

題目：整合型可攜式細菌智慧偵測裝置

學生：林佳瑩、蔡旻翰

指導教授：李國賓 講座教授

研究承啟

本專題與實驗室碩士班學長合作，學長負責微流體晶片設計與細菌純化及其螢光標記。我們則負責建立一可攜式檢測裝置，包含紫外發光二極體(ultraviolet light-emitting diode, UV-LED, 激發光源)與光電二極體(photodiode, PD, 光感應器)的電路設計與光路架設，藉此分析細菌偵測螢光強度來得到檢驗結果。

摘要

本研究研發一**整合型可攜式細菌偵測裝置**，利用發光二極體激發細菌上的螢光標記物質，再利用光電二極體接收其螢光訊號，並進一步**以訊號大小進行細菌濃度的定量**。最後利用自行開發之**電腦程式**或是**智慧型手機**進行操作與分析。

研究動機

細菌的快速檢測是一個需要重視的問題，以鮑氏不動桿菌(*Acinetobacter baumannii*)為例，其為常見的醫院內感染併發細菌，易透過輸血、注射等侵入式治療時傳染。根據疾管署2016年統計，其在加護病房造成血流感染的細菌中排名第一，致死率超過5成，若及早發現，便能提高治癒的可能性。

然而傳統細菌檢測大多耗時或需要昂貴的大型儀器進行檢測。因此本研究使用體積小、價格低廉之發光二極體和光電二極體建立一可攜式細菌偵測裝置，結合智慧型手機與微控制電路進行細菌的自動化檢測，達到定點照護(Point-of-care)的目的。

研究方法及步驟

系統組成與架構

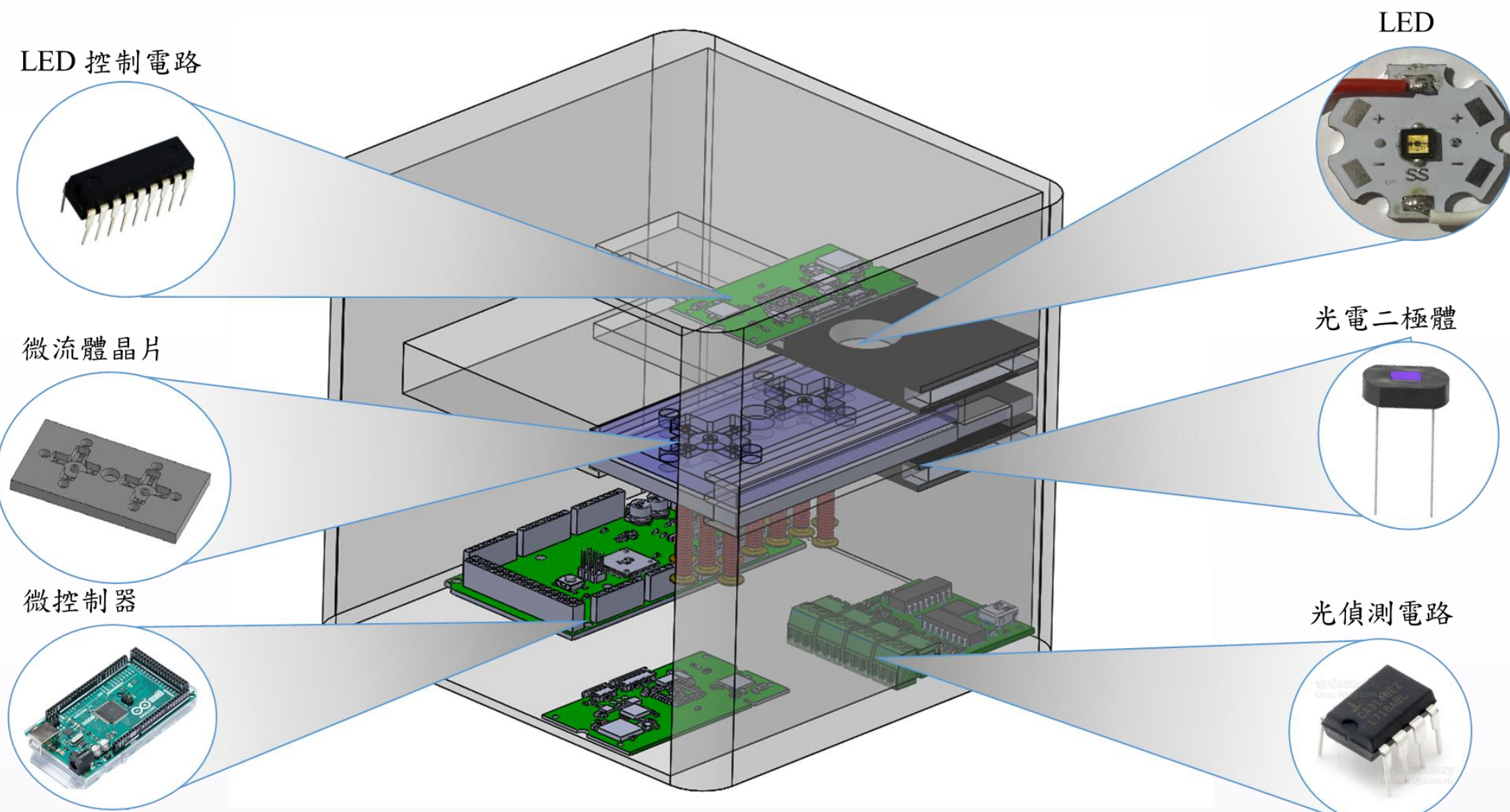


圖1：可攜式裝置示意圖 (150 mm × 160 mm × 170 mm)。

晶片設計與實驗流程

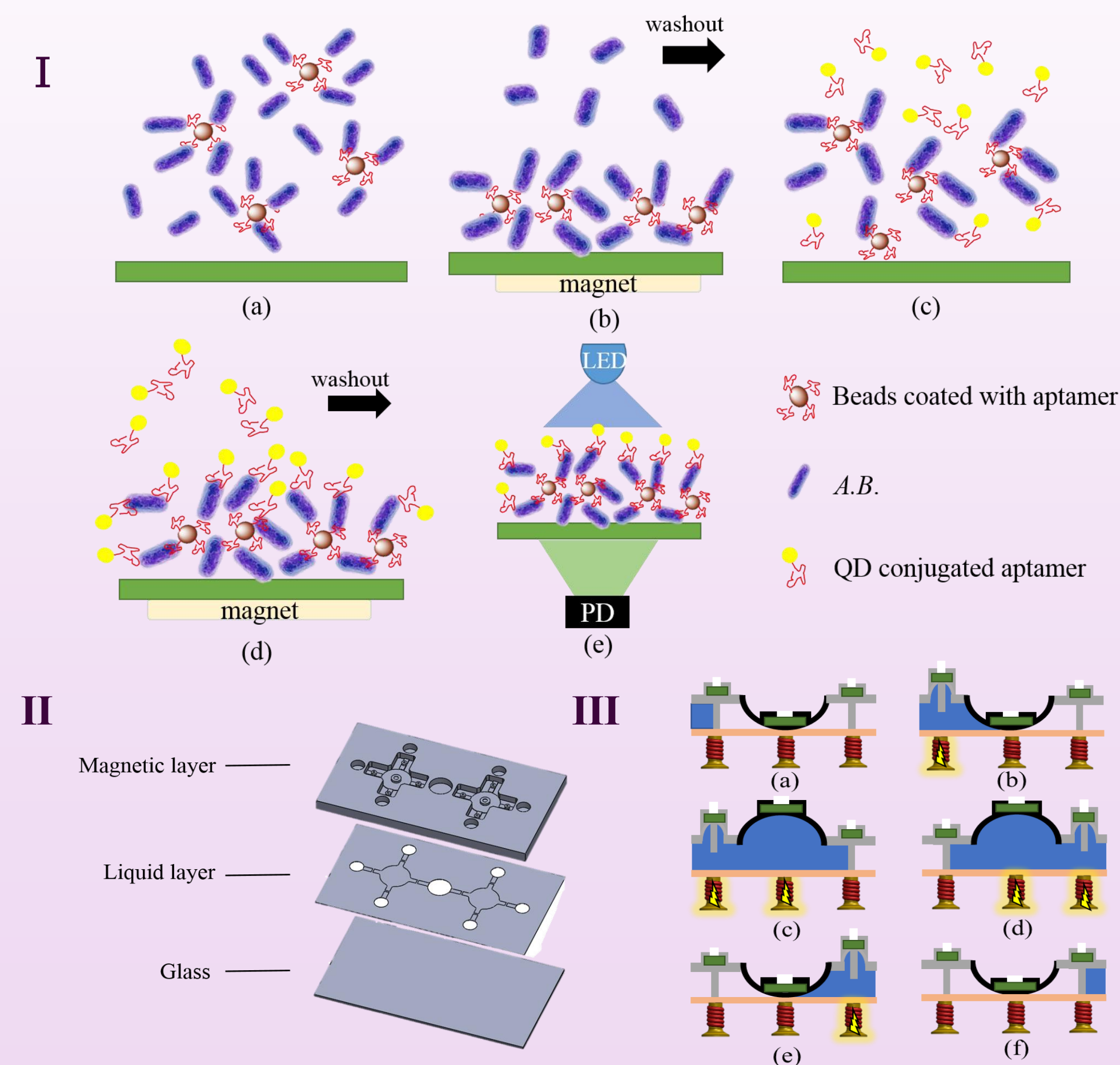


圖2：(I) 實驗流程圖 (II) 晶片設計 (III) 電磁鐵作動原理示意圖。

光路與電路設計

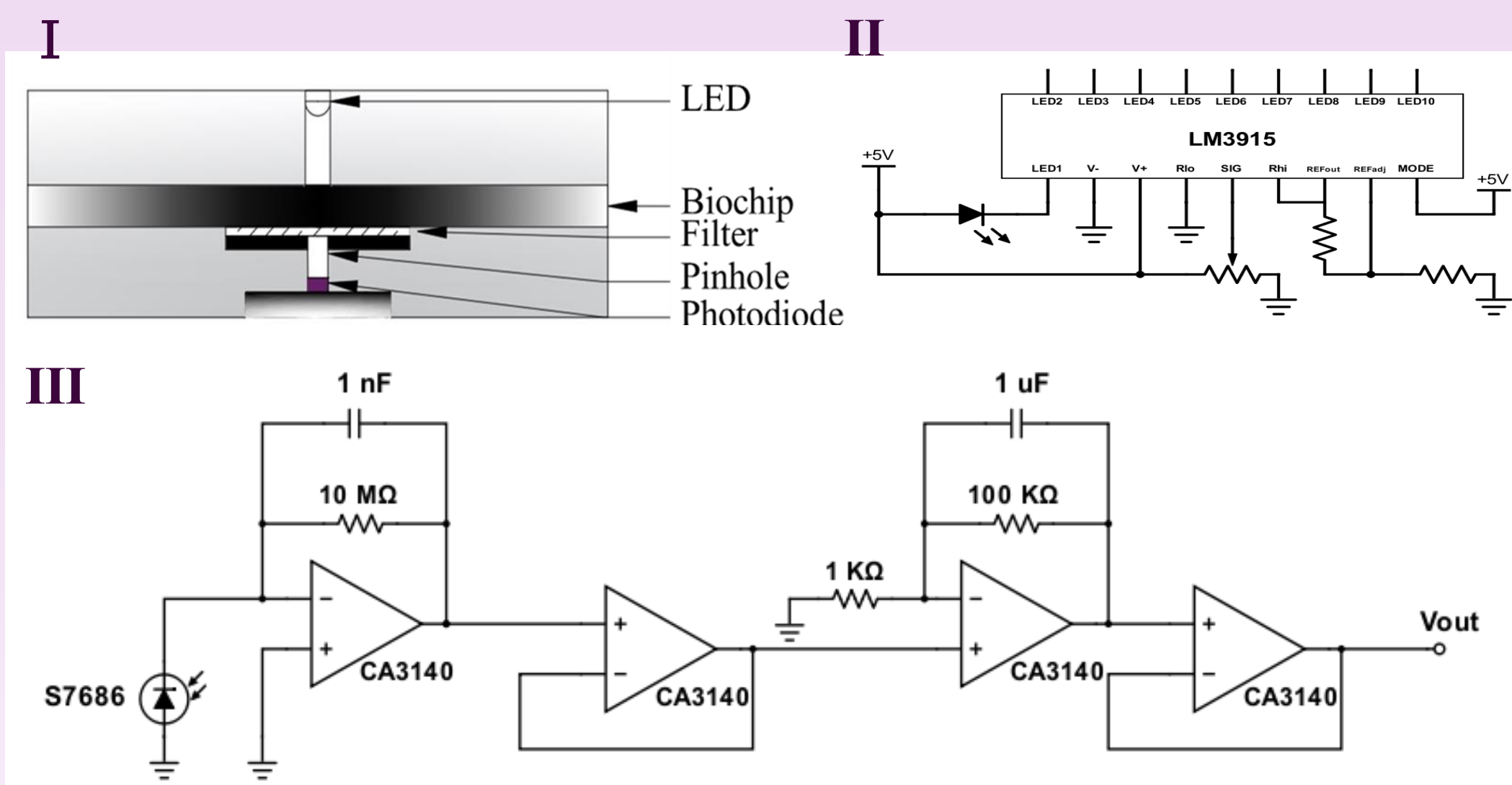


圖3：(I) 光路架設：激發光源LED由上方照射微流體晶片，激發細菌上的螢光標記物質，以濾鏡濾除LED光源，再以針孔(直徑2 mm)限縮螢光路徑，確保螢光能完全進入光偵測電路。

(II) LED控制電路：以IC進行定電流控制，確保LED亮度恆定。

(III) 光偵測電路：用光電二極體接收螢光訊號，再以多級放大器放大訊號。

使用者介面設計

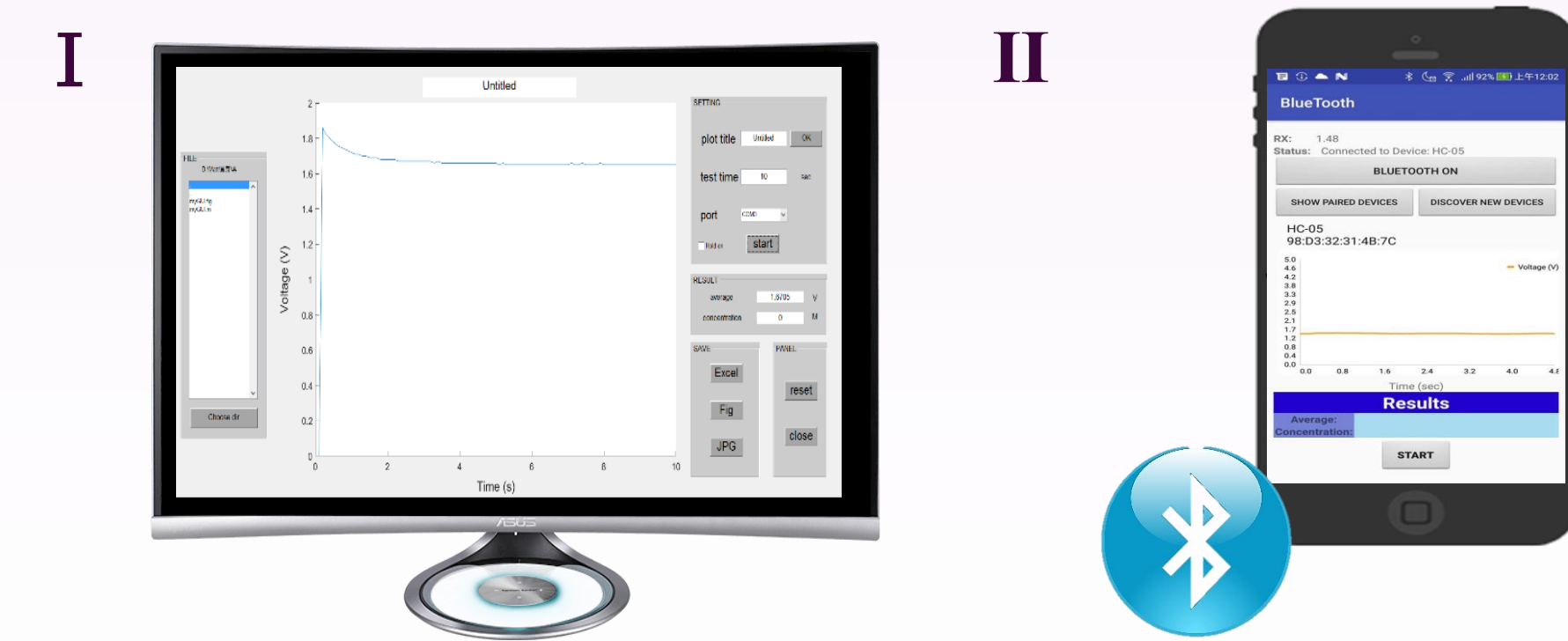


圖4：人機介面 (I) 電腦軟體；(II) 手機程式 (以藍芽與裝置連結)。

結果與討論

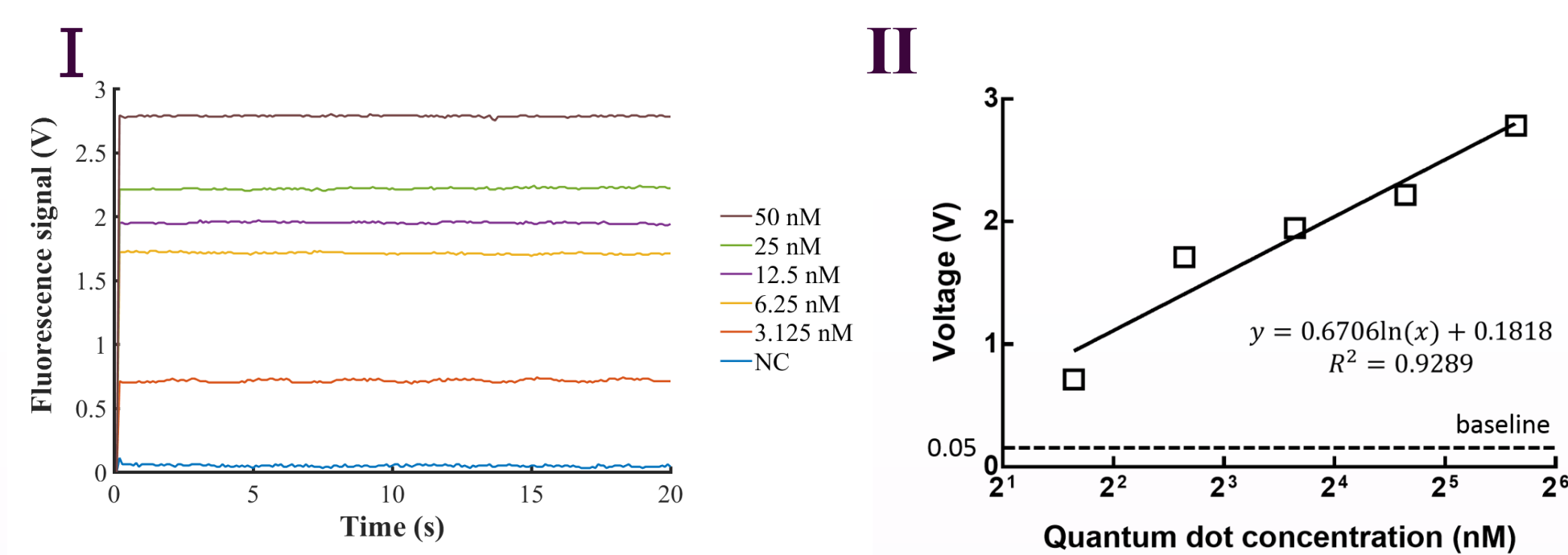


圖5：(I) 實際訊號圖；(II) calibration curve。

改進方式與未來展望

1. 提升螢光偵測靈敏度
2. 使用鋰電池代替外接式電源供應器
3. 改善機構設計，縮小裝置體積
4. 將人機介面與病人資料庫連結，以便日後溯源

結論

本裝置已完成**微流體晶片**、**螢光偵測模組**與**人機介面**的初步整合，目前偵測範圍為 $10^4 \sim 10^6$ CFU/reaction，可在90分鐘內可以完成偵測鮑氏不動桿菌，在未來，希望能進一步提升靈敏度，並藉由更換不同生物標定物，應用到不同的細菌檢測上。

感謝

本專題為合作計畫的成果，特別感謝李國賓講座教授的指導，實驗室蘇敬恆學長於晶片上的協助，馬郁東學長的指導，以及電機系黎光憲學長於人機介面上的協助。

參考文獻

- [1] M. Wu et al., *Small*, vol. 14, pp. 1801131, 2018.
- [2] X. H. Geng et al., *Talanta*, vol. 175, pp. 183-188, 2017.
- [3] G. H. Hall et al., *Electrophoresis*, vol. 37, pp. 406-413, 2016.
- [4] K. M. G. de Lima, *Microchemical Journal*, vol. 103, pp. 62-67, 2012.