

發明專利說明書

修正
補充
103年7月30日

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97124513

※申請日期：97.6.30

※IPC 分類：G02B 3/14 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電濕潤光學裝置及其形成方法、包括該裝置的光學設備、以及包括該光學設備的移動電話和數碼相機

ELECTROWETTING OPTICAL DEVICE AND PROCESS FOR FORMING AND OPTICAL APPARATUS COMPRISING THE SAME, AND MOBILE TELEPHONE AND DIGITAL CAMERA COMPRISING THE OPTICAL APPARATUS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

帕洛特公司 / PARROT

代表人：(中文/英文)

賽杜克斯 亨利 / SEYDOUX, HENRI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

法國巴黎快伊捷帕斯 174 號 / 174, QUAI DE JEMMAPES, 75010 PARIS, FRANCE

國籍：(中文/英文)

法國 / FRANCE

三、發明人：(共 5 人)

姓名：(中文/英文)

1. 柏吉 布魯諾 / BERGE, BRUNO

2. 勞尼 費德瑞克 / LAUNE, FREDERIC

3. 利葛蘭特 朱利安 / LEGRAND, JULIEN

4. 米拉德 馬修 / MAILLARD, MATHIEU

5. 柏林 葉斯-賽伯斯汀 / BOULIN, YVES-SEBASTIEN

國籍：(中文/英文)

1.-5. 法國 / FRANCE

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為：。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. EPO、 2007/06/29、 07301180.1

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明涉及一種電濕潤光學裝置，其包括：腔室，其具有在液液介面處彼此接觸的第一和第二不溶混液體，第一液體是絕緣液體，第二液體是導電液體；與第二液體接觸的第一電極；通過絕緣層與第一和第二液體絕緣的第二電極，其中第二電極由導電模製聚合物材料形成，該液液介面的曲率可通過在該第一和第二電極之間施加電壓來控制。

六、英文發明摘要：

The invention concerns an electrowetting optical device comprising a chamber (15) comprising first and second immiscible liquids (16, 18) contacting each other at a liquid-liquid interface (19), the first liquid being an insulating liquid and the second liquid being a conducting liquid; a first electrode (20) in the contact with the second liquid; and a second electrode (202) insulated from the first and second liquids by an insulating layer, wherein the second electrode is formed of a conductive molded polymer material, wherein the curvature of said liquid-liquid interface is controllable by application of a voltage between said first and second electrodes.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

12,14…透明視窗	200…可變焦液體透鏡
15…腔室	202…本體
16,18…不溶混液體	204…圓錐形表面
19…液液介面	206…凹陷部分
20…蓋子	208…環形底部
21,23…膠	210…外表面
24…墊圈	212…圓柱形部分
26,27…側壁	214…波浪形部分
	A,B…線
	△…光學軸

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明涉及一種電濕潤裝置，特別涉及一種具有由聚合物材料製成的至少一個電極的電濕潤裝置。

【先前技術】

發明背景

電濕潤裝置、特別是電濕潤透鏡在本領域是已知的，一般包括在第一和第二不溶混液體之間的折射介面，其中該折射介面是通過電濕潤可以移動的。

第1圖表示歐洲專利申請EP 1662276中的第4圖，示出根據習知技術的一個例子的可變焦透鏡10。透鏡10包括具有不同光學指數的兩個透明視窗12和14，這兩個視窗平行設置、彼此面對以及部分界定腔室15，其中腔室15包含兩種不溶混液體16、18。其中這兩種液體相接觸時它們形成半月板形的液液介面19，其可以具有複數個不同的形狀，例如由線A和B所示的例子。不溶混液體16、18具有基本上相等的密度，其中之一優選是絕緣液體，例如包括油和/或油性物質，其中另一種優選是導電液體，包括例如水溶液。

視窗12、14優選是由光學透明材料如玻璃形成的透明板。

包含液體的透鏡10的結構包括蓋子20和本體22，其中透明視窗12通過例如膠21固定到蓋子20上，透明視窗14例如通過膠23固定到本體22上。蓋子20和本體22被墊圈24分

離。蓋子20包括基本為圓柱形的側壁26，而本體22包括基本為圓柱形的側壁27，並且墊圈24設置在側壁26和27之間，以確保透鏡結構的緊密性。

在本例中蓋子20和本體22形成透鏡的電極。蓋子20用於向導電液體提供電壓。本體22用於在接近於液液介面19的邊緣提供電壓。液液介面19的邊緣接觸環形本體的絕緣圓錐形表面。與不溶混液體16、18接觸的本體22的一部分(包括圓錐形表面)是用絕緣層(未示出)塗敷的。液液介面19橫跨環形本體22中的開口，其中光線可以穿過該開口傳播。

由於電濕潤效應，通過在蓋子20和本體22之間施加電壓，可以改變圓錐形表面上的液液介面的邊緣的定位，由此改變不溶混液體16和18之間的折射介面的曲率。例如，該介面可以從虛線A所示的初始凹形變為實線B所示的凸形。通過這種方式，在折射介面A、B的區域中穿過垂直於窗口12、14的透鏡的光線將被聚焦，且或多或少相關於施加於蓋子20和本體22之間的電壓。

本體22由被加工成第1圖所示形狀的金屬形成。例如，如果本體22是環形，則它可以在機器內轉動，並使用刀片切割所需形狀。一般希望使液體透鏡更薄，尤其是對於用在某些工業領域如移動電話工業上。這導致當前申請人設計了具有非常小的高度(低於0.5mm)的本體的透鏡。然而，已經發現對於這樣小的尺寸，對本體的加工是不精確的。這種不精確必然使本體的某些表面所需的容限增加，導致在可用於接觸液體介面的區域減小，進而導致透鏡的聚焦

範圍減小。

【發明內容】

發明概要

本發明的實施例的目的是提供一種至少部分地克服現有技術的一個或複數個缺陷的透鏡。

根據本發明的一個方面，提供一種電濕潤光學裝置，包括：腔室，其具有在液液介面處彼此接觸的第一和第二不溶混液體，第一液體是絕緣液體，第二液體是導電液體；與第二液體接觸的第一電極；通過絕緣層與第一和第二液體絕緣的第二電極，其中第二電極由導電模製聚合物材料形成，該液液介面的曲率可通過在該第一和第二電極之間施加電壓來控制。

根據本發明的另一實施例，第二電極由包括本質導電聚合物的聚合物材料形成。

根據本發明的一個實施例，第二電極由通過引入導電顆粒而導電的聚合物材料形成。

根據本發明的一個實施例，該聚合物材料是熱塑性聚合物，優選是液晶聚合物。

根據本發明的一個實施例，該聚合物材料是熱固性聚合物，優選是環氧樹脂。

根據本發明的一個實施例，該聚合物材料包括碳顆粒。

根據本發明的一個實施例，該聚合物材料包括碳納米管。

根據本發明的一個實施例，該第二電極是被注入模製

的。

根據本發明的一個實施例，第二電極具有在 10^4 到 10^7 歐姆·cm範圍內的導電率，並優選在 10^5 到 5×10^6 歐姆·cm範圍內。

- 5 根據本發明的一個實施例，該電濕潤光學裝置包括在該第二電極上的複數個接觸點，每個接觸點設置成接受用於控制該液液介面的不同部分的獨立電壓。

根據本發明的一個實施例，該第二電極是還包括被模製的非導電聚合物部分的本體部分。

- 10 根據本發明的一個實施例，該電濕潤光學裝置包括由墊圈分離的蓋子和本體，其中該第二電極形成本體的至少一部分。

根據本發明的一個實施例，該電濕潤光學裝置設置成通過施加一個或複數個獨立電壓而提供如下功能中的一個

- 15 或複數個：可變聚焦、可變傾斜、和可變像散。

根據本發明的一個實施例，該第二電極包括設置成接觸該液液介面的邊緣的圓錐形表面。

- 根據本發明的另一方面，提供一種光學設備，包括：
用於捕獲圖像的圖像感測器；設置成在該圖像感測器上形
20 成圖像的透鏡裝置，該透鏡裝置包括上述光學裝置；和驅動電路，其設置成產生施加在該第一和第二電極之間的至少一個電壓。

根據本發明的一個實施例，該光學設備還包括運動檢測器，用於檢測該光學設備的運動，其中該光學裝置設置

成響應由該運動檢測器檢測到的運動而移動在該圖像感測器上形成的圖像。

根據本發明的一個實施例，該驅動電路設置成產生第一頻率的第一振盪電壓和產生不同於第一頻率的第二頻率的第二振盪電壓，其中第一振盪電壓施加於該第一電極和該第二電極的第一觸點之間，第二振盪電壓施加於該第一電極和該第二電極的第二觸點之間。

根據本發明的另一方面，提供一種包括上述光學設備的移動電話。

10 根據本發明的另一方面，提供一種包括上述光學設備的數碼相機。

根據本發明的另一方面，提供一種用於形成上述電濕潤光學裝置的方法，包括通過使用模具來模製該聚合物材料而形成該第二電極的步驟。

15 根據本發明的一個實施例，該模製步驟包括注入模製該第二電極。

圖式簡單說明

本發明的前述和其他目的、特徵、方案和優點將通過下面實施例的詳細說明更清楚明瞭，這些實施例通過參照

20 附圖來說明並且非限制的，其中：

第1圖是根據現有技術的液體透鏡的剖面圖；

第2圖是根據本發明第一實施例的液體透鏡的剖面圖；

第3A圖是根據本發明的另一實施例的液體透鏡的剖面圖；

第3B圖是第3A圖的液體透鏡的平面圖；

第3C圖是根據又一實施例的第3A圖的液體透鏡的平面圖；

第4圖是示意性地表示本發明實施例中的傾斜效應的剖面圖；

第5A圖和第5B圖是表示根據本發明又一實施例的液體透鏡的平面圖；

第6圖是根據本發明實施例的光學設備的示意圖；和

第7圖是根據本發明另一實施例的液體透鏡的剖面圖。

10 【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

第2圖是表示根據本發明的可變焦液體透鏡200的例子
的剖面圖。透鏡200包括與上述透鏡10相同的複數個部件，
如透明窗口12和14、不溶混液體16和18、蓋子20、和墊圈
15 24，下面不再詳細介紹這些部件。然而，在透鏡200中，本
體22已被本體202代替。

本體202由導電聚合物材料模製而成。本體202被模製
成包括圓錐形表面204，其相對於透鏡的光學軸 Δ 是可旋轉
對稱的，並且用於使折射液液介面19居中。圓錐形表面204
20 是相對於光學軸 Δ 傾斜的傾斜表面，從而它形成圓錐體的一
部分，其具有穿過光學軸 Δ 的點。

本體202還包括用於容納視窗14的凹陷部分206、以及
從本體的下側突出的環形底部208，以便於將本體202連接
到電壓電源上。本體202包括基本上圓柱形的外表面210，

該外表面210與墊圈24接觸，從而確保透鏡的緊密性。至少本體202的與不溶混液體16、18接觸的區域用絕緣層(未示出)塗敷。

本體202優選由熱塑性聚合物類型形成，並且優選由具有小於 $0.15\text{g} \cdot \text{mm}/\text{m}^2 \cdot \text{天}$ (按照DIN 53122第二部分來測量)的透濕量(WVT)的熱塑性聚合物形成，從而使得它足夠氣密，其目的是在透鏡的腔室15內包含不溶混液體16、18。更優選地，本體202的WVT係數小於 $0.02\text{g} \cdot \text{mm}/\text{m}^2 \cdot \text{天}$ 。

申請人已經證實了LCP(液晶聚合物)在其WVT係數方面是好的材料，因此本體優選包含LCP，例如Ticona Vectra A725。

申請人已經證實熱固性聚合物(例如環氧樹脂)也可用於形成本體202。它們呈現良好的機械性能，並具有良好的耐化學性和合適的低WVT係數。

本體202的作用之一是形成透鏡的電極，允許將電壓提供給靠近圓錐形表面204的區域。因此，本體202的聚合物材料可以由本質導電聚合物(ICP)製成。術語ICP指的是有機聚合物，該有機聚合物具有(聚)-共軛 π -電子系(例如雙鍵、芳香或芳香雜環或三鍵)。這種聚合物的例子是：聚二乙炔，聚乙炔(PAc)，聚吡咯(PPy)，聚苯胺(PANI)，聚噻吩(PTh)，聚異硫茛(polyisothionaphthalene，PITN)，聚雜芳基乙烯(polyheteroarylenvinylene，PArV)，其中雜芳香基可以是噻吩、呋喃或吡咯，聚對亞苯基(PpP)、聚酞菁(PPhc)等，以及它們的衍生物(例如由被側鏈或基取代的單體形成

的)、它們的共聚物和它們的混合物。有利地,可以使用本質導電聚合物和常規的可加工的熱塑性塑膠的混合物。這種混合物的一個例子被描述在Kulkarni等人的美國專利US 5217649中,在法律允許的範圍引證該專利供參考。該專利

5 介紹了通過混合“摻雜的”聚苯胺和聚氯乙烯、氯化聚乙烯或其他熱塑性聚合物(它們展示高的導電率),從而製造導電聚合混合物。該混合物包括本質導電聚合物、絕緣熱塑性材料和選自衝擊改性劑、無酯增塑劑和酸性表面活性劑中的至少一種添加劑。

10 有些聚合物(如LCP或環氧樹脂)不是本質導電的,但是可以通過向聚合物中混合或注入導電顆粒或纖維而使其導電,從而形成複合導電聚合物,由此形成本體202。通過使用纖維(如碳纖維)、碳納米管或精細金屬線,可以形成機械性能強的複合物,這對於形成經受機械應力的本體是特別

15 有利的,例如蓋子彎折到其上的本體。另一種方案可以是使用金屬塗敷的纖維,例如在玻璃上塗敷銀。

在有些情況下,首選的是使用與聚合物混合的顆粒來提供導電材料,因為這可以提高本體202的密封性。根據一個示例,可以使用具有碳黑添加劑的聚合物,通過不完全

20 燃燒碳氫化合物蒸氣而產生。這種材料包括具有炭黑複合物的聚乙烯。或者,為了更好地控制本體202的導電性,可以使用混合了金屬顆粒(如鎳或銀)的聚合物。再或者,聚合物可以摻雜導電顆粒。一個例子是使用金屬有機電荷轉移鹽,其具有與聚合物基體共同的溶劑。這種材料被稱為網

狀摻雜聚合物。

優選使用注入模製來形成本體202。注入模製允許模具的表面被複製很多次。因此，例如用於製造數千個聚合物本體202的模具可以例如用金屬以高成本加工，從而確保它
5 是非常精確的。此外，優選的是對模具的表面(如形成聚合物本體202的圓錐形表面204的表面，該表面確定透鏡的光學品質)進行拋光，從而改善表面粗糙度。當本體202由熱固性聚合物(如環氧樹脂)形成時，也可以使用其他模製技術(如複製)。

10 蓋子20包括在為視窗12設置的開口和若干個側部之間的上表面上的複數個波浪形部分214。波浪形部分214相對於光學軸是旋轉對稱的，並回應透鏡中的不溶混液體16、18的膨脹或收縮，從而使得在垂直於光學軸 Δ 的方向上能夠稍微地移動視窗12。

15 設置電絕緣層(第2圖中未示出)覆蓋至少暴露於不溶混液體16、18的本體202的部分。有利地，這可以由氟化聚對二甲苯基，例如聚對二甲苯基C、聚對二甲苯基N、聚對二甲苯基D、聚對二甲苯基AF-4、聚對二甲苯基F(市場上作為聚對二甲苯基HT或聚對二甲苯基Dix F銷售)、聚對二甲苯
20 基VT-4或其他種類的氟化聚對二甲苯基。優選地，使用聚對二甲苯基C或聚對二甲苯基F。或者，它可以是若干個上述聚對二甲苯基類型聚合物的堆疊物，如聚對二甲苯基C與聚對二甲苯基D或聚對二甲苯基AF-4或聚對二甲苯基F或聚對二甲苯基VT-4，或者隨著透鏡的特殊不溶混液體

16、18的變化來選擇不同的聚對二甲苯基的替代組合物。
絕緣層例如具有在50nm和100微米之間的厚度，典型值為在
1和10微米之間，這取決於透鏡的特性，例如將施加的電壓
等。塗層可以通過化學汽相澱積來施加，例如汽相澱積聚
5 合，形成均勻的層。由聚對二甲苯基形成的材料展示良好
的絕緣性，並有利地具有液體的低吸收性，給本體202提供
保護塗層，並且還具有相對高的熱膨脹係數，導致在本體
202的溫度變化時塗層具有良好的絕緣可靠性。特別是，假
設聚對二甲苯基是塑膠(具有高CTE)，當系統處於熱應力之
10 下時，允許介質跟隨襯底的熱膨脹，這意味著可靠的絕緣
層。替換的塗層可包括薄的電絕緣無機層，例如厚度在50nm
和1000nm之間，並具有例如形成在其上的厚度在幾納米和
100納米之間的疏水性層。

在有些實施例中，向本體202施加單個電壓，本體202
15 是足夠導電的，電壓相對均勻地分散到本體202的所有區
域，特別是靠近圓錐形表面204。或者，可以提供電阻性本
體202，如下面要介紹的。

第3A圖是透鏡200的剖面圖，用於描述向本體202施加
複數個電壓的例子。這允許控制液液介面19以提供傾斜或
20 像散。

在本例子中，本體202是由部分導電的材料形成的，例
如具有在 10^4 到 10^7 歐姆·釐米範圍內的均勻導電率，以及優
選導電率在 10^5 到 5×10^6 歐姆·釐米範圍內。結果是，當複數
個不同電壓施加於本體202周圍的不同點時，可以一定程度

上獨立地控制在透鏡周圍的不同區域上的液液介面19的邊緣的移位。

第3A圖表示在點300處、在本體202的環形底部208的一側上施加電壓V1，同時在點302處、向環形底部208的相對側施加第二電壓V2的例子。這些電壓例如每個都是在0V到120V RMS的範圍內的AC電壓。這些電壓例如可以是通過導線抽頭施加的，例如該導線抽頭是在一個點上粘接到本體202上的，或者該連接可以通過中間導體而散佈在較大面積上，例如被粘接，通過汽相澱積工藝而被澱積，或通過加力被推壓在本體上。在一個實施例中，每個電觸點可以散佈為靠近液體介面的附近的薄層，優選具有以從圓錐形表面204的頂部邊緣和底部邊緣的相對均勻的距離最靠近圓錐形表面204的邊緣，從而提供從圓錐形表面的頂部到底部的相對均勻的電場。

顯然，本體202可以設置成旋轉對稱，並且可以構成與該本體的若干個連接，用於只在透鏡位於固定器中時提供不同電壓。或者，可以從環形底部208延伸形成複數個接觸凸起，其中將構成若干個觸點，例如這是可能的，因為電極是模製而成而不是加工而成的。

施加的電壓V1、V2在本體202中產生位梯度，該位梯度取決於本體202的導電率。因此，在靠近圓錐形表面204的給定位置上的本體202中的有效電壓將取決於電壓V1或V2的幅度，以及從給定位置到點300、302的距離。基於用於連接到地的RC電路的如下Millman等式，可以近似施加於

位置308和310的有效電壓(V_c)，其通過電濕潤提供液液介面19的邊緣的移動並因此提供圓柱形表面212和圓錐形表面204之間的接觸角的變化：

$$V_c = V / \sqrt{(1 + R_s^2 \omega^2 C_s^2)} = V / \sqrt{(1 + d^2 \sigma^2 \omega^2 C_s^2)}$$

5 其中V是施加於電極300或302和蓋子20之間的電壓V1或V2，d是從電極300或302到介面接觸部分204的距離， ω 等於 $2\pi f$ ，其中f是電壓V的頻率， C_s 是覆蓋圓錐形表面204的絕緣層的每單位面積上的電容， R_s 是電極300或302和圓錐形表面204之間的每單位面積上的電阻， σ 是本體202的材
10 料的電阻率。而有效電壓 V_c 是本體202的電接觸位置和三維形狀的複合函數，它可以通過考慮距離d和導電聚合物本體202的電阻率 σ 來進行近似。對於這個公式，可以展示聚合物本體202的電阻率越高，電壓 V_c 相對於從電極300或302的距離d下降得越快。

15 如箭頭304和306所示，離施加電壓V2的點302的距離相對靠近本體202中的位置308(其中位置308靠近透鏡的相同側上的圓錐形表面204)，但是相對遠離本體202中的位置310，其中位置310靠近透鏡的另一側上的圓錐形表面204。儘管第3A圖中未示出，但是由箭頭306所示的路徑事實上包
20 括在透鏡的每側的環形底部208周圍穿過的兩個分支。優選設置電極300、302和優選選擇本體202的電阻率 σ ，使得施加於電極302的電壓V2的大部分位於位置308上的液液介面19的邊緣312上，而電壓V1的相對小部分位於在位置310上的液液介面19的邊緣上。因此電壓V2對靠近位置308的液液

介面19比對靠近位置310的液液介面19具有更大的影響，而對於電壓V1則是相反的效果。

當複數個電壓施加於本體202時，電流將流過本體。該電流與本體202的電阻率成反比，如歐姆定律 $I=\Delta V/R$ 所述。由於這個原因，增加電阻率導致電流減小，並因此導致裝置的功耗減小。另一方面，如果電阻率太大，則本體中的電壓衰減可能太大，導致本體202中的隔離電位，這可以導致液液介面19的變形。因此，優選是在實現透鏡的低功耗和本體202中的相對均勻的位梯度之間達到平衡。

第3B圖是表示透鏡200的下側的平面圖，並且表示可以施加電壓V1和V2的點300、302的定位的例子。在本例中，這些點是在位於透鏡兩側與光學軸 Δ 相一致的精確相對點上。如果V2是比V1高的電壓，則電流將如虛線所示位置308和310所示那樣從電壓源V2穿過本體202，並從電壓源V2流到電壓源V1。虛線312表示相對於環形底部208的液體介面的邊緣的定位。如圖所示，電壓V2將對最靠近電壓源V2的區域314中的液液介面19具有更大的影響，而電壓V1將對最靠近電壓源V1的區域316中的液液介面19具有更大的影響。通過這種方式，通過施加不同的電壓V1和V2，可以在透鏡的不同側上不同地控制液-液介面。

第3C圖是對應透鏡200的下側的類似於第3B圖的平面圖，並表示透鏡200的另一實施例。在本例中，本體202的環形底部208還包括兩個凹陷區域320，當集成在光學系統(例如照相機模組)中時，它們起著按鍵的作用以提供透鏡

200的精確定位。凹陷區域320還允許在本體202上準確地定位電觸點300和302。這使得透鏡200可以得到更可再生的性能，例如，在本體202的導電率由於其製造原因而不完全均勻的情況下。這種情況在使用例如單個門對導電聚合物本體進行注入模製時可能發生，因為注入模製具有不良的徑向對稱性。

第4圖是示意性地表示液體透鏡200的部分的剖面圖，並表示如何通過施加不同電壓V1和V2來實現傾斜。覆蓋本體部分202的絕緣層表示為402。在本例中，示出了施加於本體202的左手側的電壓V1高於施加於本體的右手側的電壓V2。如圖所示，由於電濕潤效應，提供給左手側的較高電壓導致透鏡的左手側上的液液介面19的邊緣404的位移比右手側上的邊緣404的位移更大。這導致液液介面19傾斜，使得液液介面19的法線光學軸 Δ 延伸穿過透鏡的中心軸，垂直於視窗12、14，傾斜的折射介面的新光學軸 Δ' 相對於法線光學軸 Δ 傾斜角度 α 。

角度 α 例如通過V1和V2之間的差而可控制在0-30°範圍內。對於透鏡的給定橫截面的角度 α 可以大致確定為液液介面19的邊緣404與透鏡的每側上的圓錐形表面204之間的接觸角的差值的一半。假設在電壓V1的區域中的邊緣和表面204之間的接觸角為 β 、和在電壓V2的區域中的邊緣和表面204之間的接觸角為 γ ，則角度 α 可以確定為大致等於 $(\beta - \gamma)/2$ 。這表示折射介面的幾何傾斜。有效的光學傾斜可以大致確定為：

$$\text{光學傾斜} = \text{幾何傾斜} \cdot \Delta n$$

其中 Δn 是絕緣液體 16 的折射率減去導電液體的折射率。

根據一些實施例，傾斜角與透鏡的功率(換言之是折射
5 表面的曲率的範圍)是同時可控制的。透鏡的功率是在電壓 V1 和 V2 的平均值的基礎上確定的，其中根據電壓 V1 和 V2 之間的差值確定傾斜。

本發明人已經發現，電壓 V1 和 V2 的頻率 f 還對表面 204
上的有效電壓有影響。具體來說，頻率 f 越高，有效電壓在
10 電阻性本體中隨著離電壓源 V1 和 V2 的距離下降得越快。在
上述的操作例子中，V1 和 V2 例如都具有大約 1kHz 的頻率。
然而，在替換實施例中，電壓之一的頻率例如大約為
20kHz，因此減小了施加於這個電極的電壓的效果。這使得
通過施加第一頻率的 V1 和第二頻率的 V2 能夠獨立控制功
15 率和傾斜。在這裏所述的實施例中，施加於本體電極和蓋
子電極之間的電壓優選具有在 500Hz 到 200kHz 範圍內的頻
率。例如，可使用低頻的電壓來控制功率，同時可使用高
頻的第二電壓來控制傾斜。

第 5A 圖和第 5B 圖是另一實施例的下側示意圖，該另一
20 實施例與第 3B 圖和第 3C 圖的實施例相似，除了現在有四個
獨立電壓施加於本體 202 的環形底部 208 之外。電壓 V1、
V2、V3 和 V4 以大約 90 度的分離角、以均勻間隔施加於環形
底部的圓周周圍。通過提供四個接觸點和四個獨立電壓，
可以用更複雜的方式控制折射介面。特別是，通過在兩個

相鄰點施加較高電壓，可以使該介面傾斜，而通過在相對側施加較高電壓，可以提供像散。再有，可以改變電壓的頻率以改變它們的效果。

應該明白，設置複數個電極以便給光學介面提供可變
5 傾斜或像散的設想可以延伸到與本體的任何數量的接觸點。增加接觸點的數量使得能夠更複雜地控制液體介面。

第6圖是包括根據本發明實施例的光學裝置的光學設備600的示意圖，該光學設備例如用於小型數碼相機、移動電話、或其他電子裝置中。光學設備600包括具有透鏡裝置
10 603的照相機模組和根據這裏所述實施例之一的光學裝置604。光學裝置604具有至少兩個獨立的觸點606和607，用於將電壓連接到透鏡的本體(未示出)，儘管可以設置任何數量的觸點。提供至少一個另外電極608用於與透鏡中的導電液體接觸。透鏡裝置603包括複數個固定透鏡。

15 驅動電路616被設置成連接到觸點606、607和電極608。驅動電路616產生到每個電極的振盪電壓信號。

驅動電路616例如包括一個或複數個頻率振盪器，用於產生一個或複數個指定頻率的信號。然後在被提供在觸點606和/或607和電極608之間之前，這些信號可以被放大。

20 根據一些實施例，施加在電極608和本體電極觸點606、607之間的電壓具有不同的電壓電平或RMS值。這一功能例如可通過在電壓信號和電極上的每個觸點之間設置串聯的可變電阻器來實現，從而可以獨立地改變峰間電壓電平。

在可替換方式中，可以同時向這些電極施加具有相同峰間電壓值、相同週期和相同RMS電壓的相同電壓信號，但是可以在向觸點606、607的每一個施加的信號添加可變延遲。通過這種方式，RMS電壓可以在0V和最大值之間任意改變，其中當施加於電極608和觸點606、607之一的信號是精確同相時為0V，當電壓信號的相位精確地相差180度時為最大值。

作為另一個替換方式，通過改變這些信號的每個的占空比，同時向電極608提供0V或具有恒定占空比的信號，可以改變施加於觸點606、607之每一個的信號的RMS電壓。

在另一實施例中，進而向觸點606、607之每一個輸送AC電壓信號。對於每個觸點，改變施加該電壓信號的持續時間，以便施加所需電壓。觸點606、607不連接到AC電壓信號的時間週期優選比液液介面的回應時間短，以便不會出現不希望的介面移動。作為可替換的方式，例如通過只施加參考振盪信號的選擇脈衝，可以增加或減小信號頻率，導致變化的RMS電壓輸出。

照相機模組還包括圖像感測器612，其捕獲由光學裝置604和固定透鏡603接收的光線形成的圖像。

在光學設備600中設置處理單元614，其例如是移動電話的圖像信號處理器或基帶處理器。處理單元614執行用於控制驅動電路616的演算法，並且還控制圖像感測器612來捕獲圖像。處理單元614從圖像感測器612接收捕獲的圖像，並將圖像儲存在記憶體618中和/或將圖像顯示在顯示

器 620 上。

電源單元 624 向驅動電路 616、圖像感測器 612 和處理單元 614 提供電源電壓。

在有些實施例中，光學裝置 604 是能夠進行可變傾斜的透鏡，並且這種功能可用於補償在捕獲圖像時光學設備 600 的任何移動，這種移動可能導致模糊不清。為了檢測設備的任何移動，在有些實施例中設置運動感測器 626，其連接到處理單元 614，或直接連接到驅動電路 616。運動感測器 626 檢測任何運動並產生輸出信號，以在響應中控制光學裝置 604 的折射介面的傾斜程度。運動感測器 626 可包括用於檢測設備運動的任何合適的裝置，例如微型機電系統(MEM)加速計。或者，通過檢測圖像感測器檢測到的圖像的移動，可以檢測運動。

光學裝置 604 由於定位特徵(未示出)而在照相機模組中取向，如在光學裝置本體的環形底部上形成的按鍵，例如在第 3C 圖中所示。這些特徵允許電觸點總是相對於運動感測器按照相同方式定位。優選的是設置校準環，從而在攝取圖像之前校正傾斜。特別是，當預覽圖像時，以及在攝取最終圖像之前，例如使用運動感測器 626 可以檢測到運動，並響應於該運動的因素可以使圖像傾斜，可以使用來自圖像感測器的圖像來確定是否基於該運動施加了正確的傾斜。特別是，如果提供太多或太少的傾斜，可使用該資訊來重新校準為指定運動施加的傾斜，用於將來的運動。可以重複幾次校準，以便當攝取圖像時校準運動檢測。

第7圖是根據本發明的電濕潤光學裝置的另一實施例的剖面圖，該電濕潤光學裝置也可以集成在參照第6圖所述的光學設備中。第7圖的實施例類似於第3A圖的實施例，除了本體202現在是由兩個部件720和721形成。本體202的部件721由導電模製聚合物材料形成，例如前述那些聚合物之一，並且起著第二電極的作用。部件720由非導電聚合物形成，如非帶電熱塑性聚合物(如LCP)或非帶電熱固性聚合物(如環氧樹脂)。部件721是環形的，並對應接觸液液介面的本體的上圓錐部分。部件720和721被模製，優選是注入模製，並且例如被膠合以形成單體件202。可以在部件721上開槽，以便牢固地固定到部件720上。第7圖表示其中通過兩個電觸點700和702施加兩個不同電壓V1和V2的例子。這些觸點例如是從環形底部208的基部到導電部件721的下側部分、分佈在本體的下側上的薄金屬層，或者是其他導電材料層。

本實施例的一個優點是提供非常接近於圓錐形表面的施加電壓V1和V2，從而使有效電壓與施加電壓相同。這使得可以減少穿過導電本體可能出現的電損失，並由此可以減少透鏡的功耗，從而更好地控制液液介面變形。

因此以上已經介紹了電濕潤光學裝置，其中形成該裝置的一個電極的本體是由導電模製聚合物材料形成。本體例如具有小於0.5mm的高度。

有利的是，通過模製本體或者本體的部件，可以提高表面的精確度，特別是，可以提高容納液液介面19的圓錐

形表面(第2圖中的204和第7圖中的704)的精確度。作為一個例子，已經發現第1圖的機械加工的本體22在圓錐形表面的高度上具有大致 $\pm 0.04\text{mm}$ 的典型容差、和在圓錐形表面的直徑上具有大致 $\pm 0.02\text{mm}$ 的典型容差，導致 ± 4 到6屈光度的在0V的液液介面19的聚焦可能誤差。相反，已經發現注入模製的本體202可以僅具有大約 $\pm 0.008\text{mm}$ 的圓錐形表面的高度和直徑的容差，提供在0V的只有 ± 1 到2mm屈光度的可能誤差。

已經發現，當與用塑膠模製的情況相比時，用金屬模製這種本體是相對昂貴的，並且還導致不良的品質和精確度。然而，通過用聚合物材料模製本體，可以實現更高的精確度和更低的成本。

對於本領域技術人員來說應該理解，模製件可區別於機械加工部件。例如，從在模具的兩半之間的連接點上留在模製件中的特徵，或者在注入模製件的情況下，在注入聚合物材料的地方留下的特徵中，都可以清楚地看出。

本體的圓錐形表面的改善精確度的優點在於：當電極上沒有施加電壓時透鏡的聚焦更精確了，這意味著透鏡是可用的，例如聚焦在無窮遠處，甚至在驅動電路斷開或出現故障時。

有利的是，通過提供導電聚合物本體，可以實現與液體介面接觸的平滑接觸表面，減少了透鏡的滯後現象和波前誤差。導電聚合物具有優於可選方案(如在聚合物上提供金屬塗層)的優點。這種金屬塗層可導致圓錐形表面的不良

的表面品質，因為一般需要聚合物材料的相對粗糙的表面以允許將金屬塗敷在其上。

5 聚合物本體202的另一優點是比金屬本體輕，這在很多應用中都是希望的，特別是小型移動裝置，如移動電話和數碼相機。

有利的是，通過由聚合物形成本體202，裝置的抗機械振動的性能更高。

有利的是，通過模製本體，不僅是以提高的精度形成圓錐形表面，而且還更精確地形成了圓錐形表面204和視窗
10 14之間的第2圖中所示的圓柱形表面212，特別是，具有精確的高度。這在液體透鏡中是非常重要的，因為在將確定量的絕緣液體插入透鏡中時，圓柱形表面212的高度確定了液液介面19將到達圓錐形表面204上的水準，並由此確定介面的定位和形狀。

15 此外，當要製成非常薄的透鏡時，例如具有0.5mm或更小的本體，如果使用合適成本的加工工藝，則可以在尺寸上大大限制液液介面19的邊緣接觸的圓錐形表面。這是由於當加工時對於本體的表面所必須允許的誤差容限，例如這意味著，表面(如第2圖中的圓柱形表面212)必須具有至
20 少最小高度，以便能通過機械加工而形成。如果本體非常薄，則這種最小高度可以是本體的整個高度的大百分比，由此減小圓錐形表面的高度，並因此減小了液液介面19的可能運動的範圍和透鏡的可變性。相反，當使用模製時，減少了誤差容限，並且如圓柱形表面212等部分可以做得小

得多，允許圓錐形表面204的高度更大。

有利的是，當通過模製形成本體202或本體721的一部分時，模製之後不需要本體的拋光步驟，尤其是在使用超精確加工工具和合適的技術，例如金剛石車削技術，用於
5 低粗糙度模製時。另一方面，如果通過機械加工形成金屬本體，經常需要拋光步驟以除去不希望的殘餘物。這導致在本體的某些角部上的倒圓，換言之尖銳邊緣的彎曲，如在圓錐形表面的頂部邊緣和底部邊緣，這減小了透鏡的準確聚焦範圍。由此模製本體可提高透鏡的聚焦範圍。

10 前面已經介紹了本發明的至少一種所示實施例，對於本領域技術人員來說很容易實現各種替換例、修改例和改進例。

例如，前面已經介紹了具有2個和4個觸點接觸本體電極，以用於提供不同電壓，但是可以提供任何數量的觸點，
15 這取決於液體介面的所需控制。這些觸點優選按照離圓錐形表面204相等的距離、均勻地散佈在本體周圍。

此外，已經介紹了圓錐形表面204用於提供液液介面19的邊緣的支撐和對中裝置，在替換實施例中，可以提供不同形狀的表面。

20 圖中示出了平面視窗12、14，這些視窗也可以用位於透鏡的光學軸△中心上的固定透鏡代替，並且可用膠或者其他手段如通過熱焊接，將它們固定到蓋子20和本體22上。此外，每個視窗可用面對透鏡裏面的平面鏡型表面代替，使得透鏡用作具有可變光學特性的平面鏡。

根據這裏所述的實施例的電濕潤裝置可組合在任何光學系統中，例如組合在照相機、移動電話、眼科工具、內視鏡、條碼讀取器、雙眼望遠鏡等中。

【圖式簡單說明】

- 5 第1圖是根據現有技術的液體透鏡的剖面圖；
- 第2圖是根據本發明第一實施例的液體透鏡的剖面圖；
- 第3A圖是根據本發明的另一實施例的液體透鏡的剖面圖；
- 第3B圖是第3A圖的液體透鏡的平面圖；
- 10 第3C圖是根據又一實施例的第3A圖的液體透鏡的平面圖；
- 第4圖是示意性地表示本發明實施例中的傾斜效應的剖面圖；
- 第5A圖和第5B圖是表示根據本發明又一實施例的液
- 15 體透鏡的平面圖；
- 第6圖是根據本發明實施例的光學設備的示意圖；和
- 第7圖是根據本發明另一實施例的液體透鏡的剖面圖。

【主要元件符號說明】

- | | |
|------------|---------|
| 10…可變焦透鏡 | 19…液液介面 |
| 12,14…透明視窗 | 20…蓋子 |
| 15…腔室 | 21,23…膠 |
| 16…第一不溶混液體 | 22…環形本體 |
| 18…第二不溶混液體 | 24…墊圈 |

26,27…側壁	608…電極
200…可變焦液體透鏡	612…圖像感測器
202…本體	614…處理單元
204,704…圓錐形表面	616…驅動電路
206…凹陷部分	618…記憶體
208…環形底部	620…顯示器
210…外表面	624…電源單元
212…圓柱形部分	626…運動感測器
214…波浪形部分	700,702…電觸點
300,302…點	720…非導電聚合物部分
304,306…箭頭	721…部分
308,310…區域	A,B…線
308,310…虛線	RC…電路
310…位置	V1、V2、V3、V4…電壓
320…凹陷區域	Vc…有效電壓
402…絕緣層	f…頻率
404…邊緣	Rs…電阻
600…光學設備	RMS…電壓
603…透鏡裝置	AC…電壓信號
604…光學裝置	MEM…微型機電系統
606,607…電極觸點	LCP…帶電熱塑性聚合物

ICP…本質導電聚合物

d…距離

 σ …電阻率 α …角度 Δn …折射率 β …接觸角 Δ …光學軸 γ …接觸角 Δ' …新光學軸

十、申請專利範圍：

1. 一種電濕潤光學裝置，包括：

腔室，其具有在液液介面處彼此接觸的第一不溶混液體和第二不溶混液體，該第一液體是絕緣液體，該第二液體是包括水溶液的導電液體；

第一電極，其與該第二液體接觸；以及

第二電極，其通過絕緣層與該第一不溶混液體和第二不溶混液體電絕緣，該第二電極包括與該液液介面的邊緣接觸的表面；其中，該液液介面的曲率可通過在該第一和第二電極之間施加電壓來控制；

其中，該第二電極由導電模製聚合物材料形成，該導電模製聚合物材料是液晶聚合物，其具有小於 $0.15\text{g}\cdot\text{mm}/\text{m}^2\cdot\text{天}$ 的透濕量。

2. 如申請專利範圍第1項所述之電濕潤光學裝置，其中，該導電模製聚合物材料由通過引入導電顆粒而導電的聚合物材料形成。

3. 如申請專利範圍第2項所述之電濕潤光學裝置，其中，該聚合物材料包括碳顆粒。

4. 如申請專利範圍第3項所述之電濕潤光學裝置，其中，該導電模製聚合物材料包括碳納米管。

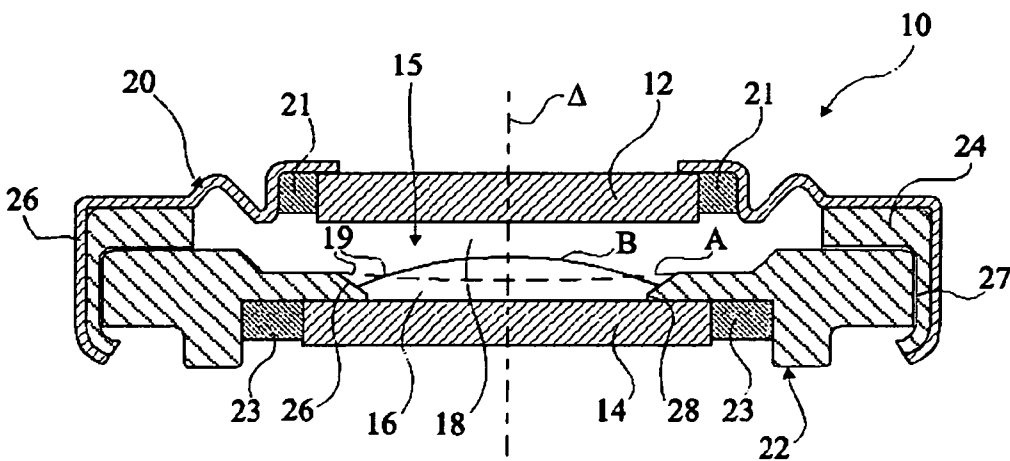
5. 如申請專利範圍第1項所述之電濕潤光學裝置，其中，該第二電極是被注入模製的。

6. 如申請專利範圍第1項所述之電濕潤光學裝置，其中，該第二電極具有的導電率在 10^4 到 10^7 歐姆·cm 範圍內。

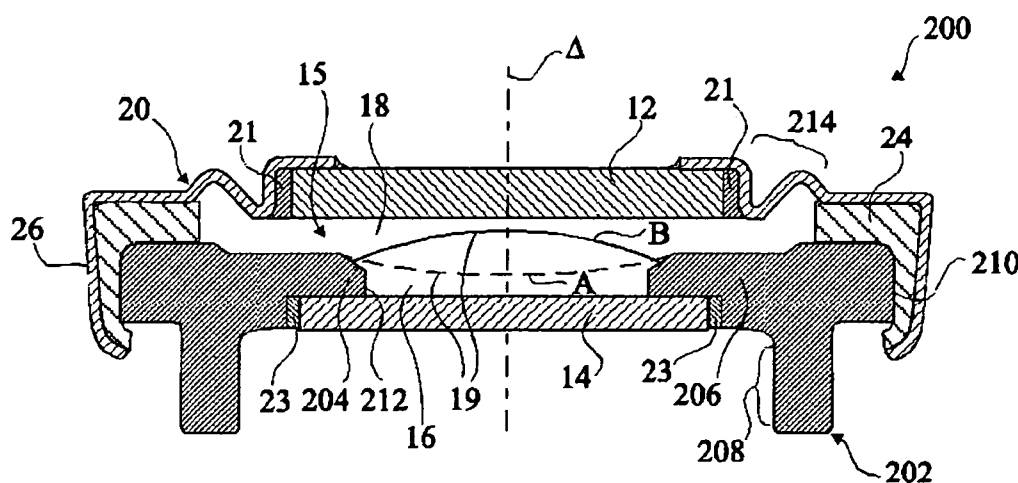
7. 如申請專利範圍第1項所述之電濕潤光學裝置，在該第二電極上包括複數個觸點，每個觸點設置成接收獨立電壓，以便控制該液液介面的不同部分。
8. 如申請專利範圍第1項所述之電濕潤光學裝置，其中，
5 該第二電極是還包括被模製的非導電聚合物部件的本體的部件。
9. 如申請專利範圍第1項所述之電濕潤光學裝置，還包括由墊圈分離的蓋子和本體，其中，該第二電極至少形成本體的一部分。
10. 如申請專利範圍第1項所述之電濕潤光學裝置，其被設置成通過施加一個或複數個獨立電壓而提供以下功能中的一個或複數個：
可變聚焦；
可變傾斜；和
15 可變像散。
11. 如申請專利範圍第1項所述之電濕潤光學裝置，其中，該第二電極包括設置成接觸該液液介面的邊緣的圓錐形表面。
12. 一種光學設備，包括
20 圖像感測器，用於捕獲圖像；
透鏡裝置，設置成在該圖像感測器上形成圖像，該透鏡裝置包括如申請專利範圍第1項的光學裝置；和
驅動電路，其設置成產生施加在該第一電極和該第二電極之間的至少一個電壓。

13. 如申請專利範圍第12項所述之光學設備，還包括運動檢測器，用於檢測該光學設備的運動，其中，該光學裝置被設置成響應由該運動檢測器檢測到的運動而移動在該圖像感測器上形成的圖像。
- 5 14. 如申請專利範圍第12或13項所述之光學設備，其中，該驅動電路被設置成產生第一頻率的第一振盪電壓，和產生不同於該第一頻率的第二頻率的第二振盪電壓，其中，該第一振盪電壓將施加於該第一電極和該第二電極的第一觸點之間，該第二振盪電壓將施加於該第一電極和
- 10 該第二電極的第二觸點之間。
15. 一種移動電話，其包括如申請專利範圍第12項所述之光學設備。
16. 一種數碼相機，其包括如申請專利範圍第12項所述之光學設備。
- 15 17. 一種用於形成如申請專利範圍第1項所述之電濕潤光學裝置的方法，包括以下步驟：
- 通過使用模具來模製聚合物材料而形成第二電極。
18. 如申請專利範圍第17項所述之方法，其中，該模製步驟包括注入模製該第二電極。

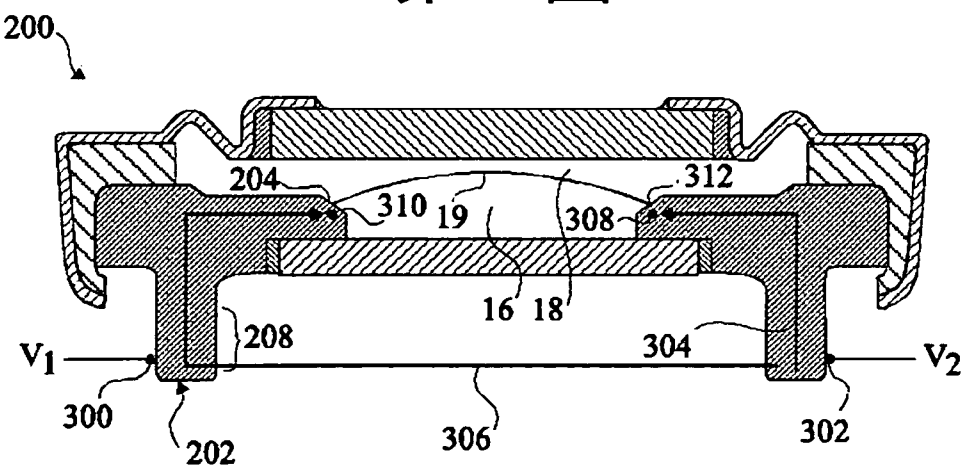
1/4



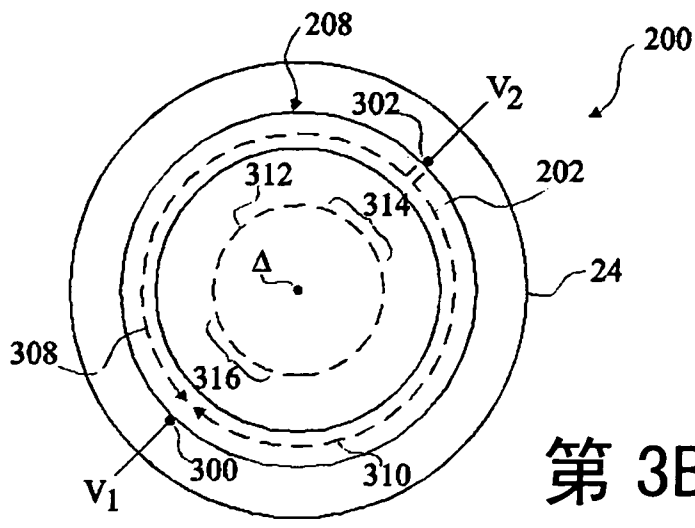
第 1 圖



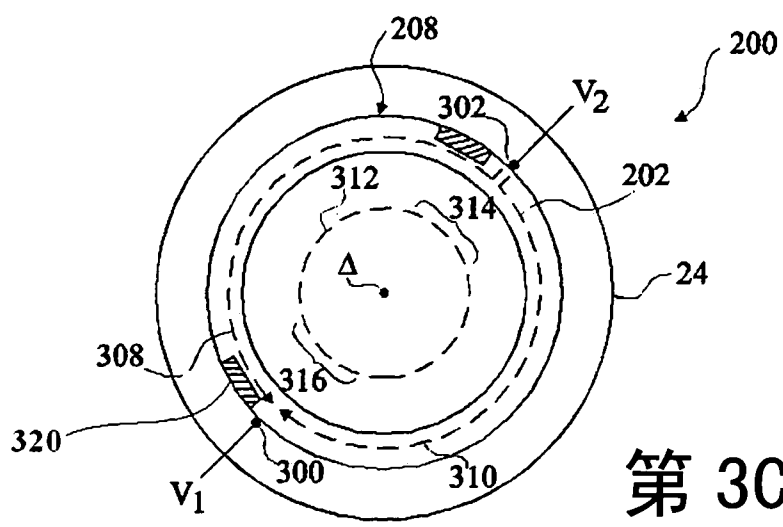
第 2 圖



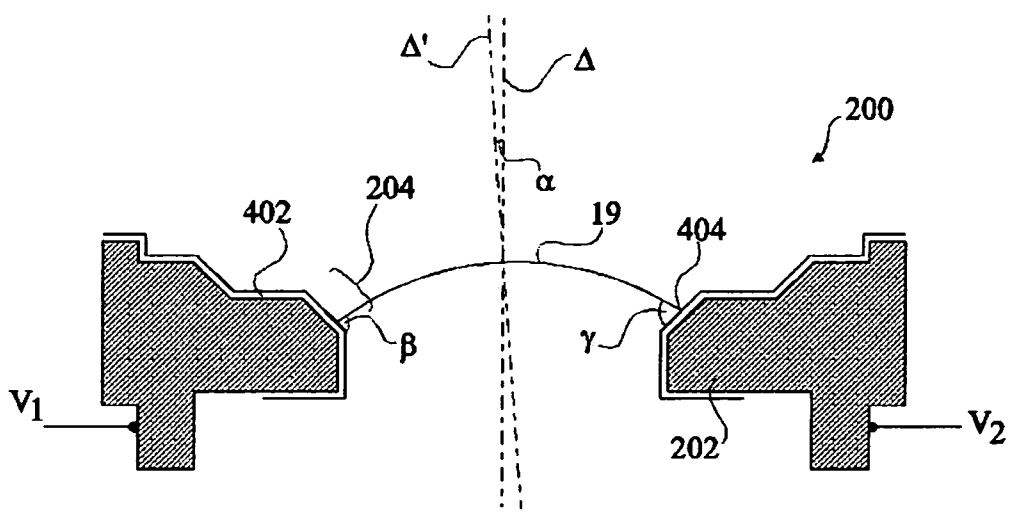
第 3A 圖



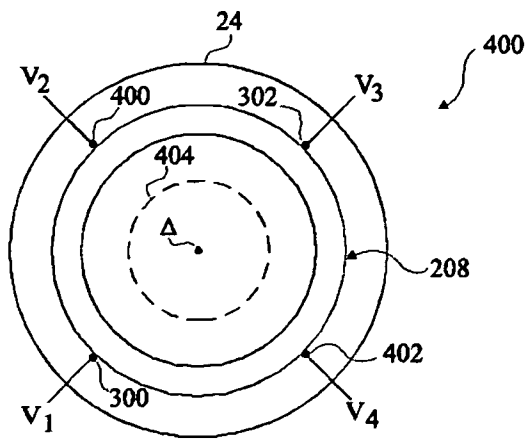
第 3B 圖



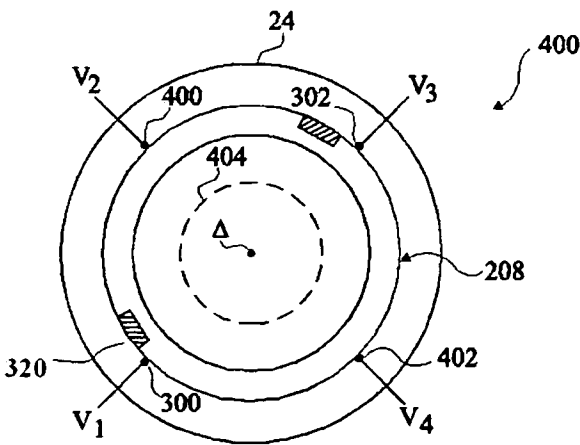
第 3C 圖



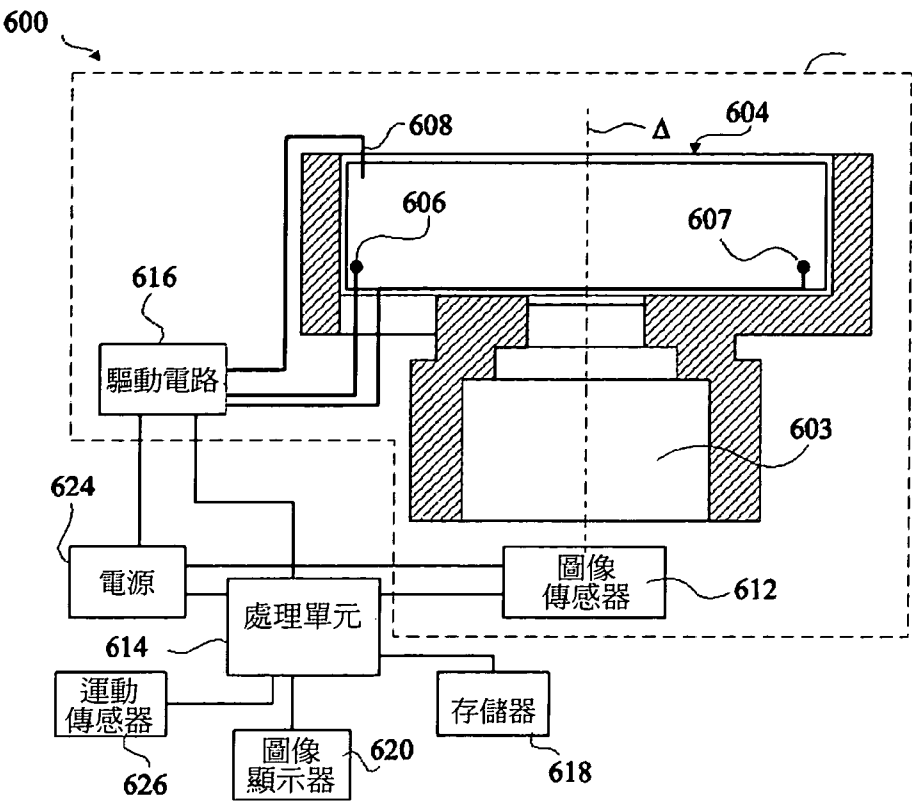
第 4 圖



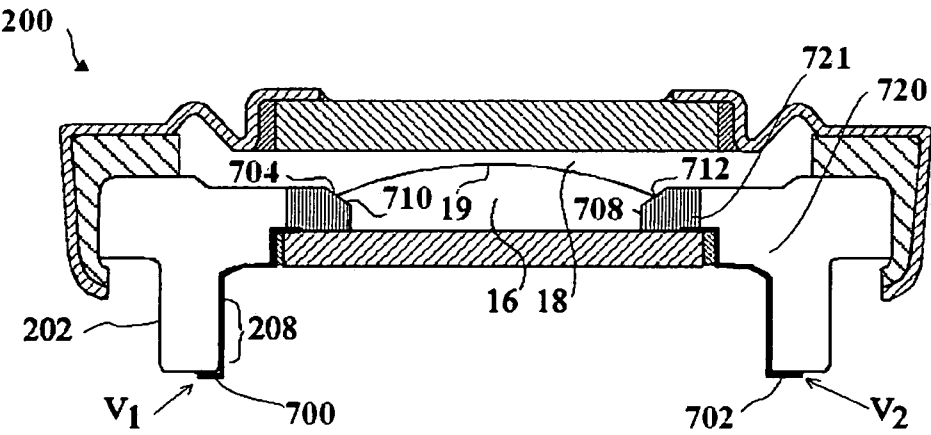
第 5A 圖



第 5B 圖



第 6 圖



第 7 圖