

學校裡的 特寫 Fantasyland 范特西實驗室

文：王麗娟

圖：李慧臻

范士岡教授於民國86年赴UCLA攻讀學位。只花了一年的時間修完碩士，其後又以短短三年獲得博士學位。民國93年，他來到交大任教，並主持范特西實驗室，還被國家地理頻道報導過。范老師的專長是微機電，但不是我們心目中的微引擎、微馬達，而是微流體的微控制。

↓ 范特西實驗室裡，研究團隊連拍照擺姿勢，都創意十足。



「它基本的效應就是這樣：一開始，這個液體滴在一個固體上面，它接觸角是很大的(也就是說表面一開始看起來是很疏水的)，然後慢慢地加電壓之後，它就(灘)下去了(親水)。我們用這個效應，加電壓的方式可以讓它親水或不親水」老師一邊操作，一邊解釋。

這就是為什麼范老師的名片上的那兩個圓，其中一個是鼓鼓的圓，另一個是灘下去的圓。這個技術主要的應用是在生物科技上。譬如說可以拿來做一些血糖的測試、DNA的放大，或是用在免疫反應的

來倒去。有了這個晶片的話，首先，試管所需要的樣品的量很節省，也不用抽那麼多血；對於昂貴的樣品來說，這樣比較省錢，還有一個好處是，它是自動化的，不必自己倒來倒去。而且反應效果也可以加快。所以用這種技術的好處是：省錢，快速，而且自動化。

范特西實驗室的五種操控

在范老師的范特西實驗室，被操控的對象是通用的液體類，包含水、油、血、汗甚至尿液，或是具有光電特性的介電質(如液晶)、液態電極、電



↑ 范士岡教授及既投入又認真的研究團隊。

晶片。

以前我們在做化學或生物實驗的時候，需要試管或燒杯，要自己倒

訊以及基板。這被操控的對象可以是恆導電的，也可以是不導電的。「我們既然能夠控制導電跟不導電的物質，基本上我們就是可以跨越一個很

微機電 與 微流體

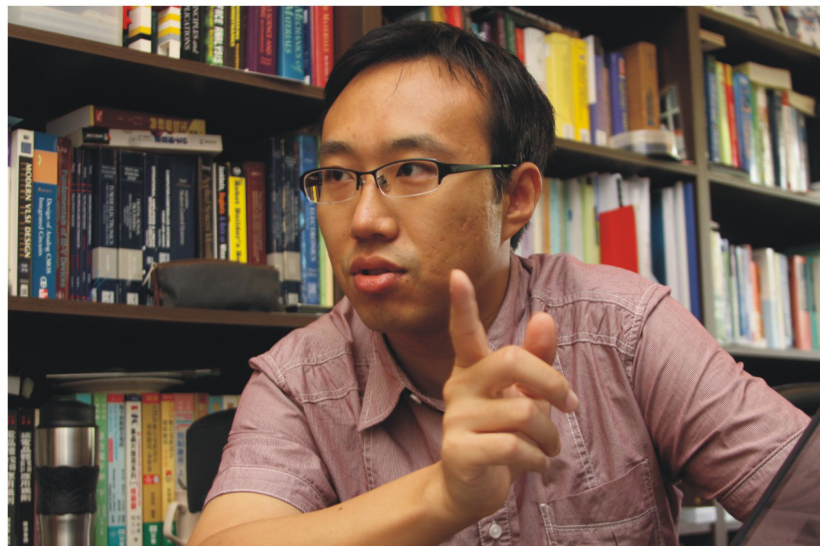
「微機電系統」(MEMS, Micro Electro Mechanical System)是以百萬分之一公尺，也就是微米(Micrometer)為設計、製造及運作單位的微小系統。把聲音振動轉換成電子信號的麥克風，以及在智慧型手機裡面，當我們翻轉手機時，手機螢幕會自動對應翻轉畫面的感測能力、電子指南針等，都是因為有微機電才辦得到。

微機電的應用很廣泛。范老師的博士論文主題是微流體(就是很小很小的流體)。范老師的微流體主要應用在兩方面：生醫和光電。在生醫方面，微流體技術可以拿來製作生物晶片。比方說，只要滴一滴血在



↑ 范特西實驗室旁，研究團隊可以在黃光實驗室裡，親手實作。

這個晶片上面，就可以做體檢分析。在光電方面，則是運用液體的折射率，將物體折射、放大。一顆



↑ 實驗室裡，范士岡教授為我們介紹微流體的微控制。

小水滴，就像一個小小的透鏡。如果把一個東西，放在小水滴下面看，這東西會被水的折射放大。

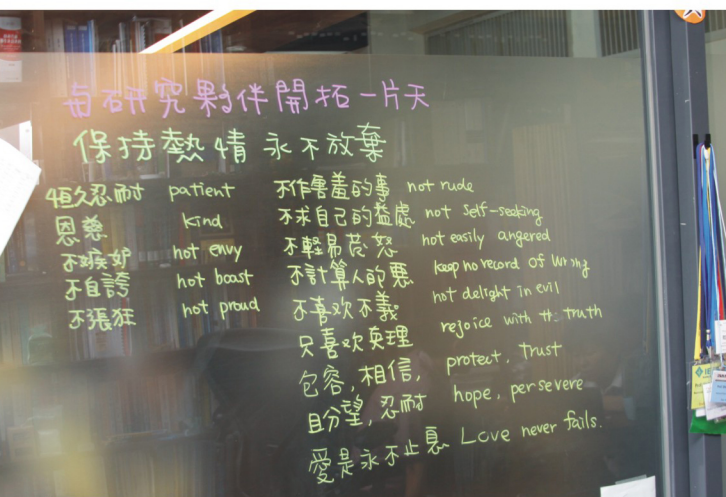
「這是一個像超人的東西，故意畫成這個子，這其實是兩個液滴，上面一滴，下面一滴。(水滴)中間我故意放了一些東西：有點像DNA、微粒子、細胞，或是蛋白質，也就是這個東西可以用在生物上面的應用。後面的背景其實是一個電極的樣子。(超人)的頂上插了另外一個電極。這就是

我的實驗室的專攻，叫做『電濕潤』。」范老師拿出實驗室的名片，指著上面的超人圖樣，比手畫腳地解釋圖形背後的意涵。

電濕潤 (Electrowetting) 現象

怎麼做微流體呢？一般的做法，就是做一個很小的水管，然後，為了讓液體在水管裡面流動，在水管外面做一個微型的幫浦來加壓推動它。

「但是我的作法不是這個樣子。」范老師說，「我做的流動液體，完全沒有流道、也不靠幫浦，它靠這個元件上面的電場。這個元



↑ 范特西實驗室真心宣言：與研究夥伴開拓一片天。

件就長得圓圓的，是一顆小液滴。加一些電極在(液滴的)上面，用電場加電壓的方式推動。」范老師解釋如何運用電濕潤現象，不需要幫浦就可以推動液體的工作原理。

「不需要外面加裝幫浦，只要在周圍產生一些電壓，就可以做液體的運動、液體的操控，或甚至操控在液體裡面，人體的DNA、蛋白質、細胞等等，這種的都是可以做得到的。」

「其實它還有一個介電層，下面

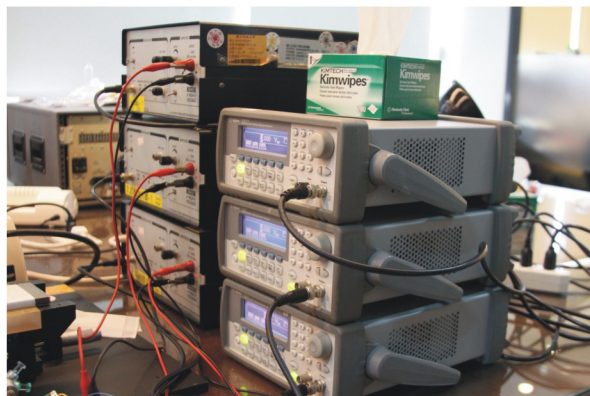
是介電層，然後上面才放液體，所以它在介電層上面的濕潤。電濕潤現象，或是有時候我們簡稱叫介電濕潤 (Electrowetting on dielectric, EWOD)，」范老師解釋。

范老師的電濕潤

電濕潤技術有三個主要的應用，第一個就是顯示用，就是「電子紙」(ePaper)。第二個就是拿來做透鏡。藉由滴液本身原料的折射率和操控滴液的曲半徑，就就可以藉由小滴液表面做折射，讓它聚焦或是散開。第三種應用就是所謂的Lab on the Chip (晶片上的實驗室)，也是范老師的實驗室專精的。

范老師做的事情，簡稱為 Gem Opal，在英文裡是蛋白石，是一種寶石。這幾個字是一連串英文字general electrical manipulation of particles and liquids 的縮寫，「代表的意思就是我

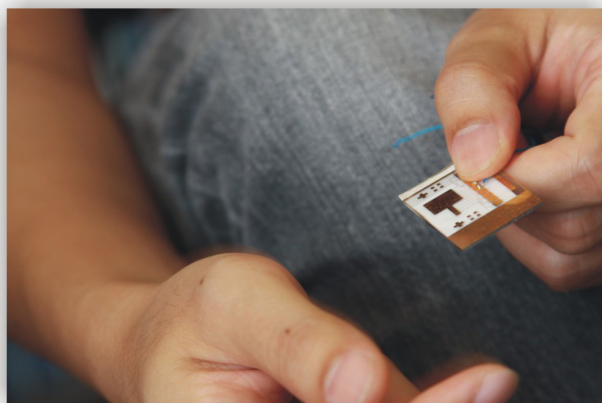
研
發
團
隊
的
精
密
儀
器
。
支
持



們用電場產生一種通用型的操控，(被操控的)對象，就是液體跟微粒子」老師說。

大的範圍。」范老師說。

這其中，最難驅動的是油，但是范特西實驗室做得到！范老師的實驗室技術，可以「驅動油裡面的氣泡。甚至可以讓同樣一顆晶片去驅動，使油跟水混在一起，或是(讓它們)分開，」老師說。未來，這項技術可以應用在血液分析上，「把血液中間的某些元素萃取出來。」這樣，范老師實驗室的 Gem Opal 技術

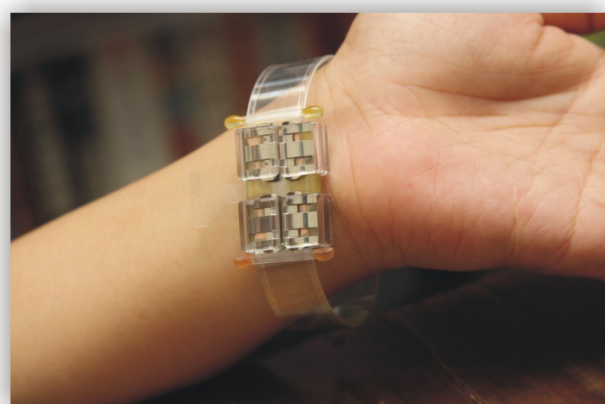
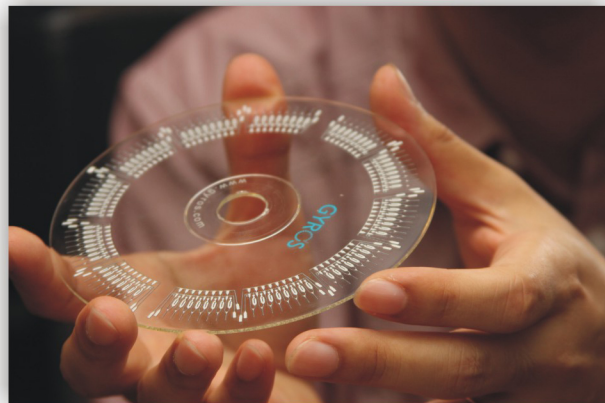


↑ 范特西實驗室，專攻液體類的操控。的應用面，將延伸到生物科技、檢驗等領域。

甚至，這個技術也可以繼續衍伸出『人造細胞』。因為人體的細胞膜是由兩個分子層所構成的，稱為脂質雙層膜(lipid bilayer)。這兩層的脂質分子一邊親水、另一邊親油，

而且非常非常地靠近，形成我們的細胞膜。既然范老師的實驗可以操控油和水的微流體，這技術就可以製造出人造的細胞膜。如果再加入細胞蛋白質，就可以正確測量到生理訊號。

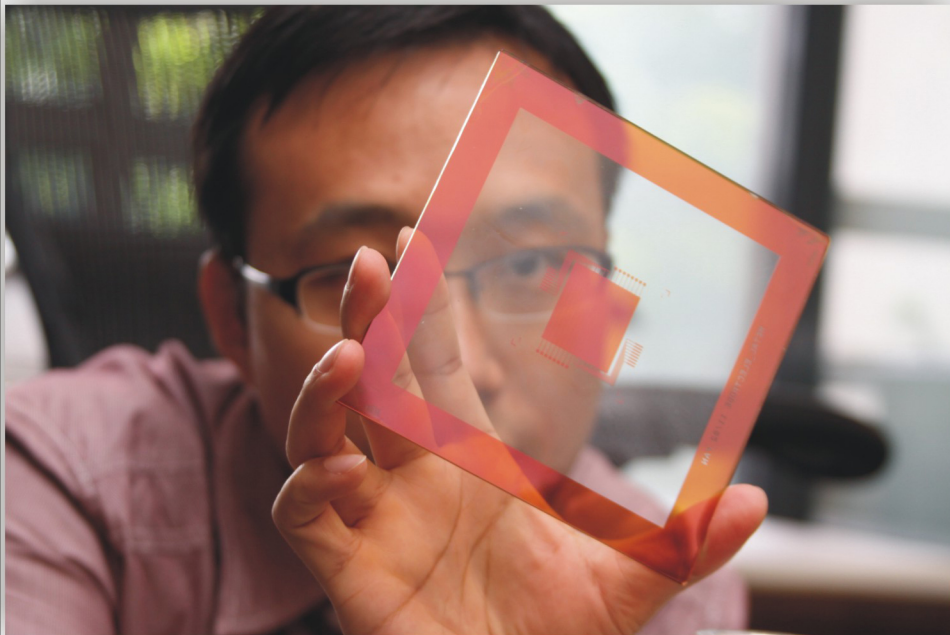
在介電層方面，除了透過操控小液滴的曲度，改變放大效果之外，范特西實驗室甚至可以改變液滴的透光度。只要在水滴的介電層，加入微量的液晶(liquid crystal)，藉由操控液晶



的排列和水滴的曲度，就可以同時操控放大倍率和透光率。

把液晶換成電極，就是把原本固態的電極改成液態，同樣配上水滴，製成電解質。范老師發現，如果把電解質縮得很小的時候，它就變成兩顆看起來很相像的液滴，根本分不出哪一個是電極，哪一顆是水滴，變成兩顆

都是電解質也都是液滴。這時「會發生一件事，就是它會自我對準 (self align)，然後它也會一起濕潤



(wetting)。所以就變成是一種鏡射 (mirror) 的電濕潤現象。

從能量的觀點來看，這是一個『表面能』跟『電能』之間的新發現。因為加了一個電能，使得液滴的表面能降低了。原本是一個液滴的時候，表面能是一條曲線，當它分成兩個液滴之後，表面能減半，均分給兩顆液滴。這是范特西實驗室的驕傲，因為「我們是第一個看到這個現象的，」范老師說。

還有一種操控是跨出液體的範疇，透過電壓來切割細胞或是化學物質。只要對那個物質施加電壓，就可以控制裡面的粒子；比方說，把粒子集中、從左邊集中到右邊，甚至將物體一分為二，一顆的內聚力比較高，另一顆比較低。加電壓

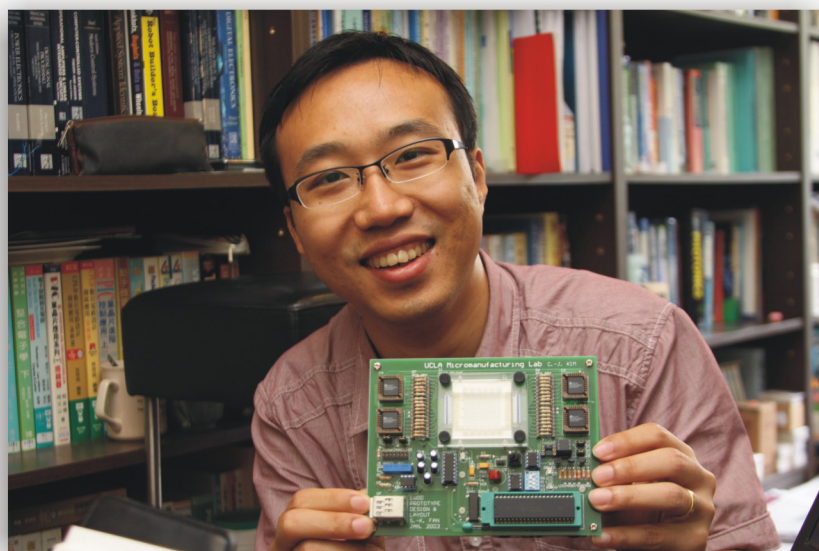
的操控方式可以廣泛應用於濃縮、精煉，切割動物細胞或分離高分子。

至於基板，則是現在很紅的軟電，軟性的、可以戴在手上，未來可以做穿戴式的檢測晶片，可以隨時監控身體的狀況。

歡迎更多業界合作

正如范老師所說，這個微流體的 Gem Opal 技術可以應用在不同領域，所以目前和范特西實驗室合作的單位也五花八門，從電子紙到生物科技 (人造細胞膜)，以及避開抽血的麻煩步驟，直接從牛乳檢測，為牛隻做健康檢查等。

范老師期待更多業界的合作機會，將微流體的 Gem Opal 技術發揮到彩色電子紙或生物科技、檢測上，更廣泛的領域。友聲



↑ 范士岡教授看著實驗室的心血結晶。