

中華民國第42屆中小學科學展覽會

∴ 作品說明書 ∴

國中-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：國 中 組

作品名稱：筒”機取巧 - - 不用電池的手電筒

關 鍵 詞：電磁感應、手電筒、磁 場

編 號：030804

學校名稱：

臺北縣立新莊國民中學

作者姓名：

劉晏成、楊宗勳、廖家欣、許欣儀

指導老師：

吳秋賢



“筒”機取巧 - - 不用電池的手電筒

壹、 摘要

近日颱風頻繁，家家戶戶常停電，手電筒成了必須之品。有時找到了手電筒，卻忘了放電池，又要摸半天，加上電池放久了，又容易沒電，且電池的電能終將會用完，那時又該怎麼辦？有鑒於諸如此類的狀況，我們利用國中理化第三冊十二章與十四章裡，所學到的磁場改變可以使得線圈產生感應電流，在此我們利用整流器把感應出電流變為直流電，又由於磁鐵及線圈的運動速率不同，使得所產生感應電流值不均勻，磁鐵運動至線圈每一個地方感應出來的電流值不一樣，所以我們利用加上電容器將電能儲存再慢慢放電；在此電容有充電作用及兼具有濾波作用。再者我們使用發光二極體當成電光源，因此加上 1.5k 歐姆 1/2W 電阻及齊納二極體是穩壓作用，使負載工作電壓穩定，不使負載燒壞。另加上 2.2K 歐姆 1/2W 電阻是限流作用，保護發光二極體。於是我們做出了非常實用的不用電的手電筒，甚至做出了有趣的洋娃娃玩具，成功的收集並利用電磁感應所產生的電流成為一種不耗費資源的環保能源。

貳、 研究動機

近日颱風頻繁，家家戶戶常停電，手電筒成了必須之品。有時找到了手電筒，卻忘了放電池，又要摸半天，加上電池放久了，又容易沒電，且電池的電能終將會用完，那時又該怎麼辦？

有鑒於諸如此類的狀況，是不是能夠做出一種不用電池的手電筒呢？如此一來，不僅不用注意電池壽命問題，也是一種響應綠色環保的做法。理化第三冊十二章與十四章裡，我們學到磁場的改變可以使得線圈產生感應電流，於是我們想利用此原理，作出不用電池的手電筒，以解決這些問題。

參、 研究目的

國中理化第三冊十二章與十四章裡，我們學到磁場的改變可以使得線圈產生感應電流，但此能量總是隨即消失而浪費掉，若可將其收集，則可利用而做出不用電池的手電筒，進而取代乾電池，成為環保能源。

肆、 研究設備與器材

- 一、強力小磁鐵（表面鍍鎳 1×0.5 cm） 20 顆
- 二、纏繞漆包線圈之細硬鋁管數條
- 三、漆包線圈一捆
- 四、膠帶一卷（絕緣用）
- 五、熱縮管數條
- 六、三用電錶一個
- 七、導線數條
- 八、二極體發光體數個
- 九、整流器一個
- 十、電容器 35V,1000 μ f 二個

十一、 電阻 $1000\ \Omega$ 1/2W

十二、 布娃娃一個

伍、 研究過程或方法

一、 實驗篇

起初，我們遇到了一些難題：

- 感應電流隨磁鐵的進出線圈，電流方向不斷交互改變。由於發光二極體電流有方向性，在此造成二極體明滅閃爍不定。
- 手移動的速率無法固定，造成磁鐵進出線圈的速率不同，使得感應電流時大時小亮度忽明忽滅。

由以上兩點可看出，電流無法利用。

我們原本是要測量感應電流大小，但實在不容易測量出，於是改用測量電壓的方式，以求得較精細的數值。經過一次又一次的測量改進才能成功的將感應電流加大，並克服以上問題。以下我們就對這些問題的解決方法，並就各項可能影響感應電流的因素，分別作探討：

解決方法：課本第 12 章利用電刷來改變電流方向而使其電流為直流電，我們在課本上也有看到“整流器”，所以決定用整流器改電流為直流。

(一) 線圈匝數對感應電流大小的影響？

我們做了個實驗，分別以 10 個 磁鐵出入 8000、16000、24000、32000 和 40000 匝的線圈來測試感應電流大小，實驗數據如下：

匝數	電壓平均值 (V)
8000	$(3.4+3.6+3.5) \div 3 = 3.5$
16000	$(5.6+5.6+6.2) \div 3 = 5.8$
24000	$(7.6 + 7.5 + 7.7) \div 3 = 7.6$
32000	$(9.1 + 9.1 + 9.1) \div 3 = 9.1$
40000	$(10.6 + 10.0 + 10.1) = 10.2$

(見附錄一)

(二) 磁鐵數對感應電流大小的影響？

在理化課本上，我們知道磁力大小也會感應電流的大小，於是分別以固定的線圈匝數，不同的磁鐵數目通過線圈測量感應電流：

匝數	磁鐵數	電壓平均值 (V)
8000 匝	2	$(0.7+0.5+0.7) \div 3 = 0.7$
	4	$(0.9+1.3+1.1) \div 3 = 1.1$
	6	$(1.9+1.9+1.9) \div 3 = 1.9$
	8	$(2.3+2.5+2.4) \div 3 = 2.4$
	10	$(3.0+3.1+3.2) \div 3 = 3.1$
匝數	磁鐵數	電壓平均值 (V)
16000 匝	2	$(0.9+1.6+1.7) \div 3 = 1.4$
	4	$(2.5+2.3+2.4) \div 3 = 2.4$
	6	$(3.7+3.8+4) \div 3 = 3.8$
	8	$(4.4+4.8+4.6) \div 3 = 4.6$
	10	$(5.9+5.5+5.4) \div 3 = 5.6$
匝數	磁鐵數	電壓平均值 (V)
24000 匝	2	$(1.9+2.1+2) \div 3 = 2$
	4	$(3.3+4.0+3.4) \div 3 = 3.6$
	6	$(5+5.4+4.8) \div 3 = 4.9$
	8	$(6.5+5.8+5.8) \div 3 = 6$
	10	$(8.2+8.0+8.1) \div 3 = 8.1$
匝數	磁鐵數	電壓平均值 (V)
32000 匝	2	$(2.5+2.6+2.5) \div 3 = 2.6$
	4	$(3.9+4.2+4.5) \div 3 = 4.2$
	6	$(7.2+7.2+7.2) \div 3 = 7.2$
	8	$(9.3+9.2+9.4) \div 3 = 9.3$
	10	$(11.9+12+11.9) \div 3 = 12$
匝數	磁鐵數	電壓平均值 (V)
40000 匝	2	$(3.2+3.3+3.3) \div 3 = 3.3$
	4	$(5.2+5.4+5.5) \div 3 = 5.4$
	6	$(8.9+8.8+8.7) \div 3 = 8.8$
	8	$(11.5+11.6+11.2) \div 3 = 11.4$
	10	$(15.6+15.3+15.3) \div 3 = 15.4$

(見附錄二)

(三) 不同的繞法對感應電流大小有何影響？

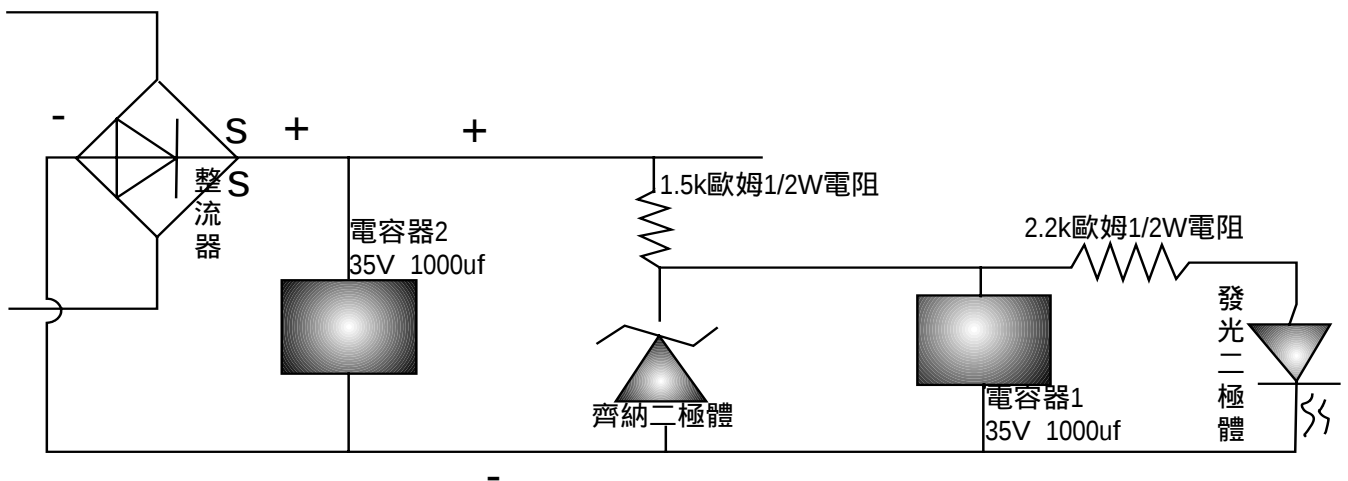
研究的過程中，我們發現磁鐵在線圈裡移動時的感應電流並不強，而是在線圈進出口的地方移動時的磁通量最大，於是我們將相同匝數（20000 匝）的線圈分成兩節串聯起來與該匝數全部繞成一團來做比較，得實驗數據如下：

繞法	匝數	磁鐵數	電壓平均值 (V)
分成兩節 (並聯)	40000 (20000+20000)	2	$(3.6+3.9+4.1) \div 3 \quad 3.9$
		4	$(6.1+5.9+6) \div 3 = 6$
		6	$(9.6+9.5+9.8) \div 3 \quad 9.6$
		8	$(12.1+12.2+12) \div 3 = 12.1$
		10	$(16.2+16.5+16) \div 3 \quad 16.2$
全部一起	40000	2	$(3.2+3.3+3.3) \div 3 \quad 3.3$
		4	$(5.2+5.4+5.5) \div 3 \quad 5.4$
		6	$(8.9+8.8+8.7) \div 3=8.8$
		8	$(11.5+11.6+11.2) \div 3 \quad 11.4$
		10	$(15.6+15.3+15.3) \div 3=15.4$

(見附錄三)

(四) 成品製作

我們依照前面所研究的項目，選擇了最佳的狀態，並加上電容器及電阻（參照前「研究設備與器材」），以下是我們的設計原理及電路示意圖：



1. 因為線圈感應出來的電屬於交流，所以我們利用整流器將交流變為直流
2. 磁鐵在線圈每一個地方感應出來的電流不一樣，所以我們利用加上電容器將電能儲存再慢慢放電；電容 1, 2 皆有充電作用，而電容 1 兼有濾波作用。
3. 加上 1.5k 歐姆,1/2W 電阻及齊納二極體是穩壓作用,使負載工作電壓穩定,不使負載燒壞。

4. 2.2K 歐姆 1/2W 電阻是限流作用,保護發光二極體。

二、 應用篇

因為利用電磁感應使二極體發光實驗的成功，我們把這項原理應用到小布偶裡，做出有趣的玩具 - - 一隻眼睛會發光的布偶：

我們將 Part1 中的發光系統裝入準備好的布偶中，當玩偶被搖動時，即產生感應電流流入裝於眼睛部位的二極體發光體，狀似發怒，十分有趣，把課本中枯燥乏味的東西變的活潑生動，而可以引起學生學習的興趣。

三、 後記

沒想到課本裡的東西可以做得這麼有趣！利用簡單的電磁感應原理，就能有無窮多的應用之處，這次的研究讓我們學到了很多東西，將科學定理應用在日常生活中，才是研究的主要目的，不是嗎？

陸、 研究結果

由以上的實驗過程和結果，以及參考的書籍.課本，我們歸納了幾個現象：

- 一、感應電流大小與磁力大小成正比
- 二、感應電流大小與運動速率成正比
- 三、感應電流大小在磁鐵進出線圈時最大
- 四、感應電流大小受線圈面積大小所影響
- 五、感應電流大小受導線粗細影響

柒、 討論

由於我們是藉由搖動來產生感應電流，那樣可進一步地把用自然界的風或者是行進間產生的震動，來代替我們手搖動的力量，這樣不是更加便利？如：

- 一、颱風天利用風力驅動磁鐵供給警示燈電源
- 二、捷運車進站時，常會帶起很大的風，如果可把此風力引入線圈的磁鐵，使其快速通過線圈，產生感應電流，使得燈閃爍而讓乘客知道列車進站，如此可節省能源。
- 三、汽機車、飛機的夜間照明
- 四、豪大雨壓動磁鐵發電
- 五、汽機車、警車.....等等

捌、 結論

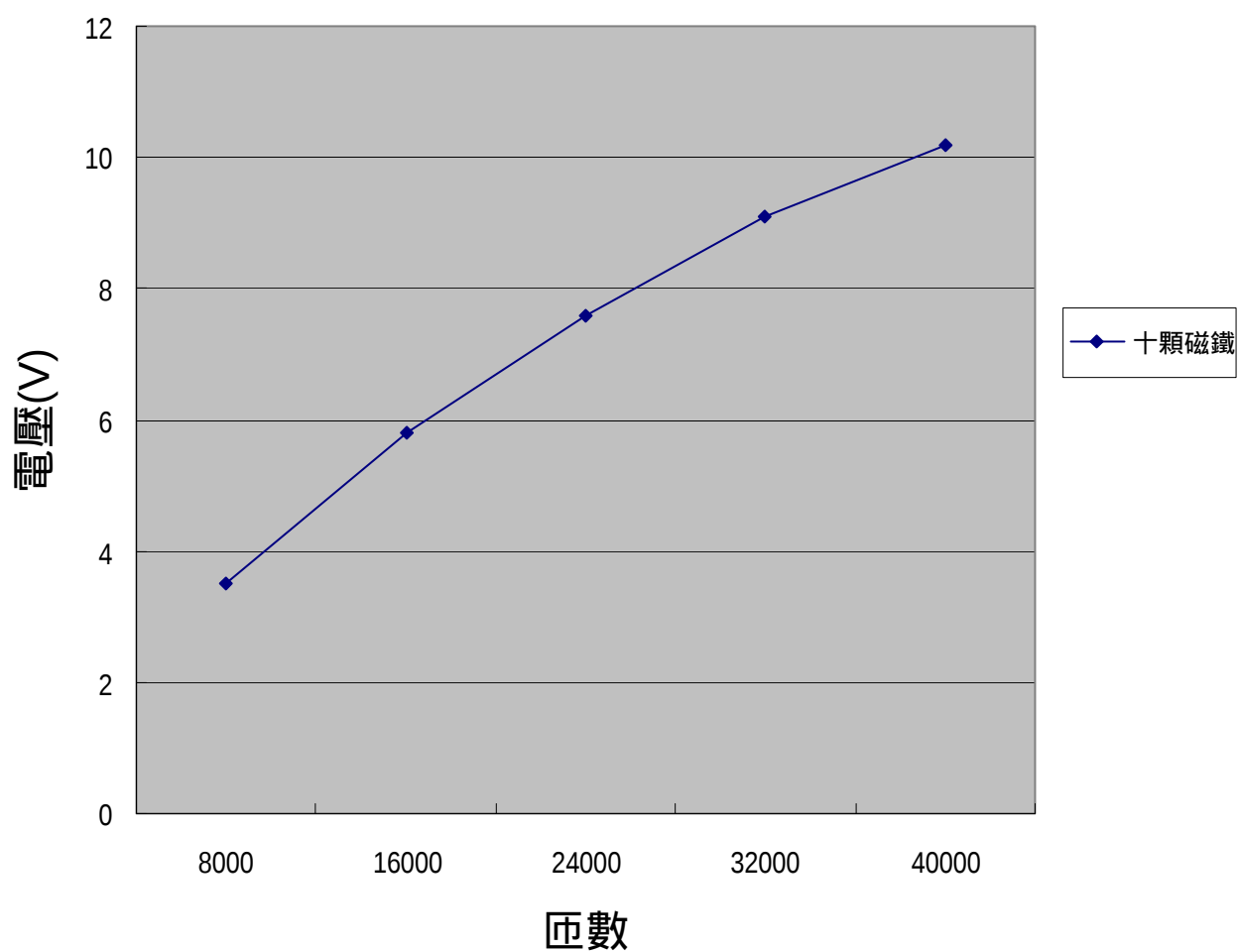
我們利用法拉第的基本定律，研究出產生最大感應電流的狀態，成功的做出一個可以持續發亮的手電筒且不用電池，而且亮度足夠，可於夜間開門而找不到鑰匙孔時使用，以及其他用處等等。而我們最終的目的是希望能將其改進成輕薄短小，進而裝於手錶上或頭上而不感覺太重，如果能夠將體積小的二極體發光體作成可伸縮式的，也可以伸進細縫使用。如此一來，省去了更換電池的麻煩，也達到綠色環保的目的，不耗費資源，不破壞環境，為後代子孫留下美麗的世界，畢竟地球只有一個，不是嗎？

玖、 參考資料及其他

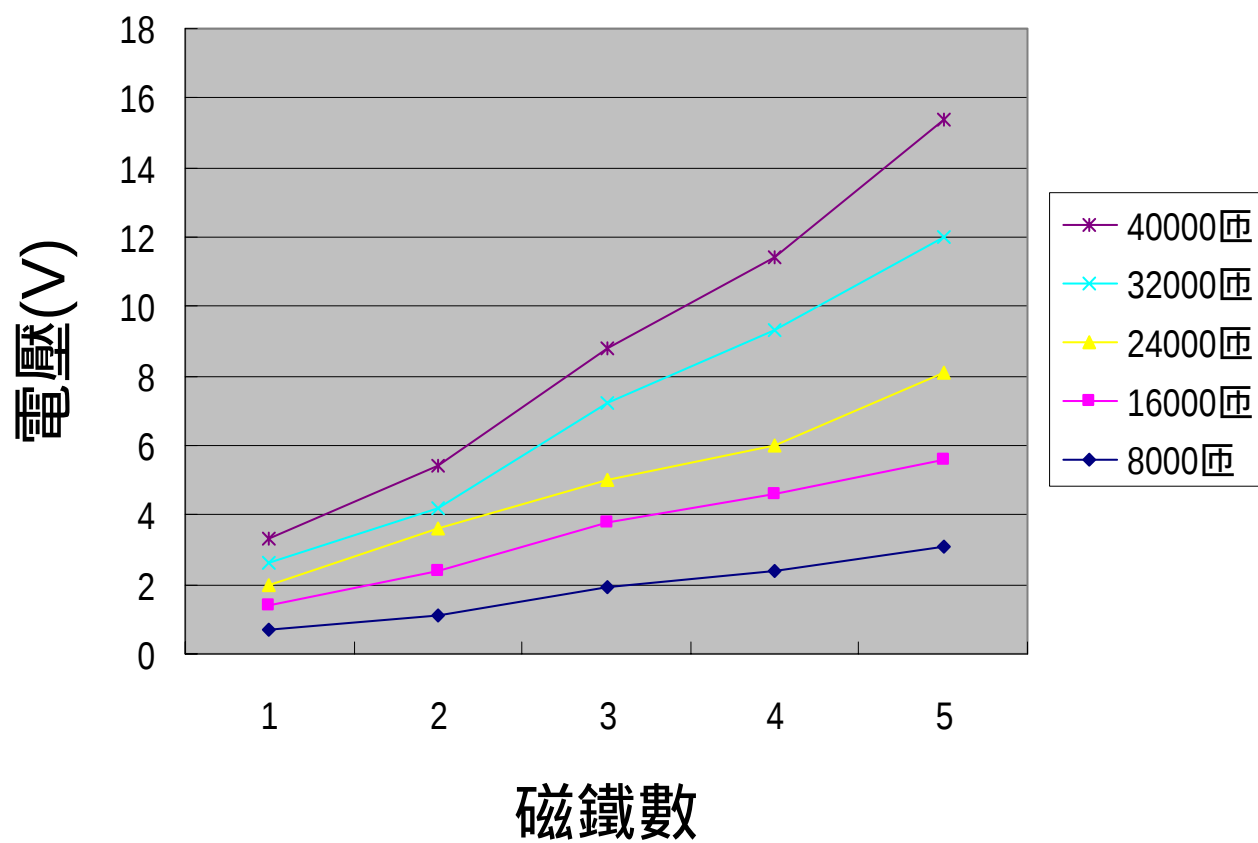
(1) 國立臺灣師範大學科學教育中心 (2) 高中物理第四冊 (3) 修訂十四版 (4) 臺北市 106 舟山路二四七號 (5) 國立編輯館 (6) 18、19 章 (7) 89 年

(1) 國立編譯館國民中學理化科教科用書編審委員會 (2) 國中理化第三冊 (3) 正式本出版二刷 (4) 臺北市 106 舟山路二四七號 (5) 國立編譯館 (6) 12、14 章 (7) 91 年

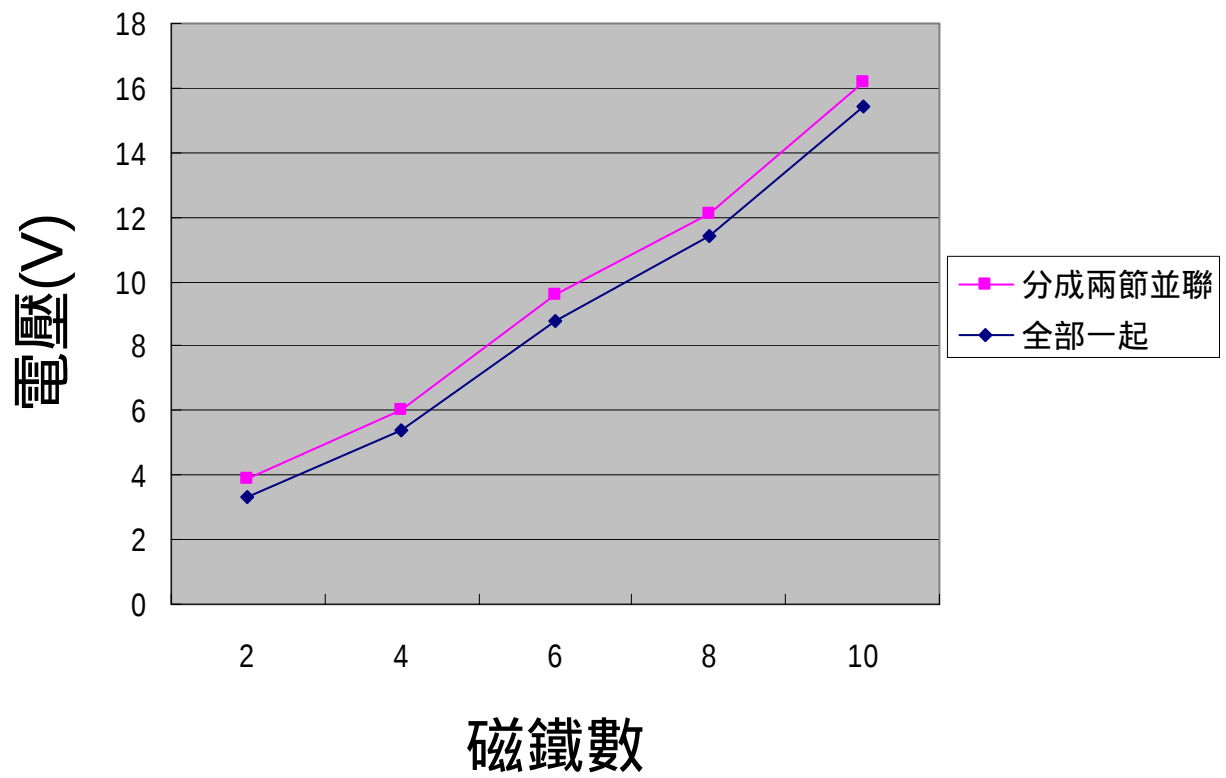
附錄一:線圈匝數與電壓大小的對照



附錄二:磁鐵數與電壓大小的對照



附錄三:不同繞法對電壓的影響比較



(第三名)

利用電生磁，磁生電的原理，以磁鐵運動通過線圈的方式，產生電能，進而使手電筒發光。此作品利用簡單原理，簡易的器材，即製作出實用的手電筒，應予鼓勵。此作品的構思應可加以推廣，以便應用至更多的產品。