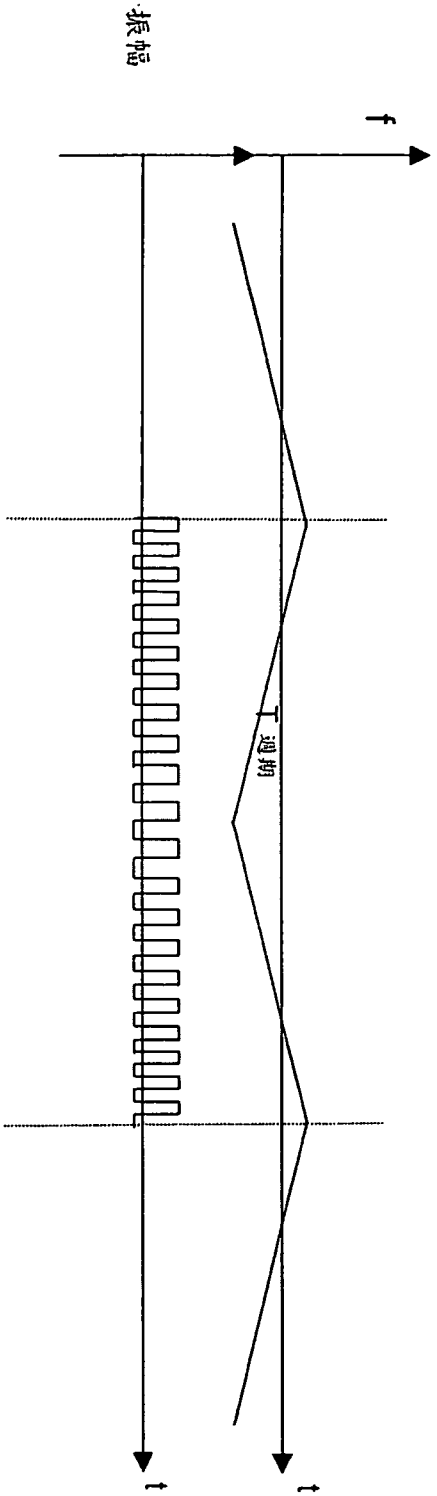


圖3

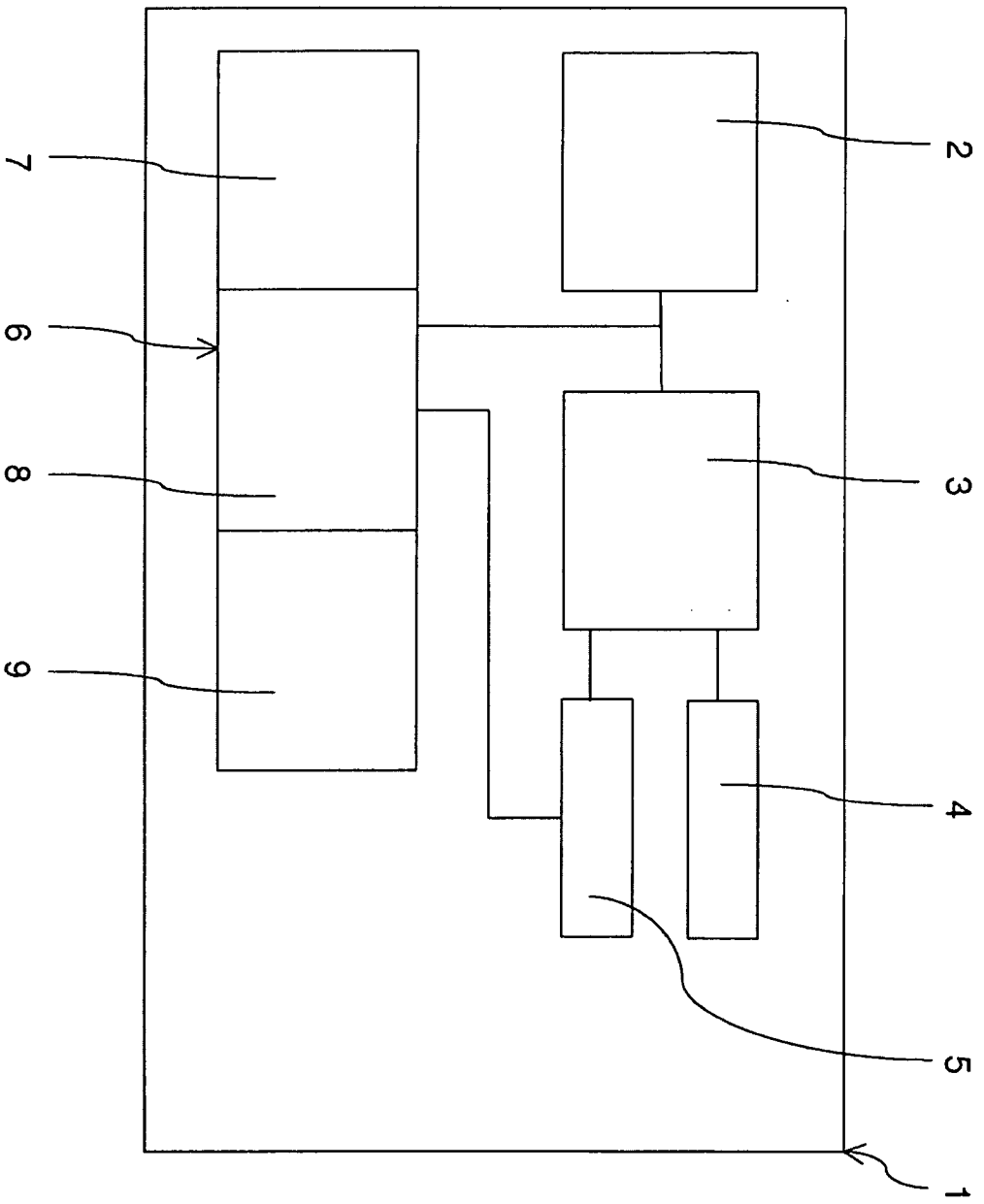


圖4

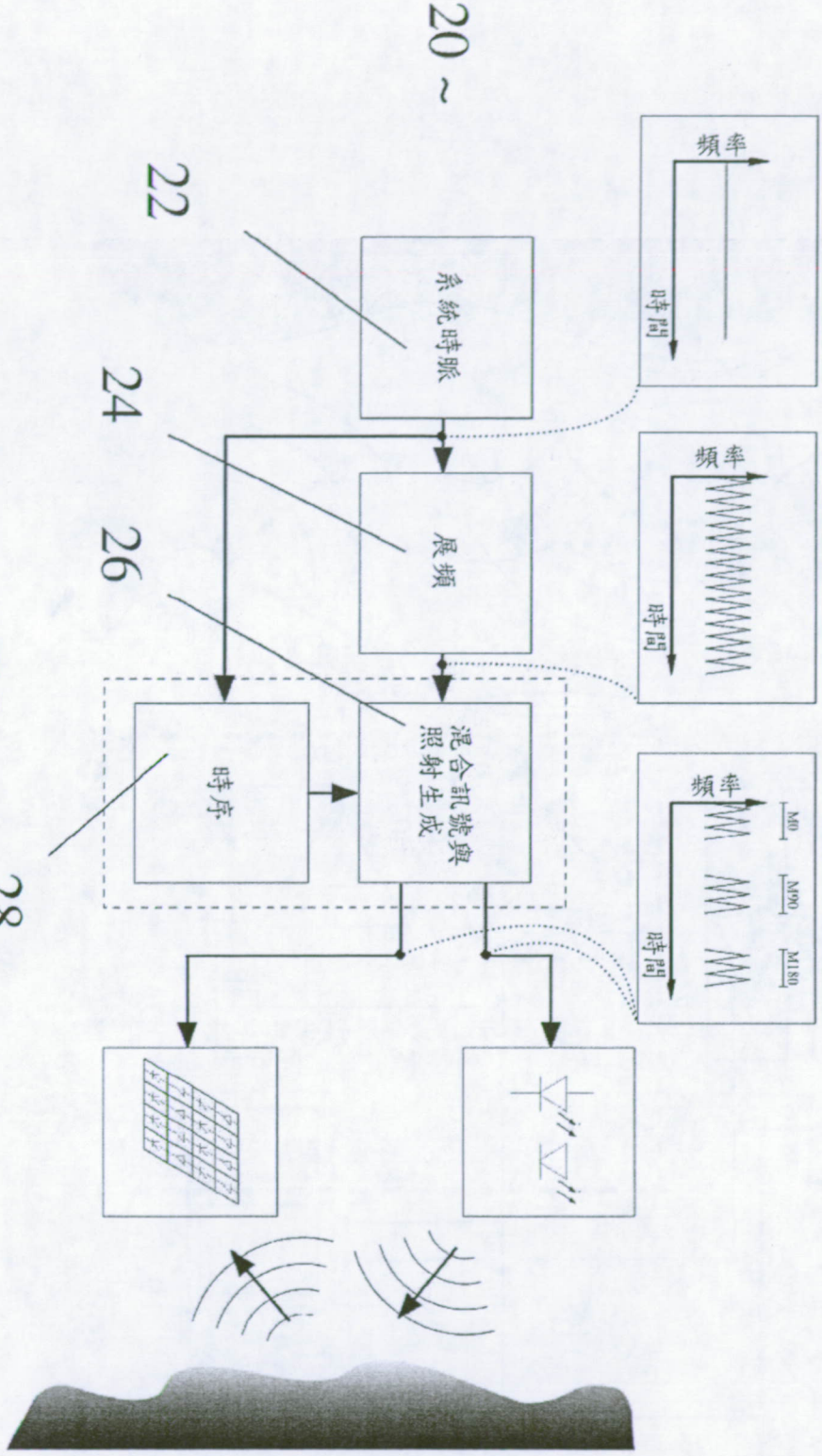
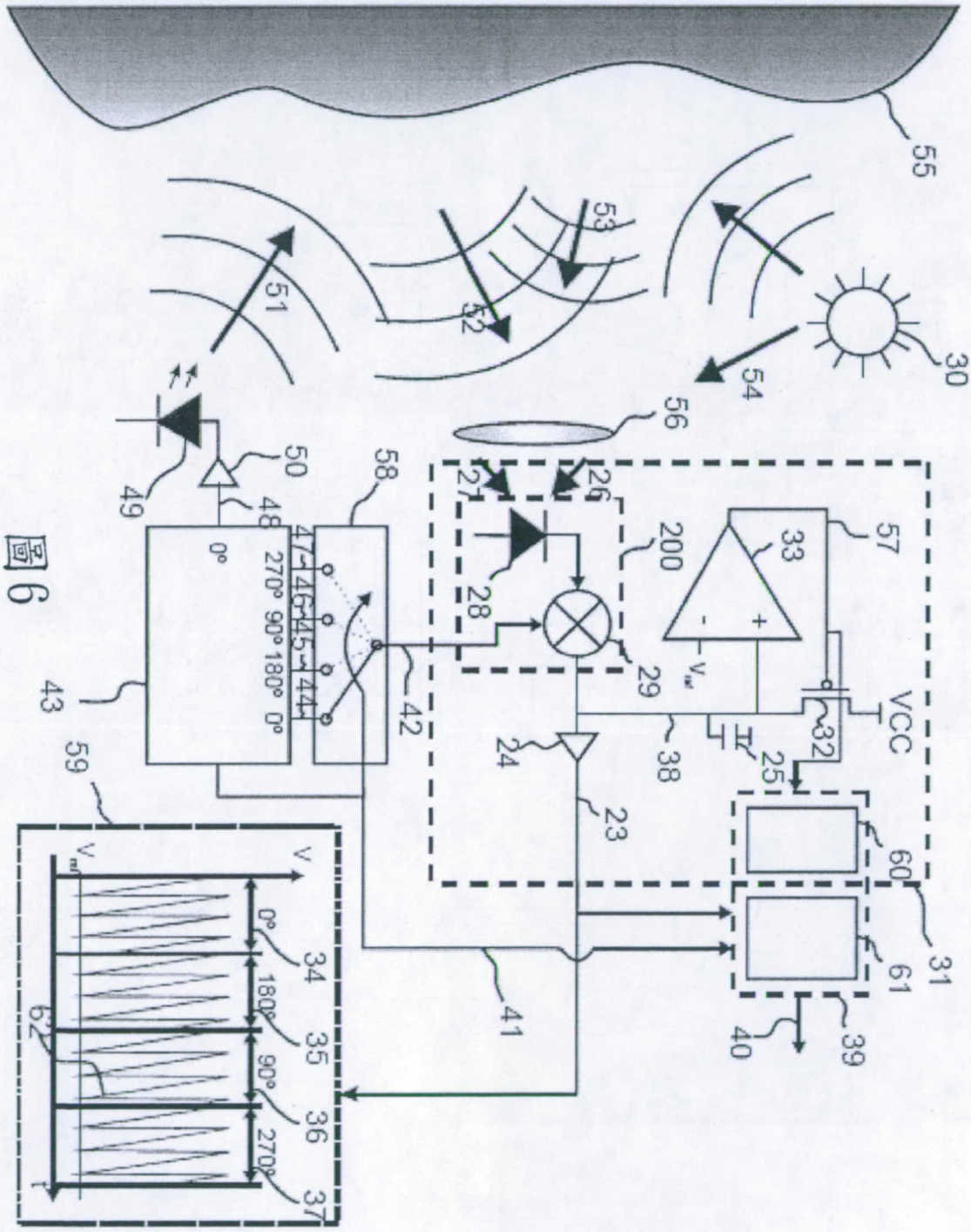


圖5

I534452



55
53
52
51
30
54
56
50
49
48
58
27
26
200
28
29
33
57
VCC
32
25
38
24
23
42
43
59
60
61
31
39
40
41
34
35
36
37
62
0°
180°
90°
270°

圖6