

# 逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

氣壓能量轉換電能分析之研究

Analysis of Pneumatic Energy Transforms into Electric Energy

作者：卓靖、歐陽珈儀

系級：機電四乙

學號：D9927500、D0086819

開課老師：鄧錦坤

課程名稱：專題研究

開課系所：機械與電腦輔助工程學系

開課學年：102 學年度 第一學期



## 中文摘要

為了對氣能回收發電的可行性做探討，本文利用氣動馬達連接於電動馬達做為發電機，將儲氣筒內之氣體轉換為電能輸出，以 LabVIEW 記錄下馬達電壓隨時間的變化，之後分析數據，計算出氣壓能量與電能的轉換效率，同時藉由此實驗學習 LabVIEW 的使用方法，最後以 LabVIEW 所獲得之數據進行分析，探討氣壓能源回收的可行性。

**關鍵字：**發電、儲氣、轉換效率、能量儲存、氣壓能、能源回收



### **Abstract**

The main purport of this essay is to probe the practicability of retrieve pneumatic energy to generate electricity. First of all, a pneumatic motor connected with an electric motor, which we served as electric generator, had been equipped to transform the high-pressure gas in the storage into electric power. After the voltage data of the electric motor been recorded by the computer, the data could be analyzed. Then, calculated the efficiency of the power transformation. Final, with all calculated data results, the feasibility of pneumatic energy converting could be concluded.

**Keyword:** Generate Electricity、Gas Storage、Energy Conversion Efficiency、Energy Storage、Pneumatic Energy、Energy Recovery。



## 目 次

1.前言.....	4
2.設備安裝與原理.....	4
2.1 實驗設備與安裝.....	4
2.2 原理.....	9
3.實驗數據.....	10
3.1 總共 5.2Ω,測量 2.6Ω.....	10
3.2 總共 32.6Ω,測量 16.5Ω.....	14
3.3 總共 47.7Ω,測量 35.6Ω.....	18
3.4 總共 60.4Ω,測量 30.2Ω.....	22
3.5 總共 88.6Ω,測量 44.3Ω.....	26
3.6 總共 131.6Ω,測量 65.8Ω.....	30
3.7 總共 272Ω,測量 136Ω.....	34
3.8 總共 397Ω,測量 99.1Ω.....	37
3.9 總共 2.25kΩ,測量 560Ω.....	41
4.實驗結果與結果討論.....	46
4.1 實驗結果.....	46
4.2 結果討論.....	48
5.結論.....	50
參考文獻.....	52

## 1.前言

工業技術發展至今，為求高功率能量輸出，運用帕斯卡原理、以液氣壓缸控制驅動【1】做為基礎所設計而運作的各類機具，扮演著發展與建設的重要角色；但在節能與環保意識抬頭的今日，這類機具也伴隨著高耗能的缺點，考慮到過多的廢能排放，有許多與能源回收相關研究針對此部分提出成果【2-9】。為更進一步探討此類缸型機構能源回收的可行性，本文將針對氣壓發電進行實驗：一儲氣桶接上氣動元件來驅動一發電機構，並借此實驗來探討在不同氣壓、及不同的量測電路阻抗的情況下之發電特性，以及氣壓能源回收的可行性。

## 2.設備安裝與原理

本文將以現有的簡易器材進行實驗，分析不同變因下之電能轉換效率，藉此實驗來對氣壓發電有基本的認識，並學習運用 DAQ Card 結合 Labview 應用程式來進行實驗的數據紀錄。最後以實驗數據分析而得的結果以圖表呈現其特性。

### 2.1 實驗設備與安裝

本實驗主要所需使用器材有：空壓機、手動閥門、帶氣壓錶之儲氣桶、氣動鑽、馬達、電容、電阻數組、DAQ card (量測紀錄數據用)  
其裝設方式如下圖

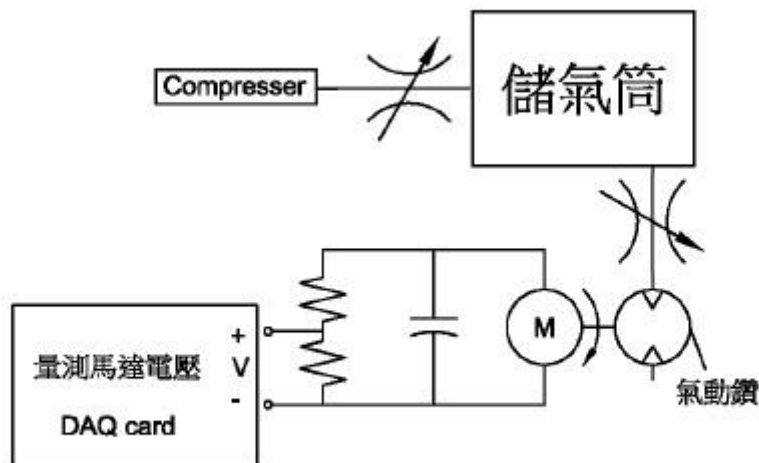


圖 1 實驗裝置示意圖

本實驗使用之器材與規格如下：

儲氣桶	12 公升
氣動鑽 UHT MSG-3BSN (做為氣動馬達使用)	無負載轉速 65,000rpm 壓力 0.6Mpa
直流馬達 RF-120 (做為發電機使用)	DC12V 40mA 2,500rpm
DAQ Card National Instruments NI USB-6008	12 位元 10kS/s

表 1 實驗器材規格



圖 2 實驗室器材

器材裝設完成後，按照下列步驟設定 Labview 與 DAQ Card 之讀取設定：

步驟一

打開已建置好之 LabVIEW 程式



圖 3 建置之 LabVIEW 程式

步驟二

在已開啟之 LabVIEW 點選滑鼠右鍵,並選擇 Find Terminal

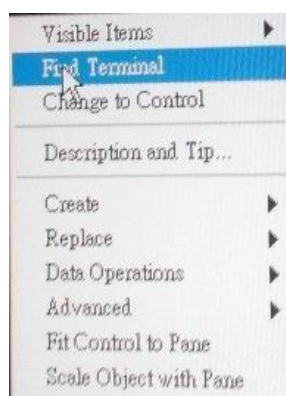


圖 4 點選 Find Terminal

步驟三

進入設備連結圖,在 DAQ 介面卡上連點滑鼠左鍵兩下,設定 DAQ 介面卡的輸入端

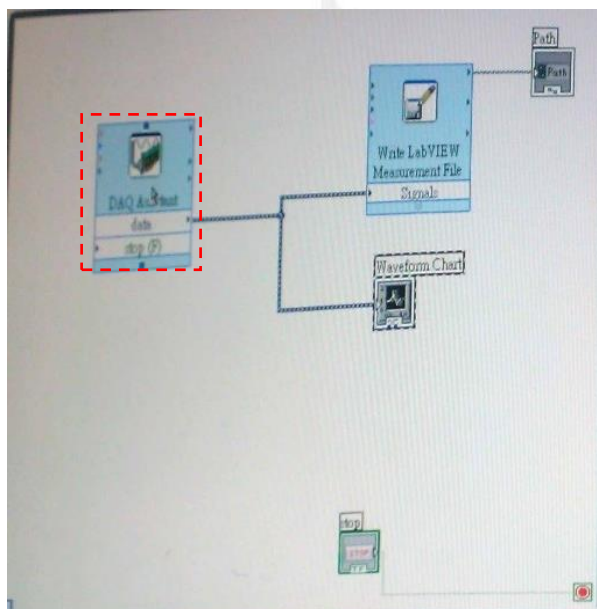


圖 5 DAQ 介面卡的輸入端

步驟四

選擇上方藍色的”+”(Add Channels)新增一組由 DAQ 介面卡輸入的電壓

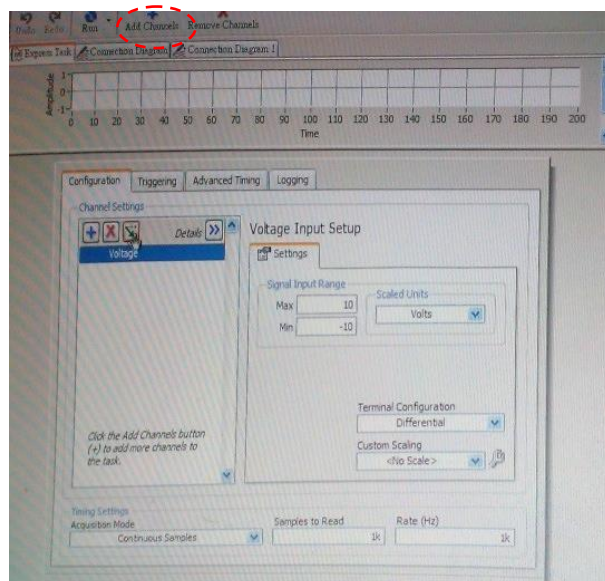


圖 6 選擇 Add Channels



圖 7 DAQ 介面卡

步驟五

選擇 Voltage (電壓)

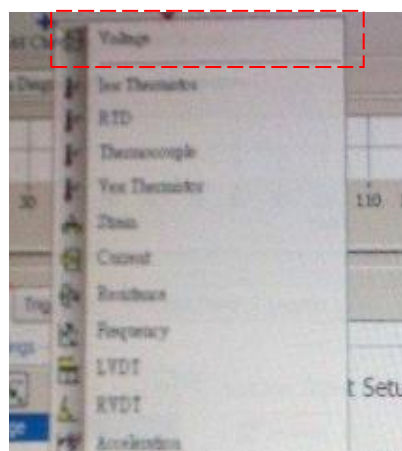


圖 8 選擇 Voltage



步驟六

選擇由 DAQ 介面卡上輸入之端子

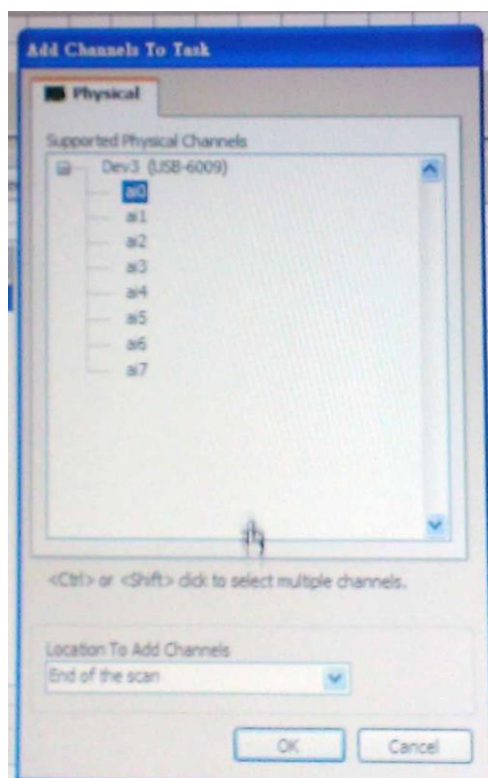


圖 9 選擇輸入端

步驟七

完成新增一組電壓輸入端

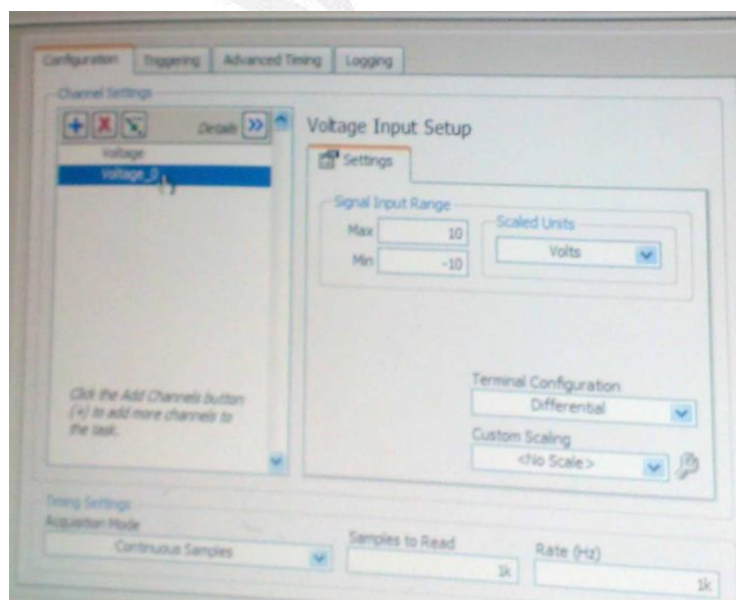


圖 10 新增一組電壓

## 2.2 原理

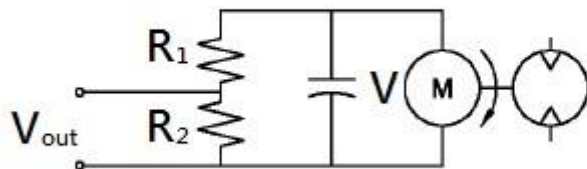


圖 11 量測電路

由於 DAQ Card 最大量測電壓為 10 伏特，故實驗在設置時，刻意讓電壓量測端( $V_{out}$ )跨接於數個串連電阻之間的其中一組( $R_2$ )，因此，馬達發電的實際電壓  $V$  為：

$$V = V_{out} \times \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

在實驗進行的過程中，馬達發電電壓  $V$  會呈現為一隨時間變動之函數  $V(t)$ 。得到馬達發電電壓函數  $V(t)$ ，以及已知的總電阻值，即可推算得馬達發電功率：

$$P(t) = \frac{[V(t)]^2}{R_1 + R_2}$$

功率函數對時間做積分，得到發電總能量

$$E = \int P(t) dt$$

但由於 Labview 紀錄實驗數據是每千分之一秒紀錄一數據，因此上述之積分式亦可視為：

$$E = \sum_{i=0}^n \frac{P(t_n)}{1000}$$

其中， $t_n = n \times 10^{-3}$  ( $n \in \mathbb{N}$ )

本實驗之發電總能量計算分析均使用上述式來進行。

而桶內壓力總能(功, $W$ )的計算，已知能量意義為力量( $F$ )乘以位移( $S$ )：

$$W = F \times S$$

且力量(F)為面積(A)乘以壓力(每單位面積的力，p)：

$$F = A \times p$$

故

$$W = p \times A \times S$$

由於面積乘以位移為體積(v)

故我們可由上推導可得知，能量亦等於壓力(p)乘以容積(體積，v)

$$W = p \times v$$

由於壓力的能量釋放是來自於壓力差，故儲氣桶所釋放之能量公式中之壓力值 p 實際為桶內壓力(pi)與桶外壓力(po，等於一大氣壓)差：

$$\begin{aligned} W &= (p_i - p_o) \times v \\ &= \Delta p \times v \end{aligned}$$

本實驗裝設於儲氣桶上之氣壓錶在一大氣壓的環境歸零，故其讀取值即為儲氣桶內外壓力差。

綜合上述兩者，效率為發電總能佔缸內壓力總能的比率：

$$\text{efficiency} = \frac{E}{W} \times 100\%$$

### 3. 實驗數據

#### 3.1 總共 5.2Ω, 測量 2.6Ω

桶內壓 (atm)	發電能 (J)	效率 (%)
1	0.861	0.073%
1.5	2.551	0.144%
2	4.849	0.206%
2.5	8.421	0.286%
3	12.864	0.364%
3.5	18.649	0.453%
4	24.151	0.513%
4.5	31.945	0.603%

5	37.524	0.638%
5.5	45.244	0.699%
6	52.805	0.748%

表 2 5.2Ω,測量 2.6Ω 時,不同大氣壓力下之轉換效率

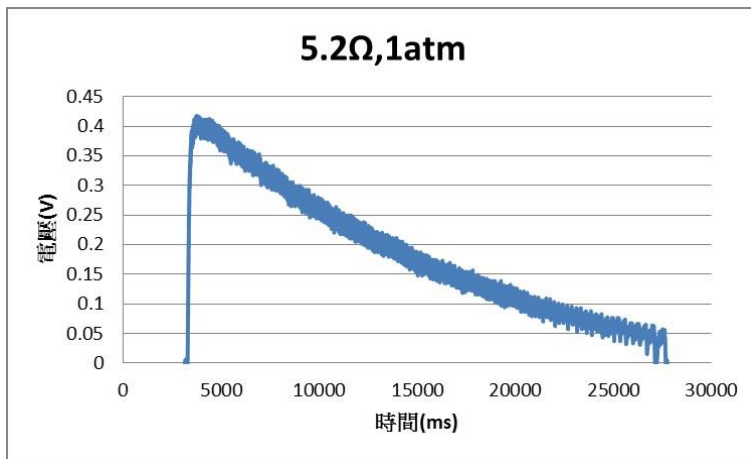


圖 12 5.2Ω,1atm 時電壓時間關係圖

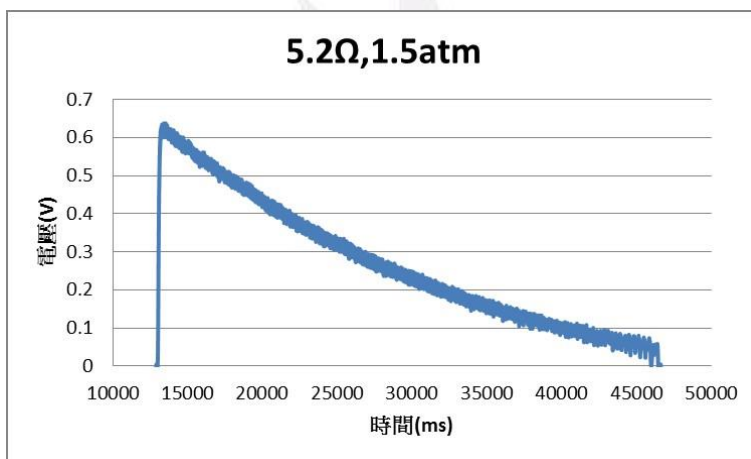


圖 13 5.2Ω,1.5atm 時電壓時間關係圖

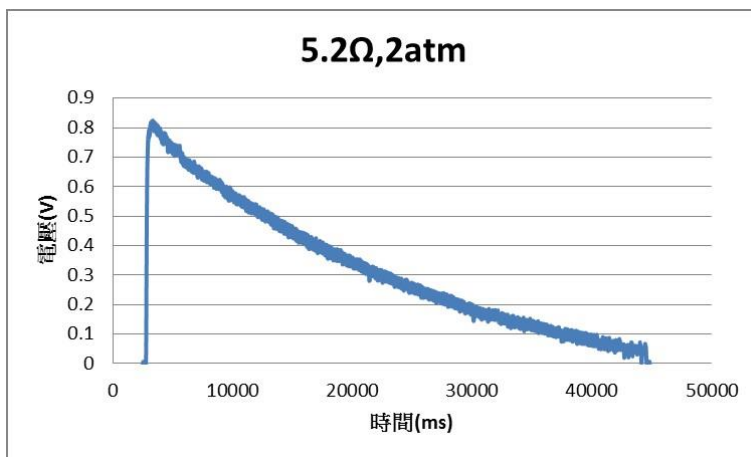


圖 14 5.2Ω,2atm 時電壓時間關係圖

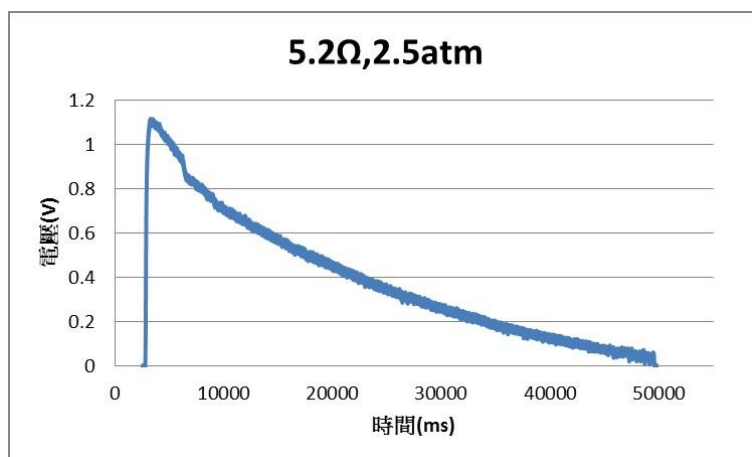


圖 15 5.2Ω, 2.5atm 時電壓時間關係圖

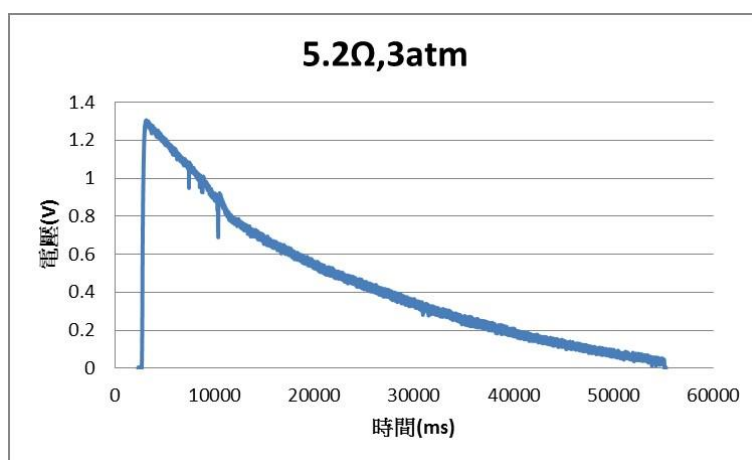


圖 16 5.2Ω, 3atm 時電壓時間關係圖

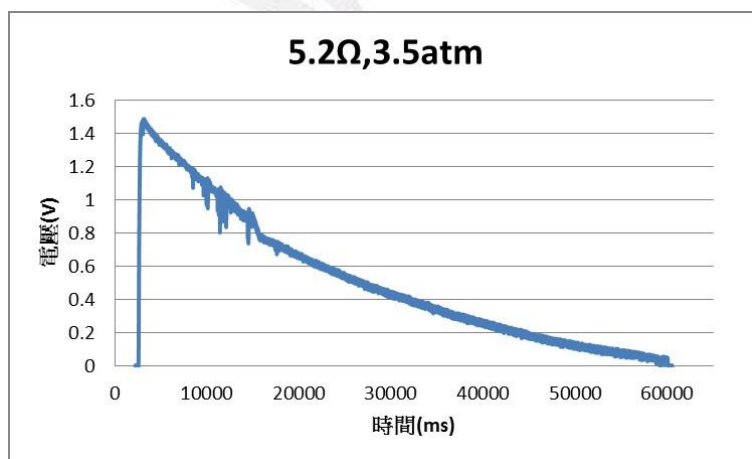


圖 17 5.2Ω, 3.5atm 時電壓時間關係圖

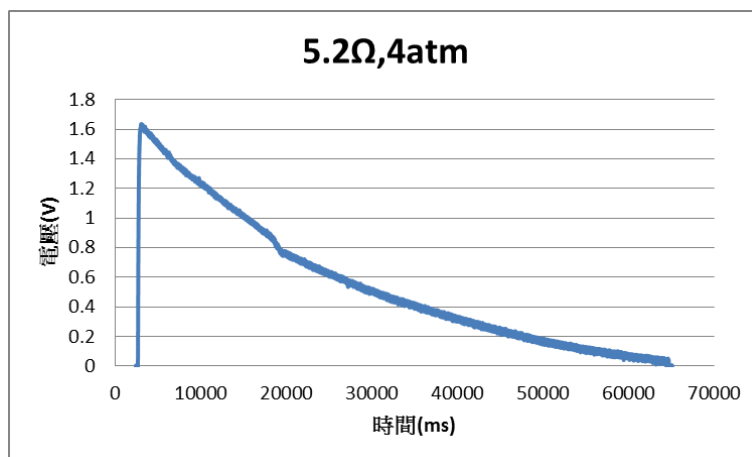


圖 18 5.2Ω,4atm 時電壓時間關係圖

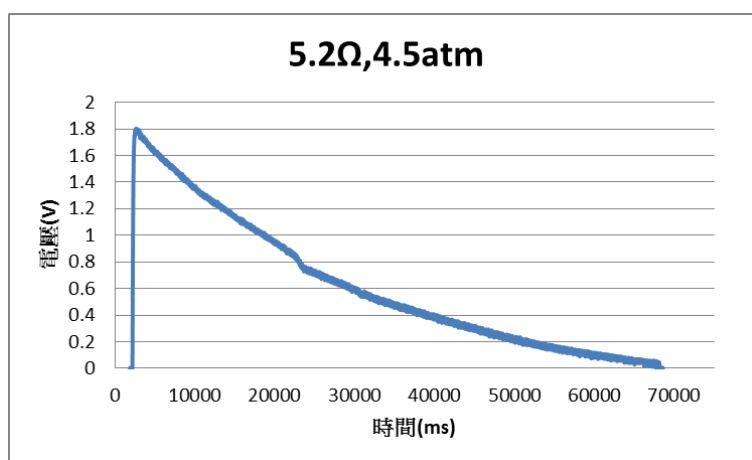


圖 19 5.2Ω,4.5atm 時電壓時間關係圖

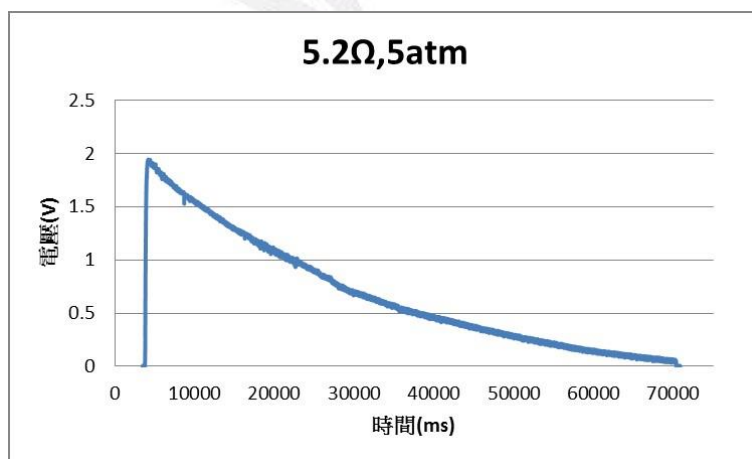


圖 20 5.2Ω,5atm 時電壓時間關係圖

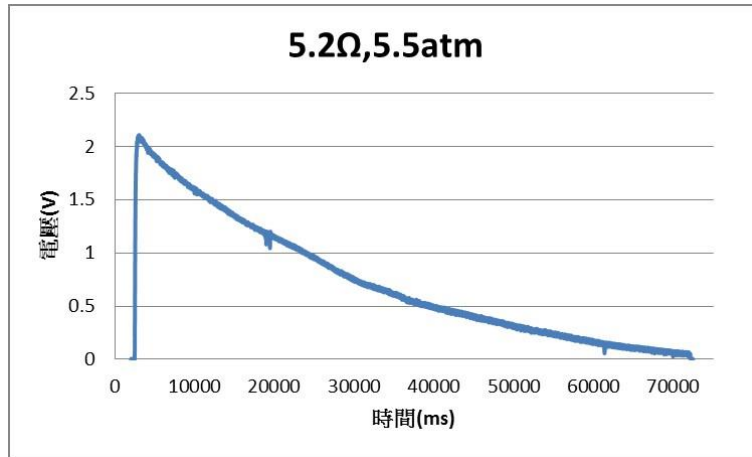


圖 21 5.2Ω,5.5atm 時電壓時間關係圖

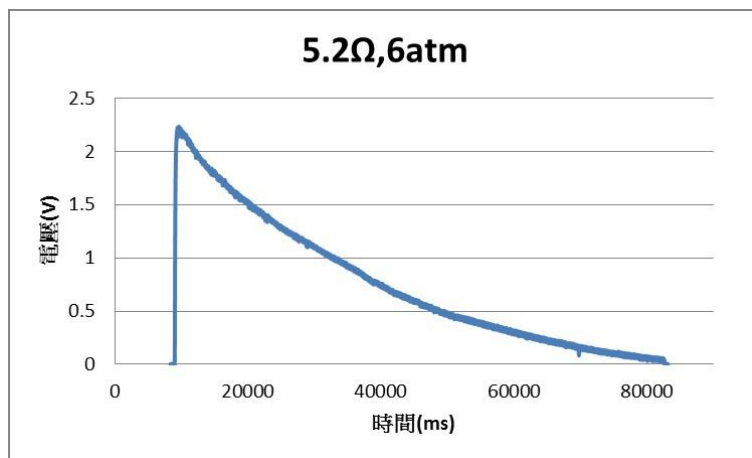


圖 22 5.2Ω,6atm 時電壓時間關係圖

### 3.2 總共 32.6Ω, 測量 16.5Ω

桶內壓 (atm)	發電能 (J)	效率 (%)
1	4.129	0.351%
1.5	13.808	0.782%
2	23.019	0.978%
2.5	35.590	1.209%
3	47.138	1.335%
3.5	57.945	1.406%
4	67.846	1.441%
4.5	73.412	1.386%
5	80.255	1.363%
5.5	86.115	1.330%
6	92.678	1.312%

表 3 32.6Ω,測量 16.5Ω 時,不同大氣壓力下之轉換效率

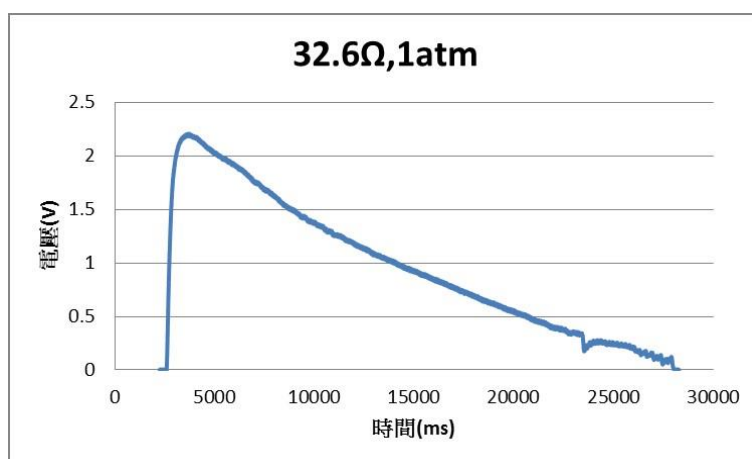


圖 23 32.6Ω,1atm 時電壓時間關係圖

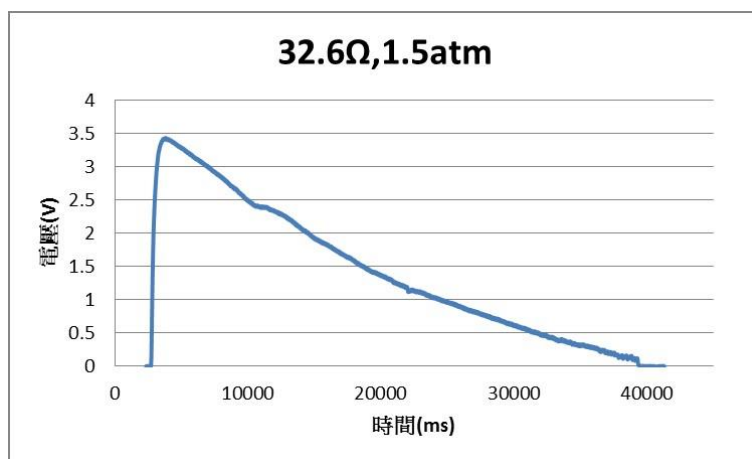


圖 24 32.6Ω,1.5atm 時電壓時間關係圖

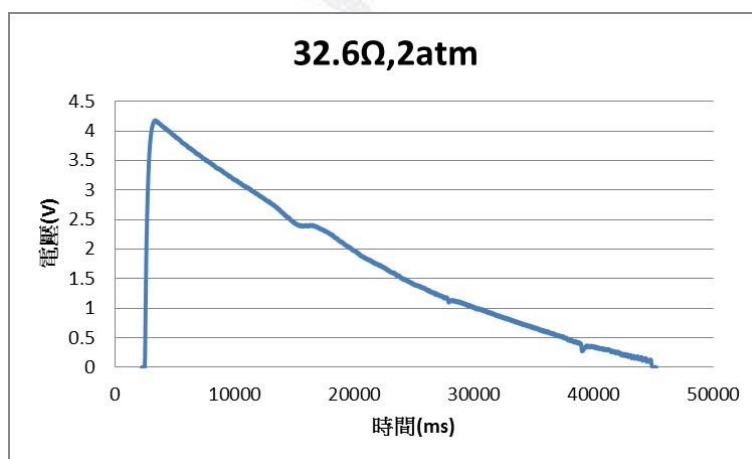


圖 25 32.6Ω,2atm 時電壓時間關係圖



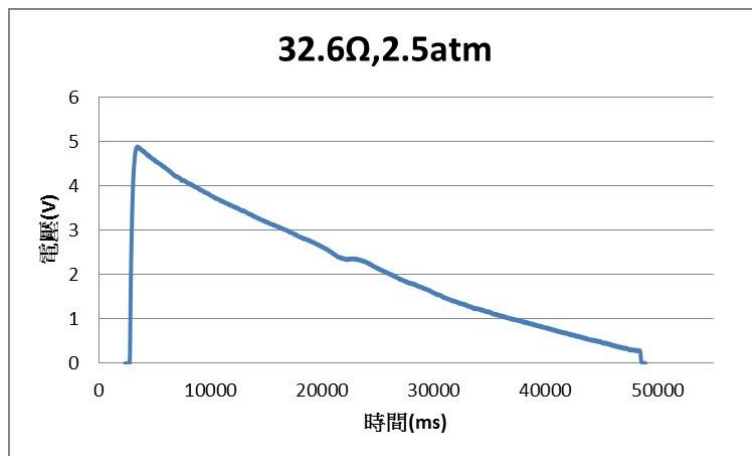


圖 26 32.6Ω, 2.5atm 時電壓時間關係圖

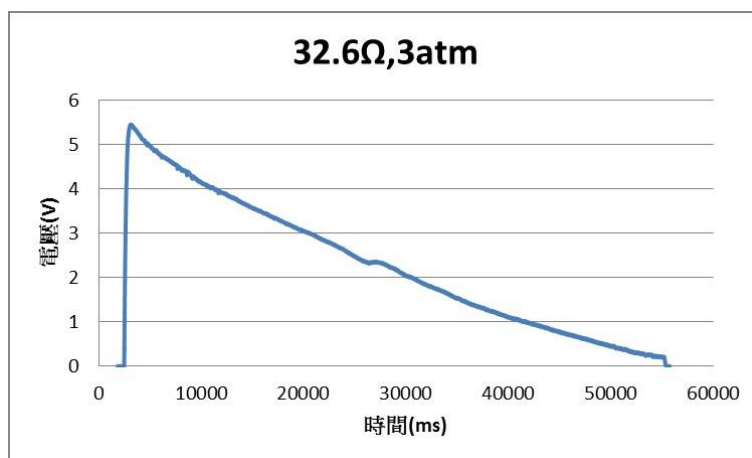


圖 27 32.6Ω, 3atm 時電壓時間關係圖

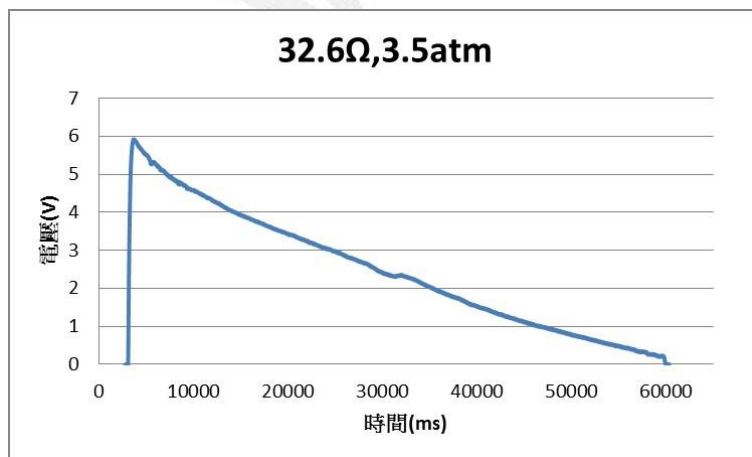


圖 28 32.6Ω, 3.5atm 時電壓時間關係圖

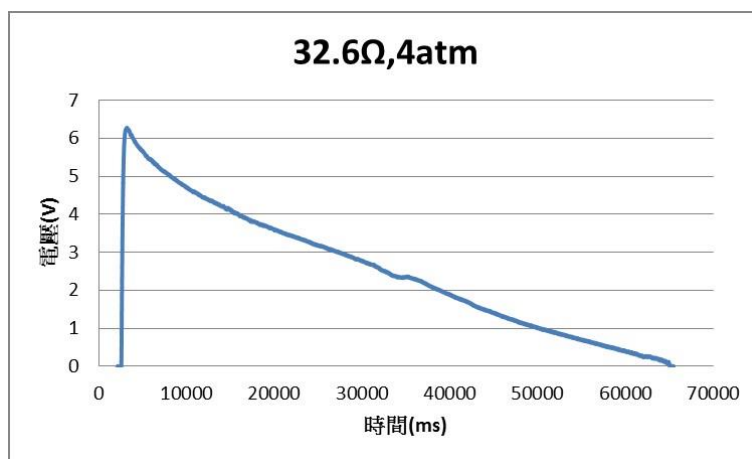


圖 29 32.6Ω,4atm 時電壓時間關係圖

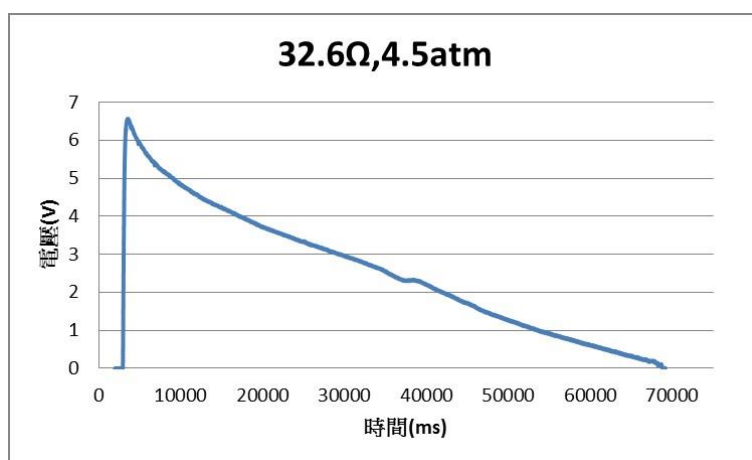


圖 30 32.6Ω,4.5atm 時電壓時間關係圖

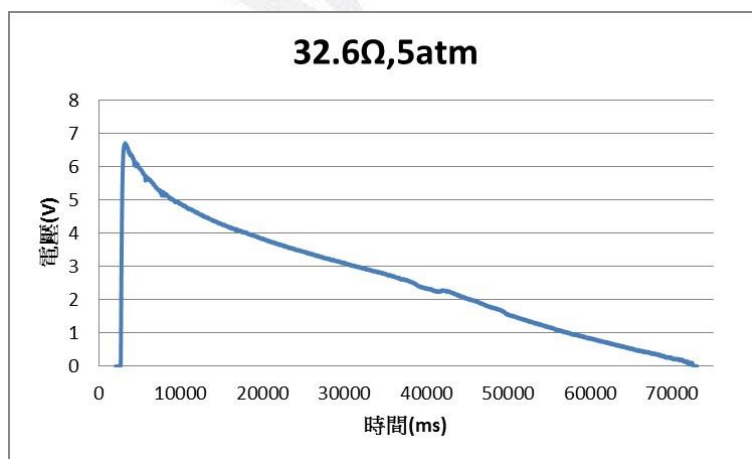


圖 31 32.6Ω,5atm 時電壓時間關係圖

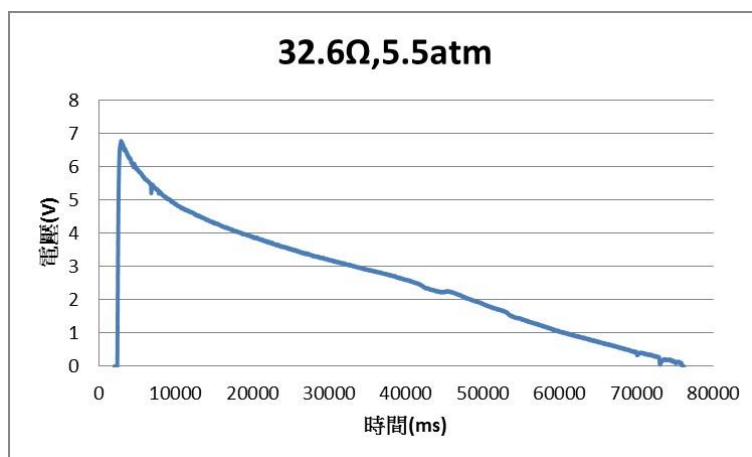


圖 32 32.6Ω,5.5atm 時電壓時間關係圖

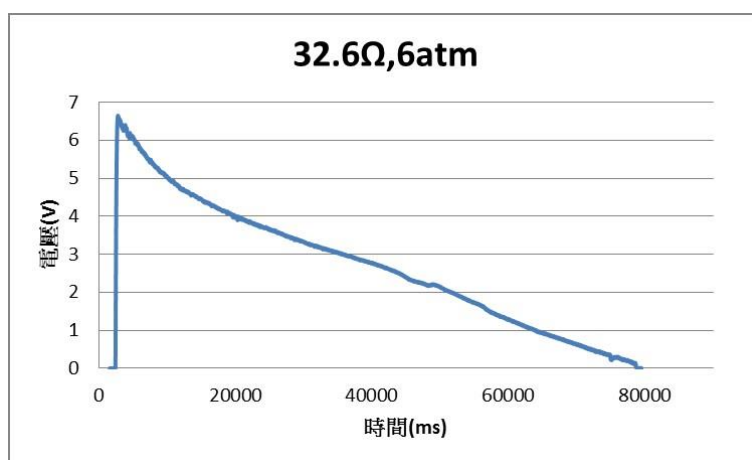


圖 33 32.6Ω,6atm 時電壓時間關係圖

### 3.3 總共 47.7Ω, 測量 35.6Ω

錶壓(atm)	發電能 (J)	效率 (%)
1	6.220	0.528%
1.5	16.737	0.948%
2	29.054	1.234%
2.5	37.430	1.272%
3	43.445	1.230%
3.5	47.624	1.156%
4	53.093	1.128%
4.5	55.109	1.040%
5	58.907	1.001%
5.5	63.246	0.977%
6	64.658	0.915%

表 4 47.7Ω,測量 35.6Ω 時,不同大氣壓力下之轉換效率

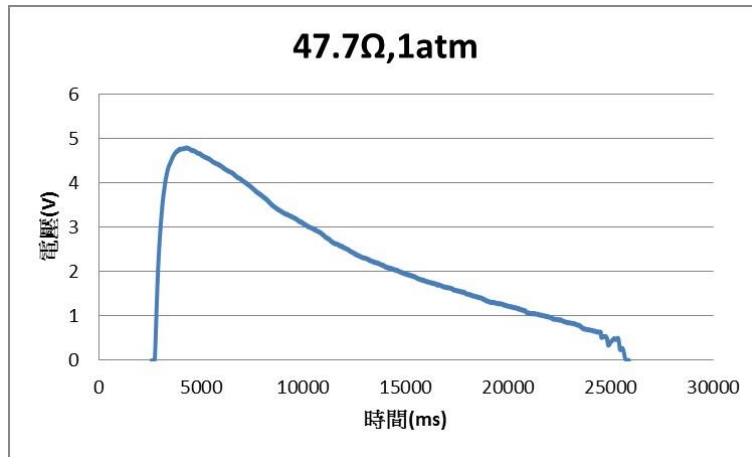


圖 34 47.7Ω,1atm 時電壓時間關係圖

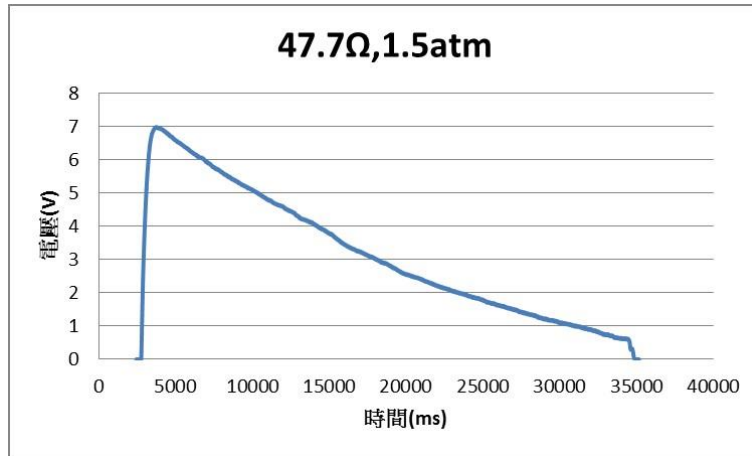


圖 35 47.7Ω,1.5atm 時電壓時間關係圖

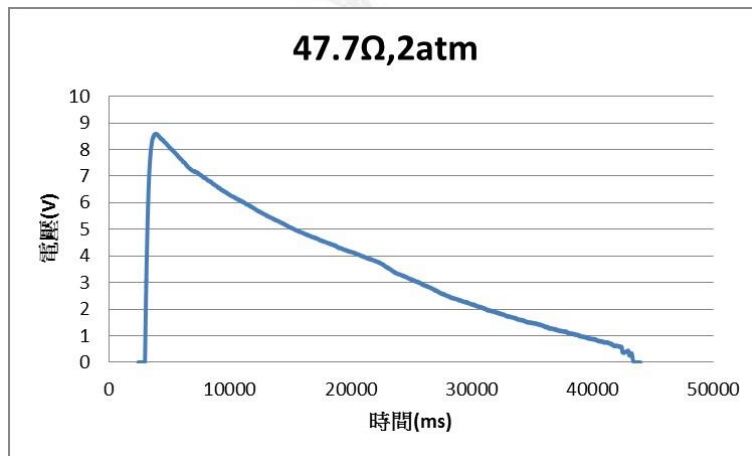


圖 36 47.7Ω,2atm 時電壓時間關係圖

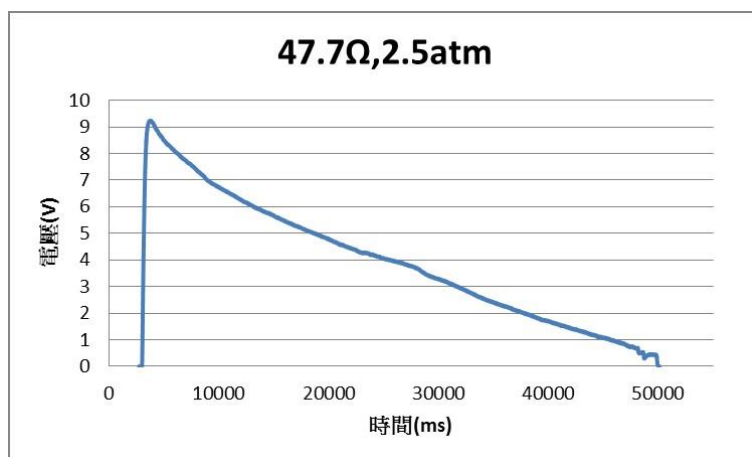


圖 37 47.7Ω,2.5atm 時電壓時間關係圖

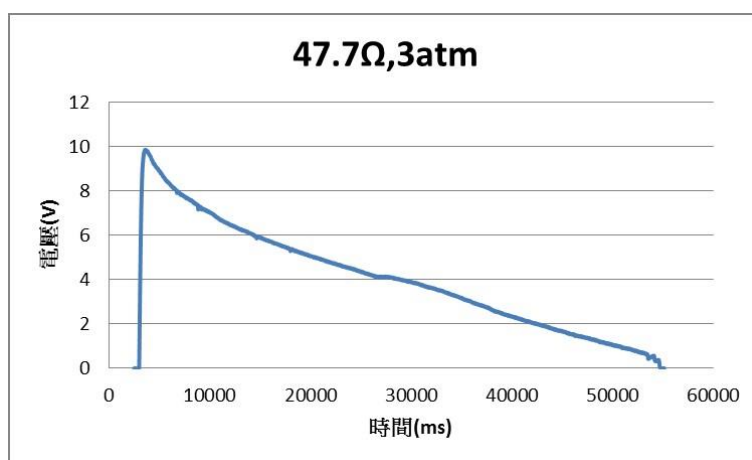


圖 38 47.7Ω,3atm 時電壓時間關係圖

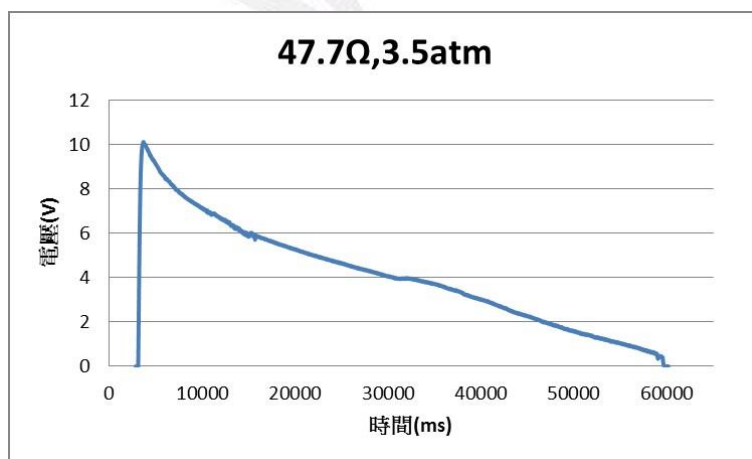


圖 39 47.7Ω,3.5atm 時電壓時間關係圖

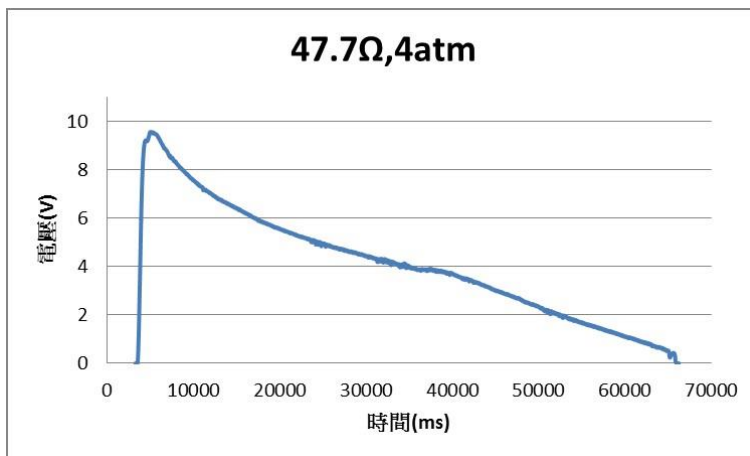


圖 40 47.7Ω,4atm 時電壓時間關係圖

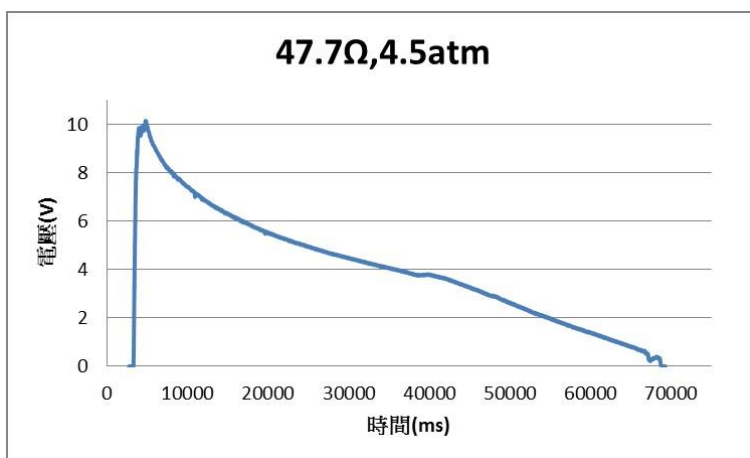


圖 41 47.7Ω,4.5atm 時電壓時間關係圖

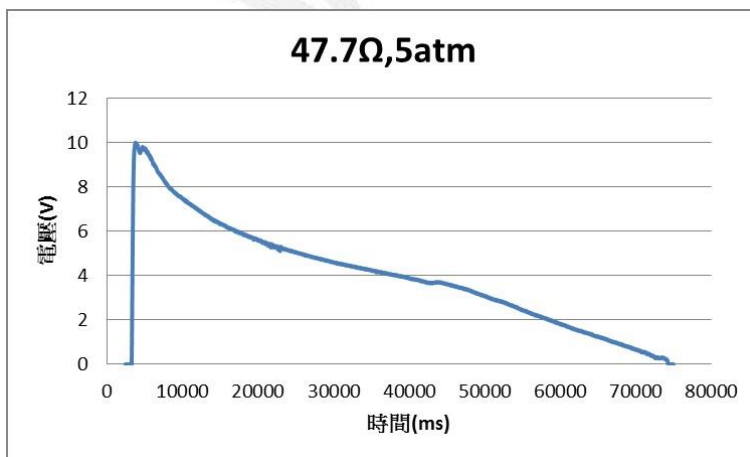


圖 42 47.7Ω,5atm 時電壓時間關係圖

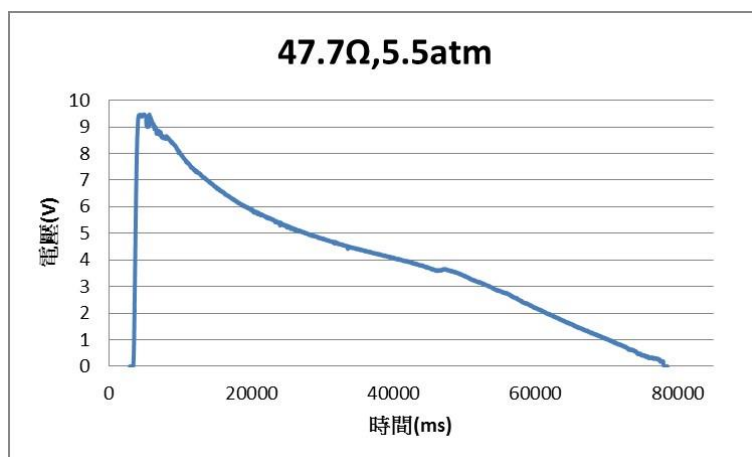


圖 43 47.7Ω,5.5atm 時電壓時間關係圖

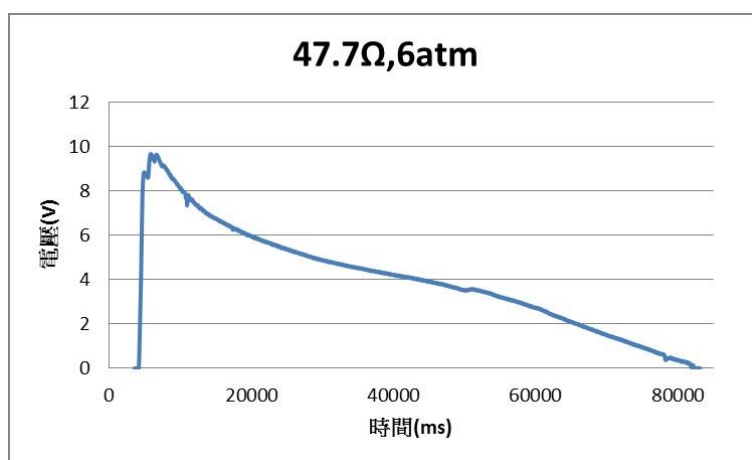


圖 44 47.7Ω,6atm 時電壓時間關係圖

### 3.4 總共 60.4Ω,測量 30.2Ω

錶壓(atm)	發電能 (J)	效率 (%)
1	8.080	0.686%
1.5	23.017	1.303%
2	39.355	1.672%
2.5	59.267	2.014%
3	71.007	2.011%
3.5	84.217	2.044%
4	96.953	2.059%
4.5	106.068	2.002%
5	114.993	1.954%
5.5	130.273	2.012%
6	143.055	2.025%

表 5 60.4Ω,測量 30.2Ω 時,不同大氣壓力下之轉換效率

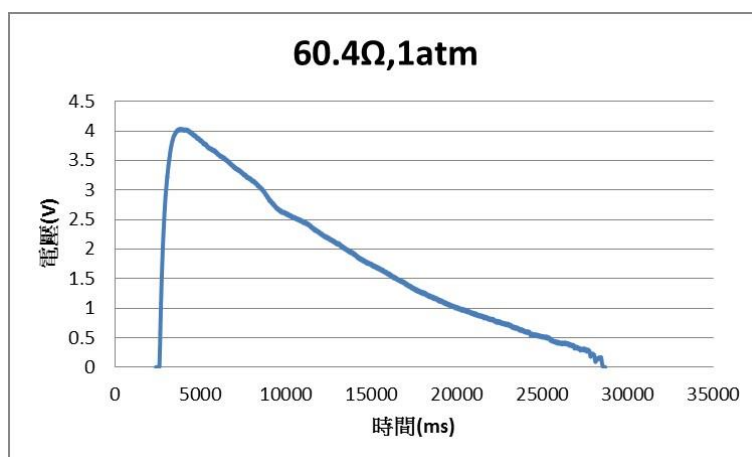


圖 45 60.4Ω,1atm 時電壓時間關係圖

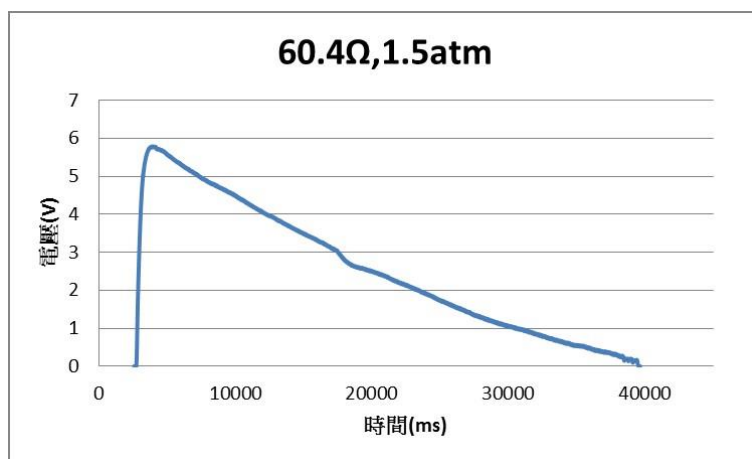


圖 46 60.4Ω,1.5atm 時電壓時間關係圖

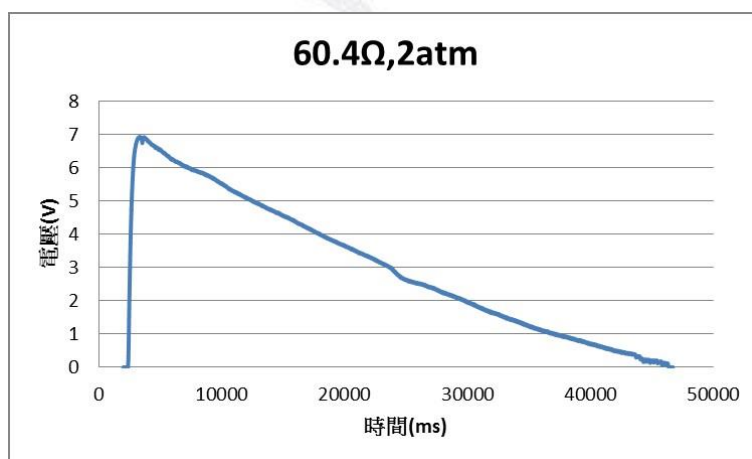


圖 47 60.4Ω,2atm 時電壓時間關係圖



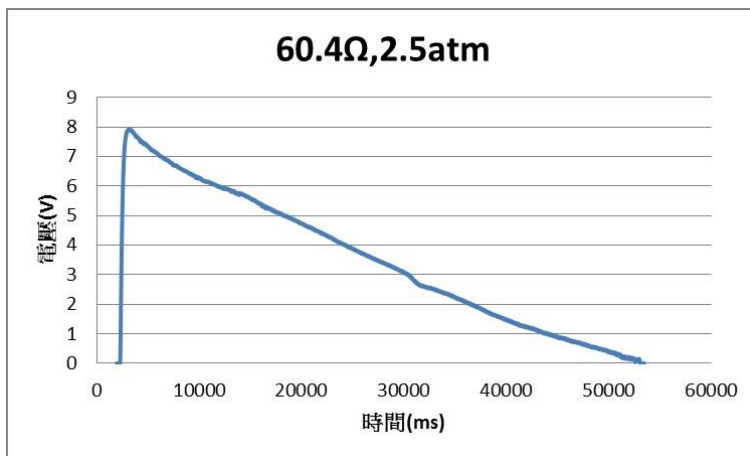


圖 48 60.4Ω,2.5atm 時電壓時間關係圖

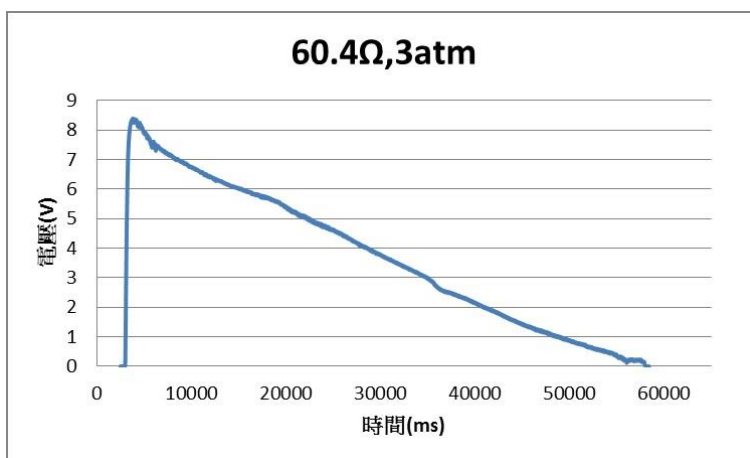


圖 49 60.4Ω,3atm 時電壓時間關係圖

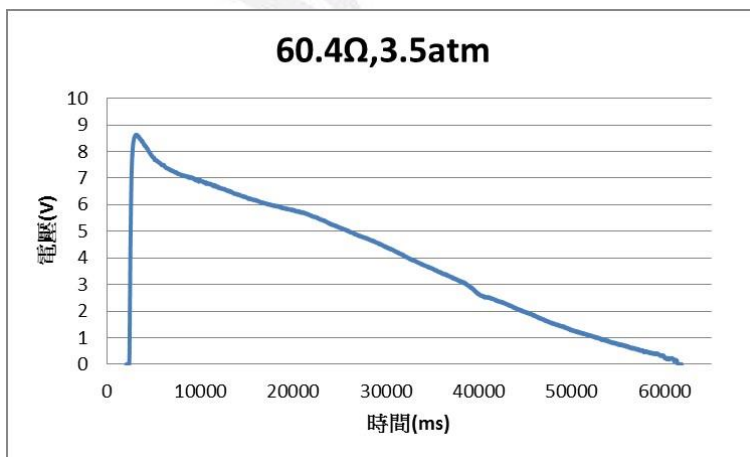


圖 50 60.4Ω,3.5atm 時電壓時間關係圖

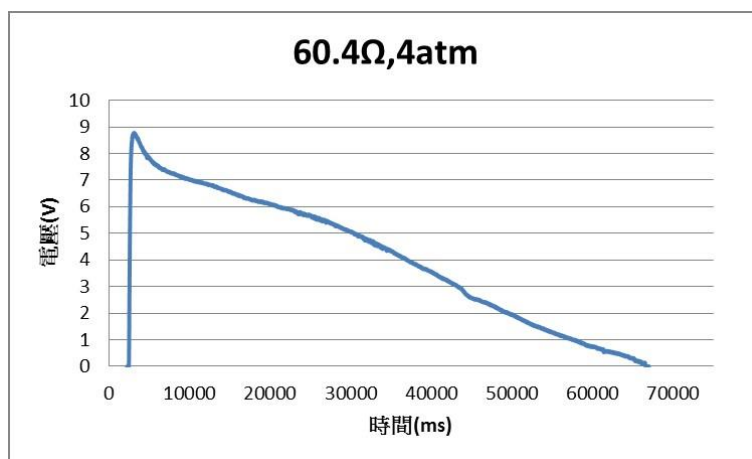


圖 51 60.4Ω,4atm 時電壓時間關係圖

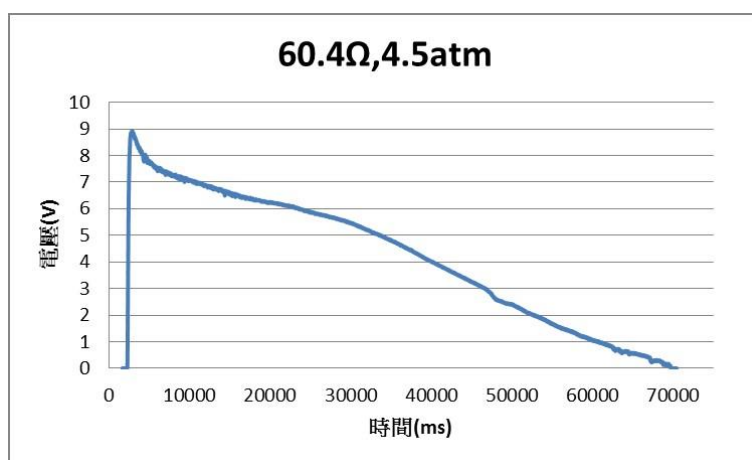


圖 52 60.4Ω,4.5atm 時電壓時間關係圖

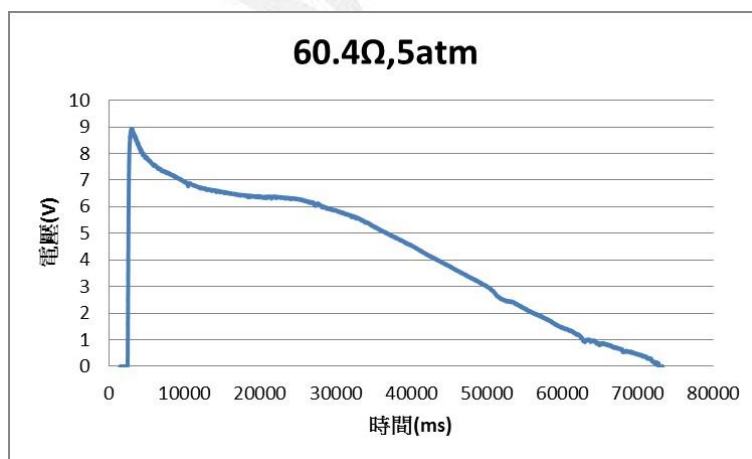


圖 53 60.4Ω,5atm 時電壓時間關係圖

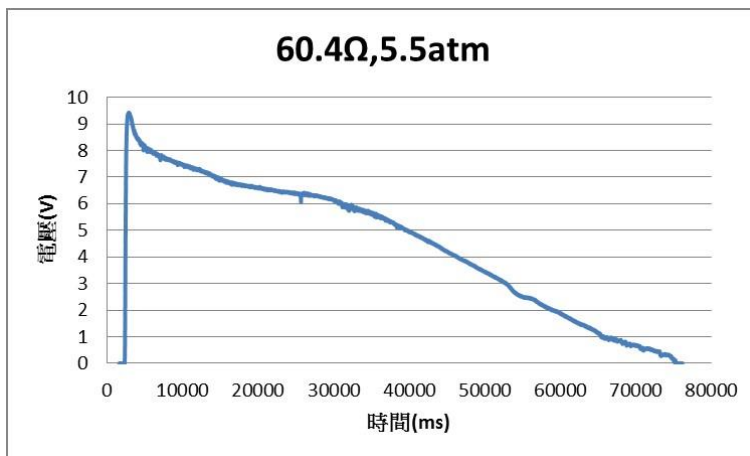


圖 54 60.4Ω,5.5atm 時電壓時間關係圖

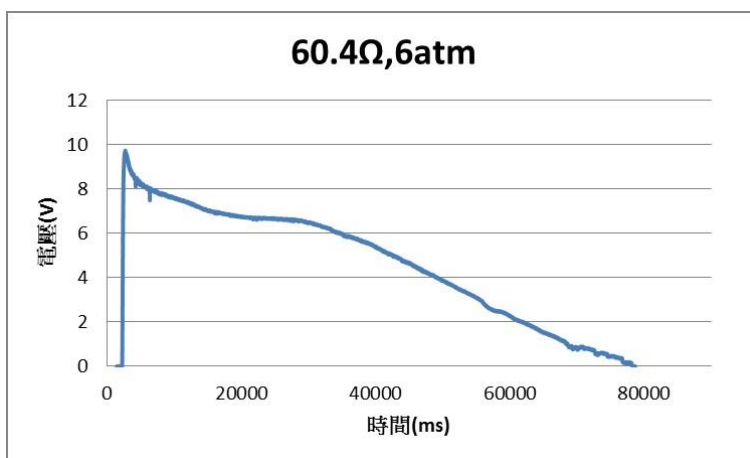


圖 55 60.4Ω,6atm 時電壓時間關係圖

### 3.5 總共 88.6Ω,測量 44.3Ω

錶壓(atm)	發電能 (J)	效率 (%)
1	5.174	0.440%
1.5	12.079	0.684%
2	18.571	0.789%
2.5	24.741	0.841%
3	28.948	0.820%
3.5	31.190	0.757%
4	34.136	0.725%
4.5	34.577	0.653%
5	35.614	0.605%
5.5	33.327	0.515%
6	34.316	0.486%

表 6 88.6Ω,測量 44.3Ω 時,不同大氣壓力下之轉換效率

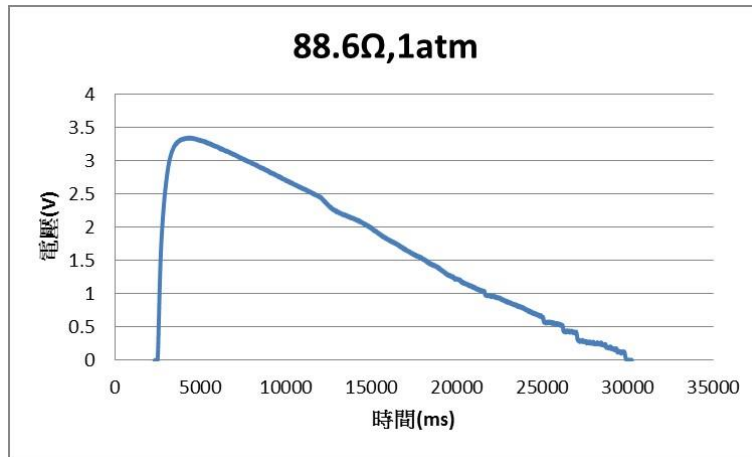


圖 56 88.6Ω,1atm 時電壓時間關係圖

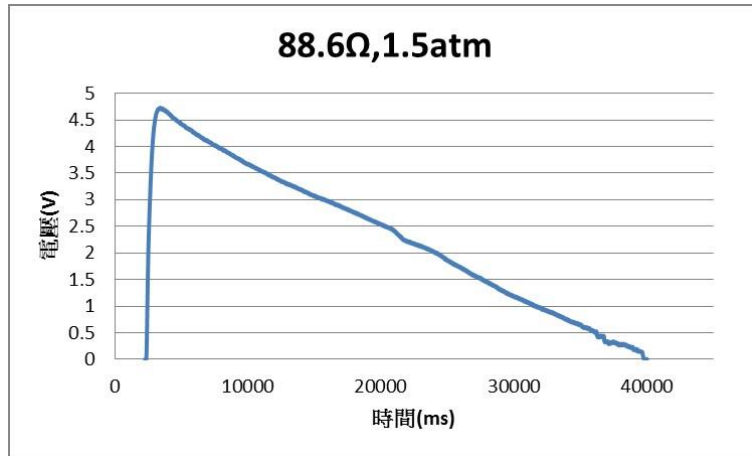


圖 57 88.6Ω,1.5atm 時電壓時間關係圖

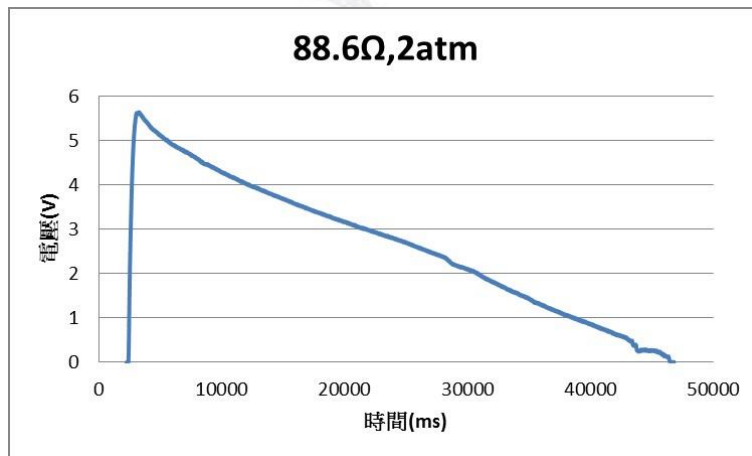


圖 58 88.6Ω,2atm 時電壓時間關係圖

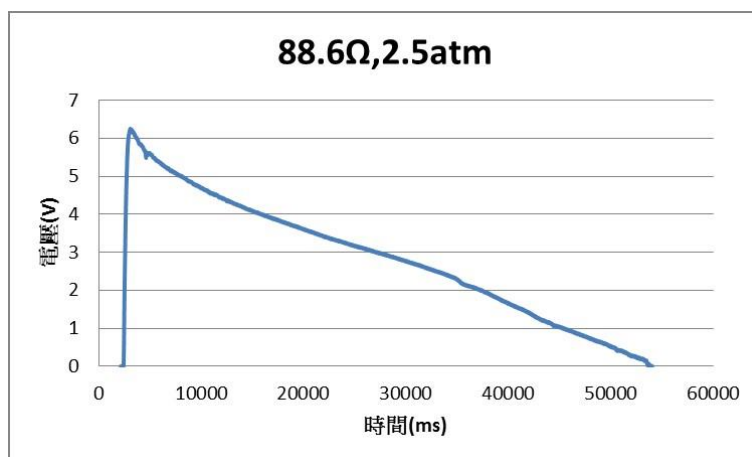


圖 59 88.6Ω, 2.5atm 時電壓時間關係圖

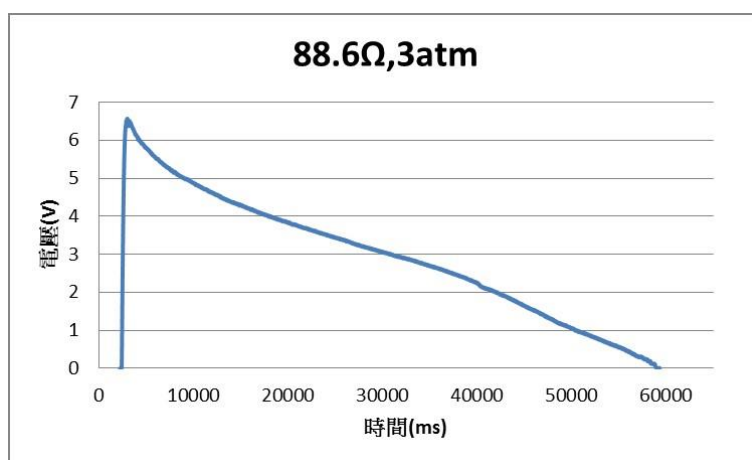


圖 60 88.6Ω, 3atm 時電壓時間關係圖

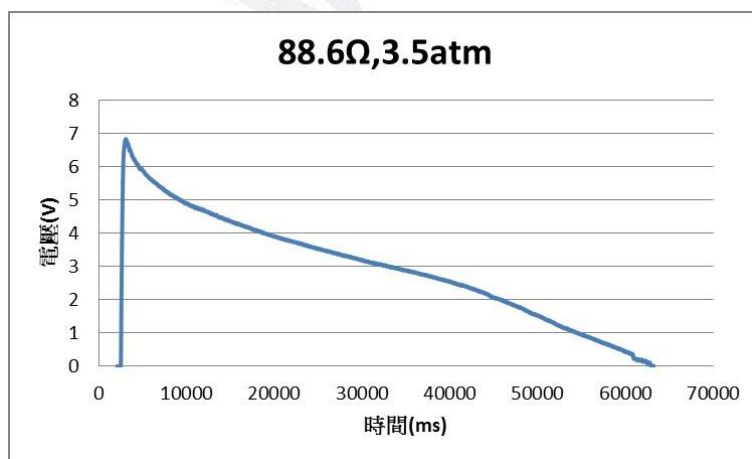


圖 61 88.6Ω, 3.5atm 時電壓時間關係圖

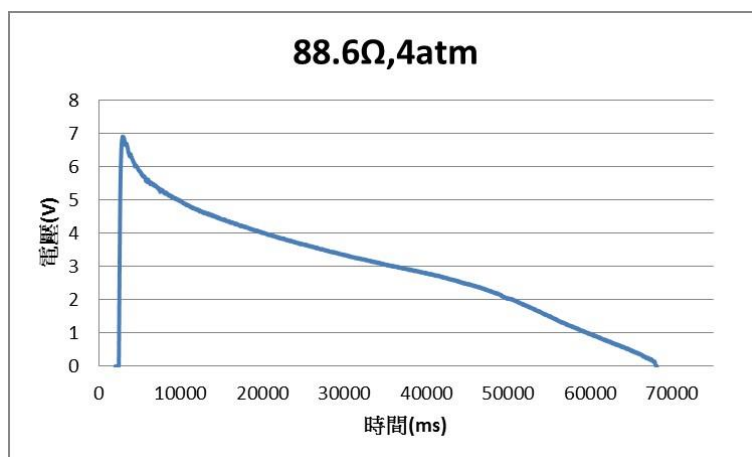


圖 62 88.6Ω,4atm 時電壓時間關係圖

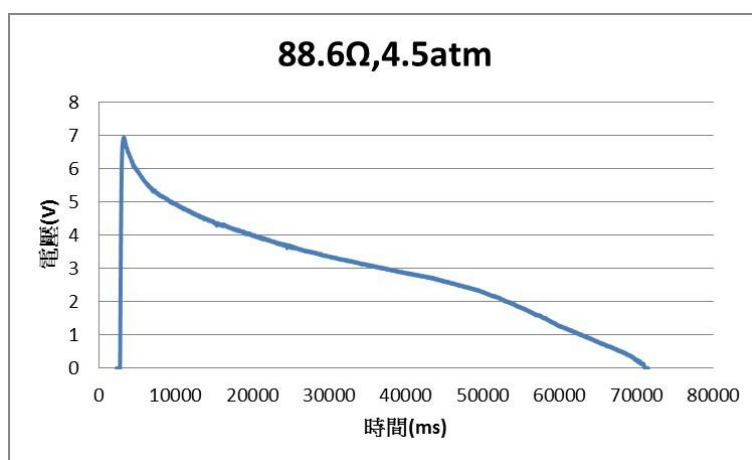


圖 63 88.6Ω,4.5atm 時電壓時間關係圖

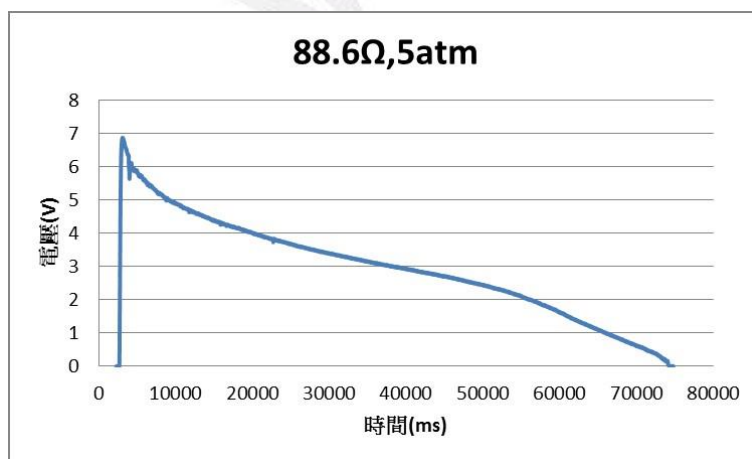


圖 64 88.6Ω,5atm 時電壓時間關係圖

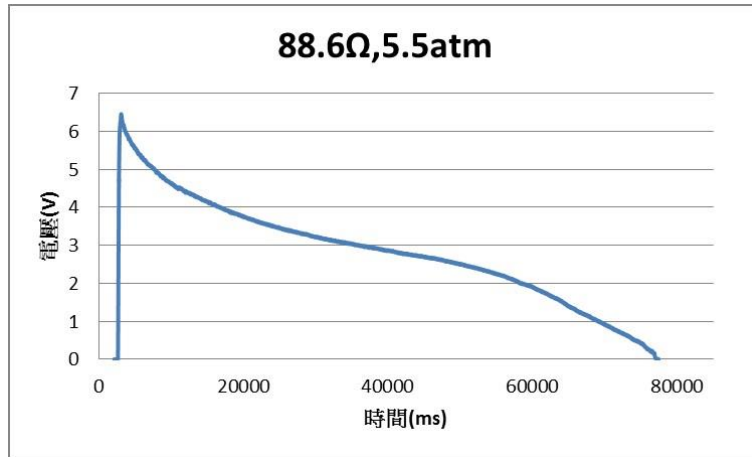


圖 65 88.6Ω,5.5atm 時電壓時間關係圖

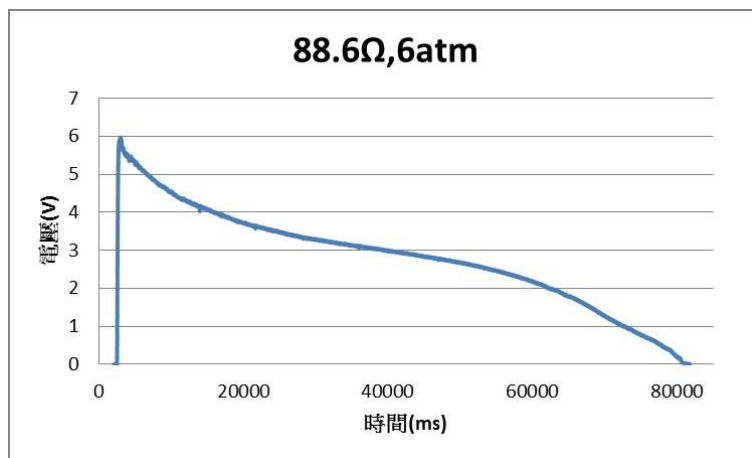


圖 66 88.6Ω,6atm 時電壓時間關係圖

### 3.6 總共 131.6Ω, 測量 65.8Ω

錶壓(atm)	發電能 (J)	效率 (%)
1	9.065	0.770%
1.5	18.746	1.062%
2	24.833	1.055%
2.5	28.504	0.969%
3	32.204	0.912%
3.5	37.814	0.918%
4	41.895	0.890%
4.5	47.439	0.896%
5	52.966	0.900%
5.5	59.192	0.914%
6	67.090	0.950%

表 7 131.6Ω,測量 65.8Ω 時,不同大氣壓力下之轉換效率

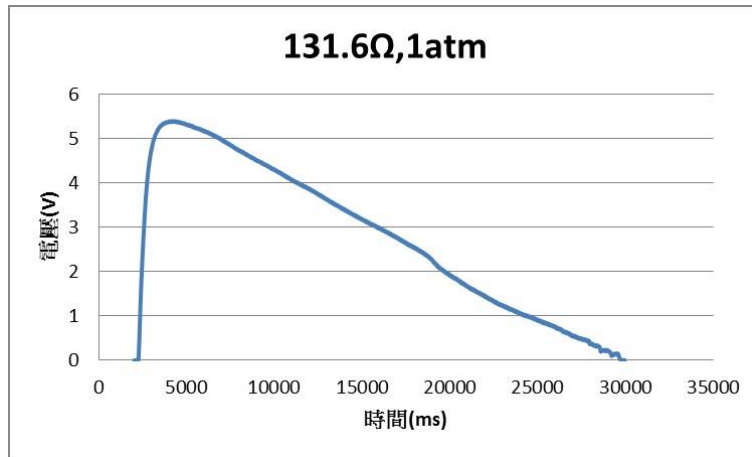


圖 67 131.6Ω,1atm 時電壓時間關係圖

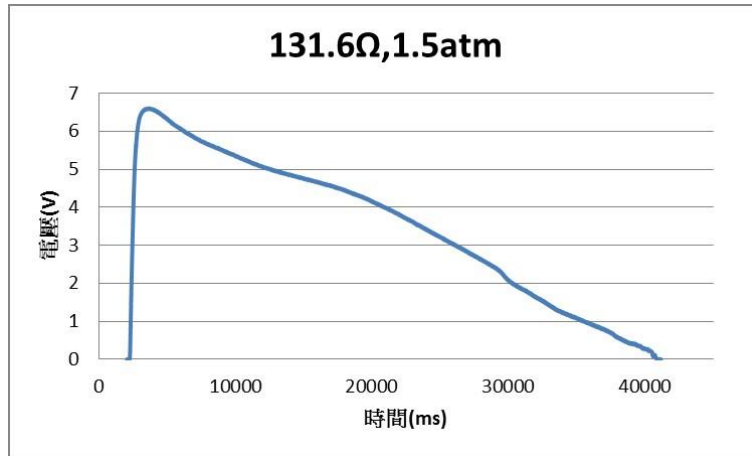


圖 68 131.6Ω,1.5atm 時電壓時間關係圖

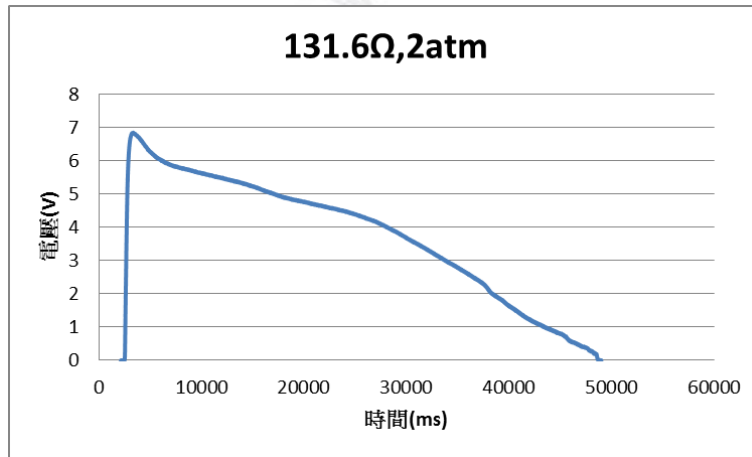


圖 69 131.6Ω,2atm 時電壓時間關係圖



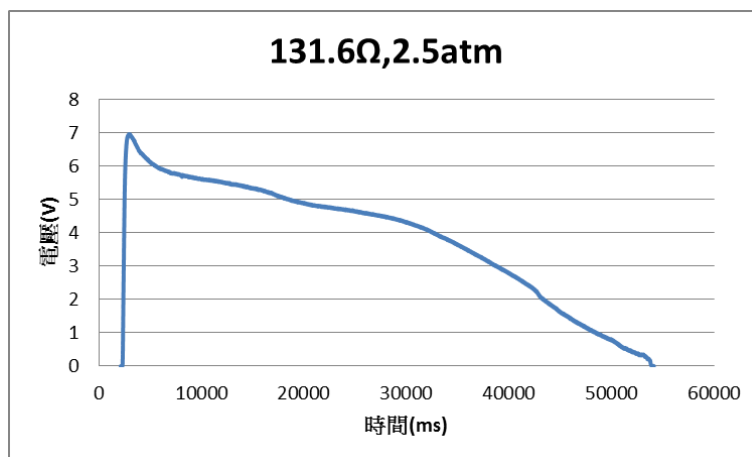


圖 70 131.6Ω, 2.5atm 時電壓時間關係圖

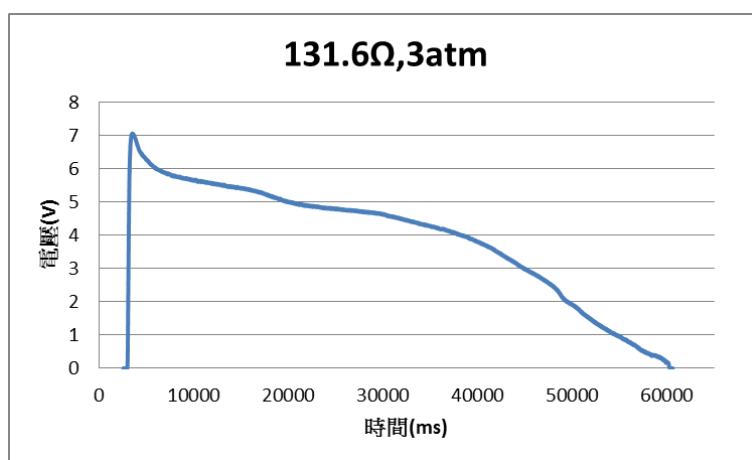


圖 71 131.6Ω, 3atm 時電壓時間關係圖

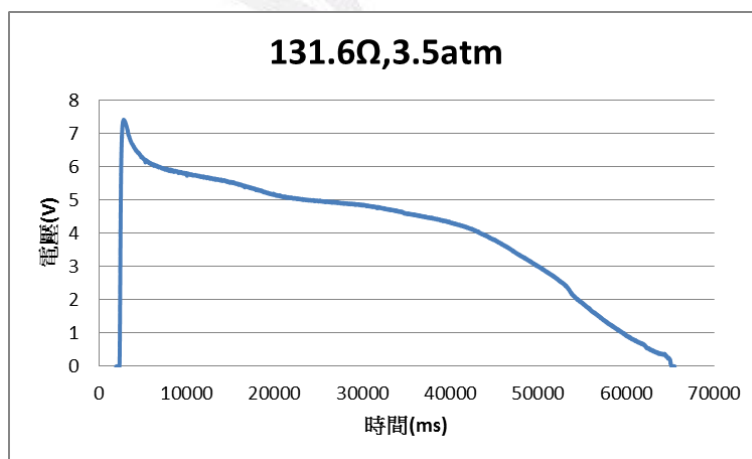


圖 72 131.6Ω, 3.5atm 時電壓時間關係圖

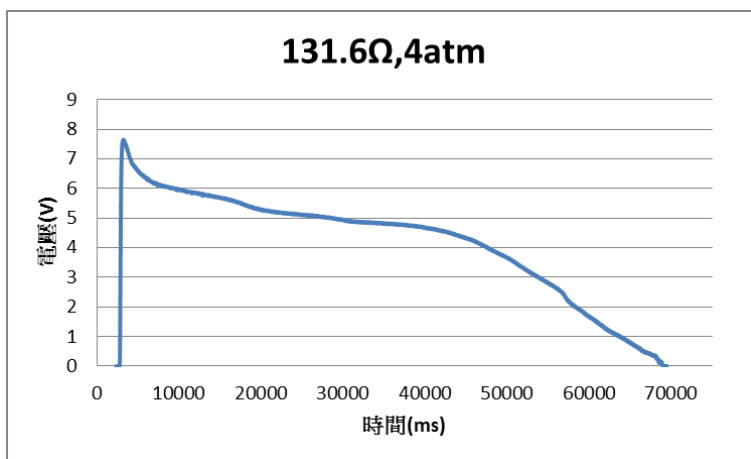


圖 73 131.6Ω,4atm 時電壓時間關係圖

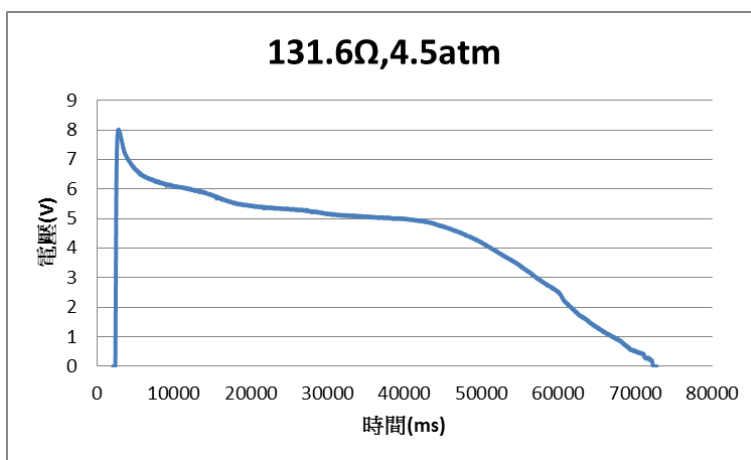


圖 74 131.6Ω,4.5atm 時電壓時間關係圖

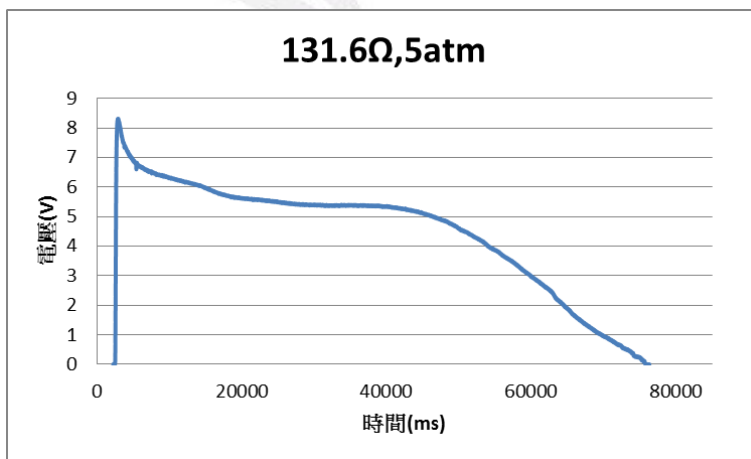


圖 75 131.6Ω,5atm 時電壓時間關係圖

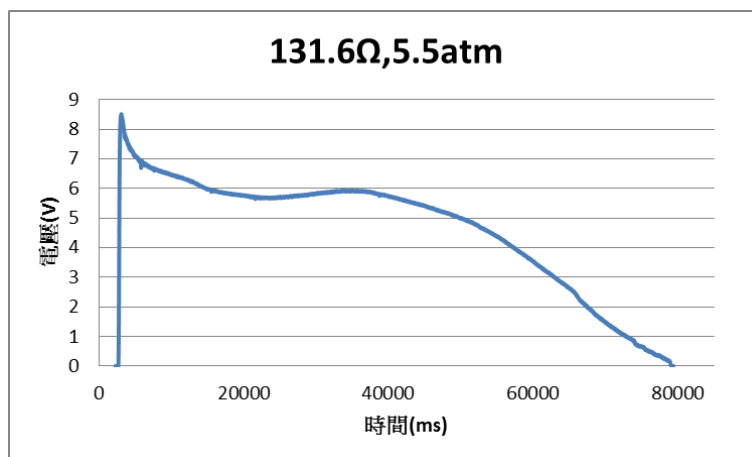


圖 76 131.6Ω,5.5atm 時電壓時間關係圖

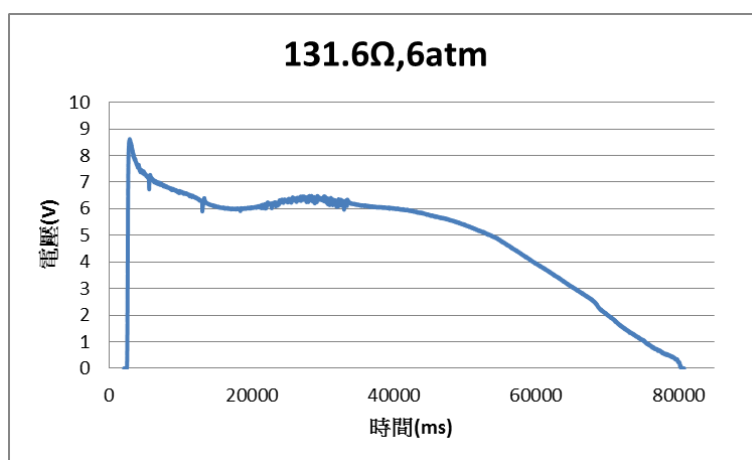


圖 77 131.6Ω,6atm 時電壓時間關係圖

### 3.7 總共 272Ω,測量 136Ω

錶壓(atm)	發電能 (J)	效率 (%)
1		
1.5		
2	7.033	0.299%
2.5	8.005	0.272%
3	9.422	0.267%
3.5	10.570	0.257%
4	12.366	0.263%
4.5	14.973	0.283%
5	17.735	0.301%
5.5	21.023	0.325%
6		

表 8 272Ω,測量 136Ω 時,不同大氣壓力下之轉換效率

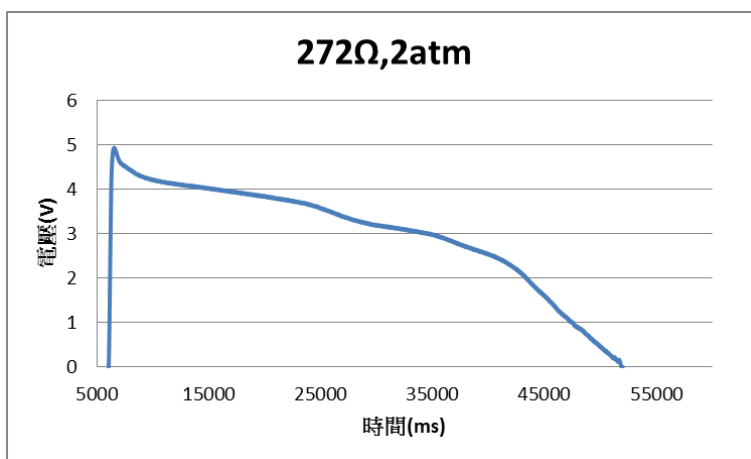


圖 78 272Ω,2atm 時電壓時間關係圖

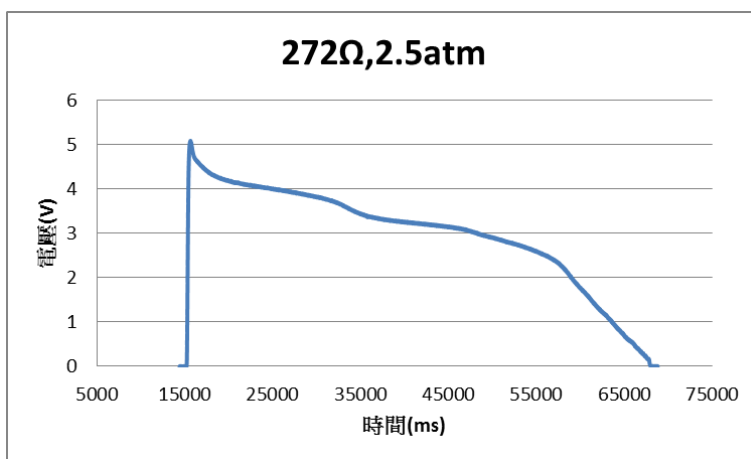


圖 79 272Ω,2.5atm 時電壓時間關係圖

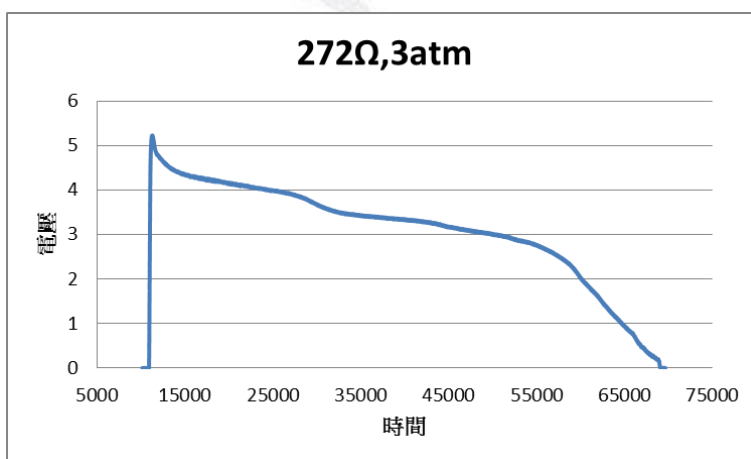


圖 80 272Ω,3atm 時電壓時間關係圖

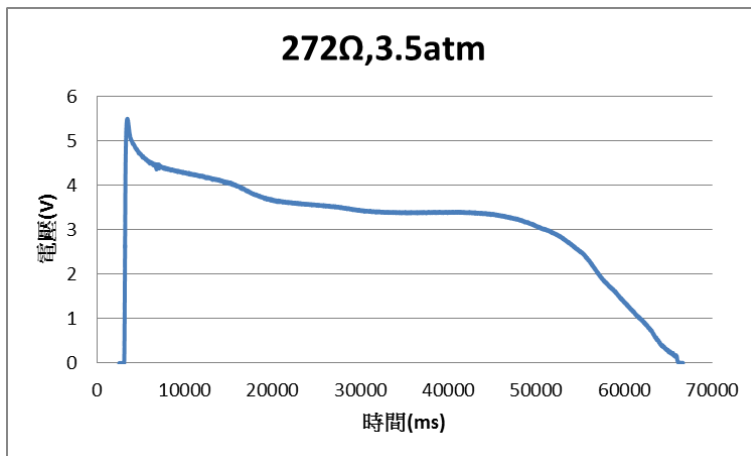


圖 81 272Ω,3.5atm 時電壓時間關係圖

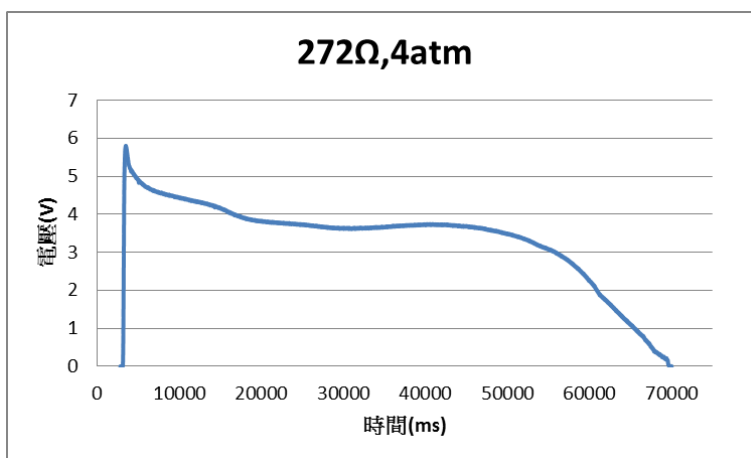


圖 82 272Ω,4atm 時電壓時間關係圖

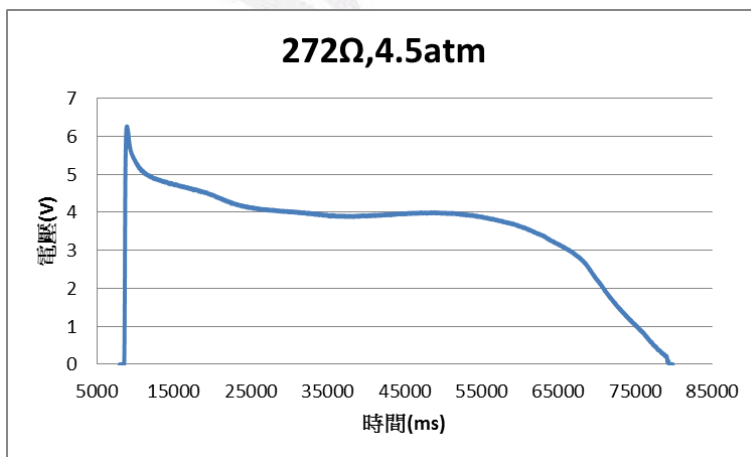


圖 83 272Ω,4.5atm 時電壓時間關係圖

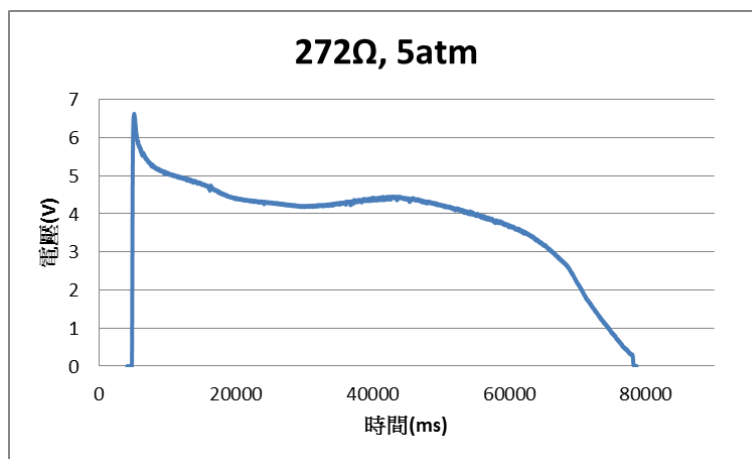


圖 84 272Ω,5atm 時電壓時間關係圖

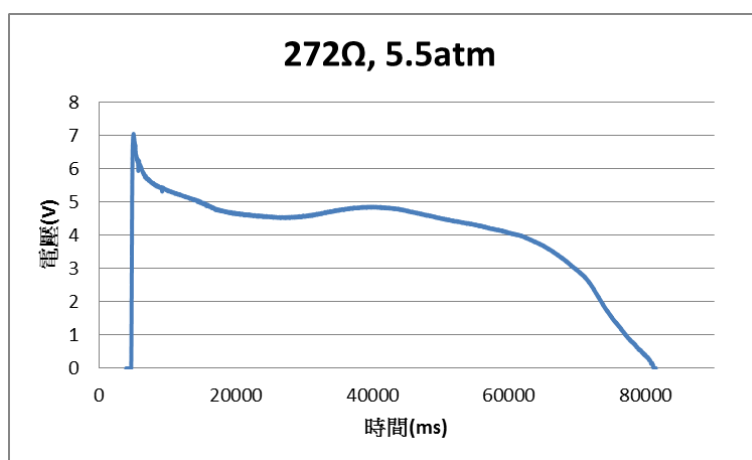


圖 85 272Ω,5.5atm 時電壓時間關係圖

### 3.8 總共 397Ω,測量 99.1Ω

錶壓(atm)	發電能 (J)	效率 (%)
1	2.459	0.209%
1.5	3.734	0.211%
2	5.174	0.220%
2.5	6.532	0.222%
3	7.529	0.213%
3.5	8.117	0.197%
4	8.862	0.188%
4.5	9.351	0.177%
5	9.829	0.167%
5.5	10.042	0.155%
6	10.104	0.143%

表 9 397Ω,測量 99.1Ω 時,不同大氣壓力下之轉換效率

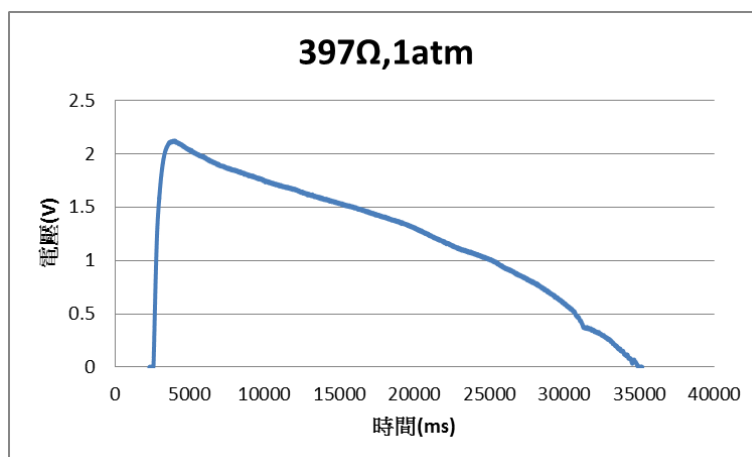


圖 86 397Ω,1atm 時電壓時間關係圖

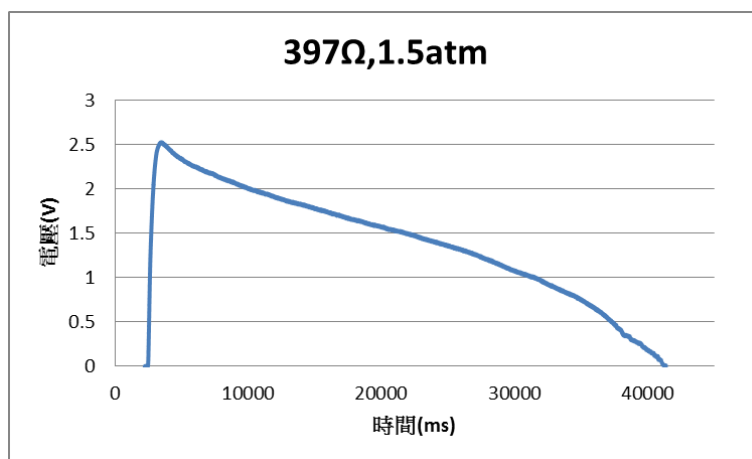


圖 87 397Ω,1.5atm 時電壓時間關係圖

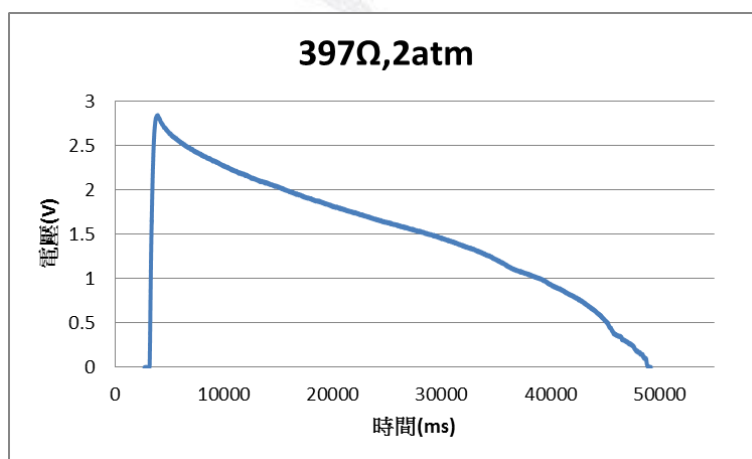


圖 88 397Ω,2atm 時電壓時間關係圖

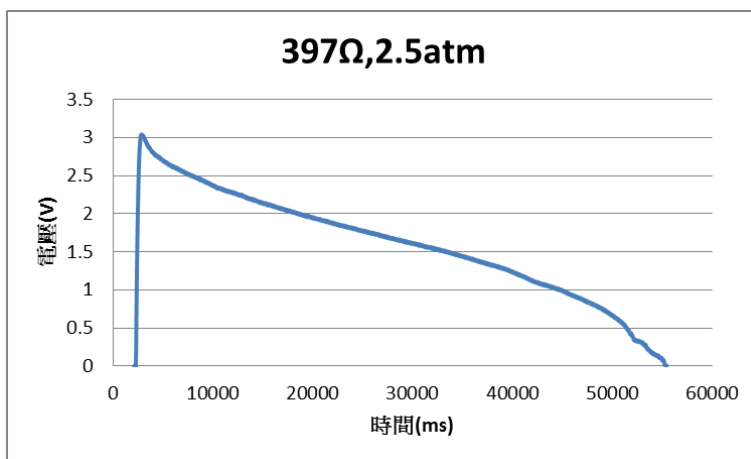


圖 89 397Ω, 2.5atm 時電壓時間關係圖

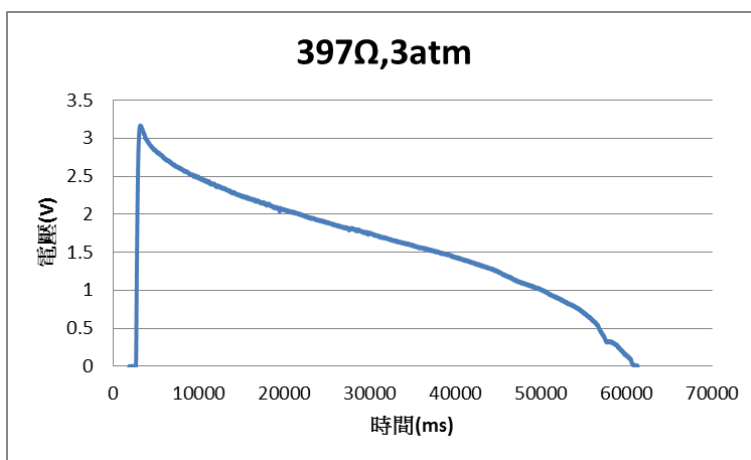


圖 90 397Ω, 3atm 時電壓時間關係圖

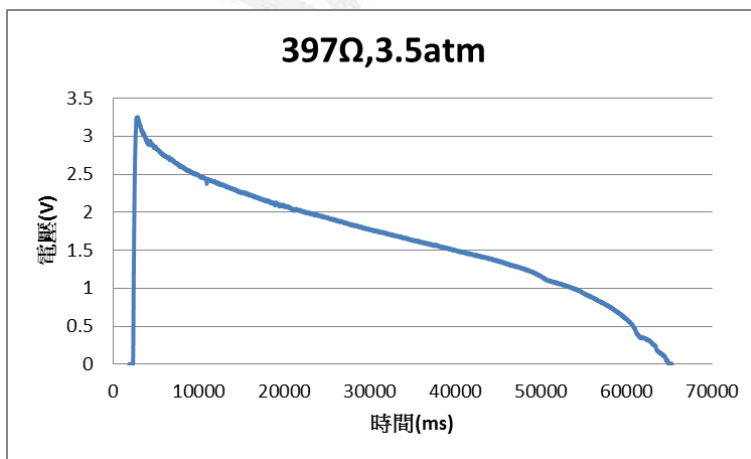


圖 91 397Ω, 3.5atm 時電壓時間關係圖



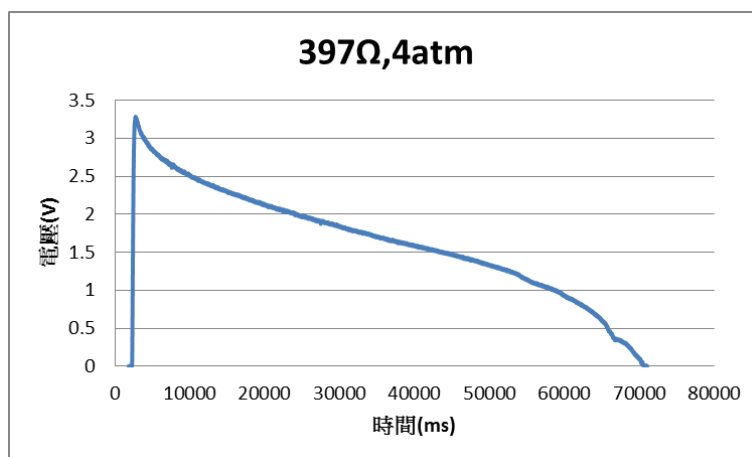


圖 92 397Ω,4atm 時電壓時間關係圖

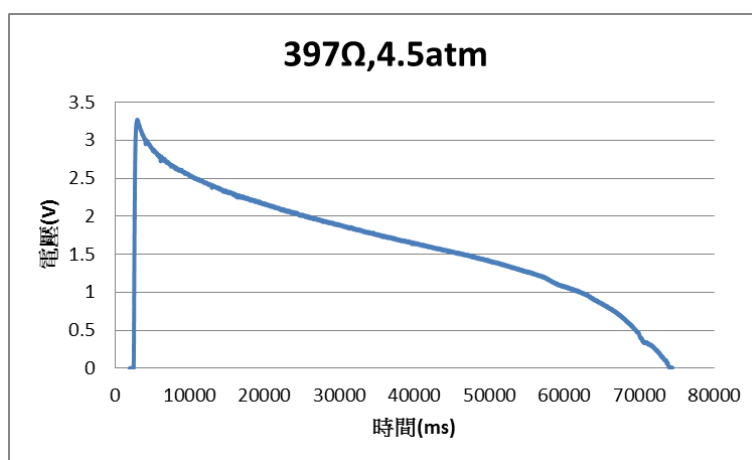


圖 93 397Ω,4.5atm 時電壓時間關係圖

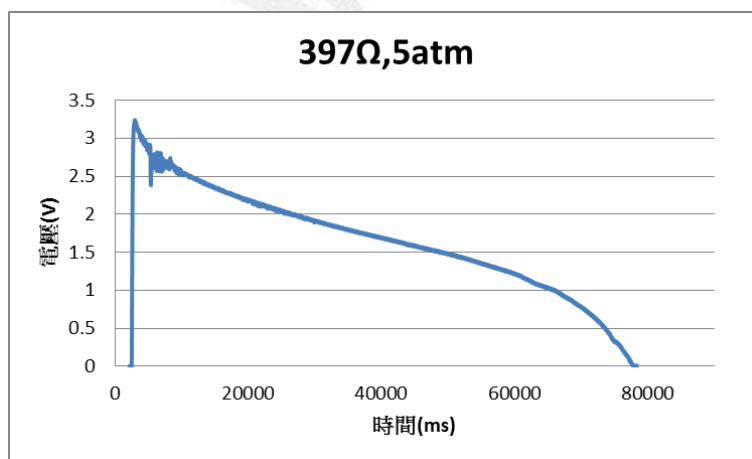


圖 94 397Ω,5atm 時電壓時間關係圖

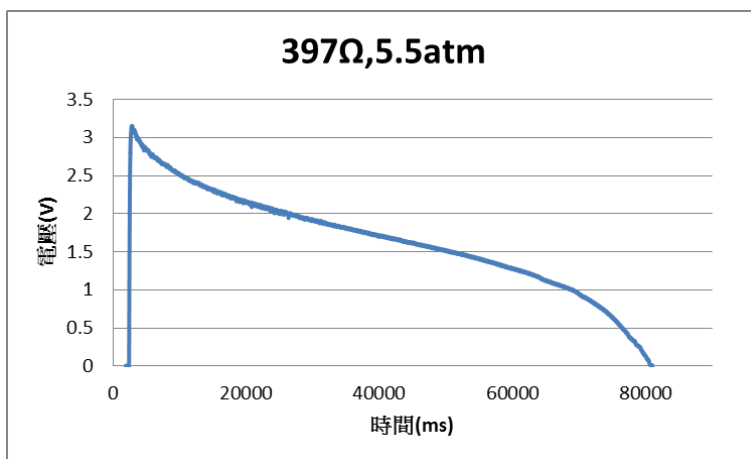


圖 95 397Ω,5.5atm 時電壓時間關係圖

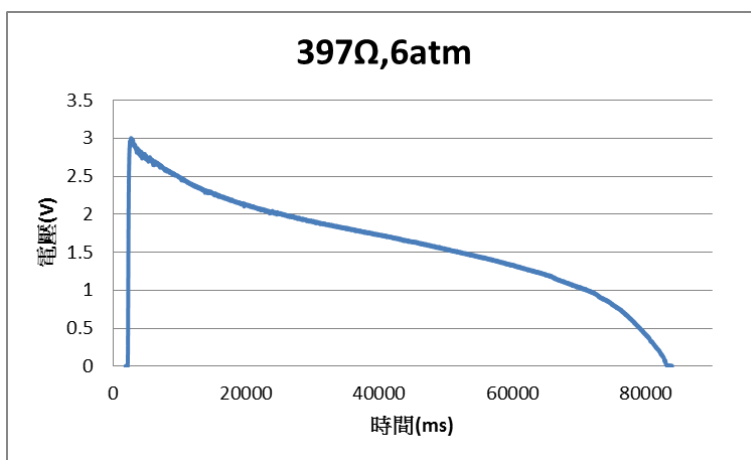


圖 96 397Ω,6atm 時電壓時間關係圖

### 3.9 總共 2.25kΩ, 測量 560Ω

錶壓(atm)	發電能 (J)	效率 (%)
1	0.409	0.035%
1.5	0.707	0.040%
2	0.966	0.041%
2.5	1.198	0.041%
3	1.430	0.041%
3.5	1.628	0.040%
4	1.793	0.038%
4.5	1.894	0.036%
5	1.981	0.034%
5.5	2.072	0.032%
6	2.283	0.032%

表 10 2.25k $\Omega$ ,測量 560 $\Omega$  時,不同大氣壓力下之轉換效率

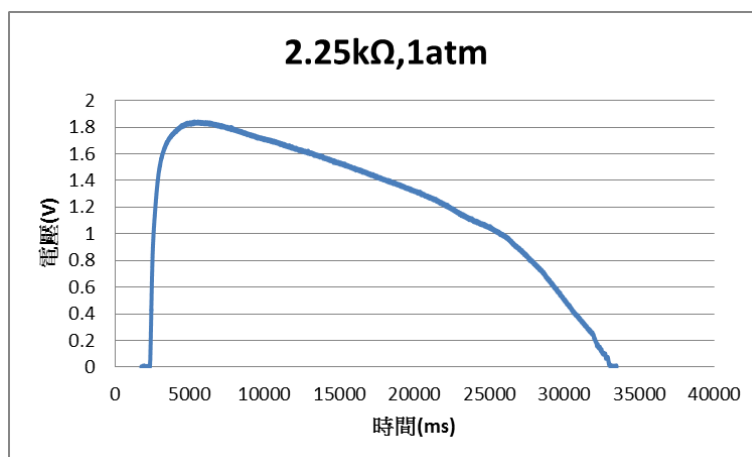


圖 97 2.25k $\Omega$ ,1atm 時電壓時間關係圖

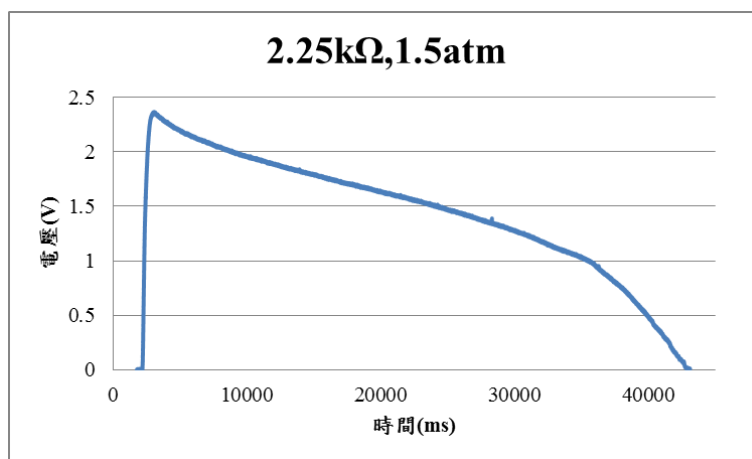


圖 98 2.25k $\Omega$ ,1.5atm 時電壓時間關係圖

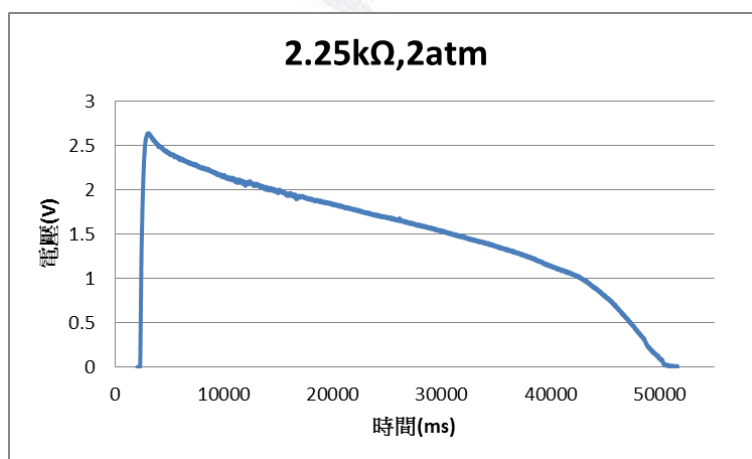


圖 99 2.25k $\Omega$ ,2atm 時電壓時間關係圖

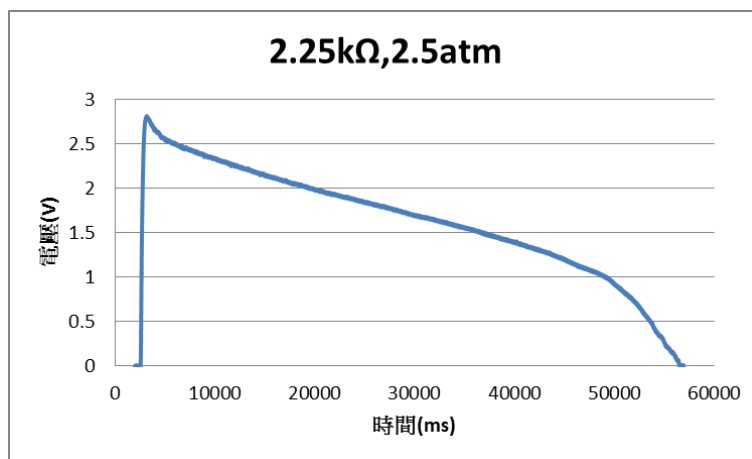


圖 100 2.25kΩ, 2.5atm 時電壓時間關係圖

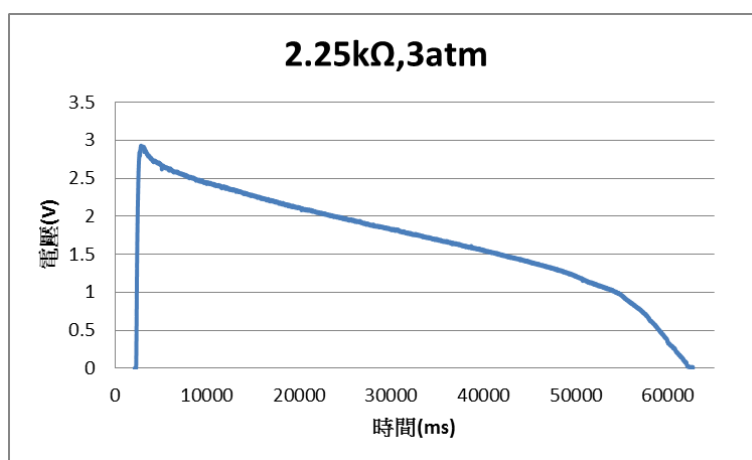


圖 101 2.25kΩ, 3atm 時電壓時間關係圖

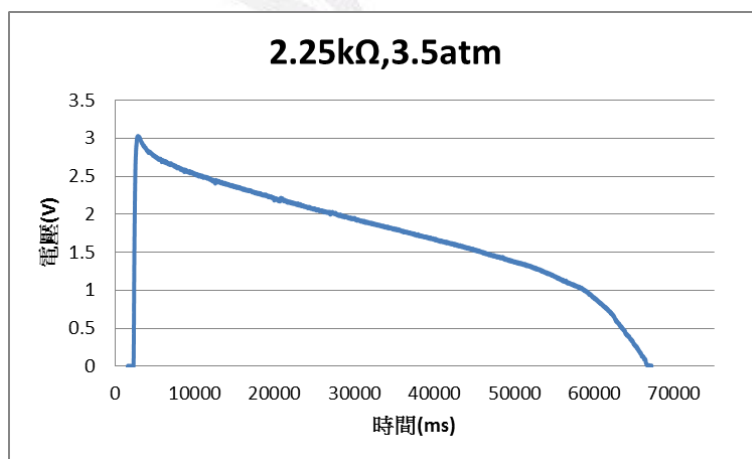


圖 102 2.25kΩ, 3.5atm 時電壓時間關係圖

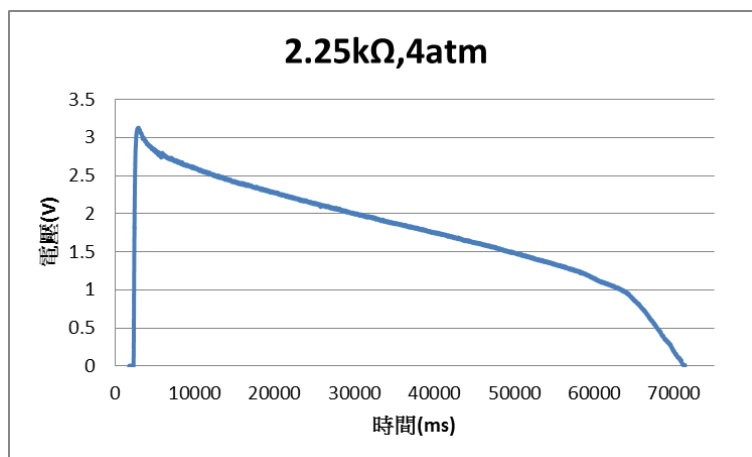


圖 103 2.25kΩ,4atm 時電壓時間關係圖

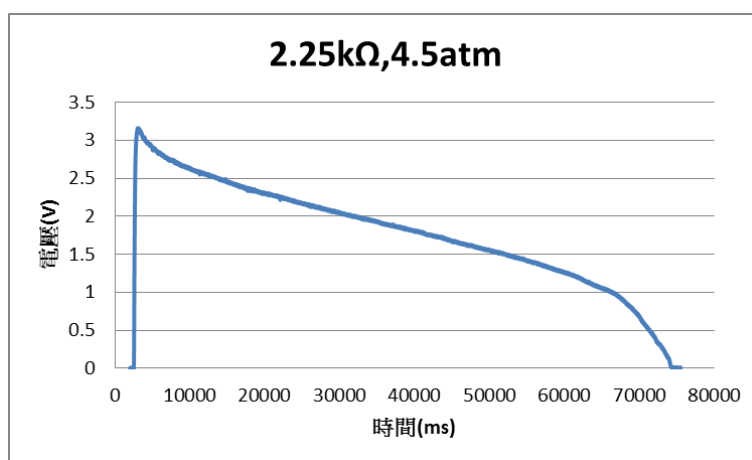


圖 104 2.25kΩ,4.5atm 時電壓時間關係圖

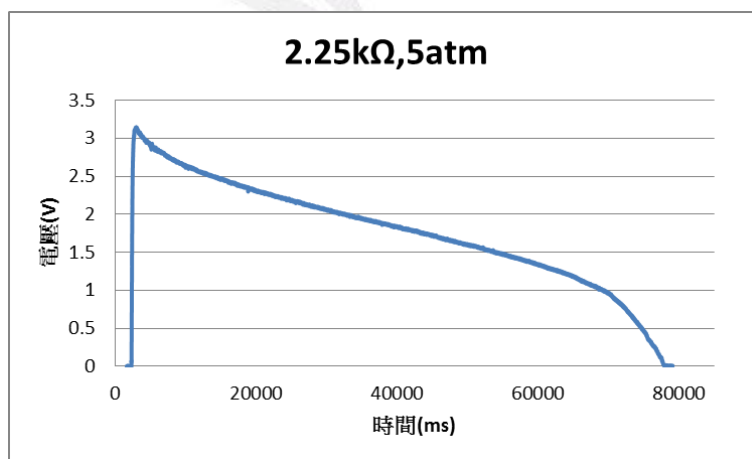


圖 105 2.25kΩ,5atm 時電壓時間關係圖

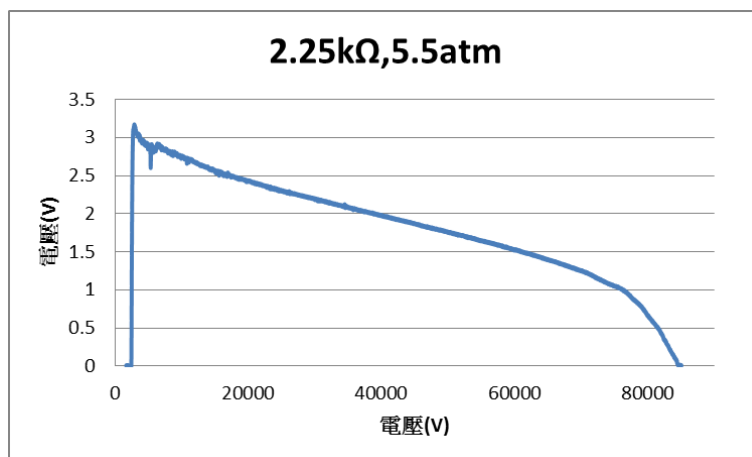


圖 106 2.25kΩ,5.5atm 時電壓時間關係圖

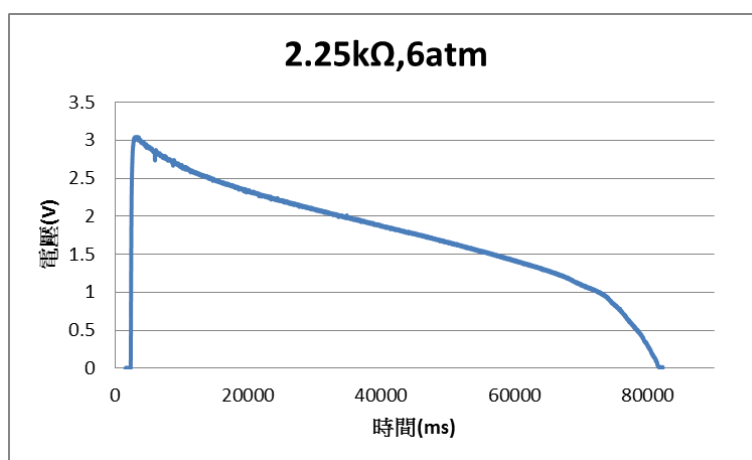


圖 107 2.25kΩ,6atm 時電壓時間關係圖

## 4. 實驗結果與結果討論

### 4.1 實驗結果

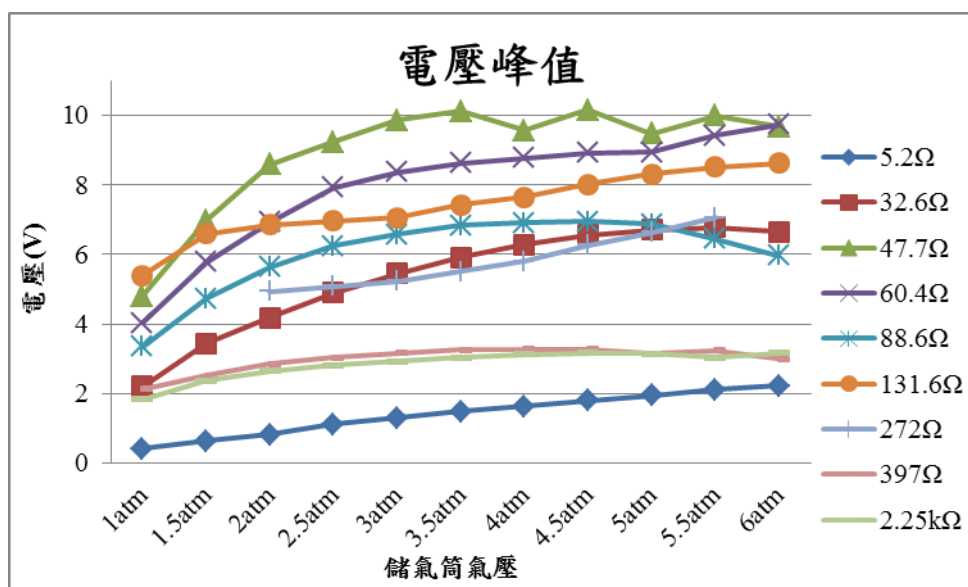


圖 108 發電特性圖

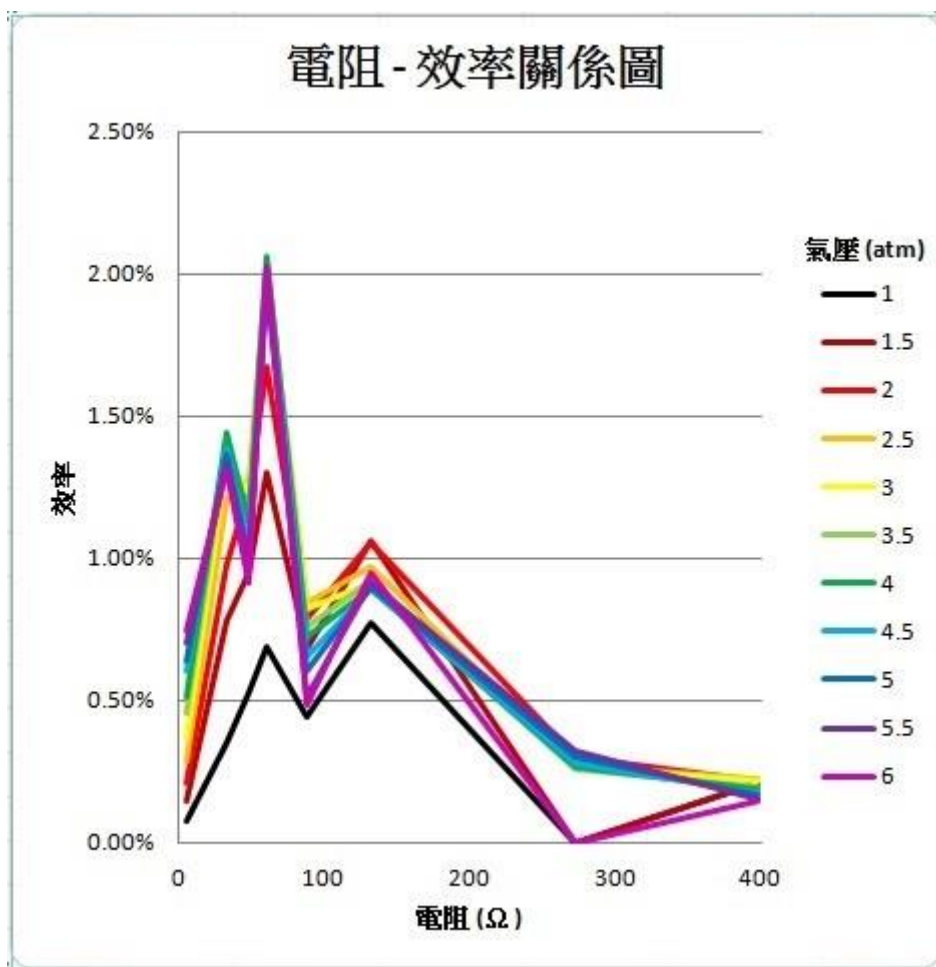


圖 109 電阻-效率圖

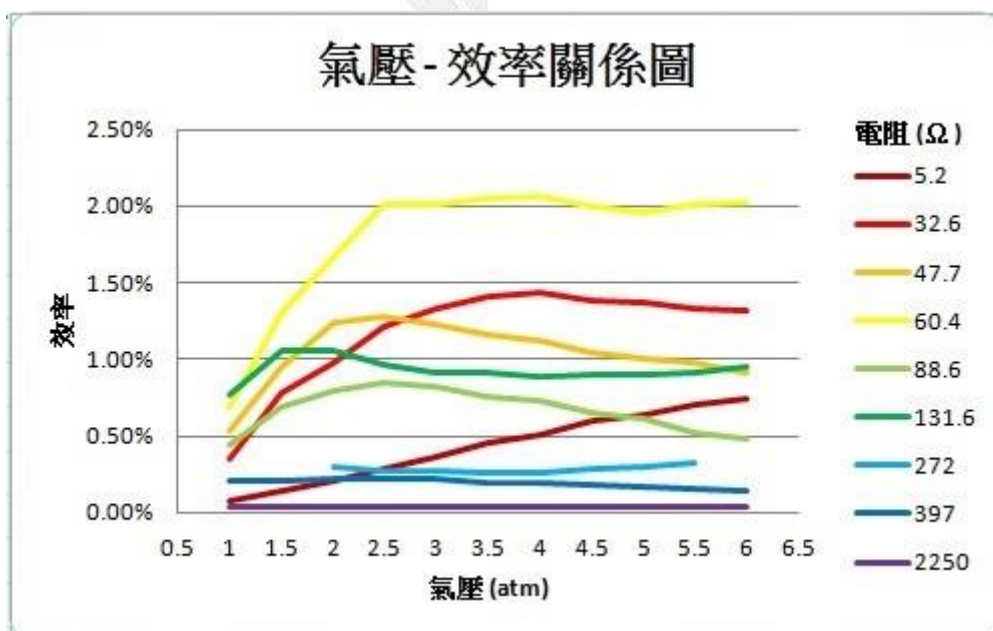


圖 110 氣壓-效率圖



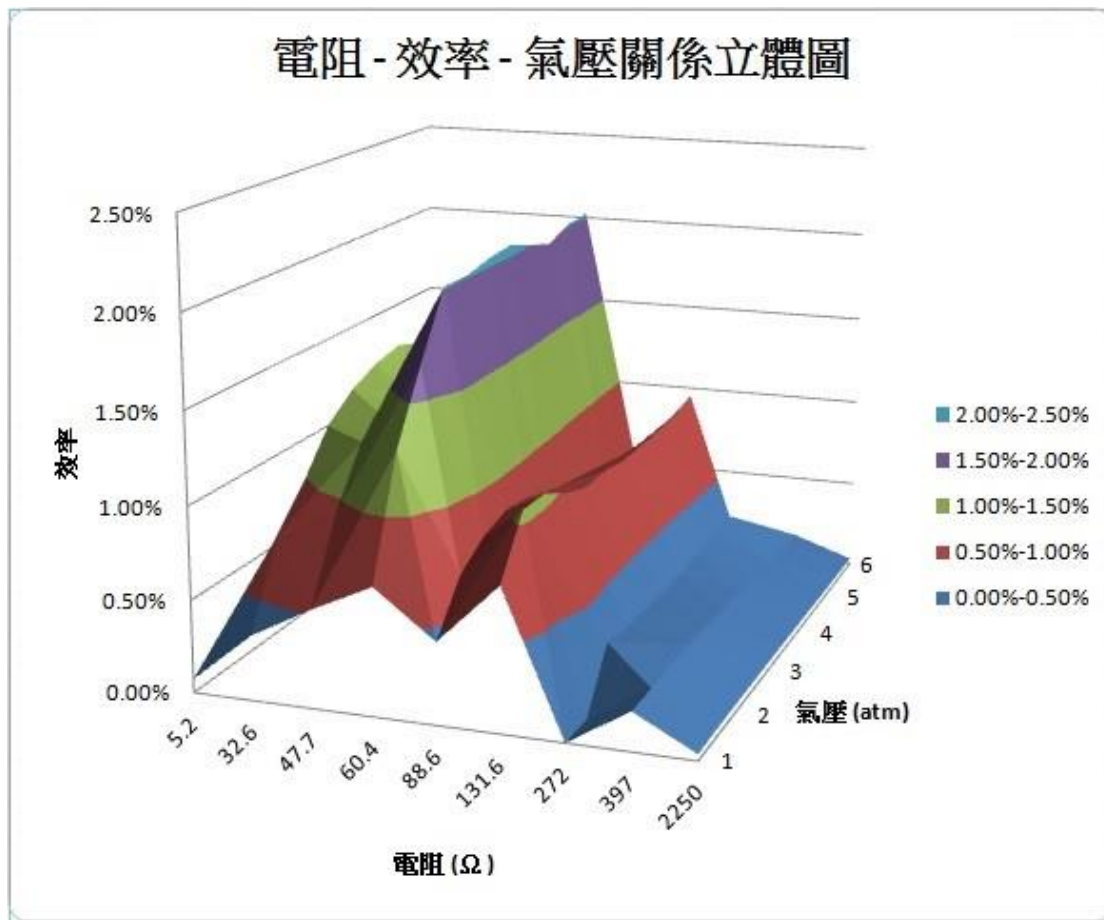


圖 111 電阻-氣壓-效率圖

## 4.2 結果討論

由於實驗設置與操作不當，當實驗進行到電阻值 47.7Ω 這部分的量測時，從氣壓 2.5atm 開始，量測端的電壓就已經有超出量測範圍限制的情形了，因此在這部分的實驗數據中，可見到 47.7Ω 的發電效率曲線在 2.5atm 之後是明顯的呈現下降的趨勢，與其他數據的趨性不符。

除此之外，272Ω 為第一組進行量測的實驗，當時並沒有進行 1atm、1.5atm、以及 6atm 氣壓值的量測，故立體圖表中有部分數據點因欄位空白，而判斷其值為 0 而繪製出錯誤的圖表。

另外，88.6Ω 全段數據亦明顯呈現與其他數據趨勢不符合的狀態，由於在實驗過程中未感受到任何異常狀況，推測其原因應為實驗設備裝設錯誤所造成。

若綜合上述各項問題，並將實驗數據予以刪減、修正，可得到下面修正過之實驗數據圖：

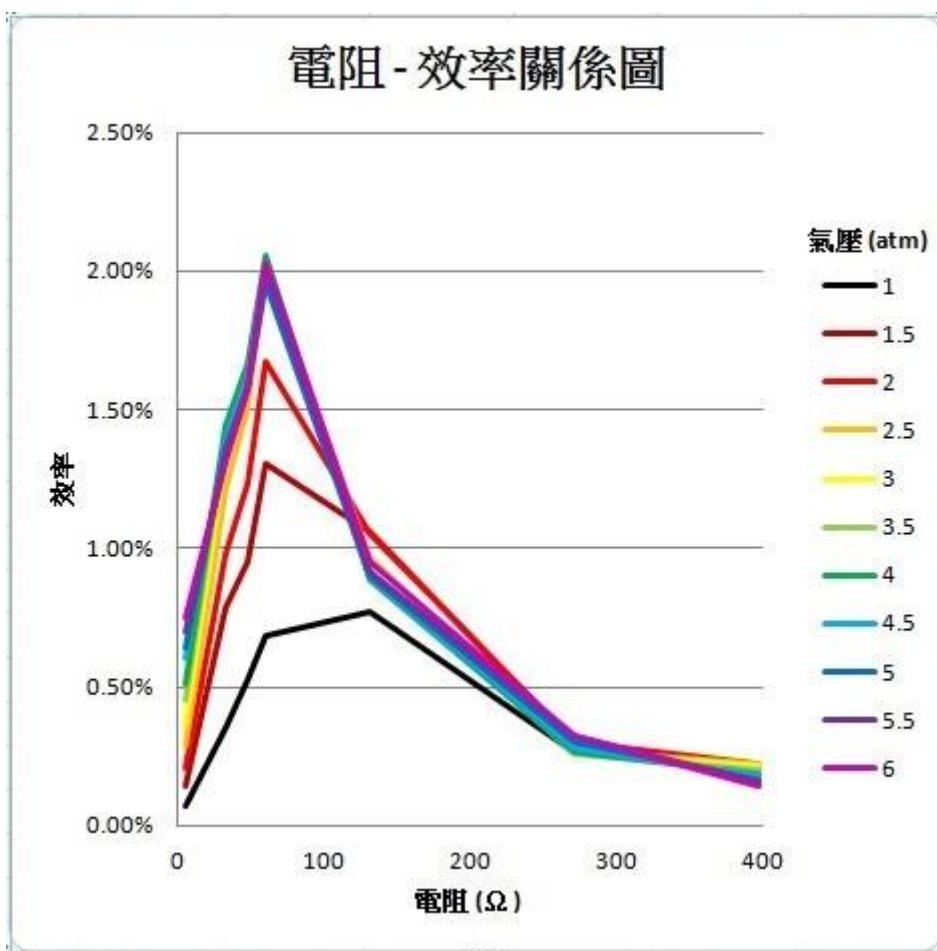


圖 112 修改之電阻-效率圖

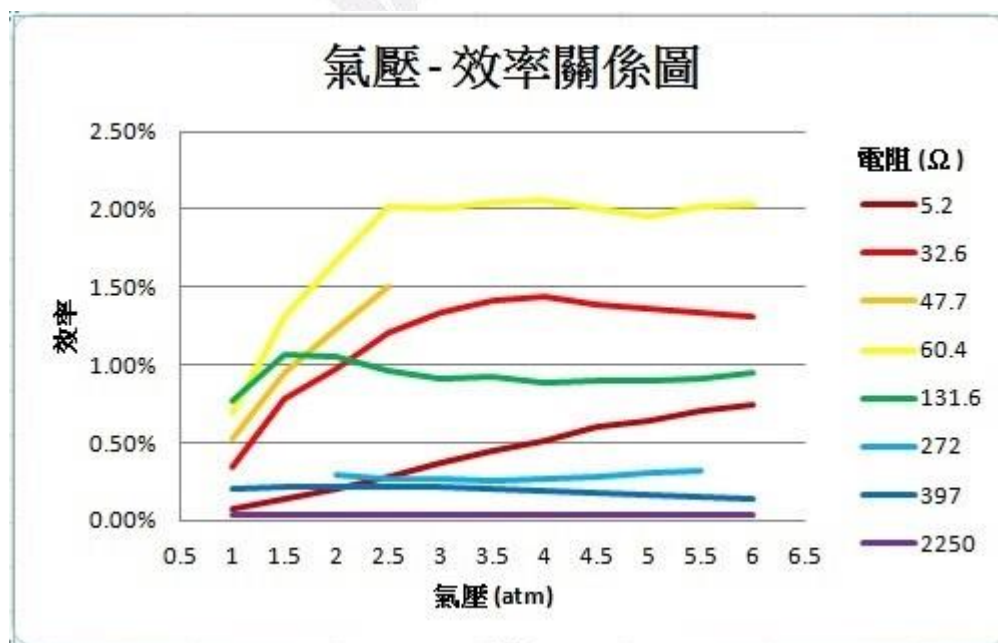


圖 113 修改之電阻-效率圖

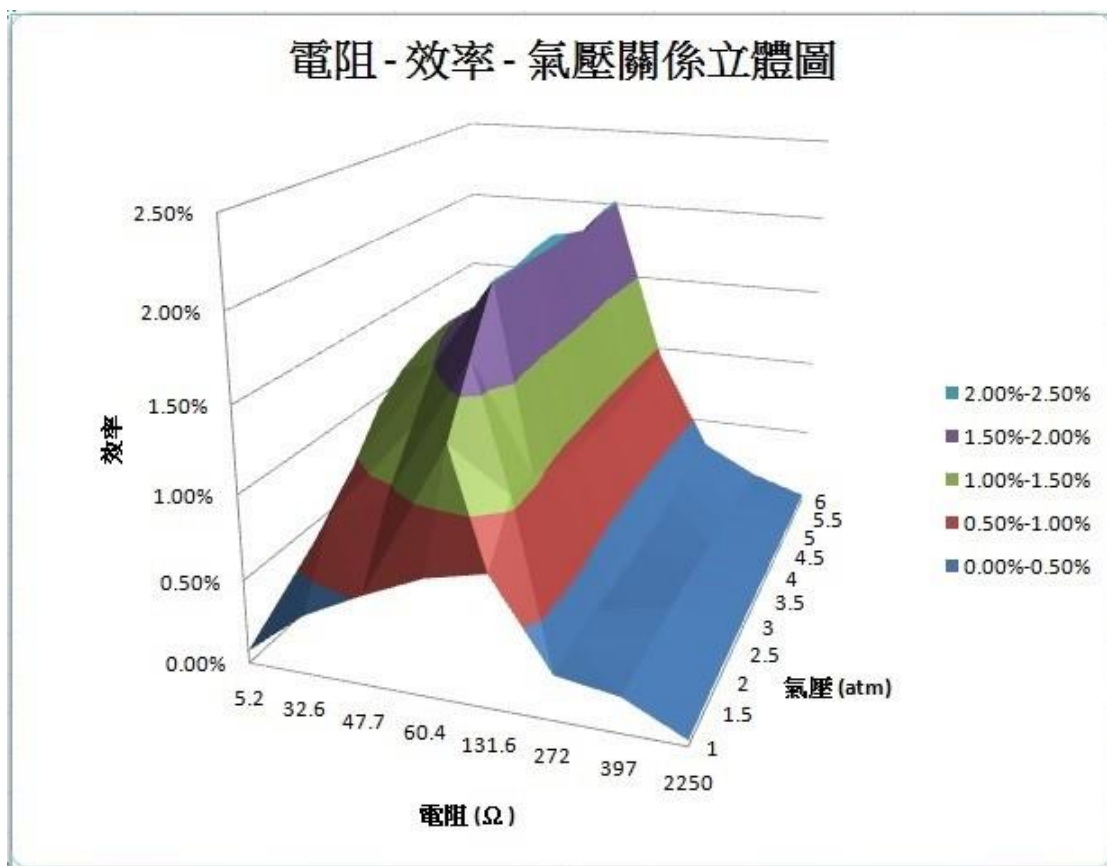


圖 114 修改之電阻-效率圖

由刪減、修正過實驗數據彙整後的圖表顯示，電阻不變的狀態下在最開始時，發電效率隨著氣壓值上升而增加，但在氣壓值達到 2.5atm 之後，發電效率趨於穩定停止上升；而在氣壓不變的狀況下，效率會隨著電阻值的增加而上升，直到電阻值在 60.4Ω 時效率達到峰值，之後效率又隨著電阻值的增加而降低。

## 5. 結論

本文以實證方式，探討一連接於儲氣桶氣動元件驅動一發電設備的發電特性。經實驗結果得知，如此裝置的確可以達到一定程度的發電效果，且其發電效率與測量電路的內部阻抗有相當程度上的關係；另外，氣壓值與效率的實驗結果顯示，在建議的氣動機構運作環境下，只要氣壓到達一定值以上，其值對於運作效率不會有太大的影響。

本實驗設計為了將氣壓能良好運用，刻意以儲氣桶方式儲存氣壓能，如此設計可廣泛的運用於各類型的氣動元件之氣壓回收，因其結構簡單、成本低廉，做為氣壓能源回收發電設施而言是很好的選擇。

本文僅對儲氣桶儲存氣壓能轉換為電能的可行性做簡易評估，並未對不同發電裝置、不同電路阻抗與轉換效率之間的關係做更深入的探討，如何選擇更有效率的氣動元件、發電機構、以及最適當的電路設計來達到更好的能量轉換效率，將會是未來研究的方向之一。



## 參考文獻

- [1] 劉永田、木通口俊郎，「壓電元件與空壓缸所組成之高精度長行程驅動器」，2001 中華民國自動控制研討會論文集，pp 306-311，2001。
- [2] Giramonti. A. J., Lessard. R. D., Blecher. W. A., & Smith. E. B., “Conceptual design of compressed air energy storage electric power systems,” *Applied Energy*, Vol.4(4), pp 231-249, 1978.
- [3] Ibrahim. H., Younès. R., Basbous. T., Ilinca. A., & Dimitrova. M., “Optimization of diesel engine performances for a hybrid wind–diesel system with compressed air energy storage,” *Energy*, Vol.36(5), pp 3079-3091, 2011.
- [4] Ibrahim. H., Younès. R., Ilinca. A., Dimitrova. M., & Perron. J., “Study and design of a hybrid wind–diesel-compressed air energy storage system for remote areas,” *Applied Energy*, Vol.87(5), pp 1749-1762, 2010.
- [5] Saidur. R., Rahim. N. A., & Hasanuzzaman. M., “A review on compressed-air energy use and energy savings,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.14(4), pp 1135-1153, 2010.
- [6] Succar. S., Denkenberger. D. C., & Williams. R. H., “Optimization of specific rating for wind turbine arrays coupled to compressed air energy storage,” *Applied Energy*, Vol.96(0), pp 222-234, 2012.
- [7] 鄧錦坤、蕭肇殷、蘇垣韶、楊啟均、李進興，“採用並聯汽缸充當汽缸緩衝與儲能的實證研究”，2010 第四屆積體光機電科技與智慧財產權實務研討會論文集，中華科技大學，台北，pp 117-129，2010。
- [8] 鄧錦坤、蕭肇殷、蘇文彬、李秉昆、林彥宏，“兼具能源回收與抑制自走之直立式氣缸緩衝性能的實證研究”，中國機械工程學會第 28 屆全國學術研討會，中興大學，台中，B10-014，2011。
- [9] 鄧錦坤、蕭肇殷、張文政、林彥宏、舒威翔、賴宇振，“結合真空抑振與氣能回收技術之直立式氣缸緩衝性能的實證研究”，台灣聲學學會第二十六屆學術探討會論文集，台灣科技大學，台北，pp 60-69，2013。