



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201416060 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：102130259

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 23 日

(51)Int. Cl. : **A61B5/0476 (2006.01)**

**A61B5/048 (2006.01)**

**G06F3/01 (2006.01)**

(30)優先權：2012/08/25 美國

61/693,269

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：邵家健 ZAO, JOHN KAR-KIN (CA)；黃乙白 HUANG, YIPAI (TW)；鍾子平 JUNG, TZYY PING (TW)；林芳正 LIN, FANG CHENG (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：9 共 51 頁

(54)名稱

使用難以察覺的多色彩閃爍光線以引發視覺誘發電位的刺激產生方法、裝置以及控制系統  
STIMULI GENERATING METHODS, DEVICES AND CONTROL SYSTEMS TO INDUCE VISUAL  
EVOKED POTENTIALS USING IMPERCEPTIBLE FLICKERING MULTI-COLOR LIGHTS

(57)摘要

本發明揭示使用難以察覺的多色彩閃爍光線以引發人類觀看者視覺誘發電位的視覺或光線刺激產生方法、裝置以及其控制系統，而不會導致觀看者不適或將嵌入影像失真。控制系統包括刺激產生裝置以及腦電波感測裝置。刺激產生裝置包括第一光源以及第二光源。第一光源及第二光源分別產生具備第一波長的閃爍光線以及具備不同於第一波長之一或多個波長的另一閃爍光線。這些光源產生高於其臨界閃爍融合頻率閾值的視覺/光線刺激閃爍。腦電波感測裝置的至少一電極配置於觀看者，用以接收並分析他/她的腦電波信號，以偵測及判斷所述刺激的回應。

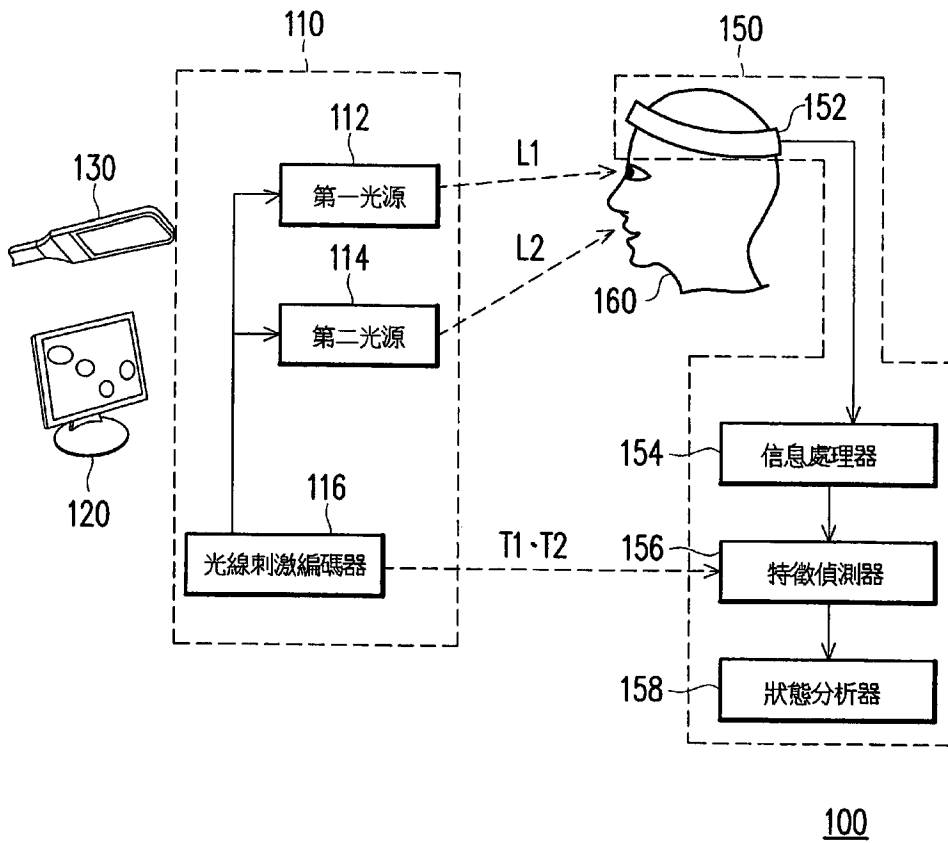


圖 1

- 100：用於視覺誘發反應的控制系統
- 110：刺激產生裝置
- 112：第一光源
- 114：第二光源
- 116：光線刺激編碼器
- 120：顯示設備
- 130：照明設備
- 150：腦電波感測裝置
- 152：腦電波感應器
- 154：信號處理器
- 156：特徵偵測器
- 158：狀態分析器
- 160：觀看者
- L1：光線
- L2：光線
- T1：時脈信號
- T2：時脈信號



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201416060 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：102130259

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 23 日

(51)Int. Cl. : *A61B5/0476 (2006.01)*

*A61B5/048 (2006.01)*

*G06F3/01 (2006.01)*

(30)優先權：2012/08/25 美國

61/693,269

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：邵家健 ZAO, JOHN KAR-KIN (CA)；黃乙白 HUANG, YIPAI (TW)；鍾子平 JUNG, TZYY PING (TW)；林芳正 LIN, FANG CHENG (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：9 共 51 頁

(54)名稱

使用難以察覺的多色彩閃爍光線以引發視覺誘發電位的刺激產生方法、裝置以及控制系統  
STIMULI GENERATING METHODS, DEVICES AND CONTROL SYSTEMS TO INDUCE VISUAL  
EVOKED POTENTIALS USING IMPERCEPTIBLE FLICKERING MULTI-COLOR LIGHTS

(57)摘要

本發明揭示使用難以察覺的多色彩閃爍光線以引發人類觀看者視覺誘發電位的視覺或光線刺激產生方法、裝置以及其控制系統，而不會導致觀看者不適或將嵌入影像失真。控制系統包括刺激產生裝置以及腦電波感測裝置。刺激產生裝置包括第一光源以及第二光源。第一光源及第二光源分別產生具備第一波長的閃爍光線以及具備不同於第一波長之一或多個波長的另一閃爍光線。這些光源產生高於其臨界閃爍融合頻率閾值的視覺/光線刺激閃爍。腦電波感測裝置的至少一電極配置於觀看者，用以接收並分析他/她的腦電波信號，以偵測及判斷所述刺激的回應。

## 發明摘要

※ 申請案號：102130259

※ 申請日：102. 8. 23

※IPC 分類： A61B 5/0476 (2006.1)  
A61B 5/048 (2006.1)  
G06F 3/01 (2006.1)

### 【發明名稱】

使用難以察覺的多色彩閃爍光線以引發視覺誘發電位的刺激產生方法、裝置以及控制系統

STIMULI GENERATING METHODS, DEVICES AND CONTROL SYSTEMS TO INDUCE VISUAL EVOKED POTENTIALS USING IMPERCEPTIBLE FLICKERING MULTI-COLOR LIGHTS

### 【中文】

本發明揭示使用難以察覺的多色彩閃爍光線以引發人類觀看者視覺誘發電位的視覺或光線刺激產生方法、裝置以及其控制系統，而不會導致觀看者不適或將嵌入影像失真。控制系統包括刺激產生裝置以及腦電波感測裝置。刺激產生裝置包括第一光源以及第二光源。第一光源及第二光源分別產生具備第一波長的閃爍光線以及具備不同於第一波長之一或多個波長的另一閃爍光線。這些光源產生高於其臨界閃爍融合頻率閾值的視覺/光線刺激閃爍。腦電波感測裝置的至少一電極配置於觀看者，用以接收並分析他/她的腦電波信號，以偵測及判斷所述刺激的回應。

### 【英文】

Visual or photic stimuli generating methods, devices and control

systems for inducing steady-state visual evoked potential (SSVEP) from human viewers without causing discomfort to the viewers or distorting the embedding images are disclosed. The control system includes a stimuli-generating device and an electroencephalography (EEG) sensing device. The stimuli-generating device includes a first and a second light source. The first light source generates a flickering light with a first wavelength while a second light source generates another flickering light with one or more wavelength(s) differ from that of the first one. Together, the light sources generate visual/photic stimuli flickering above their critical flicker fusion threshold while maintaining the colorfulness and hue of the embedding images. At least one electrode of the EEG sensing device is connected to each viewer, configured to receive and analyze his/her EEG signals in order to detect and determine his/her responses to the stimuli.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：圖 1。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

100：用於視覺誘發反應的控制系統

110：刺激產生裝置

112：第一光源

114：第二光源

116：光線刺激編碼器

120：顯示設備

130：照明設備

systems for inducing steady-state visual evoked potential (SSVEP) from human viewers without causing discomfort to the viewers or distorting the embedding images are disclosed. The control system includes a stimuli-generating device and an electroencephalography (EEG) sensing device. The stimuli-generating device includes a first and a second light source. The first light source generates a flickering light with a first wavelength while a second light source generates another flickering light with one or more wavelength(s) differ from that of the first one. Together, the light sources generate visual/photic stimuli flickering above their critical flicker fusion threshold while maintaining the colorfulness and hue of the embedding images. At least one electrode of the EEG sensing device is connected to each viewer, configured to receive and analyze his/her EEG signals in order to detect and determine his/her responses to the stimuli.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：圖 1。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

100：用於視覺誘發反應的控制系統

110：刺激產生裝置

112：第一光源

114：第二光源

116：光線刺激編碼器

120：顯示設備

130：照明設備

150：腦電波感測裝置

152：腦電波感應器

154：信號處理器

156：特徵偵測器

158：狀態分析器

160：觀看者

L1、L2：光線

T1、T2：時脈信號

【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】

使用難以察覺的多色彩閃爍光線以引發視覺誘發電位的刺激產生方法、裝置以及控制系統

STIMULI GENERATING METHODS, DEVICES AND CONTROL SYSTEMS TO INDUCE VISUAL EVOKED POTENTIALS USING IMPERCEPTIBLE FLICKERING MULTI-COLOR LIGHTS

## 【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種視覺誘發反應的控制技術以及刺激產生技術，且特別是有關於一種使用難以察覺閃爍的光線以引誘人類產生視覺誘發電位的刺激產生方法、裝置以及控制系統。

## 【先前技術】

【0002】 近年來，隨著醫學工程的進步，以穩態視覺誘發電位 (Steady State Visual Evoked Potential; SSVEP) 反應為基礎的腦機介面 (Brain Computer Interface; BCI) 正在廣泛應用中。『穩態視覺誘發電位』是利用固定頻率且持續閃爍的閃光信號來刺激觀看者腦部的視覺神經，讓觀看者腦部誘發出相對應閃光信號之頻率的腦波信號。所產生的腦波信號稱為是穩態視覺誘發電位，也可稱為是視覺誘發反應 (visual evoked response)。以目前技術而言，穩態視覺誘發電位相較於其他類型的視覺誘發電位 (VEP) 更



為可靠，並且其資訊傳輸率（Information Transfer Rate；ITR）較高。因此，穩態視覺誘發電位技術為腦機介面中具有相當發展潛力之技術，且可應用於殘障輔具（包括驅動輪椅、撥打手機）等方面。

【0003】然而，在此種技術中，用來誘發腦波信號的閃光信號通常利用單一波長及較低頻率（例如，低於 15Hz）的閃光光源作為觀看者腦部的刺激源。其理由在於，閃光光源的頻率與穩態視覺誘發電位的信號強度為反比關係。也就是說，當閃光光源的頻率越低，則穩態視覺誘發電位的信號強度越強，也越容易被偵測到。然而，當閃光光源的頻率越低時，觀看者可能會因為光源閃爍而容易引起造成視覺疲勞、不適感，嚴重的話甚至引起可能引發偏頭痛與癲癇發作。因此，若需要將此種技術拓展至一般民眾日常生活化的應用層面時，因為上述的理由將難以被市場接受。

【0004】再者，誘發腦波信號的閃光信號大多選擇以單一色彩的簡單圖樣作為觀看的視覺刺激圖樣，例如棋盤格狀、區塊圖形等圖樣。因此，此種目前技術的圖樣無法與一般觀賞者經常觀看的顯示器影像、畫面相互結合，也因此難以將視覺刺激圖樣與螢幕畫面進行編碼。並且，由於視覺刺激圖樣的閃爍頻率較低，將使得被編碼的畫面失真，因而需要額外的數位影像處理技術進行修正。

**【發明內容】**

**【0005】** 本發明提供一種使用難以察覺閃爍的多色彩光線以改變個人大腦狀態和/或引發個人神經皮層之可量測反應的刺激產生方法、裝置以及控制系統，其之刺激光源（例如是第一光源）由一或多個色光所組成，每個色光具備不同的輻射頻譜（distinct radiation spectrum）、特定閃爍頻率、震幅、相位、空間輝度（luminance）/亮度（brightness）分布以及時間波形，此刺激光源結合補償光源（例如是第二光源）以作為是接收所述光線之人類觀看者在開啓眼睛而提供的視覺刺激或是閉起眼睛的光學刺激。補償光源也是由一或多個色光組成，每個色光具備不同的輻射頻譜、特定或隨機的閃爍頻率、振幅、相位、空間輝度/亮度分布以及時間波形。在此刺激程序中，刺激光線以及補償光線（在此將其統稱為難以察覺的刺激）之結合的頻率會接近或高於人類視覺中複合色光（composite color light）的臨界感知閃爍融合頻率（CFF）。因此，受到所述難以察覺之刺激的觀看者將感受到些微或沒有感受到這些複合光的閃爍（flickering）/閃光（flashing），並且能夠顯著地大幅降低體驗任何不舒服或病理副作用（pathological side effects）的風險，例如偏頭痛或癲癇發作，從而提供安全、舒適以及能夠即時進行腦部狀態的監控和/或變化的腦機互動（brain-computer interfacing；BCI）技術。

**【0006】** 觀看者神經皮層的反應可以使用腦電波（electroencephalography；EEG）來觀察或量測，特別是以視覺誘

發電位（VEP）或穩態視覺誘發電位（SSVEP）、腦磁圖（magnetoencephalography；MEG）、功能性近紅外光譜儀（functional near-infrared spectroscopy；fNIRS）、功能性磁共振成像（functional magnetic resonance imaging；fMRI）或其他神經成像技術（neural imaging techniques）的形式。

【0007】 觀看者腦部狀態的變動（alteration）能清楚表現為神經迴路（neuronal circuit）及神經皮層（neural cortices）的活動層級，還有位於複雜性以及空間連貫性（coherency）以及神經活動（neural activities）的時間同步性（synchronicity）的改變。這些變動可能導致觀看者生理上或心理上條件的改善，例如：焦慮、意志消沉、偏頭痛嚴重程度的減少或是癲癇的停頓。

【0008】 本發明提出一種刺激產生裝置。此刺激產生裝置包括第一（刺激）光源以及第二（補償）光源。第一光源由一或多個色光所組成，每個色光具備特定波長、特定空間亮度分布以及伴隨著特定閃爍頻率的特定時間波長、振幅和/或相位，以作為服務引發所述觀看者腦部狀態的特定神經反應和/或引起特定變化之目的。所述第二光源也是由一或多個色光組成，這些色光具備特定或隨機的閃爍頻率、振幅、相位、空間輝度分布以及時間波形。第一（刺激）光線與第二（補償）光源的結合效果將最大限度地減少觀看者對複合光的閃爍感覺，並且藉由這些光源來保留所述顯示影像的保真度以及鮮豔度。

【0009】 所述第一（刺激）光線的脈衝寬度（pulse width）或工作

週期 (duty cycle) 小於第二 (補償) 光線的脈衝寬度或工作週期。所述第一光線的最高振幅大於第二光線的最高振幅。並且，第一光線與第二光線在每個顯示畫面上的刷新週期 (refresh cycle) 所產生的能量是等於一個適當比率，這個適當比率是藉由所述彩色影像的保真度以及鮮豔度來決定。

【0010】 在本發明的一實施例中，第一 (刺激) 光源和/或第二 (補償) 光源之光線脈衝的波形是利用這些錐形功能 (例如，哈寧 (Hanning) 或布萊克曼窗 (Blackman windows)) 來使其平滑，藉以集中所述光線脈衝的能量於頻率的窄範圍內。

【0011】 在本發明的一實施例中，上述的第一 (刺激) 光線及第二 (補償) 光線在結合後的閃爍頻率會等於或高於人類於複合色光的臨界閃爍融合頻率。特別是，第一 (刺激) 光線閃爍頻率可介於 20Hz 至 65Hz 之間。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述的第一 (刺激) 光源以及第二 (補償) 光源設置於不同的發光位置。

【0013】 在本發明的一實施例中，來自所述第一 (刺激) 光源以及所述第二 (補償) 光源的脈衝是與另一個脈衝相互偏移 (offset) 於一特定時間延遲，或是非同步 (asynchronous) 於可調變時間延遲 (variable time delay)。

【0014】 從另一角度來看，本發明提出一種使用難以察覺閃爍的光線以引誘視覺誘發電位的控制系統。此控制系統包括刺激產生裝置以及腦電波感測裝置。光源產生裝置包括第一 (刺激) 光源

以及第二（補償）光源。第一光源用以產生由一或多個色光所組成，每個色光具備特定波長、特定空間亮度分布以及伴隨著特定閃爍頻率的特定時間波長、振幅和/或相位，以作為服務引發所述觀看者腦部狀態的特定神經反應和/或引起特定變化之目的。第二光源用以產生是由一或多個色光組成，這些色光具備特定或隨機的閃爍頻率、振幅、相位、空間輝度分布以及時間波形。第一（刺激）光線與第二（補償）光源的結合效果將最大限度地減少觀看者對複合光的閃爍感覺，並且藉由這些光源來保留所述顯示影像的保真度、鮮豔度以及一般顯示效果。第一光線以及第二光線之結合的閃爍頻率會等於或高於人類視覺中複合色光的臨界感知閃爍融合頻率（CFF）。所述第一（刺激）光線的脈衝寬度或工作週期小於第二（補償）光線的脈衝寬度或工作週期。所述第一光線的最高振幅大於第二光線的最高振幅。並且，第一光線與第二光線在每個顯示畫面上的刷新週期所產生的能量是等於一個適當比率，這個適當比率是藉由所述彩色影像的保真度以及鮮豔度來決定。

**【0015】** 腦電波感測裝置的至少一電極配置於觀看者的腦部。當觀看者受到第一（刺激）光線以及第二（補償）光線的刺激時，腦電波感測裝置則透過所述電極以接收觀看者腦部的腦電波信號並進行分析。

**【0016】** 在本發明的一實施例中，上述的腦電波感測裝置包括腦電波信號放大器、信號處理器、特徵偵測器以及狀態分析器。腦

電波信號放大器耦接至所述電極。當觀看者受到第一（刺激）光線以及第二（補償）光線之組合的刺激時，腦電波信號放大器透過所述電極以放大觀看者腦部的腦電波信號。信號處理器耦接至所述腦電波信號放大器。信號處理器降低腦電波信號中的雜訊。耦接至所述信號處理器的特徵偵測器依據第一（刺激）光源以及第二（補償）光源的頻率以對腦電波信號進行解碼，以產生解碼信號。耦接至所述特徵偵測器的狀態分析器用以接收並依據所述解碼信號來產生觀看者腦部的分析結果。

**【0017】** 在本發明的一實施例中，上述的刺激產生裝置更包括光線刺激編碼器。光線刺激編碼器耦接至第一（刺激）光源以及第二（補償）光源。光線刺激編碼器用以分別調變第一光線以及第二光線的閃爍頻率、振幅以及脈衝寬度（工作週期），以使第一光線與第二光線在每個顯示畫面上的刷新週期所產生的能量是等於一個適當比率，這個適當比率是藉由所述彩色影像的保真度以及鮮豔度來決定。

**【0018】** 從另一角度來看，本發明提出一種使用難以察覺閃爍的光線以引誘視覺誘發電位的方法，包括下列步驟。產生第一（刺激）光線，所述刺激光線由一或多個色光所組成，每個色光具備特定波長、特定空間亮度分布以及伴隨著特定閃爍頻率的特定時間波長、振幅和/或相位。產生第二（補償）光線，所述補償光線由一或多個色光組成，這些色光具備特定或隨機的閃爍頻率、振幅、相位、空間輝度/亮度分布以及時間波形。所述第一光線的脈

衝寬度或工作週期小於第二光線的脈衝寬度或工作週期。所述第一光線的最高振幅大於第二光線的最高振幅。並且，第一光線與第二光線在每個顯示畫面上的刷新週期所產生的能量是等於一個適當比率，這個適當比率是藉由所述彩色影像的保真度以及鮮豔度來決定。當觀看者受到第一（刺激）光線以及第二（補償）光線之組合的刺激時，透過所述電極以接收觀看者腦部的腦電波信號，並分析所述腦電波信號。

【0019】 在此揭露中描述的刺激產生方法、裝置以及控制系統可以藉由一或多個通用微處理器、數位信號處理器（digital signal processor; DSP）、特殊應用積體電路（application specific integrated circuit; ASIC）、可程式化邏輯陣列（field programmable gate array; FPGA）、可程式化邏輯裝置（programmable logic devices; PLDs）或其他等同的邏輯設備來實現。相應地，在此所使用的名詞『處理器』或『控制器』可以指示為上述結構的任一種或多種，或是可將上述技術進行實現之其他適合的結構。

【0020】 本發明實施例所述的控制系統可以更包括影像傳輸技術以達到觀看者領域的應用，例如視覺追蹤、視覺操作、腦部醫療測試、工業安全、人機互動介面以及其他應用。

【0021】 基於上述本發明實施例所述使用難以察覺閃爍的多色彩視覺/光線刺激的控制系統、裝置以及方法，是藉由刺激光線以及補償光線的結合來使觀看者引發以產生可量測反應和/或改變其之狀態。刺激光線以及補償光線的結合能夠藉由多種類的顯示設備

以及照明系統來產生。藉此，這些難以察覺的刺激能夠嵌入到照明光線、靜態影像、移動畫面中。

**【0022】** 皆是利用兩種或兩種以上不同波長、其閃爍頻率的刺激光線的組合來讓觀看者腦部產生視覺誘發反應。上述的刺激光線在經過本發明實施例中各種頻率、能量的調變之後，便可以輕易地編碼至顯示器影像、畫面以及照明光線，使得此刺激光線可以隱藏於各種顯示裝置、照明系統中，並且讓觀看者能夠產生具備高信噪比（Signal-to-Noise Ratio；SNR）的視覺誘發反應。同時，這些光線的頻率與組合會接近或高於人類臨界感知閃爍融合頻率，因此大幅降低引起觀看者的不舒服反應的風險，從而提供安全、舒適以及能夠即時、準確地偵測腦電波的腦機互動技術。本發明實施例所述的控制系統還可以與影像傳輸技術相結合，藉以應用於觀看者的視覺追蹤、視覺操控、腦部醫療檢測、工業安全、人機介面互動等領域。

**【0023】** 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

### **【圖式簡單說明】**

#### **【0024】**

圖 1 是符合本發明實施例之用於視覺誘發反應的控制系統 100 的示意圖。

圖 2 為一般顯示器裝置所發出的紅/綠/藍光源的波形示意圖。



圖 3A、圖 3B 分別為依據本發明實施例所述之刺激產生裝置 110 所發出的第一光線 L1、第二光線 L2 與第三光源 L3 的波形示意圖。

圖 3C 為依據本發明實施例以餘弦波形進行調變的第一光線 L1、第二光線 L2 與第三光源 L3 的波形示意圖。

圖 4 為符合本發明實施例之圖樣的示意圖。

圖 5 為符合本發實施例之顯示器的示意圖。

圖 6A 至圖 6C 為符合本發明實施例以對刺激光線進行編碼的示意圖。

圖 7A、圖 7B 是符合本發明實施例之中央區域與環狀區域光線投射實驗的示意圖。

圖 8 為圖 7A、圖 7B 之刺激光線的頻率與觀看者所產生的 SSVEP 信號的信噪比的關係圖。

圖 9 為符合本發明實施例之使用難以察覺閃爍的光線以引誘視覺誘發電位的方法的流程圖。

### **【實施方式】**

**【0025】** 為了建構出難以察覺其閃爍 (Imperceptibly-Flickering) 之刺激光線以引誘穩態視覺誘發電位 (SSVEP) 的誘發系統 (stimulation system)、方法以及刺激產生裝置，本發明實施例利用兩種或兩種以上不同波長的光線進行編碼，適度調整光線的頻譜以及能量 (也就是光線亮度) 的分布，讓這兩種以上波長的光

線的組合能夠隱藏於顯示器視訊、畫面或是照明光線中，並能輕易地讓 SSVEP 誘發系統察覺腦電波信號的產生。特別是，本發明實施例所產生的刺激光線是由兩種或兩種以上不同波長的光線所組合，此光線的組合可讓觀看者難以或者沒有察覺到光線閃爍，並且刺激光線在嵌入到影像畫面時，也不會讓影像畫面產生失真或扭曲。此外，本發明實施例所述的刺激產生裝置（也稱為，光線產生裝置）更可藉由空間頻率調變以及各個波長光線之間的相位調變，來增加腦電波信號的察覺效率，並同時降低人眼的對光源閃爍的不適感。另一方面，當刺激光線的能量較高並照射到閉上眼睛的觀看者時，便會由於刺激光線的穿透效應而可能會直接刺激觀看者的大腦，因此觀看者腦部也會隨之產生 SSVEP 反應。以下提出實際舉例以供應用本發明實施例者做為參考，並詳細說明本案實施例的各個技術細節。然而，本發明實施例的精神並不僅受限於下述實際案的揭示，而是可透過應用本發明實施例者進行適當的技術調整與延伸。

**【0026】** 圖 1 是符合本發明實施例之用於視覺誘發反應的控制系統 100 的示意圖。控制系統 100 包括刺激產生裝置 110 以及腦電波感測裝置 150。光源產生裝置 110 包括第一光源 112 以及第二光源 114。第一光源 112 用以產生具備第一波長的第一光線 L1。第二光源 114 用以產生具備第二波長的第二光線 L2，此第二波長不同於第一波長。於本實施例中，第二光源 114 所產生的第二光線 L2 也可以是許多不同於第一波長的光線的結合，也就是說，第二

光源 114 也可以是複合式 (composite) 光源。這些光源的結合效果應可以維持這些光源的色彩亮度以及被這些光線所嵌入之影像的色調。第一光線 L1 與第二光線 L2 的波長範圍皆落入人眼的可視範圍中，並且第一波長與第二波長的數值並不相同。也就是說，第一光線 L1 所顯示的顏色不同於第二光線所顯示的顏色。於本實施例中，本發明實施例所述的光源產生裝置 110 也可以具備兩個以上的光源，藉以產生兩種或兩種以上不同波長的光源 112、114。在此將第一光線 L1 以及第二光線 L2 統稱為刺激光線信號。

【0027】於本發明的較佳實施例中，作為紅/綠/藍光源的發光二極體 (LED) 可以產生十分貼近於原本光線波長的輻射頻譜，因此較為適切地作為本發明實施例的光源 112、114。於其他實施例中，刺激產生裝置 110 可以是以發光二極體 (Light-Emitting Diode; LED)、有機發光二極體 (Organic Light-Emitting Diode)、量子點發光二極體 (quantum dot light-emitting device; QD-LED) 或相似技術作為背光模組的顯示設備 120，也可以是利用上述技術所製造的照明設備 130。

【0028】換句話說，本發明實施例的光學產生裝置 110 可以依照應用特性來區分為兩個種類。第一種類的光學產生裝置 110 可以是非用來顯示影像或是具備低解析度的指示、照明或顯示光源系統。透過間接照明或發光源直接點亮光線，以將光源中蘊藏的刺激光線信號讓觀看者的視覺受到刺激而產生 SSVEP。第二種類的光學產生裝置 110 則可以用於顯示高階析度視訊及顯示器畫面

的顯示設備，例如是液晶顯示器（LCD）、有機發光二極體顯示器（OLED Display）、電漿式顯示器（Plasma Display）、微機電顯示系統（MEMS Display）、可穿戴式視覺顯示器（wearable visual Display）…等。可穿戴式視覺顯示器可以例如是谷歌眼鏡（Google Glasses）或是手錶型顯示裝置。若是以液晶顯示器做為光學產生裝置 110 的舉例，液晶顯示器的面板可採用發光二極體背光的局部控制背光源（Regional Controlled Backlight），再搭配液晶顯示器中的液晶（Liquid Crystal）層，本發明實施例便可使用編碼技術來控制光線以刺激觀看者，並提高螢幕色彩飽和度、對比度以及省電的優點。

【0029】 光學產生裝置 110 利用符合本發明實施例所特別調整的振幅、波形以及閃爍頻率來進行刺激光線的閃爍。藉此，這些光線的組合所產生的視覺效果將會使觀看者在面對這些光學產生裝置 110 的光源時難以或是沒有感受到光線閃爍。當這些刺激光線被嵌入到例如是液晶顯示器或是有機發光二極體顯示的影像顯示器時，這些刺激光線的波長、振幅以及脈寬（pulse width）/工作週期將被微調，以致於這些被產生的視覺刺激光線並不會讓原有的彩色影像失真（distort）。這些光源的結合效果應可以維持這些光源的色彩亮度以及被這些光線所嵌入之影像的色調。提供給一或多個觀看者的這些視覺或透光（photic）刺激將不會導致這些觀看者的眼睛發生疲勞，也不會引發觀看者任何病理的副作用，例如偏頭痛（migraine）或是癲癇（seizure）。

【0030】於本實施例中，光學產生裝置 110 更包括光線刺激編碼器 (stimulate encoder) 116。光線刺激編碼器 116 耦接至第一光源 112 以及第二光源 114，用以分別調變第一光線 L1 以及第二光線 L2 的頻率以及振幅，以使第一光線 L1 與第二光線 L2 在每個週期所產生平均能量等於各自的預設能量值。換句話說，本發明實施例的光線刺激編碼器 116 中具備數位編碼器以及類比調變器 (Modulator) 以對光源 112、114 分別下達第一光線 L1 與第二光線 L2 的脈衝寬度調變 (PWM) 信號，此脈衝寬度調變信號可調製第一光線 L1 與第二光線 L2 的振幅、起始時間、脈衝寬度以及波形…等參數，藉以作為用於視覺誘發反應的控制系統 100 的刺激光線信號。於本實施例中，第一光線的工作週期將小於第二光線的工作週期，第一光線 L1 的最高能量振幅將大於第二光線 L2 的最高能量振幅，並且第一光線 L1 與第二光線 L2 在每個週期所產生平均能量等於各自的預設能量值。此處有關於第一光線 L1 以及第二光線 L2 的調變以及詳細說明將於下述實施例中明確描述。

【0031】腦電波感測裝置 150 包括腦電波 (Electroencephalography; EEG) 感應器 152、腦電波信號放大器 (EEG Amplifier)、信號處理器 154、特徵偵測器 (Symbol Detector) 156 以及狀態分析器 (Event Indicator) 158。腦電波感應器 152 是由至少一個電極所構成，用以感應、擷取並記錄觀看者 160 的 SSVEP 信號/SSVEP 反應。在此說明的是，當刺激光線照射到閉上眼睛的觀看者時，便會由於刺激光線的穿透效應而可能會直接刺

激觀看者的大腦，觀看者腦部也會隨之產生 SSVEP 反應。腦電波感應器 152 可以選擇應用在研究工具、臨床實驗以及消費性設備的相應感應器，然而消費性設備所使用的感應器可能因信號品質較差而使得 SSVEP 的可信度較低，應用本實施例者可依照其需求而選擇相應靈敏度的腦電波感應器。腦電波信號放大器可設置於腦電波感應器 152，並且耦接至腦電波感應器 152 上的電極。由於人類腦部的 SSVEP 相較而言還是較為微弱，因此當觀看者 160 受到第一光線以及第二光線的刺激時，還是需要透過腦電波信號放大器來放大觀看者 160 腦部的腦電波信號。

**【0032】** 耦接至腦電波信號放大器的信號處理器 154 用以降低腦電波信號中的雜訊。因腦電波信號訊號的振幅較低，本發明實施例可採用多種訊號分析技術來增強 SSVEP 的 SNR 值，例如，主成分分析（Principal Component Analysis；PCA）、獨立分量分析（Independent Component Analysis；ICA）、典型相關分析（Canonical Correlation Analysis；CCA）…等。應用本實施例者應可利用本領域所熟知的多種訊號分析技術來提高 SSVEP 信號的 SNR 值，增強 SSVEP 的感測特徵，而不僅受限於上述所列的訊號分析技術。

**【0033】** 耦接至信號處理器 154 的特徵偵測器 156 可依據第一光源以及第二光源的頻率或是時脈信號 T1、T2 以對腦電波信號進行解碼，從而產生解碼信號。換句話說，特徵偵測器 156 的主要目的是確保偵測 SSVEP 信號的穩定性，並依據刺激產生裝置 110 所

產生的第一光源以及第二光源的頻率（也就是，時脈信號 T1、T2）來對嵌入編碼的顯示器進行解碼，從而解析出解碼信號。於本實施例中，時脈信號 T1、T2 可以是光線刺激編碼器 116 傳送給光源 112、114 的 PWM 信號。耦接至特徵偵測器 156 的狀態分析器 158 則用以接收解碼信號，並依據此解碼信號來產生觀看者 160 腦部的分析結果。狀態分析器 158 利用解碼後的資訊來判斷觀看者 160 的腦部狀態，並進一步對分類後的腦部狀態作出相對反應。因此，狀態分析器 158 在控制系統 100 與相關應用的聯結上扮演重要角色。

**【0034】** 在說明本發明實施例的控制系統 100 的各個元件及相應功能後，在此說明如何將光源 112、114 所分別產生的第一光線 L1 以及第二光線 L2 進行調變，從而使控制系統 100 的刺激光線信號能夠難以被人眼察覺其閃爍，並可輕易地將刺激光線信號編碼至顯示器影像、畫面以及照明光線中。於本實施例中，為了避免人眼發覺刺激光線信號的閃爍，刺激光線信號（也就是，光線 L1、L2）的頻率便必須要接近或大於人眼視覺中的臨界閃爍融合頻率（Critical Flicker Fusion；CFF）。高頻的刺激光線信號可以讓觀看者 160 在難以察覺閃爍的刺激下，得到高信噪比的 SSVEP 訊號。本實施例將以顯示器中常用的紅/綠/藍光源作為舉例，且應用本實施例者可依照其需求而調整所需的光源波長以調整光源顏色，例如也可採用黃光光源與白光光源作為符合本發明實施例的照明系統，因而並不僅受限於上述光線顏色。在每平方公尺 85 燭光（85

cd/m<sup>2</sup>)、工作週期 (duty cycle) 為 10% 的光源刺激下，紅、綠、藍光的 CFF 頻率分別是 30Hz、50Hz、35Hz。特別說明的是，本發明實施例是利用兩種或兩種以上不同波長的光線的組合來作為刺激光線。經實驗可知，當紅、綠、藍光分別以 20Hz 的頻率作為此種光線的組合時，人類眼睛便會認為這種光線的組合為連續畫面而無法感覺到閃爍，因此本發明實施例的刺激光線所可以採用的最低 CFF 頻率為 20Hz，而刺激光線的最高頻率則並未限制。

【0035】 因此，當使用多種色光進行照明時，則需將各色光的閃爍頻率高於上述 CFF 頻率（也就是 20Hz）閾值，以盡可能地降低人眼視覺上的閃爍感。然而，由於 SSVEP 信號的振幅與刺激光線信號的頻率成反比關係，為了增加 SSVEP 信號的感測強度，因此當刺激光線信號的頻率皆大於 CFF 頻率閾值時，本發明實施例便對第一光線 L1 以及第二光線 L2 的頻率、能量振幅、工作週期等部分進行調變，從而獲得對 SSVEP 信號的較佳感測。於本實施例中，雖然每個獨立的光源所產生的光線頻率皆低於各個光線波長的 CFF 頻率閾值，但是這些兩個或多個光源所產生的光線集合的閃爍頻率則會高於 CFF 頻率閾值，以使觀看者消除其閃爍感覺。例如，當紅/綠/藍三色光源分別產生 20Hz 的紅/綠/藍三色光線，那麼這三個光線之結合頻率將會是 20Hz 的 3 倍而成為 60Hz，如此一來便會高於光線的 CFF 頻率閾值。

【0036】 在此說明如何對第一光線 L1 以及第二光線 L2 的頻率、能量振幅、工作週期進行調變，藉以獲得對 SSVEP 信號的較佳感



測。在此以具備紅/綠/藍光源背光模組的顯示器裝置 120 作為刺激產生裝置 110 的舉例，並且第一光線 L1 以及第二光線 L2 皆以方波波形作為舉例。圖 2 為一般顯示器裝置所發出的紅/綠/藍光源的波形示意圖，圖 3A、圖 3B 分別為依據本發明實施例所述之刺激產生裝置 110 所發出的第一光線 L1、第二光線 L2 與第三光源 L3 的波形示意圖。在此分別將第一光線 L1、第二光線 L2 與第三光源 L3 分別對應紅光光源、綠光光源以及藍光光源，應用本實施例者可依其實際應用而進行調整。圖 2 及圖 3 中的每個週期標記為 T。於本實施例中，若僅是單純將光線 L1~L3 的頻率提高到高於 CFF 頻率閾值，且並未對光線 L1~L3 的工作週期以及振幅進行調變的話，則可能會因為 SSVEP 信號的振幅與刺激光線信號的頻率成反比關係，而使得 SSVEP 信號難以被感測到。例如，假設圖 2 中每個光線 L1~L3 的頻率仍為 60Hz，且光線 L1~L3 的工作週期為 50%，因此在每個週期 T 中各個光線的致能時間為  $(1/2)T$ 。

【0037】 藉此，於圖 3A 中，為了使光線 L1~L3 的刺激能夠更容易被觀看者所感測並反應在 SSVEP 信號上，本發明實施例的光線刺激編碼器 116 便調變光線 L1~L3 的工作週期、最高能量振幅、頻率甚至是相位關係。如圖 3A 所示，假設每個光線 L1~L3 的頻率仍為 60Hz，將第一光線 L1（紅光）的工作週期調整為 10%，也就是在每個週期 T 中第一光線 L1 的致能時間為  $(1/10)T$ ，以使第一光線 L1 的工作週期（10%）小於光線 L2、L3 的工作週期（50%）。此外，由於人眼具有視覺暫留效應，因此在觀看不會閃爍的光線

信號（例如，影像、畫面）時，觀看者所感覺到的影像是會將光源的亮度（能量）平均分散於各個週期時間當中。因此，為了平衡在每個週期  $T$  中的亮度，第一光線  $L1$  的最高能量振幅會相對於原本的能量振幅來的高。於本實施例中，如果每個週期  $T$  中，第一光線  $L1$ （紅光）所需產生的亮度能量為一個紅光預設能量值的話，則第一光線  $L1$  在圖 3A 的最高能量振幅  $R2$  會由於工作週期的調整而等於是圖 2 中的最高能量振幅  $R1$  的五倍。光線刺激編碼器 116 更可以將第一光線  $L1$  的工作週期與第二、第三光線  $L2$ 、 $L3$  的工作週期在不同時間致能(enable)，如圖 3A 所示。藉此，由於第一光線  $L1$  的工作週期降低且最高能量振幅  $R2$  提升，將會與光線  $L2$ 、 $L3$  的波形形狀完全不同，使得 SSVEP 訊號更容易被感測到。

【0038】請參閱圖 3B，圖 3B 的實施例與圖 3A 相似，其不同之處在於，第一光線  $L1$  的頻率由原本的 60Hz 調整為 30Hz，使得第一光線  $L1$  的工作週期由每個週期致能一次調整為每兩個週期調整一次。也因此，第一光線  $L1$  在工作週期致能時，第一光線  $L1$  的最高能量振幅  $R3$  將會由於紅光預設能量值的關係而使得其數值更大，導致第一光線  $L1$  的的波形形狀與光線  $L2$ 、 $L3$  的波形形狀相差更大。由此可知，嵌入液晶顯示器的背光面板與液晶彩色圖像濾波器中的刺激光線信號可與上述的光線  $L1\sim L3$  相似，透過正常脈衝（光線  $L2$ 、 $L3$ ）與尖銳脈衝（光線  $L1$ ）交錯來嵌入難以察覺其閃爍的視覺刺激。同樣的，這些光線脈衝的振幅和能量的比

值之間的對比度應要最大化，以誘發強烈的 SSVEP 反應。因為液晶面板通常以多樣顏色與亮度來顯示視覺影像，所以嵌入這些彩色圖像中的視覺刺激必須不影響圖像的保真度(hue)。因此，除了要克服人眼對於刺激光線的閃爍感知，刺激光線在嵌入視覺圖像後必須保持視覺圖像的敏銳度、對比度和色相。當前使用的亮度控制的脈衝寬度調變(PWM)信號類似，光線刺激編碼器 116 用較窄刺激脈衝的寬度與較寬正常光脈衝的寬度來調製各個顏色成分的亮度(或平均能量振幅)。

【0039】 圖 3A、圖 3B 是以方波波形來對光線 L1~L3 進行調變，進而讓 SSVEP 訊號在時域 (time domain) 中容易被檢測到。然而為了使 SSVEP 訊號更容易被檢測，本發明實施例也可以利用餘弦波形來對光線 L1~L3 進行調變。光顯產生裝置 110 可採用有限時/空/頻率範圍的平滑波形和輪廓，例如升餘弦 (Raised Cosine) (漢寧 (Hanning)) 波形和圓錐餘弦 (Tapered Cosine) 波形，以取代先前使用的矩形脈衝 (Rectangular Pulses) 波形。換句話說，光源 L1~L3 在工作週期中產生的波形可以是方形波形及餘弦波形其中之一。圖 3C 為依據本發明實施例以餘弦波形進行調變的第一光線 L1、第二光線 L2 與第三光源 L3 的波形示意圖。圖 3C 與圖 3B 相似，其不同處在於，光線刺激編碼器 116 利用餘弦波形對光線 L1~L3 進行調變，使得使 SSVEP 訊號在頻域 (frequency domain) 中更容易被檢測、抑制 SSVEP 在響應諧波的幅度並增加訊號偵測的精準度與穩定度。此外，第一光線 L1 在每個週期的能量平均總

和將會等於各自的預設能量值或是跟此預設能量值具備等比例關係。這些預設能量值以及相關比例參數在本領域技術人員的觀點中將可利用適當次數的實驗便可獲得。

【0040】特別說明的是，圖 3A~3C 中所描述的光線 L1~L3 僅為實現本發明實施例的舉例。應用本實施例者可依照其需求而任意調整光線 L1~L3 的工作週期、最高能量振幅、光線 L1~L3 之間的相位差異。換句話說，光線 L2、L3 的工作週期可以是 50%、60%、80%、100%...等，而光線 L1 的工作週期也可以調整為 10%、20%、50%...等。光線數量也可以不僅限於圖 3A~3C 所述的三種不同光線 L1~L3，只要是利用兩種或兩種以上的光線來進行頻率、振幅、項位...等參數的組合與編碼以實現本案實施例所述的刺激光線信號。因此，本發明實施例所述的第一光線、第二光線及第三光線並不僅受限於上述實施例。

【0041】若是利用照明系統作為刺激產生裝置 110，則刺激產生裝置 110 可發出尖銳的光線脈衝（光線能量）來實現上述技術。難以察覺其閃爍的刺激光線信號可透過增加特定刺激光源的脈衝振幅並同時減少此光源脈衝中的工作頻寬來保持在刺激脈衝中的能量與在正常脈衝中的能量間的適當比例。由於照明系統的感光度與脈衝中的平均能量成正比，而 SSVEP 信號的信噪比與光線脈衝的振幅亦成正比，因此藉由增加在刺激脈衝與正常脈衝中的振幅、能量比值可以產生訊號更強的 SSVEP 反應。

【0042】本發明實施例也可以將空間圖樣加於閃爍視覺的刺激之

上，如圖 4 所示，以更進一步強化 SSVEP 信號與 SNR 值。圖 4 為符合本發明實施例之圖樣的示意圖。圖 4 中第一列的黑白圖樣（由左至右：圖形圖樣、棋盤式反轉圖樣、柵欄反轉圖樣）已被廣泛應用於低頻的 SSVEP 信號刺激上。圖 4 中第二列的彩色圖樣則注重兩種不同的色光對於觀看者腦部的 SSVEP 信號產生有效性。這兩種不同的色光可以是互補色光（complementary colors）或是相對色光（opponent colors）。以互補色光為例，交替閃爍的互補色光將在使用者眼中呈現不同亮度的中性灰白色（gray scale），如此將可減少刺激對影像色調的影響。也就是說，在這彼此互補的色光當中，刺激色光 410 可以是紅、藍、綠基本色光其中之一，而另一種刺激色光 420 則是刺激色光 410 的互補色。另一種刺激色光 420 可利用其他兩種色光進行合成。以相對色光為例，由於人類視覺在看見相對色光時將會很容易對這兩種不同的色光進行分辨，例如，並沒有淡綠光的紅光，也沒有淡黃色的藍光。因此，將圖 4 中第二列的彩色圖樣利用相對色光來作為刺激光線信號的話，會獲得較佳的 SSVEP 信號。舉例來說，刺激色光 410 可以是紅色光或黃色光，而另一種刺激色光 420 可以為刺激色光 410 的相對色光，例如是綠色或藍色。換句話說，圖 1 中的第一光源與第二光源可以設置於不同的發光位置上來排列出如圖 4 所示的圖樣，從而獲得更佳的 SSVEP 反應。應用本實施例者可輕易知曉，圖 4 所示的圖樣僅為多種圖樣其中的三個舉例，本發明實施例並不僅受限於此。

【0043】 在此說明的是，當使用顯示器作為刺激產生裝置 110 時，觀看者的視覺刺激通常是使用特別的空間亮度分佈與閃爍的圖案來達成目標。因此，符合本實施例的顯示器可在背光面板模組的每個區塊上分別調整顯示器局部的光度與色度。圖 5 為符合本發實施例之顯示器的示意圖。例如，圖 5 左邊的顯示器 510 的每個區域是相同的光度與色度，而圖 5 右邊的顯示器 520 個每個區域則被設定為不同的光度與色度。藉此，顯示器上的不同區域便可產生不同的閃爍光線信號，來達到局部控制光源的效果，如圖 5 所示。本發明實施例便可在顯示器上不同的區域中嵌入具備不同編碼的閃爍圖案或是閃爍光線信號，使得本發明實施例可以藉此得知觀看者的視線位於顯示器上的哪個區域，藉以時線視覺方向識別、視覺操控等技術。此外，在周邊區域中嵌入不相關的閃爍圖案時，會有助於減少整個顯示器的閃爍感覺程度。透過區分亮度與色度的調整，可對顯示器上的局部區域的亮度做各別的設定，並且可使用圓形區域的對稱和平滑亮度分佈，來降低鬼影干擾並增強 SSVEP 反應。

【0044】 本發明實施例在對刺激光線進行編碼時，可採用頻率編碼技術、相位編碼技術與位元序列編碼技術…等，以將所需的數位編碼嵌入刺激光線信號中。圖 6A 至圖 6C 為符合本發明實施例以對刺激光線進行編碼的示意圖，其中光線信號 LA 為未編碼前的信號波形，而光線信號 LB 則為已編碼的信號波形。頻率編碼 (Frequency Coding) 技術 (請參照圖 6A) 是在一個刺激光線信

號中使用不同頻率的閃爍光源，也就是說各個光線皆於同時致能，利用每個光線不同頻率的差異來誘發 SSVEP。相位編碼(Phase Coding)技術(請參照圖 6B)則是利用各個刺激光線信號在致能期間的相位差異，以誘發 SSVEP 反應。位元序列編碼(Chip Sequence Coding)(請參照圖 6C)則是加入分碼多工(Code Division Multiplexing; CDM)以對刺激光線信號進行編碼。此正交編碼技術除了讓觀看者看到的視覺刺激更清晰銳利，且也減低顯示器的功率消耗，並改善對 SSVEP 信號解碼的成功機率，提高 SSVEP 的訊息傳輸速率。

【0045】 爲了量測對於觀看者最佳的刺激光線以及刺激圖樣，本發明實施例利用圖 7 顯示器 700 的中央區域 710 來發射刺激光線，以及利用四周的環狀區域 720 來發射刺激光線，藉以量測觀看者的 SSVEP。圖 7A、圖 7B 是符合本發明實施例之中央區域與環狀區域光線投射實驗的示意圖，圖 7A 中僅從中央區域 710 發射刺激光線，而圖 7B 中則僅從環狀區域 720 發射刺激光線，環狀區域 720 的內部則爲黑暗區域。圖 8 則爲爲圖 7A、圖 7B 之刺激光線的頻率與觀看者所產生的 SSVEP 信號的信噪比的關係圖，其中點狀分布的區域爲圖 7A 的實際數據，斜線狀分布的區域則爲圖 7B 的實際數據。藉此可知，當僅從中央區域 710 來發射刺激光線時，刺激光線的頻率位於 20Hz 到 65Hz 時會有不錯的 SNR 值，頻率位於 25Hz 到 45Hz 時會有良好的 SNR 值。藉此可知，刺激光線的較佳頻率應在 25Hz 到 45Hz 之間。

【0046】 本發明實施例可以應用在多種領域中，例如視線追蹤偵測系統（Eye Tracking System）、腦機互動系統（BCI）、工業安全監控螢幕（Monitoring System）、醫療用偏頭痛、癲癇等疾病監測系統（Assessment System）…等。以視線追蹤偵測系統作為舉例，本發明實施例可將刺激光線利用編碼後的背光與泛光照明燈來照射於顯示器或擋風玻璃上，由於此種操作人員（如，核電控制人員、飛機/車輛駕駛人員、產線監控人員）可能需要輪流注視不同監控畫面，便可利用本發明實施例來確認使用者的操作狀況，或是利用操作人員的視線來產生相對應的操作指令。

【0047】 於另一觀點而言，本發明實施例提出一種使用難以察覺閃爍的光線以引誘視覺誘發電位的方法，其適用於圖 1 所述的控制系統。圖 9 為符合本發明實施例之使用難以察覺閃爍的光線以引誘視覺誘發電位的方法的流程圖。請同時參照圖 1 與圖 9，於步驟 S910 中，光線刺激編碼器 116 利用第一光源 112 產生具備第一波長的第一光線 L1。第一光線 L1 的頻率高於人眼中的臨界閃爍融合頻率。於步驟 S920 中，光線刺激編碼器 116 利用第二光源 112 產生具備第二波長的第二光線 L2。第二光線 L2 的頻率同樣會高於人眼中的臨界閃爍融合頻率。此外，第一光線 L1 的工作週期小於第二光線 L2 的工作週期，且第一光線 L1 的最高能量振幅大於第二光線 L2 的最高能量振幅。第一光線 L1 與第二光線 L2 在每個週期所產生平均能量等於各自的預設能量值。以及，於步驟 S930 中，判斷觀看者 160 是否受到第一光線 L1 以及第二光線 L2 的刺



激。如果觀看者 160 受到第一光線 L1 以及第二光線 L2 的刺激時，則進入步驟 S940，腦電波感測裝置 150 透過電極以接收觀看者 160 腦部的腦電波信號，並分析此腦電波信號。本方法的相關技術內容請參照上述實施例，在此不再贅述。

**【0048】** 本發明實施例也可以下述說明的態樣來實現。本發明實施例提供一種難以察覺地改變個人大腦狀態和/或引發個人神經皮層之可量測反應的方法，其包括下列步驟：調變至少一個刺激光源的閃爍，以引發個人腦狀態的特定變化或期望的神經反應。所述閃爍是對於所述個人難以察覺的。所述閃爍藉由至少一補償光源所補償。每個補償光源是由一或多個色光所組成，所述色光具備特定或隨機的空間亮度分布及時間波形。每個補償光源包括一或多個色光。每個色光具備特定波長、特定空間亮度分布、伴隨著特定閃爍頻率的特定時間波長、振幅和/或相位，以作為服務引發所述個人腦狀態的特定神經反應和/或引起特定變化之目的。所述的方法更包括下列步驟：監控已將刺激光線疊加（superimpose）其上的彩色影像，其中所述補償光線的每個色光具備特定空間亮度分布以及時間波長。所述補償光線用以補償所述刺激光源以便於保持所述彩色影像的保真度、鮮豔度（colorfulness）以及一般顯示效果。調變所述補償光線的每個色光，所述補償光線的每個色光具備特定空間亮度分布以及時間波長，藉以補償所述刺激光源以保持所述彩色影像的保真度以及鮮豔度。

**【0049】** 所述刺激光源相較於所述補償光源的脈衝持續時間（或

工作週期)、振幅和/或閃爍頻率而產生具備較短的脈衝持續時間(或工作週期)、較高的振幅和/或較低的閃爍頻率的光線脈衝。來自所述刺激光源以及所述補償光源的所述脈衝可以是與另一個脈衝相互偏移(offset)或是非同步(asynchronous)。所述光線脈衝可以是藉由調整所述特定波形以進行操作,藉以集中所述光線脈衝的能量於頻率的窄範圍內。所述刺激光源及所述補償光源可以在相同的特定位置交替出現並且跨越光表面而形成光學圖樣。當所述其他光源的閃爍頻率為所述刺激光源或所述補償光源之交替頻率的倍數時,所述刺激光源或所述補償光源在所有光源中可以輪流利用所述最低的閃爍頻率。所述刺激及補償光源的結合閃爍頻率可以高於所述刺激光源以及所述補償光源的混合的臨界閃爍融合頻率。所述刺激光源以及所述補償光源的平均能量維持在適當比率,以保留所述彩色影像的所述保真度以及所述鮮豔度的校正平衡。所述刺激光源和/或所述補償光源是藉由頻率調變、相位調變或位元序列調變的方法來對刺激圖樣或數位碼進行調變。所述方法更包括:引發及監控所述個人的腦電波(EEG)反應。

**【0050】** 本發明實施例提供另一種控制系統。此控制系統包括電腦可使用媒介,其具備嵌入在其中的電腦可讀取程式碼,所述電腦可讀取程式碼用以適當地執行一種難以察覺地改變個人大腦狀態和/或引發個人神經皮層之可量測反應的方法;所述控制系統包括:用以調變至少一刺激光源的閃爍的邏輯,以引發所述個人腦狀態的特定變化或期望的神經反應;其中該閃爍是對於所述個人

難以察覺的，該閃爍藉由至少一補償光源所補償，其中每個補償光源是由一或多個色光所組成，所述色光具備特定或隨機的空間亮度分布及時間波形。

【0051】 此控制系統更包括：控制所述刺激以及所述補償光線的空間-時間特性（spatial-temporal characteristics）以及其時序關係（timing relation）的邏輯；透過腦電波信號分析或其他間接觀察以監控所述個人腦部狀態以及所述反應的邏輯；以及，在觀看者監控系統與刺激產生程序或裝置之間提供反饋（feedback）的邏輯。控制系統更包括刺激產生裝置和腦部狀態監控裝置，其中所述控制系統具備上述兩個裝置之間的信息反饋。所述刺激產生元件包括：光刺激編碼器，分別耦接至所述刺激以及所述補償光源，以控制所述刺激以及所述補償光線中的空間-時間特性以及其時序關係，其包括所述光源的閃爍頻率、振幅、相應相位、其時間波形以及空間亮度分布。

【0052】 本發明實施例提供另一種刺激產生裝置，用以難以察覺地改變個人大腦狀態和/或引發個人神經皮層之可量測反應。刺激產生裝置包括至少一刺激光源、至少一補償光源以及用以調變所述至少一刺激光源的閃爍的裝置。至少一刺激光源由一或多個色光組成，每個色光具備特定波長、特定空間亮度分布、伴隨著閃爍頻率的特定時間波長振幅和/或相位，以作為服務引發所述人類觀看者腦狀態的特定神經反應和/或引起特定變化之目的。每個補償光源由一或多個色光組成，每個色光具備特定或隨機的空間亮

度分布及時間波形，以服務作為補償所述刺激光線的目的，以便於保持所述彩色影像的保真度、鮮豔度以及一般顯示效果。用以調變所述至少一刺激光源的閃爍的裝置可引發所述個人類腦狀態的特定神經反應和/或引起特定變化。該閃爍是通過藉由所述至少一補償光源所進行的補償而難以被察覺的。

**【0053】** 在此揭露中描述的刺激產生方法、裝置以及控制系統可以藉由一或多個通用微處理器、數位信號處理器 (digital signal processor; DSP)、特殊應用積體電路 (application specific integrated circuit; ASIC)、可程式化邏輯陣列 (field programmable gate array; FPGA)、可程式化邏輯裝置 (programmable logic devices; PLDs) 或其他等同的邏輯設備來實現。相應地，在此所使用的名詞『處理器』或『控制器』可以指示為上述結構的任一種或多種，或是可將上述技術進行實現之其他適合的結構。

**【0054】** 於此描述的多種元件可以藉由任意適合的硬體、軟體、韌體或上述任意組合來實現。在圖示中，多種元件可以被描繪為多個分散單元或模組。然而，參照這些圖式的全部或數個這些多種元件可以被整合成為在通用硬體、韌體和/或軟體內的整合單元或模組。從而，作為元件、單元或模組的特性呈現是為了方便說明，以用於凸顯特定的功能，並且這些特性不一定需要藉由分離的硬體、韌體或軟體元件來實現。在部份情況中，多種單元可能藉由一或多個處理器來進行可程式化程序。

**【0055】** 如果利用軟體來實現，當由一或多個處理器來實施，所

述技術可藉由電腦可讀取數據儲存媒介中而被理解為至少部分具備指令的編碼，藉以實現上述所描述方法的一或多個部分。所述電腦可讀取儲存媒介可以形成電腦程式產品的一部分，此部分可以包括封裝材料。此電腦可讀取儲存媒介可以包括例如是同步動態隨機存取記憶體（SDRAM）的隨機存取記憶體（random access memory；RAM）、唯讀記憶體（read-only memory；ROM）、非揮發性隨機存取記憶體（non-volatile RAM；NVRAM）、電子可消除可程式化式唯讀記憶體（EEPROM）、嵌入式動態隨機存取記憶體（eDRAM）、快取記憶體或是光學資料儲存媒介。任何所利用的軟體可以藉由一或多個處理器而被實施，例如一或多個數位信號處理器、通用微處理器、特殊應用積體電路、可程式化邏輯陣列，或其他等同的整合式或分散式邏輯電路。

**【0056】** 在此揭露中已經描述多種觀點。這些以及提他觀點將會位於本案請求項的申請專利範圍中。

**【0057】** 綜上所述，本發明實施例所述使用難以察覺閃爍的光線以引誘視覺誘發電位的控制系統、刺激產生裝置以及方法皆是利用兩種或兩種以上不同波長、其閃爍頻率的刺激光線的組合來讓來使觀看者腦部產生視覺誘發反應。上述的刺激光線在經過本發明實施例中各種頻率、能量的調變之後，便可以輕易地編碼至顯示器影像、畫面以及照明光線，使得此刺激光線可以隱藏於各種顯示裝置、照明系統中，並且讓觀看者能夠產生具備高信噪比（SNR）的視覺誘發反應同時，這些光線的頻率與組合會接近或

高於人類臨界感知閃爍融合頻率，因此大幅降低引起觀看者的不舒服反應的風險，從而提供安全、舒適以及能夠即時、準確地偵測腦電波的腦機互動技術。本發明實施例所述的控制系統還可以與影像傳輸技術相結合，藉以應用於觀看者的視覺追蹤、視覺操控、腦部醫療檢測、工業安全、人機介面互動等領域中。

【0058】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

### 【符號說明】

#### 【0059】

- 100：用於視覺誘發反應的控制系統
- 110：刺激產生裝置
- 112：第一光源
- 114：第二光源
- 116：光線刺激編碼器
- 120：顯示設備
- 130：照明設備
- 150：腦電波感測裝置
- 152：腦電波感應器
- 154：信號處理器

- 156：特徵偵測器
- 158：狀態分析器
- 160：觀看者
- 410：刺激色光
- 420：互補色光
- 510、520：顯示器
- 700：顯示器
- 710：中央區域
- 720：環狀區域
- LA：為編碼前的信號
- LB：已編碼的信號
- L1、L2、L3：光線
- T1、T2：時脈信號
- T：週期
- S910~S940：步驟

## 申請專利範圍

1. 一種難以察覺地改變個人大腦狀態和/或引發個人神經皮層之可量測反應的方法，包括：調變至少一刺激光源的閃爍，以引發所述個人腦狀態的特定變化或期望的神經反應；其中該閃爍是對於所述個人難以察覺的，該閃爍藉由至少一補償光源所補償，其中每個補償光源是由一或多個色光所組成，所述色光具備特定或隨機的空間亮度分布及時間波形。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中每個補償光源包括所述一或多個色光，每個色光具備一特定波長、一特定空間亮度分布、伴隨著一特定閃爍頻率的一特定時間波長、振幅和/或相位，以作為服務引發所述個人腦狀態的特定神經反應和/或引起特定變化之目的。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，更包括：監控已將刺激光線疊加（superimpose）其上的一彩色影像，其中所述補償光線的每個色光具備特定空間亮度分布以及時間波長，所述補償光線用以補償所述刺激光源以保持所述彩色影像的保真度（hue）、鮮豔度（colorfulness）以及一般顯示效果。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的方法，更包括：調變所述補償光線的每個色光，所述補償光線的每個色光具備特定空間亮度分布以及時間波長，藉以補償所述刺激光源以保持所述彩色影像的保真度以及鮮豔度。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中所述刺激光源相



較於所述補償光源的脈衝持續時間（或工作週期）、振幅和/或閃爍頻率而產生具備較短的脈衝持續時間（或工作週期）、較高的振幅和/或較低的閃爍頻率的光線脈衝。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述的方法，其中來自所述刺激光源以及所述補償光源的所述脈衝是與另一個脈衝相互偏移（offset）或是非同步（asynchronous）。

7. 如申請專利範圍第 5 項所述的方法，其中所述光線脈衝是藉由調整所述特定波形以進行操作，藉以集中所述光線脈衝的能量於頻率的窄範圍內。

8. 如申請專利範圍第 2 項所述的方法，其中所述刺激光源及所述補償光源在相同的特定位置交替出現並且跨越光表面而形成光學圖樣。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述的方法，其中當所述其他光源的閃爍頻率為所述刺激光源或所述補償光源之交替頻率的倍數時，所述刺激光源或所述補償光源在所有光源中輪流利用所述最低的閃爍頻率。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中所述刺激及補償光源的結合閃爍頻率高於所述刺激光源以及所述補償光源的混合的臨界閃爍融合頻率。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中所述刺激光源在 20Hz 至 65Hz 之間的頻率發生閃爍。

12. 如申請專利範圍第 3 項所述的方法，其中所述刺激光源

以及所述補償光源的平均能量維持在適當比率，以保留所述彩色影像的所述保真度以及所述鮮豔度的校正平衡。

13. 如申請專利範圍第 2 項所述的方法，其中所述刺激光源和/或所述補償光源是藉由頻率調變、相位調變或位元序列調變的方法來對刺激圖樣或數位碼進行調變。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，更包括：引發及監控所述個人的腦電波（EEG）反應。

15. 一種控制系統，包括一電腦可使用媒介，其具備嵌入在其中的電腦可讀取程式碼，所述電腦可讀取程式碼用以適當地執行一種難以察覺地改變個人大腦狀態和/或引發個人神經皮層之可量測反應的方法；所述控制系統包括：

用以調變至少一刺激光源的閃爍的邏輯，以引發所述個人腦狀態的特定變化或期望的神經反應；其中該閃爍是對於所述個人難以察覺的，該閃爍藉由至少一補償光源所補償，其中每個補償光源是由一或多個色光所組成，所述色光具備特定或隨機的空間亮度分布及時間波形。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述的控制系統，更包括：控制所述刺激以及所述補償光線的空間-時間特性（spatial-temporal characteristics）以及其時序關係（timing relation）的邏輯；透過腦電波信號分析或其他間接觀察以監控所述個人腦部狀態以及所述反應的邏輯；以及，在觀看者監控系統與刺激產生程序或裝置之間提供反饋（feedback）的邏輯。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述的控制系統，更包括：刺激產生裝置和腦部狀態監控裝置，其中所述控制系統具備上述兩個裝置之間的信息反饋。

18. 如申請專利範圍第 15 項所述的控制系統，其中所述刺激產生裝置包括：光刺激編碼器，分別耦接至所述刺激以及所述補償光源，以控制所述刺激以及所述補償光線中的空間-時間特性以及其時序關係，其包括所述光源的閃爍頻率、振幅、相應相位、其時間波形以及空間亮度分布。

19. 如申請專利範圍第 15 項所述的控制系統，其中所述腦部狀態監控元件包括下列元件：

腦電波信號放大器，耦接至至少一電極，以當該觀看者受到難以察覺的刺激時放大觀看者的腦電波信號；

信號處理器，耦接至該腦電波信號放大器，用以從所述腦電波信號擷取相關特徵；以及

腦部狀態分析器，耦接至該信號處理器，接收所述已擷取特徵並根據所述數據產生所述觀看者腦部狀態的分析結果。

20. 一種刺激產生裝置，用以難以察覺地改變個人大腦狀態和/或引發個人神經皮層之可量測反應，包括：

至少一刺激光源，其由一或多個色光組成，每個色光具備特定波長、特定空間亮度分布、伴隨著特定閃爍頻率的特定時間波長振幅和/或相位，以作為服務引發所述人類觀看者腦狀態的特定神經反應和/或引起特定變化之目的；

至少一補償光源，每一補償光源由一或多個色光組成，每個色光具備特定或隨機的空間亮度分布及時間波形，以服務作為補償所述刺激光線的目的，以便於保持所述彩色影像的保真度、鮮豔度以及一般顯示效果；以及

用以調變所述至少一刺激光源的閃爍的裝置，以引發所述個人類腦狀態的特定神經反應和/或引起特定變化；其中該閃爍是通過藉由所述至少一補償光源所進行的補償而難以被察覺的。

21. 如申請專利範圍第 20 項所述的刺激產生裝置，其中所述光線產生裝置是影像顯示裝置、發光設備或光源指示設備。

22. 如申請專利範圍第 21 項所述的刺激產生裝置，其中所述影像顯示裝置是液晶顯示器 (LCD)、發光二極體 (LED) 顯示器、陰極射線管 (CRT) 顯示器或任何由閃爍像素元件組成的顯示器。

圖式

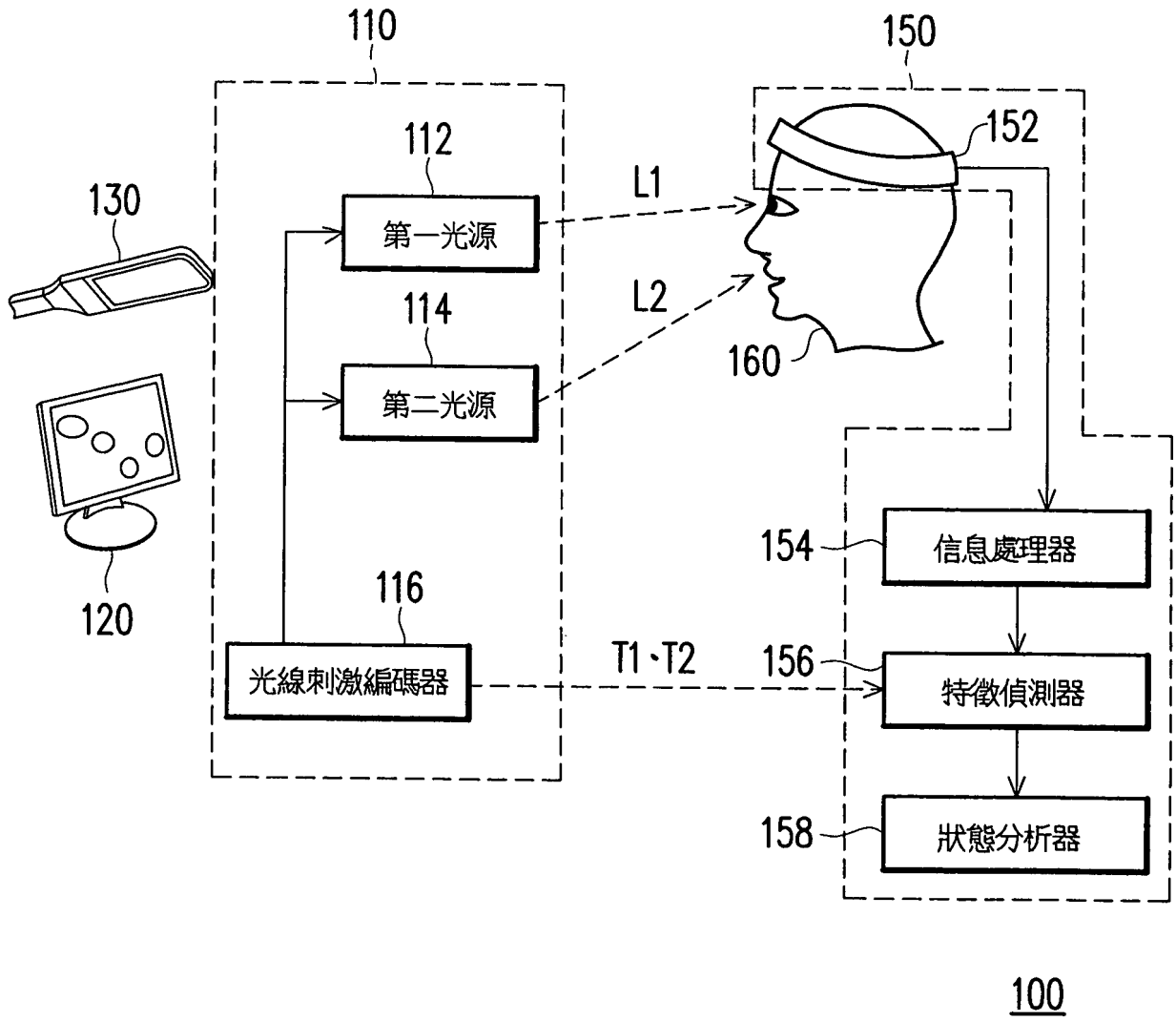


圖 1

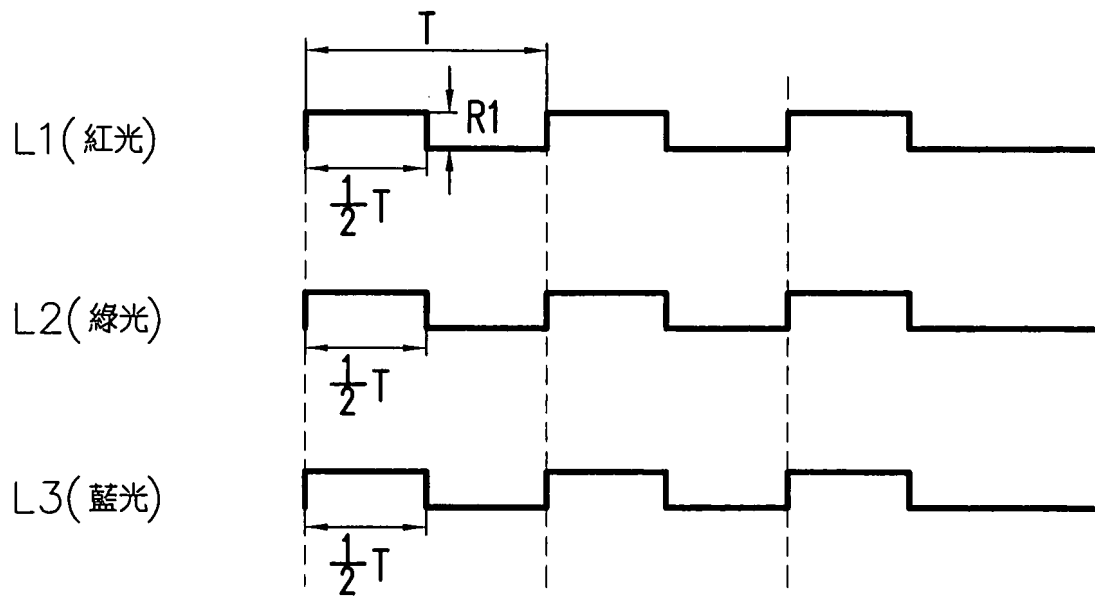


圖 2

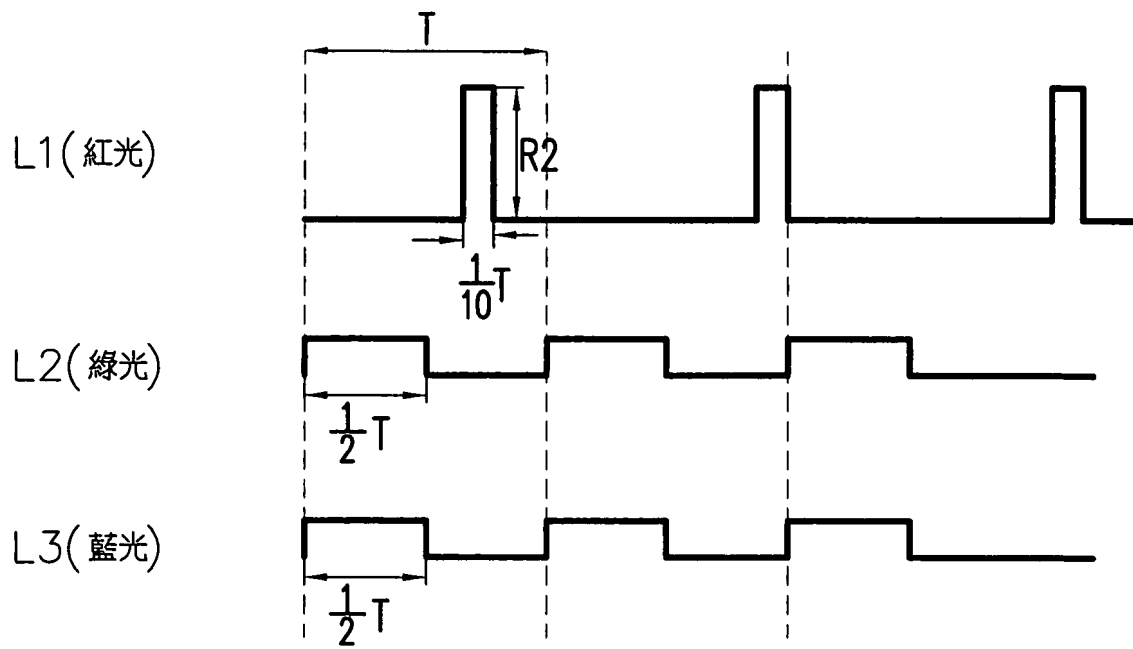


圖 3A

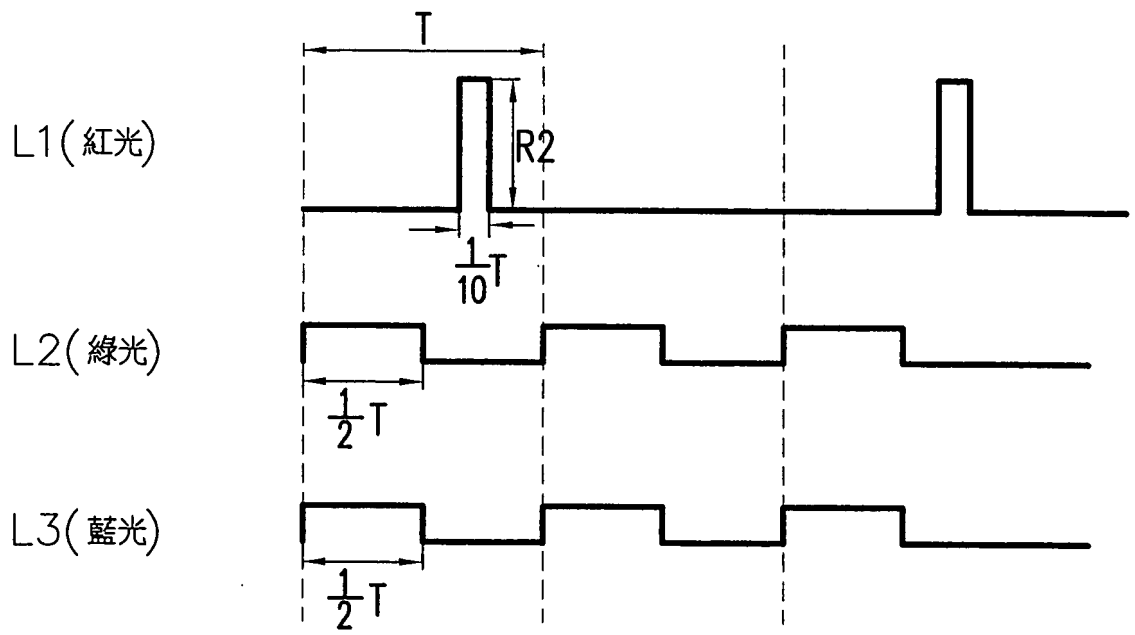


圖 3B

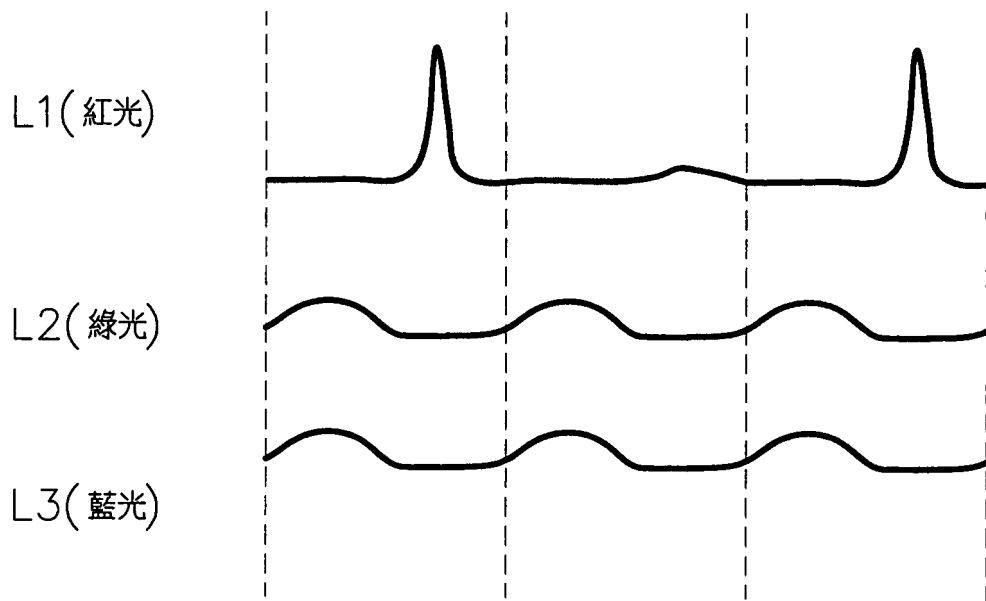


圖 3C

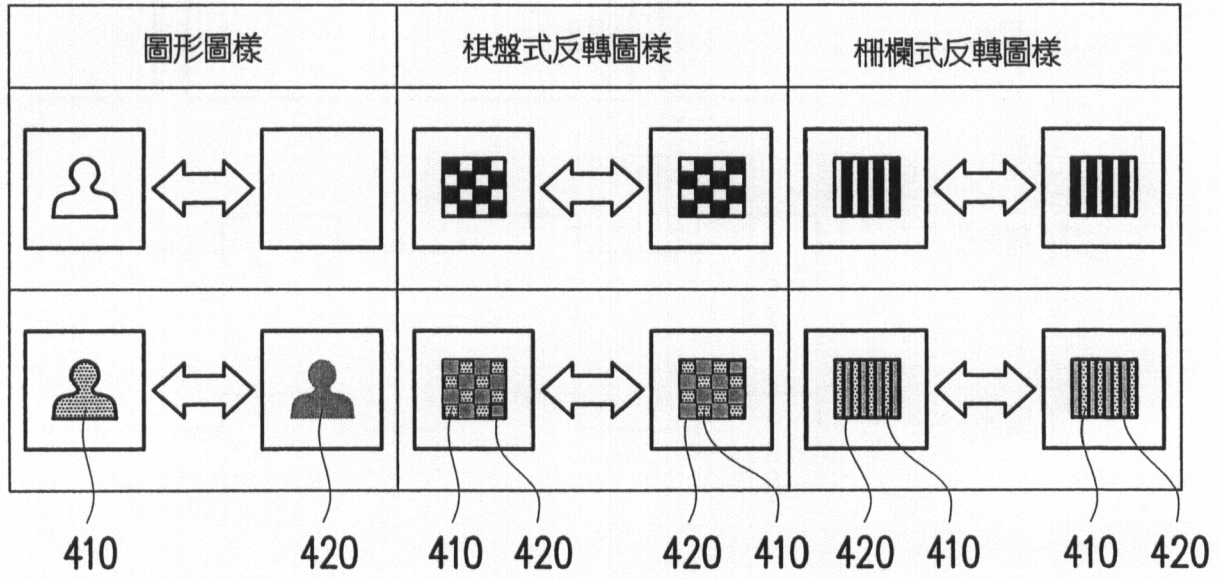


圖 4

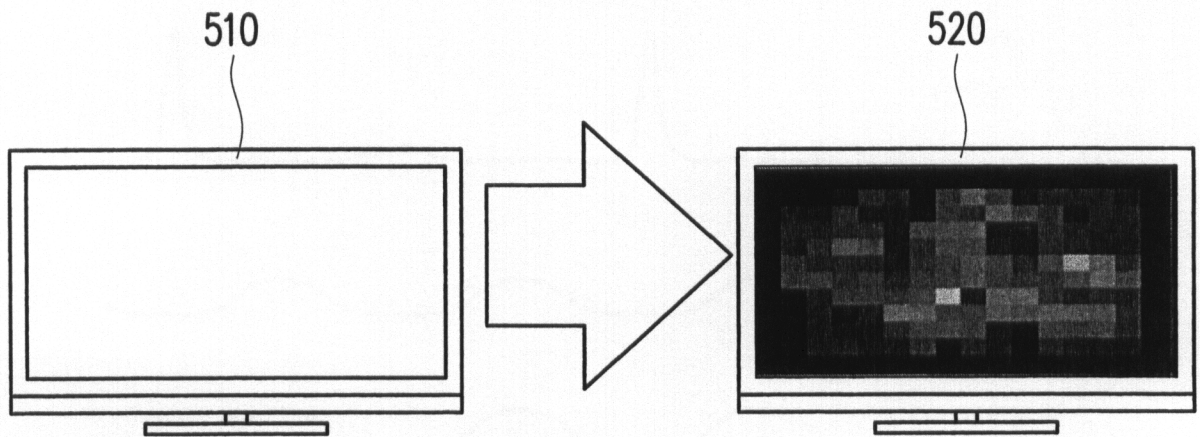


圖 5



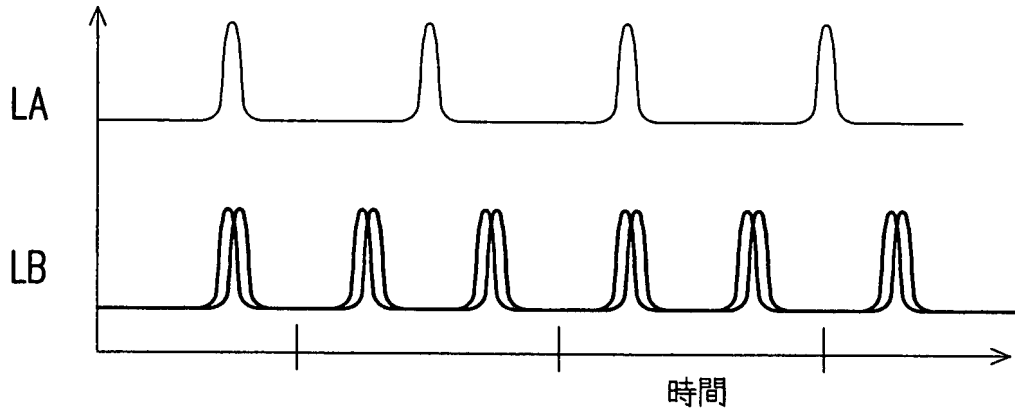


圖 6A

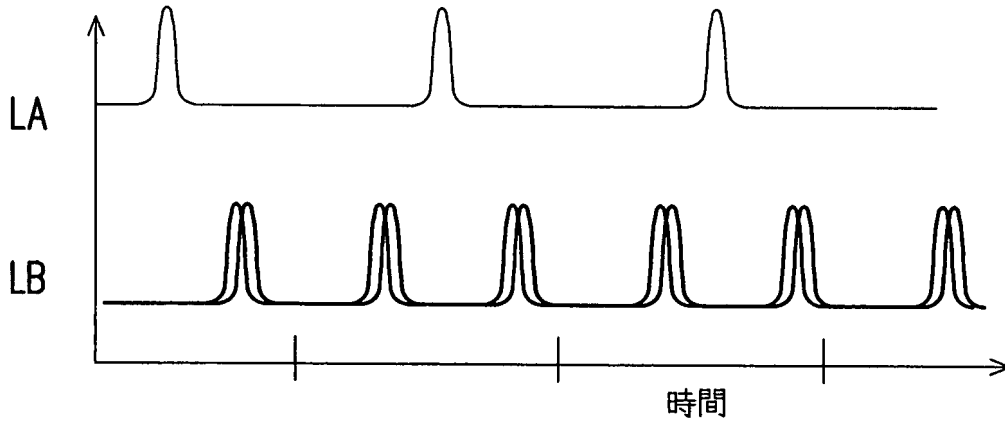


圖 6B

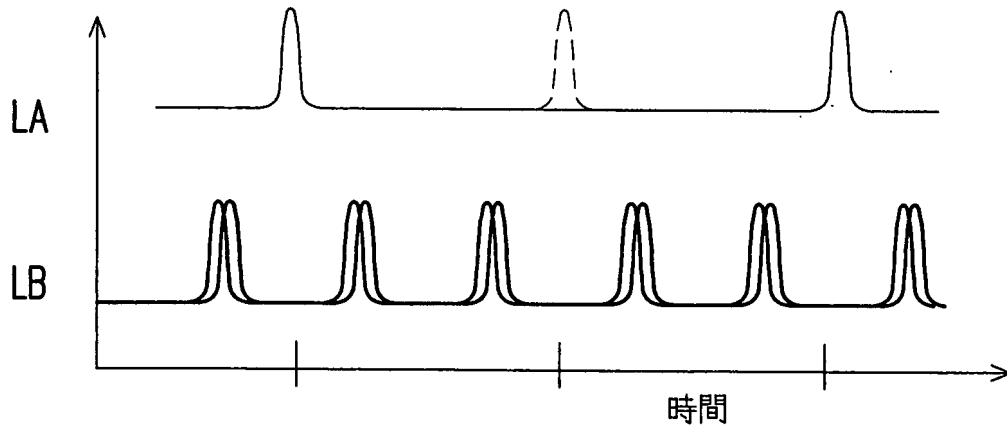


圖 6C

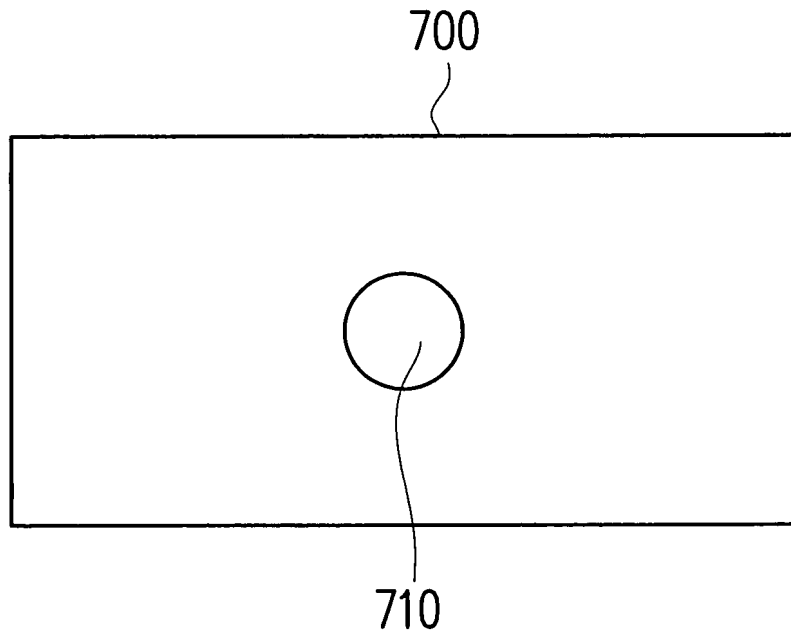


圖 7A

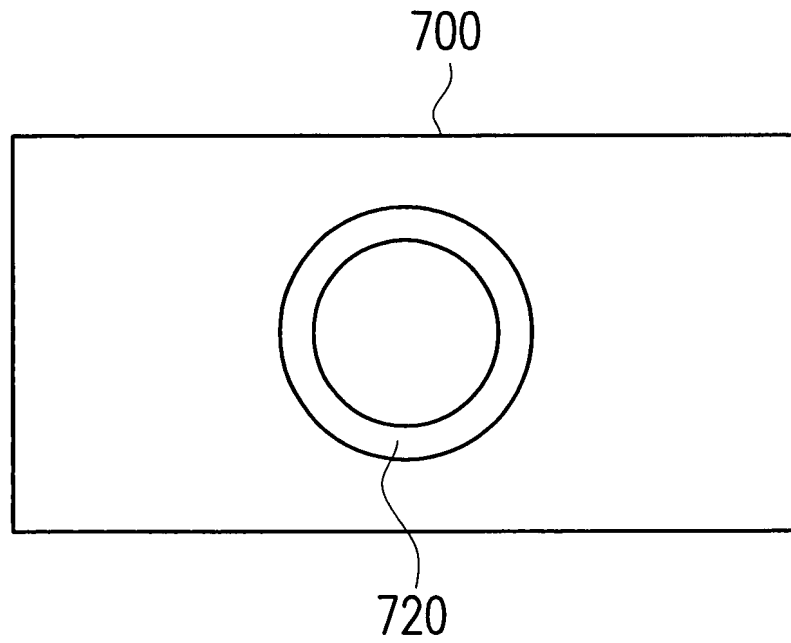


圖 7B

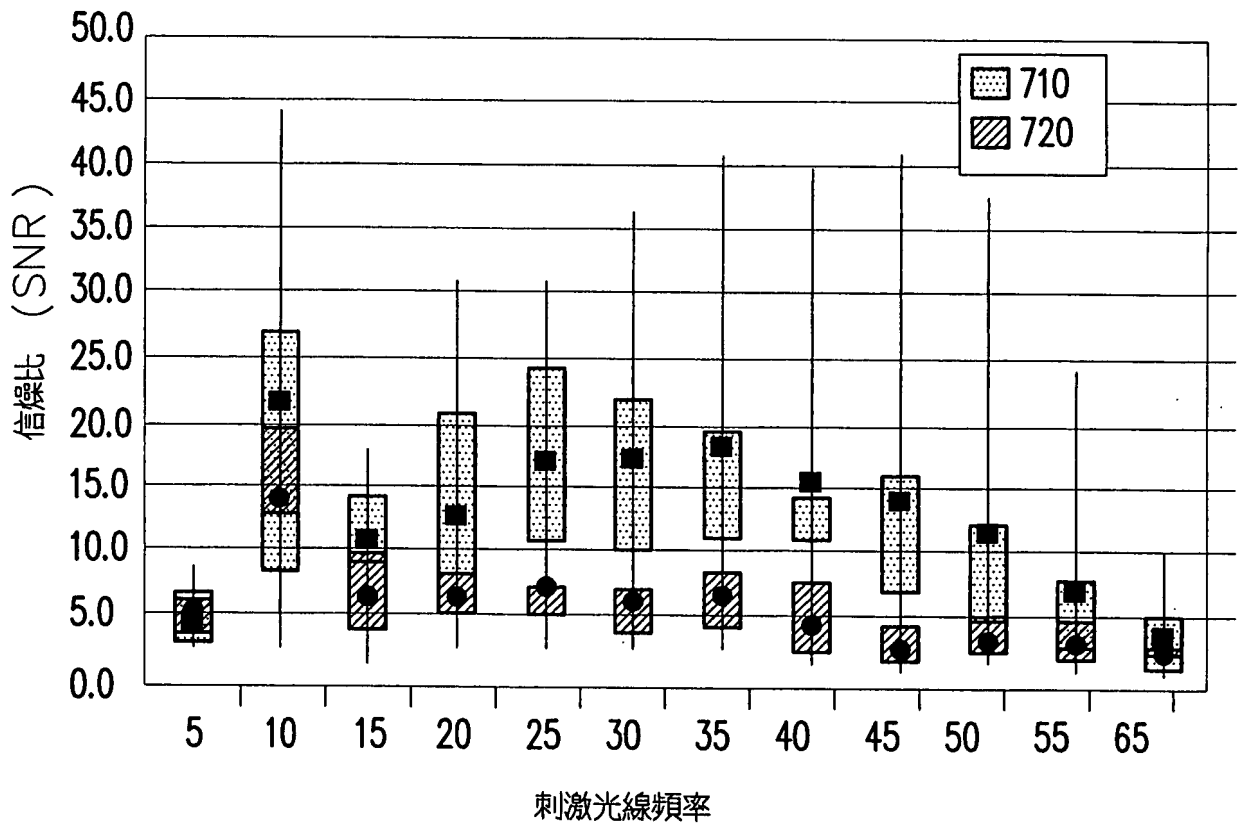


圖 8

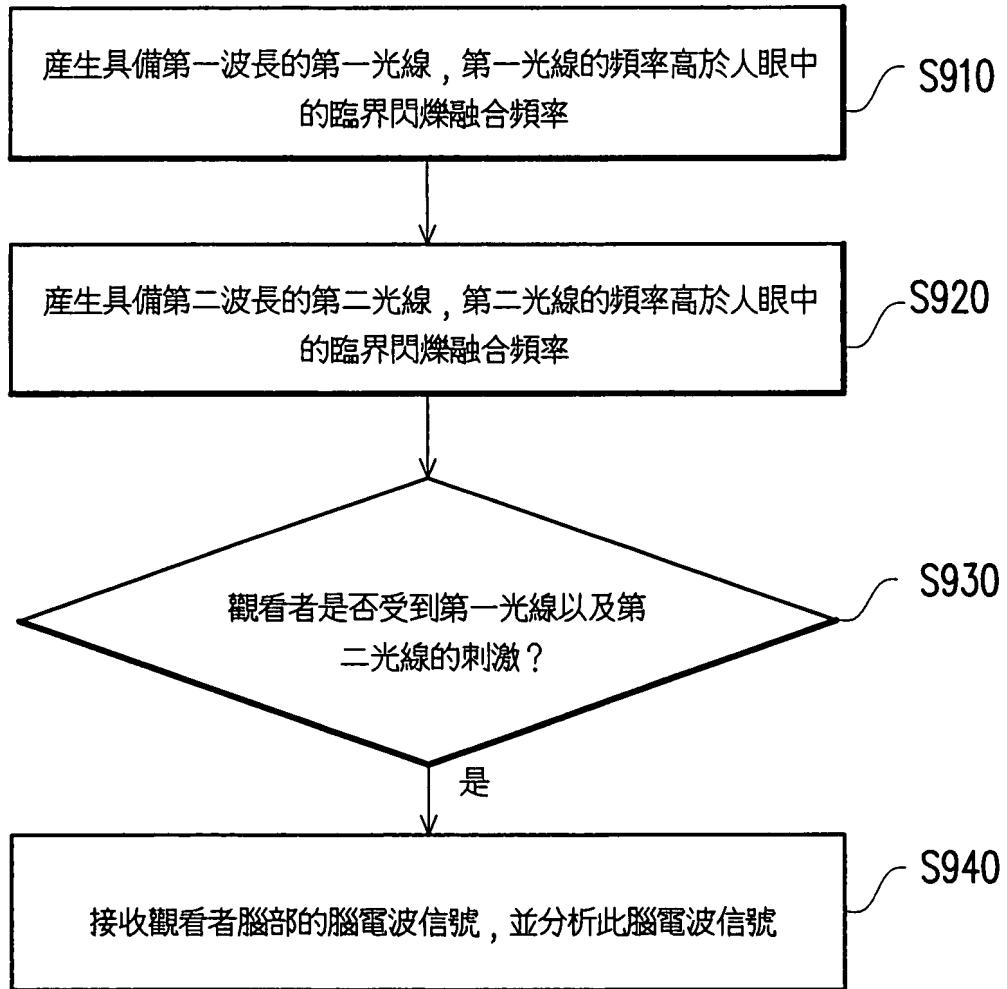


圖 9