

磁芯記憶體演示教具

Core Memory Teaching Aid

作者：

Jhih-Yang Chen^{1*}, Cheng-Kuang Tsai¹, Chin-Chung Yu¹

¹Department of Applied Physics, National University of Kaohsiung,
Kaohsiung, Taiwan

Presenter : Jhih-Yang Chen



國立高雄大學 National University of Kaohsiung

81148高雄市楠梓區高雄大學路700號 TEL : 886-7-5919000 FAX : 886-7-5919083

700, Kaohsiung University Rd., Nanzih District, 81148. Kaohsiung, Taiwan, R.O.C. www.nuk.edu.tw

目錄：

• 摘要	3
• 實驗目標	4
• 實驗器材	5
• 實驗架設	6
• 實驗步驟	7
• 實驗結果	11
• 結論	13
• 附註	14

摘要：

- 磁芯記憶體是一種早期的電腦記憶體，由環形鐵磁性材料所製成，並利用其保磁之特性，來將資料保存下來。1位元的磁芯記憶體是由兩條驅動線以及一條感應線所組成，當磁環內部之磁場大小或方向改變，造成感應線迴路內磁通量的變化，感應線會產生一感應電動勢，觀察感應電動勢並比對置入磁環內的霍爾效應感測器，可得知磁環原先的狀態。在此我們使用 Ni-Zn 與 Mn-Zn 軟磁鐵氧體磁環、電晶體組成之 H 橋線路及 ESP32 開發板搭配電源供應器與示波器實現上述的物理現象。

實驗目標：

1. 了解磁芯記憶體的基礎工作原理。
2. 學習電子元件功能以及電路組裝。
3. 學習使用高斯計、電源供應器、示波器。
4. 學習基礎 Arduino 程式設計。

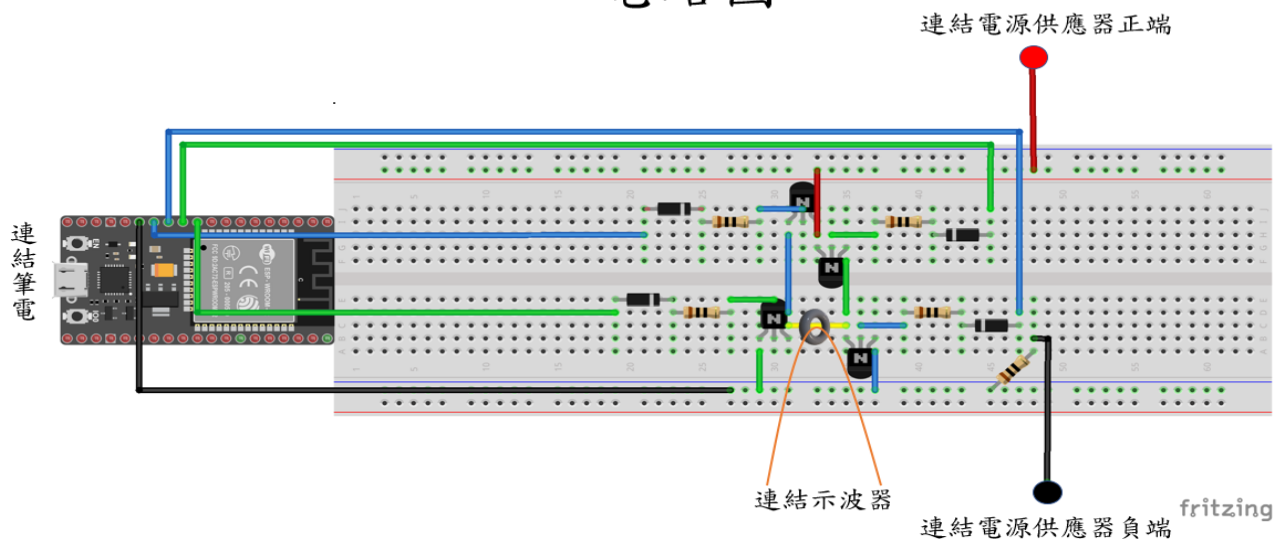
實驗器材：

- Ni-Zn 與 Mn-Zn 軟磁鐵氧體磁環、麵包板、NPN 電晶體、單芯線、二極體、電阻、ESP32 開發板、漆包線，電源供應器、數位式示波器、筆記型電腦、高斯計。

實驗架設：

感應電動勢之觀察利用麵包板、NPN 電晶體、跳線、二極體、電阻、漆包線組成 H 橋電路^[1]，在電流方向切換的位置是以漆包線連接並穿過磁環，以電源供應器供電，再拿一條漆包線穿過磁環並連結數位式示波器(可用電阻連接示波器與漆包線以減少雜訊)，最後將 ESP32 開發板接上筆電，如圖一所示。

電路圖



圖一、磁芯記憶體系統之電路圖

實驗步驟：

(一) 觀察電流對磁環之影響

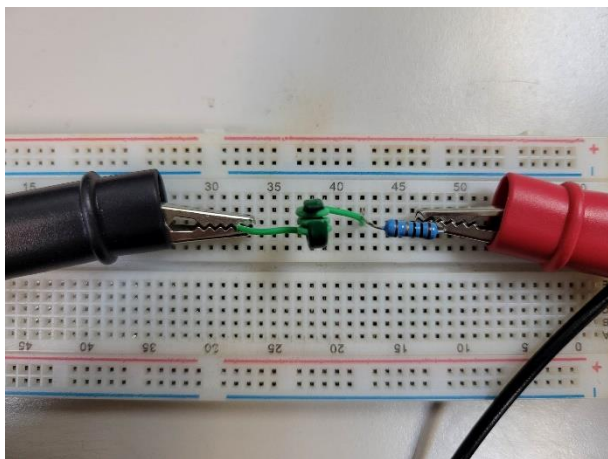
1. 將錳鋅鐵氧體磁環割出一個缺口。
2. 將單芯線纏繞在錳鋅鐵氧體磁環上，如圖二所示。
3. 把高斯計放在磁環的缺口裡。



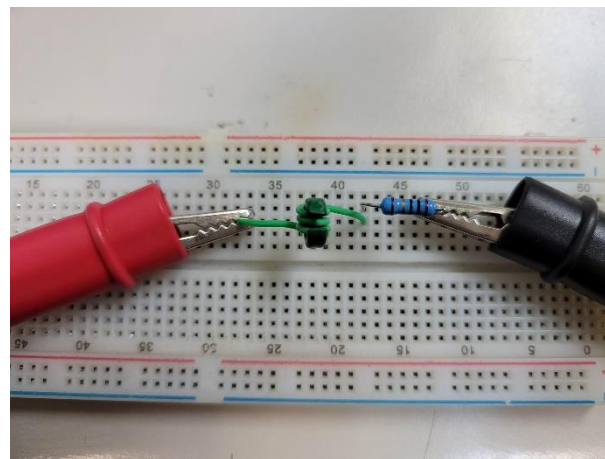
圖二、將單芯線纏繞在磁環上

實驗步驟：

4. 觀察未通電時高斯計的數值。
5. 將電源供應器電壓設定 1.5 V，電流上限設定 200 mA，輸入直流電壓，觀察並紀錄此時高斯計的數值。
6. 改變通入電壓的方向，觀察並紀錄此時高斯計的數值。



圖三、第一種通電情形，
電流方向由右向左。



圖四、第二種通電情形，
電流方向由左向右。

實驗步驟：

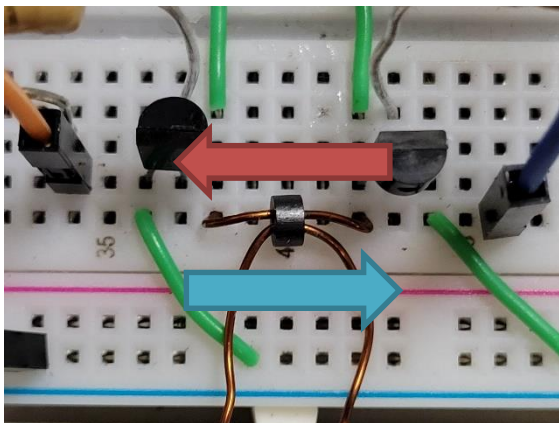
(二)感應電動勢之觀察

1. 準備好控制 H 橋電路之程式^[2]。
2. 將電源供應器電壓設定 4 V，電流上限設定 200 mA。
3. 將示波器的 Trigger mode 設定成 Single，以擷取感應電動勢。
4. 接著利用筆電內的 Arduino 程式控制電晶體開關來輸入脈衝電流。
5. 輸入一個向左的脈衝電壓，令磁環內部磁場為順時針方向。

實驗步驟：

(二)感應電動勢之觀察

- 6.輸入一個向右的脈衝電壓，觀察並記錄示波器上的感應電動勢波形。
- 7.輸入一個向左的脈衝電壓，觀察並記錄示波器上的感應電動勢波形。
- 8.輸入一個向左的脈衝電壓，觀察並記錄示波器上的感應電動勢波形。
- 9.輸入一個向右的脈衝電壓，觀察並記錄示波器上的感應電動勢波形。
- 10.比較四張感應電動勢波形並思考其在磁滯曲線圖形上的狀態變化。

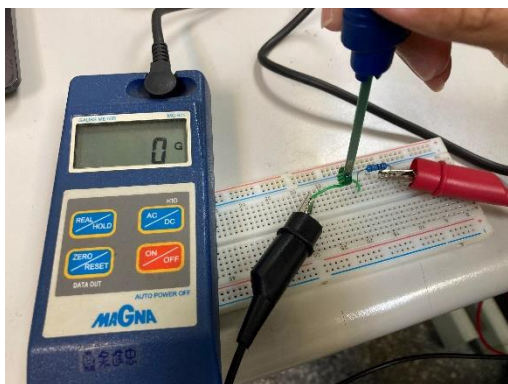


圖五、紅色箭頭代表向左，藍色箭頭代表向右

實驗結果：

(一) 觀察電流對磁環之影響

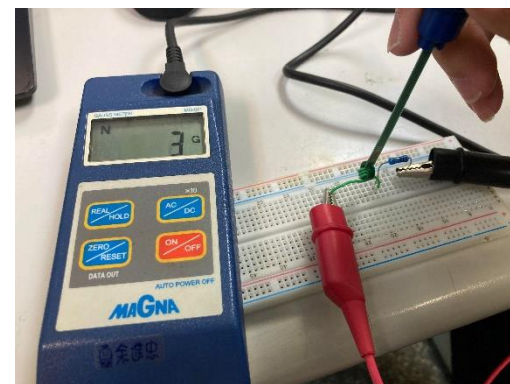
結果如圖所示，通入不同方向的電流時，可觀察到不同大小的數值，未通電時的數值大小，應介於兩種通電情況的數值之間。



圖六、未通電之情況



圖七、第一種通電情形

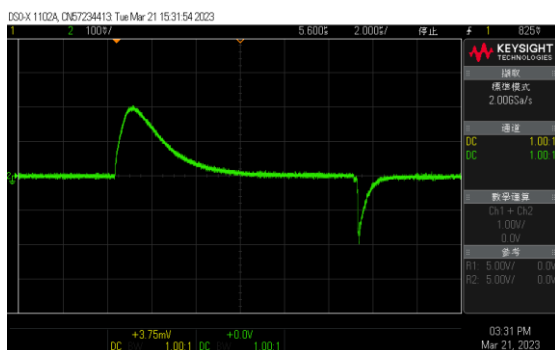


圖八、第二種通電情形

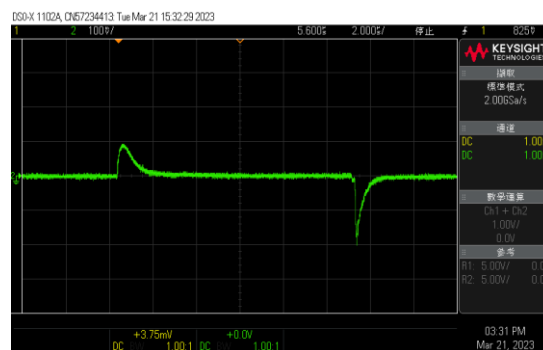
實驗結果：

(二)感應電動勢之觀察

圖九~圖十二為四種情況的感應電動勢波形。定義磁環內部磁場順時針轉時為0，逆時針轉時為1，則這四張圖代表四種狀態變化，分別是 $0 \rightarrow 1$ 、 $0 \rightarrow 0$ 、 $1 \rightarrow 0$ 、 $1 \rightarrow 1$ 。



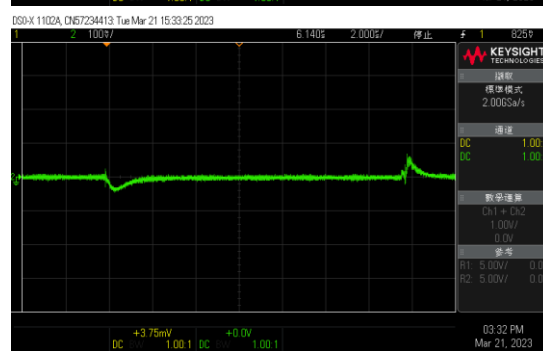
圖九、 $0 \rightarrow 1$



圖十、 $0 \rightarrow 0$



圖十一、 $1 \rightarrow 0$



圖十二、 $1 \rightarrow 1$

實驗結果：

(二)感應電動勢之觀察

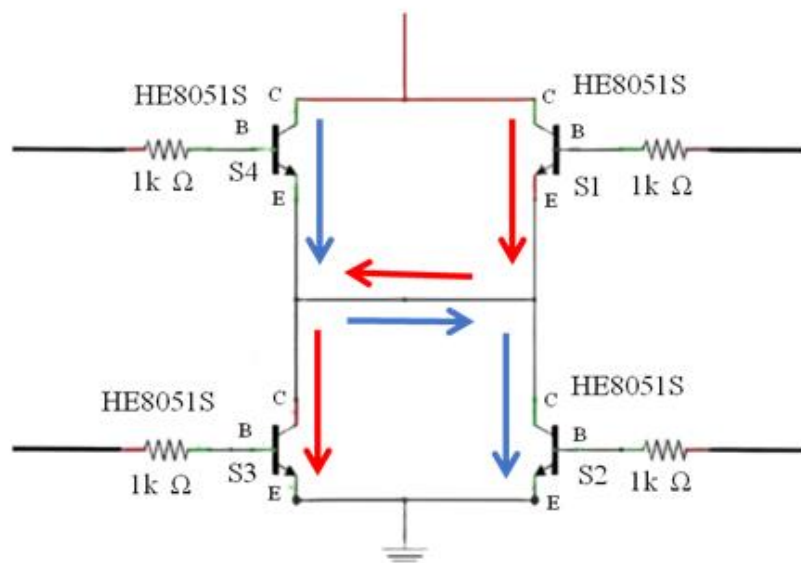
以圖九為例，因為磁環內部磁場由順時針改為逆時針，感應線迴路內的磁通量有大幅的改變，使得感應線產生一較高的感應電動勢；以圖十為例，因為磁環內部磁場方向未變，感應線迴路內的磁通量僅有小幅的改變，使得感應線產生一較低的感應電動勢。

結論：

由實驗(一)我們可觀察到電流對磁環所造成的影響，印證安培定律。由實驗(二)我們驗證了法拉第定律，也觀察到鐵磁性物質保磁的特性，進一步了解內部磁場變化對應到磁滯曲線上的狀態。

附註[1]:

H橋是一種電子電路，可使其連接的負載或輸出端兩端的電壓反相或電流逆向，因其電路形狀如同H，故稱作H橋。在我們的系統中我們使用四顆電晶體當作開關，來控制電流流向，當開啟S1、S3時，電流依紅色箭頭方向流動；當開啟S2、S4時，電流依藍色箭頭方向流動



圖十三、H 橋電路示意圖

附註[2]:

//定義輸出腳位

```
void setup( ) {
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  pinMode(14, OUTPUT); pinMode(12, OUTPUT);
```

```
  pinMode(26, OUTPUT);
```

```
  pinMode(27, OUTPUT);
```

```
  void loop() {
```

```
    if(Serial.available()){
```

```
      char ch = Serial.read();
```

//控制左上電晶體的開關

```
      if(ch == '1'){
```

```
        digitalWrite(12,HIGH);
```

```
        Serial.print("Q1 on");
```

```
      }
```


附註[2]:

```
if(ch == '2'){  
    digitalWrite(12,LOW);  
    Serial.print("Q1 off");  
    }  
//控制右上電晶體的開關  
if(ch == '3'){  
    digitalWrite(27,HIGH);  
    Serial.print("Q2 on");  
    }  
if(ch == '4'){  
    digitalWrite(27,LOW);  
    Serial.print("Q2 off");  
    }  
//控制左下電晶體的開啟
```

附註[2]:

```
if(ch == '5'){  
  digitalWrite(26,HIGH);  
  Serial.print("Q3 on");  
  }  
  //控制右下電晶體的開啟  
  if(ch == '6'){  
    digitalWrite(14,HIGH);  
    Serial.print("Q4 on");  
    }  
    //控制左下右下電晶體的關閉  
    if(ch == '7'){  
      digitalWrite(26,LOW);  
      delayMicroseconds(10);  
      digitalWrite(14,LOW);  
      Serial.print("Q3 off Q4 off");  
      }  
      //快速開啟右上電晶體以製造脈衝電流
```

附註[2]:

```
if(ch == '9'){  
digitalWrite(27,HIGH);  
delayMicroseconds(10);  
digitalWrite(27,LOW);  
Serial.print("Q2 Pulse");  
}  
    //快速開啟左上電晶體以製造脈衝電流  
if(ch == '0'){  
digitalWrite(12,HIGH);  
delayMicroseconds(10);  
digitalWrite(12,LOW);  
Serial.print("Q1 Pulse");  
}  
}
```