

416157

申請日期	87.3.20
案 號	87104140
類 別	H01L 49/00

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明型專利說明書 416157

一、發明 名稱	中 文	磁性流體薄膜顯示器、單色光開關與可調波長濾波器
	英 文	Magnetic Fluid Thin Film Displays, Monochromatic Light Switch And Tunable Wavelength Filter
二、發明 創作人	姓 名	洪姮娥 洪振義 楊維邦 楊鴻昌
	國 籍	中華民國
三、申請人	住、居所	台北市中山區大直里9鄰大直街57巷31號4樓 新竹市東區科園里10鄰民享一街10巷25號 台北市松山區中正里16鄰南京東路3段256巷49號 台北市中山區大直里9鄰大直街57巷31號4樓
	代 表 人 姓 名	洪姮娥 洪振義 楊維邦 楊鴻昌 中華民國

裝

訂

線

416157

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C分類：

A6

B6

本案已向：

美國(地區) 申請專利，申請日期：86/04/04 案號：08/835,108，☒有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於：

，寄存日期：

，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

相關的申請資料

這件申請案與洪振義和洪姮娥等二人同時所提出申請案號為 08/835,107 之“同質性磁性流體的薄膜之有秩序結構和準備的方法”申請案有關。

發明領域

這件發明包含同質性(homogeneous)且能形成有序晶體(crystalline)結構之磁性流體的生產方法。這發明同時也包含在外加磁場影響之下，磁性流體製成之薄膜產生有序結構的方法、控制這薄膜裡這些結構的方法，和利用這些結構所產生有關磁光(magnetic-optical)的裝置。這些裝置包含彩色顯示器，單色的光開關，與可調波長的過濾器。

發明背景

磁性流體是一種磁性的流體，包括膠狀(colloidal)的磁性微粒，諸如：磁鐵礦(magnetite)或錳-鋅亞鐵(manganese-zinc ferrite)，經界面活性劑(surfactants)的輔助分散於連續的載液中。這分散的磁性的微粒的平均直徑的範圍約為 5 到 10 奈微米(nm)。每個微粒有一與它的尺寸成比例的固定的磁矩(magnetic dipole moment)，此磁矩可和外在的磁場方向對齊。

磁性流體在均勻的磁場下感受物體力量(body force)，使得其位置可被操控，因此可製造出諸如轉動封件(rotary seals)、軸承(bearings)和相關的機械裝置。磁性流體同時

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(2)

也可被用來建造顯示的裝置，諸如在美國註冊專利號碼 3,648,269 和美國註冊專利號碼 3,972,595 所揭示者；這些專利是利用磁場吸住磁性流體，而使一個預先決定的光學圖樣不透光。這些裝置的類型通常是經由一個不透明的磁性流體替代一個透明的流體以產生光學上的對比。然而，此類的顯示裝置，其磁性流體並不產生有序晶體結構，而且除了黑白的影像外並無法產生任何其它影像。

目前，生產磁性流體有兩種較通用的方法。第一種方法是在液體載液的輔助下，經由球研磨(ball-mill grinding)把磁性粉末弄碎到膠狀微粒的尺寸，同時此液體亦做為分散磁性微粒的媒介物。這方式例證於美國註冊專利號碼 3,215,572 和 3,917,538 中。第二種方法是化學共沉法(chemical precipitation)的技巧，如在美國註冊專利號碼 4,019,994 所例證。這兩個技巧均苦於所生產的磁性微粒在尺寸分配上、微粒組成成份上及微粒間相互作用力上具異質性(heterogeneity)之不利情況，而這些異質性可能對於磁性流體在磁場影響之下形成有序結構的能力產生有害的影響。

在外加磁場的影響下，磁性流體薄膜的結構圖樣形成的系統最近已經吸引了很大的興趣。這些研究使用各種不同類型的磁性流體，譬如，M. Fermigier 與 A.P. Gast, *J. Colloidal Interface Sci.* 154, 522 (1992)和 D. Wirtz 與 M. Fermigier, *Phys. Rev. Lett.* 72, 2294 (1994)研究以鐵氧化物微粒載入植物的乳液(latex)或者聚苯乙烯

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (3)

(polystyrene)微粒的懸浮液中，於平行磁場的影響下，其磁性微粒的聚集過程和其一度空間的結構圖樣。在垂直磁場的影響之下，相態分離的磁性流體薄膜形成類似二度空間週期性的晶格被提出，Wang et al., *Phys. Rev. Lett.* 72, 1929 (1994)；可是，此篇論文的第一圖顯示出其為不規則的結構。其他研究者已經在磁性乳膠液(magnetic fluid emulsions)的薄膜或者在混有非磁性球的磁性流體的薄膜中，利用垂直磁場的影響產生較高度有序的二度空間晶格，然而，這些晶格傾向於凝結，因此不適用需要在晶格狀態和無結晶狀態間快速改變的任何應用，請參考，譬如，Liu et al., *Phys. Rev. Lett.* 74, 2828 (1995)，和 Skjeltorp, *Phys. Rev. Lett.* 51, 2306 (1983)。因此，在技術上，如用來做為產生液晶的裝置則需要有一可經由小的磁場就可改變的磁性流體的組成成份，請參考，譬如，da Silva 和 Neto, *Phys. Rev. E.* 48, 4483 (1993)。

假如能製成一種其薄膜有能力在外加磁場的影響之下能可逆地形成有序一度空間結構或二度空間的晶格的磁性流體成份，那將對於製造各種不同新且有用的液晶磁光裝置是很有用的。由於這些理由，需要一種能生產同質性磁性流體成份的方法，而使得在外加磁場的影響之下，此磁性流體所製之薄膜具有能夠可逆地形成有序的一度空間結構或二度空間的晶格的能力。更進一步需要的是，一個能用來鑑定此磁性流體成份的薄膜在外加磁場的影響之下，是否能夠產生高度有序的一度空間結構或二度空間的晶格

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(4)

的簡單的方法。最後，利用此磁性流體的薄膜在外加磁場的影響之下所產生有序的結構來製作磁光裝置是必需的。而彰顯這個裝置的功效，有賴於所開發出的控制磁性流體薄膜在外加磁場影響下形成有序結構的方法，因此控制這些有序結構的方法也是需要的。

發明概述

這個發明是針對合成一種同質性的磁性流體成份的方法，而此磁性流體的薄膜在外加磁場下具有能夠形成有序的結構，同時此發明亦針對根據此方法所合成的磁性流體成份，這種合成的方法是基於一種最佳化後的化學共沉法。這發明同時也提供如何使此磁性流體成份的薄膜在外加磁場的影響之下產生高度有序的一度空間結構或二度空間的晶格的方法，以及判斷磁性流體是否具有在磁場的影響下形成有序之結構的能力的方法。這發明也針對暴露在外加磁場下此同質性磁性流體的薄膜所形成之有序的陣列。同時這個發明也提供控制這些有序的一度空間結構或二度空間晶格的特色間距的方法，而此控制是經由變化控制的參數，諸如：外加磁場強度、磁場相對於薄膜的方向、磁場強度的增率、薄膜的厚度、磁性流體中磁性粒子相對於液基的濃度和磁性流體的溫度。更進一步地，這發明提供利用這些磁性流體所產生之有序的結構和控制這一些結構之間距的能力來製作液晶磁光的裝置。而這些裝置包含：一種光繞射的彩色顯示裝置、一種可打開或者關閉的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(5)

單色光繞射開關、一種可調式的光繞射波長過濾器、一種結合第一類型光繞射的彩色顯示器和單色光繞射開關技術的第二類型彩色顯示裝置以及一種包含本發明的磁性流體薄膜和偏極片(polarizers)的雙折射(double refraction)彩色顯示裝置。

這發明的這些和其他的特色、觀點和優點將可由以下的描述、附加的專利要求與所伴隨的圖式得到更充分的了解。

發明的詳細說明

這種利用化學共沉法在氫氧化鈉(NaOH)的強鹼環境下由硫酸亞鐵(FeSO_4)和氯化鐵(FeCl_3)合成磁鐵礦(Fe_3O_4)的化學反應由 W.C.Elmore 於 1938 年所提出。這種化學共沉法的反應被用來生產鐵磁性流體(ferrofluids)(同時也可稱為"磁性流體"(magnetic fluids))；其中磁鐵礦微粒被披覆一層界面活性劑後再被分散於一個連續的相態(也就是微粒被分散於液體而非乳液中)，請參考文獻，譬如，Fertman, V.E., "Magnetic Fluids Guide Book: Properties and Application," Hemisphere Publishing Corporation, 1989, ISBN-0-89116-956-3 第 14 頁。雖然，此一材料被證實在建構多樣的機械裝置和顯示裝置是有非常地有用，然其薄膜卻並不容易形成有序的結構。此一有序的結構是能與電磁輻射(electromagnetic radiation)，譬如，可見光，交互反應而產生如繞射(diffraction)或偏極化(polarization)等物理現象的一有規則有週期性的物體陣列。這種結構通

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(6)

常是二度空間(譬如, x 和 y 方向)或者是一度空間(譬如, x 方向)的秩序。前者的結構有時候也被稱為晶格(lattices)、液晶的陣列(crystalline array)或二度空間液晶結構(2-dimensional crystals)。經由小心地調整化學共沉法反應和隨後的披覆界面活性劑和分散階段等的參數, 我們已經可合成改善的磁性流體成份, 而此磁性流體所做成的薄膜在外加磁場的影響之下能夠可逆地形成有序的結構。

然不受限於任何特殊的理論, 在微粒尺寸分配的同質性和(或者)微粒間相互作用力的同質性之改善, 似乎是此一磁性流體成份能夠形成有序結構的原因。而本發明之磁性流體成份其微粒間相互作用力的同質性的改善可能是反應出其受氧化鐵(Fe_2O_3)和(或者)水的污染的降低。

根據本發明的方法, 一種包含均勻分散於連續載液中的極端好的磁性微粒的合成物, 被利用小心調整控制變因的化學共沉法所產生。這種磁性微粒是磁鐵礦(Fe_3O_4), 是由硫酸亞鐵(FeSO_4)和氯化鐵(FeCl_3)的混合液與諸如氫氧化鈉(NaOH)、氫氧亞鐵($\text{Fe}(\text{OH})_2$)或氫氧化鐵($\text{Fe}(\text{OH})_3$)等強鹼所產生化學反應的結果。這種磁性微粒再被披覆一層界面活性劑來防止其聚集, 然後再被完全地分散於一連續的液基(載液)裡而形成一種同質性的磁性流體(homogeneous magnetic fluids)。根據本發明, 圖 1 為用來產生同質性的磁性流體合成步驟的流程圖。

本發明所使用的一般程序牽涉到預先泡好硫酸亞鐵(FeSO_4)和氯化鐵(FeCl_3)的水溶液, 這水溶液的溫度被持

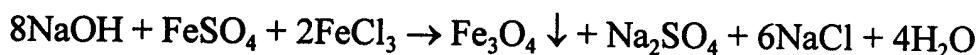
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (7)

續地保持在 80°C 而且迅速地加入足量的氫氧化物 (hydroxide)，如氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化亞鐵(Fe(OH)₂)或氫氧化鐵(Fe(OH)₃)等鹼性水溶液一起攪拌，同時控制溶液的酸鹼值(pH)大約在 11 到 11.5 之間。由開始加入鹼液到最終目標的酸鹼值不得超過兩分鐘在本製程裡是非常重要的。磁鐵礦(Fe₃O₄)的沉澱析出(co-precipitation)大約需要 20 分鐘的時間。本化學反應式如下：



大約 20 分鐘後，界面活性劑如油酸(oleic acid)被加到磁鐵礦(Fe₃O₄)已析出的溶液中，這步驟是用來披覆磁鐵礦(Fe₃O₄)的微粒。假如所加的界面活性劑為油酸，一開始其酸鹼值(pH)下降的很快，此時需加入額外份量的鹼溶液，以保持在披覆步驟中一個較佳的酸鹼值(pH)環境，其值大約在 9.5 到 10 之間。於這披覆過程中，反應的溫度均保持在 80°C，此步驟大約需 30 分鐘。在此步驟結束後，反應後的混合物分成三層。在進入下一步驟前，倒掉混合物的最上層，並保持中間和最下層留待下一步驟使用。在這披覆過程中，如使用的界面活性劑為油酸和使用的鹼為氫氧化鈉(NaOH)，其化學反應式如下：

1. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH} + \text{Na}^+\text{OH}^-$
 $\rightarrow \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO}^-\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO}^-\text{Na}^+ \rightarrow$
 $\text{Fe}_3\text{O}_4 \bullet [\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO}^-\text{Na}^+]$

在披覆步驟完成後(約 30 分鐘)，則執行酸化

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(8)

(acidification) 步驟將質子注入(protonate)這些含羧基(carboxylate)的組群，藉此以一個質子來取代鈉離子(Na^+ counterion)。這步驟可由加入充分數量的酸，諸如，氯化氫(HCl)，到反應混合物中，同時在室溫(從大約 20°C 到大約 25°C)攪拌使此混合物的酸鹼值(pH)降到大約從 0 到大約為 1 之間來達成。其間約時 20 分鐘之久。此時，披覆界面活性劑的磁性微粒開始凝結(coagulate)。完成此步驟後，此混合物分開為二層，將上層移去。上述的酸化步驟可能需額外重複二或三次，而在每個酸化步驟結束時，上層須被移去然後再重覆下一個酸化步驟。當最上層不再含有黑色微粒子時，方能執行下一個步驟。在這個取代的步驟中如以氯化氫(HCl)為酸時，其化學反應式如下：



下一個步驟是傾析(decantation)。於此步驟中，加入去離子水以便從已披覆界面活性劑的磁鐵礦(Fe_3O_4)產品中除去殘留的離子，諸如，氯化氫(HCl)和氯化鈉(NaCl)。加入充分的數量的 65°C 去離子水到已披覆的磁鐵礦(Fe_3O_4)使此懸浮體的酸鹼值(pH)至大約 4.7 到 5.0 之間，並在此過程中持續攪拌。在加入足夠量的去離子水後，則靜置、沉澱，然後將水從已沉澱的磁鐵礦(Fe_3O_4)去掉，此時產品已清洗完畢。

洗滌則經由加入一做為液基的液體如煤油(kerosene)等到已沉澱的磁鐵礦(Fe_3O_4)來達成，其比例約為每一公克

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(9)

(gram)的磁鐵礦(Fe_3O_4)對 1.1 毫升(milliliter)的煤油。攪拌此二成份，直到固態的磁鐵礦(Fe_3O_4)完全地溶解到液基裡。此懸浮液然後放置在離心試管裡，在室溫下做短暫、低速的離心。我們發現，如以煤油為液基，則於折合離心力大約為 $500 \times g$ 的離心可做得很好。當樣本從離心機取出後，它已經分成二層，上層為一包含剩餘鹽與大微粒的黑色液體，而下層則為以界面活性劑披覆的磁性微粒的固體。移去上層，接下來係將已披覆界面活性劑的磁性微粒儘量地完全脫水(dehydrated)。

我們發覺合適的脫水步驟為將這些微粒溶於丙酮(acetone)中，將此懸浮液以折合離心力為 $1800 \times g$ 離心 30 分鐘，去掉丙酮(acetone)，再置於 65°C 的爐中 8 到 12 小時來乾燥。這些微粒被脫水後，它們再被溶於載液中，然後將此溶液在離心機裡做短暫、低速的離心以除去大顆或者聚集的微粒。離心後，在離心管中沉澱物上的液體即為本發明的同質性磁性流體。再者，可將此液體放置於 65°C 的爐中 8 到 12 小時揮發掉部份液基，可增加在這液體裡磁性微粒的濃度。

除了以上敘述的煤油與油酸的組合外，其它組液基與界面活性劑的組合亦可以用來產生本發明可在其薄膜形成有序結構的成份。表 1 舉出其代表性的組合。於表中，任何在一欄列出的那些載液可以和同一欄所列出的那些界面活性劑共同使用。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (10)

表 1

載液／界面活性劑組合用來產生同質性磁鐵礦(Fe_3O_4)的磁性流體

載液	界面活性劑
1. 煤油(kerosene) 2. 環己烷(Cyclohexane C_6H_{12}) 3. 正辛烷(n-octane C_8H_{18}) 4. 十二烷(n-dodecane $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$) 5. 十四烷(n-tetradecane $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$) 6. 十六烷(n-hexadecane $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$) 7. 十八烷(n-octadecane $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$) 8. 二十烷(n-eicosane $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$)	1. 油酸(oleic acid) 2. 亞油酸(linoleic acid) 3. 橄欖油(olive oil, a mixture of: ~9% $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$, ~2% $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$, ~80% oleic acid, ~10% $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$ $\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$) 4. $[\text{R}(\text{COO})]_2\text{Zn}$ (where $\text{R} = \text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$, and $4 \leq n \leq 5$) 5. 芥子酸(erucic acid)
全氟二十烷(perfluoroeicosane $\text{C}_{20}\text{F}_{42}$)	1. 油酸(oleic acid) 2. 氟化聚醚酸(perfluoropolyether acid $\text{CF}_3\text{CF}_2[\text{CF}_2\text{OCF}(\text{CF}_3)]_5\text{COOH}$)
氣油(gas oil, C_{12} and above hydrocarbon)	1. 油酸(oleic acid) 2. 橄欖油(olive oil) 3. $[\text{R}(\text{COO})]_2\text{Zn}$ (where $\text{R} = \text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$, and $4 \leq n \leq 5$)
氟化煤油(perfluoro kerosene)	1. 氟化聚醚酸(perfluoropolyether acid) 2. 油酸(oleic acid) 3. 橄欖油(olive oil)
甲氧乙基醚(2-methoxyethyl ether)	mixture of $\text{R}-\text{O}-\text{R}'$ (where R or $\text{R}' = \text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$, and $4 \leq n \leq 5$) and R need not equal R'

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(11)

同質性磁性流體的特徵

根據以上所描述的程序所製做出一同質性的磁性流體，其樣本的 X 光繞射的圖樣用來證實如所期待的磁鐵礦 (Fe_3O_4) 樣本的單一相態 fcc 尖晶石結構。這 X 光繞射資料可用來和從經由粉末繞射標準聯合委員會(JCPDS)編譯的國際繞射資料中心(International Center for Diffraction Data)中的標準作比較。這樣本的磁化則使用震動樣本磁化儀來量測，諸如，EG&G 的 VSM 控制機型式 4500。這些樣本的微粒尺寸可利用 Langevin 函數， $L(\alpha) = M/M_s = (\coth \alpha - 1/\alpha)$ ，其中 $\alpha = M_s V H / kT$ 、 M 是外加磁場強度 H 下樣本的磁化強度、 M_s 是樣本的飽和磁化強度、 k 為波茲曼常數而 V 是質點的體積，將其磁化強度、應用的磁場強度 (M - H 資料) 代入而求得。因為溫度、 M 、 k 和 H 已知道，故 V 能被解得以求出微粒的半徑。這個 Langevin 函數假設：(1) 均勻的微粒尺寸；和 (2) 獨立的微粒行為。對磁性流體而言，其微粒尺寸為一個正常的分佈，而且微粒間因其具有磁矩而產生相互作用，因此，根據實驗所得的 M - H 曲線愈接近計算的 Langevin 函數，Langevin 函數的假設則愈符合。假如拿一個磁鐵接近這根據本發明的同質性磁性流體所製成的薄膜，可觀察到一有顏色的光出現在薄膜上且隨磁鐵移動而移動，此是由於薄膜受磁場影響而產生有序的結構所導致的光學效果。如此色彩在從 Ferrofluidics 公司 (Nashua, New Hampshire) 所獲得的 EMG909 中，一種商業上現成可用的煤油基磁性流體

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (12)

(Fe_3O_4)，是無法觀察到的。

同質性磁性流體薄膜裡的有序結構

根據上述方法所合成之磁性流體，可被封入不同厚度的玻璃凹槽(glass cells)中，以形成液體薄膜。本發明的薄膜較佳的厚度約為 1 微米到 20 微米的範圍，而更佳的厚度則從大約 2 微米到大約 6 微米(1 微米= 10^{-6} 米)。於本發明的具體事例中，平行和垂直於薄膜平面的磁場分別由 Helmholtz 線圈和一個均勻的螺線管所產生，而假如需要其它的選擇，螺線管可被 Helmholtz 線圈所替代以提供垂直磁場。這 Helmholtz 線圈和螺線管所產生的磁場強度與供給到這些裝置的電流相關，並可由高斯計量測到；在本發明的事情裏，磁場是均勻的，而且在薄膜範圍磁場強度的偏差少於百分之一。為決定外加磁場下同質性磁性流體薄膜裡有序結構的特性，我們利用 Zeiss 光學的顯微鏡來攝取薄膜的影像，且有序結構形成對時間的演進經由一 CCD 影像照像機傳輸到個人電腦記錄下來。

圖 2 例圖闡示一個用來量測外加磁場下同質性磁性流體薄膜特性的設備。為了可自動地獲得資料，用來產生磁場的電源供應器是經由電腦程式控制，而控制數據(包含影像及磁場強度)擷取的電腦程式被寫為可調整磁場強度與磁場強度的增率。如果需要，可在擷取數據前，程式預設一個延遲時間，以便磁場變化時，可確保樣品已達到準穩定的狀態。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (13)

當根據本發明的方法所合成之同質性磁性流體薄膜，受到一垂直外加磁場(也就是，磁場方向垂直於薄膜平面)時，初始將生成不規則微粒圓柱體。假如增加磁場強度超過臨界值 H_h ，一個平衡的二度空間六角形的結構會形成，而微粒聚集而成的微粒圓柱體則佔據六角形的結構的頂點。假如磁場強度增加到另外一個臨界值 H_l ，此結構型式將由六角形的結構變成迷宮的型式。圖 3 舉例說明用 $6\mu m$ 薄膜所產生的上述現象。觀察得見，介於磁場強度(H_h 和 H_l)的範圍內，微粒圓柱體間的距離幾乎是和磁場強度的倒數成比例；此微粒圓柱體間的距離是在幾個微米的大小(圖 5)。相反地，在垂直磁場影響之下，商業上可供使用的磁性流體只產生不規則的微粒圓柱體。

其它影響微粒圓柱體間的距離的參數包括：薄膜厚度 L (圖 4 和圖 5)、磁場強度的增率 dH/dt (圖 6)、在流體中磁性微粒的濃度或體積比率(volume fraction ratio)和溫度 T 。微粒圓柱體間的距離直接地與磁性流體薄膜的厚度成比例(圖 5)。對於相同的最終磁場強度，增加磁場強度的增率(dH/dt)傾向於減少微粒圓柱體間的距離，這或許是，由於邊界效應的影響。在一微粒圓柱體間的距離 d (縱座標)對磁場強度 H (橫座標)的函數曲線圖中，一條以較高磁場強度增率所產生的曲線將處於以較低磁場強度增率所產生曲線之下和左方。體積比率可經由以額外的載液稀釋磁性流體來調整，當薄膜厚度和磁場強度的增率維持不變時，減少體積比率傾向增加微粒圓柱體間的距離。因此，在不

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (14)

同體積比率時的距離對磁場強度的函數圖中顯示，當體積比率降低時，這 $d-H$ 曲線移向上和右方。在全部其他參數保持不變下，增加溫度 T 使得微粒的磁化強度降低，因而造成微粒圓柱體間的距離增加的結果。

假如本發明的同質性磁性流體薄膜受到一平行磁場的作用，薄膜裏磁性微粒凝聚而形成平行於磁場的方向的微粒鏈。當磁場強度增加時，因為它們間的相互作用，這些微粒鏈傾向聚集和形成粗而長的鏈。一度空間且幾乎呈週期性的結構，在本發明的同質性磁性流體裡觀察到。這些長鏈存在於橫跨整個薄膜厚度的不同層次上，微粒鏈間的距離與磁場強度的倒數成比例(圖 8)，而和薄膜厚度成比例(圖 9)。

利用同質性磁性流體薄膜所產生的磁光效應

本發明同時也針對當電磁波通過上述本發明的可控制的有序結構之磁性流體薄膜，或被其反射時所產生的光學現象。為顯示這些現象，圖 10 所描繪的設備是用來建構和測試磁光裝置。其中所使用的薄膜的面積為 $1\text{cm} \times 4\text{cm}$ ，並分別地用 Helmholtz 線圈和一個均勻的螺線管來產生平行和垂直的均勻磁場。在薄膜範圍內，所量測得到的磁場強度的偏差少於百分之一。一白色光源(Intralux 500-1 240 瓦特的鹵素燈，美國 VOLPI Manufacturing, Inc.，所製造，燈大約開在最大功率的百分之二十五)所產生的光束通過一望遠鏡而變成幾乎平行，接著的兩個光學鏡片再用

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(15)

來使此幾乎平行的光束平行，再以一放置於兩個光學鏡片間的光圈來控制光束的大小，而此一平行的白光經過一個置於薄膜下的反射鏡反射，此反射鏡相對於光束的角度可經由轉動鏡平面來調整，結果使得光到薄膜的入射角改變。而數據擷取，則利用一連接到個人電腦的 CCD 照相機獲取通過薄膜的影像。另外，有時亦以傳統的底片照相機來代替。

圖 11 是將一滴同質性磁性流體暴露在外加的垂直磁場下的相片。這一滴的厚度因表面張力的關係而改變，由於外加磁場下所形成的有序陣列間之距離隨著薄膜的厚度而改變，所以當一平行的白光放置在薄膜下時，在薄膜上方可以看見彩色的光譜。圖中刻度的尺寸相當於 2mm。

圖 12 為同質性磁性流體的一系列相片影像，用來闡明經由一外加垂直磁場影響的薄膜所產生光的繞射。圖中刻度的尺寸相當於 2mm。於這一些影像中，除了供應給用來產生磁場之均勻螺線管的電流外，其他所有的參數均保持不變。當磁場強度改變時，薄膜顏色的改變從紅色一直到紫色。這一系列的影像，顯示出通過薄膜之光顏色是可以被控制的，而且可由薄膜得到一片面積約在幾個平方公分的單一顏色的光。

根據本發明，可建造一包含很多圖素(pixel)的顯示裝置，每一個圖素包含一個個別用來控制薄膜磁場強度或溫度的電子迴路，經適當地調整每一個圖素的電流，多種彩色的影像就會顯現出來。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(16)

範例一

同質性磁性流體的配製

首先將 160g 氫氧化鈉(NaOH, 95%純度, Nihon Shiyaku Industries, Ltd.)加入足夠的去離子水(de-ionized water)調製出 500 毫升(mls.)的 8 莫耳的氫氧化鈉(NaOH)溶液。第二種溶液則將足量的去離子水加到 0.1 莫耳的硫酸亞鐵($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 98%純度, Showa Chemicals, Inc.)和 0.2 莫耳的氯化鐵($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 97%純度, Showa Chemicals, Inc.)使得最終體積為 600 毫升。以一根玻璃棒連續地攪拌第二種溶液,同時將第一種溶液加入使得溶液的酸鹼值(pH)達到並且保持在 11 到 11.5 之間,此時磁鐵礦(Fe_3O_4)從溶液中析出,氫氧化鈉(NaOH)溶液的添加大約在兩分鐘內完成。在此反應的步驟中,溫度保持在 80°C ,此共沉步驟大約需時 20 分鐘。

再以 50 毫升的油酸(oleic acid, Showa Chemicals, Inc.)加入到含有磁鐵礦(Fe_3O_4)的上述溶液中,以便以油酸來披覆微粒。一開始,酸鹼值(pH)下降的很多,需加入額外的氫氧化鈉(NaOH)溶液,以便保持在整個披覆步驟中的酸鹼值(pH)在 10 左右。在此反應的步驟中,溫度保持在 80°C ,且大約需時 30 分鐘。在此步驟完成時,溶液會分成三層,可移去最上層,中間和最下面一層則保留給下一步驟使用。

適量體積的氯化氫(HCl, 37.52%純度, Polin)加到餘留的溶液中,使其酸鹼值(pH)下降到 1 左右。此步驟在室

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(17)

溫下進行。於此步驟，需持續攪拌約 20 分鐘，此時披覆油酸的磁性微粒開始凝結。在大約 20 分鐘結束時，此溶液會分開為二層，將含有黑色粒子的上層移去，並重複上述的酸化步驟。同樣地，再一次將上層移去。在第二次酸化步驟後，溶液上層不再觀察到黑色粒子。但在有些合成，此步驟可能需被重複執行一到二次，直到最上層不再含有黑色粒子，而每次步驟重複前，則須移去上層。

在酸化步驟完成後，65°C 的去離子水加入保留的下層溶液，以使用來清除殘留的氯化氫(HCl)和氯化鈉(NaCl)。一面加水一面攪拌，加入足量的水，使得溶液的酸鹼值(pH)到大約為 5 左右。讓溶液中固態物質沉澱，再將水傾倒掉。

固態物質再以每公克加入 1.1 毫升的煤油(kerosene)來清洗，一直攪拌直至固態物質完全溶入煤油中，再將此溶液倒入離心管裡，以相當於離心力大約為 500 x g 的速率離心 10 分鐘。此步驟的離心與其它步驟的離心均在室溫下進行。離心後，此樣本分成兩層，上層為一包含殘留的鹽類和大粒子的黑色液體，下層為已披覆油酸磁性微粒的固態物質。倒掉上層，再將下層完全地去水。去水的步驟是將此固態物質以丙酮(acetone)溶解，再以相當於離心力大約為 1800 x g 的速率離心 30 分鐘，倒掉丙酮，將磁性微粒置放在 65°C 的爐中烘乾 8 到 12 小時。最後，將這些乾燥的磁性微粒以每克(gram)對 2.0 毫升的煤油的比例溶解。此溶液再以相當於離心力大約為 500 x g 的速率離心 10 分鐘，將浮在表層的液體由離心管裡倒出放入在 65°C

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(18)

的爐中烘乾大約 10 小時，以便將部份的煤油蒸發來提高磁鐵礦(Fe_3O_4)的濃度。此液體由爐中取出，即為磁性流體。將此一同質性磁流體密封於玻璃凹槽(glass cells)中以形成磁性流體薄膜，即可在磁場中形成有序結構。

磁鐵礦(Fe_3O_4)樣本的 X 光繞射的圖樣證實為單一相態 fcc 尖晶石結構。量測到的晶格常數(lattice constant)為 8.4 埃($8.4\text{\AA}$)。樣本的磁化強度則使用震動樣本磁化儀來測量，所量測到此同質性磁性流體的飽和磁化強度為 10.58 emu/g。其體積比率可由此磁性流體的飽和磁化強度和磁鐵礦(Fe_3O_4)粉末的飽和磁化強度之比值計算得到，其比例為 18.9%。

範例二

二度空間有序結構為外加磁場強度的函數

圖 2 所顯示的設備，是用來檢驗依範例一所合成同質性磁性流體所製作的薄膜，在一個垂直於薄膜平面的外加磁場的影響下，所產生結構圖樣的形成。在此範例中，外加磁場的強度被改變。圖 3 顯示以 CCD 影像照相機所攝取使用 6 微米($6\mu\text{m}$)厚薄膜時的影像，用來顯示磁場增加時，二度空間有序結構的形成過程：由不規則的微粒圓柱體(圖 3a)、到一有序的六角形結構(圖 3b 和圖 3c)和再到一迷宮的型態(圖 3d)。這些影像顯示出微粒圓柱體間的距離，在兩個臨界強度(H_h 和 H_l)之間，大約和磁場強度成反比。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (19)

範例三

二度空間有序結構為薄膜厚度的函數

在此範例中，檢驗薄膜厚度對有序結構的圖樣形成的影響。利用圖 2 所顯示的設備，來探討不同薄膜厚度下同質性磁性流體薄膜的二度空間之有序結構。在此實驗中，除了薄膜厚度外，其他的參數均保持不變。而薄膜厚度的變化則利用不同深度的玻璃凹槽來達成，其厚度從 10 微米改變到 2 微米。圖 4 提供以 CCD 照相機所攝取，在方向垂直於薄膜平面的固定外加磁場強度 100 Oe 下，依範例一所合成同質性磁性流體所製作成之薄膜的影像，其中在所探討的薄膜中形成二度空間的有序結構。這些影像指出，微粒圓柱體間的距離在所探討的薄膜厚度的範圍內大約和薄膜厚度成比例。

範例二和範例三的結果顯示，在外加磁場下，二度空間的六角形結構會在同質性磁性流體所製作成的薄膜裡形成。微粒圓柱體間的距離和磁場強度的倒數有緊密的關係，而至少在範例三所探討的厚度範圍內大約和薄膜厚度成比例。圖 5 描繪出微粒圓柱體間的距離為薄膜厚度和磁場強度的函數。

範例四

二度空間有序結構為磁場強度改變率的函數

磁場強度改變率的影響於本範例中探討，使用之磁場強度改變率為 5 Oe/s、50 Oe/s、100 Oe/s 和 400 Oe/s。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (20)

圖 6 係微粒圓柱體間的距離在不同磁場強度改變率(dH/dt)下，和磁場強度的關係。此圖顯示，當改變率增加時，曲線往圖的左下方移動；也就是說，磁場強度改變率增加時，微粒圓柱體間的距離減少。

範例五

二度空間有序結構為體積比率的函數

除了製造過程中最後的分散步驟外，磁性微粒與其液基間不同體積比率的磁性流體樣本可依範例一的方法所合成；而在分散步驟中，可用所加入煤油體積的多寡來改變磁性流體的體積比率。圖 7 顯示減少體積比率使得微粒圓柱體間的距離相對於磁場強度的曲線圖往右上方移動，也就是說，在所有其他參數保持不變下，當體積比率減少時，微粒圓柱體間的距離會增加。

在以後的兩個範例中，將以 Helmholtz 線圈取代圖 2 所顯示的設備中的均勻螺線管，以便外加到薄膜的磁場由垂直於變成平行於薄膜的平面。

範例六

一度空間有序結構為外加磁場強度的函數

在此範例中，同質性磁性流體所製做薄膜受到一個其方向平行於薄膜平面的外加磁場的作用。當加上磁場時，在薄膜中的磁性微粒開始聚集、在薄膜平面沿磁場方向形

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (21)

成磁性微粒鏈，這些磁性微粒鏈存於薄膜厚度間的不同層次。當磁場強度增加時，磁性微粒鏈變成具有週期性，而且磁性微粒鏈間的距離成比例地降低。圖 8 顯示，在同質性磁性流體所製做薄膜中，改變磁場強度從 50 Oe 到 300 Oe 對週期性磁性微粒鏈間距離的影響。

範例七

一度空間有序結構為薄膜厚度的函數

在此範例中，探討薄膜厚度對平行磁場的一度空間週期性結構的影響。同質性磁性流體封入不同深度的玻璃凹槽，以便探討薄膜厚度的影響。圖 9 顯示在所探討的薄膜厚度的範圍內(10 μm 到 2 μm)而且其他參數均保持不變的情況下，磁性微粒鏈間距離和薄膜厚度成比例。

範例八

第一種類型的光繞射彩色顯示器

當外加垂直磁場達到臨界值 H_h 時，二度空間微粒圓柱體陣列在同質性磁性流體薄膜裡形成。當一平行的白色光束通過薄膜時，產生繞射現象；當光束達到觀察者的眼睛時，產生建設性與破壞性的干涉。圖 13 是一用來解釋光繞射概念的同質性磁性流體薄膜裡所形成陣列的剖面圖。在圖中， d 是在二度空間微粒圓柱體陣列中微粒圓柱體間的距離、 θ 為入射光束和薄膜法線所夾的角度、 θ' 則為繞射光束和該法線的夾角，設 N 為所有用來繞射入射光束的

五、發明說明(22)

微粒圓柱體的數目，經過繞射後，光的強度 I 為

$$I \propto \frac{\sin^2\left(\frac{N\varphi}{2}\right)}{\sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right)}$$

其中， $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}d(\sin\theta + \sin\theta')$ ，和 λ 是光的波長(wavelength)。光強度 I 變成最大時的條件與光經過薄膜繞射後最亮的條件相同。這個條件為

$$\frac{\varphi}{2} = \frac{\pi}{\lambda}d(\sin\theta + \sin\theta') = \kappa\pi$$

其中， κ 為非負值的整數。

角度 θ 可被設計使得 $\sin\theta \gg \sin\theta'$ 。因此對於一個固定的角度 θ ，當觀察者遠離薄膜時，他所觀察到的顏色將不會因有限的移動而改變。同時， $\kappa = 0$ 的情況將不會發生。 $\kappa = 1$ 的情況是最有趣而且是最重要的。在此條件下， d 和 λ 的關係為

$$d \sin \theta = \lambda$$

如果這一個波長 λ ($\kappa = 1$) 是在可見光的範圍，則相同的 d 將只允許其他波長為 λ/κ 的光通過薄膜，其中 $\kappa = 2, 3, \dots$ 。幸運地，這些波長的光是在可見光的頻譜之外。而其理由為，人類眼睛可觀察到最長波長的光大約為 $0.7 \mu m$ ，因此 $\lambda/2 = 0.35 \mu m$ 。這一波長的電磁波在頻譜中為紫外線的範圍，因此無法被人類的眼睛觀察到。其結果，觀察者將只看到單一波長的光。

當然，光的強度 I 一定會散射，其散射的程度 $\delta\lambda$ 必須

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (23)

滿足 $\frac{\delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{N}$ 。在同質性磁性流體薄膜裡的二度空間微粒圓柱體陣列， N 值非常的大而且與薄膜面積有關，因此， $\frac{\delta\lambda}{\lambda}$ 非常的小。如果微粒圓柱體間的距離 d 滿足 $d = \frac{\lambda}{\sin\theta}$ ，將可觀察到一很純的單色光。幸運地，根據本發明的方法所合成同質性磁性流體所製做薄膜裡的二度空間微粒圓柱體陣列，其微粒圓柱體間的距離正是在幾微米之間，因此微粒圓柱體陣列有能力對可見光造成繞射來產生強度的干涉。更進一步地，因為距離 d 可被操控，譬如，控制外加磁場的強度、磁場強度的增率(dH/dt)、磁場方向與薄膜的夾角、同質性磁性流體薄膜的厚度和(或者是)其溫度，觀察者所看到光的顏色可隨心所欲地來改變。

根據本發明的方法，顯示器包含許多圖素(pixels)。每一個圖素可由一片同質性磁性流體所製作的薄膜搭配一電子迴路所組成，這電子迴路是用來改變在個別圖素裡微粒圓柱體間的距離，而造成出射光顏色的改變。圖 14 是一個圖素的概念圖。在顯示器中，當圖素裡微粒圓柱體間的距離個別地調整，顯示器將產生一個多種顏色的影像。

根據由 Bragg 所提出之繞射原理，同質性磁性流體所製作的薄膜，在外加水平磁場的影響之下，亦可發生繞射的現象。當對薄膜施加磁場時，磁性微粒開始聚集，形成平行於薄膜平面的微粒鏈。而微粒鏈間的距離，可以由改

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (24)

變磁場強度來控制。當一入射的白色光束與薄膜平面形成一夾角時，微粒鏈將光束折射。因這些微粒鏈位於薄膜裡的不同層次，被不同層次微粒鏈所折射的光將產生干涉，結果產生非常鮮艷的色彩。這裡再次地，可以調整外加的磁場來得到所要的色彩。

範例九

單色的光繞射開關

如範例八所提供者，同質性磁性流體所製作的薄膜可用來從白色光產生波長為 λ 的單一顏色的光。在如同範例八中所描述情況下(也就是 $\sin\theta \gg \sin\theta'$)，繞射只有在當同質性磁性流體薄膜裡二度空間微粒圓柱體陣列的微粒圓柱體間之距離滿足 $d \sin \theta = \lambda$ 的條件時才會發生。亦即，在外加磁場的某一強度下，一種單一顏色的光才會被薄膜所繞射，而通過它達到觀察者的眼睛。經由調整外加垂直磁場的強度，即可關閉或者打開光開關。如果以一有顏色的染料塗覆在薄膜上，把光開關打開，所需要的顏色就可出現。

範例十

光繞射的可調式波長濾波器

此範例同樣利用範例八所發展的觀念。同質性磁性流體薄膜中所形成六角形結構的微粒圓柱體間之距離可被調整，且大約為幾微米。如同範例八所提，可經由調整微粒

五、發明說明 (25)

圓柱體間之距離 d ，來選取波長在微粒圓柱體間距離大小的電磁波。除了薄膜面積可能大很多外，其同質性磁性流體薄膜和它的電子迴路類似於範例八所示一般。

範例十一

第二種類型的光繞射彩色顯示器

第二種類型的光繞射彩色顯示器的觀念是利用在範例八和範例九所使用科技的結合。此顯示器包含很多數目的圖素，每一個圖素包含三個彼此緊鄰在一起的單色的光繞射開關。每一個開關由同質性磁性流體薄膜和用來控制微粒圓柱體間之距離的電子迴路所組成。這三個光開關的光源分別為紅、綠和藍，而且這三個光開關只被設定個別地允許紅、綠和藍的光地通過。

經由適當的調整控制迴路的電流，單色的光繞射開關可以被打開或者是關閉，因此可以完全不允許或者是允許這三種顏色之一通過光開關。因而顯示器的每一圖素將可顯示任一的黑、紅、綠、藍或者是這後三種顏色的任意結合。當含有圖素的光開關的電流個別地調整，顯示器將顯現出一彩色 RGB(Red、Green、Blue)的圖像。

範例十二

光雙折射彩色顯示器

本範例是一種使用在外加磁場平行於薄膜平面下，同質性磁性流體薄膜的應用。在外加磁場下，磁性微粒聚集

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(26)

且在薄膜平面形成微粒鏈，這一些微粒鏈存在於薄膜厚度的不同層次。此時薄膜裡的磁性流體，因微粒鏈的方向性排列，變成異方性的介質。

沿著微粒鏈排列方向的光折射係數 $n_{\parallel}$ 將和垂直於微粒鏈排列方向的光折射係數 $n_{\perp}$ 不同，因此在磁性流體薄膜裡進行一距離 s ，光波其電場在平行於微粒鏈排列方向的偏極化(polarization)平面，將和光波其電場在垂直於微粒鏈排列方向的偏極化(polarization)平面不同，此處 s 是薄膜的厚度。以 $E_{\parallel}$ 和 $E_{\perp}$ 來表示這些電場強度，可表示成

$$E_{\parallel} \propto e^{i\omega\left(t - \frac{n_{\parallel} \cdot s}{c}\right)}$$

和

$$E_{\perp} \propto e^{i\omega\left(t - \frac{n_{\perp} \cdot s}{c}\right)}$$

這裡， $i = \sqrt{-1}$ 、 ω 是電磁波的頻率、 t 是時間而 c 是光速。這些電磁波因不同的 $n_{\parallel}$ 和 $n_{\perp}$ 值，將會相互干涉。此範例為利用調整外加磁場的強度以改變 $n_{\parallel}$ 和 $n_{\perp}$ 的差值，來控制兩光波相互干涉的應用。圖15舉例說明本發明這個範例的具體表現。

在圖15中，兩片極軸(polar axes)相互垂直的偏極片(polarizers)覆蓋在同質性磁性流體薄膜的兩面。選擇外加磁場使其方向與兩片偏極片的極軸成 45° 夾角。當光打到偏極片時，只有與偏極片極軸平行的光能夠通過。因為這兩片偏極片相互垂直，故通過第一片偏極片的光無法通過第二片偏極片。但是，當二片偏極片間有一異方性的介質

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(27)

時，入射光的電場將被旋轉，因此有部分的光將能夠通過第二片偏極片。

在此範例中，外加一平行於薄膜的磁場，而在薄膜裡的磁性流體變成異方性的。因為 $n_{\parallel}$ 和 $n_{\perp}$ 所產生差值的結果，當光通過薄膜時，光偏極化的平面將被旋轉。因此，部分的光將能夠通過第二片偏極片達到觀察者的眼睛。實際上，通過二片偏極片和同質性磁性流體薄膜的光的強度和 $\sin^2 \frac{\pi s}{\lambda} (n_{\parallel} - n_{\perp})$ 成正比，最大強度的條件為 $\frac{\pi s}{\lambda} (n_{\parallel} - n_{\perp}) = \frac{\pi}{2} (2\kappa + 1)$ ，其中， κ 為一不為負的整數。在此狀況下，薄膜的厚度 s 不會因改變磁場強度而改變。可是， $(n_{\parallel} - n_{\perp})$ 的值可經由改變磁場強度來改變。因此可經由改變外加磁場的強度來獲得所需要波長的光。此範例的圖素和產生磁場的電子迴路與範例八相類似；唯一的不同處，在本範例中，磁場為平行於同質性磁性流體薄膜平面。

上面的例子只被用來提供舉例說明這項發明，但並不侷限這項發明所涵括的範圍。其他有關這項發明的變化，對於一個具平常技巧的專業而言，是容易且明顯的，將在以後附加的專利要求中含括。而在此引用的全部出版物，註冊專利和註冊專利申請，將納入參考資料。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (28)

圖式說明

這專利的檔案至少包含一張彩色圖，請求和支付必要的費用後，這專利的副本包含彩色圖將由專利與商標辦公室所提供。

圖一、為合成同質性磁性流體具有在外加磁場下形成有序的一度空間結構或二度空間晶格之步驟流程圖。

圖二、顯示一套用來測量在外加磁場之下磁性流體薄膜性質的設備圖。

圖三、顯示同質性磁性流體薄膜在外加而垂直於薄膜平面的磁場下所形成之二度空間的六角形晶格的陣列；而由磁性微粒聚集而成之圓柱體則位於六角形晶格的頂點。

圖四、顯示不同厚度的薄膜在一個垂直磁場(100 Oe)下所形成之二度空間的六角形晶格的陣列。

圖五、顯示在二度空間的六角形晶格的陣列中微粒圓柱體間的距離與磁場強度和薄膜厚度的關係。

圖六、顯示在二度空間的六角形晶格的陣列中微粒圓柱體間的距離與磁場強度和磁場強度增率的關係。

圖七、顯示在二度空間的六角形晶格的陣列中微粒圓柱體間的距離與磁場強度和磁性流體中磁性微粒濃度的關係。

圖八、顯示同質性磁性流體薄膜在一個外加而且平行於薄膜平面的磁場下所形成之週期性的微粒鏈間距與磁場強度的關係。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (29)

- 圖九、顯示同質性磁性流體薄膜在一個外加而且平行於薄膜平面的磁場下所形成之週期性的微粒鏈間距為薄膜厚度的函數。
- 圖十、顯示一套用來示範磁性流體薄膜中有序結構所產生的光繞射和雙折射現象的設備圖。
- 圖十一、顯示經由一磁光的裝置所產生的顏色光譜；其中同質性磁性流體薄膜的厚度變化大約從 2 到 10 微米 (μm)、 $H = 150 \text{ Oe}$ 、 $dH/dt = 500 \text{ Oe/s}$ 。
- 圖十二、顯示當外加磁場強度改變時經由一包含同質性磁性流體薄膜的磁光裝置所產生不同顏色的色彩。
- 圖十三、圖式說明第一類型的光繞射彩色顯示元件的同質性磁性流體薄膜的剖面圖。
- 圖十四、圖式說明一個別的圖素成分的設計：包含一個同質性磁性流體薄膜、一種產生磁場的方法和控制磁場強度的方法。
- 圖十五、圖式說明一種同質性磁性流體薄膜的雙折射彩色顯示元件剖面圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

416157

四、中文發明摘要(發明之名稱:

磁性流體薄膜顯示器、單色光開關與可調波
長濾波器

本發明揭露合成具有在外加磁場下產生有序的一度空間結構和二度空間晶格的同質性磁性流體成份的方法。此成份由一改良的共沉法合成，共沉法過程的步驟經調整以減少樣品的異質性。這一同質性磁性流體成份由披覆界面活性劑之磁鐵礦微粒分散於連續相態的液體而成。此成份具有產生有序結構的能力，可經由將一磁鐵靠近此成份所製薄膜的附近同時觀察薄膜在磁鐵附近的範圍產生色彩來檢驗。控制此成份形成有序結構的特性間距的方法亦被揭露。相關的控制參數包括：薄膜厚度、外加磁場的方向和強度、磁場強度的改變率、分散於液體中磁性微粒的體積比率和同質性磁性流體的溫度。此同質性磁性流體成份可被用來

英文發明摘要(發明之名稱:

MAGNETIC FLUID THIN FILM DISPLAYS,
MONOCHROMATIC LIGHT SWITCH AND
TUNABLE WAVELENGTH FILTER

Methods for preparing homogeneous magnetic fluid compositions capable of forming ordered one dimensional structures or two dimensional lattices in response to externally applied magnetic fields are disclosed. The compositions are prepared using improved coprecipitation methods in which the steps of the procedure have been tuned to reduce sample heterogeneity. Fe_3O_4 particles are coated with a surfactant and dispersed in a continuous carrier phase to form these homogeneous magnetic fluid compositions. The ability of these compositions to generate ordered structures can be tested by holding a magnet near a thin film of the compositions and observing the formation

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱：

磁性流體薄膜顯示器、單色光開關與可調波
長濾波器

製造液晶裝置，而這些裝置是取此材料的特性間距為在可見光波長左右的事實之優點。利用有序結構，在可控制及可預測的情況下來繞射、折射和偏極化光波，因此多種的磁光裝置可被建造，這些裝置包括彩色顯示器、單色光開關和可調式波長濾波器。

英文發明摘要 (發明之名稱：

MAGNETIC FLUID THIN FILM DISPLAYS,
MONOCHROMATIC LIGHT SWITCH AND
TUNABLE WAVELENGTH FILTER

of colors in the region near the magnet. Methods for controlling the characteristic spacing of the ordered structures formed by the composition also are disclosed. Relevant parameters include the thickness of the film, the strength and orientation of the externally applied magnetic field, the rate of change of field strength, the volume fraction of the magnetic particles dispersed in the continuous phase, and the temperature of the homogeneous magnetic fluid. The homogeneous magnetic fluid composition is useful for the manufacture of liquid crystal devices. The devices take advantage of the serendipitous fact that the spacings in the material are on the order of the wavelength of visible light. A variety of

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱：)

英文發明摘要 (發明之名稱：

**MAGNETIC FLUID THIN FILM DISPLAYS,
MONOCHROMATIC LIGHT SWITCH AND
TUNABLE WAVELENGTH FILTER (3)**

magnetic-optical devices can be constructed that use the ordered structures to diffract, reflect, and polarize light in a controlled and predictable manner. These devices include color displays, monochromatic light switches, and tunable wavelength filters.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種磁光裝置；包含：

- (a) 一片基本上由被界面活性劑披覆的磁性微粒及其所分散之一連續相態液體所組成的磁性流體成份的薄膜，此處，液體裡的磁性微粒具有產生可以繞射光波的有序結構的能力；
- (b) 產生能誘發有序結構的磁場之形成的機制；和
- (c) 控制有序結構中元素間隔的機制。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，磁性微粒是鐵礦(Fe_3O_4)微粒、界面活性劑是油酸(oleic acid)和液基是煤油(kerosene)。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，有序結構是六角型形陣列。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，此裝置包含一用來改變磁場強度的控制機制。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，此裝置包含一用來改變磁場強度的改變率的控制機制。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，此裝置包含一用來改變磁場方向相對於薄膜平面的控制機制。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，此裝置包含一用來改變磁性流體溫度的控制機制。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，此裝置包含一用來改變磁性流體薄膜厚度的控制機制。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

1. 一種磁光裝置；包含：

- (a) 一片基本上由被界面活性劑披覆的磁性微粒及其所分散之一連續相態液體所組成的磁性流體成份的薄膜，此處，液體裡的磁性微粒具有產生可以繞射光波的有序結構的能力；
- (b) 產生能誘發有序結構的磁場之形成的機制；和
- (c) 控制有序結構中元素間隔的機制。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，磁性微粒是鐵礦(Fe_3O_4)微粒、界面活性劑是油酸(oleic acid)和液基是煤油(kerosene)。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，有序結構是六角型形陣列。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，此裝置包含一用來改變磁場強度的控制機制。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，此裝置包含一用來改變磁場強度的改變率的控制機制。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，此裝置包含一用來改變磁場方向相對於薄膜平面的控制機制。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，此裝置包含一用來改變磁性流體溫度的控制機制。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，此裝置包含一用來改變磁性流體薄膜厚度的控制機制。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

9. 一種單色光繞射開關，包含如申請專利範圍第 1 項所述的裝置和一單色光源，此處，薄膜的透光率由調整有序結構的間隔的機制來控制。
10. 一個圖素元素，包含三個在如申請專利範圍第 9 項所述的單色光開關。此處，第一個開關的單色光顏色為紅色、第二個開關的單色光顏色為綠色，而第三個開關的單色光顏色為藍色。
11. 一個光繞射彩色顯示器，包含一個在如申請專利範圍第 10 項所述的圖素元素的二度空間陣列。
12. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，有序結構是一能對光產生折射的一度空間微粒鏈的週期性陣列。
13. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝置，此處，此裝置包含一用來改變磁性流體中體積比率的控制機制。
14. 如申請專利範圍第 12 項所述的裝置，進一步包括緊鄰薄膜一面的第一片偏極片和緊鄰薄膜另外一面的第二片偏極片，此處，第一片和第二片偏極片的極軸相互垂直，而且磁場方向平行於薄膜平面且與每片偏極片的極軸成 45° 。
15. 如申請專利範圍第 3 項所述的裝置，進一步包括一與薄膜法線成 θ 角度的入射白色平行光束的光源，此處， θ 角度可被選擇以使得透過薄膜且與薄膜法線成 θ' 角度的光基本上是單一顏色的，而且此一透過的光的顏色可經由改變六角形陣列的元素間的距離來改變。

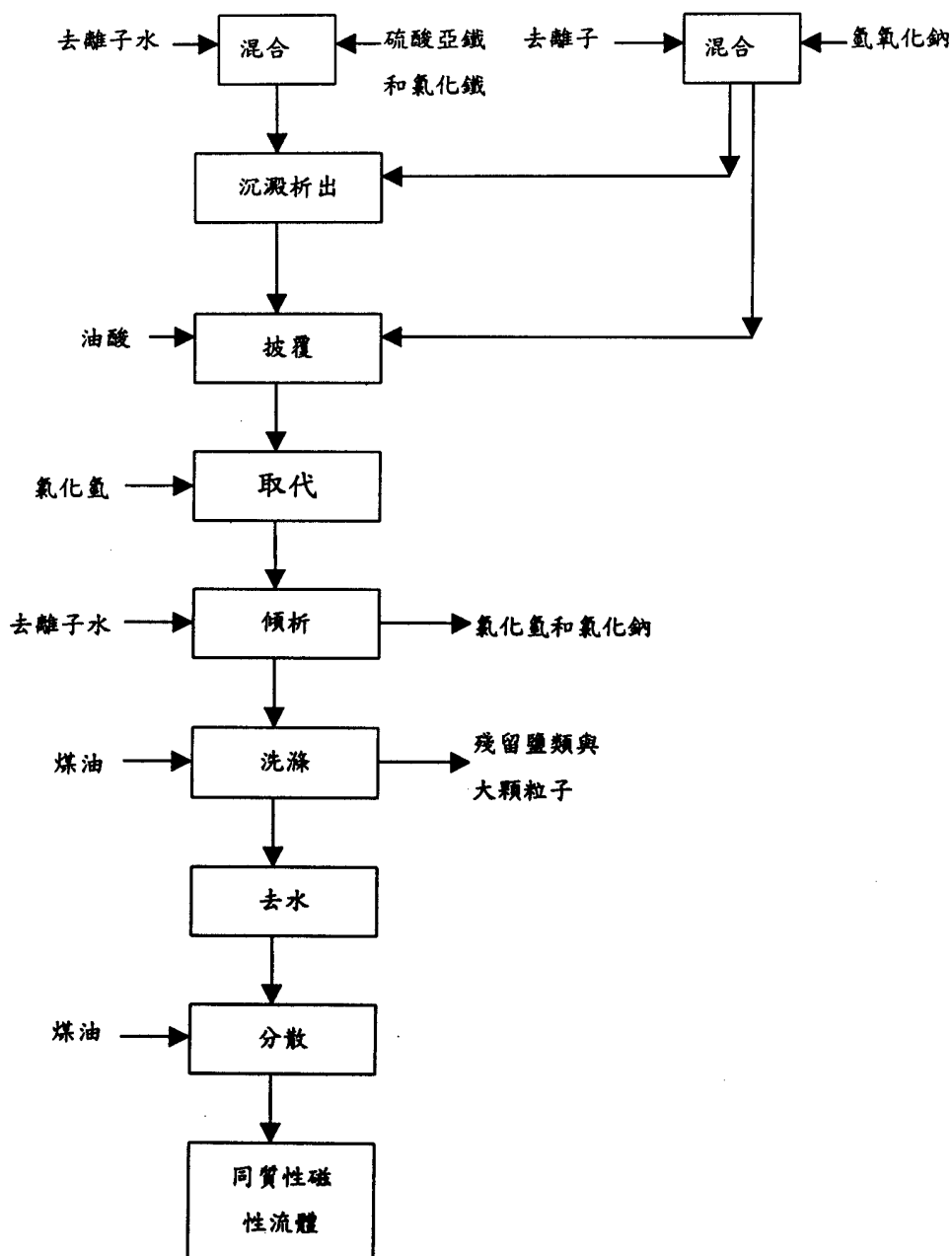
六、申請專利範圍

16. 一種光繞射顏色顯示器，包含多個如申請專利範圍第 15 項所述的裝置，此處，一多色彩的影像可經由個別地控制透過每個如申請專利範圍第 15 項所述的裝置的光的顏色來產生。
17. 如申請專利範圍第 12 項所述的裝置，進一步包括一與薄膜法線成 θ 角度的入射白色平行光束的光源，此處， θ 角度被選擇以使得透過薄膜且與薄膜法線成一 θ' 角度的光基本上是單一顏色的，而且此一透過的光的顏色可經由改變微粒鏈間的距離來改變。
18. 一種光繞射顏色顯示器，包含多個如申請專利範圍第 17 項所述的裝置，此處，一多色彩的影像可經由個別地控制透過每個如申請專利範圍第 17 項所述的裝置的光的顏色來產生。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

圖式



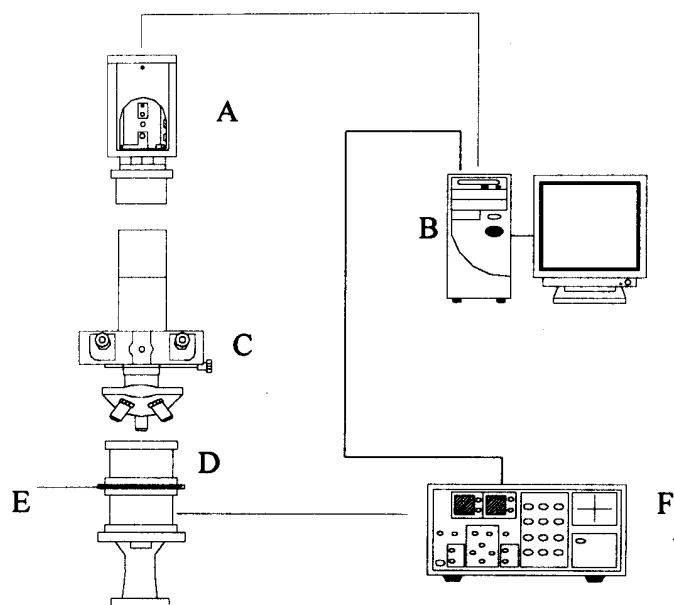
圖一

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

圖式



A: CCD 影像照相機

B: 個人電腦

C: 顯微鏡

D: 均勻螺線管

E: 磁性流體薄膜

F: 電流源

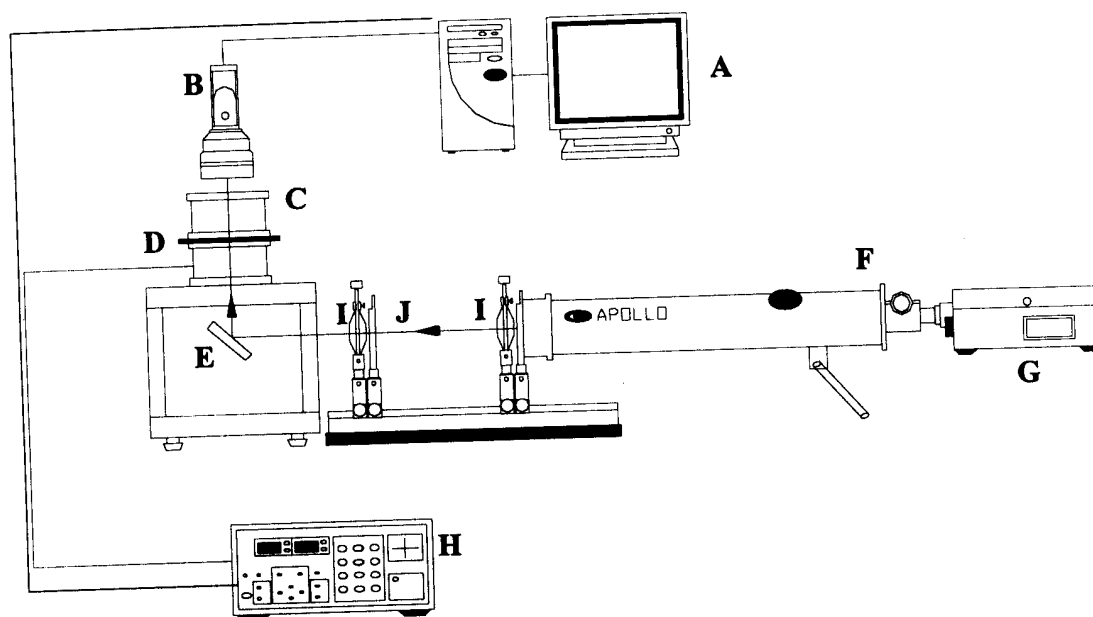
圖 二

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

圖式



- A : 個人電腦
B : CCD 影像照像機
C : 均勻螺線管
D : 磁性流體薄膜
E : 可調入射角式反射鏡

- F : 望遠鏡
G : 白色光源
H : 電流源
I : 光學鏡片
J : 光圈

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

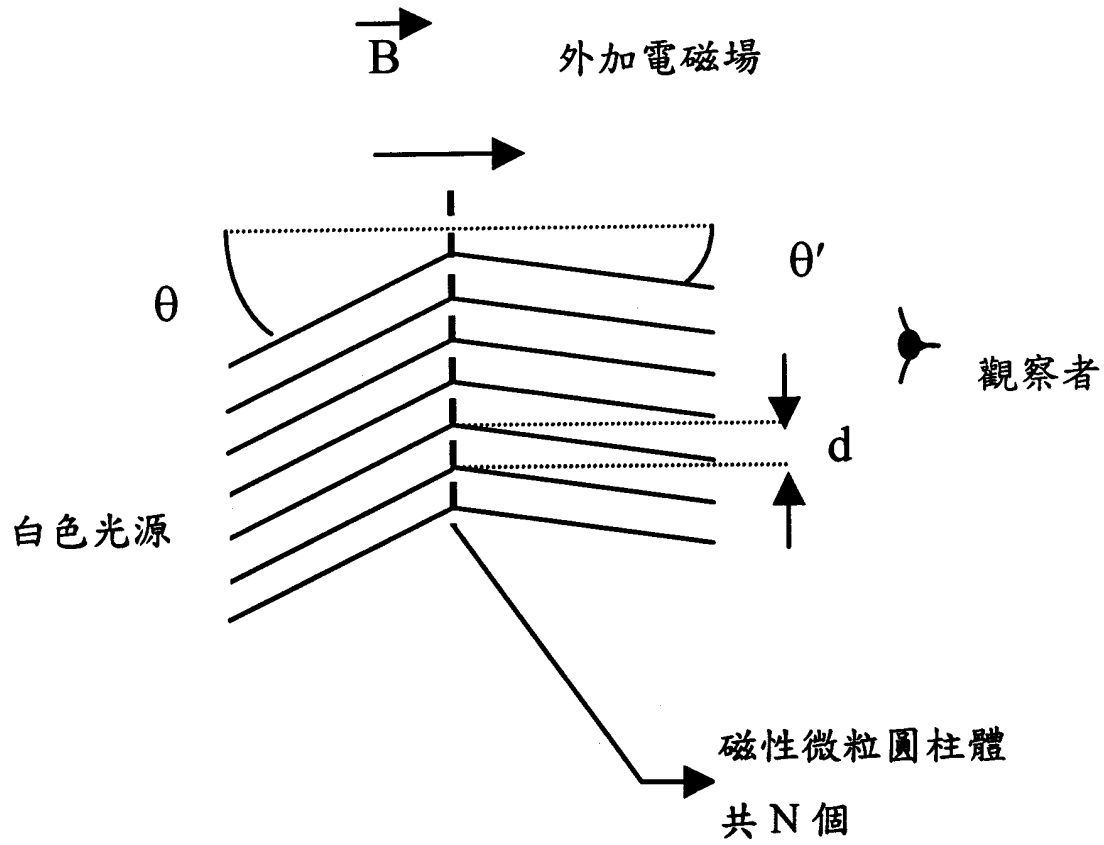
裝

訂

裝

圖十

圖式



(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

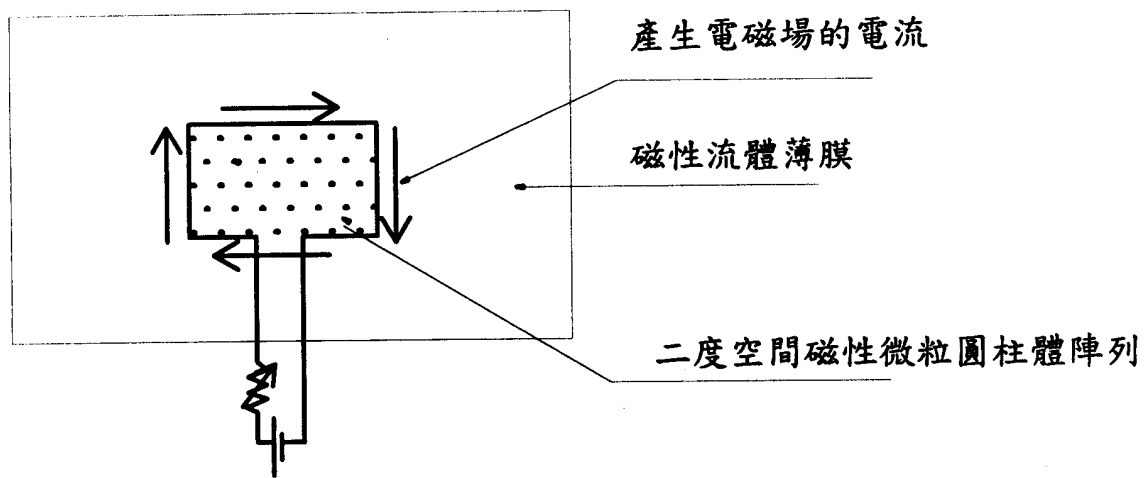
裝

訂

紅

圖 十三

圖式



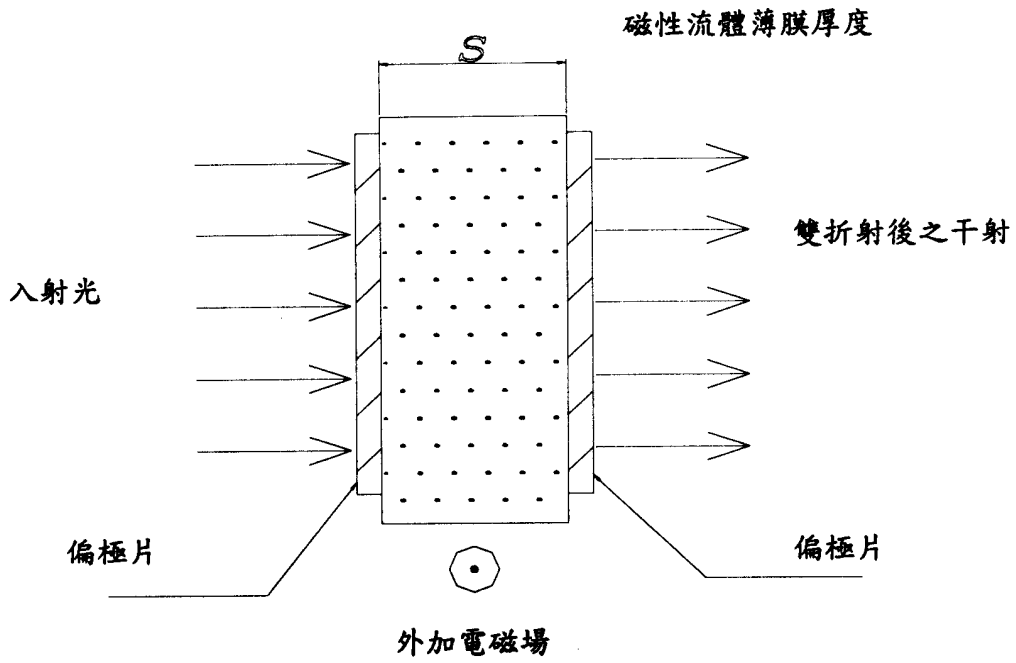
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

圖 十四

圖式



(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

圖 十五