

投稿類別：工程技術類

篇名：

對你放電！放電的功能？

作者：

張業德。臺北市私立景文高中。資訊科二年 2 班。

詹翔丞。臺北市私立景文高中。資訊科二年 2 班。

邱詒霖。臺北市私立景文高中。資訊科二年 2 班。

指導老師：

吳永義老師

蘇金源老師

## 壹、前言：

### 一、研究動機

被“電”到了，是一種心理或心靈的現象，是一個眼神或一個微笑的動作，然而放電卻是一種物理現象，電是生活中不可或缺的一項能源，電的使用促進人類生活品質提高。本文主要是探討電除了供應在日常電器用品上，電還能使用在哪方面？當如果正負極放電會使物體造成甚麼結果？因經常觸電而激發了對電的好奇心，所以利用基本電學課程學習的知識，電介質強度產生放電的效果，從放電的效應中呈現一些作品與經驗。

### 二、研究目的

放電現象其原因，主要為兩不同極性電荷的帶電導體，其尖端周圍的空氣被電離而產生電弧的現象，我們能利用放電現象完成一些作用的現象，在生活上有幫助的物品，應用在我們的日常生活裡。

### 三、研究方法

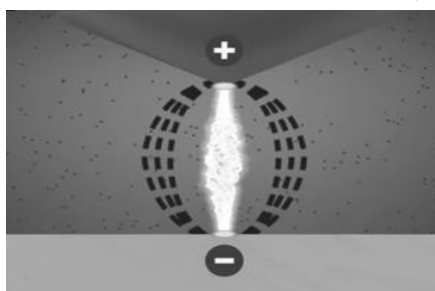
放電有各種不同應用與優點，由於所使用介質的材料其介質強度擊穿電壓在不同的溫度和介質裡會不同，實驗結果會因為這些因素而不同，我們選擇了煤油當介質，利用電源供應器的提供電壓在煤油為介質的兩電極間放電，對工作物進行放電以移除物質的方法來進行對物品加工或製作。

## 貳、正文：

### 一、參考資料

#### (一) 放電

造成放電現象如下圖（一）所示，其原因主要為導體尖端周圍的空氣被導體產生的電場電離。當導體周圍電場產生電離形成一個可以導體的區域時，將會發生放電現象，其電場強度增加引起電壓崩潰對物體而造成放電電弧現象。

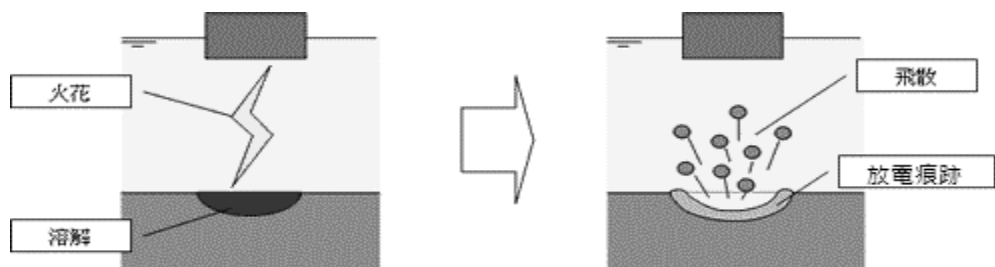


圖（一）放電現象

## （二）放電製造原理

在電路中，若我們打開或關閉一個開關時，往往會有火花出現，此種火花實際上是一種小電弧。火花產生之結果會使開關的接觸面燒損，這種現象為放電加工的基本原理。這也是一種藉由放電產生火花，使工件物成為所需形狀的一種製造技術。

電介質的液體分隔兩電極當施以電壓，產生快速變化的電流放電，以製造材料。凡所要製造之物體硬度太硬、太脆或對溫度過分敏感，而無法或很難以普通方法製造。當兩個電極之間的電位差增大時，兩電極之間的電場亦會增大，直到電場强度高過於電介強度，此時會發生電質介的崩潰，電流流過兩電極，這個現象和和電容崩潰一樣，移除部分電極材料。如果電流停止時，新的電介質會流到電極間的電場，排除固體顆粒，而電介質的絕緣性恢復。在電流流過之後，兩電極間的電位差會回到介電質崩潰之前，如此可以重複進行新一次的介電質崩潰。



圖（二）放電製造原理

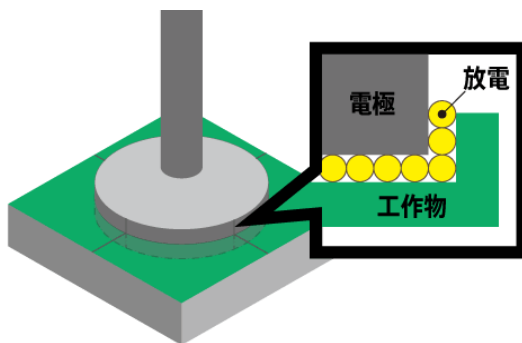
## （三）放電的優缺點及應用

放電加工的優點有傳統切削加工機所無法生產的奇形異面、堅硬的材料、不會損壞細小型的工件、容器和管道內部的尖角加工、細小深孔加工，直徑可達  $15 \mu\text{m}$ 。其缺點為不能加工在非導體、加工速度緩慢、加工成本高。放電加工廣泛應用在模具製造、機械加工行業，放電加工也可以用來加工傳統切削方法難以加工的超硬材料和複雜形狀的工件。

## （四）放電加工的方法

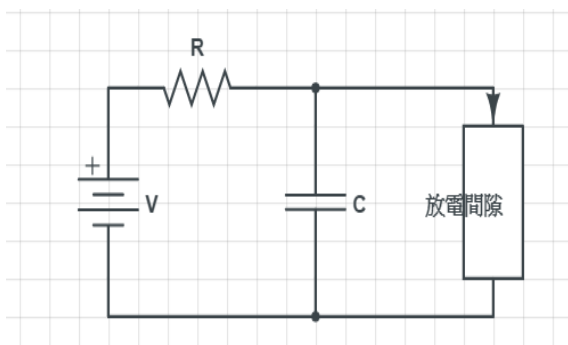
放電加工機包括加工機本體、電氣裝置，以及加工液裝置三部分。將欲加工之物件浸沒於工作加工於液中，與加工電極對置，兩者相隔  $0.01 \sim 0.05\text{mm}$  之間隙。當外加  $100$  伏特程度之電壓時，電極與物體間開始放電，其溫度高達華氏一萬度，而使物體表面熔融蒸發，工作液也會蒸發起。物體熔融之大部分被此種蒸氣吹散，一部分附著於物體之底面與周圍。倘若每秒放電之次數很大，例如二萬次，則可除去相當數且之材料，如下圖（三）所示。

對你放電！放電的功能？

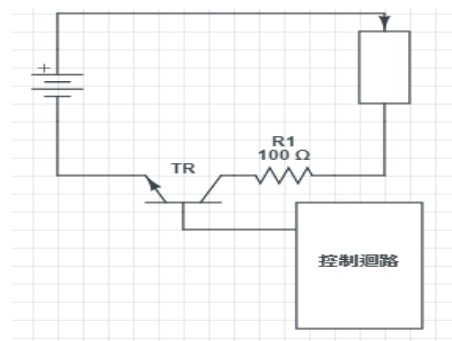


圖（三）放電加工工作檯

放電加工機中之電路可以有各種不同之選擇，最基本的有 RC 電路及電晶體電路，如下圖（四）（五）所示。於直流電路中，工作物為正極，加工電極為負極，放電次數可由每秒數十次至數十萬次加以調整。

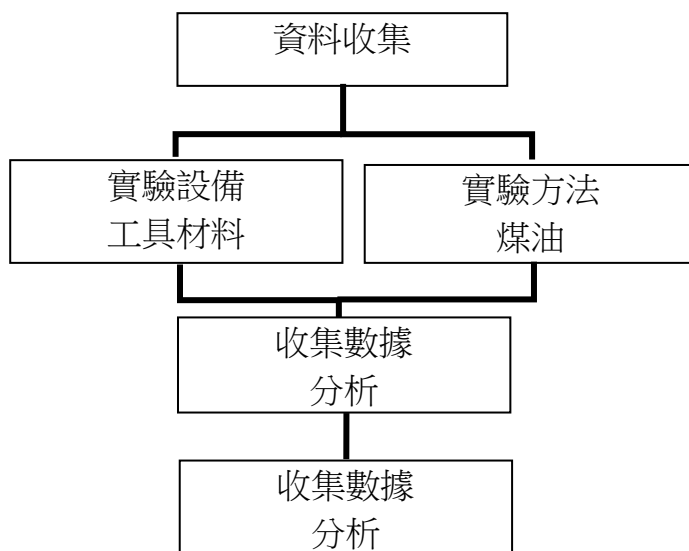


圖（四）RC 放電電路



圖（五）電晶體電放電電路

## 二、實驗流程







圖（六）流程圖

對你放電！放電的功能？

### 三、實驗設備、材料

#### (一) 實驗設備

表 (一) 實驗設備



			
名稱	工作機台	電源供應器	
說明	固定各種設備以及器材	提供工作機台電	
			
名稱	加工槽	皮帶輪	
說明	放電加工工作槽	固定電極以及選轉電極	

對你放電！放電的功能？

		
名稱	電極馬達	滑軌
說明	轉動加工電極使工作物均勻	手動調整電極間隙

(二) 實驗材料

表 (二) 實驗材料

		
名稱	鎢針	不鏽鋼薄板 (0.5mm)
說明	作為加工電極	工作物品

(三) 電路材料

- 1、 電容， $0.1\mu f$ 、 $0.01\mu f$ 、 $1\mu f$ 、 $10\mu f$
- 2、 電阻  $5W500\Omega \times 2$
- 3、 萬用電路板 X1
- 4、 端點座 X3

對你放電！放電的功能？

- 5、 開關 X1
- 6、 LEDX1
- 7、 煤油（國光牌）如圖（七）所示。



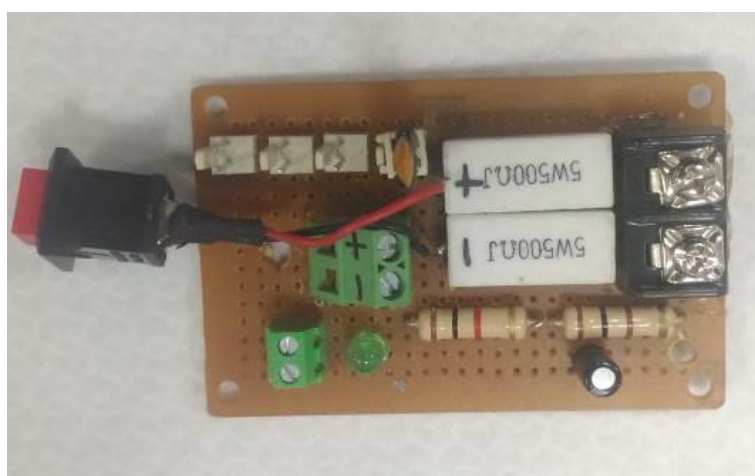
圖（七）煤油

#### 四、實驗步驟及記錄

##### （一）、實驗步驟

煤油是一種通過對石油進行分餾後獲得的碳氫化合物的混合物煤油的缺點顯而易見，主要是因為閃火點低約  $46^{\circ}\text{C}$  左右，使用中會因意外疏忽導致火災，所以要特別小心注意安全。

利用 RC 電路如圖（八）所示改變電容大小  $0.1\mu\text{f}$ 、 $0.01\mu\text{f}$ 、 $1\mu\text{f}$ 、 $10\mu\text{f}$  進行放電，再以手動調整滑軌改變放電間隙，如圖（九）所示，且不能短路只能極為靠近不鏽鋼薄板，產生放電如圖（十）所示，來完成實驗的成果。



圖（八）RC放電電路

對你放電！放電的功能？



圖（九）手動調整電極間隙圖



圖（十）加工實驗實際過程

（二）、實驗紀錄

表（三）放電鑽孔的時間

放電鑽孔的時間				
時間 time	101	102	103	104
1	5.31	7.54	4.40	2.35
2	7.00	9.38	7.45	2.08
3	8.39	5.43	6.27	2.33
4	11.44	3.50	3.54	6.13
5	10.13	7.30	3.54	4.56
6	11.50	7.54	2.44	4.30

表（四）放電電流

放電電流				
電流 (A)	101	102	103	104
1	0.006	0.007	0.013	0.010
2	0.007	0.007	0.015	0.021
3	0.008	0.007	0.014	0.019
4	0.009	0.011	0.011	0.019
5	0.020	0.021	0.015	0.023
6	0.013	0.014	0.011	0.021



## 五、結果與分析

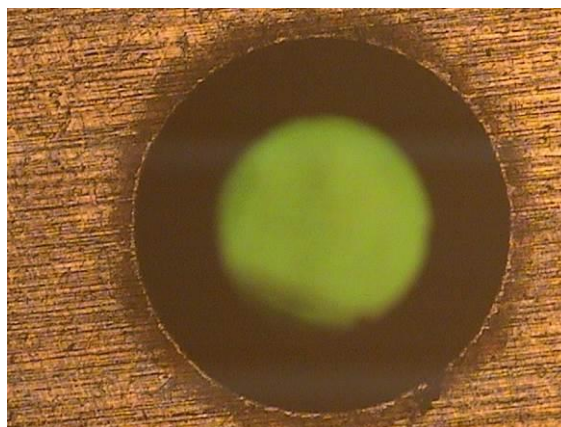
### (一)、結果



圖（十一）實驗成果



圖（十二）實驗成果圖（盲孔）

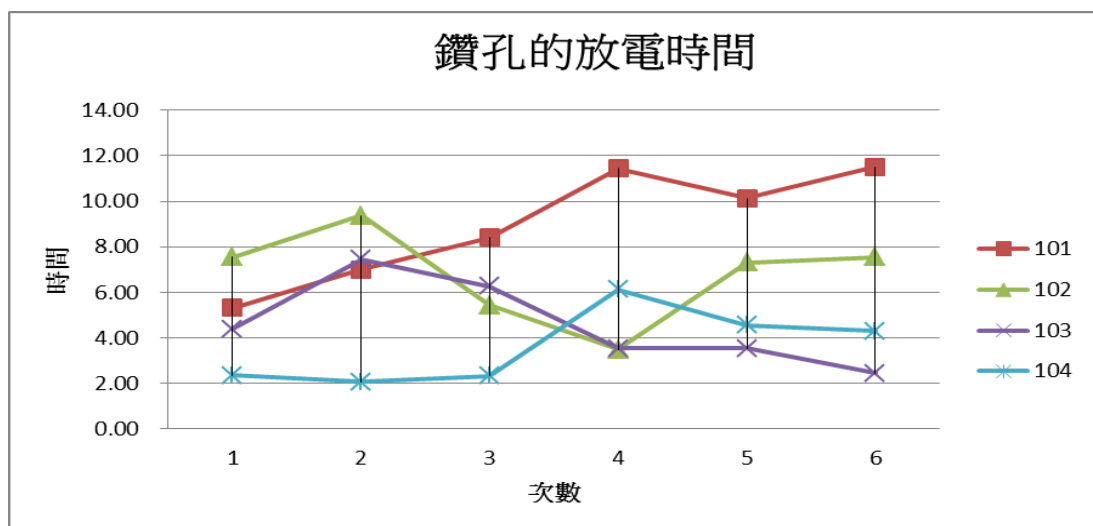


圖（十三）實驗成果圖（穿孔）

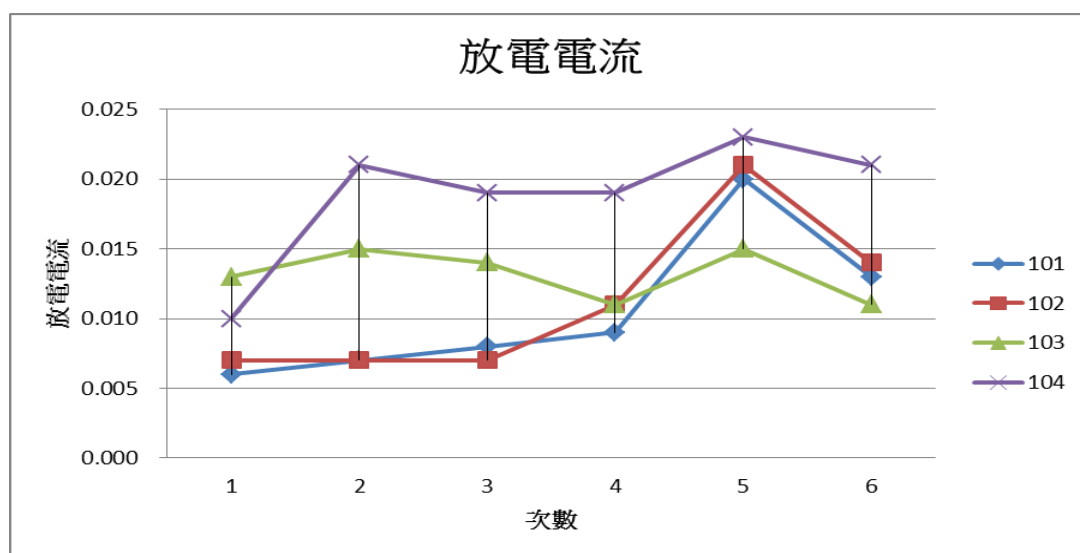
完成放電實驗的結果如上圖（十一）、（十二）、（十三）所示。

### (二)、分析

由放電實驗如上表（三）、（四）紀錄所示，比較統計得到如下圖（十四）、（十五）所示，分析獲得結論：若不考慮放電間隙大小，在放電電流、放電幅寬、溫度等放電參數中，控制微小電壓在微小間隙產生放電電弧可以做為去除微量元件材料，可以進行在機械微細製造及運用，在四種電容中實驗後，以  $0.01 \mu\text{f}$  電容器在完成加工時間及入出孔洞品質，以  $0.01 \mu\text{f}$  獲得最佳化。



圖（十四）鑽孔的放電時間



圖（十五）放電電流

參、結論：

### 一、結論

剛開始，我們在著手這項實驗時，遇到了許多困難，我們使用了各種不同大小的電壓和電容來進行實驗，不同大小的電壓與電容所產生出來的結果，也影響我們在電擊穿實驗的可行性，實驗上會因為各種不可抗力的因素，如放電及煤油的應用，一個疏忽可能會造成進行鑽孔的結果，利用放電加工機隨著放電的大小，來控制我們所需要的結果，可歸納下幾點：

- (一) 電壓越高，物質的移除量愈大。
- (二) 電容越大放電量也越大物質的移除量愈大。
- (三) 可以改變電容量的大小，來控制鑽孔的大小。

## 二、未來與展望

控制微小電壓在微小間隙產生放電電弧可以做為去除微量元件材料，可以進行在機械微細製造及運用，所以放電可以使用在機械微細製造，以較低的能量情況下，進行一種微小化的裝置完成機械製造。我們可以了解，並提升成功的可能性，而這些都只是知識過程裡的一小部分，就會變成一個步驟，控制電容量的大小，完成鑽孔的大小，實驗裡的每一項步驟都是往成功道路上的一個極為重要的事。

## 肆、引註資料：

註一：許坤明（2010）。**非傳統加工**。出版社：全華圖書股份有限公司

註二：註四：黃錦華（104年1月出版）。**基本電學(上)**。華興文化事業股份有限公司。

註三：維基—放電加工。2017年01月18日，取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B5%E7%81%AB%E8%8A%B1%E5%8A%A0%E5%B7%A5>

註四：畫電路圖網站。2017年01月20日，取自

<https://www.circuitlab.com/editor/#?id=7pg5wm>

註五：介電強度。2017年01月27日，取自

<http://www.twword.com/wiki/%E4%BB%8B%E9%9B%BB%E5%BC%B7%E5%BA%A6>