



(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 I454814 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：099123989

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 21 日

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

(30)優先權：2009/07/22 南韓

10-2009-0067040

2010/03/12 南韓

10-2010-0022075

(71)申請人：奈米布里克股份有限公司 (南韓) NANOBRICK CO., LTD. (KR)

南韓

(72)發明人：朱宰賢 JOO, JAE HYUN (KR)；李仁淑 LEE, IN SOOK (KR)；葛振河 KAL, JIN HA (KR)；高多賢 GO, DA HYEON (KR)

(74)代理人：惲軼群；陳文郎

(56)參考文獻：

TW 200938926A

CN 100476562C

JP 2008-8951A

US 2004/0227455A1

US 2009/0034051A1

審查人員：蔡偉隆

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：39 共 0 頁

(54)名稱

利用光子晶體特性之顯示方法及裝置

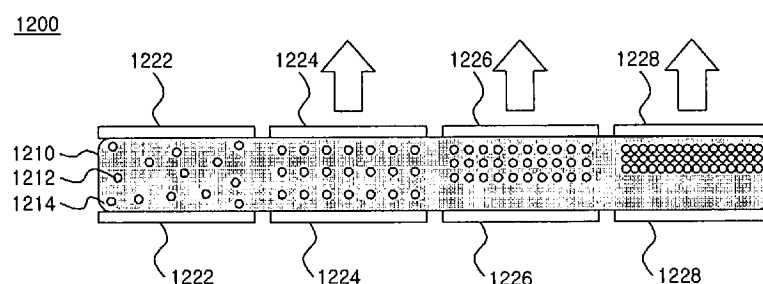
DISPLAY METHOD AND DEVICE USING PHOTONIC CRYSTAL CHARACTERISTICS

(57)摘要

茲揭示一種利用光子晶體特性之顯示方法及裝置。在本發明利用光子晶體特性之顯示方法中，當多個具有電荷之粒子散佈於一溶劑時，施加一電場以控制該等粒子之間的空隙。

A display method and device using photonic crystal characteristics are disclosed. In the display method using photonic crystal characteristics in accordance with the present invention, when a plurality of particles having electric charges are dispersed in a solvent, an electric field is applied to control gaps between the particles.

第12圖



1210 . . . 顯示單元

1212 . . . 粒子

1214 . . . 溶劑

1222 . . . 第一電極

1224 . . . 第二電極

1226 . . . 第三電極

1228 . . . 第四電極

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明係有關於一種利用光子晶體特性之顯示方法及裝置。更特別的是，本發明係有關於一種利用光子晶體特性之顯示方法及裝置，其中當多個具有電荷之粒子散佈於有電極化特性(electrical polarization characteristics)的溶劑中，或具有電荷及電極化特性的粒子散佈於溶劑中時，施加一電場以控制粒子間的空隙從而控制粒子反射光的波長。

【先前技術】

發明背景

最近，由於人們積極從事下一代顯示器的研發，因此引進各式各樣的顯示構件。下一代顯示器的典型例子可包含電子墨水(electronic ink)。電子墨水這種顯示器是施加電場至有特定顏色(例如，黑與白)及各自帶有負、正電荷的粒子以顯示特定顏色，以及具有低耗電量與撓性顯示的優點。不過，電子墨水的限制是難以呈現各種顏色，因為粒子的顏色被設定成有特定的顏色，而且由於顯示切換速度低以至於有不適合顯示移動影像的限制。

為了根本克服習知下一代顯示器的上述問題，有人已提出各種方法。其中之一是利用光子晶體之原理的方法。

術語“光子晶體”係指被作成藉由對於入射於規則排列微結構的光線只反射在特定波長範圍內的光線且透射其他

波長範圍的光線而有對應至特定波長範圍之顏色的材料或晶體。光子晶體的典型例子可包含蝴蝶翅膀、甲蟲殼、等等。儘管它們不含任何顏料，然而它們有獨特的光子晶體結構，因此它們可產生獨特的顏色。

最近的光子晶體的研究證實，儘管存在於自然的現有光子晶體只反射特定波長的光線，然而人工合成的光子晶體可用不同外界刺激任意改變它的結晶結構(例如，光子晶體的夾層厚度)，因此，可自由地調整反射光的波長範圍以涵蓋紫外線或紅外線區以及可見光區。

聚焦於這一點，在發現有可能具體實作一種利用光子晶體特性之顯示方法及裝置後，本案發明人已做出本發明，其中係施加電場至具有電荷或電極化特性的粒子及溶劑以控制粒子間的空隙，藉此由粒子反射在某一波長範圍內的光線。

【發明內容】

發明概要

因此，本發明的目標是要提供一種利用光子晶體特性之顯示方法及裝置，其中，當具有電荷之粒子散佈於一溶劑、具有電荷及電極化特性的粒子散佈於一溶劑、或具有電荷之粒子散佈於有電極化特性的一溶劑時，施加一電場以控制該等粒子之間的空隙以藉此控制該等粒子之反射光的波長。

本發明的另一目標是要提供一種利用光子晶體特性之顯示方法及裝置，其係藉由調整施加至粒子及溶劑之電場

的強度、方向及施加持續時間來控制粒子反射光的波長。

本發明的又一目標是要提供一種利用光子晶體特性之顯示方法及裝置，其係使用諸如囊體(capsule)、格子(cell)、分段電極(segmented electrode)之類的結構來獨立地控制粒子間的空隙。

根據本發明的一方面，提供一種利用光子晶體特性之顯示方法，其中，當多個具有電荷之粒子散佈於一溶劑時，施加一電場以控制該等粒子之間的空隙。

該等粒子與該溶劑中之至少一者可具有電極化特性。

在施加該電場時，該等粒子之間的該空隙可藉由以下兩者的相互作用保持在一特定範圍內：在該電場與該等粒子之間產生而導致該等粒子電泳(electrophoresis)的一電力(electric force)，以及在該等多個具有電荷之粒子之間產生的一電力，並且在該等粒子之間的該空隙保持在該特定範圍內時，該多個粒子可反射有特定波長圖形(wavelength pattern)的光線。

在施加該電場時，該等粒子之間的該空隙可藉由以下三者的相互作用保持在一特定範圍內：在該電場與該等粒子之間產生而導致該等粒子電泳的一電力、在該等多個具有電荷之粒子之間產生的一電力、以及由電極化產生的一電力，並且在該等粒子之間的該空隙保持在該特定範圍內時，該多個粒子可反射有特定波長圖形的光線。

該等粒子之間的該空隙可隨著以下各項中之至少一者的變化而改變：該電場的強度、方向、施加持續時間、施

加周期、及施加次數，以及該多個粒子之反射光的波長可隨著該空隙的變化而改變。

該等粒子與該溶劑的折射率差額可大於0.3。

該等粒子及該溶劑可用一絕緣材料囊封或分段。

有該電場之作用的一區域可分成至少兩個部份區域，以及可各自施加該電場至該至少兩個隔開部份區域。

在施加該電場至該等粒子或該溶劑之後，可施加極性與該電場相反的一電場以重設該等粒子之間的該空隙。

在施加該電場之前，可施加一後備電場(standby electric field)以便使該等粒子之間的該空隙保持預定的空隙。

可使用穿經該等粒子的光線產生一電能，以及可使用該電能來施加該電場。

藉由通過一上電極及一下電極來施加該電場，以及設定該電場的強度小於一預定值以控制該等粒子的移動範圍小於一預定值，可顯示該等粒子、該溶劑、及該上或下電極中之一種的獨一顏色。

藉由通過一上電極及一下電極來施加該電場，以及設定該電場的強度大於一預定值以使該等粒子移動到該上電極或者該下電極的至少一些部份，可顯示該等粒子、該溶劑、及該上或下電極中之一種的獨一顏色。

藉由在有負電荷之第一粒子與有正電荷之第二粒子散佈於該溶劑中的狀態下施加一電場以及控制該等第一粒子之間的空隙與該等第二粒子之間的空隙，該等第一粒子之間的空隙與該等第二粒子之間的空隙彼此可獨立地用該電

場控制。

該等粒子與該溶劑可包含透射可見光的一材料，以及在該多個粒子之反射光的波長範圍不在可見光的波長範圍內時，該多個粒子及該溶劑可變透明。

該等粒子或該溶劑可包含可藉由電子極化(electronic polarization)、離子極化(ionic polarization)、介面極化(interfacial polarization)及旋轉極化(rotational polarization)中之任一來電極化的一材料。

該等粒子或該溶劑可包含一超順電(superparaelectric)或鐵電(ferroelectric)材料。

該溶劑可包含極性指數(polarity index)等於或大於1的一材料。

該溶劑可由呈凝膠態(gel state)的材料製成。

根據本發明的另一方面，提供一種利用光子晶體特性之顯示裝置，其係包含：一顯示單元，其係包含多個具有電荷之粒子與有該等粒子散佈於其中的一溶劑；以及，用於產生施加至該顯示單元之一電場的一電場產生器，其中，當該等多個具有電荷之粒子散佈於該溶劑中時，施加該電場以控制該等粒子之間的空隙。

該等粒子與該溶劑中之至少一者可具有電極化特性。

有該電場之作用的一區域可分成至少兩個部份區域，以及可各自施加該電場至該至少兩個隔開部份區域。

可使用穿經該等粒子的光線來產生一電能，以及可使用該電能來施加該電場。

藉由通過一上電極及一下電極來施加該電場，以及設定該電場的強度小於一預定值以控制該等粒子的移動範圍小於一預定值，可顯示該等粒子、該溶劑、及該上或下電極中之一種的獨一顏色。

藉由通過一上電極及一下電極來施加該電場，以及設定該電場的強度大於一預定值以使該等粒子移動到該上電極或者該下電極的至少一些部份，可顯示該等粒子、該溶劑、及該上或下電極中之一種的獨一顏色。

藉由在有負電荷之第一粒子與有正電荷之第二粒子散佈於該溶劑中的狀態下施加一電場以及控制該等第一粒子之間的空隙與該等第二粒子之間的空隙，該等第一粒子之間的空隙與該等第二粒子之間的空隙彼此可獨立地用該電場控制。

圖式簡單說明

由以下較佳具體實施例結合附圖的描述可明白本發明以上及其他的目標及特徵。

第1圖及第2圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置內含粒子的組態；

第3圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示粒子或溶劑在施加電場後的極化組態；

第4圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示分子不對稱排列所展現的單元極化特性；

第5圖的視圖係圖示順電材料、鐵電材料及超順電材料的磁滯曲線；

第6圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示有可
內含於粒子或溶劑之鈣鈦礦結構的材料；

第7圖的視圖係根據本發明之第一具體實施例概念性
圖示控制粒子間之空隙的組態；

第8圖的視圖係根據本發明之第二具體實施例概念性
圖示控制粒子間之空隙的組態；

第9圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示
裝置的組態；

第10圖及第11圖的視圖係根據本發明之第一、第二具
體實施例概念性圖示顯示裝置的組態；

第12圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示含有
由多個電極組成之電場產生器的顯示裝置之組態；

第13圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示包含
於顯示裝置的粒子及溶劑均囊封於多個囊體之中的組態；

第14圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示包含
於顯示裝置的粒子及溶劑均散佈於介質之中的組態；

第15圖及第16圖的視圖係根據本發明之一具體實施例
圖示粒子及溶劑散佈於介質中的組合物；

第17圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示
裝置所含粒子及溶劑分段成多個格子的組態；

第18圖至第20圖的視圖係根據本發明之一具體實施例
圖示施加於顯示裝置的電壓圖形(pattern)；

第21圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示包含
太陽能電池單元的顯示裝置之組態；

第22圖至第24圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示構成電場產生器之電極帶有圖形的組態；

第25圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置用於顯示黑色或白色的組態；

第26圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置用於實現透明顯示器的組態；

第27圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置利用彼此有不同電荷的粒子來實現光子晶體顯示器的組態；

第28圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置利用施加接地電壓的電極來實現雙面光子晶體顯示器的組態；

第29圖的視圖係根據本發明之另一具體實施例圖示顯示裝置的組態；

第30圖及第31圖的圖表及相片係根據本發明之一具體實施例圖示在具有電荷之粒子散佈於有電極化特性的溶劑時，做施加電場的實驗所得到的粒子反射光；

第32圖及第33圖的圖表係根據本發明之一具體實施例圖示在具有電荷之粒子散佈於有不同極性指數的各種溶劑時，做施加電場的實驗所得到的粒子反射光波長；

第34圖及第35圖的圖表及相片係根據本發明之一具體實施例圖示在具有電荷及電極化特性的粒子散佈於溶劑時，做施加電場的實驗所得到的粒子反射光；

第36圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示用於

實現透明顯示器之組態的實驗結果；

第37圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示器改變顯示裝置之觀看角度的效能實驗結果(亦即，顯示器視角的實驗結果)；以及

第38圖及第39圖的視圖係根據本發明之又一具體實施例圖示藉由施加電場及磁場至具有電荷及磁性的粒子來實際實現顯示器的結果。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

在以下的詳述中，是以參考附圖的方式來舉例說明可實踐本發明的特定具體實施例。該等具體實施例會充分地加以詳述使得熟諳此藝者可實踐本發明。應瞭解，本發明的各種具體實施例儘管彼此不同，然而它們不一定互相排斥。例如，本文結合一具體實施例來描述的特定特徵、結構及特性可實作於其他的具體實施例而不脫離本發明的精神與範疇。此外，應瞭解，可改變個別元件在具體實施例之中的位置或排列而不脫離本發明的精神與範疇。因此，以下的詳述沒有限定的意思，而本發明的範疇只由隨附的申請專利範圍來定義，該等申請專利範圍的適當解釋應包含申請專利範圍的所有等價範圍。附圖中，相同或類似的元件或功能用相同的元件符號表示。

以下，以參考附圖的方式來詳述本發明的組態使得熟諳此藝者可輕易實行本發明。

顯示裝置的組態

本發明之一顯示裝置具體實施例的主要技術特徵在於，當多個具有電荷之粒子散佈於溶劑、多個具有電荷之粒子散佈於有電極化特性的溶劑、或多個具有電荷及電極化特性的粒子散佈於溶劑時，施加一電場以控制粒子間的空隙，藉此利用光子晶體特性來具體實作全光譜的顯示器。

[具有電荷之粒子]

第1圖及第2圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置內含粒子的組態。

首先，請參考第1圖，根據本發明之一具體實施例，散佈於溶劑120的粒子110為帶有負電荷或正電荷的粒子。在此時，藉由同號電荷在粒子110間所造成的排斥力，粒子110彼此可以預定的間隔排列。粒子110的直徑範圍可等於數奈米至數百個微米，但不一定受限於此。

請參考第2圖，根據本發明之一具體實施例，粒子110可具有由如第2圖之(a)所示之不同類型材料製成的核殼(core-shell)112組態，由如第2圖之(b)所示之不同種類材料製成的多核114組態，由如第2圖之(c)所示之多個奈米粒子製成的簇集結構(cluster structure)116，或有電荷之電荷層(charge layer)118包圍粒子的結構。

更特別的是，根據本發明之一具體實施例，粒子110可用以下元素製成，例如矽(Si)、鈦(Ti)、鋇(Ba)、銦(Sr)、鐵(Fe)、鎳(Ni)、鈷(Co)、鉛(Pb)、鋁(Al)、銅(Cu)、銀(Ag)、金(Au)、鎢(W)、及鉬(Mo)或彼等之組合。此外，根據本發明之一具體實施例，粒子可由聚合物材料製成，例如PS(聚

苯乙烯)、PE(聚乙烯)、PP(聚丙烯)、PVC(聚氯乙烯)、以及PET(聚乙烯對苯二甲酸酯)。此外，根據本發明之一具體實施例，粒子的製作可藉由塗佈沒有電荷或簇集的粒子於具有電荷之材料。這種粒子的實施例可包含：用有烴基之有機化合物加工(或塗佈)其表面的粒子，用羧酸基、酯基及醯基之有機化合物加工(或塗佈)其表面的粒子，用含有鹵(F、Cl、Br、I、等等)元素之絡合物(complex compound)加工(或塗佈)其表面的粒子，用含有胺、醯醇及磷化氫之配位化合物(coordination compound)加工(或塗佈)其表面的粒子，以及有藉由在表面上形成根基產生之電荷的粒子。

同時，根據本發明之一具體實施例，為了藉由保持穩定的膠態(colloidal state)有效地展現光子晶體特性而粒子不會沉澱於稍後會加以說明的溶劑，包含粒子及溶劑之膠體溶液的電動電位(electrokinetic potential，亦即，zeta電位)的數值可大於預設值，粒子與溶劑的比重差可小於預設值，以及溶劑與粒子的折射率差值可大於預設值。例如，膠體溶液的電動電位絕對值可大於10 mV，粒子與溶劑的比重差可小於5，以及粒子與溶劑的折射率差值可小於0.3。

[電極化特性]

此外，根據本發明之一具體實施例，內含於顯示裝置的粒子或溶劑可具有電極化特性。此類粒子或溶劑可包含用以下方法中之任一來電極化的材料：電子極化、離子極化、介面極化、以及旋轉極化，因為這些在施加外部電場時會造成原子或分子的電荷分布不對稱。

第3圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示粒子或溶劑在施加電場後的極化組態。

請參考第3圖的(a)與(b)，如果不施加外部電場，粒子或溶劑保持電平衡態(electrical equilibrium state)，然而，如果施加外部電場，粒子或溶劑的電荷會在預定的方向中移動，因此可極化粒子或溶劑。請參考第3圖的(c)與(d)，如果不施加外部電場，藉由構成粒子或溶劑的電性不對稱成分(electrically asymmetric component)所造成的單元極化(unit polarization)，可使粒子或溶劑的排列混亂，然而，如果施加外部電場，可使有單元極化的粒子或溶劑沿著外部電場的方向重新排列成有預定的方向，從而，整體可展現相當大的極化值。同時，根據本發明之一具體實施例，呈不對稱排列(asymmetrical arrangement)的電子或離子，或呈不對稱結構的分子可發生單元極化。在不施加外部電場時，由於有此單元極化，也會有極小的殘餘極化值。

第4圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示不對稱排列分子所展現的單元極化特性。更特別的是，第4圖圖示水分子(H₂O)的情形，然而根據本發明，除了水分子以外，三氯乙烯(trichloroethylene)、四氯化碳(carbon tetrachloride)、二異丙醚(di-iso-propyl ether)、甲苯、甲基第三丁基醚(methyl-t-butyl ether)、二甲苯、苯、二乙醚、二氯甲烷(dichloromethane)、1,2-二氯乙烷、乙酸丁酯、異丙醇、正丁醇、四氫呋喃(tetrahydrofuran)、正丙醇、氯仿(chloroform)、乙酸乙酯、2-丁酮、環氧己烷(dioxane)、丙

酮、甲醇、乙醇、乙腈(acetonitrile)、醋酸、二甲基甲醯胺(dimethylformamide)、二甲基亞砜(dimethyl sulfoxide)、碳酸丙烯酯(propylene carbonate)、等等也可用作構成粒子或溶劑的材料，因為它們有由不對稱分子結構所致的單元極化特性。供參考，用來比較材料極化特性的極性指數為顯示給定材料相對於水之(H_2O)極化特性的相對極化程度的指數。

此外，根據本發明之一具體實施例，粒子或溶劑可包含鐵電材料，它在施加外部電場時顯示極化增加，甚至在不施加外部電場的情形下顯示有大量的殘餘極化及殘餘磁滯，以及可包含超順電材料，它在施加外部電場時顯示極化增加而在不施加外部電場時顯示沒有殘餘極化及殘餘磁滯。第5圖可看到，由順電(paraelectric)材料510、鐵電材料520及超順電材料530之外部電場得到的磁滯曲線(hysteresis curve)。

此外，根據本發明之一具體實施例，粒子或溶劑可包含有鈣鈦礦(perovskite)結構的材料。有鈣鈦礦結構的材料實施例(例如， ABO_3)可包含諸如 $PbZrO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 $Pb(Zr,Ti)O_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 $BaTiO_3$ 、 $(Ba, Sr)TiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $LiNbO_3$ 之類的材料。

第6圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示可包含於粒子或溶劑的鈣鈦礦結構材料。請參考第6圖，銦(或鈦)在 $PbZrO_3$ (或 $PbTiO_3$)的位置(亦即， ABO_3 結構之中的B)可隨著施加於 $PbZrO_3$ (或 $PbTiO_3$)之外部電場的方向而改

變，因此，可改變 PbZrO_3 (或 PbTiO_3)的整體極性。

同時，根據本發明之一具體實施例，該溶劑可包含極性指數等於或大於1的材料。

不過，根據本發明，粒子與溶劑的組合物不一定受限於以上所列出的，而在本發明的精神與範疇內可適當地加以改變，亦即，在可用電場來控制粒子間之空隙的範疇內。

[顯示裝置的操作原理與組態]

同時，根據本發明之第一具體實施例，當有同號電荷的多個粒子散佈於有電極化特性的溶劑時，如果施加電場至粒子及溶劑，與電場強度及粒子電荷量成正比的電吸力(electrical attraction)會由粒子的電荷導致作用於多個粒子，因此，多個粒子藉由電泳在預定方向中移動，從而使粒子之間的空隙變窄。反之，在產生於有同號電荷之多個粒子之間的電斥力(electrical repulsion)會隨著粒子間之空隙變窄而增加，從而可到達預定的平衡態同時阻止粒子間之空隙繼續變窄。此外，由於該溶劑有電極化特性而會在預定的方向中極化，從而，在局部產生電吸力，以及施加預定的作用於在與極化溶劑有電性互動的多個粒子之間的空隙。亦即，根據本發明的第一具體實施例，在由外部電場誘導的電吸力，在有同號電荷的粒子之間的電斥力，由極化誘導的電吸力及其類似者處於平衡時，可使多個粒子以一段距離規則排列。根據以上原理，粒子間的空隙可控制於預定的間隔，以及以預定間隔排列的多個粒子可用作光子晶體。由於多個規則排列粒子所反射的光線波長取決

於粒子之間的空隙，因此可藉由控制粒子間的空隙來任意控制多個粒子所反射的光線波長。在此，可用因子以各種方式表示反射光的波長圖形，例如電場的強度與方向、粒子的大小與質量、粒子及溶劑的折射率、粒子的電荷量、溶劑的電極化特性、粒子散佈於溶劑的濃度、等等。

第7圖的視圖係根據本發明之第一具體實施例概念性圖示控制粒子間之空隙的組態。請參考第7圖，如果不施加外部電場，藉由與粒子的電荷相互作用，可使在有電荷之粒子720周圍的單元極化溶劑710在粒子的方向中密集排列，以及在與粒子的距離變長時，可使單元極化溶劑710的排列更加混亂(請參考第7圖的(a))。此外，請參考第7圖，如果施加外部電場，會使位於不受粒子720影響之區域(亦即，遠離粒子720的區域)的單元極化溶劑710在電場方向中重新排列，然而藉由由粒子720電荷誘導之電吸力與外部電場誘導之電吸力的相互作用，可使位於會受由粒子720電荷誘導之電吸力強烈影響之區域(亦即，粒子720的周圍區域)的單元極化溶劑710不對稱排列。因此，其中溶劑710在粒子720周圍區域呈不對稱排列的區域(亦即，極化區730)就像一個電極化大粒子，從而可與其他的極化區相互作用，藉此使得具有電荷之粒子可規則排列同時其間保持預定的間隔(請參考第7圖的(b))。

根據本發明之第二具體實施例，當有同號電荷及電極化特性的多個粒子散佈於溶劑時，如果施加電場至粒子及溶劑，與電場強度及粒子電荷量成正比的電吸力由於粒子

有電荷而作用於多個粒子，因此，多個粒子藉由電泳而在預定的方向移動，從而使粒子間的空隙變窄。反之，產生於有同號電荷之多個粒子之間的電斥力會隨著粒子之間的空隙變窄而增加，從而可到達預定平衡態同時阻止粒子之間的空隙繼續變窄，以及多個粒子由於粒子有電極化特性而在預定的方向中極化。從而，在多個極化粒子之間局部產生電吸力，以及施加預定的作用於粒子間的空隙。亦即，根據本發明的第二具體實施例，在由外部電場誘導的電吸力，有同號電荷的粒子之間的電斥力，以及極化所誘導的電吸力都處於平衡時，可使多個粒子以一距離規則排列。根據以上原理，粒子間的空隙可控制於預定的間隔，以及以預定間隔排列的多個粒子可用作光子晶體。由於多個規則排列粒子所反射的光線波長取決於粒子之間的空隙，因此可藉由控制粒子間的空隙來任意控制多個粒子所反射的光線波長。在此，可用因子以各種方式表示反射光的波長圖形，例如電場的強度與方向、粒子的大小與質量、粒子及溶劑的折射率、粒子的電荷量、粒子的電極化特性、粒子散佈於溶劑的濃度、等等。

第8圖的視圖係根據本發明之第二具體實施例概念性圖示控制粒子間之空隙的組態。請參考第8圖，如果不施加外部電場，粒子810均未極化(請參考第8圖之(a))，然而，如果施加外部電場，由於內含於粒子810的材料有電極化特性而可使粒子810極化，因此，可使粒子810規則排列同時其間可保持預定的間隔(請參考第8圖的(b))。

在本發明的第一及第二具體實施例中，溶劑或粒子的電極化值越大，極化區730之間或極化粒子810之間的相互作用程度越高，藉此使得粒子的排列更加規則。

第9圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置的組態。

請參考第9圖，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置900可包含顯示單元910與電場產生器920。更特別的是，根據本發明的第一具體實施例，有同號電荷的多個粒子912(其係散佈於有電極化特性的溶劑914)可包含於顯示單元910，以及根據本發明的第二具體實施例，有同號電荷及電極化特性的多個粒子912(其係散佈於溶劑914)可包含於顯示單元912。同時，第10圖及第11圖的視圖係根據本發明之第一、第二具體實施例概念性圖示顯示裝置的組態。由於在說明第7圖及第8圖時已完整地詳述本發明的第一及第二具體實施例，因此省略第10圖及第11圖的附加解釋。

首先，根據本發明之一具體實施例，顯示單元910根據外加電場之強度及方向執行反射在某一波長範圍內之光線的功能(亦即，從可見光區觀察時為有某一色彩的光線)。如上述，達成此事可藉由根據施加於顯示單元910的電場強度及方向來控制粒子912之間的空隙。

接下來，根據本發明之一具體實施例，電場產生器920執行施加有預定強度及方向之電場於顯示單元910的功能，以及在想要由顯示單元910反射的光線波長範圍內可正確地控制電場產生器920所施加之電場的強度及方向。

更特別的是，第12圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示含有由多個電極組成之電場產生器的顯示裝置之組態。

請參考第12圖，根據本發明之一具體實施例，電場產生器1222、1224、1226及1228可由能夠獨自只對顯示單元1210中之某些部份施加電場的多個電極1222、1224、1226及1228組成，藉此可獨自精確地控制內含於顯示單元1210的粒子1212之間的空隙。可用精密驅動電路來個別控制多個電極1222、1224、1226及1228，例如薄膜電晶體(TFT)。此外，根據本發明之一具體實施例，電場產生器1222、1224、1226及1228可由透光材料製成以免妨礙由顯示單元1210射出的光線前進。例如，電場產生器1222、1224、1226及1228可由銦錫氧化物(ITO)，鈦氧化物(TiO₂)，碳奈米管製成，彼等均為透光材料，以及其他的導電聚合物薄膜製成。

請繼續參考第12圖，根據本發明之一具體實施例，電場產生器1222、1224、1226及1228可包含第一電極1222、第二電極1224、第三電極1226及第四電極1228。首先，由於沒有電場施加至沒有外加電壓之第一電極1222所涵蓋的空間，位於第一電極1222所涵蓋之空間中的粒子1212可呈不規則排列。因此，由第一電極1222控制的顯示單元1210可能不呈現由光子晶體產生的色彩。接下來，由於對應至各自電壓的電場都施加至有不同外加電壓之第二電極1224、第三電極1226及第四電極1228所涵蓋的空間，位於第二電極1224、第三電極1226及第四電極1228所涵蓋之空

間中的粒子1212彼此可以預定空隙呈規則排列，同時由電場造成的電吸力(亦即，造成電泳的力)，有同號電荷的粒子1212之間的電斥力，以及由粒子1212或溶劑1214極化所造成的電吸力、等等都處於平衡。因此，由第二電極1224、第三電極1226及第四電極1228控制的顯示單元1210對於各個區域可反射不同波長範圍的光線(亦即，由光子晶體產生的結構色(structural color))。例如，在假設施加於第四電極1228的電壓大於施加於第三電極1226的電壓下，位於第四電極1228所涵蓋之空間中的粒子1212之間的空隙可小於位於第三電極1226中間的粒子1212之間的空隙，從而，由第四電極1228控制的顯示單元1210可反射光線波長比由第三電極1226控制的顯示單元1210的短。

第13圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示包含於顯示裝置的粒子及溶劑均囊封於多個囊體之中的組態。

請參考第13圖，根據本發明之一具體實施例，內含於顯示單元1300的粒子1312及溶劑1314可囊封於由透光材料製成的多個囊體1312、1324、1326及1328中。藉由囊封粒子1312及溶劑1314於第13圖之一本發明具體實施例中，可預防內含於不同囊體的粒子1312及溶劑1314之間發生直接干涉，例如混合(incorporation)，可防止粒子呈現由帶電荷粒子之電液動力(EHD, electrohydrodynamic)運動引起的不規則排列，藉由使粒子及溶劑的密封更簡單而可改善顯示裝置1300的薄膜加工性，從而，對於每個囊體，可獨立控制內含於顯示裝置1300的粒子之間的空隙。

請繼續參考第13圖，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置1300可包含4個囊體1322、1324、1326及1328，第一電壓、第二電壓、第三電壓及第四電壓可各自施加至位於第一囊體1322、第二囊體1324、第三囊體1326及第四囊體1328之一部份中的電極1332、1334、1336及1338，因此，施加不同強度及不同方向之電場的囊體各自反射有不同波長範圍的光線。因此，根據本發明之一具體實施例，用顯示裝置1300可為每個囊體實作一個獨立顯示器。

同時，不同於第13圖，即使不以彼此對應的方式配置電極及囊體而是電極所涵蓋的區域小於囊體或一個囊體被兩個或更多電極覆蓋，對於顯示單元的給定區域，仍可按需要用電極圖形實作獨立顯示器。亦即，根據本發明之一具體實施例，當由多個電極中涵蓋一囊體的一個電極施加電場至該囊體中之特定區域時，在存在於該囊體中的粒子中，只有該特定區域之中的粒子或溶劑與電場有反應，而其他區域之中的粒子或溶劑不會與電場有反應。從而，反射有特定波長之光線的區域(亦即，顯示區)可取決於電極圖形，而不是囊體的大小或圖形。

第14圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示包含於顯示裝置的粒子及溶劑均散佈於介質之中的組態。

請參考第14圖，根據本發明之一具體實施例，內含於顯示裝置1400的粒子及溶劑可散佈於由透光材料製成的介質1430中。更特別的是，預定數量的粒子及溶劑係以微滴的形式散佈及分布於不會以運動來回應外界刺激(例如，電

場)的透光材料1430中，從而部份隔離內含於顯示裝置1400的粒子。亦即，根據本發明之一具體實施例，有粒子散佈於其中的溶劑係散佈及分布於透光介質1430中以防止在內含於不同區域的粒子或溶劑之間發生直接干涉(例如，混合)，藉此可更加獨立地控制內含於顯示裝置1400的粒子之間的空隙。

請繼續參考第14圖，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置1400可包含內含於介質1430的多個區域1412、1414。更特別的是，可彼此獨立地控制在內含於位於有外加第一電壓之第一電極1442中間的第一區域1410的粒子之空隙和在內含於位於有外加第二電壓之第二電極1444中間的第二區域1420的粒子之空隙。因此，第一區域1410與第二區域1420可反射不同波長範圍的光線。因此，根據本發明之一具體實施例，用顯示裝置1400可為每個區域實作一個獨立顯示器。

第15圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示溶液囊封於透光介質中的組合物。供參考，第15圖對應至用電子顯微鏡拍照在說明第13圖時提及的顯示裝置1400之橫截面的相片。

請參考第15圖，可看到，有粒子1510散佈於其中的溶劑係囊封於不因電場而運動的透光材料中。根據本發明之一具體實施例，有粒子1510散佈於溶劑而呈膠態的溶液(亦即，粒子與溶劑的混合物)係與不同種類的不混溶溶液(immiscible solution)混合以形成乳液，然後乳液的介面塗

上透光材料1520，藉此囊封於透光材料1520中。在此，塗上電荷層的氧化鋼(FeOx)簇集可用作粒子，有電極化特性的溶劑可用作溶劑，以及含有凝膠的透光聚合物材料可用作囊體材料。

第16圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示粒子及溶劑散佈於介質中的組合物。供參考，第16圖對應至用電子顯微鏡拍照在說明第14圖時提及的顯示裝置1400之橫截面的相片。

請參考第16圖，可看到，有粒子1610散佈於其中的溶劑1620係散佈於由呈固態或膠態之透光材料製成的介質1630中，其係不以運動回應外界刺激，例如電場、磁場、等等。根據本發明之一具體實施例，具有電荷之粒子1610均散佈於溶劑1620中，最終是以微滴的方式混合於透光介質1630，藉此得到圖示於第16圖的組合物。此外，根據本發明之一具體實施例，在第16圖中，粒子1610可為塗上電荷層的氧化鋼(FeOx)簇集，溶劑1620可為乙二醇(EG)，以及介質1630可為聚二甲基矽氧烷(polydimethylsiloxane, PDMS)。

第17圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示包含於顯示裝置的粒子及溶劑分段成多個格子的組態。

請參考第17圖，根據本發明之一具體實施例，內含於顯示裝置1700的粒子1712及溶劑1714可用由絕緣材料製成之隔牆(partition wall)或其類似物隔離及分段成多個格子1732、1734、1736及1738。根據本發明之一具體實施例，

藉由分段粒子1712及溶劑1714，可防止在待內含於不同格子的粒子1712及溶劑1714之間發生直接干涉，例如混合，因此，對於每個格子，可獨立控制內含於顯示裝置1700的粒子之間的空隙，以及可防止粒子呈現由帶電荷粒子之電液動力(EHD)運動引起的不規則排列。

同時，不同於第17圖，即使不以彼此對應的方式配置電極及格子而是電極所涵蓋的區域小於格子或一個格子被兩個或更多電極覆蓋，對於顯示單元的給定區域，仍可按需要用電極圖形實作獨立顯示器。亦即，根據本發明之一具體實施例，當由多個電極中涵蓋一格子的一個電極施加電場至該格子中之特定區域時，在存在於該格子中的粒子中，只有該特定區域之中的粒子或溶劑與電場有反應，而其他區域之中的粒子或溶劑不會與電場有反應。從而，反射有特定波長之光線的區域(亦即，顯示區)可取決於電極圖形，而不是格子的大小或圖形。

如上述，根據本發明之一具體實施例，藉由囊封粒子及溶劑或使它們散佈於介質中或分段它們，對於每個囊體、每個區域、或每個格子，可獨立控制粒子間的空隙，藉此致能更加精確的顯示以及使顯示裝置的維修及修理更容易。

同時，儘管是在上、下電極兩者都分成多個電極的情形下描述第12圖至第17圖的具體實施例，上、下電極中之任一可以形成共用電極。例如，在實際應用於顯示產品時，上電極可以形成由透明電極材料製成的共用電極，而下電

極可分成數個單元格子以及連接至用以驅動每個格子的電晶體以及可能不是由透明電極材料製成。

第18圖至第20圖係根據本發明之一具體實施例圖示施加於顯示裝置的電壓圖形。

首先，請參考第18圖，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置更可包含控制單元(未圖示)，其功能是在電場強度及方向改變時重設粒子間之空隙以便依序施加有不同強度及不同方向的電場至粒子及溶劑以及實現連續顯示。更特別的是，當依序施加第一電壓及第二電壓至電場產生器用以施加電場至粒子及溶劑時，根據本發明之一具體實施例，控制單元的功能是藉由在施加第一電壓之後，在施加第二電壓之前，施加極性與第一電壓相反的重設電壓至粒子及溶劑，使粒子(第一電壓使它們以預定間隔排列)之間的空隙回到初始狀態。藉此，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置可改善顯示效能，包含改善操作速度及抑制殘影(afterimage)。此外，根據本發明之一具體實施例，施加極性與先前外加電壓相反的重設電壓，使得藉由強迫粒子(先前外加電壓使粒子在預定方向中運動及排列)反向運動，可提高操作速度，即使在顯示裝置關掉的情形下。

接下來，請參考第19圖，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置可進一步包含控制單元(未圖示)，其功能是在電場的強度及方向改變時預先使粒子之間的空隙保持預定間隔以便依序施加有不同強度及不同方向的電場至粒子及溶劑以及實現連續顯示。更特別的是，當依序施加第一電壓及

第二電壓至電場產生器用以施加電場至粒子及溶劑，根據本發明之一具體實施例，控制單元的功能是在事先施加預定後備電壓(predetermined standby voltage)的情形下，藉由施加第一電壓及第二電壓來快速控制粒子間的空隙來提供想要的空隙。藉此，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置可改善顯示效能，包含增加反應速度以及使螢幕的變化更快。亦即，在習知的電子紙張技術中，有特定顏色的粒子必須由格子的一端跑到對面的另一端以便顯示特定的顏色，然而，本發明可用以下方式實現光子晶體：施加有不足以使在可見光譜中之反射光出現的相對低位準後備電壓以使格子中的粒子聚集於一個方向，然後施加有特定位準或更大的電壓以反射在可見光譜之中的光線。在此，僅僅藉由使粒子局部運動，即可實現反射可見光譜中之光線的光子晶體，從而使得操作速度可更快。

接著，請參考第20圖，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置可進一步包含控制單元(未圖示)，其係功能是施加有各種圖形之電場強度、施加持續時間、等等的電場以便依序施加有不同強度及不同方向的電場至粒子及溶劑以及實現連續顯示。更特別的是，當施加電壓至電場產生器用以施加電場至粒子及溶劑時，根據本發明之一具體實施例，控制單元可加減電壓的位準至預定電壓(請參考第20圖的(a))，可延長或縮短施加某一電壓的持續時間或時段(請參考第20圖的(b))，以及藉由重覆施加間斷的脈衝電壓可得到與連續施加電壓一樣的效果(請參考第20圖的(c))。這

樣，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置可改善顯示效能，包含致能顯示各種圖形以及減少耗電量。

不過，應注意，本發明的電場應用模式不一定受限於以上所列出的，而是在本發明的目標範疇內可適當地加以改變，亦即，在可用電場控制粒子間之空隙的範疇內。

第21圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示包含太陽能電池單元的顯示裝置之組態。

請參考第21圖，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置2100可進一步包含太陽能電池單元2130，其功能係藉由透射通過顯示裝置2100及儲存於其中的光線來產生電動勢(electromotive force)。根據本發明之一具體實施例，由太陽能電池單元2130產生的電動勢可用來產生施加至電場產生器2120的電壓，藉此顯示裝置2100可實現上述光子晶體顯示器而不依賴外部的電源供應器。不過，根據本發明，顯示裝置與太陽能電池單元的組合不一定受限於以上所列出的，而是由太陽能電池單元產生的電動勢可用於驅動顯示裝置以外的其他目的。

第22圖至第24圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示構成電場產生器之電極帶有圖形的組態。

首先，請參考第22圖，根據本發明之一具體實施例，在電場產生器的下電極2225(或上電極2220)上可形成柵格狀絕緣層2230，因而使下電極2225(或上電極2220)以預定間隔圖形化。

根據圖示於第22圖的顯示裝置，電極的圖形間隔係經

設定成有大約數微米至數百微米寬，藉此可防止粒子呈現由帶電荷粒子之電液動力(EHD)運動引起的不規則排列從而實現均勻的顯示。特別是，根據圖示於第22圖的顯示裝置，可有效防止粒子被電液動力運動偏移而不通過複雜的過程，例如需要很多時間及成本的囊封或格子分段。

接下來，請參考第23圖，根據本發明之一具體實施例，電場產生器的下電極(或上電極)可分成兩個電極(第一電極2320與第二電極2325)。更特別的是，請參考第24圖，根據本發明之一具體實施例，構成電場產生器之下電極(或上電極)的第一電極2420與第二電極2425可以交替齒狀物的形式圖形化。

根據圖示於第23圖及第24圖的顯示裝置，以成本節省而言是有利的，因為可以只在一個基板上形成電極，以及可以提高顯示裝置的操作速度，因為可減少粒子由施加電場所造成的移動距離。

不過，應注意，根據本發明，電極圖形不一定受限於以上所列出的，而是在本發明的目標範疇內可適當地加以改變，亦即，在可用電場控制粒子間之空隙的範疇內。

同時，由於利用光子晶體特性之顯示裝置的操作原理是選擇性地反射入射光中有特定波長的光線，因而利用光子晶體特性的顯示裝置不容易呈現全黑或全白。以下描述利用利用光子晶體特性的顯示裝置來顯示黑白的組態。

第25圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置用於顯示黑色或白色的組態。

請參考第25圖，顯示單元2510可包含黑色粒子2512，以及電場施加單元可由透明上電極2520與白色的第一及第二下電極2522、2524組成。首先，如果施加於顯示單元2510的電場強度小於預定值或不施加電場，粒子2512不會形成光子晶體，但可反射黑色(這是它們自己唯一的顏色)，或反射由粒子及溶劑之折射率差異造成的散射光，藉此致能顯示單元2510可顯示黑色(請參考第25圖的(a))。儘管未圖示於第25圖，藉由施加高於閾值的電場至顯示單元2510，可使黑色粒子2512與上電極2520緊密接觸地排列。就此情形而言，顯示單元2510也能夠顯示黑色。接下來，如果施加強度適當的電場至顯示單元2510，由形成光子晶體的粒子2512反射有某一想要波長範圍的光線(請參考第25圖的(b))。然後，如果施加高於預定強度的電場至顯示單元2510，則導致電泳之電吸力的大小會變成太大，因而粒子2512間的空隙無法保持適當的間隔以及粒子2512會被吸到一邊。例如，如果只施加高於預定值的電場至第一下電極2522的一部份，內含於顯示單元2510的所有粒子2512不會形成光子晶體而被吸到第一下電極2522所涵蓋的狹窄區域。因此，第二下電極2524可反射白色(這是它自己唯一的顏色)而不被黑色粒子2512影響，因而顯示單元2510可顯示白色(請參考第25圖的(c))。

不過，儘管是在規定粒子及電極的顏色為黑白色的情形下描述第25圖的具體實施例，本發明不一定受限於此，而是可按需要改變可應用於本發明顯示裝置的粒子及電極

之顏色，此外，可設定成透明。以下描述用利用光子晶體特性的顯示裝置來實現透明顯示器的組態。

第26圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置用於實現透明顯示器的組態。

請參考第26圖，顯示單元2610可包含含有可見光透射材料(例如， SiO_x)的透明粒子2612，以及電場施加單元可由也呈透明的上電極2620、下電極2622組成。首先，如果施加至顯示單元2610的電場強度小於預定值或不施加電場，粒子2612可能不形成光子晶體以及呈現由光子晶體產生的顏色，以及使入射光因粒子及溶劑之折射率有差異而散射(請參考第26圖的(a))。接下來，如果施加有適當強度的電場至顯示單元2610，形成光子晶體的粒子2612可反射有某一想要波長範圍的光線(請參考第26圖的(b))。然後，如果施加高於預設強度的電場至顯示單元2610，則導致電泳之電吸力的大小會變成太大，因而粒子2612之間的空隙能夠只反射波長範圍比可見光譜還短(例如，紫外線光譜)的光線。亦即，就此情形而言，光子晶體不反射可見光譜之中的光線而是透射，因此上電極2620、下電極2622及粒子2612全都變成透明，因而第26圖的顯示裝置完全透明(請參考第26圖的(c))。

同時，儘管未具體圖示於第26圖，在第26圖的(c)中，如果有特定顏色的電極用作下電極，則可見光譜之中的光線不被光子晶體反射而是透射。結果，可顯示下電極的顏色。

亦即，在本發明的顯示裝置中，如果施加低於特定位

準的電壓，入射光被散射而變成半透明或不透明，如果施加在特定範圍內的電壓，可見光譜中的入射光會被反射規則排列的粒子(亦即，光子晶體)，從而可顯示預定的顏色，以及如果施加超過特定位準的電壓，粒子之間的空隙變太窄因而可見光譜中的入射光會被透射而波長範圍比可見光譜短的紫外線光譜入射光會被反射而變透明。因此，根據本發明的顯示裝置，可反射有某一波長範圍的光線，可製造能變透明或不透明的變色玻璃(color changing glass)或其類似物，以及更有可能實作一種顯示系統，其中係藉由調整顯示裝置的透明度，使得站在顯示裝置中之一面的觀察者可看到或看不到呈現於另一面的特定顏色或圖形。

第27圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置利用彼此有不同電荷的粒子來實現光子晶體顯示器的組態。

首先，請參考第27圖，根據本發明之一具體實施例顯示裝置2700的顯示單元2710可包含有不同電荷的粒子，亦即，有負電荷的粒子2712與有正電荷的粒子2714。當施加電場至顯示單元2710時，有負電荷的粒子2712與有正電荷的粒子2714各自可在反方向運動及規則排列。例如，如果電場施加單元的上電極2720為正電極而下電極2725為負電極，則可使有負電荷的粒子2712與有正電荷的粒子2714各自在上電極2720方向及下電極2725方向中運動，以及排列成光子晶體同時使粒子之間保持預定空隙。就此情形而言，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置2700對兩面都

可反射有某一波長範圍的光線(亦即，上電極2720的那一面與下電極2725的那一面)，因而可實現雙面顯示器。此外，如果帶負電荷粒子2712的電荷量與帶正電荷粒子2714的電荷量彼此不同，在施加電場時，帶負電荷粒子2712之間的空隙與帶正電荷粒子2714之間的空隙可彼此不同。從而，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置2700兩面可反射不同波長範圍的光線，因而可實現兩面可彼此獨立控制的顯示器。

同時，如在說明第25圖時解釋的，內含於第27圖顯示裝置2700的帶負電荷粒子2712與帶正電荷粒子2714可具有獨一的顏色。就此情形而言，只藉由調整施加至上電極2720及下電極2725的電場之極性，顯示裝置的上、下半部即可不同的顏色。例如，假如有負電荷的粒子2712呈黑色而有正電荷的粒子2714呈白色，當施加正電壓至上電極2720時，可使有負電荷的黑色粒子2712向上電極2720運動以顯示黑色於顯示裝置的上半部，以及當施加負電壓至上電極2720時，可使有正電荷的白色粒子2714向上電極2720運動以顯示白色於顯示裝置的上半部。與此一致，根據本發明，帶負電荷粒子2712與帶正電荷粒子2714也可形成光子晶體從而可反射有某一波長的光線。從而，同一個格子可顯示黑色與白色，以及也可顯示有某一波長範圍的反射光。

第28圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置利用施加接地電壓的電極來實現雙面光子晶體顯示器的組態。

請參考第28圖，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置2800可包含接地電極2830用於在上電極2820、下電極2825之間施加接地電壓。根據本發明之一具體實施例，當不同的電壓施加於上電極2820及下電極2825時，可獨立施加有不同方向及大小的電場至在上電極2820、接地電極2830之間的空間以及在下電極2825、接地電極2830的空間。因此，可彼此獨立地控制出現於位在上電極2820、接地電極2830之間的第一顯示單元2810之中的粒子與出現於位在下電極2825、接地電極2830之間的第二顯示單元2815之中的粒子。從而，根據本發明之一具體實施例，顯示裝置280對兩面可反射不同波長的光線(亦即，上電極2820的那一面與下電極2825的那一面)，因此可實現兩面可彼此獨立地控制的顯示器。

以下，根據本發明之另一具體實施例，描述一種利用光子晶體特性之顯示方法及裝置，其中係施加電場至具有電荷之粒子及溶劑以控制粒子間的空隙藉此可反射有某一波長範圍的光線。

與圖示於第9圖的本發明顯示裝置900具體實施例一樣，本發明顯示裝置之另一具體實施例(未圖示)可包含顯示單元與電場產生器，以及該顯示單元可包含散佈於某一介質之中的多個具有電荷之粒子。

根據本發明之另一具體實施例，如果施加電場至粒子，有預定方向的電吸力因粒子有電荷而作用於粒子上，因此，粒子會藉由電泳而被吸到一邊，從而使粒子之間的

空隙變窄。反之，當電斥力在有同號電荷的粒子之間起作用，粒子之間的空隙不會繼續變窄而到達預定平衡態。因此，取決於由電場產生的電吸力與有同號電荷粒子之間的電吸力的相對力量，可決定粒子之間的空隙，從而以預定間隔排列的多個粒子可以作為光子晶體。亦即，由於多個規則排列粒子所反射的光線波長取決於粒子之間的距離，因此藉由控制粒子之間的距離可改變粒子所反射的光線波長。

同時，應注意，以上在說明第12圖至第23圖時提及的組態及具體實施例也可應用於本發明顯示裝置之另一具體實施例。

以下根據本發明的又一具體實施例，描述一種利用光子晶體特性之顯示方法及裝置，其中係施加的電場或磁場至具有電荷、磁性之粒子及溶劑以控制粒子間的空隙藉此反射有某一波長範圍的光線。

根據本發明之又一具體實施例，提供一種顯示裝置，其係施加電場或磁場至具有電荷及磁性的粒子以控制粒子間的空隙。用磁場控制帶磁性粒子之間的空隙的原理與用電場控制帶電荷粒子之間的空隙一樣，因而省略操作原理的詳細說明。根據本發明之又一具體實施例，除了具有電荷之材料以外，具有電荷及磁性的粒子可包含超順磁性(superparamagnetic)材料，例如鐵(Fe)氧化物，鎳(Ni)氧化物，以及鈷(Co)氧化物。不過，應注意，根據本發明之又一具體實施例，粒子的組合物不受限於以上所列出的，而是在本發明的目標範疇內可適當地加以改變。

更特別的是，根據本發明之又一具體實施例，在藉由施加預定電場至包含具有電荷及磁性之粒子的顯示單元來實現用於顯示特定顏色於顯示單元上之顯示器的情況下，如果施加有預定方向及大小的磁場至顯示單元中之某些部份，可改變顯示於顯示單元中之對應部份的顏色。另外，根據本發明之又一具體實施例，在藉由施加有預定方向及大小的磁場至包含具有電荷及磁性之粒子的顯示單元中之某些部份來實現顯示器可用於顯示特定顏色於顯示單元之對應部份上的情況下，如果施加有預定方向及大小的電場至顯示單元的整個部份，可重設遍及顯示單元整個面積的顯示。亦即，用本發明顯示裝置之又一具體實施例，使用磁場與電場都可控制粒子間的空隙，因此可多樣化顯示器的控制方法。

第29圖的視圖係根據本發明之又一具體實施例圖示顯示裝置的組態。

請參考第29圖，根據本發明之又一具體實施例，顯示裝置2900可包含顯示單元2910，其係包含具有電荷及磁性的粒子2912，用於施加電場至顯示單元2910的電場施加單元2922、2924及2926，以及用於施加磁場至顯示單元2910的磁場施加單元2930。根據本發明之又一具體實施例，磁場施加單元2930可包含電磁鐵2932與線圈2934以控制施加至顯示單元2910的磁場強度及方向。此外，根據本發明之又一具體實施例，磁場施加單元2930可採用激勵物固定及安裝於顯示裝置2900之特定部份的形式，或採用筆的形式

以便使用者操縱供施加磁場至顯示單元2910之給定區域上。

請參考第29圖，位於沒有外加電壓之第一電極2922中間的粒子2912可呈不規則排列，位於有外加電壓之第二電極2924中間的粒子2912可呈規則排列同時由施加電場於在第二電極2924中間的空間來保持預定間隔，以及可使被磁場施加單元2930所施加之磁場和被第三電極2926所施加之磁場影響的粒子2912的排列比位於第二電極2924中間的粒子2912更緊密或更鬆散。

請繼續參考第29圖，根據本發明之又一具體實施例，磁場施加單元2930可包含有線圈2934纏繞著它的電磁鐵2932以產生由感應電流產生的磁場，以及用於使電流在線圈2934中流動的電源供應器(未圖示)。用此組態，藉由調整供給至線圈2934的電流變化，可改變由於線圈2934所誘導及由電磁鐵2932產生的磁場強度。從而，可用各種方式及精確地控制內含於顯示單元2910的粒子之間的空隙，結果，可實現用於顯示涵蓋全波長範圍之結構色於顯示單元2910上的顯示器。

此外，請參考第29圖，根據本發明之又一具體實施例，磁場施加單元2930可做“抹除”功能用以重設實現於顯示單元2910上的顯示，以及“寫入”功能用以實現顯示各種顏色於顯示單元2910上。亦即，根據本發明之又一具體實施例，藉由改變流到裝在磁場施加單元2930上之線圈2934的電流之強度及方向，可設定內含於顯示單元2910的粒子之間的

空隙有特定的間隔，或反之，可重設顯示單元2910的粒子之間的空隙。因此，根據本發明之又一具體實施例，用圖示於第29圖的顯示裝置2900，有可能實現有各種背景顏色的彩色板用以寫入及抹除在其上有各種顏色的字元，以及實現用於顯示涵蓋全波長範圍之結構色的顯示器。

同時，應注意，以上在說明第12圖至第23圖時提及的組態及具體實施例也可應用於本發明顯示裝置之又一具體實施例。

實驗結果

首先，第30圖及第31圖的圖表及相片係根據本發明之一具體實施例圖示在具有電荷之粒子散佈於有電極化特性的溶劑時，做施加電場的實驗所得到的粒子反射光。供參考，在第30圖及第31圖的實驗中，有100至200奈米大小的粒子加上負電荷及塗上氧化矽膜作為具有電荷之粒子，極性指數大於1的溶劑作為有電極化特性的溶劑，以及可施加電場至粒子及溶劑的電壓之強度設定範圍是在0至5V之間。同時，圖示於第30圖的圖表是描繪在施加不同強度的電場時在可見光光譜的波長範圍內之粒子反射光的反射率。由第30圖可看到，反射光波長圖形隨著電場強度變化而改變的程度愈大，則粒子間空隙的變化愈大。這意指藉由控制電場強度使得粒子可反射有更多不同波長的光線。

請參考第30圖，可看到粒子反射光的波長圖形係取決於外加電場的強度(亦即，電壓的強度)。更特別的是，可看到，整體上，外加電場的強度(亦即，電壓的強度)愈高，粒

子反射光的波長愈短。根據第30圖的實驗結果，可看到，外加電場的強度(亦即，電壓的強度)愈高，由藍色變到紅色的粒子反射光愈多。請參考第31圖，可用視覺證實上述反射光的顏色變化。

接下來，第32圖及第33圖的圖表係根據本發明之一具體實施例圖示在具有電荷之粒子散佈於有不同極性指數的各種溶劑時，做施加電場的實驗所得到的粒子反射光波長。供參考，在第32圖及第33圖的實驗中，有100至200奈米大小的粒子加上負電荷及塗上氧化矽膜作為具有電荷之粒子，以及極性指數等於0、2、4及5的溶劑作為有電極化特性的溶劑。更特別的是，第32圖的圖表(a)、(b)、(c)及(d)分別繪出極性指數等於0、2、4及5的溶劑實驗結果，以及第33圖的圖表(a)、(b)、(c)及(d)分別繪出用極性指數=0之溶劑與極性指數=4之溶劑各以90：10、75：25、50：50及0：100比率混合所得之溶劑的實驗結果。同時，圖示於第32圖及第33圖的圖表是描繪在施加不同強度的電場時在可見光光譜的波長範圍內之粒子反射光的反射率。反射光波長圖形隨著電場強度變化而改變的程度愈大，則粒子間空隙的變化愈大。這意指藉由控制電場強度使得粒子可反射有更多不同波長的光線。

請參考第32圖，由顯示極性指數=0之溶劑的實驗結果圖表(a)可看到，電場強度(亦即，電壓的強度)的變化幾乎不導致反射光的波長圖形改變，而且可看到，極性指數愈高(亦即，如同由圖表(a)進展到圖表(d)的實驗結果)，反射

光波長圖形隨著電場強度(亦即，電壓強度)的變化而改變愈大。此外，請參考第33圖，可看到，高極性指數的溶劑的比率愈高(亦即，如同由圖表(a)進展到圖表(d)的實驗結果)，反射光波長圖形隨著電場強度(亦即，電壓強度)的變化而改變愈大。

由上述實驗結果可看到，用本發明顯示裝置之一具體實施例，藉由適當地調整粒子的電荷量或極化量、溶劑的極化量、或外加電場的強度，可實現能夠反射有某一波長之光線的光子晶體，因而可實現在某一波長範圍內(全光譜)的顯示器。

接下來，第34圖及第35圖的圖表及相片係根據本發明之一具體實施例圖示在具有電荷及電極化特性的粒子散佈於溶劑時，做施加電場的實驗所得到的粒子反射光。供參考，在第34圖及第35圖的實驗中， SrTiO_3 粒子(請參考第34圖的(a))與 BaTiO_3 粒子(請參考第34圖的(a))兩者者加上電荷作用具有電荷及電極化特性的粒子，以及粒子散佈於極性指數=0的溶劑。

請參考第34圖，可看到，施加於粒子及溶劑之電場的強度愈高，整體上光線的反射率愈低。由此實驗結果，可得出結論，在施加電場時，可使散佈於溶劑中的粒子電極化以及在電場的方向排列(請參考第35圖的(b))，而且這種排列導致能夠反射入射光的粒子數減少而減少光線的反射率。儘管此實驗不包含反射光波長的急劇變化(這在使用在有電極化特性之粒子散佈於無極溶劑(nonpolar solvent)中

時施加電場的組態會產生)，已發現粒子的排列方向固定不變。由此可得出結論，藉由優化該等條件可改變反射光的波長，例如粒子表面上的電荷。

接下來，第36圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示用於實現透明顯示器之組態的實驗結果。供參考，在此實驗中，係使用由可見光譜光線可透射的透明材料製成的粒子、溶劑及電極，以及在逐漸增加施加至使用光子晶體之顯示裝置的電場強度時，可視覺觀察顯示器的透明程度。

請參考第36圖，如果電場的強度相對低，可看到在可見光譜光被光子晶體反射時預定的顏色會顯示顯示裝置上(請參考第36圖的(a)及(b))。不過，如果電場的強度相對高，可看到在光子晶體反射光的波長範圍逐漸由可見光譜移到紫外線光譜時顯示於顯示裝置上的顏色會明顯變得更亮(請參考第36圖的(c))。如果電場的強度變更高，可看到在光子晶體反射光的波長範圍全部在可見光譜外而顯示不出顏色時，顯示裝置會變成透明狀態(請參考第36圖的(d)與(e))。利用此特徵，本發明的顯示裝置可用來作為智能玻璃(smart glass)，例如變色玻璃。

第37圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示器改變顯示裝置之觀看角度的效能實驗結果(亦即，顯示器視角的實驗結果)。

請參考第37圖，可看到，根據本發明之一具體實施例，即使顯示裝置的觀看角度由20度變到70度，觀察到反射光的色彩圖形3710至3760幾乎沒有改變。已發現，習知光子

晶體顯示裝置有色彩圖形隨著觀看角度改變而顯著變化的缺點，而本發明的顯示裝置的優點則是顯示保持不變的色彩圖形且隨著觀看角度改變色彩圖形幾乎沒有任何變化。應瞭解，此優點是來自以下事實：由本發明顯示裝置形成的光子晶體是具有短程有序排列(short range order)的準晶體(quasi crystal)。因此，與只能形成有長期有序排列之光子晶體的習知顯示裝置相比，本發明的顯示裝置可大幅改善顯示效能。

同時，第38圖及第39圖的視圖係根據本發明之又一具體實施例圖示藉由施加電場(第38圖)及磁場(第39圖)至具有電荷及磁性的粒子來實際實現顯示器的結果。供參考，在此實驗中，包含氧化鐵(Fe_3O_4 ；磁鐵礦)及塗上有負電荷之氧化矽(SiO_x)的粒子用作粒子，以及將散佈於溶劑中的粒子注入顯示裝置。

首先，在第38圖的實驗中，為透光電極材料中之一種的銻錫氧化物用作用以施加電場的電極材料。此外，在此實驗中，藉由施加正電壓至顯示裝置的上電極，使有負電荷的粒子以偏向上電極的方式排列。同時，在此實驗中，0V、1V、2V、...、10V的電壓依序施加至顯示裝置的電極，以及在施加電壓0至10V後將顯示裝置反射光的顏色分別圖示於第38圖的(a)至(k)。

請參考第38圖，可看到，儘管施加相對低電壓0至4V觀察不到特定的顏色變化，然而在施加相對高電壓5至10V時可觀察到明顯的顏色變化。特別是，外加電壓愈高，可

觀察到顯示裝置更多由藍至綠的顏色變化。吾等認為這是因為粒子之間的空隙會隨著由電場導致作用於粒子的電吸力變大而更靠近(亦即，造成電泳的力)，從而使粒子反射光的波長變短(請參考第38圖的(a)至(k))。

接下來，在第39圖的實驗中，係藉由逐漸減少產生磁場之永久磁石與顯示裝置的距離來逐漸增加施加於顯示裝置的磁場強度。

請參考第39圖，可看到，顯示裝置反射光的波長會隨著磁場強度的變化而改變。更特別的是，可看到，磁場的強度愈低，紅色反射光的波長會愈長，以及磁場的強度愈高，藍色反射光的波長愈短。

由第38圖及第39圖的實驗結果可知，藉由施加電場或磁場至顯示裝置可獨立改變粒子的空隙。利用此特性，有可能製造一種獨特的顯示裝置，其係使用電場來抹除藉由磁場實現的顯示器，或反之，使用磁場來形成某一圖形於用電場實現的顯示器上。

如以上所解釋的，用本發明的顯示裝置，藉由控制帶電荷粒子之間的空隙從而控制粒子反射光的波長可實現涵蓋整個波長範圍的結構色。此外，用本發明的顯示裝置，藉由獨立控制具有電荷之粒子可實現各種不同及精密的顯示器，以及可達成使顯示裝置的維護及修理更簡單的效果。特別是，與只能顯示特定顏色以及需要使用個別彩色濾光器來顯示與該特定顏色不同之顏色的現有顯示器(例如，電子墨水)相比，the本發明顯示裝置的效率在於它可實

現顯示器用以有效地顯示涵蓋整個波長範圍的結構色而不必使用個別的彩色濾光器。

儘管以光子晶體的顯示裝置為焦點來描述以上的具體實施例，然而本發明的組態可應用於各種不同的領域，包含變色玻璃、變色壁紙、變色太陽能電池、變色感測器、變色紙、變色墨水、防偽標籤、等等。例如，使用此概念，藉由把由化學反應得到的化學訊號轉換成電子訊號而且以某種顏色顯示電子訊號有可能製造能夠偵測化學反應的可攜式生物感測器而不需昂貴的測量設備。此外，如果其相位(phase)可為光、熱、壓力、等等所改變的材料用作使用於本發明顯示裝置的溶劑，則可實現能穩定不變地反射某一顏色的電子紙張、電子墨水、等等。此外，藉由在內含於本發明顯示裝置的粒子或溶劑中加入諸如磷材料或量子點(QD)材料之類的材料，在明亮的環境中可實現使用光子晶體的顯示器，以及在黑暗環境或紫外線環境中可實現使用磷或量子點的顯示器。

儘管已用特定的具體實施例來圖示及描述本發明，熟諳此藝者應瞭解仍可做出各種改變及修改而不脫離由以下申請專利範圍定義的本發明精神及範疇。

【圖式簡單說明】

由以下較佳具體實施例結合附圖的描述可明白本發明以上及其他的目標及特徵。

第1圖及第2圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置內含粒子的組態；

第3圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示粒子或溶劑在施加電場後的極化組態；

第4圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示分子不對稱排列所展現的單元極化特性；

第5圖的視圖係圖示順電材料、鐵電材料及超順電材料的磁滯曲線；

第6圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示有可內含於粒子或溶劑之鈣鈦礦結構的材料；

第7圖的視圖係根據本發明之第一具體實施例概念性圖示控制粒子間之空隙的組態；

第8圖的視圖係根據本發明之第二具體實施例概念性圖示控制粒子間之空隙的組態；

第9圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置的組態；

第10圖及第11圖的視圖係根據本發明之第一、第二具體實施例概念性圖示顯示裝置的組態；

第12圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示含有由多個電極組成之電場產生器的顯示裝置之組態；

第13圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示包含於顯示裝置的粒子及溶劑均囊封於多個囊體之中的組態；

第14圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示包含於顯示裝置的粒子及溶劑均散佈於介質之中的組態；

第15圖及第16圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示粒子及溶劑散佈於介質中的組合物；

第17圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置所含粒子及溶劑分段成多個格子的組態；

第18圖至第20圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示施加於顯示裝置的電壓圖形(pattern)；

第21圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示包含太陽能電池單元的顯示裝置之組態；

第22圖至第24圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示構成電場產生器之電極帶有圖形的組態；

第25圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置用於顯示黑色或白色的組態；

第26圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置用於實現透明顯示器的組態；

第27圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置利用彼此有不同電荷的粒子來實現光子晶體顯示器的組態；

第28圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示裝置利用施加接地電壓的電極來實現雙面光子晶體顯示器的組態；

第29圖的視圖係根據本發明之另一具體實施例圖示顯示裝置的組態；

第30圖及第31圖的圖表及相片係根據本發明之一具體實施例圖示在具有電荷之粒子散佈於有電極化特性的溶劑時，做施加電場的實驗所得到的粒子反射光；

第32圖及第33圖的圖表係根據本發明之一具體實施例

圖示在具有電荷之粒子散佈於有不同極性指數的各種溶劑時，做施加電場的實驗所得到的粒子反射光波長；

第34圖及第35圖的圖表及相片係根據本發明之一具體實施例圖示在具有電荷及電極化特性的粒子散佈於溶劑時，做施加電場的實驗所得到的粒子反射光；

第36圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示用於實現透明顯示器之組態的實驗結果；

第37圖的視圖係根據本發明之一具體實施例圖示顯示器改變顯示裝置之觀看角度的效能實驗結果(亦即，顯示器視角的實驗結果)；以及

第38圖及第39圖的視圖係根據本發明之又一具體實施例圖示藉由施加電場及磁場至具有電荷及磁性的粒子來實際實現顯示器的結果。

【主要元件符號說明】

110...粒子	720...粒子
112...核殼	730...極化區
114...多核	810...粒子
116...簇集結構	900...顯示裝置
118...電荷層	910...顯示單元
120...溶劑	912...粒子
510...順電材料	914...溶劑
520...鐵電材料	920...電場產生器
530...超順電材料	1210...顯示單元
710...單元極化溶劑	1212...粒子

1214...溶劑	1630...介質
1222...第一電極	1700...顯示裝置
1224...第二電極	1712...粒子
1226...第三電極	1714...溶劑
1228...第四電極	1732,1734,1736,1738...格子
1300...顯示單元	2100...顯示裝置
1312...粒子	2120...電場產生器
1314...溶劑	2130...太陽能電池單元
1322...第一囊體	2220...上電極
1324...第二囊體	2225...下電極
1326...第三囊體	2230...柵格狀絕緣層
1328...第四囊體	2320...第一電極
1332,1334,1336,1338...電極	2325...第二電極
1400...顯示裝置	2420...第一電極
1410...第一區域	2425...第二電極
1412,1414...區域	2510...顯示單元
1420...第二區域	2512...黑色粒子
1430...介質	2520...透明上電極
1442...第一電極	2522,2524...第一、第二下電極
1444...第二電極	2610...顯示單元
1510...粒子	2612...透明粒子
1520...透光材料	2620...上電極
1610...粒子	2622...下電極
1620...溶劑	2700...顯示裝置

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：99123989

※申請日：99.7.21

※IPC 分類：G02F 1/67 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

利用光子晶體特性之顯示方法及裝置

DISPLAY METHOD AND DEVICE USING PHOTONIC CRYSTAL
CHARACTERISTICS

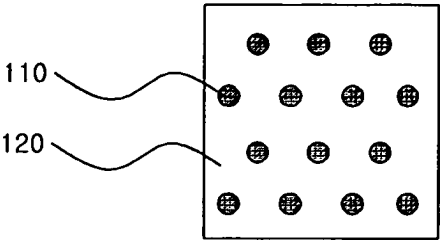
二、中文發明摘要：

茲揭示一種利用光子晶體特性之顯示方法及裝置。在本發明利用光子晶體特性之顯示方法中，當多個具有電荷之粒子散佈於一溶劑時，施加一電場以控制該等粒子之間的空隙。

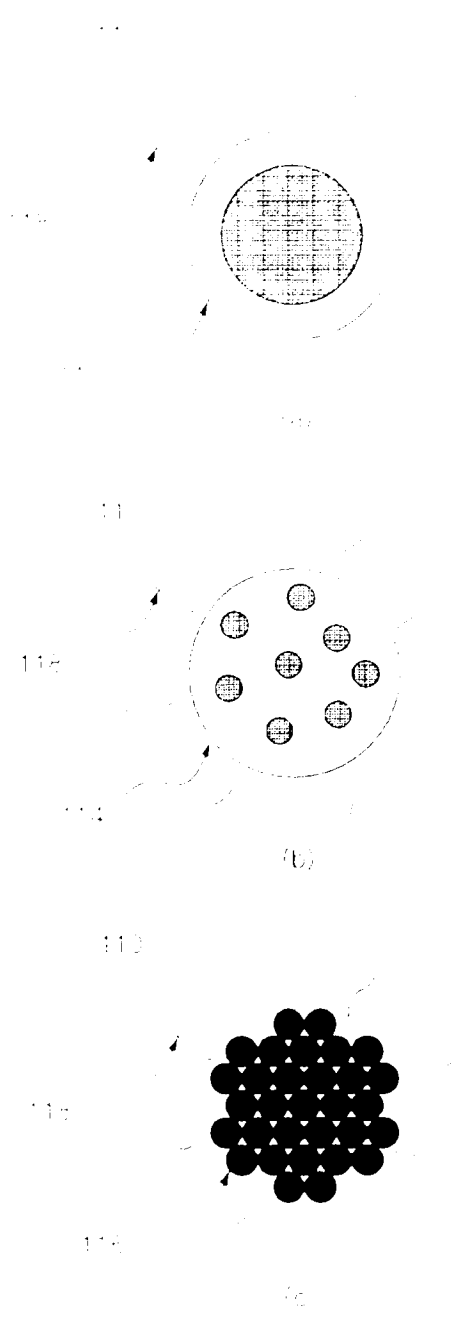
三、英文發明摘要：

A display method and device using photonic crystal characteristics are disclosed. In the display method using photonic crystal characteristics in accordance with the present invention, when a plurality of particles having electric charges are dispersed in a solvent, an electric field is applied to control gaps between the particles.

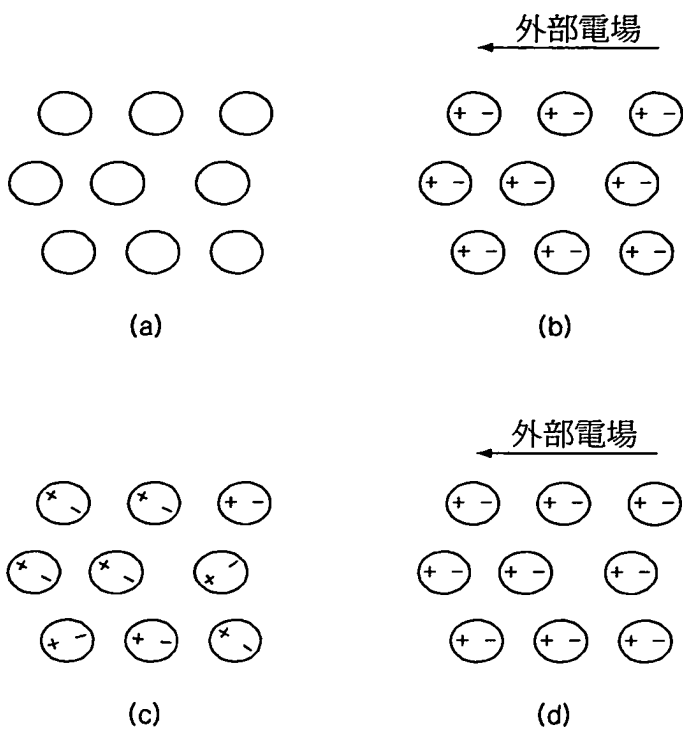
第1圖



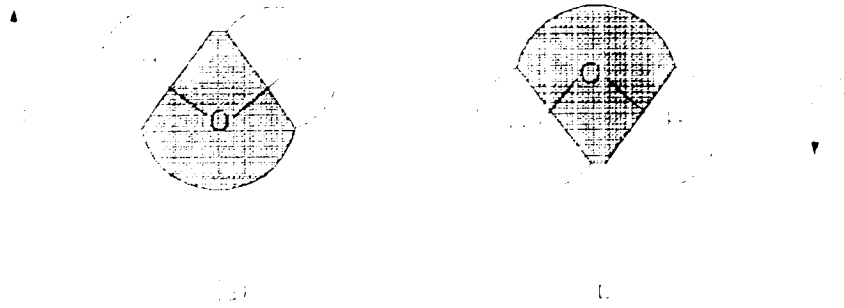
第2圖



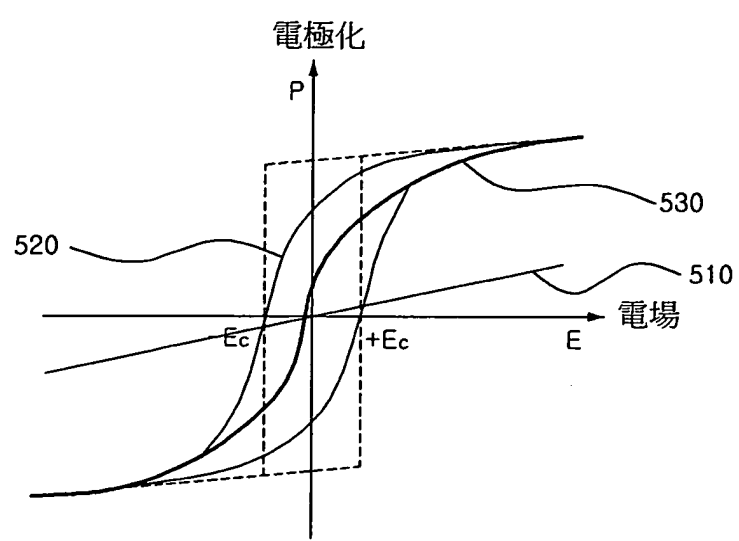
第3圖



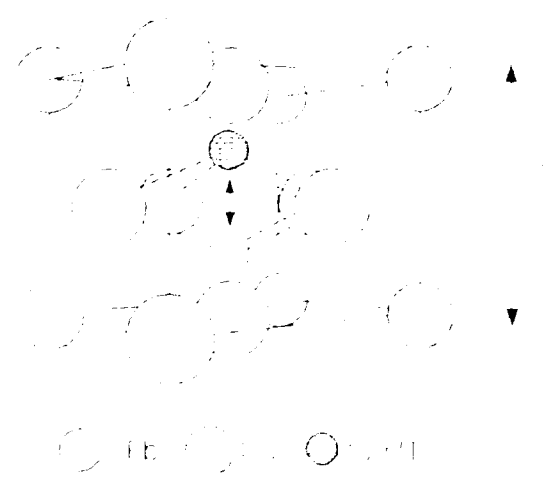
第4圖



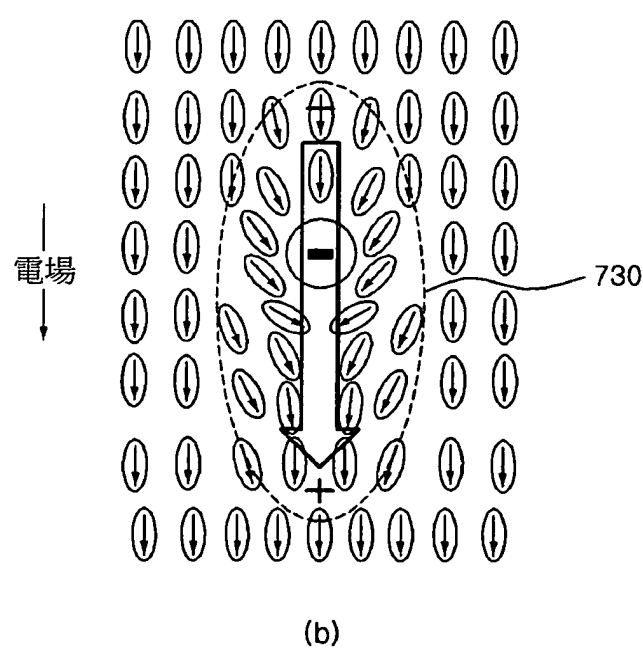
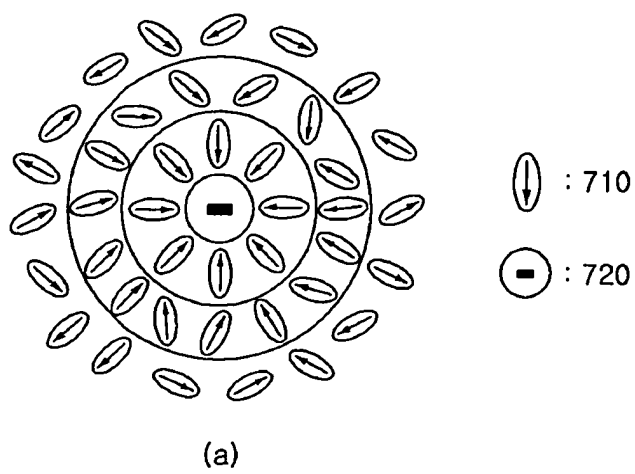
第5圖



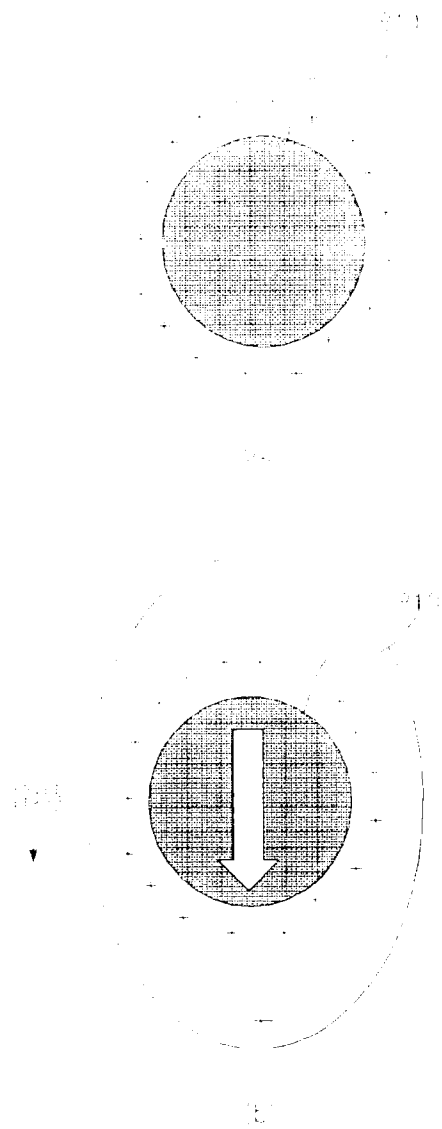
第6圖



第7圖



第8圖

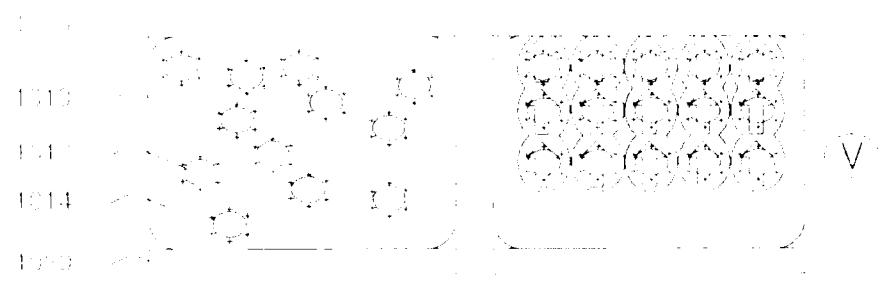


第9圖



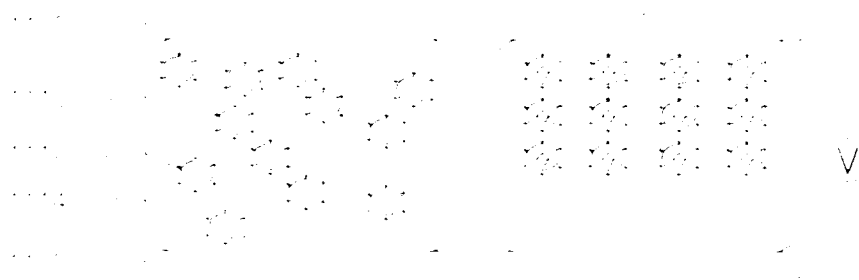
第10圖

1000

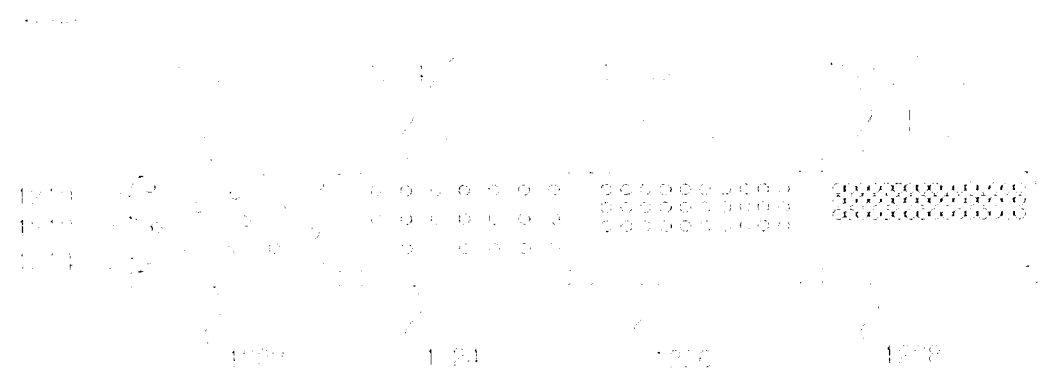


第11圖

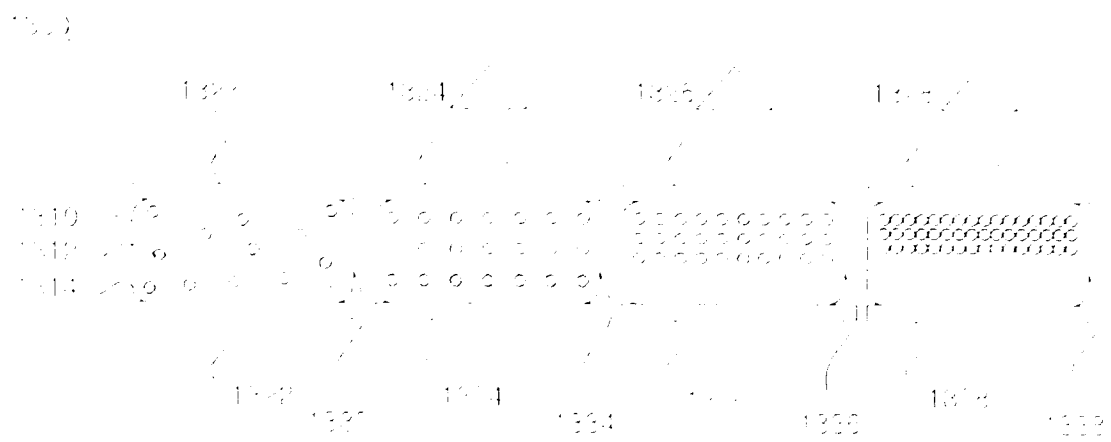
111



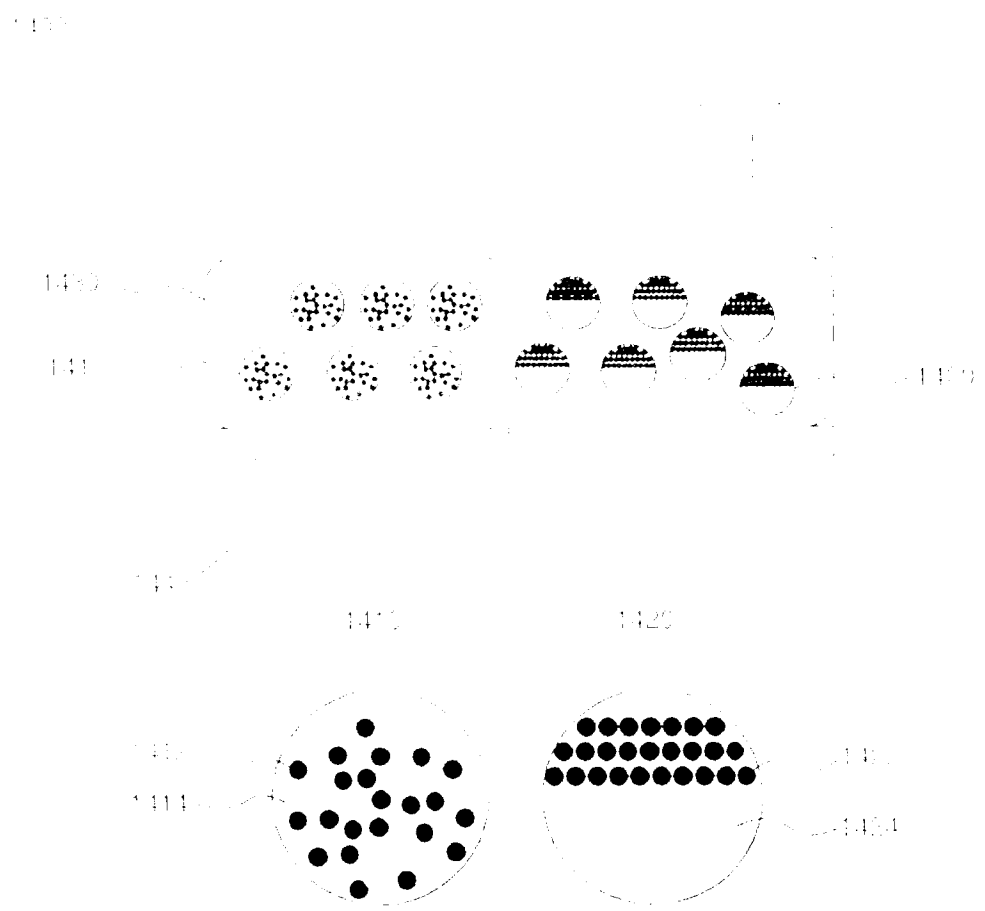
第12圖



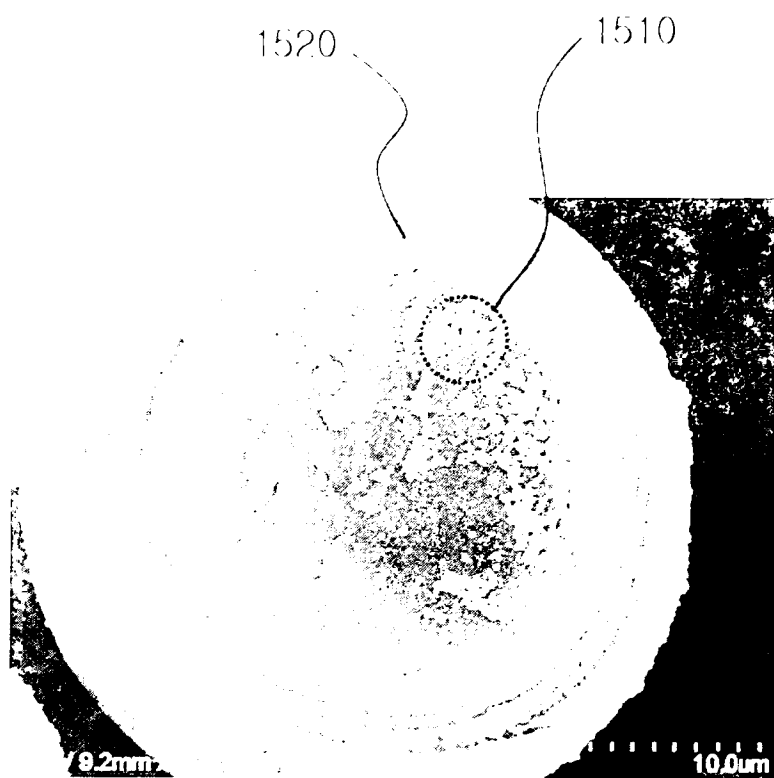
第13圖



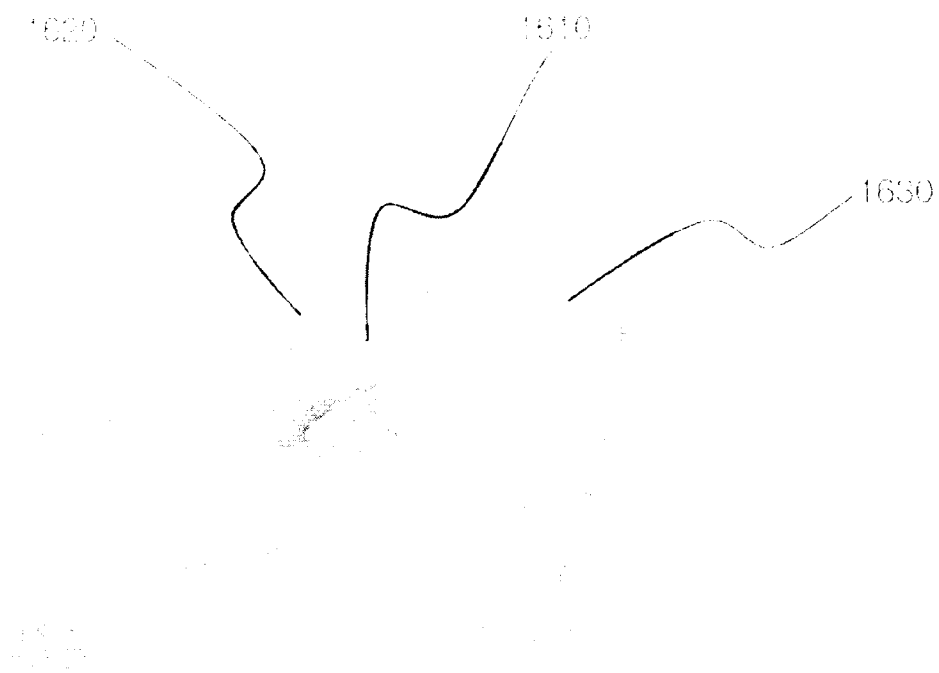
第14圖



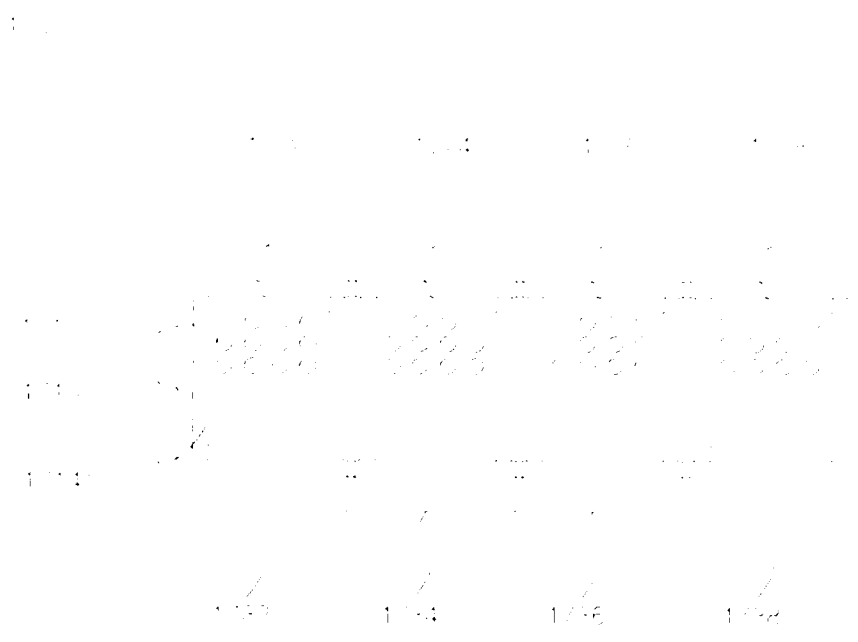
第15圖



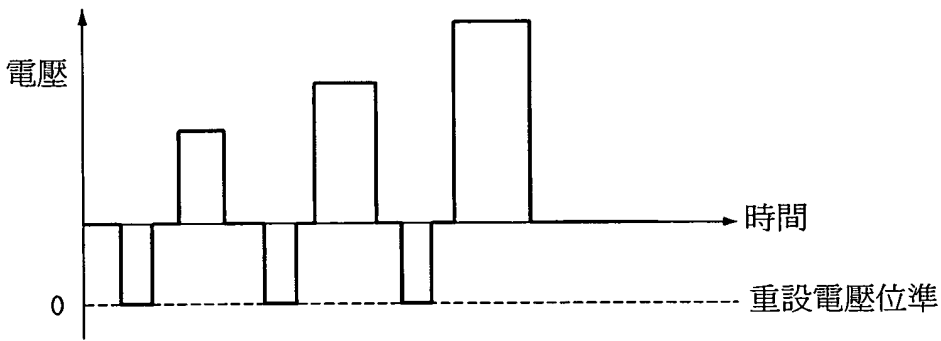
第16圖



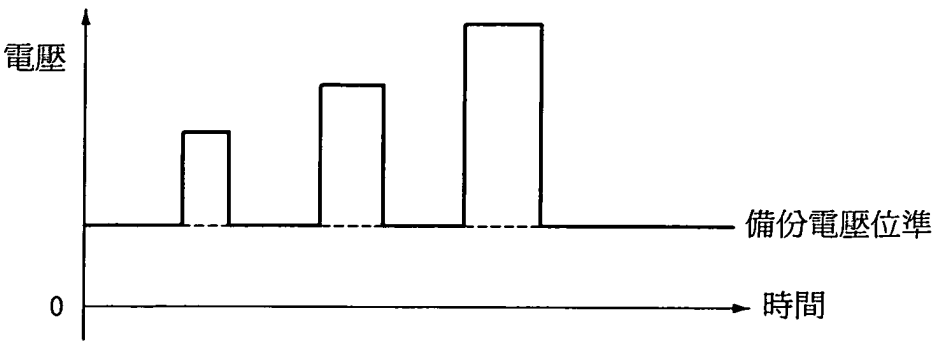
第17圖



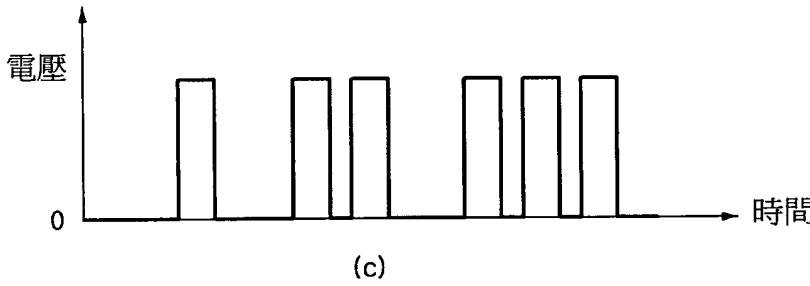
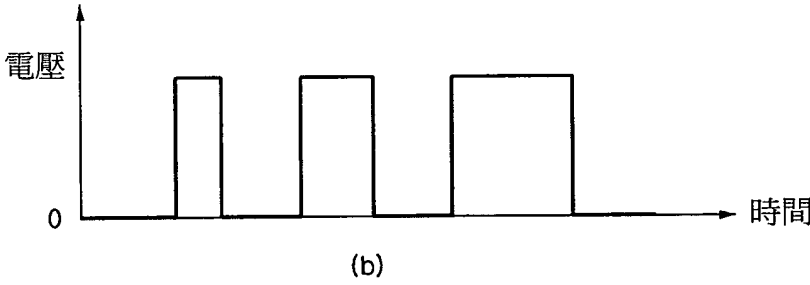
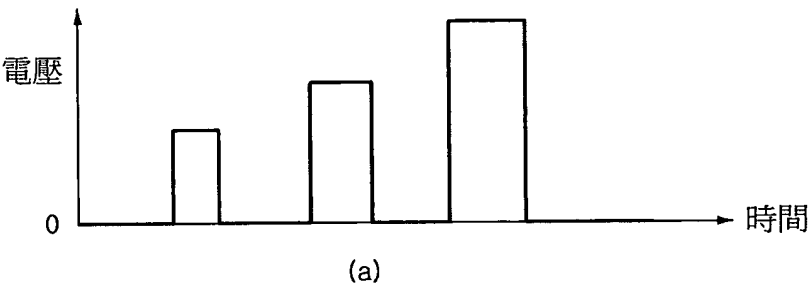
第18圖



第19圖



第20圖

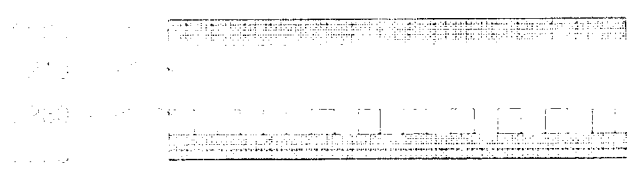


第21圖



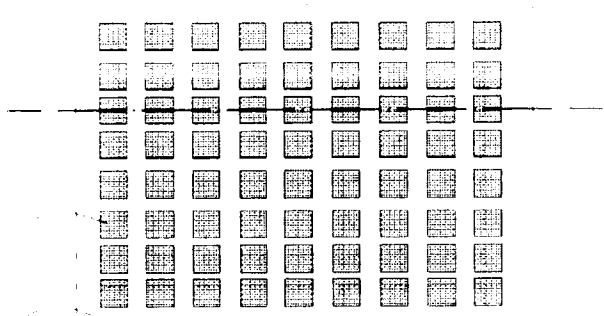
第22圖

22



(a)

22



(b)

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 84

| Trial | Control (n = 10) | MCI (n = 10) | AD (n = 10) |
|-------|------------------|--------------|-------------|
| 1 | 95 | 85 | 75 |
| 2 | 95 | 85 | 75 |
| 3 | 95 | 80 | 70 |
| 4 | 95 | 75 | 65 |
| 5 | 95 | 75 | 65 |

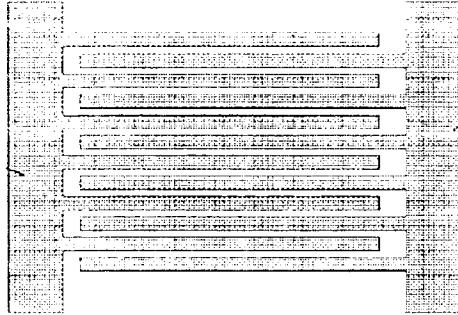
2.

100

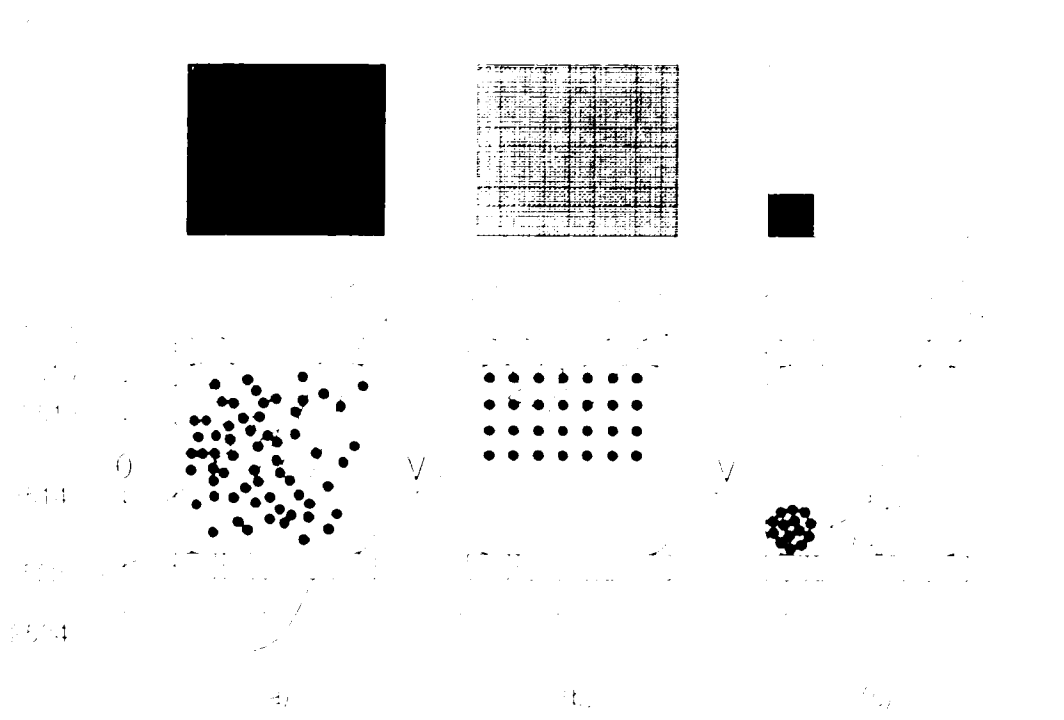
122

it,

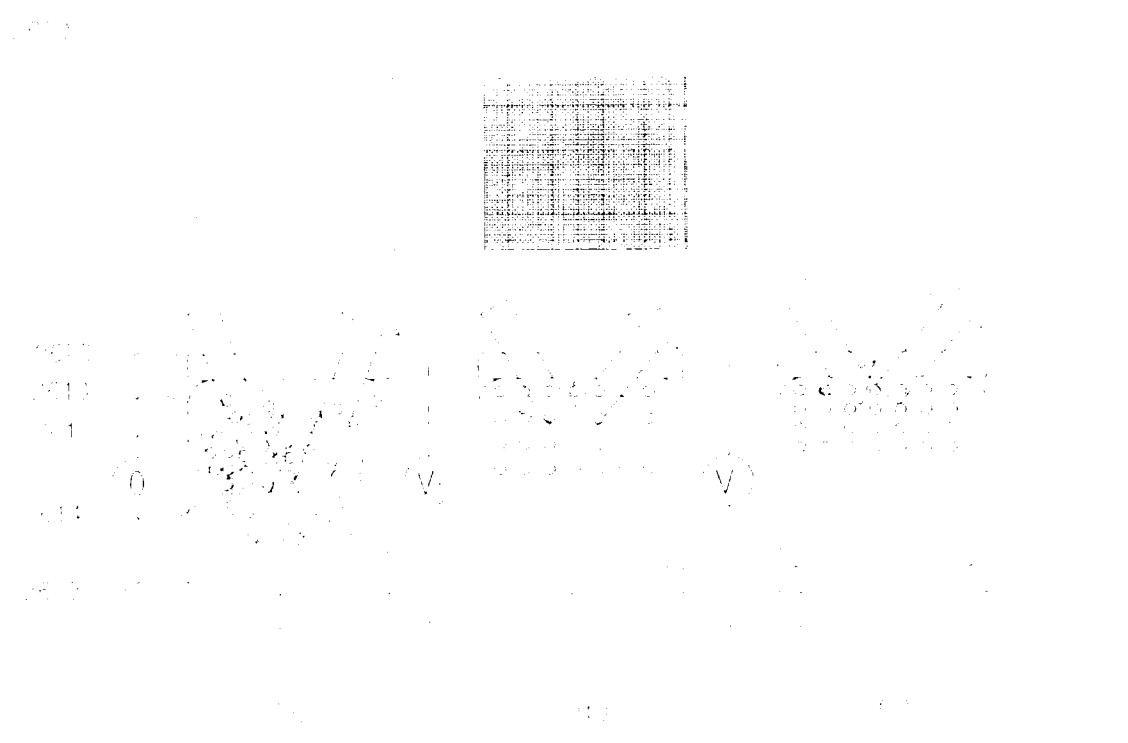
第24圖



第25[圖]

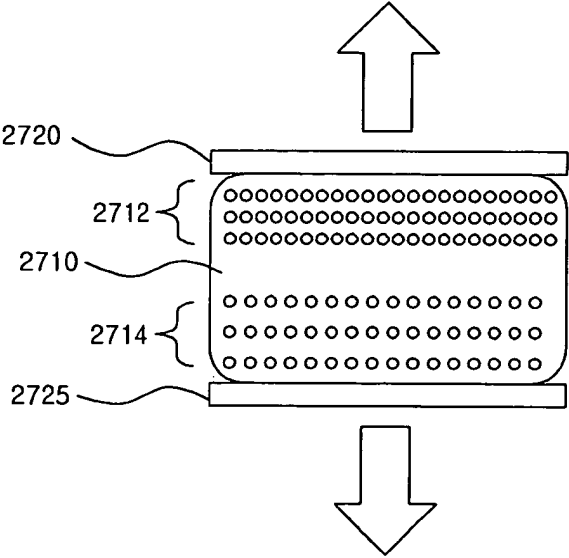


第26圖

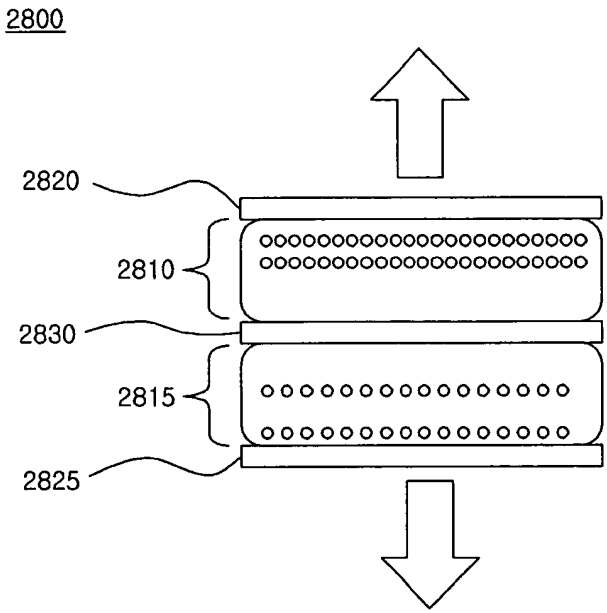


第27圖

2700

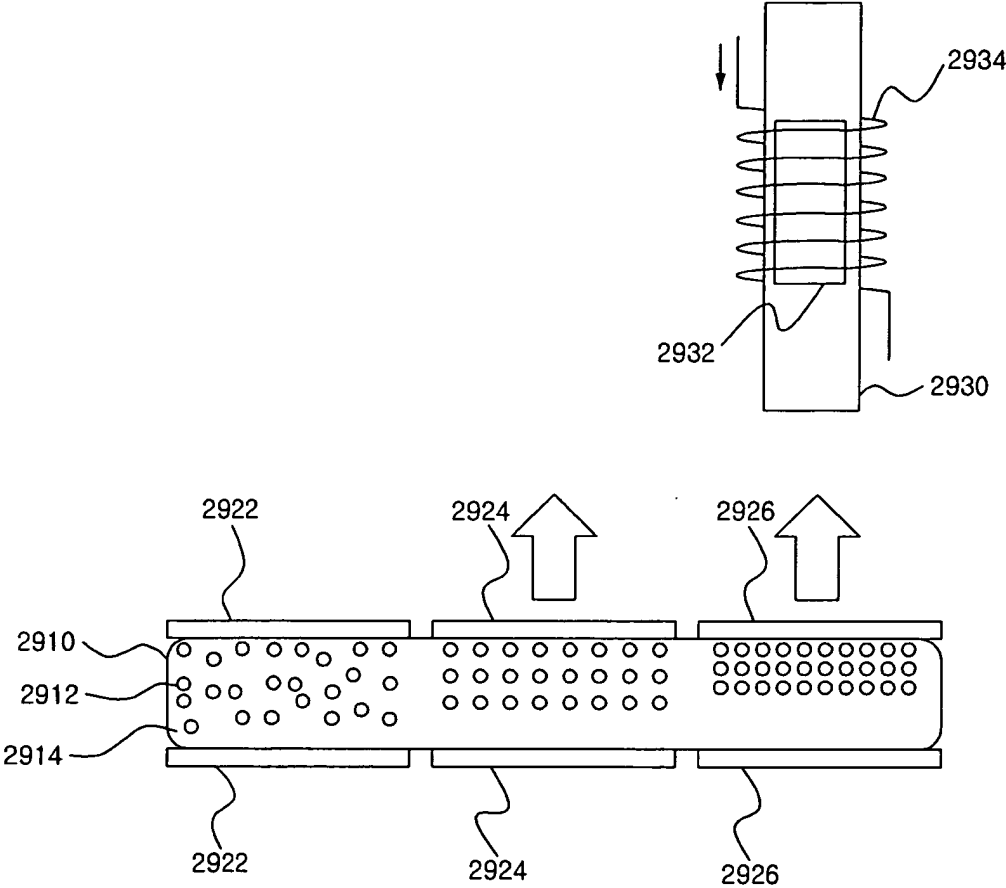


第28圖

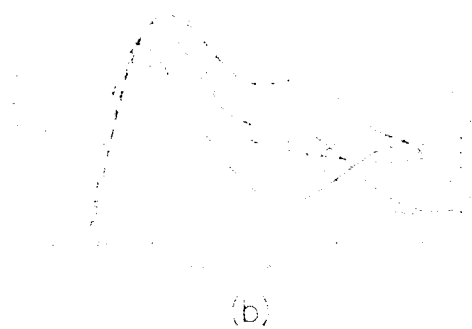
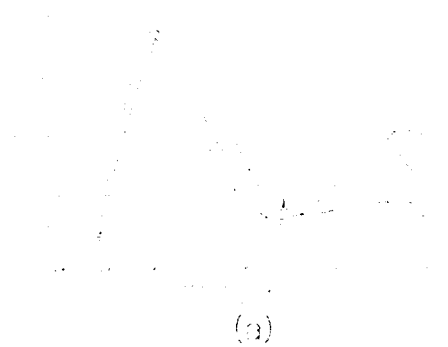


第29圖

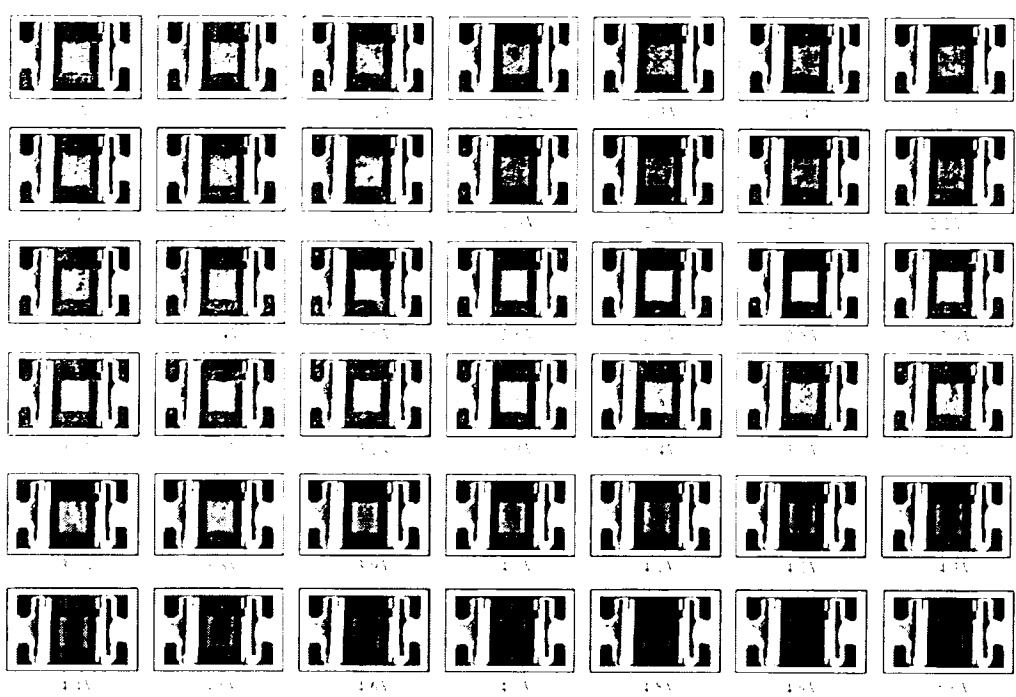
2900



第30圖



第31圖



第32圖

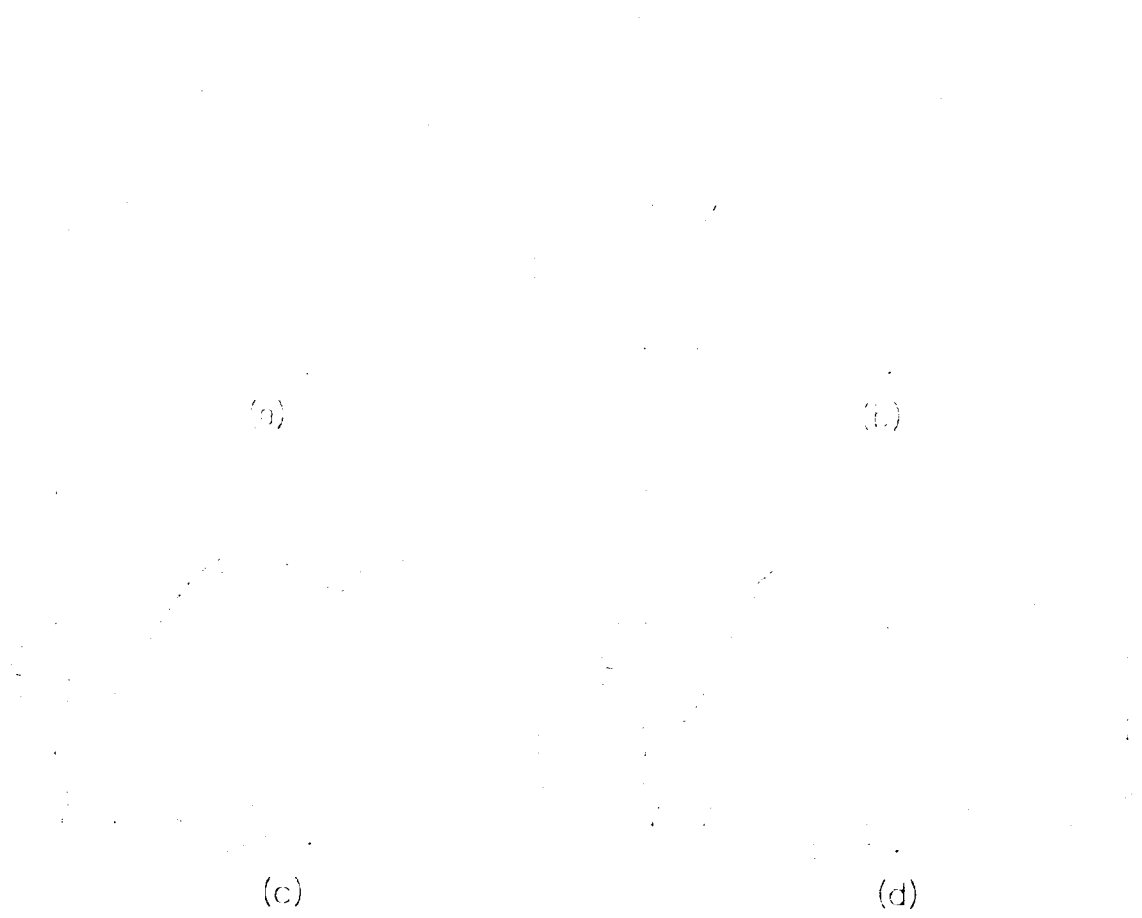
(a)

(b)

(c)

(d)

第33圖



第34圖

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

(a)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

(b)

第35圖

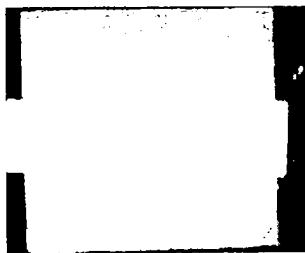


(a)

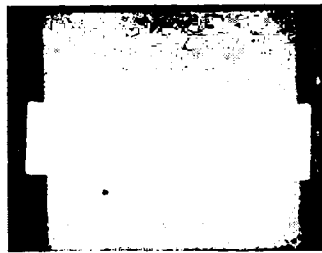


(b)

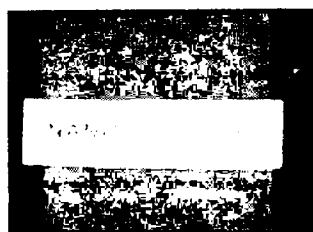
第36圖



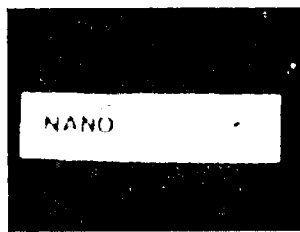
(a)



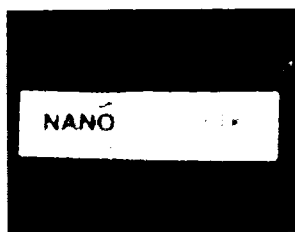
(b)



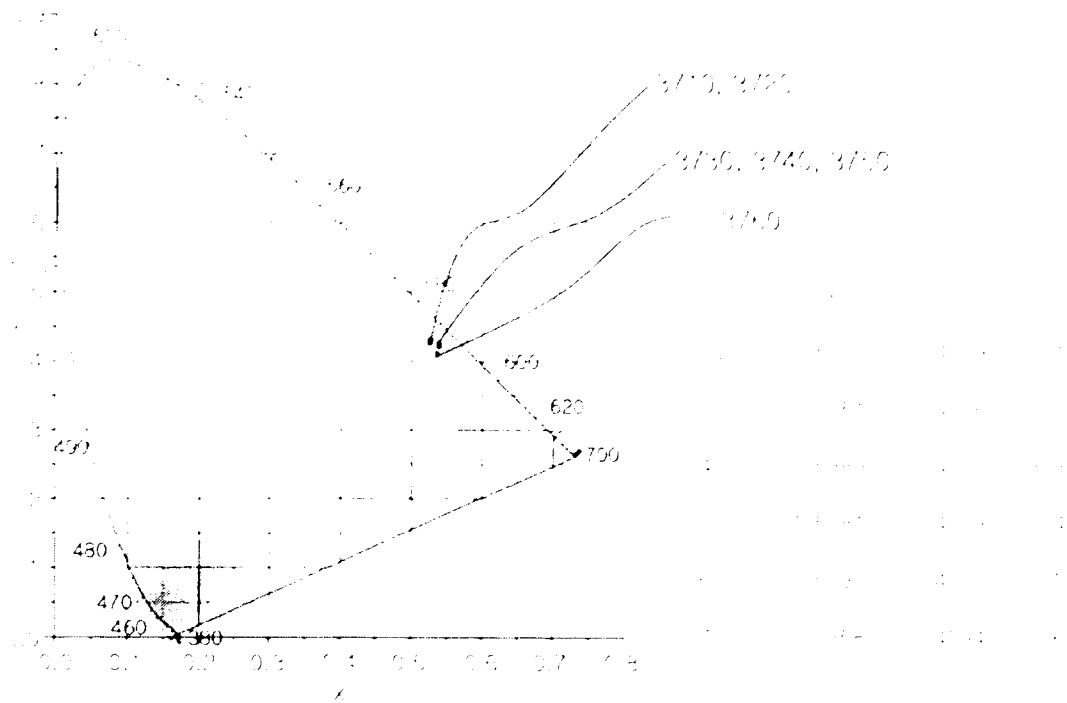
(c)



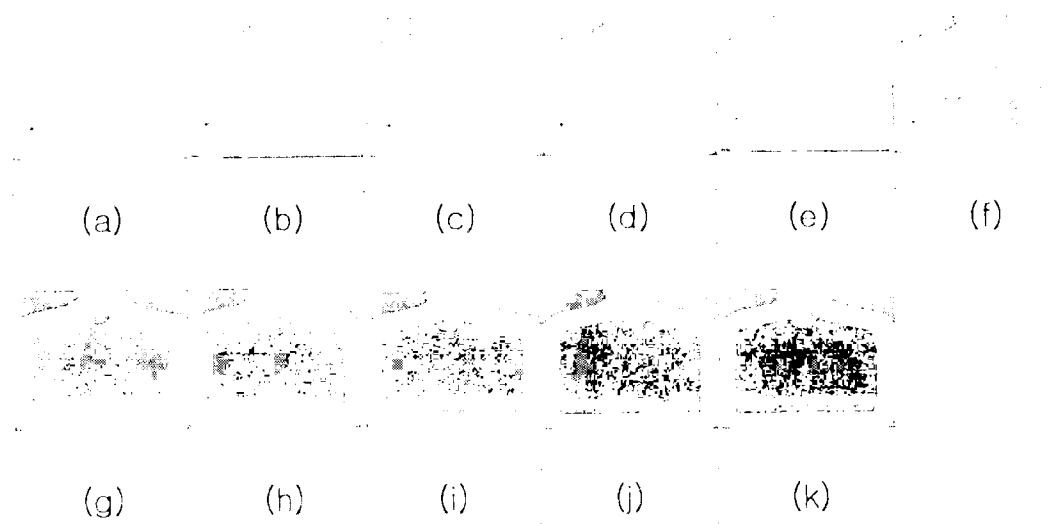
(d)



(e)



第38[図]



第39圖



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 12 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1210...顯示單元

1212...粒子

1214...溶劑

1222...第一電極

1224...第二電極

1226...第三電極

1228...第四電極

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

103年3月4日修正頁(率)

双面影印

2710...顯示單元

2712...粒子

2714...粒子

2720...上電極

2725...下電極

2800...顯示裝置

2810...第一顯示單元

2815...第二顯示單元

2820...上電極

2825...下電極

2830...接地電極

2900...顯示裝置

2910...顯示單元

2912...粒子

2922...第一電極

2924...第二電極

2926...第三電極

2930...磁場施加單元

2932...電磁鐵

2934...線圈

3710-3760...色彩圖形

七、申請專利範圍：

1. 一種利用光子晶體特性之顯示方法，

其中，彼此具有相同極性之電荷的多數粒子分散於一溶劑中，該溶劑在一電場施加至其上時被電極化並且其電極化量隨著施加之電場的改變而改變；

其中，藉著施加該電場，在該溶劑被極化時，該等多數粒子之間的相互粒子距離被控制在一狀態下；且

其中，該等粒子之間的相互粒子距離隨著該電場的強度及方向之至少一者的改變而改變，使得由該等粒子所反射之光的波長係根據該等相互粒子距離的改變而改變。

2. 一種利用光子晶體特性之顯示方法，

其中，彼此具有相同極性之電荷的多數粒子分散於一溶劑中，該等粒子在一電場施加至其上時被電極化並且其電極化量隨著施加之電場的改變而改變；

其中，藉著施加該電場，在該等粒子被極化時，該等粒子之間的相互粒子距離被控制在一狀態下；且

其中，該等粒子之間的該等相互粒子距離隨著該電場的強度及方向之至少一者的改變而改變，使得由該等粒子所反射之光的波長係根據該等相互粒子距離的改變而改變。

3. 如請求項1或2之顯示方法，其中，在該電場被施加時，

在該施加之電場與具電荷之該等粒子之間產生第一電力進而導致該等粒子的電泳，

在彼此具有相同電荷之該等粒子之間產生第二電力，及

由該溶劑之電極化產生第三電力；並且

其中該第一至第三電力彼此相互作用，使得該等粒子之相互粒子距離保持在一特定範圍內，並且因此，該等粒子反射一具有特定波長範圍的光線。

4. 如請求項1或2之顯示方法，其中該溶劑包含一超順電或鐵電材料。
5. 如請求項1或2之顯示方法，其中該等粒子與該溶劑之間的折射率差值係大於或等於0.3。
6. 如請求項1或2項之顯示方法，其中該溶劑包含極性指數等於或大於1的一材料。
7. 如請求項1或2之顯示方法，其中該等粒子及該溶劑係用一透光材料製之囊體加以囊封。
8. 如請求項1或2之顯示方法，其中該等粒子與該溶劑係以一絕緣材料製之牆體加以隔開。
9. 如請求項1或2之顯示方法，其中該等粒子與該溶劑以微滴形式分散在透光介質中。
10. 如請求項1或2之顯示方法，其中施加該電場的一區域係分開成至少兩個部份區域，並且其中該電場係分別施加至分開的該各個部份區域。
11. 如請求項1或2之顯示方法，其中，在施加該電場之後，具有與該施加之電場相反方向的一電場被施加俾以重設該等相互粒子距離。

12. 如請求項1或2之顯示方法，其中，在施加該電場之前，一後備電場被施加以便將該等相互粒子距離保持在預定的相互粒子距離。
13. 如請求項1或2之顯示方法，其中該等相互粒子距離隨著該電場的施加持續時間及施加週期之至少一者的改變而改變。
14. 如請求項1或2之顯示方法，其中使用穿經該等粒子的光線產生一電能，以及使用該電能來施加該電場。
15. 如請求項1或2之顯示方法，其中，藉由通過一上電極及一下電極施加該電場，且設定該電場的強度小於一預定值，以控制該等粒子的移動範圍小於一預定值，而顯示該等粒子、該溶劑、及該上或下電極中之一者的獨一顏色。
16. 如請求項1或2項之顯示方法，其中，藉由通過一上電極及一下電極施加該電場，以及設定該電場的強度大於或等於一預定值，以使該等粒子移動到該上電極或者該下電極的至少部份區域，而顯示該等粒子、該溶劑、及該上或下電極中之一者的獨一顏色。
17. 如請求項1或2之顯示方法，其中藉由在具有與該等粒子呈相反極性之第二粒子進一步分散於該溶劑中的狀態下施加一電場，並且藉著該電場分別不同地控制該等粒子之間的相互粒子距離以及該等第二粒子之間的相互粒子距離。
18. 一種利用光子晶體特性之顯示裝置，其係包含：

一顯示單元，於其中彼此具有相同極性之電荷的多數粒子分散於一溶劑中，該溶劑在一電場施加至其上時被電極化並且其電極化量隨著施加之電場的改變而改變；以及

一電場產生及/或施加單元，其係用於產生施加至該顯示單元的一電場，

其中，藉著施加該電場至該顯示單元，在該溶劑被極化時，該等多數粒子之間的相互粒子距離被控制在一狀態下；且

其中，該等粒子之間的相互粒子距離隨著該電場的強度及方向之至少一者的改變而改變，使得由該等粒子所反射之光的波長係根據該等相互粒子距離的改變而改變。

19. 一種利用光子晶體特性之顯示裝置，其係包含：

一顯示單元，於其中，具有彼此相同極性之電荷且具有電極化特性的多數粒子分散於一溶劑中，該等粒子在一電場施加至其上時被電極化並且其電極化量隨著施加之電場的改變而改變；

一電場產生及/或施加單元，其係用於產生施加至該顯示單元的一電場，

其中，藉著施加該電場至該顯示單元，在該等粒子被極化時，該等粒子之間的相互粒子距離被控制在一狀態下；且

其中，該等粒子之間的相互粒子距離隨著該電場的

強度及方向之至少一者的改變而改變，使得由該等粒子所反射之光的波長係根據該等相互粒子距離的改變而改變。

20. 如請求項 18 或 19 之顯示裝置，其中該等粒子及該溶劑係用一透光材料製之囊體加以囊封。

21. 如請求項 18 或 19 之顯示裝置，其中該等粒子與該溶劑係以一絕緣材料製之牆體加以隔開。

22. 如請求項 18 或 19 之顯示裝置，其中施加該電場的一區域係分開成至少兩個部份區域，並且其中該電場分別施加至分開的該各個部份區域。

23. 如請求項 18 或 19 之顯示裝置，更包含一太陽能電池以用於使用穿經該等粒子的光線來產生一電能，且其中使用該電能來施加該電場。

24. 如請求項 18 或 19 之顯示裝置，其中，藉由通過一上電極及一下電極施加該電場，且設定該電場的強度大於或等於一預定值，以使該等粒子移動到該上電極或者該下電極的至少部份區域，而顯示該等粒子、該溶劑、及該上或下電極中之一者的獨一顏色。