

(21)申請案號：102101165

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 11 日

(51)Int. Cl. : G02F1/167 (2006.01)

(30)優先權：2012/01/12 美國 13/349,489

(71)申請人：發明研究公司(愛沙尼亞) INVENT RESEARCH OU (EE)
愛沙尼亞

(72)發明人：望月昭宏 MOCHIZUKI, AKIHIRO (JP)；派特蘿拉 PAIT, LAURA (EE)；凡翠絲瑪
提斯瑪瑞士 VAHTRH, MADIS-MARIUS (EE)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：16 共 68 頁

(54)名稱

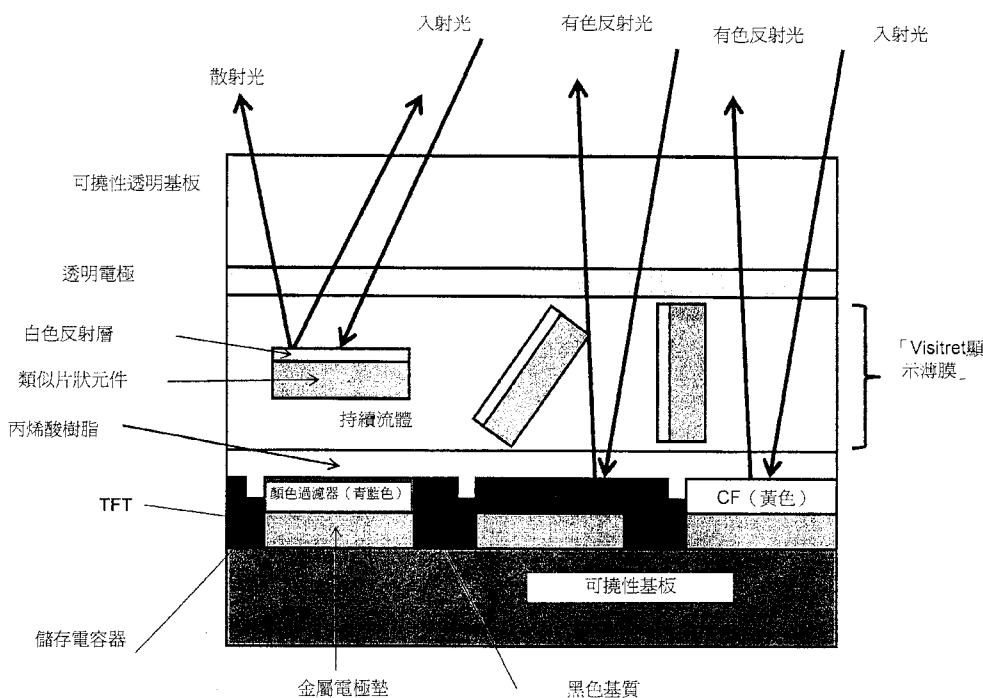
電泳顯示器

ELECTROPHORETIC DISPLAY

(57)摘要

本發明揭示一種新型電泳顯示器模式。在電泳技術中引入透明媒介，實現多樣應用類型的全動(full motion)視訊、全色圖像能力的電泳顯示器系統。基於鐵電耦合轉矩的新概念的光切換元件賦能清晰的全動視訊圖像及不耗費功率的靜態圖像。此顯示器配置亦對應用大的廣告牌顯示器有效，具有顯著的功率節省。

反射模式(基本模式)



(21)申請案號：102101165

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 11 日

(51)Int. Cl. : G02F1/167 (2006.01)

(30)優先權：2012/01/12 美國 13/349,489

(71)申請人：發明研究公司(愛沙尼亞) INVENT RESEARCH OU (EE)
愛沙尼亞

(72)發明人：望月昭宏 MOCHIZUKI, AKIHIRO (JP)；派特蘿拉 PAIT, LAURA (EE)；凡翠絲瑪
提斯瑪瑞士 VAHTRH, MADIS-MARIUS (EE)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：16 共 68 頁

(54)名稱

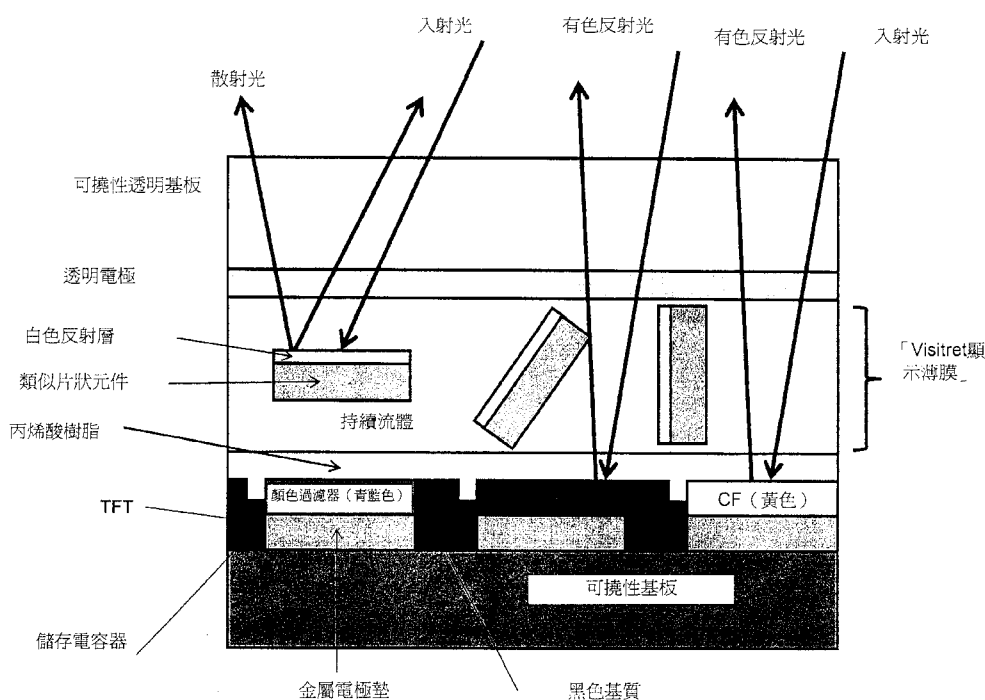
電泳顯示器

ELECTROPHORETIC DISPLAY

(57)摘要

本發明揭示一種新型電泳顯示器模式。在電泳技術中引入透明媒介，實現多樣應用類型的全動(full motion)視訊、全色圖像能力的電泳顯示器系統。基於鐵電耦合轉矩的新概念的光切換元件賦能清晰的全動視訊圖像及不耗費功率的靜態圖像。此顯示器配置亦對應用大的廣告牌顯示器有效，具有顯著的功率節省。

反射模式(基本模式)



發明摘要

※ 申請案號：102101165

※ 申請日：102年1月11日

※IPC 分類：G02F 1/67 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

電泳顯示器

ELECTROPHORETIC DISPLAY

【中文】

本發明揭示一種新型電泳顯示器模式。在電泳技術中引入透明媒介，實現多樣應用類型的全動（full motion）視訊、全色圖像能力的電泳顯示器系統。基於鐵電耦合轉矩的新概念的光切換元件賦能清晰的全動視訊圖像及不耗費功率的靜態圖像。此顯示器配置亦對應用大的廣告牌顯示器有效，具有顯著的功率節省。

【英文】

New type of electrophoretic display mode is disclosed in this Invention. Introducing transparent medium in an electrophoresis technology, diversity application type of full motion video, full-color image capable electrophoretic display system is realized. New concept of optical switching element based on ferroelectric coupling torque enables both crisp full motion video image and non-power based still image. This display configuration is also effective to apply large billboard

displays with significant power saving.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 13(a) ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

displays with significant power saving.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 13(a) ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【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】(中文/英文)

電泳顯示器

ELECTROPHORETIC DISPLAY

【技術領域】

【0001】本發明係關於電泳顯示器，該等電泳顯示器的驅動轉矩來源於鐵電耦合基礎，及該等電泳顯示器的特定結構為反射類型顯示器及透明類型顯示器兩者。

【先前技術】

【0002】由於在功率消耗及太陽光環境亮度條件下的清晰度方面的優點，記憶體類型顯示裝置自平面顯示器工業開始就吸引了很多的研究及產品考慮。一些液晶顯示器正憑藉液晶顯示器的記憶功能用於此目的。在過去數年裡，一些類型的電泳顯示器得到廣泛使用，特別是用在所謂的電子閱讀器顯示器中。

【0003】基於記憶功能的反射顯示技術適合於顯示裝置，特別是用於字符顯示器，正如類紙式圖像。顯示圖像的反射性質亦很適合於替代紙質媒體，在節省紙張資源方面以及自電子能量功率節省觀點來看，強烈需要顯示圖像替代紙質媒體。自替代紙質媒體的觀點來看，所謂的電子紙張裝置具有僅靜態圖像的顯示功能是很自然的。由於顯示模組的記憶功能，彼等電子紙張類型顯示模組的記憶功能顯著節省了

顯示模組的功率消耗。此顯著的功率節省特性亦與替換紙質媒體良好匹配。

【0004】另一方面，強烈期待類紙式電子顯示裝置具有所謂的全色功能。對於電子紙張類型的顯示螢幕而言，顯示在紙質媒體中所顯示的全色圖像是很自然的要求。全色特性對於大部分記憶體類型顯示裝置或電泳顯示裝置是挑戰之一。原理上，顯示裝置媒體的記憶功能不具有與全色顯示功能的直接兼容性。大部分記憶體類型顯示技術是基於顯示媒體本身的雙穩定性。因此，多個螢幕亮度水平顯示技術及記憶狀態顯示技術在該等顯示技術的顯示功能原理上具有根本的差異。顯示裝置本身的典型記憶功能使用所謂的雙穩定性，或兩個穩定狀態的交替。因此，記憶功能與基於多個狀態穩定狀態的灰階再現能力為不相容的。不管多個狀態穩定性的基本問題，電子閱讀器上需要全色圖像是很自然的。為了採用當前最先進的技術獲得全色功能，廣泛使用結合子像素的微顏色過濾器技術。此技術基於人眼的空間解析度限制。此當前最先進的技術足夠好的用於基於雙穩定性類型的顯示技術的所謂電子閱讀器應用，只要該技術應用於靜態圖像。然而，不同於背光類型顯示裝置，反射顯示器的顏色識別功能完全取決於環境光亮度及主要波長。此外，與原始圖像解析度相比，使用子像素將圖像解析度至少減少至三分之一。因此，對於大部分反射顯示器，使用足夠好的亮度顯示獲得合理的顏色純度水平需要全新的概念以擺脫反射顯示器的本質特性。

【0005】 此外，在作為電子閱讀器的必需功能方面，甚至電子紙張應用、電影或視訊圖像再現亦在某種程度上是自然要求。根據以上要求，作為新興技術正需要全新類型的功率節省類型顯示器，其中該等顯示器與記憶體類型顯示器的優點保持足夠好的平衡。

【0006】 亦期待當前所謂的電子閱讀器類型顯示技術應用於數位標識（signage）類型大廣告牌顯示器。眾所周知，大部分的廣告牌類型大螢幕顯示器需要特定的照明（無論自發光及/或照明系統），以增強螢幕的反射性質。儘管要求額外照明系統，但是反射顯示系統在足夠明亮的亮度環境下保持該反射顯示系統的特定優點，該亮度環境在全世界大部分地方的晴朗的中午是常見的。當然，在夜間及極其黑暗的環境中，或多或少，需要特定的照明系統。即使需要此類照明系統，基於反射的顯示器的有效表面反射形成更有效的光反射，導致大廣告牌類型顯示系統的顯著功率節省效應。大體而言，在當前節能要求情境下，此更佳的反射率甚至對需要特定照明系統的顯示系統是有效的。

【0007】 本申請案的發明人在於 2011 年 12 月 27 日提出申請的共同代決之申請案第 13/337,551 號中解釋了此類技術的一些基本態樣。彼申請案的揭示內容全文併入本文。

【發明內容】

【0008】 本發明係針對提供上文論述之問題的解決方案。基於記憶體類型反射顯示器的本質功能，本發明賦能全色、全動視訊圖像顯示器的反射及透射模式兩者。如上所述，

記憶體類型顯示系統獲得足夠好的全色能力及足夠好的動作視訊圖像能力的最大困難之一是該等顯示系統極其緩慢的光學反應性質。類似於習知的液晶顯示器(liquid crystal display; LCD)系統，緩慢的光學反應提供特定顯示圖像假影。當前已知的電泳顯示系統甚至比典型的 LCD 系統的光學反應更緩慢。令人遺憾地，對於電泳顯示器提供足夠好的全色功能及足夠好的動作視訊圖像功能，此自然地導致困難。

【0009】 本發明的一個意義在於介紹基於電泳中的鐵電耦合轉矩的新型全色、全動視訊圖像顯示器。相較於當前已知的電泳顯示系統，吾人的理論研究建立了記憶體類型電泳顯示系統本質上 100 至 1000 倍更快的光學反應。此極快的光學反應藉由將具有外部施加的電場的鐵電耦合轉矩引入顯示媒體來實現。基於鐵電耦合轉矩，本發明提供特定顯示元件結構，該等結構賦能基於電泳的反射及透射顯示器。新結構包括入射光控制元件、該入射光控制元件的持續媒介、透明顏色過濾器元件、反射顏色過濾器元件及驅動電子元件。

【0010】 本發明提供取決於環境光條件的顯示器的透射及反射模式兩者中的極快光學反應的理論及經驗配置兩者。由於新的顯示配置，不但實現極快的光學反應，而且實現具有照明及全動視訊圖像和全色功能的實際功率節省顯示裝置。

【圖式簡單說明】

【0011】 第 1 圖圖示鐵電耦合轉矩的模型。

【0012】 第 2 圖圖示電泳環境中的鐵電耦合轉矩。

【0013】 第 3 圖圖示鐵電耦合轉矩的閘鎖行爲。

【0014】 第 4 圖圖示彈性體環境中的鐵電耦合轉矩。

【0015】 第 5 圖圖示非牛頓流體環境中的鐵電耦合轉矩。

【0016】 第 6 圖圖示使用顏色過濾器顏色再現方法。

【0017】 第 7 圖圖示使用多個有色粒子的顏色再現方法。

【0018】 第 8 圖圖示透明電泳顯示媒體的基本結構。

【0019】 第 9 圖圖示顯示彩色圖像的透明電泳顯示媒體的基本結構。

【0020】 第 10 圖圖示顯示灰色陰影的透明電泳顯示媒體的基本結構。

【0021】 第 11 圖圖示類似片狀的鐵電元件。

【0022】 第 12 圖圖示藉由外部施加電場切換的類似片狀的鐵電元件。

【0023】 第 13(a)圖圖示新的顯示器配置的反射模式，該顯示器配置具有類似片狀的元件，該元件的一側藉由白光散射層覆蓋。

【0024】 第 13(b)圖圖示新的顯示器配置的反射模式，該顯示器配置具有類似片狀的元件，該元件的兩側藉由白光散射層覆蓋。

【0025】 第 14(a)圖圖示新的顯示器配置的透射模式，該顯示器配置具有類似片狀的元件，該元件的一側藉由黑光吸收層覆蓋。

【0026】 第 14(b)圖圖示新的顯示器配置的透射模式，該顯示器配置具有類似片狀的元件，該元件的兩側藉由黑光吸

收層覆蓋。

【0027】第 15(a)圖圖示新的顯示器配置的透射反射模式，該顯示器配置具有類似片狀的元件，該元件的一側藉由白光散射層覆蓋。

【0028】第 15(b)圖圖示新的顯示器配置的透射反射模式，該顯示器配置具有類似片狀的元件，該元件的一側藉由白光散射層覆蓋且另一側藉由黑光吸收層覆蓋。

【0029】第 15(c)圖圖示新的顯示器配置的透射反射模式，該顯示器配置具有類似片狀的元件，該元件的一側藉由白光散射層覆蓋且另一側藉由黑光吸收層覆蓋及在透明電極上配備有加性原色混色過濾器及在反射電極上配備有減性原色混色過濾器。

【0030】第 16 圖圖示樣品的基本顯示效能的量測機構。

【實施方式】

特定技術應用分析

【0031】本發明基於鐵電耦合轉矩電泳現象。利用鐵電耦合轉矩作為驅動轉矩，實現反射及透射類型的顯示器兩者。

(a)電子閱讀器

【0032】此類應用自使用黑白類型 LCD 模組開始，有著相當悠久的歷史。近些年來，記憶體類型的電泳顯示器廣泛用於此類應用。此應用中的特定記憶體類型電泳顯示器的主要益處是該電泳顯示器的類紙式外觀，該外觀有著相對良好的反射率，其中在文字部分具有某種程度的乳白光散射以及黑光吸收。顯示元件的記憶功能節省顯示模組功率消耗。此

記憶效應使得此類型電子閱讀器能夠類似於紙質書。因此，對於此特定種類的應用最重要的要求是顯示元件的穩定的記憶效應及用於圖像背景的足夠好的光散射，其中文字部分足夠好的光吸收可獲得足夠好的清晰度。許多公開的文件揭示此類技術，諸如「Advances in Microencapsulated Electrophoretic Ink for Flexible Electronic Paper Displays」；M. D. McCreary，國際資訊顯示器會議(IMID)第 234 至 235 頁，(2005)、「Electrophoretic Ink: A printable Display Material」；B. Comiskey 等人，資訊顯示學會(SID)技術文摘第 75 頁，(1997)，等等。

【0033】更快的圖像寫入時間或螢幕刷新時間亦是重要的，但是更快的圖像寫入時間或螢幕刷新時間取決於像素數目，以及亦取決於顯示媒體的記憶功能類型顯示器的驅動方法。大體而言，如果此特定應用替換紙質書，則寫入時間為次要要求。比寫入時間更重要的要求是多色及/或全色再現。

【0034】無論對建立足夠好的顏色再現功能作出了怎樣的巨大開發努力，諸如已知的美國專利第 7,167,155 號「Color electrophoretic displays」、第 7,791,789 號「Multi-color electrophoretic displays and materials for making the same」及第 8,040,594 號「Multi-color electrophoretic displays」，此類型顯示器的顏色品質仍待開發。因為，提供良好的顏色純度及足夠好的顏色亮度對於反射類型顯示器並非易事。特定言之，減性顏色再現完全取決於環境入射光顏色純度及螢幕亮度。另一方面，基於背光的 LCD 結合微顏色過濾器及顏色過

濾器光譜配件背光單元系統，已建立基於背光的 LCD 的足夠好的顏色再現。儘管背光功率消耗以及螢幕圖像驅動刷新犧牲了大量功率，然而無論環境光條件如何，顏色再現性是非常好的。當前可用的電泳顯示器技術仍在電泳顯示器的功率消耗方面具有顯著的優點，然而，由於基於減性反射的顏色再現，顏色圖像品質相較於 LCD 圖像的顏色圖像品質較差。特定言之，使用微顏色過濾器的熟知技術的顏色再現亦顯著降低了光通量，導致螢幕亮度暗淡。對於使用環境光作為顯示器光源的反射類型顯示器，顏色過濾器的此光吸收在螢幕亮度不足方面帶來顯著缺點。為了避免藉由使用顏色過濾器減少螢幕亮度，一些實驗正使用入射光的選擇反射以再現多色。國際申請公開案第 WO 2008/107989 號揭示使用膽固醇型液晶的選擇反射的三層堆疊多色系統。此方法不會藉由微顏色過濾器子像素來犧牲圖像解析度，及提供相對大的光通量。然而，由於膽固醇型液晶材料的選擇光反射性質，此方法在顏色純度方面有顯著限制。理論上，藉由膽固醇型液晶的螺旋線的選擇反射具有寬的光譜分佈，使得所獲得的選擇光反射包括多種光波長，某種程度上產生不生動的顏色。因此，替換紙質書的真正意義的建立要求介於當前電泳顯示器的功率節省益處與當前基於背光顏色 LCD 的優越顏色純度之間的某種特定平衡。

【0035】 儘管動作視訊圖像能力作為電子閱讀器的次要要求，然而在內容應用開發方面動作視訊圖像能力使得此類應用更為寬廣及更具生產力。基於記憶體電泳顯示器中的

動作視訊能力的最大挑戰與基於記憶體的電泳顯示器的最大益處不一致。因此，由於電泳顯示器的顯示媒體記憶效應，電泳顯示器已經用於基於黑色/白色的電子閱讀器。此記憶功能對於顯示靜態圖像非常有效，就像當前的紙質書一樣。另一方面，再現動作視訊圖像要求基於時間的圖像重寫，該圖像重寫需要一定程度的功率消耗。此外，由於連續圖像刷新要求，顯示媒體的記憶效應甚至是可避免的內容。因此，通常對於動作視訊圖像再現，記憶功能並不是較佳的。為了實現實際的及功率節省的動作視訊圖像多色及/或全色顯示器，最爲需要的是功率消耗與顯示圖像效能之間的特定平衡。

(b)工業顯示器

【0036】此類應用事實上具有多種顯示模組類型以及顯示模組的尺寸及使用環境。存在多種應用，包括傳統的機械儀錶類型，相對新的透明類型顯示單元到大眾化類型的廣告顯示單元。一種爲指示器類型應用。另一種應用是所謂的使用相對大尺寸的螢幕的命令控制顯示器，諸如 Mike DeMario 等人，「Large LCD Displays for Collaboration and Situational Awareness in Military Environment」，ADEAC 技術文摘第 75 至 77 頁(2006)，及 Ian Miller，「VESA Monitor Command and Control Set (MCCS) Standard」，ADEAC 技術文摘第 90 至 93 頁，(2006)中所描述的。此類應用用於量測設備的控制面板、多種量測系統的指示器顯示器、販售機顯示器等等。特定言之，電池驅動量測機從極低功率耗費類型顯示模組中獲益巨大。此特定類型的應用通常要求相對簡單的顯示內容，諸如

字母數字及/或簡單的動畫。更為具體的實例是產品價格顯示器及/或簡要描述目的顯示器（被稱為貨架顯示器，主要用於便利店或零售店）。相對簡單的顯示內容，諸如定價、產品名稱及/或非常簡要的產品描述是主要內容。此類顯示單元最需要的效能是足夠好的清晰度及極小的功率消耗。另一種應用是用於產品說明書描述目的，替換紙質手冊，諸如汽車銷售說明書。此類應用要求非常高的圖像解析度以及高訊息含量，同時功率消耗最小。根據此類顯示裝置的性質，模組設計經高度客製化及專業化以適於特定設備及/或場合。

【0037】無論特定類別為何，螢幕上顯示顯示內容時，此類顯示單元需要的功率幾乎為零。另一方面，此類顯示器不要求頻繁的刷新，此意味著靜態圖像為最重要的要求。一些應用將要求多色，乃至全色，但是通常不要求任何動畫功能。

【0038】在此等種類的產品中有時亦要求極高的解析度、高圖像內容，尤其對於說明書顯示器而言如此。對於相對低的解析度，或小的圖像內容顯示器，直接驅動或少量的多工驅動方法最為經濟。對於高解析度或高圖像內容顯示單元，主動驅動底板是適當的。然而，主動矩陣驅動底板用於動作視訊圖像或持續刷新類型前提下，無論顯示動作視訊圖像或僅靜態圖像皆如此，但特定靜態記憶體類型電晶體嵌入式底板除外，諸如 Alex Ching-Wei Lin 等人，「LTPS circuit integration for system-on-glass LCDs」；SID 期刊 14/4，第 353 至 362 頁，(2006)，該底板不要求圖像訊號再建立，但在像素的每個電晶體處保持一個圖框圖像訊號。儘管此靜態 RAM 類

型底板具有功率節省功能，然而大體言之刷新類型驅動列（drive train）通常要求相對大量的功率，而無論靜態圖像還是動作視訊圖像再現皆如此。若需要的訊息含量非常高及不需要刷新，則使用顯示媒體的記憶效應，而不是電晶體的記憶效應。此類型顯示媒體記憶功能導致理論上無限數目的努力線路。

(c)大螢幕顯示器

【0039】此類顯示模組通常用於大的廣告牌類型顯示器。室內及室外類型兩者用於大螢幕顯示器。用於此特定應用的記憶體類型電泳顯示器的一個顯著益處是該記憶體類型電泳顯示器在靜態圖像顯示期間的低功率消耗。不同於刷新類型顯示單元，只要顯示圖像是靜態圖像，則記憶體類型電泳顯示器本身具有零功率消耗。廣告牌類型顯示器通常大部分的應用具有大的顯示螢幕尺寸，及大體而言顯示功率消耗與螢幕區域（螢幕尺寸）成比例。因此，相較於刷新類型的顯示單元，基於記憶體的電泳較大顯示器提供相對低的功率消耗益處。此外，記憶體類型電泳顯示器基於該記憶體類型電泳顯示器的使用模型作為反射顯示器，使得只要環境亮度足夠好，甚至反射顯示器可節省照明光功率。通常，此照明功率是很大的，使得照明光的功率節省顯著。在黑暗環境亮度條件下，不同於自發光類型顯示單元，電泳顯示器單元需要特定照明光系統。只要實施更有效的反射率，則甚至此類電泳顯示單元需要照明系統，但電泳顯示單元的低功率消耗效益仍是相當大的。為了在保持其他需要的顯示效能（諸如

顏色純度、顏色數目等)的同時，實現足夠高的反射率，高度期待全新的技術。

【0040】記憶體類型反射電泳顯示器潛在地與該等類型大廣告牌顯示器應用良好匹配。如下克服當前已知的電泳顯示技術的困難：

每一應用的技術要求

(a)電子閱讀器

【0041】此類技術缺失內容是顏色再現及動作視訊圖像能力兩者。如上所述，原理上，有利於功率節省的記憶效應及要求刷新視訊速率的動作視訊圖像能力兩者彼此不一致。在某種程度上大部分像素化的矩陣類型顯示器需要記憶效應以保持足夠好的圖像品質，無論靜態圖像還是動作視訊圖像皆如此。舉例而言，TFT(薄膜電晶體)驅動底板使用電荷記憶效應的至少單個圖框掃描時間以避免圖框至圖框時間間隔期間圖像劣化。由於記憶效應的TFT底板側，顯示媒體不需要將記憶效應作為材料。不是在顯示媒體處保持記憶功能，而是TFT底板保持足夠的電荷以保持顯示媒體圖像狀態直至電荷激發的下一個圖框就緒。另一方面，在沒有TFT底板，及顯示媒體中沒有記憶效應的情況下，需要更快的刷新或滾動以在顯示螢幕上保持圖像，從而維持足夠好的圖像品質。所謂的多工驅動方法結合被動矩陣底板屬於此情況。在多工驅動情況中，實際上，顯示媒體的某種緩慢的光學反應較好地保持足夠好的圖像品質。由於極快的脈衝速率，諸如幾十kHz通常應用於此類驅動，故若顯示媒體具有亞毫秒的光學

反應，則每當施加數 kHz 的激勵電壓脈衝時，顯示器顯示小但清晰的閃光。因此，此類驅動更適合於緩慢反應光學媒體，以避免閃光圖像假影。

【0042】 為解決此不一致，吾人之集中調查建立以下方法以解決此等技術困難。對於獲得顏色再現的較高品質及具有圖像保持功率消耗的最小或可接受水平的動作視訊圖像能力兩者，以下內容是重要的：

(1)基於電泳的記憶體類型顯示器中極快的電光學反應。

(2)不管極快的光學反應速度如何，顯示媒體應具有記憶效應，該記憶效應賦能顯示圖像而不需要任何功率。

(3)不管顯示媒體的記憶能力如何，一旦施加正確的電訊號，所顯示的圖像必須藉由最新施加的電訊號改變圖像的內容。

(4)與當前建立的平面顯示技術有著足夠好的兼容性

以上四個重點為何會有效解決此類裝置的原因將在下文討論。

(b)工業顯示器

【0043】 此類裝置的大部分技術困難與電子閱讀器要求的技術難點是共同的。取決於特定應用，相較於電子閱讀器的操作溫度，一些應用要求更寬範圍的操作溫度。相較於電子閱讀器的對比率，一些應用要求更高的對比率，且一些應用要求更大的機械強度等等。此類特定技術困難主要係關於可靠性問題，包括工作環境問題。

【0044】 實例之一是用於汽車氣體豎管的氣泵表顯示

器。取決於氣候環境，該氣泵表顯示器要求相對寬的容差，但是通常此特定應用要求操作溫度範圍從 -30°C 至 $+75^{\circ}\text{C}$ ，與儲存溫度範圍 -40°C 到 $+90^{\circ}\text{C}$ 相同。一些液晶顯示器(LCDs)至少溫度上滿足此等要求，然而，在如此寬的溫度範圍中，當前可購買到的顯示模組仍然對滿足其他要求有著顯著困難，諸如足夠好的對比度及螢幕亮度。此外，很難滿足機械強度標準。因此，通常此類顯示模組需要改良極寬的溫度範圍要求，而不犧牲顯示圖像品質。此外，機械強度是此類顯示應用的所有顯示模組的最大挑戰之一。

【0045】另一方面，大部分此類顯示模組不要求上述電子閱讀器應用所要求的高顏色品質，此外不要求動作視訊圖像。因此，此類顯示單元的技術困難是在寬的溫度範圍內保持足夠高的對比率及螢幕亮度。此類應用具有一個更為重要的要求。該要求是暴露在太陽光下的耐受性。許多此類顯示模組作為室外應用使用。因此，紫外線(ultra violet; UV)暴露耐受性亦是非常重要的要求。簡言之，以下技術要求是非常重要的：

(1)足夠寬的操作及儲存溫度範圍兩者。

(2)在足夠寬的溫度範圍內保持足夠好的對比度及螢幕亮度。

(3)太陽光暴露耐久性。

(4)大螢幕顯示器

(c)大螢幕顯示器

【0046】此類最新興起的應用被稱為電子標識。傳統上，

此類應用已經眾所周知作為廣告牌類型顯示螢幕。對於大螢幕顯示器，包括室外球場類型計分牌顯示器到室內公告牌顯示器，使用環境及螢幕尺寸得到廣泛擴展。將在螢幕尺寸及使用環境兩方面討論此類顯示單元的技術挑戰。

【0047】 對於室內類型，當前大眾化的應用是公共服務領域的電子標識，諸如機場、火車站、大型購物中心走廊等等。該等使用環境通常具有足夠明亮的環境亮度，因此，對大部分記憶體顯示裝置，適於使用。由於彼等使用環境主要地保持了相當穩定的環境亮度條件，反射類型記憶體顯示器（諸如電泳顯示器）將在顯示器的顯著功率節省能力以及基於減性顏色混合的顯示器的一致顏色品質方面非常有效。穩定及一致的環境亮度條件使得反射類型顯示器有效。此外，此類環境亮度環境很大程度上到反射類型顯示模組的入射光角度是可預見的。此使得顯示單元的反射效率最大化及建立一致的顏色品質。另一方面，大部分自發光類型電子標識顯示模組，包括背光 LCD 模組，此類高環境亮度條件降低了原始螢幕圖像品質。此外，取決於環境照明光譜條件，甚至顏色純度有較大影響。因此，此特定室內應用領域適用於大部分記憶體類型反射顯示模組。另一方面，大部分自發光類型顯示模組適用於動作視訊圖像再現，包括全色能力。由於顯示器的基於記憶的特徵，記憶體類型顯示器（尤其是記憶體類型電泳顯示器）很難再現動作視訊圖像及全色圖像再現兩者。

【0048】 以上論述闡明自發光類型顯示器及記憶體類型反射顯示器兩者的優點和缺點。表格 1 顯示彼等優點和缺點

的總結。如表格 1 所闡明的，自發光類型顯示單元在自發光類型顯示單元的動作視訊圖像再現能力方面非常出色，然而，圖像品質很大程度上取決於環境照明光譜及亮度，具有持續大的功率消耗。另一方面，基於記憶體的反射顯示單元非常適合顏色圖像可調整性及靜態圖像功率消耗。然而，基於記憶體的反射顯示單元的最大技術挑戰是該顯示單元的動作視訊能力較差，甚至缺乏動作視訊能力。

表格 1. 電子標識應用的室內使用的自發光類型及基於記憶體的反射顯示器的一般比較

室內電子標識	自發光顯示器	基於記憶體的反射顯示器 (當前技術)
靜態圖像保持功率消耗	與螢幕尺寸成比例	無論螢幕尺寸如何皆為零
動作視訊圖像功率消耗	與螢幕尺寸成比例	與螢幕尺寸成比例
顏色圖像品質	取決於環境照明光譜	持續良好
環境照明對圖像品質的影響	難以調整	可調整的
全色再現	良好	較差至缺乏
動作視訊圖像品質	良好	較差至缺乏

【0049】根據以上比較，以下內容對室內應用的基於記憶體的反射顯示單元十分重要：

(1)動作視訊圖像將可與自發光類型顯示器的動作視訊圖像競爭。

(2)全色再現應是可用的。

克服已知技術挑戰的一般方法

【0050】如上所論述，對於上述三類的應用，記憶體類型反射顯示器具有記憶體類型反射顯示器的本質優點。已知數種記憶體類型反射顯示器及該等記憶體類型反射顯示器用作實際的顯示裝置。舉例而言，(a)電子閱讀器應用：電子書，(b)工業顯示器：便利商店的貨架價格標籤，(c)大螢幕顯示器：棒球場記分牌，是大眾化實例。每一實際使用類型顯示裝置具有該顯示裝置自身的優點。另一方面，每一應用仍要求特定顯示能力用於更寬及更有效使用如上所述的每一類的顯示裝置。

【0051】本發明的發明人集中調查最本質的技術背景或根本的要求以解決每一類技術挑戰。在此特定考慮中，發明人作出以下基本機制研究。以下描述本發明中的基本方法。

【0052】首先，綜合選擇出每一類的技術挑戰。然後，總要求如下：

- (1)光學反應時間應極快以符合動作視訊圖像再現。
- (2)保持記憶效應用於靜態圖像保持。
- (3)將使用當前可用的平臺實現極快的光學反應。
- (4)全色再現能力。
- (5)足夠寬的溫度範圍。
- (6)作為室外顯示單元的耐久性。

【0053】對於動作視訊圖像再現能力，不僅是顯示媒體的單獨問題，而是需要考慮驅動方案以及驅動底板可用性。當然，不管驅動方案如何，絕對要求顯示媒體具有足夠快的電光切換能力。同時，在獲得實際動作視訊圖像能力方面，驅動列匹配能力亦是顯示媒體的重要要求。爲了獲得多樣的應用能力，考慮主動矩陣底板驅動（諸如 TFT 底板驅動）及具有多工驅動方案的被動矩陣驅動兩者。具有極快的光學反應後，甚至對於基於記憶體的反射顯示系統全色再現也成爲了現實。儘管此基本概念不是專門用於反射顯示器的情況，然而在最近 50 多年裡該基本概念已經衆所周知爲場序顏色方法。大部分像素化顯示器使用空間解析的子顏色系統。舉例而言，對於背光的彩色 LCD，該等 LCD 具有子像素結構，其中每一子像素具有原色的顏色過濾器，諸如藍色、紅色及綠色過濾器。使用人眼的限制的空間解析度，極小的每一原色子像素合成全色圖像至人眼。場序顏色系統使用時間解析度代替空間解析度。使用人眼的限制的跟隨時間解析度，若單個像素分別使用快於人眼的時間解析度的極快的時間圖框來再現藍色、紅色及綠色，則單個像素在人腦中合成全色圖像。因此，若基於記憶體的反射顯示系統具有快於人眼的時間解析度的足夠快的電光學反應能力，則顯示器提供全色圖像至人腦。同時，若顯示圖像是靜態圖像且一定量時間內不需要重寫，則顯示媒體必須在顯示媒體本身具有記憶能力。爲了實現顯示裝置適用性，動作視訊圖像再現及靜態圖像再現兩者以及保持靜態圖像的記憶功能必須是可操作的以應用當前

最先進的技術。寬的溫度要求及太陽光暴露的耐久性兩者亦將為基本材料選擇問題，儘管亦可能考慮一些額外的方法來避免此等技術問題。

【0054】基於以上綜合考慮，調查每一主要技術要求；如何克服每一技術要求，如下所述：

(a)極快的電光學反應以符合場序顏色要求。

【0055】此要求至少 1 ms 或更短的光學反應時間。

【0056】此電光學反應水平僅藉由具有外部施加電場的介電耦合及/或具有外部施加電場的鐵電耦合為理論上可能的。

(b)保持有效的記憶效應

【0057】為了保持有效的記憶效應，存在幾種方法。一種方法為使用磁性元件，一種方法為使用可切換的分子結構配置變化，諸如順式及反式分子結構配置，一種方法為可切換的分子或晶體結構變化，一種方法為鐵電現象。

(c)可靠性要求

【0058】當前的市場技術中存在已證實可靠的材料。一些為材料的本質可靠性，一些為裝置模組的總效能，諸如使用 UV 截止過濾器。

【0059】此外，由於反射顯示器性質，由於大量的光反射而難以在顯示螢幕前使用 UV 截止過濾器。此外，必須處理相當寬的溫度範圍，使得最小化顯示效能變化。

【0060】以上當前要求分析及當前顯示器效能建立以下顯示器配置的新概念。

(1)基於電泳的顯示技術以最大化顯示圖像的環境光的使用。

(2)透明的光切換媒體以最大化環境或照明光效率的使用。

(3)取決於應用及/或顯示器應用，實現反射顯示器及透射顯示器配置兩者。

克服當前技術問題的理論要求

【0061】 鐵電耦合轉矩的簡單模式工作類似正反器，如第 1 圖中所圖示。鐵電元件的自發極化簡單地藉由施加外部電場來切換自發極化的方向。當相對於自發極化的方向的 180 度不同方向的外部電場施加於元件時，元件旋轉元件方向直至自發極化達到與外部電場方向平行。因此，此簡單的鐵電元件模型正好是介於向上及向下的自發極化方向之間的雙穩配置。在簡單的鐵電切換模型中，一旦自發極化切換，由於鐵電材料特徵，甚至是在移除外部施加電場之後自發極化方向皆按照原樣保持。

【0062】 不同於第 1 圖圖示的簡單鐵電切換模型，在大部分電泳環境中，自發極化切換具有某些來自切換元件的持續媒介的阻力，如第 2 圖所圖示。此阻力來源於持續媒介的彈性或流變性質。當切換元件接收外部施加電場建立的鐵電耦合轉矩時，元件開始該元件的切換。當切換元件一開始元件的切換，周圍的持續媒介就藉由彈性材料的流變性質提供阻力。此阻力實質上作為切換控制媒體工作。同樣地，通常的鐵電耦合轉矩作為閘鎖基礎工作，如第 3 圖所圖示。若鐵電

耦合轉矩比閃鎖時間持續工作得更久（在第 3 圖中），則鐵電元件完成鐵電元件的旋轉，而不需要任何持續媒介環境，如第 3 圖所圖示。若鐵電耦合轉矩沒有比閃鎖時間持續得更久，則鐵電元件沒有完成鐵電元件的旋轉，導致移除外部施加電場後無旋轉，如第 3 圖所圖示。

【0063】 在具有持續媒介的電泳環境中，鐵電切換元件行爲相較於沒有任何持續媒介的配置有一點不同，如第 3 圖所圖示。由於流變現象，鐵電元件具有來自持續媒介的阻力。實際的阻力取決於持續媒介的性質。當持續元件爲彈性體時，在鐵電切換元件旋轉期間，鐵電切換元件具有連續的阻力，如第 4 圖所圖示。一個實例是所謂的聚合物凝膠持續媒介。由於聚合物凝膠持續媒介具有相對強的彈性常數，彈性常數充當鐵電耦合轉矩的競爭力。不同於極低黏性流體，相對強的彈性模數材料作爲鐵電耦合轉矩的競爭力及移除鐵電粒子的驅動轉矩後維持鐵電粒子位置的持續力兩者工作。

【0064】 當持續元件爲觸變媒介時，鐵電切換元件在鐵電切換元件剛剛開始切換時具有顯著的阻力。一旦鐵電切換元件開始鐵電切換元件的移動，隨後，由於非牛頓流體的性質，圍繞鐵電切換元件的觸變媒介顯示阻力顯著降低，如第 5 圖所圖示。當使用觸變持續媒介時，介於鐵電耦合轉矩及持續媒介的彈性阻力之間的競爭基本上等同於彈性持續媒介的競爭。彈性體媒介及觸變媒介之間的唯一差異爲在鐵電驅動轉矩處的競爭力。在彈性體的情況中，如上所述，來源於彈性體的彈性常數的競爭力持續工作。另一方面，當使用觸變持

續媒介時，來源於觸變媒介的主要競爭力只有當藉由除去外部施加的電場來移除鐵電驅動轉矩時工作。

【0065】無論持續媒介類型是彈性體持續媒介還是觸變持續媒介，具有持續媒介環境（該環境為電泳環境）的鐵電切換元件驅動轉矩描述如下。以下方程式僅僅解釋單維的力（在 X 方向）。由於持續媒介以等向方式發揮持續媒介的阻力，故其他方向，y 及 z 方向力以與以下 X 方向力相同的方式表達。

$$F = \int_0^d \left\{ \frac{B}{2} \left[\frac{\partial \phi}{\partial x} \right]^2 - D \frac{\partial \phi}{\partial x} \right\} dx + 2\gamma_d \alpha_d^2$$

方程式 1

【0066】此處，F 是彈性模數阻力，B 是彈性模數常數，D 是基於介電的常數， γ_d 是表面空間相互作用常數， α_d 是表面與持續媒介之間的相互作用，d 是顯示媒體厚度。在方程式 1 中，第一積分項代表彈性能量及電相互作用能量兩者。第二項代表表面相互作用能量。

【0067】鐵電耦合轉矩表示為方程式 2。

$$\text{鐵電耦合轉矩} = PsE \text{ 方程式 2}$$

【0068】考量持續媒介的阻力，表示為方程式 2 的鐵電耦合轉矩變為如下：

$$\text{鐵電耦合轉矩} = PsE/\eta \text{ 方程式 3}$$

【0069】此處， η 是材料的自身黏度。因此有效的工作力表示為方程式 3。

【0070】在電泳環境中，實質的驅動力為方程式 1 及方程式 3 之間的競爭情況。實際的競爭力需要考慮眾所周知為動

電勢 (zeta potential) 的動勢因素，然而，此處，論述此兩個因素足以解釋本發明。

【0071】當電泳顯示器的持續媒介是彈性體時，方程式 1 的第一項，具體而言 B 在鐵電元件旋轉期間一直工作，由於相對強的斷裂效應，導致某種程度上受限的切換時間。當電泳顯示器的持續媒介是觸變流體時，B 僅僅在鐵電元件旋轉的最初階段工作，且一旦鐵電元件開始移動，B 突然變得非常小，在大多數情況下，B 變得可以忽略。這正是觸變流體的特定特性，或普遍已知為非牛頓流體效能。取決於需要的光切換時間以選擇哪個媒介更適合特定應用。大體而言，在切換元件移動時切換元件形狀方面，觸變媒介具有較寬的接收度，如國際申請案第 PCT/EP2010/057865 號所揭示的，該申請案主張愛沙尼亞實用新型申請案第 EE U201000017 號的優先權。如方程式 1 表明的，不僅彈性阻力而且來源於表面的能量亦是我們所考慮的。特定言之，當切換元件為相對小時，及/或電泳媒體為相對薄時，在阻力方面表面錨定能量項起到相對大的作用。當切換元件尺寸很小時，諸如平均直徑 20 至 30 微米，切換元件相較於切換元件的體積的相對表面面積大於當平均元件尺寸為約 100 微米時的表面面積。因此，較小的元件尺寸提供的阻力大於較大的元件尺寸提供的阻力，產生更緩慢的反應時間。大體而言，為了具有更快的切換，適於使用較大的元件尺寸，其中觸變流體作為持續媒介。當然，光切換反應亦取決於持續媒介中元件的分散密度、表面錨定相對貢獻方面的總薄膜厚度以及當然的電場強度。從

理論原理觀點來看，較快的光切換條件如下：

- (a)較大的切換元件。
- (b)使用觸變持續流體。
- (c)相對小的切換元件密度。
- (d)相對較厚的顯示媒體，該顯示媒體考慮需要的電場強度。

【0072】較大的切換元件尺寸使得每一切換元件的表面錨定效應負擔較輕，使用觸變持續媒介使得阻力更小，切換元件相對小的密度使得表面錨定效應更小，及較厚的顯示媒體亦減少主要來自電極介面表面的表面錨定效應。然而，以上因素需要與作為顯示媒體的其他需要的效能（諸如對比率及螢幕亮度）有著足夠良好的平衡。此處，以上論述僅針對獲得更快的光切換，且明顯需要某種最佳化以建立作為顯示媒體的數個重要要求之間的良好平衡。

【0073】作為具有更快的光切換性質方面的次要討論，考慮持續流體的介電貢獻是有效的。如方程式 1 表明的，當介電項為大的時，阻力 F 變得較小，產生更快的光切換。理論上，若介電項的貢獻大於彈性項及表面錨定項的貢獻，則甚至 F 有可能加速光切換。並不清楚是否介電項大於彈性項及表面錨定項的貢獻，然而，在如上所論述使用觸變媒介的情況中，彈性項的貢獻在切換最開始時就受限制，因此，通常相較於彈性體媒介，觸變媒介提供更快的光切換。

【0074】對於鐵電切換元件，需要使用鐵電材料。當前可用的鐵電切換元件材料均來自鐵電或本質鐵電材料的錯位類

型或材料的有序/無序類型。對於電泳顯示器，應用鐵電切換元件有利有弊。錯位類型鐵電材料在許多情況下由無機晶體製成。BaTiO₃ 是眾所周知的錯位類型鐵電材料。大體而言，錯位類型的鐵電材料具有相對大的自發極化，因此，如方程式 2 表明的，錯位類型的鐵電材料的驅動轉矩為大的。有序/無序類型的鐵電材料主要為聚合物基或低分子有機材料。聚偏二氟乙烯或 PVDF 以及尼龍 11 眾所周知為此類鐵電聚合物。一些液晶分子亦顯示此類鐵電效能。大體而言，有序/無序類型鐵電材料顯示相對小的自發極化，因此，驅動轉矩相較於錯位類型的鐵電材料的驅動轉矩為相對小的。另一方面，大部分有序/無序類型鐵電材料可相對容易地改變該等鐵電材料的分子形狀，產生實質上較低的黏度。此較低黏度有效地綜合平衡了小的自發極化。

實際設計

【0075】 爲了克服傳統電泳顯示器的缺點，基於以上論述的鐵電切換元件的理論分析，發明人設計出電泳顯示裝置的新結構。

【0076】 當前電泳顯示器的主要技術問題是低功率消耗及高圖像品質（包括全色及全動視訊圖像能力）之間的矛盾問題，如上所論述。爲了解決電泳顯示器中的此本質矛盾情況，發明人集中調查分析當前電泳顯示器的效能及結構。自顯示媒體配置，發明人做出如下結論：

【0077】 大體而言，電泳的性質爲膠態效應，且大部分膠態效應基於不透明混合物基礎。基於電泳的分散粒子性質，

電泳效應顯示不透明性質，這並不令人驚訝。最大眾化的電泳顯示器的一種使用黑白粒子以在乳白色背景上形成足夠好的對比度。這對使用環境光來具有足夠明亮的螢幕亮度非常有效。另一方面，藉由電泳顯示器上的顯示元件散射乳白色光意味著不透明性。如果顯示元件是透明的，則不期望具有足夠好的乳白色光散射作為顯示器的背景。因此，當前習知的電泳顯示器存在具有足夠透明類型的顯示器的本質問題。在反射類型電泳顯示器的乳白色背景的當前本質要求前提下，發明人選擇出乳白色光散射及顏色反射率的機制以及亦可能的有效光通量類型顯示器。背光的透明類型的電泳顯示器可為一個解決方案。

(a)光散射實體

【0078】 當前已知的電泳顯示器藉由使用來自切換元件表面或切換元件塊的光散射來形成有效的環境光的光散射。此使得顯示元件不透明。因此，來自切換元件表面的光散射需要完成覆蓋顯示元件以具有足夠好的光散射。若覆蓋不充分，則光散射強度為弱的及不能獲得足夠好的乳白色光散射。因此，對當前基於電泳現象的顯示器的基本要求為顯示元件為不透明的。

(b)顏色再現

【0079】 當前已知的電泳顯示器上的顏色再現使用顏色過濾器或多個顏色切換元件，分別如第 6 圖及第 7 圖所圖示。電泳顯示器使用光散射及顏色吸收，因此，電泳顯示器是不透明顯示系統。

【0080】 爲了具有光通過類型或透明類型的電泳顯示系統，發明人基於新型電泳現象設計出新的機制及結構配置。以下論述解釋新的機制以及新的結構配置。

1.光通量系統機制

【0081】 爲了保持足夠好的光散射以獲得足夠好的螢幕亮度，電泳顯示器必須具有光散射機制。所有已知的基於電泳的顯示技術使用切換元件作爲光散射元件。此產生不透明類型顯示器。因此，發明人考慮除了經由光切換元件之外的具有足夠好的光散射的另一機制。

【0082】 存在具有足夠好的光散射的另一機制。該機制將使用來自顯示元件的背側的光。如第 8 圖所圖示，若環境光在光切換元件後有效地散射，則顯示系統可具有足夠好的光散射效能。在此情況中，光切換元件需要具有足夠好的光通量以具有來自元件背側的有效光散射。同時，爲顯示黑色或任何顏色圖像，光切換元件亦需要顯示顏色圖像的足夠好的光強度。爲了賦能光散射及顏色圖像兩者，在顯示效能方面，發明人將新的概念引入電泳現象。代替使用光切換元件藉由吸收環境光來顯示乳白色光散射及背面圖像，而是光切換元件作爲光通量控制元件工作，分別如第 8 圖、第 9 圖及第 10 圖所圖示。以此方式，光切換元件作爲光阻擋及光傳遞元件工作，代替光散射及光吸收元件。光散射及顏色再現功能不是來自光切換元件，而是來自背側。如第 8 圖所圖示，光切換元件具有類似片狀形狀。在初始狀態，類似片狀元件幾乎保持與基板背側平行。此配置賦能藉由環境光提供光散射狀

態。當某一電壓施加於面板時，如第 9 圖所圖示，類似片狀的元件旋轉及達到垂直狀態。在此配置中，環境光穿過面板的背側。在面板的背側中，基於減性顏色協調配備顏色過濾器。在第 9 圖中，圖示兩個顏色過濾器的實例，一個為青藍色，另一個為黃色。在此配置中，青藍色及黃色兩者自面板背側反射，隨後面板再現減性混合的顏色。藉由選擇正確的施加的電壓，第 10 圖圖示類似片狀的元件的某種中間狀態。在此配置中，反射的有色光的強度小於第 9 圖的光強度。因此，此配置提供顏色再現的灰色陰影。類似片狀的切換元件應包括鐵電材料，且鐵電材料的自發極化垂直於類似片狀的平面，如第 11 圖及第 12 圖所圖示。類似片狀的表面的兩側藉由白光反射材料覆蓋或沒有特定的覆蓋層。如果沒有特定的覆蓋層，則類似片狀的材料及持續媒介應具有適當的反射率失配，以在類似片狀的元件的表面處形成足夠好的光散射。

2. 顏色再現機制作為反射顯示模式

【0083】 在此新配置電泳顯示器系統中，原理上藉由顏色過濾器進行顏色再現。如第 8 圖、第 9 圖及第 10 圖所圖示，當環境光經由類似片狀的元件到達顏色過濾器時，顯示面板顯示特定顏色。當類似片狀的元件幾乎與背板平行排列時，藉由類似片狀的元件的表面反射大部分的環境光，產生乳白色螢幕。藉由基於減性顏色混合系統佈置顏色過濾器，此顯示器再現全色圖像。

3. 顏色再現、機制作為透射顯示方式

【0084】 電泳顯示器的一個重要益處是電泳顯示器的記

憶顯示功能。記憶體類型的顯示器賦能顯著的功率節省。尤其對於足夠明亮環境中的靜態圖像顯示，此類顯示器非常有效。另一方面，在沒有足夠明亮的環境光的情況下，諸如夜間、在暗室中，需要額外照明源。此外，對於動作視訊圖像，電泳顯示器的記憶功能甚至是有害的。對於動作視訊圖像再現，連續的刷新圖像是必需的，因此，不需要顯示記憶效應。因此，對於動作視訊圖像再現，及在黑暗環境光情況中，或多或少額外的功率消耗是不可避免的。然而，甚至在此種情況下，較高的照明器發光效率節省了大量功率。取決於環境光條件，顯示器具有至少兩個功能：一個是足夠明亮的環境光情況下的反射顯示功能；及另一個是黑暗環境光情況下使用照明器。在兩種情況下都實現了顯著的功率節省。

【0085】 第 13(a)圖圖示基於本發明的反射模式全色顯示器。從觀看者的角度看，如第 13(a)圖所圖示，此實施例使用可撓性基板作為背側。使用環境光作為照明器光，當將類似片狀的元件定向使得該元件的白色反射層面對觀看者，由於類似片狀的元件的白色反射層的光散射效應，環境入射光經散射及呈現乳白色。當類似片狀的元件因為外部施加電場而傾斜時，如第 13(a)圖所圖示（此圖中的紫紅色顏色過濾器部分），一些入射光通過類似片狀的元件且到達可撓性基板表面上的顏色過濾器。到達顏色過濾器的一些光穿透顏色過濾器，且在位於顏色過濾器後面的反射層的表面處（亦即，金屬電極）反射，如第 13(a)圖所圖示。藉由反射層反射的光再次穿過紫紅色顏色過濾器，且因為兩次穿過紫紅色顏色過濾

器，故總的光通量受到一定程度的限制。然而，反射光給觀看者帶來良好的顏色純度。

【0086】如上所論述，取決於類似片狀的元件的傾斜角度，有色反射光強度是可調的，此舉提供連續的有色光強度（分等級），產生全色圖像。在第 13(a)圖中，介於顯示媒體（亦即，類似片狀的元件及元件的懸浮媒介）與可撓性基板表面之間存在丙烯酸樹脂層。在實體表面形貌目的及光反射率匹配目的方面，形成此層用於表面平坦化目的。實體形貌平坦化及光反射率匹配兩者最小化兩種材料之間的介面處的不必要的光反射及光散射，此舉降低了顏色純度以及對比率，特別是對於反射類型的顯示器如此。儘管第 13(a)圖沒有圖示介於顯示媒體與正面之間（靠近觀看者側）的相同類型的丙烯酸樹脂層，取決於透明電極的反射率及/或基板的反射率，有效地將來自介面的不必要的反射及光散射最小化。

【0087】第 13(b)圖圖示類似片狀的顯示元件具有藉由白色散射層覆蓋的兩側。取決於選擇白光散射層材料及/或鐵電類似片狀的元件材料，在一些情況下，甚至單一的白光散射層不足以反射及散射入射光，及/或一些入射光穿過白色層及鐵電層兩者，引起顯示效能降低。在此種情況下，類似片狀的顯示元件的兩側將藉由白光散射層覆蓋。藉由光散射層或光吸收層覆蓋的一側或兩側，如第 14(a)圖及第 14(b)圖所圖示，亦需要考慮對原始顯示元件的自發極化的功率的影響。由於白色及黑色層材料兩者為介電材料，故作為堆疊的介電材料層，該等層或多或少對自發極化的功率有影響。因此，

在單層或雙層覆蓋方面，選擇顯示器配置由綜合因素（諸如顯示效能、功率消耗等等）決定。

【0088】第 14(a)圖及第 14(b)圖圖示基於本發明的透射模式全色顯示器。透射模式要求背光單元產生足夠好的顏色圖像，而無論環境光情況如何皆如此。此透射模式顯示器亦配備有介於切換元件層與背光之間的稜鏡片以最大化光效率。取決於反射率匹配情況，丙烯酸樹脂層可插入稜鏡片與基板背側之間用於有效使用背光通量。亦提供黑色基質用於避免相鄰顏色之間的混色，及增加對比率。在透射模式顯示裝置中，由於加性顏色再現系統，類似片狀的元件的一側或兩側表面藉由黑色材料覆蓋。

【0089】第 14(a)圖圖示顯示裝置，其中類似片狀的元件僅一側藉由黑色染色層覆蓋，且第 14(b)圖圖示顯示裝置，其中類似片狀的元件的兩側藉由黑色染色層覆蓋。在此特定配置中，兩側覆蓋有效具有較高對比率，其中照明光通量相對強，且相較於兩側覆蓋，一側覆蓋適合於提供更少的功率消耗顯示單元，其中對比率略微較小。此意味著單個黑色層模組相對適合於較小的螢幕及室內類型應用，且雙側黑色層模組相對適合於大螢幕室外應用，然而，應取決於螢幕亮度、對比率及功率消耗之間的考慮來決定。

【0090】對於面板中每一類似片狀的顯示元件的佈置，由每一顯示元件的鐵電性的自發極化方向決定。舉例而言，當片狀鐵電材料由諸如 PVDF 的聚合物製成時，自發極化的方向為預先設定的，諸如從底側至頂側的片厚度方向。因此，

當黑色染色層片層壓在鐵電片材料上時，設計黑色層與自發極化方向之間的相對方向以設定自發極化的方向。此相對方向設計情況等同於白光散射材料的覆蓋層。當顯示元件的兩側僅藉由黑色或僅藉由白色覆蓋，或一側藉由黑色層覆蓋及另一側藉由白色層覆蓋時，總是預先識別自發極化的方向。當顯示元件選自鈣鈦礦（Perovskite）陶瓷材料，諸如 BaTiO₃ 粒子，只要著色製程後緊跟製備好的鐵電材料，則此意味著基礎顯示元件被預先設定了顯示元件的鐵電性質，有可能偵測特定自發極化方向。即使由於某種原因不知道自發極化方向，在顯示面板中用顯示元件的懸浮流體充滿顯示元件，及特定方向極性電場施加至面板後，所有基於鐵電的顯示元件沿著特定電場方向對齊成單一統一方向，因此，容易對齊最初的顯示元件方向。在此透射模式中，當類似片狀的元件幾乎與顏色過濾器基板平行對齊時，顯示器顯示黑色圖像。當類似片狀的元件具有一定傾斜時，如第 14 圖所圖示，顯示器顯示特定顏色，該顏色取決於類似片狀的元件的傾斜角度，該傾斜角度藉由施加的電場控制。

【0091】 此顯示系統的另一個配置圖示在第 15(a)圖、第 15(b)圖及第 15(c)圖中。此等配置在相同面板中具有減性顏色及加性顏色系統兩者。如第 15(a)圖、第 15(b)圖及第 15(c)圖中所圖示，此等配置在單個面板中具有透明電極及反射電極兩者。取決於環境亮度水平，及需要的顯示器規格，此等顯示系統實現反射顯示圖像及透射背光圖像兩者作為顯示系統的主要功能。使用第 15(a)圖、第 15(b)圖及第 15(c)圖中所圖

示的顯示模組，當環境光足夠明亮時，諸如太陽光的條件，關閉背光單元及使用顯示模組作為反射顯示器。在此情況下，由於足夠明亮的環境光條件，此顯示模組作為反射顯示器工作，如第 13(a)圖及第 13(b)圖所解釋。足夠強的入射光藉由位於每一顏色過濾器層後的反射層反射，由此有色光到達觀看者的眼睛。當環境光相對暗淡時，此顯示模組使用背光單元作為顯示模組自身的照明器。手動控制或者採用特定環境光偵測系統自動控制反射模式及背光照明器模式的切換。對於背光照明顯示模組，該模組工作如第 14(a)圖及第 14(b)圖所解釋。

【0092】 不同於僅反射的顯示器或僅背光照明的顯示器，在顏色過濾器混合方法（該方法為加性或減性顏色模式，或混合加性及減性顏色兩者）及/或每一像素處的透射及反射面積比取決於特定使用條件方面，第 15(a)圖、第 15(b)圖及第 15(c)圖中的透射反射顯示器具有特定設計。若主要利用反射使用機會，則在每一像素處顯示器的反射面積將大於透射面積。若主要利用透射，則在每一像素處透明像素面積將大於反射面積。此外，取決於主要使用模式，或其他要求，選擇顏色過濾器的原色組合亦為可考慮的。大體而言，若主要利用反射，則將選擇減性顏色組合。若主要使用的模式為透射模式，則將選擇加性顏色混合。同樣地，取決於選擇加性及/或減性顏色混合，將選擇表面反射/吸收材料（諸如白光散射及/或黑光吸收層），以最大化顯示效能。

【0093】 在一些情況下，光反射層及光吸收層兩者附於類

似片狀的元件的兩側。然而，取決於特定顯示內容的要求，決定顏色混合組合。顏色過濾器選擇不受限於圖式中所圖示的一個。取決於應用，可使用其他顏色過濾器選擇。第 15(a)圖及第 15(b)圖之間的設計配置差異是利用類似片狀的顯示元件上的單一的光散射層（第 15(a)圖），或使用一側的光散射層及另一側的光吸收層。如上所論述，若第 15 圖類型的顯示模組配置主要應用於要求太陽光清晰度以及足夠好的環境光條件的室外應用，則第 15(b)圖所圖示的另一側被光吸收層覆蓋的顯示器將優於不具有黑色光吸收層的顯示器。

【0094】由於大部分室外顯示器應用要求相對大的螢幕，諸如超過 300 英寸對角線，較寬的視角是重要的要求之一。由於寬的視角清晰度，一些入射光來自低角度。彼等極低的入射角光可穿透類似片狀的顯示元件，產生不需要的背景顯示圖像。爲了避免此問題，使反射層在類似片狀的元件的一側及吸收層在類似片狀的元件的另一側是有效的。然而，由於光吸收層，亦丟失用於實際顯示圖像的一些入射光。因此，選擇覆蓋層用於類似片狀的顯示元件將爲實際顯示應用條件的考慮內容。原理上第 15(b)圖及第 15(c)圖之間的差異爲顏色純度。如第 15(c)圖所圖示，此特定配置具有加性及減性顏色混合功能兩者。由於配備有金屬非光透射電極的像素反射部分不允許背光光通量穿過像素的彼部分，因此減性顏色過濾器系統對使用背光照明的光透射顯示模式沒有任何貢獻。對於透射的使用，僅每一像素處的透明電極部分貢獻顯示圖像。在第 15(c)圖所圖示的顯示器中，由紅色、綠色及

藍色顏色過濾器組成的加性顏色混合應用至透明電極上，且由青藍色、紫紅色及黃色顏色過濾器組成的減性顏色混色應用至反射電極上。在第 15(a)圖、第 15(b)圖及第 15(c)圖中，亦配備白色顏色過濾器像素。無論反射還是透射，白色顏色過濾器對於具有更明亮的圖像有效，尤其用於室外及/或大螢幕顯示系統。

4.類似片狀的元件的驅動機制

【0095】 類似片狀的元件包括鐵電材料。此類似片狀的材料的一個實例由鐵電聚偏二氟乙烯(PVDF)製成。將適當厚度的片狀鐵電 PVDF 切割為小塊。舉例而言，將 40 微米厚的鐵電 PVDF 片切割成約 200 微米×200 微米的正方形塊。此等小的類似片狀的鐵電 PVDF 元件混合觸變流體。將混合鐵電 PVDF 元件的製備好的觸變媒介穿過狹窄高度通道，諸如高達 500 微米。此低輪廓的流動自然地引起類似片狀的粒子幾乎與流動方向平行對齊。

【0096】 一旦每一鐵電類似片狀的元件幾乎與流體流動平行排列，此流體填充高達 300 微米高的面板縫隙。由於自發極化垂直於薄膜厚度，填充的顯示媒體顯示顯示媒體的自發極化垂直於面板基板。隨後，必要時，在相同方向施加電壓至所有像素元件使得所有自發極化方向正好在相同方向對齊。在國際申請案第 PCT/EP2010/057865 號中描述觸變持續媒介下的粒子行爲。

實例(1)

【0097】 使用鐵電 PVDF 片，該鐵電 PVDF 片的厚度為 40

μm 。將 TiO_2 分散片層壓在 PVDF 片的表面上。 TiO_2 分散片為 10 微米厚，其中基礎片材料由聚乙烯製成。藉由使用鋒利的正方形不銹鋼片，將此層壓片切割成平均尺寸 $200\ \mu\text{m} \times 200\ \mu\text{m}$ 的正方形。對於觸變懸浮媒介，以 5 比 1 的重量比混合 5 厘斯 (centi-stroke) 矽流體 (Aldrich 化學公司) 及鍛制的二氧化矽薄片。彼等兩者完全混合後，將 5 重量% 的上述製備的 PVDF 粒子切除部分與觸變流體混合。原始的 PVDF 片具有 $15\ \text{nC}/\text{cm}^2$ 的自發極化。

【0098】 此混合物形成十分具有黏性的膠態流體。為了穩定流體，在室溫下留置此流體 24 小時後，將此流體移至實驗的下一步驟。製備基於青藍色及黃色兩者的顏色過濾器玻璃基板。此等顏色過濾基板亦具有鋁層製成的金屬反射電極及顏色過濾器。鋁電極的厚度為 $2500\ \text{\AA}$ ，青藍色過濾器的厚度為 0.7 微米，且黃色過濾器的厚度為 0.8 微米。玻璃基板的另一側配備有 $1500\ \text{\AA}$ 厚的透明電極。使用 300 微米的間隔薄膜，形成兩個玻璃基板具有 300 微米縫隙。在此縫隙中，藉由使用吸收泵將媒介自面板的一個邊緣塞滿來填充上述觸變顯示媒介。在面板縫隙填滿觸變媒介後，兩個玻璃基板之間的所有敞開區域藉由環氧樹脂密封劑黏合。使用具有 30 Hz 的矩形波形電壓 250 V，量測反應。使用白色散射光源，此面板顯示足夠好的結果，如表格 2 所顯示的。

【0099】 表格 2 顯示的量測結果藉由使用第 16 圖中所圖示的反射光機構獲得。藉由具有與面板表面法線成 30 度角的凸透鏡將白色 LED 光源聚焦在樣品面板表面上，如第 16 圖所

圖示。自樣品面板反射的光偵測到具有 0.01 度的視場角，如第 16 圖所圖示。放大藉由 Si-PIN 型光電二極體所偵測的光及藉由與施加至樣品面板的電場同步來將該光施加至數位示波器。在使用相同光機構的樣品面板表面處藉由肉眼確認顏色再現。

【00100】 如表格 2 總結此實例的基本顯示效能。此實例顯示足夠好的光密度。相較於報紙的光密度 0.5，大體上，此實例顯示比報紙的光密度更好的光密度。同樣地，反射率是 35%，作為反射顯示器以及確認每一減性原色再現能力，該反射率足夠好。

【00101】 為了確認灰色陰影顯示能力，施加兩類驅動電壓。一個為具有 30 Hz 的 180 V 矩形波形電壓，且另一個為具有 90 Hz 的 250 V 矩形波形電壓。相較於具有 30 Hz 的 250 V 矩形波形驅動電壓，具有 30 Hz 的 180 V 電壓顯示約一半的光強度，且具有 90 Hz 的 250 V 電壓顯示約三分之二的強度。

表格 2

	光密度	反射率	顏色坐標
實例 1	1.0	35%	青藍色、黃色 綠色、黑色、白色

實例(2)

【00102】 使用厚度為 40 μm 的鐵電 PVDF 片。將基於碳的染色分散片層壓在 PVDF 片的一個表面上。碳分散片為

10 微米厚，其中基礎片材料由聚乙烯製成。藉由使用鋒利的正方形不銹鋼片將層壓板切割為 $200\ \mu\text{m} \times 200\ \mu\text{m}$ 平均尺寸的正方形。對於觸變懸浮媒介，以 5 比 1 的重量比混合 5 厘斯的矽流體(Aldrich Chemicals)及鍛制的二氧化矽薄片。彼等兩者完全混合後，將 5 重量%的上述製備的 PVDF 粒子切除部分與觸變流體混合。原始的 PVDF 片具有 $12\ \text{nC}/\text{cm}^2$ 的自發極化。

【00103】 此混合物形成十分具有黏性的膠態流體。為了穩定流體，在室溫下留置此流體 24 小時後，將此流體移至實驗的下一步驟。將紅色、藍色及綠色顏色過濾器與透明電極基板一起使用，如第 13 圖至第 15 圖所圖示，製備面板。每一顏色過濾器的厚度為紅色：0.8 微米、藍色：0.7 微米及綠色：0.9 微米。所有此等顏色過濾器基於顏色分散類型。透明電極為 $1500\ \text{Å}$ 厚。玻璃基板的另一側配備有 $1500\ \text{Å}$ 厚的透明電極。使用 300 微米的間隔薄膜，形成兩個玻璃基板具有 300 微米縫隙。在此縫隙中，藉由使用吸收泵將媒介自面板的一個邊緣塞滿來填滿上述觸變顯示媒介。在面板縫隙填滿觸變媒介後，兩個玻璃基板之間的所有敞開區藉由環氧樹脂密封劑黏合。使用具有 30 Hz 的 250 V 矩形波形電壓，量測反應。此面板顯示足夠好的結果，如表格 3 中所顯示。

【00104】 表格 3 顯示的量測結果藉由使用第 16 圖中所圖示的透射光機構獲得。藉由凸透鏡及面板表面法線將白色 LED 光源聚焦在樣品面板表面上，如第 16 圖所圖示。自樣品面板透射的光偵測到具有與面板表面法線成 30 度傾斜角的 0.01 度的視場角，如第 16 圖所圖示。放大藉由 Si-PIN 型光

電二極體所偵測的光及藉由與施加至樣品面板的電場同步將該光施加至數位示波器。在使用相同光機構的樣品面板表面處藉由肉眼確認顏色再現。如表格 3 中所列出的，此實例顯示足夠好的光密度，亦即 1.2。此光密度水平接近印刷紙張的優良品質。此外，65%的光通量大大高於一般的顏色過濾液晶顯示器的光通量。表格 3 亦確認加性原色顏色再現能力，如表中所顯示。

【00105】 對於灰色陰影顯示能力確認，將相同類型的不同電壓及頻率施加至此配置，如實例 1 中所施加的。在此配置中，相較於具有 30 Hz 的 250 V 矩形波形驅動電壓，具有 30 Hz 的 180 V 電壓顯示約三分之二的光強度，且具有 90 Hz 的 250 V 電壓顯示約四分之三的光強度。

表格 3

	光密度	透射率	顏色坐標
實例 2	1.2	65%	紅色、綠色、藍色 白色、黑色

實例 (3) :

【00106】 使用厚度為 40 μm 的鐵電 PVDF 片。PVDF 片具有垂直於片表面的自己的自發極化方向，及將與實例 1 相同的 TiO_2 分散片層壓在 PVDF 片的一個表面上，該表面為負極化方向。 TiO_2 分散片為 10 微米厚，其中基礎片材料由聚乙烯製成。將與實例 2 相同的基於碳的染色分散片層壓在 PVDF 的另一個表面上，該表面為帶正電荷方向。PVDF 的兩個表面

層壓有白色片及黑色片。藉由使用鋒利的正方形不銹鋼片將此層壓片切割成平均尺寸 $200\ \mu\text{m} \times 200\ \mu\text{m}$ 的正方形。對於觸變懸浮媒介，以 5 比 1 的重量比混合 5 厘斯矽流體(Aldrich Chemicals)及鍛制的二氧化矽薄片。彼等兩者完全混合後，將 5 重量%的上述製備的 PVDF 粒子的切除部分與觸變流體混合。原始的 PVDF 片具有 $20\ \text{nC}/\text{cm}^2$ 的自發極化。

【00107】 此混合物形成十分具有黏性的膠態流體。為了穩定流體，在室溫下留置此流體 24 小時後，將此流體移至實驗的下一步驟。在玻璃基板上製備金屬反射電極及 ITO 透明電極兩者。以與實例 1 同樣的方法製備此等金屬反射電極，其中電極上形成青藍色顏色過濾器。在相同基板中，以與實例 2 同樣的方法製備透明電極(ITO)，其中電極上具有紅色顏色過濾器。以與實例 1 及實例 2 相同的方法在相對的玻璃基板上塗敷透明電極。使用 300 微米的間隔薄膜，形成兩個玻璃基板具有 300 微米縫隙。在此縫隙中，藉由使用吸收泵將媒介自面板的一個邊緣塞滿來填滿上述觸變顯示媒介。在面板縫隙填滿觸變媒介後，兩個玻璃基板之間的所有敞開區域藉由環氧樹脂密封劑黏合。此製備的樣品面板配置與第 15(c) 圖相同。使具有 30 Hz 的 250 V 矩形波形電壓量測反應。在反射模式及透射模式兩者中使用白色散射光源，此面板顯示如表格 4 中所顯示的結果。

【00108】 亦藉由使用反射光機構及透射光機構兩者來獲得表格 4 中所顯示的量測結果，分別圖示在第 16 圖中。對於反射量測，情況如實例 1，藉由具有與面板表面法線成 30

度角的凸透鏡將白色 LED 光源聚焦在樣品面板表面，如第 16 圖所圖示。對於透射量測，情況與實例 2 一樣，藉由凸透鏡及面板表面法線將白色 LED 光源聚焦在樣品面板表面上，如第 16 圖所圖示。自樣品面板反射的光偵測到具有 0.01 度的視場角，如第 16 圖所圖示。放大藉由 Si-PIN 型光電二極體所偵測的光及藉由與施加至樣品面板的電場同步將該光施加至數位示波器。在使用相同光機構的樣品面板表面處藉由肉眼確認顏色再現。

【00109】 如表格 4 中所列出的，此實例分別顯示足夠好的光密度，亦即 1.2 用於反射顯示模式，及 1.1 用於透射顯示模式。此等光密度水平接近印刷紙張的優良品質。此外，37% 的光反射率及 55% 的光通量大大高於一般反射類型的液晶顯示器及顏色過濾透射類型的液晶顯示器的光反射率及光通量。表格 4 亦確認原色再現能力。對於灰色陰影顯示能力確認，將與實例 1 及實例 2 相同類型的不同電壓及頻率，施加至此配置。在此配置中，相較於具有 30 Hz 的 250 V 矩形波形驅動電壓，具有 30 Hz 的 180 V 電壓顯示約四分之三的光強度，且具有 90 Hz 的 250 V 的電壓顯示約五分之四的光強度。

表格 4

	光密度	反射率、透射率	顏色坐標
實例3反射模式	1.2	37%	青藍色、黃色 綠色、黑色、白

			色
			紅色、綠色、藍
實例3透射模式	1.1	55%	色
			白色、黑色

【00110】 基於透明的切換元件賦能各種各樣的顯示器應用，從電子閱讀器到大的廣告牌顯示器。不同於習知的電泳顯示器系統，本發明賦能全色、全動視訊圖像，具有最小化的功率消耗。透明媒介亦使用足夠明亮的環境光賦能減性全色再現，及使用特定背光系統賦能加性全色再現。即使使用背光單元，由於背光單元的透明性質，無需任何極化控制，提供背光的最大化使用，產生高效率、低功率消耗的全動視訊圖像。此外，不同於 TFT-LCD、TFT-OLED 及 AC-PDP，本發明提供全動全色顯示器及靜態顏色圖像，無需功率消耗。因此，取決於顯示內容要求，此技術使用相同概念的配置提供功率消耗之選擇。

【符號說明】

【00111】 無

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無

【序列表】 (請換頁單獨記載)

無

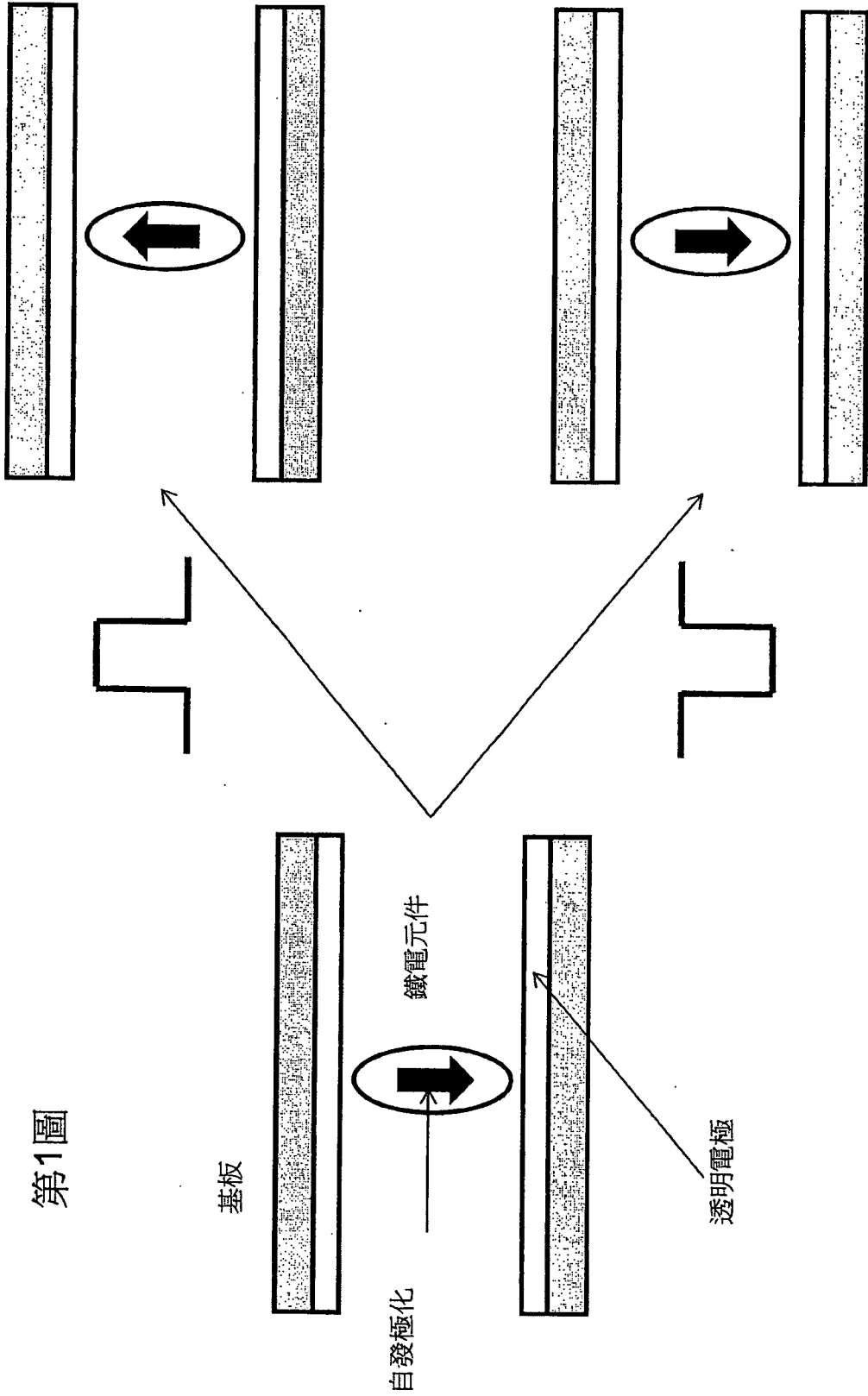
申請專利範圍

1. 一種電泳顯示裝置，該電泳顯示裝置包含：
 - 一第一電極；
 - 一第二電極；及
 - 一透明光切換元件，該透明光切換元件設置於該第一電極與該第二電極之間，該光切換元件經設置為回應於施加於該第一電極與該第二電極之間的一電場改變一方向。
2. 如請求項 1 所述之電泳顯示裝置，其中該光切換元件為一類似片狀。
3. 如請求項 2 所述之電泳顯示裝置，其中該光切換元件包含一鐵電材料。
4. 如請求項 2 所述之電泳顯示裝置，該電泳顯示裝置進一步包含一白色光散射層，該白色光散射層設置於至少該類似片狀的該光切換元件的一主表面上。
5. 如請求項 2 所述之電泳顯示裝置，該電泳顯示裝置進一步包含一黑色光吸收層，該黑色光吸收層設置於至少該類似片狀的該光切換元件的一主表面上。
6. 如請求項 2 所述之電泳顯示裝置，該電泳顯示裝置進一步包含一入射光散射層，該入射光散射層設置於該光切換

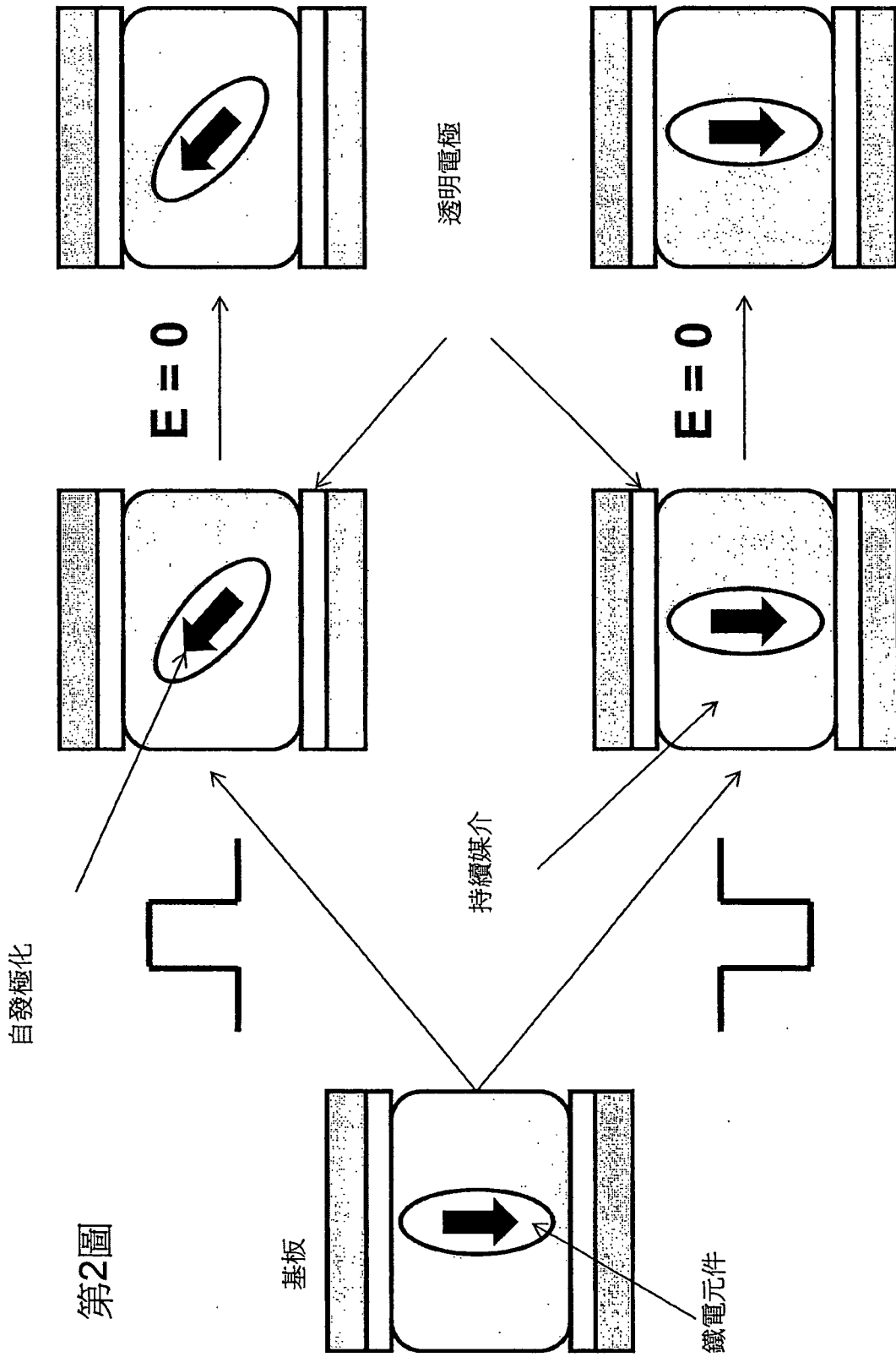
元件的一主表面上；一入射光吸收層，該入射光吸收層設置於該光切換元件的一主表面上；或一入射光散射及一入射光吸收層，設置於該光切換元件的主表面上。

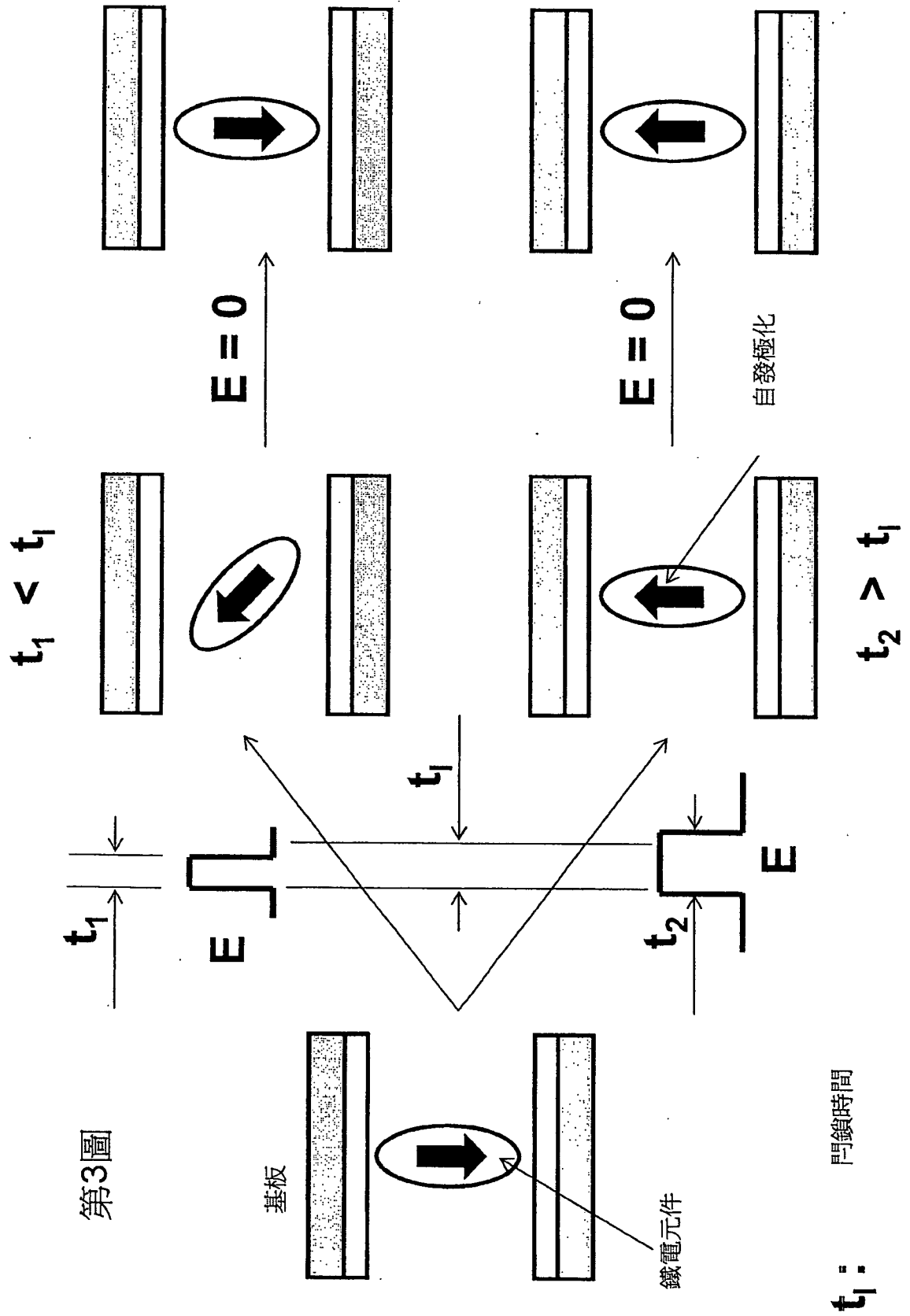
7. 如請求項 1 所述之電泳顯示裝置，該電泳顯示裝置進一步包含一底板及一顏色過濾器，該顏色過濾器設置於該光切換元件與該底板之間。
8. 如請求項 7 所述之電泳顯示裝置，其中該底板經配置為藉由光減法來產生顏色。
9. 如請求項 7 所述之電泳顯示裝置，其中該底板經配置為藉由從一背光單元的光加法來產生顏色。
10. 如請求項 7 所述之電泳顯示裝置，其中該底板經配置為藉由從一背光單元的光減法及光加法來產生顏色。

圖式



第1圖

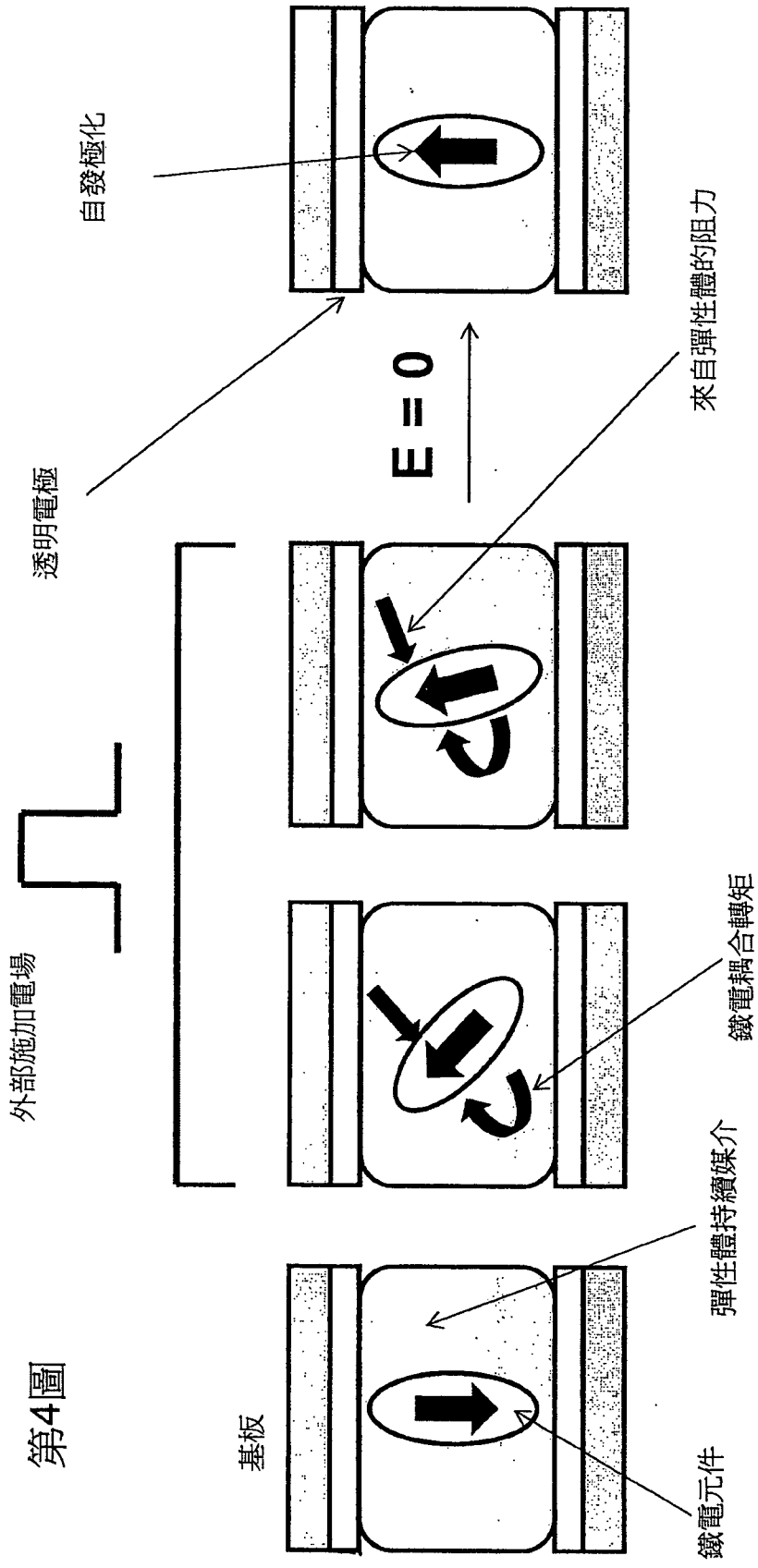




第3圖

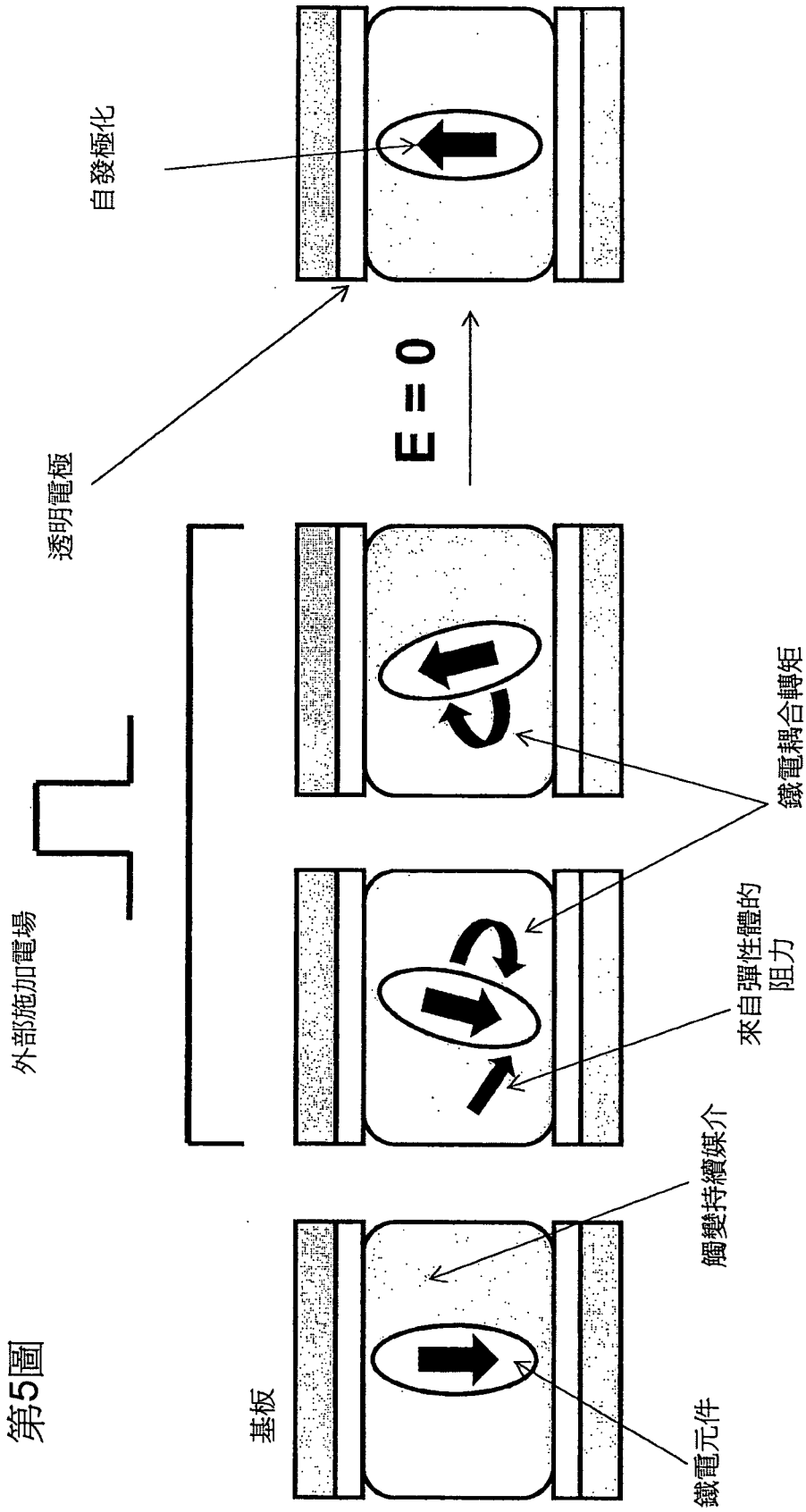
門鎖時間

t_1 :

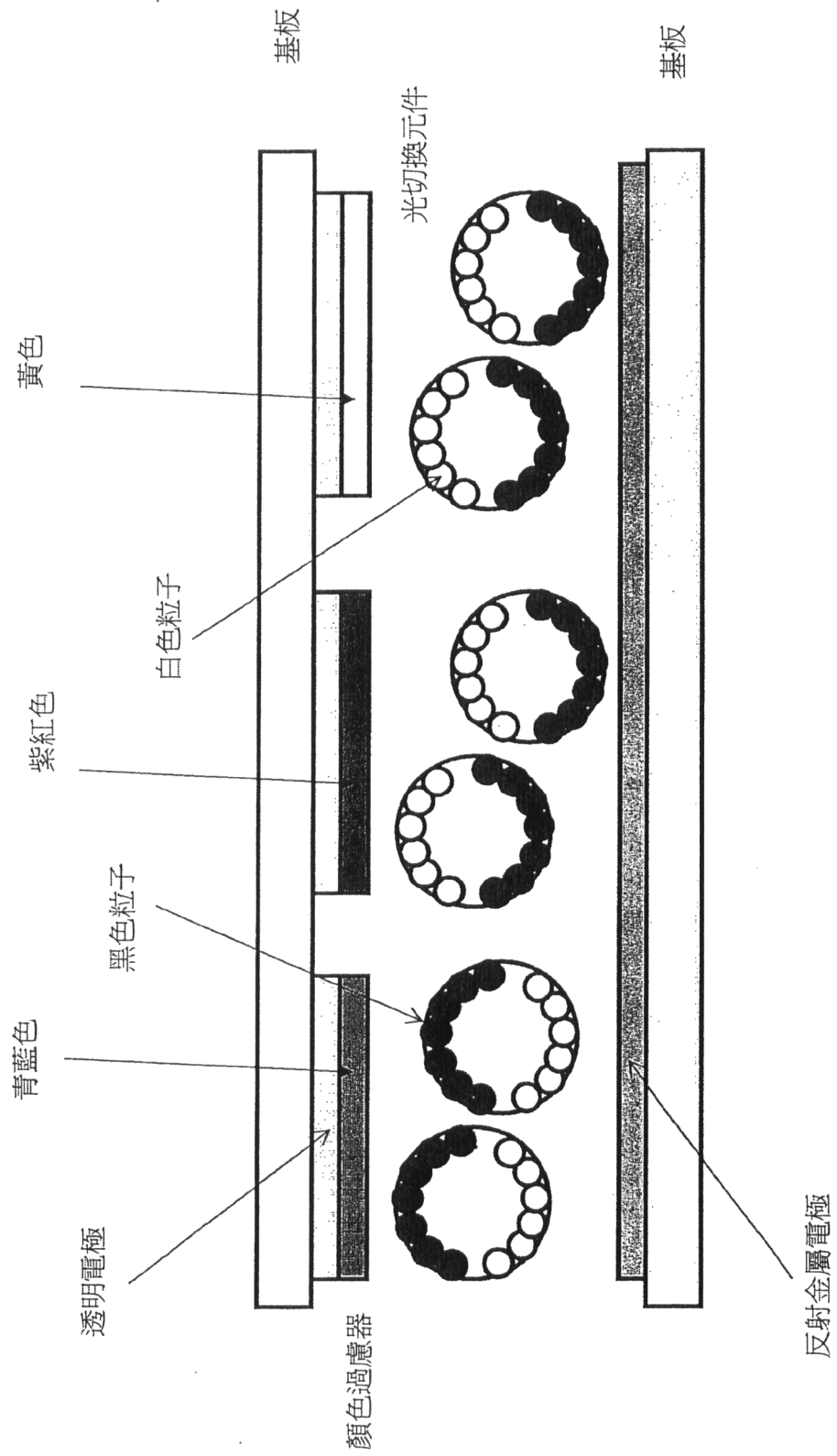


第4圖

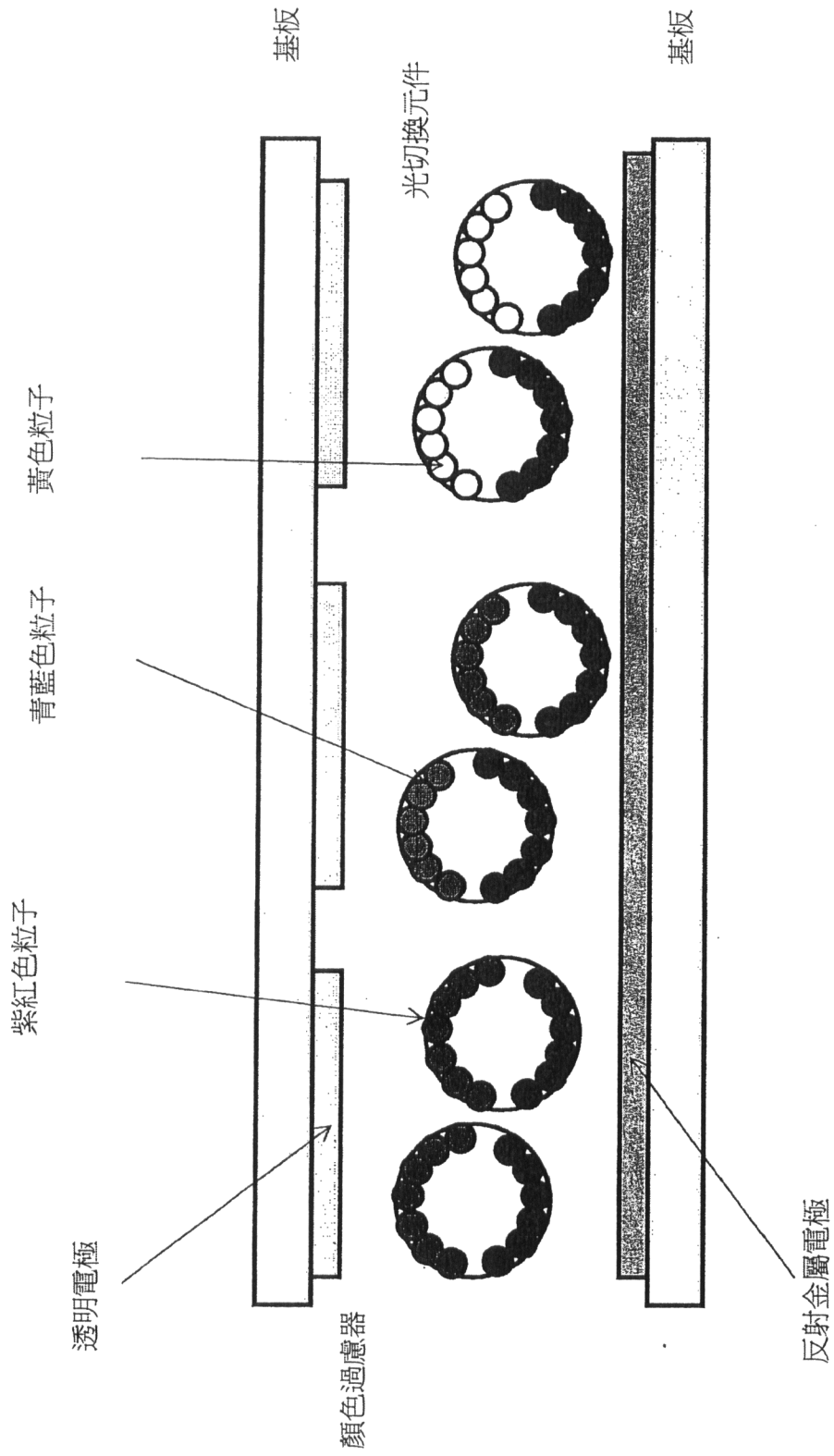
第5圖



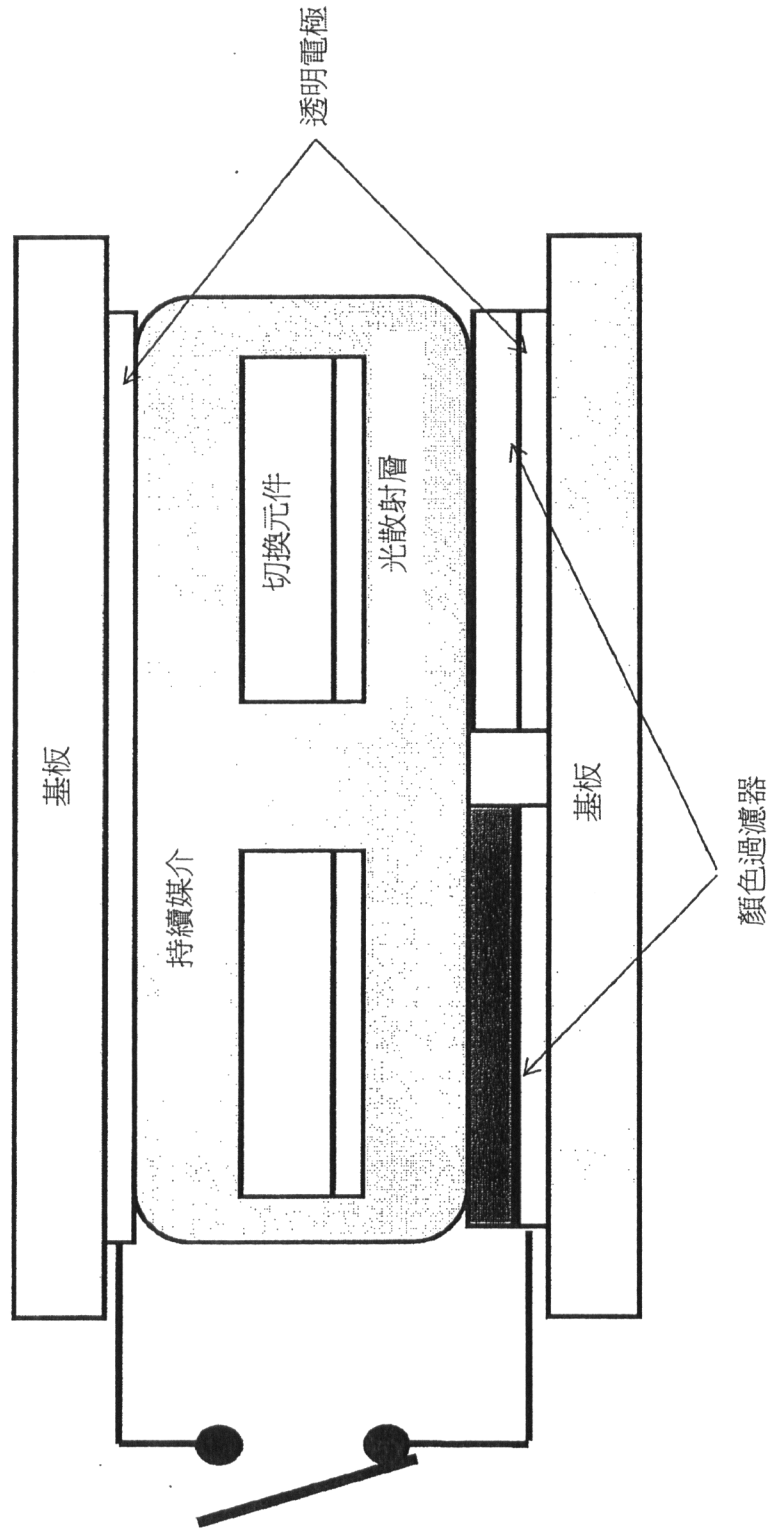
第6圖



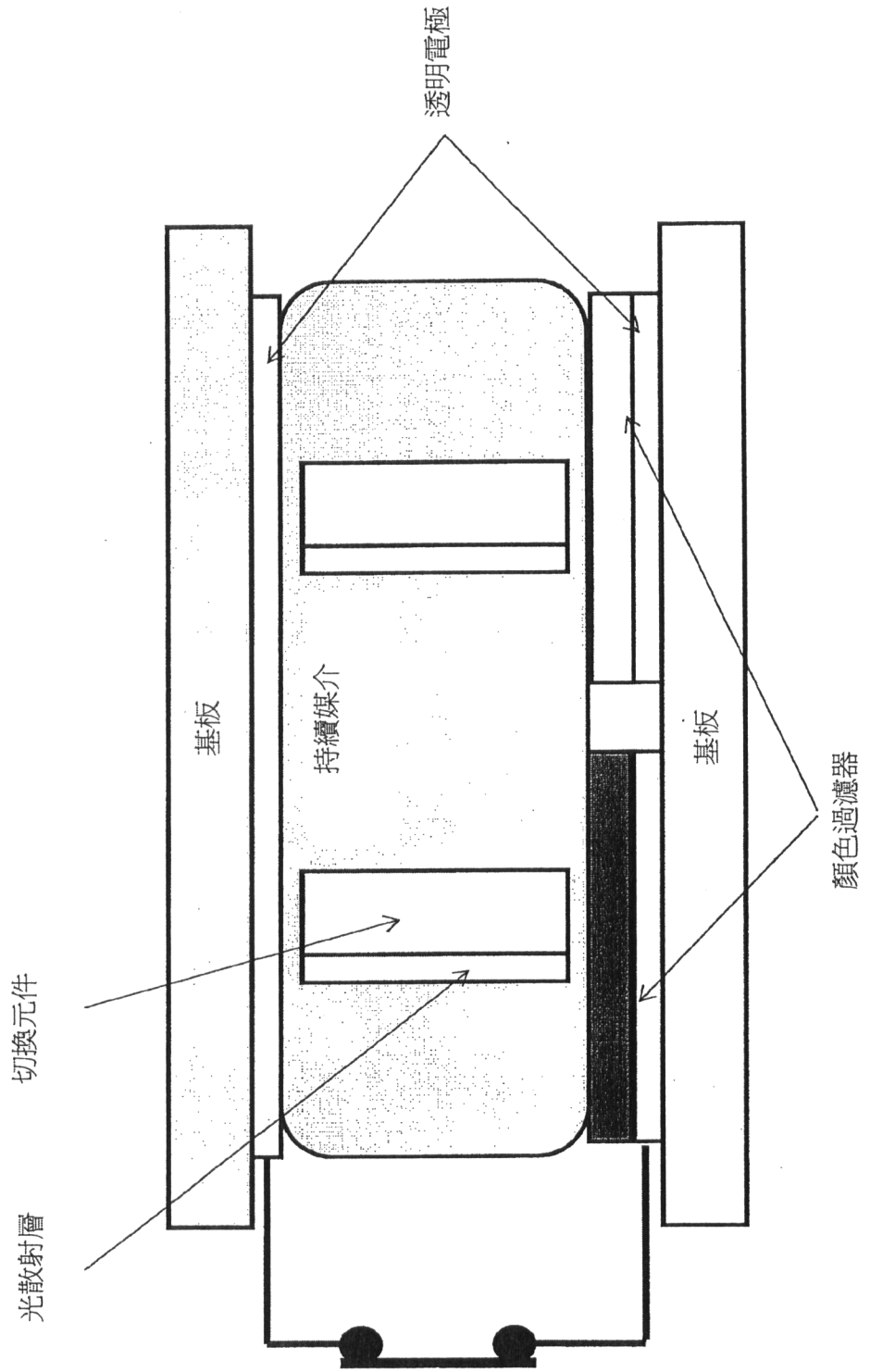
第7圖



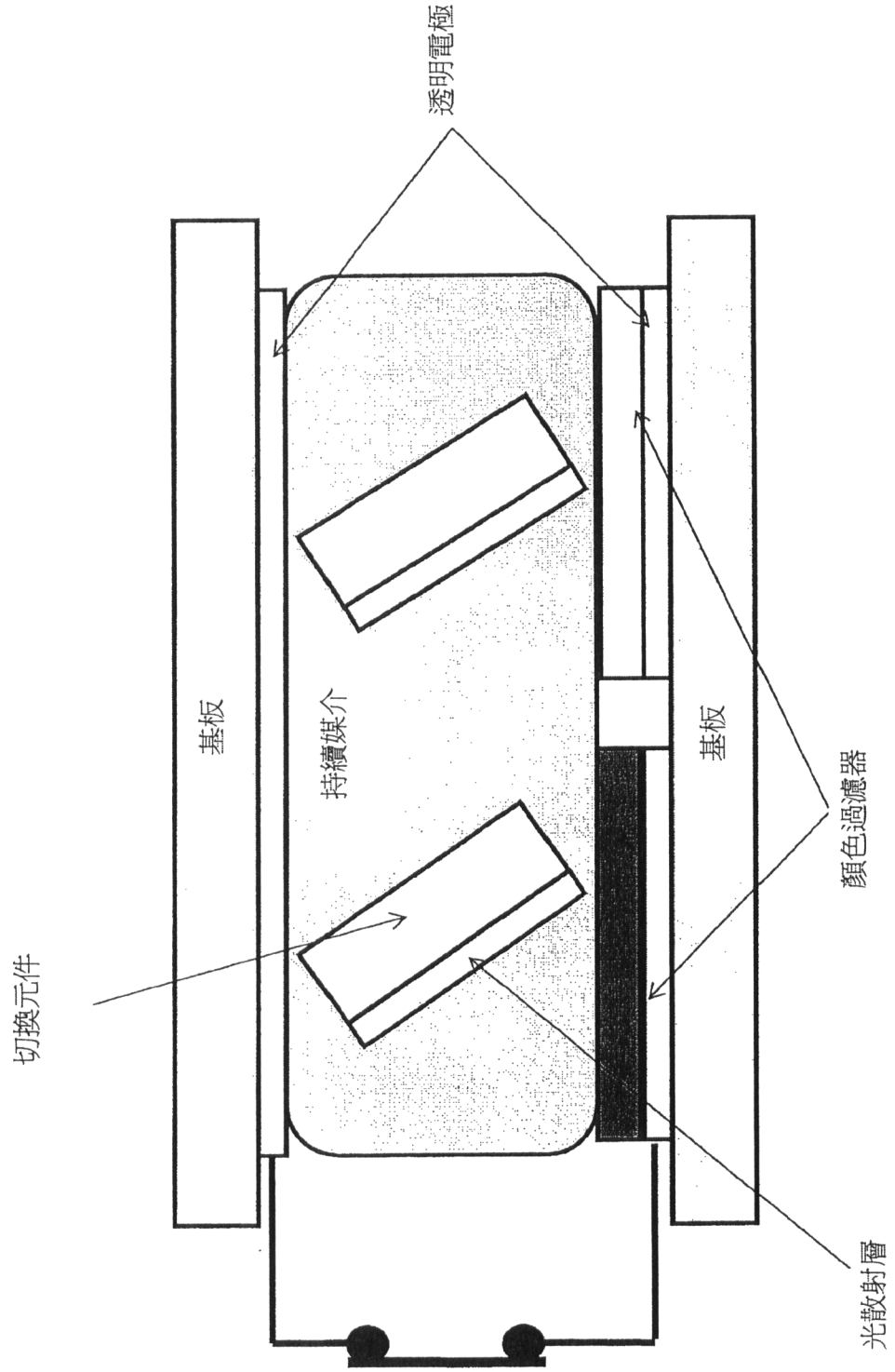
第8圖



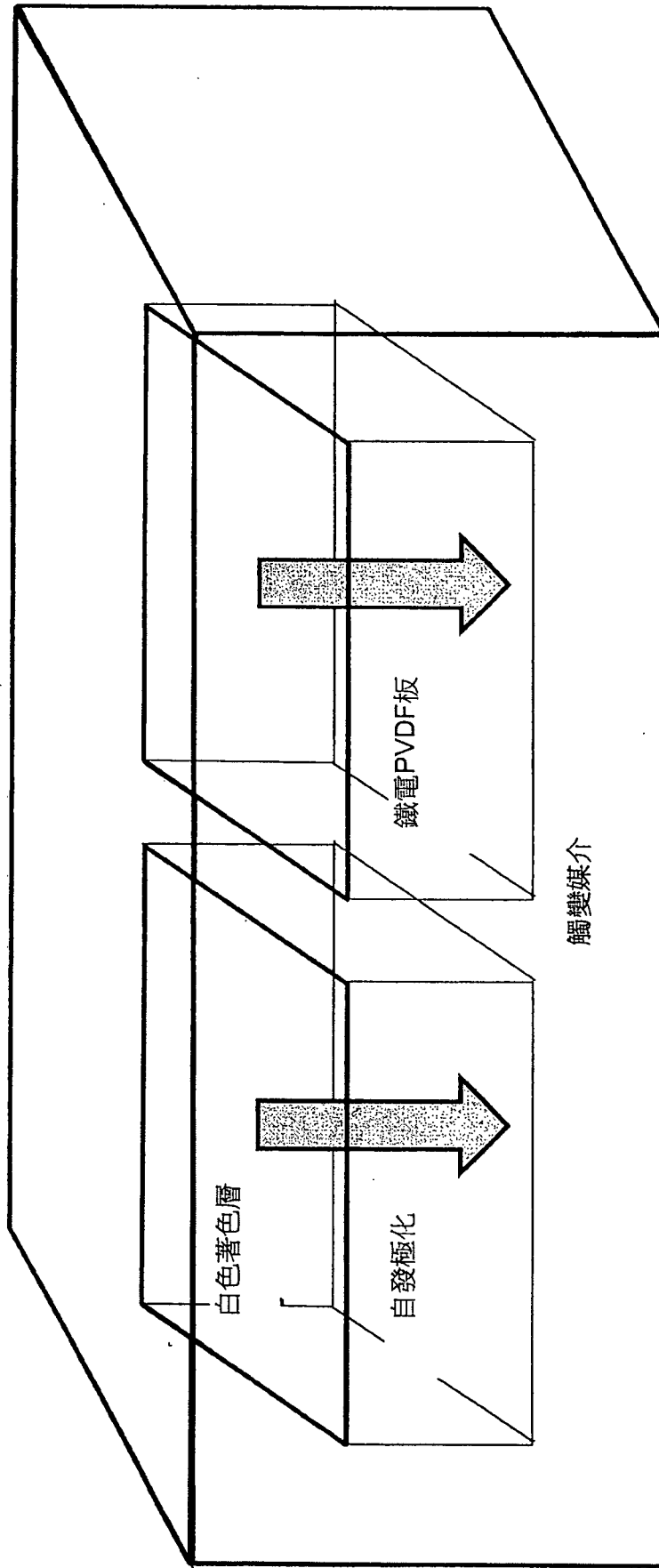
第9圖

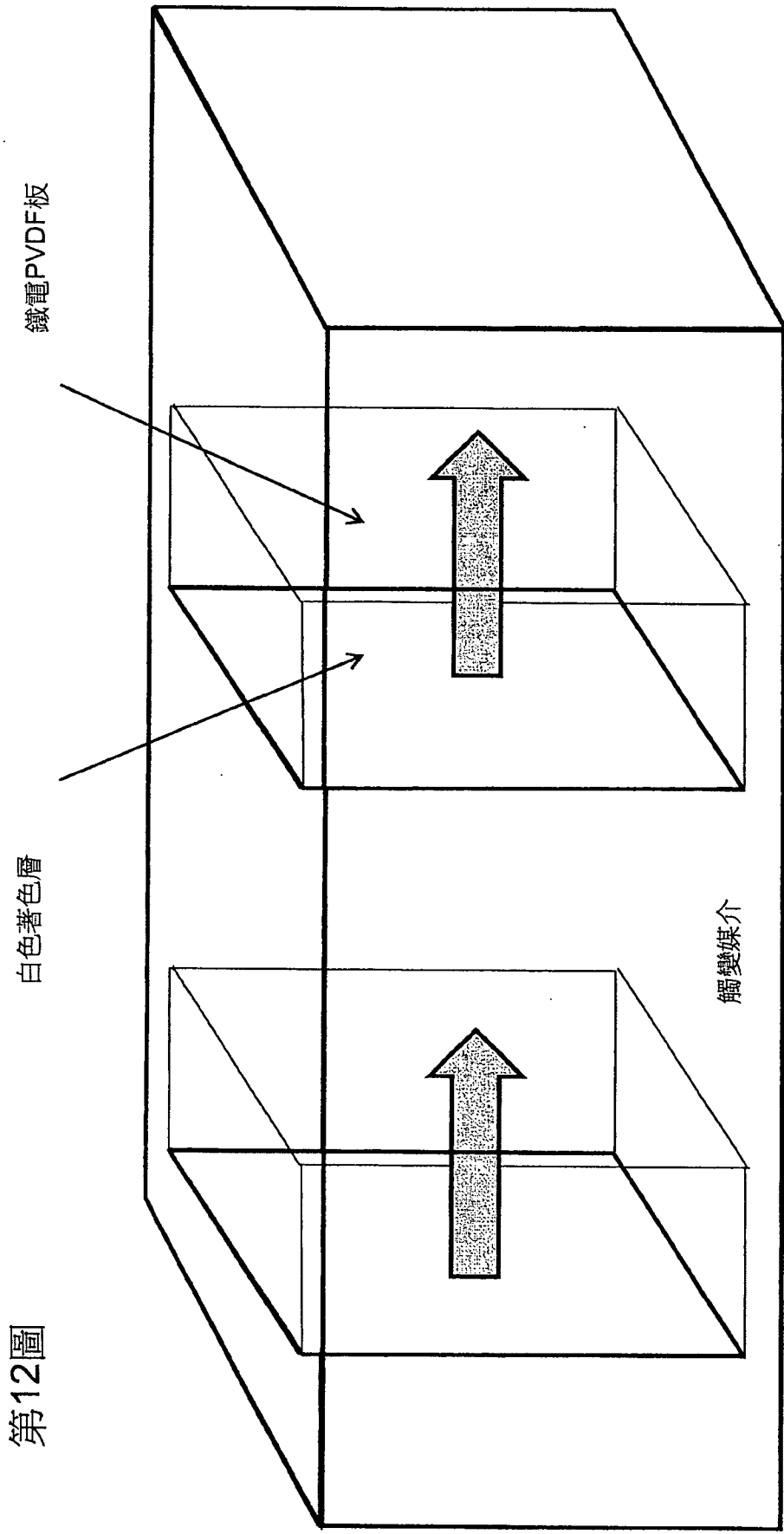


第10圖



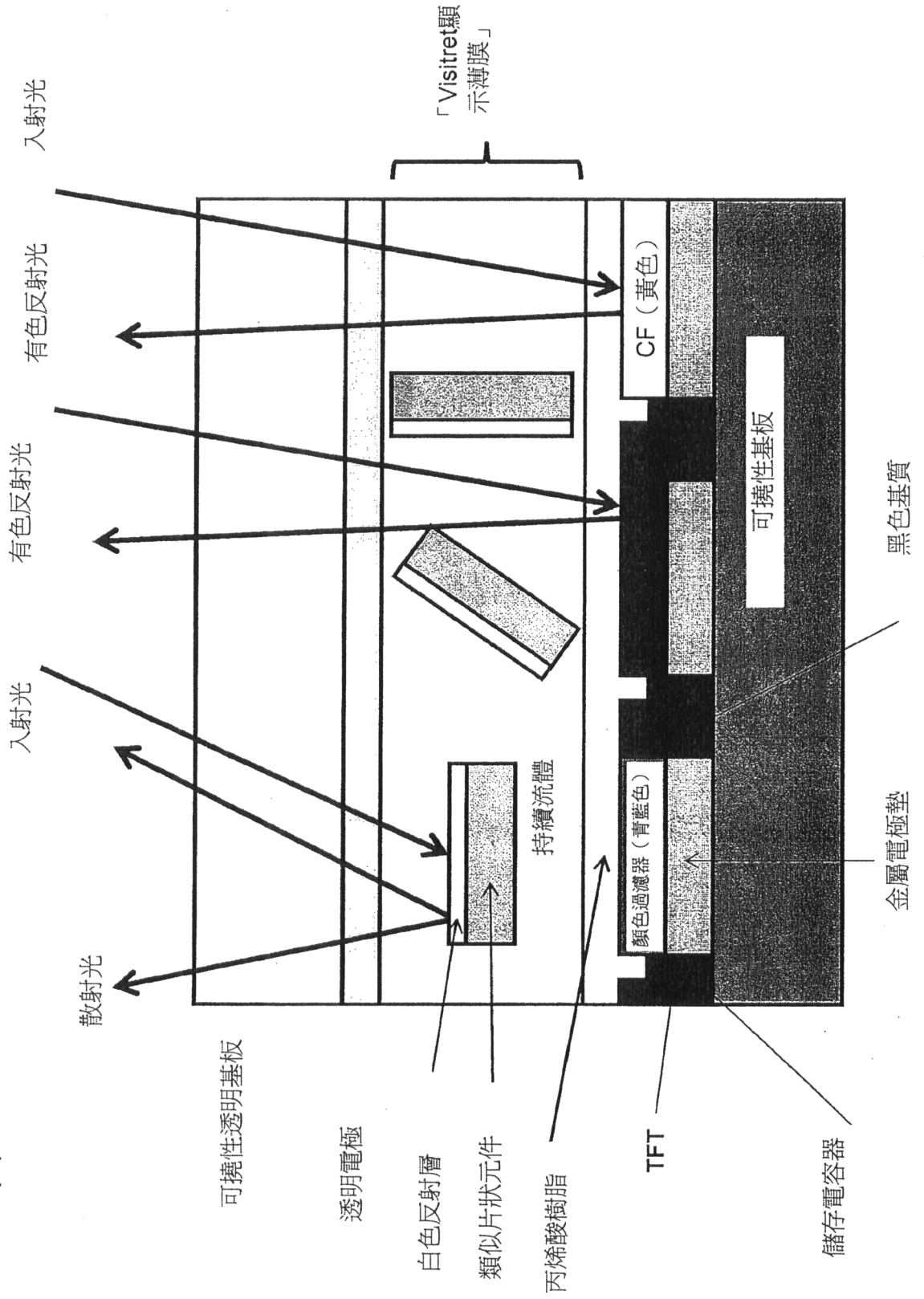
第11圖





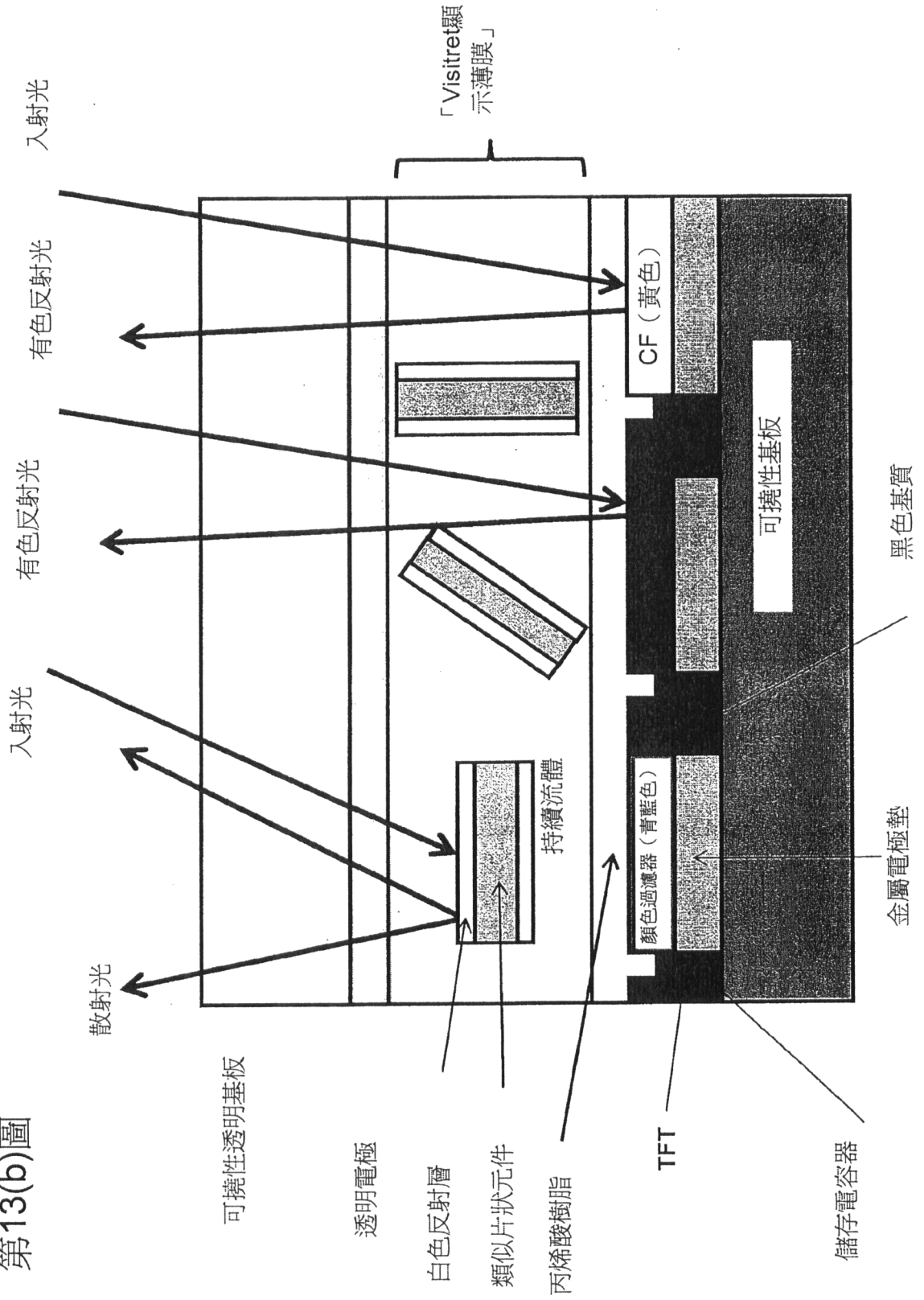
反射模式 (基本模式)

第13(a)圖

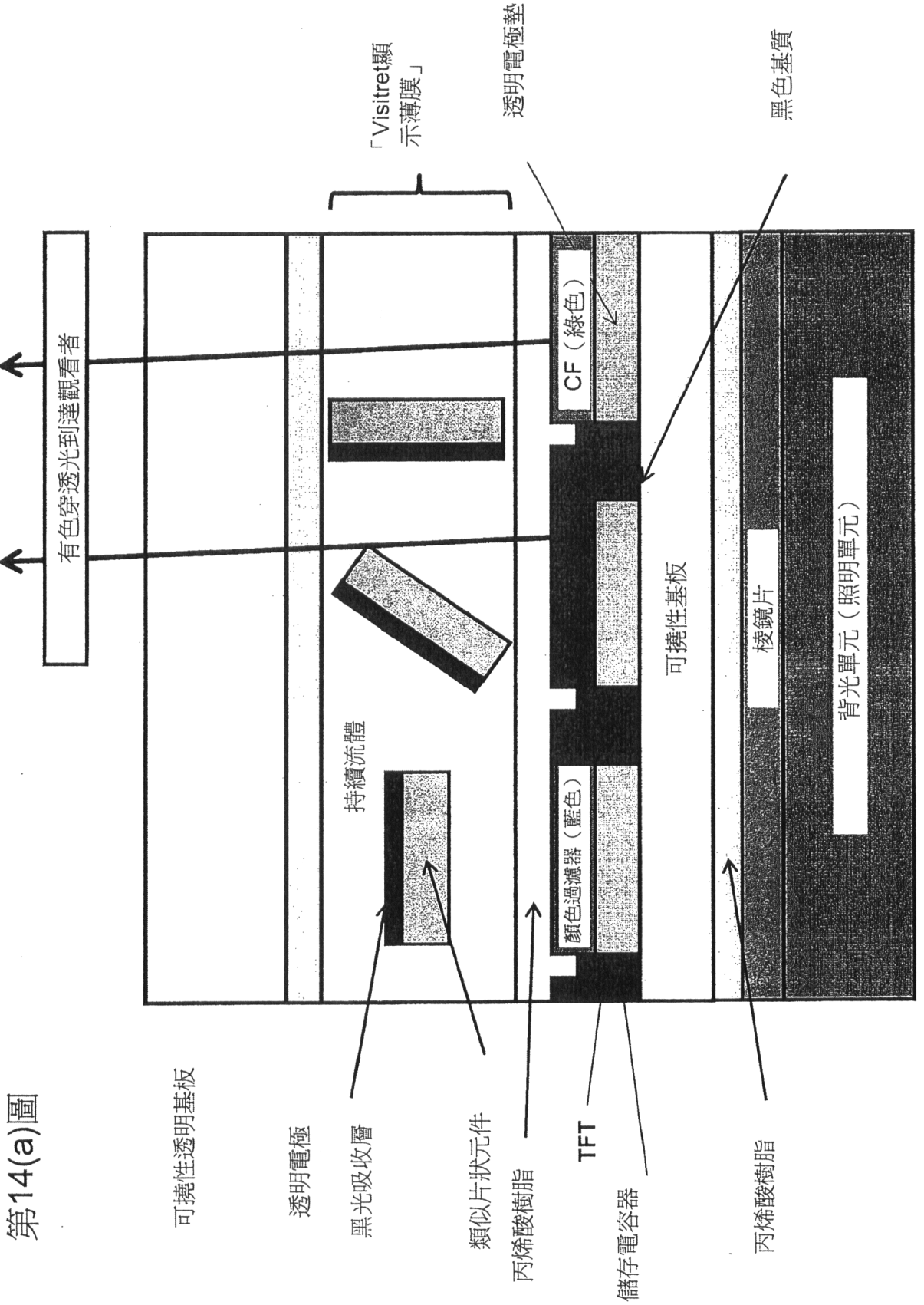


反射模式 (基本模式)

第13(b)圖



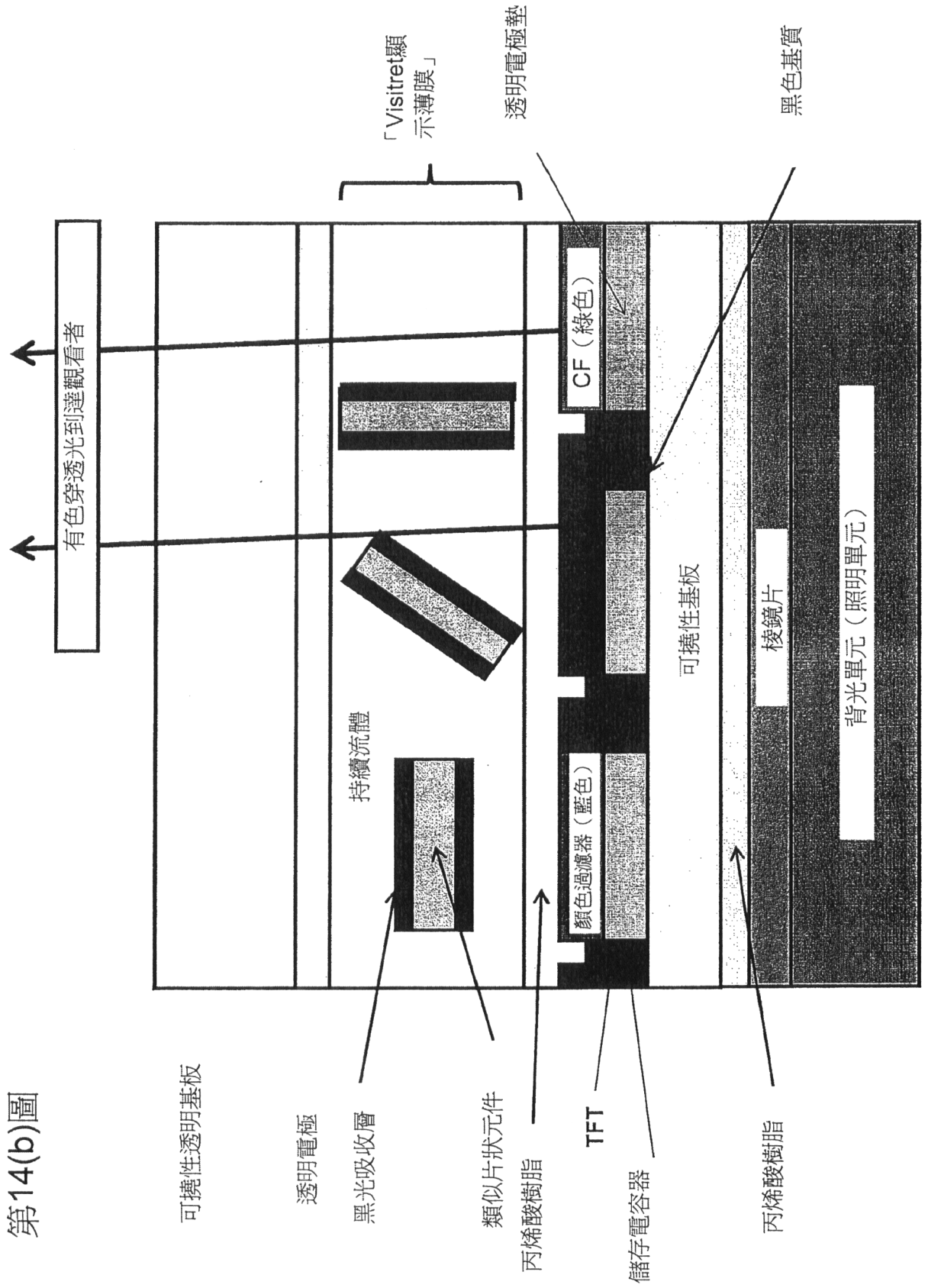
透射模式 (特殊模式)



第14(a)圖

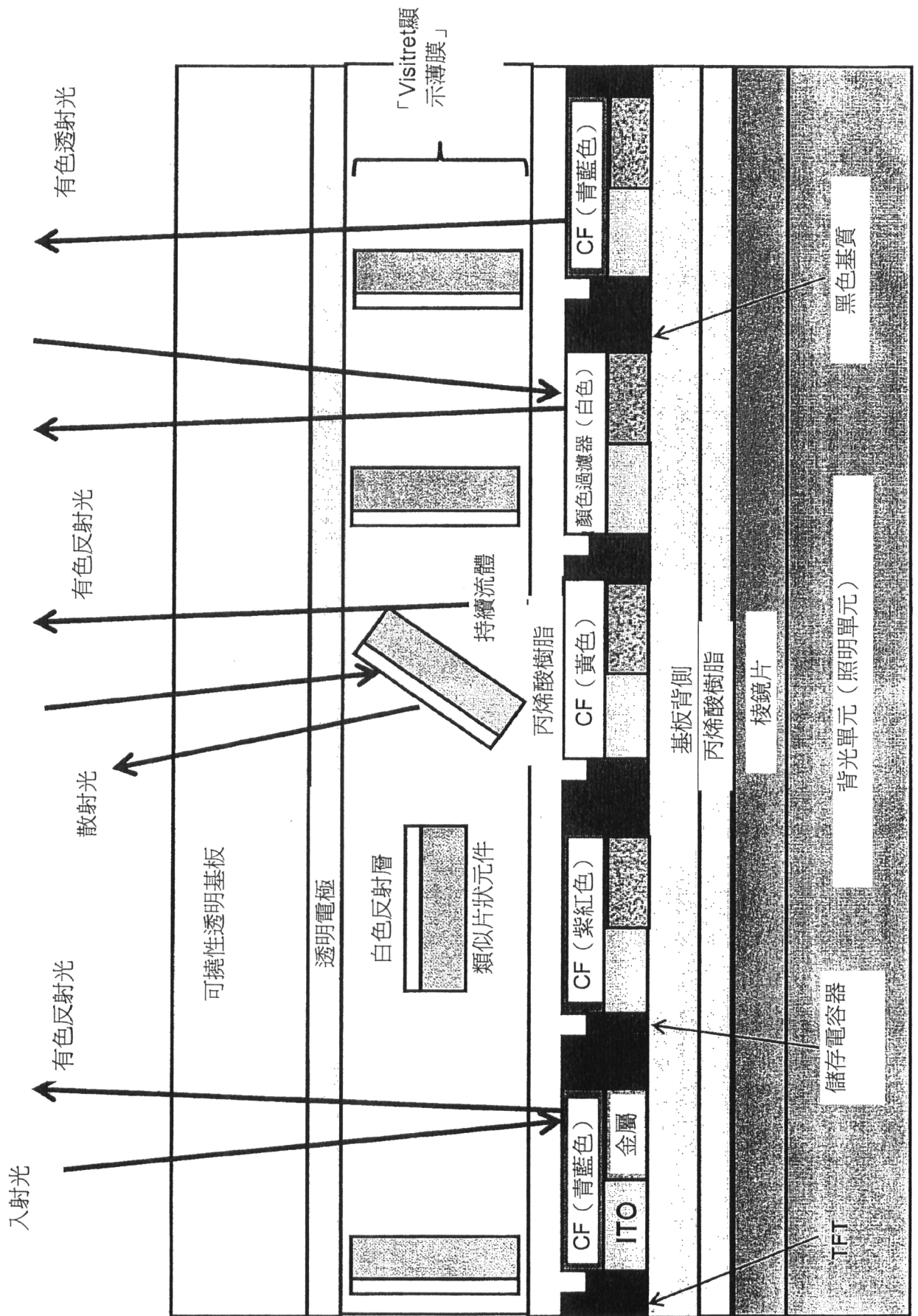
透射模式 (特殊模式)

第14(b)圖



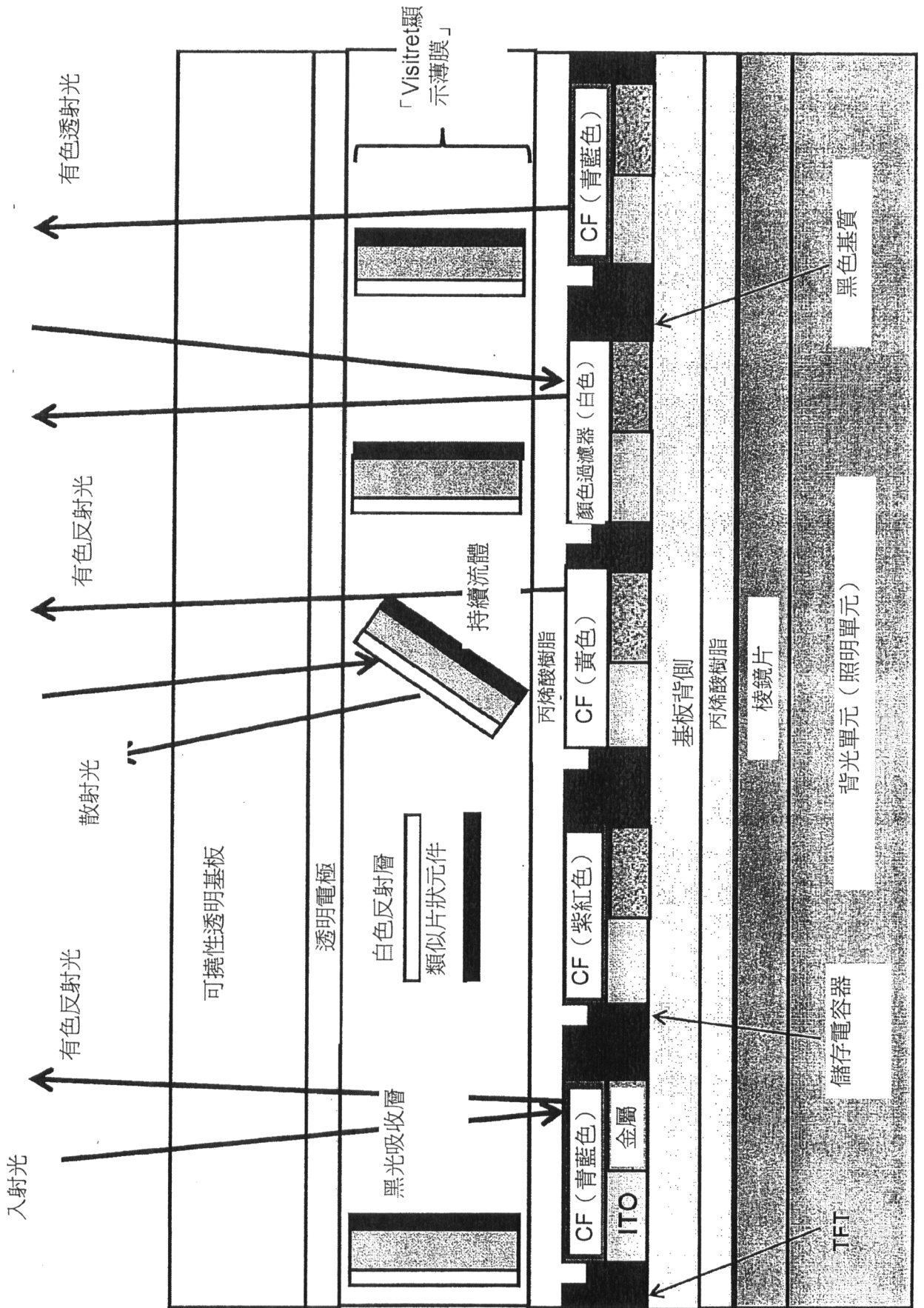
第15(a)圖

透射反射模式 (白天/夜間)



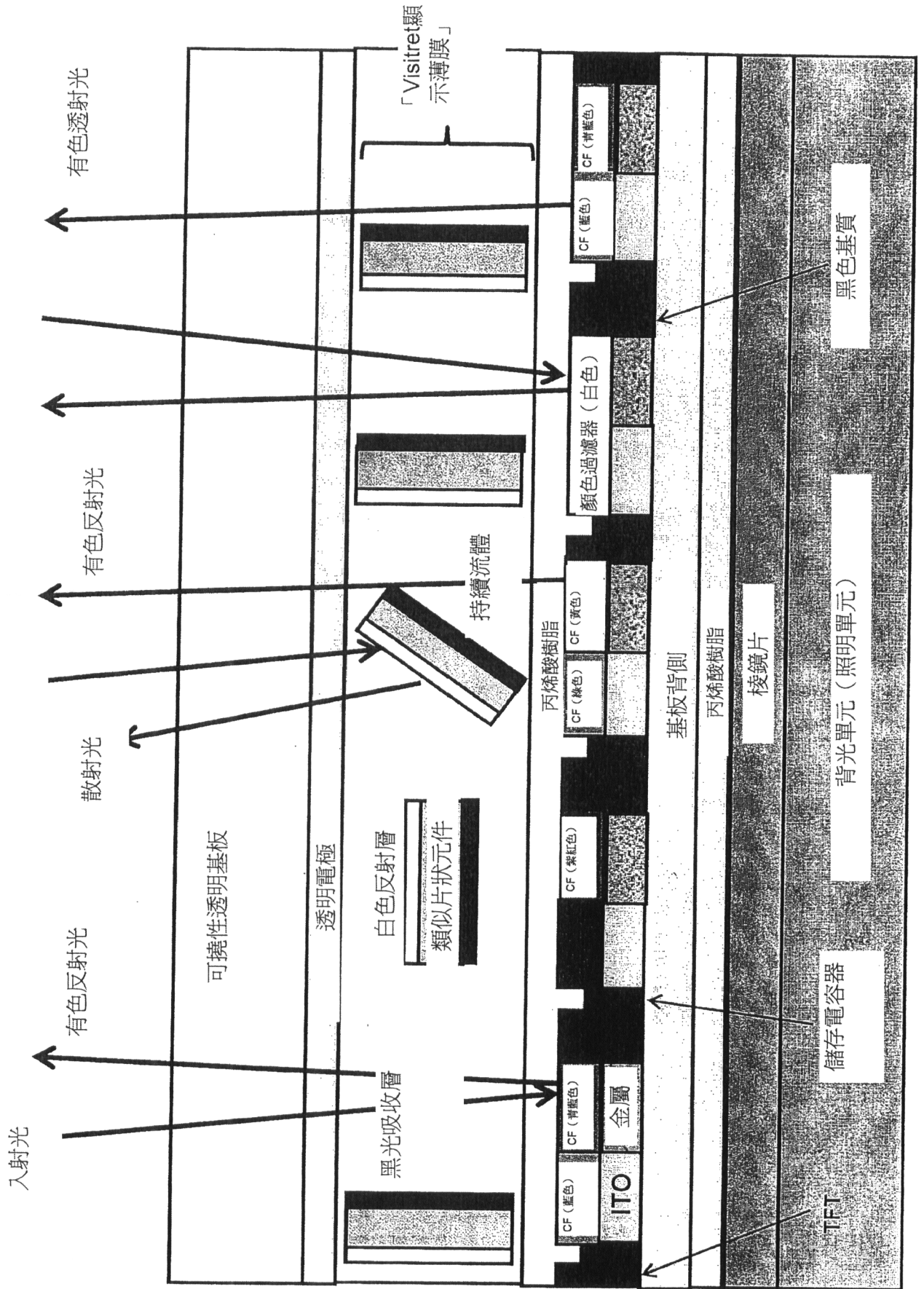
第15(b)圖

透射反射模式 (白天/夜間)



第15(c)圖

透射反射模式 (白天/夜間)



第16圖

