

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 生活與應用科學科

第二名

040814

偽幣測試機

學校名稱：國立新竹高級工業職業學校

作者： 高二 傅馨儀 高二 戴伯豪 高二 何宗澂	指導老師： 何永龍 廖倉祥
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：偽幣、電阻、測量器

作品名稱：

偽幣測試機

摘要

本次研究在於探討真偽幣的機械性質、材料特性、構造與其加工方法，並利用電子顯微鏡，觀察其硬幣之材料結構，分析真偽幣的外觀、硬度、電阻等，並找出自作偽幣的手法與瑕疵，從中探討硬幣中物理性質與機械性質的差異，因而更進一步找出能夠用來分辨硬幣真偽的方法，再利用機電整合設計出快速的測量方式。本次研究利用硬幣的物理性質，我們設計出可辨識真偽的硬幣原型機，能正確辨識真偽幣，以避免偽幣在市面上大量的流通。

壹、研究動機：

現在的科技越來越發達，在人人都想致富的社會裡，有人用了不正當的手法謀取錢財，利用製作偽幣以假亂真，造成社會秩序上的混亂，而且製造偽幣的手法也越來越多，因此我們想找出辨別真偽幣的方法，讓社會大眾不被偽幣所騙。我們利用了機械與物理性質，找出其中的差異值，藉由其差異值找出製作偽幣的技術，進而探求防範的方法。

一、新聞探討：

偽造 50 元硬幣 判刑 5 年 10 月 [記者林良哲／台中報導]

台中市男子廖胤堯購買銅板等原料，偽造出 50 元硬幣，由於技術高超，不但銀行檢驗不出來，中央造幣廠檢驗發現其直徑、重量、邊高皆在「公差」範圍內，只有金屬材質比率有所不同，但卻因偽幣上的機油未清洗而被破獲。法官審理後，依偽造、變造通用貨幣罪判處廖某有期徒刑 5 年 10 月。

騙過點幣機 機油味露餡

前年 4 月起，廖胤堯等人即利用金融帳戶進行「存假錢、領真款」，轉換 600 多萬元的偽幣，後來央行行員在點數某家銀行繳庫的 50 元硬幣時，嗅出有異常的機油味，仔細篩選出有異的硬幣並以點幣機過濾，卻通過測試，但進一步利用鑑定硬幣金屬成分，才得知這些硬幣都是偽幣。

遊戲場代幣購買車票

台北捷運公司從去年陸續接獲民眾反應，買完車票，找回來的零錢竟然是遊樂場的代幣，統計到目前為止，已經收到了 300 多個這樣的代幣，捷運警察接獲報案後，逮捕一名以代幣購買車票的 15 歲少年，而且還懷疑，這樣做的不只他一個人。

〔TVBS 記者王博麟／台中報導〕2012 年 5 月，TVBS 記者王博麟：「買完車票找回零錢，但我們發現，但是我們可以發現，一個和 10 元硬幣大小一樣金色遊戲場代幣，原來最近警方發現，有民眾竟然拿遊戲場代幣購買車票。」從去年底開始，有民眾陸續向捷運公司反應，買完票，自動售票機竟然找錢找的是代幣，而且重量大小可以當做 10 元硬幣使用，捷運警察受理報案後，發現代幣來自捷運地下街的遊樂場，短短半年不到，已經有 300 多個代幣被拿來當買票，其中還有一名 15 歲的少年已經投進了 150 幾個代幣，而且懷疑，實際被投進購票機的數量，可能不止如此。

二、材料成本

銅價飛漲，今天 5 月 27 日銅報價每公噸 8990 美金，以匯率 28.92 換算，共需 25 萬 9990.8 元，即一公斤 260 元之成本換算，一元硬幣（重量 3.730g）全部若為銅製一枚成本為 0.9698 元，毫無利潤可圖，所以沒有人仿冒一元硬幣，但 50 元（重量一枚成本 2.5766 元），所以扣掉加工費用、模具成本以及管銷成本和通路，其實利潤還很大，所以仿冒的人才很多。

現在偽幣是利用五十元硬幣的正、反面模具、黃銅片原料及專業機具大量生產。但是它壓痕不深而且模具和材質的問題，所以我們只需要用到電阻即可判別出差異。

貳、研究目的：

首先測量硬幣厚度、直徑和體積並量出硬幣的質量與密度（因硬幣的孔隙不易排除，無法測出密度，及明顯之差異），且測量出硬幣導電的電流等物理性質。使用的分厘卡（千分之一 精密度 $1 \mu m$ ）、電子秤（百分之一克）以及三用電錶，分別找出它的物理性質，加以登記，使用大量的錢幣來分析真假硬幣的差別，到底是差在哪一個部份。

先準備各種量測用具在學校測出一大堆硬幣後得到初步數據，再出發前往到台北中央銀行發行局（感謝發行局讓我們進入全國偽幣最多的中心進行測試）借取偽幣 50 元 300 枚，分成三組去測量電阻、外徑、厚度和音頻，因為偽幣中心不可外

借偽幣所以向本校合作社和各大檳榔攤、超市尋求偽幣用現金購買蒐集 10 枚偽幣來測試，破壞性檢驗，如硬度、金相顯微鏡來觀察組織，並用、**電子顯微鏡 (SEM)**來觀察它的組成，看其結構與成份與真的硬幣的差別，從這些差異性來找出真偽幣的判斷法。

我以多次的實驗（檢驗量測）推斷出真偽幣的差異處，等全數量測與登記結束後，再將兩組數據，做歸類加以分別，可以發現當中的差異。可以讓我們很輕易能夠分辨出硬幣的真假。

參、研究設備與器材

- 一、紅外線發射二極體
- 二、光接受電晶體
- 三、電壓比較器
- 四、石英震盪器
- 五、JK 正反器
- 六、光耦合開關
- 七、繼電器
- 八、電阻器
- 九、高解析度三用電表
- 十、分厘卡
- 十一、電子秤
- 十二、維氏微小硬度測試機
- 十三、光學顯微鏡
- 十四、金相熱鑲埋機
- 十五、電木粉
- 十六、金相研磨拋光機
- 十七、高精密度測顯微鏡-Nikon MM-400
- 十八、掃描式電子顯微鏡

肆、研究過程與方法

一、量測錢幣

- (一)使用分厘卡測量硬幣的直徑、厚度（厚度因加工浮花測量點不穩定，不予計入）
- (二)使用電子秤秤出重量
- (三)用三用電表器測量硬幣的電阻值
導電性公式 $R = \rho L/A$ ρ 為導電系數 L 為桿長、 A 為面積
- (四)用維氏硬度測量表面的硬度值
- (五)用光學顯微鏡測材料組織
- (六)利用 SEM 分析組織成份

二、質量、體積及密度的測量

- (一)用電子磅秤先測出偽幣的質量。
- (二)用一燒杯裝水在固定的刻度上。
- (三)將硬幣投入水中，將上升的水，用滴管取出，放入量筒中，數值為體積。
- (四)再用 $D=m/v$ 的公式算出其密度值。（因為偽幣表面孔隙小又多，所以真偽幣密度測量不穩定，不易區分）

三、硬幣的電阻測量

- (一)使用三用電表，把硬幣的兩端用尖頭觸碰。
- (二)調至 200mA，開始量測電阻值。
- (三)利用三用電表測量並紀錄硬幣的電阻。

四、五十元硬幣的製造方法:

所使用的加工方式為閉模鍛造。將金屬放在兩個成型模具之間，藉由鍛造機施加壓力，使金屬充滿模穴成為所需之產品。

五、硬幣製造流程：

熔煉→鑄片→軋片→沖餅→清洗烘乾→幣餅檢驗→『印花』→【衡計包裝】
1.塑盤 2.縮刻 → 3.印花模 ↑

六、鍛造設備「液壓機」

液壓機以等速率大負載的方式鍛造，由於有限壓閥之設計，當負載超過機器的設定容量時，機器將會自動停止。與落錘鍛造機相比，液壓機的產速比較慢，初期投機成本高，但所需的保養最少。

七、使用之衝壓床驅動機構為肘節式

此機構在形成之末端，兩連桿幾乎成一直線時，能獲得最大機械利益，產生極大的壓力。由於此種機構最有很高的負荷能力，故常用於壓花紋極尺寸矯正。



←50元真幣之重量

伍、研究結果與討論：

一、「真幣」的規格

50元硬幣規格平均值		
外徑約： 27.80±0.02mm	厚度(沒有凹凸紋路)約： 2.097±0.002mm	重量約： 9.92±0.01g
10元硬幣規格平均值		
外徑約： 25.86±0.01mm	厚度(沒有凹凸紋路)約： 1.711±0.002mm	重量約： 7.500±0.01g
5元硬幣規格平均值		
外徑約： 21.90±0.01mm	厚度(沒有凹凸紋路)約： 1.359±0.002mm	重量約： 4.390±0.01g
1元硬幣規格平均值		
外徑約： 19.90±0.01mm	厚度(沒有凹凸紋路)約： 1.517±0.002mm	重量約： 3.730±0.01g

二、「50 元偽幣」的規格

50 元 偽 幣 規 格 「單位：mm、mm、g」					
外 徑 約	1 號：27.910	厚 度 約	1 號：2.002	重 量 約	1 號：9.96
	2 號：27.858		2 號：2.018		2 號：10.28
	3 號：27.863		3 號：1.997		3 號：10.54
	4 號：27.886		4 號：2.028		4 號：10.47
	5 號：27.876		5 號：2.051		5 號：10.32
	6 號：27.938		6 號：2.031		6 號：9.87
	7 號：27.875		7 號：2.018		7 號：10.29
	8 號：27.878		8 號：2.017		8 號：10.71
	9 號：27.926		9 號：2.004		9 號：9.85
	10 號：27.895		10 號：2.022		10 號：10.18
	11 號：27.966		11 號：2.015		11 號：10.25
	12 號：27.851		12 號：2.009		12 號：10.19
	13 號：27.896		13 號：1.978		13 號：9.97
	14 號：27.905		14 號：2.014		14 號：10.11
	15 號：27.897		15 號：1.995		15 號：10.31

其他 4 5 枚偽幣的數據與上述 1 ~ 15 號的數據大同小異。

註：50 元偽幣外徑尺寸控制非常好，厚度因模壓、印壓、浮花高低起伏變化大所以測量值不穩定，無法判別，但此次中央銀行所抓到的偽幣在色澤、加工外型和重量非常明顯，可分辨出真偽幣，所以偽幣因控制外徑、厚度，但因材質不同、密度不同所以在重量很明顯可分辨。但第二次去偽幣中心時，很多偽幣重量也可以達到 9.93 克，用重量已無法辨別最新一代最進步的偽幣了。

三、真假幣的電阻值

真假幣的電阻值 「單位：歐姆」			
真 幣 的 電 阻 值	1 號：0.3	偽 幣 的 電 阻 值	1 號：0.5
	2 號：0.3		2 號：0.8
	3 號：0.3		3 號：1.4
	4 號：0.3		4 號：0.5
	5 號：0.3		5 號：0.4
	6 號：0.3		6 號電阻可通過：0.3 (材質的不同，大小差異性大)
	7 號：0.3		7 號：0.8
	8 號：0.3		8 號：1.1
	9 號：0.3		9 號：0.9
	10 號：0.3		10 號：1.3
	11 號：0.3		11 號：0.8
	12 號：0.3		12 號：0.8
	13 號：0.3		13 號：1.1
	14 號：0.3		14 號：0.5
	15 號：0.3		15 號：1.4

其他 4 5 枚偽幣的數據與上述 1 ~ 1 5 號的數據大同小異



↑ 偽幣 (中央銀行每次提供 60 枚偽幣供我們測試的樣本，測完再換另一批)

由於偽幣製作的成份不同，色澤也不盡相同。爲了不使偽幣被他人識破，會利用酸洗和腐蝕的方式來掩飾加工上的瑕疵，且因製造偽幣模具的精密度不好，所以市面上流通的偽幣才會色澤不一，同時存在著許多版本。



註：目前偽幣在市面上流通已經超過六年，從 91 年至 96 年便有著六種不同的版本，因此推測市面上流通的偽幣遠超過於六種版本之多。

四、辨別真偽的方法

辨識方法一：硬幣的外緣。

偽幣的外緣通常會因為加工技術上的問題而產生了偏移，或因加工力道的施力不均而造成深淺不一的情形。



辨識分法二：硬幣的正反。

偽幣背面的防偽標示會是我們判斷偽幣的首要條件，再者，偽幣的紋路往往不如真幣的清晰與立體，國父的外觀也會有許多不同型態的樣貌產生，有時輪廓較為模糊且無立體感，或雙眼皮變成單眼皮，亦會因鑄造時的不精確而產生缺陷。偽幣的色澤因為參雜了鋅而看起來較為黯淡，不如真幣般的光亮，甚至會出現銅綠使偽幣看起來像被使用已久，而偽幣的外緣也會有缺陷或鏽蝕的情況發生，這些特徵都是業者掩飾偽幣本身的瑕疵而作的加工，然而這也成為我們抓到偽幣的判斷方法之一。





偽幣通常經過放電加工後再雕刻，放電加工原理簡單而言是利用電能轉換成工件熱能，使工件急速融熔的一種熱性加工方法，這會使偽幣看起來較為攤平，而真幣都是經由雕刻而成，看起來較為立體。我們透由放大鏡發現到，偽幣會有較多的瑕疵，而且立體度也不夠。如表所示。

真 幣	偽 幣
	
<p>比較：以稻穗來區分，偽幣的稻穗表面成圓弧狀，而真幣的稻穗較有立體感</p>	
	
<p>比較：以字來區分，偽幣的面與字成圓弧，而真幣的面與字成垂直。</p>	
	
<p>比較：以頭髮紋路來區分，偽幣的紋路較模糊，而真幣的紋路較清晰。</p>	

五、50 元硬幣的主要成分為「銅 92、鎳 2、鋁 6」

銅的性質及用途：銅為紅色有光澤的金屬，俗稱「赤銅」或「紫銅」，為電和熱的良導體，導電性僅次於銀，可做電線及電器用品；化學活性不大，但可溶於硝酸及濃硫酸，質軟而延展性佳，會與空氣中的二氧化碳作用慢慢形成綠色的碳酸銅〔俗稱銅綠〕。純銅的氧及不純之雜質含量越少，銅的耐蝕性會越大，銅中的氧含量少於 0.003%，即所謂的無氧銅，及對酸類具有耐蝕性，軋煉銅〔含氧量 0.04%〕可溶於高溫濃硫酸及濃硝酸。以下之圖表↓

性 質	數 值	性 質	數 值
結晶格子	面心立方格子	線性熱膨脹係數	$16.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
熔點	1083°C	導熱度〔20 度 c〕	$0.94 \text{ cal/cm}\cdot\text{s}\cdot^\circ\text{C}$
沸點	2595°C	比熱〔20 度 c〕	$0.092 \text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$
比重	8.96 克/立方公分	電阻	$1.673 \mu \Omega\text{-cm}$

六、維氏硬度測試

探測真偽幣的硬度是否不同。

	第一枚：偽	第二枚：偽	第三枚：偽	第四枚：真
外徑 mm	27.910	27.858	27.863	27.866
厚度 mm	2.002	2.018	1.997	2.028
重量 g	9.96	10.28	10.54	9.93
電阻值	0.6	0.8	1.4	0.3
維氏硬度 kg/mm^2	144.5 132.6	146 151	140 145	212.8 204.5

維氏硬度量測，乃材料經過取樣→由維氏硬度試驗機→打點→測出兩點間的平均值。維氏硬度取的點為兩點，一點在內側平面，另一點在材料內部。由硬度值可以得知真幣的硬度值較高，可達到 212 kg/mm^2 所以由硬度試驗也可以測出真偽幣，**因為材質的不同，造成硬度不同**。但硬度試驗屬於破壞性檢驗，無法用來分辨真偽幣。

七、金相試驗（以上述表格四枚印幣為標準）

為探討硬幣的材料性質，特別製作金相組織。所使用的設備與材料有：金相熱鑲埋機、電木粉、金相研磨拋光機、高精密度測顯微鏡-Nikon MM-400

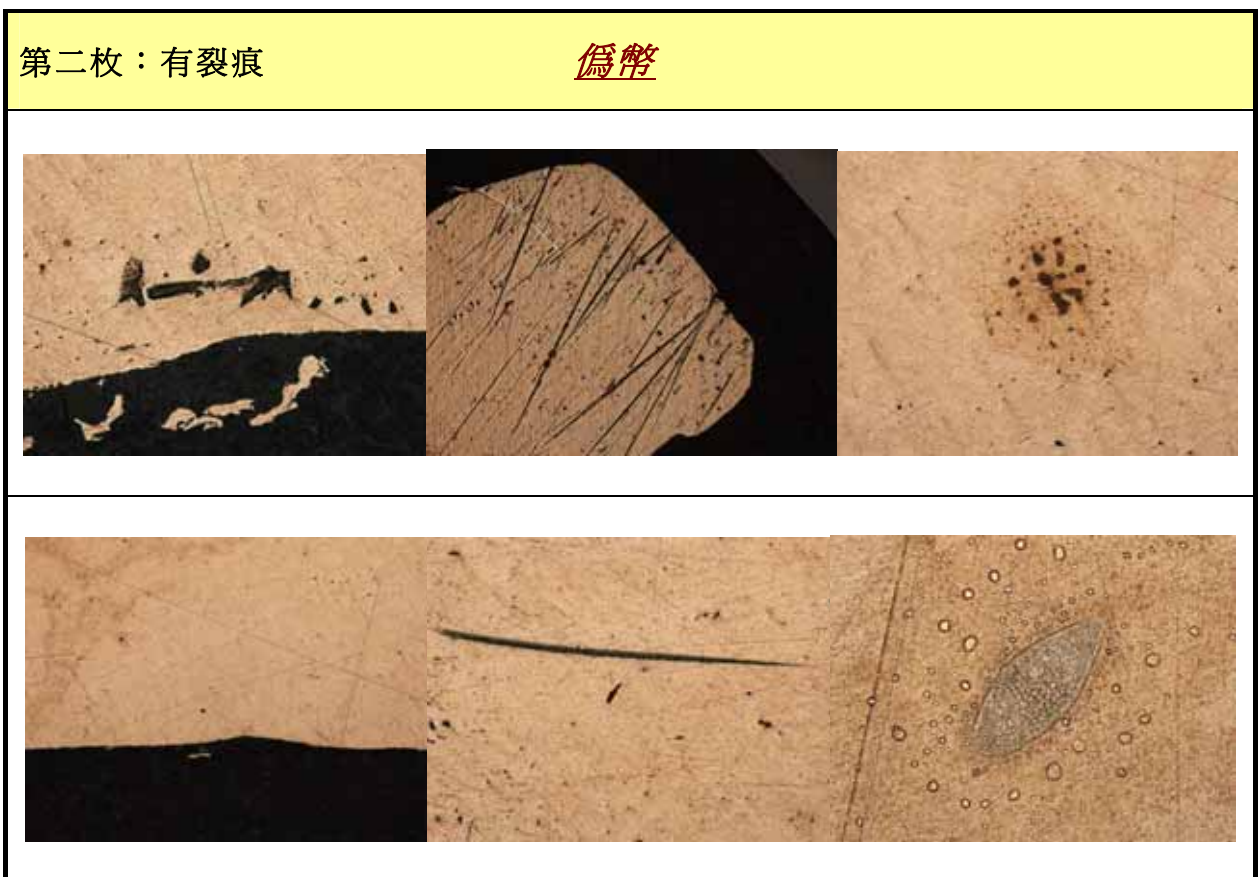
	
<p>金相熱鑲埋機</p>	<p>電木粉</p>
	
<p>金相研磨拋光機</p>	<p>高精密度測顯微鏡-Nikon MM-400</p>

完成鑲埋的試片如右圖：



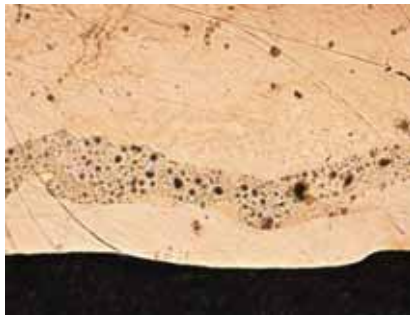
錢幣斷面鑲埋圖

顯微鏡所量測的四枚硬幣之金相組織圖如下：

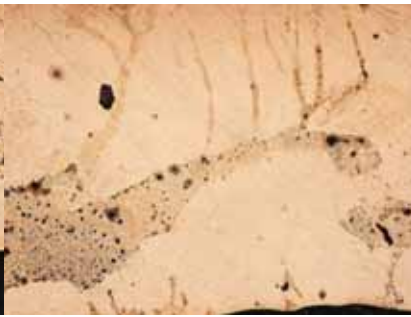


第三枚：氣孔多、有裂痕

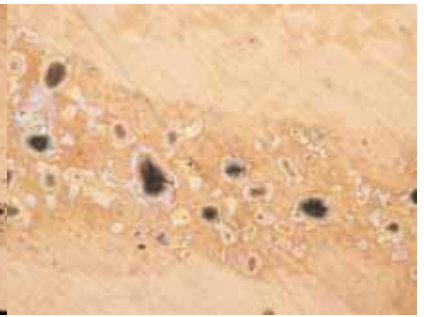
偽幣



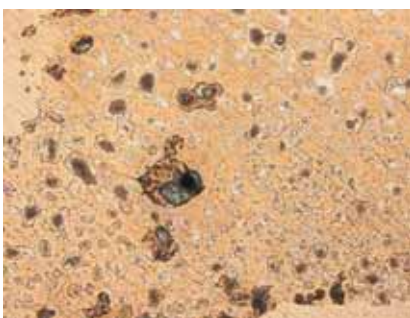
50 倍



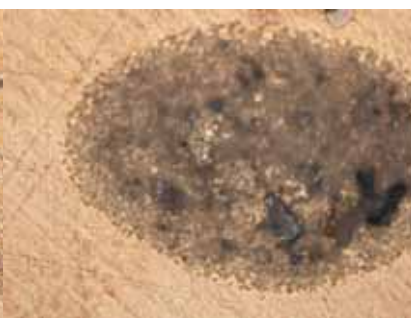
50 倍



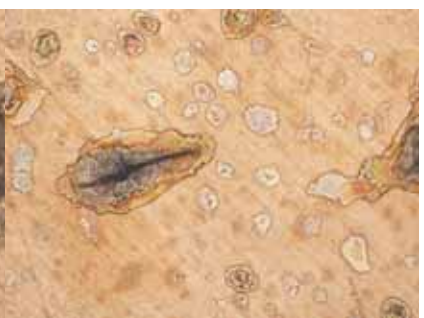
200 倍



200 倍



500 倍



500 倍

第四枚：沒有氣孔 沒有裂縫 材質均勻

真幣

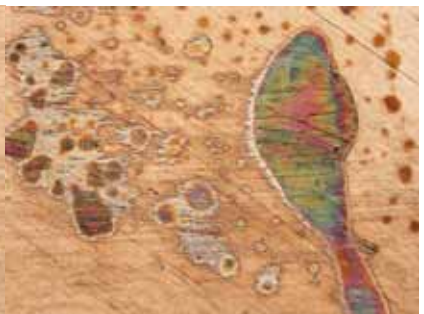
材料為台銀提供



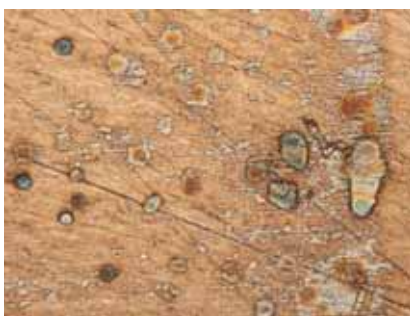
50 倍



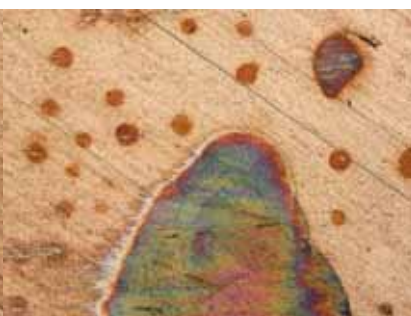
200 倍



200 倍



500 倍



500 倍



500 倍

金相試驗材料經過取材→鑲埋→研磨(先由砂紙再經過氧化鋁研磨液，由粗粒到細粒 $0.5 \mu\text{m}$)→照相

由金相試驗得知偽幣的製造材質裡面有很多裂痕這是線的缺陷,所以由金相試驗可以得知所用的材質是相當粗糙的(偽幣)。沒有經過退火處理所以材質加工硬化再繼續加工而產生裂痕。

八、音頻測試

在真幣跟偽幣著地試驗時,發現聲音略不同,我們試著跟所有學校借儀器但都是沒有,最近借用了音頻測試儀還在測試中,暫時無法以表格來表示,相信從我們所聽到的聲音其實就可以辨別真偽幣,我們正在用電腦輸入聲音,利用聲音的波形來辨別真偽幣的差別。

九、成品測試機

我用電阻和重量的原理來分辨真偽幣，因為外面市面上看不到 50 元真偽幣分辨機，所以讓偽幣橫行無阻，我想要設計一個價格低廉大家都可以使用的測試儀器，最主要是真幣的電阻值為 0.3 而偽幣的電阻幾乎都大於 0.3，若電阻值是 0.3 的偽幣其尺寸差異都好大，外面販賣機都利用重量來做真偽幣辨別，只要歹徒重量控制的好其實都可以得逞，所以台銀發行局的偽幣重量都不是 9.93 克才被抓出來，如果是 9.93 克的是不是還在流通沒被抓出來?若歹徒重量抓的很準重量測試機就不能使用了，所以我設計利用電阻.重量和尺寸三重方式來測試真偽幣，因為材質歹徒是無法仿冒，從金相圖可看到偽幣氣孔多.裂痕多和材質不同，我本來想在用音頻來測試，但成本實在太高了，偽幣的測試法有尺寸.重量.材質.音頻.影像和電阻等多種方法，影像和音頻的方式外面都沒有，而且成本太高所以我採用電阻方式。

十、道高一尺，魔高一丈

今年 4 月去中央銀行發行局所檢測之偽幣總類繁多，族繁不及備載，但其製造公差和材質色澤、精密度可一眼辨別出真偽幣，為了測得較新版本之偽幣，9 月底我再次發公文申請到中央銀行發行局進行了解，並將偽幣做 SEM(電子顯微鏡)之成份分析(感謝清華大學和明新科技大學讓我們免費測試)，當此次去發行局時，發現”道高一尺，魔高一丈”，而且發行局之專員還向我解說很多 50 元製造之秘密，中央製幣廠 50 元硬幣是利用進口之原料(銅、鋁、鎳)進行混煉，利用融化依比例銅 92%、鋁 6%、鎳 2%之比例製造而得，而利用三種模型正面、背面、邊模輓壓而成，而模型字體靠德國進口之微細雕刻模具機加

工而成，當其鑄造完成加工成片狀，先退火再模壓印，壓力為 800 磅高速加壓，再利用離心力滾邊，加工邊緣字體，加工速度 200-1000 枚/分，加壓沒加熱，但材料經過退火軟化沒有加工硬化，以致於材料在晶相顯微鏡中沒有裂痕。所以道行最高深之偽幣中心教我判別真偽幣法，其道具為放大鏡，主要觀察國父之頭髮、鬍鬚、顏色、邊緣滾製、稻穗立體、五十、50 字樣。這次去發行局有幾個新發現。

(一)工業進步了，魔焰氣盛

五十、50 雙角度字體顯示已在偽幣中出現了，而且技術克服了障礙，所以用雙角度五十、50 字體已無法判別真偽幣了。

雙角度五十、50 字樣乃利用 50 圓硬幣中央部份做成非常小的四面錐體，利用其中一面顯示五十，一面顯示 50，其模具加工非常精細，但我國的”偽幣製造研究中心”，竟克服了模具障礙，成功克服技術了，真的讓人覺得魔焰囂張。

(二)色澤相同

第二次去偽幣中心發現偽幣進步非常神速，最近發現的”新貨”色澤幾乎無法辨別真偽幣，我利用台銀的真偽幣辨識機判別真偽幣，而且用新的 50 元真幣混入其中，結果全部都「偽幣」，其機器真的全部會成為「偽幣」之機器，所以在辨視上其機器仍不可行。

(三)電阻測試

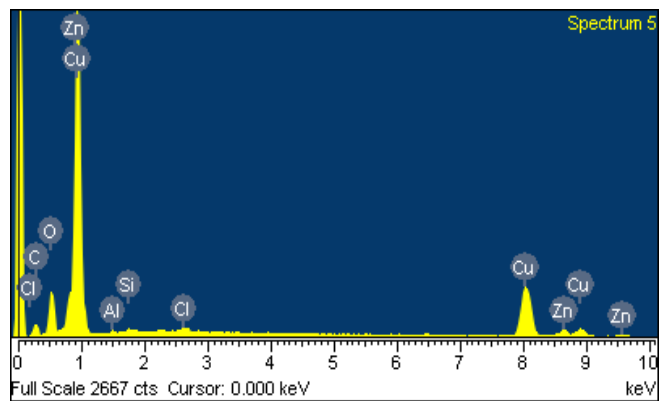
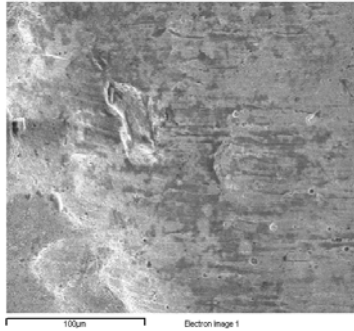
此最新一批「新偽幣」色澤非常接近，我在進一步做重量、電阻測試，發現一些電阻值很接近真幣之「偽幣」，找專員再進一步檢查竟然均是真幣，所以偽幣之製造技術已非肉眼可判斷，用重量已不可行(很多偽幣重量已達公差範圍內)，我很好奇尋問為何已無法分辨的偽幣會被抓出來，原來是歹徒一次存很多偽幣，因其存很多硬幣而且都有機油味才會被找出來，若非如此怎有辦法抓到呢?所以偽幣業者加工技術精進，模具加工、壓力鍛造技術優良，連自動販賣機、高鐵與捷運的自動投幣機、市場、攤商、便利商店均為受害者。

(四)成份分析

我把偽幣送交兩所不同的大學請教授為我們做測試，結果偽幣成份均為黃銅(銅鋅)，為什麼用黃銅呢？因為黃銅色澤最接近真幣，測出之值：

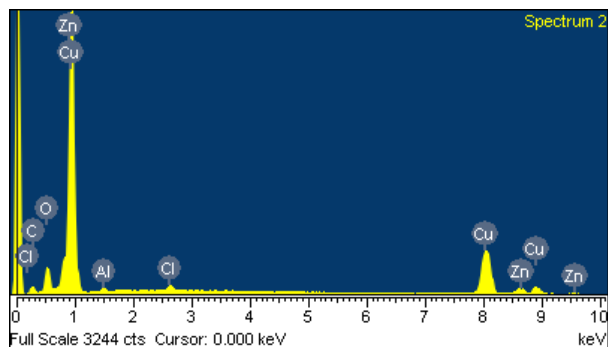
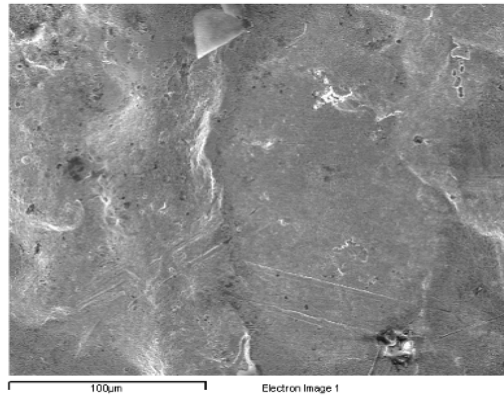
(件一)：偽幣銅鋅含量比為 67.02 : 12.47 為 84 : 16 比例 之黃銅。

Element	Weight %	Atomic %
C K	9.10	28.35
O K	9.97	23.31
Al K	0.35	0.48
Si K	0.36	0.49
Cl K	0.73	0.77
Cu L	67.02	39.47
Zn L	12.47	7.14
Totals	100.00	



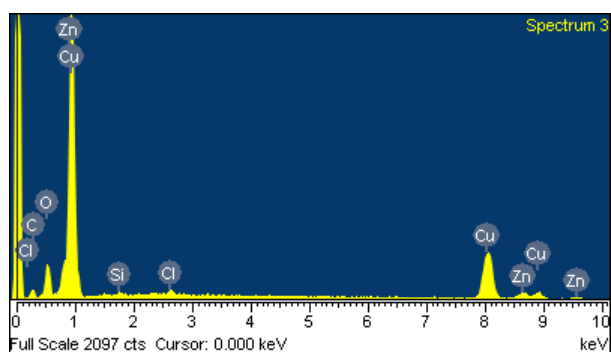
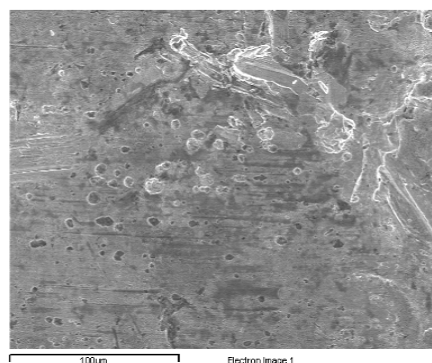
(件二)：偽幣銅鋅含量比為 71.43 : 12.11 為 84 : 16 比例 之黃銅。

Element	Weight %	Atomic %
C K	7.37	25.08
O K	7.60	19.41
Al K	0.72	1.10
Cl K	0.78	0.90
Cu L	71.43	45.95
Zn L	12.11	7.57
Totals	100.0	
	0	



(件三)：偽幣銅鋅含量比為 68.66 : 13.43 為 84 : 16 比例 之黃銅。

Element	Weight %	Atomic %
C K	7.82	25.71
O K	8.95	22.09
Si K	0.45	0.63
Cl K	0.70	0.78
Cu L	68.66	42.68
Zn L	13.43	8.11
Totals	100.00	

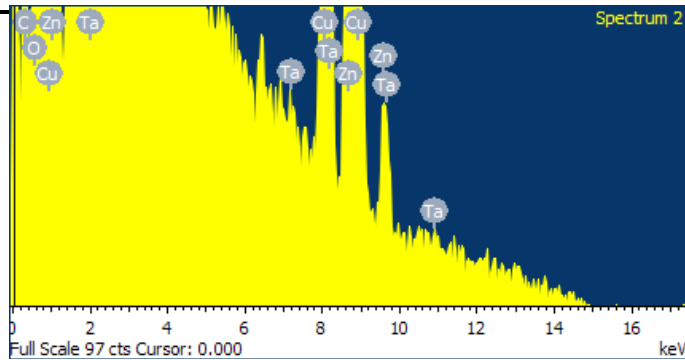
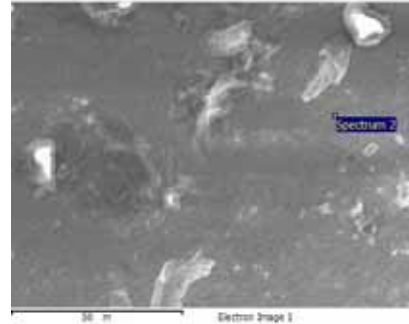


送往第一所大學化驗之 50 元偽幣可能為同一集團所為所以材質接近。

第二所大學測出之值：

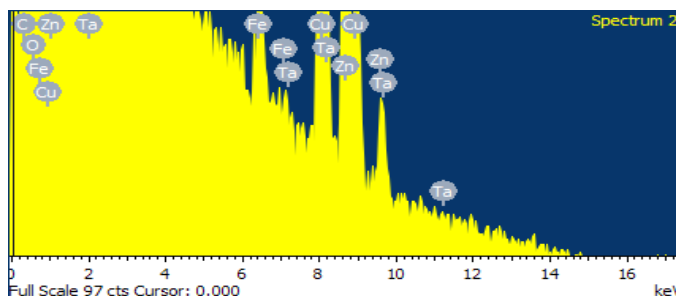
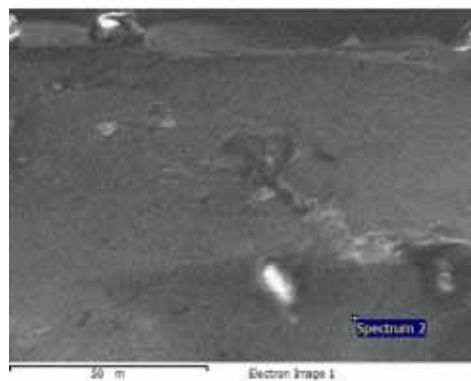
(件四)：偽幣銅鋅含量比為 41.68：16.53 為 71.6：28.4 比例 之七三黃銅。

Element	Weight %	Atomic %
C K	34.00	67.92
O K	6.51	9.76
Fe K	1.15	0.49
Cu L	41.68	15.74
Zn L	16.53	6.07
Ta M	0.13	0.02
Totals	100.00	



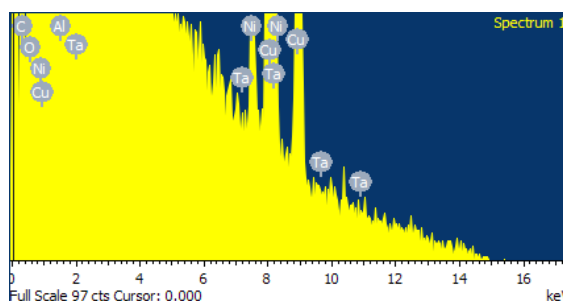
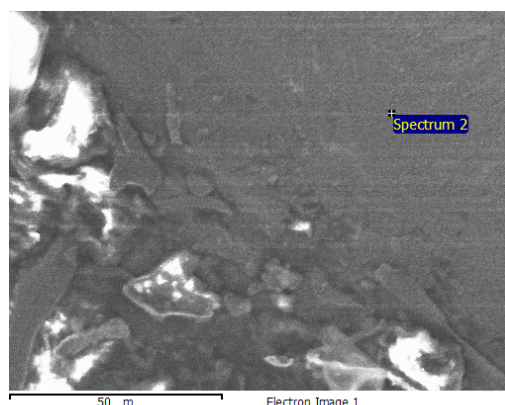
(件五)：偽幣銅鋅含量比為 56.95：21.96 為 72：28 比例 之七三黃銅

Element	Weight %	Atomic %
C K	17.69	50.68
O K	3.20	6.88
Cu L	56.95	30.84
Zn L	21.96	11.56
Ta M	0.20	0.04
Totals	100.00	



(件六)：偽幣銅鋅含量比為 49.32：37.27 為 57：43 比例 之六四黃銅

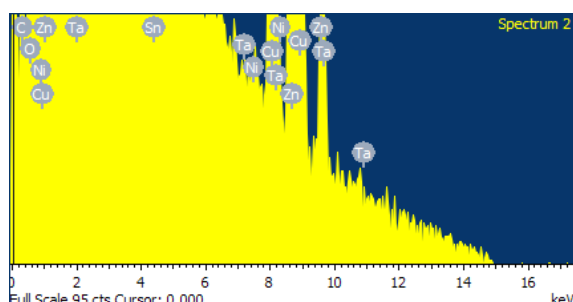
Element	Weight %	Atomic %
C K	10.09	36.37
O K	1.73	4.67
Ni K	0.19	0.14
Cu L	49.32	33.62
Zn L	37.27	24.70
Sn L	1.31	0.48
Ta M	0.09	0.02



(件七)：真幣銅鋁鎳含量比為 77.44：6.06：1.54 約為 91：7.1：1.9

(和台灣銀行公布之比例 92：6：2 已非常接近)

Element	Weight %	Atomic %
C K	8.23	26.62
O K	6.71	16.29
Al K	6.06	8.72
Ni K	1.54	1.02
Cu L	77.44	47.34
Ta M	0.03	0.01
Totals	100.00	



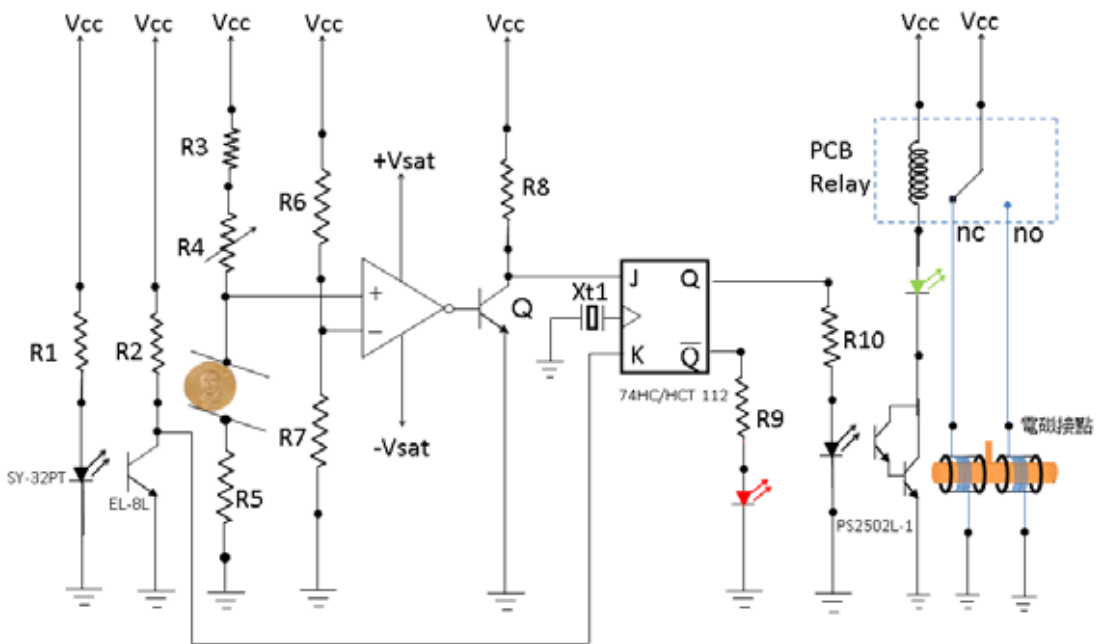
由上述分析可得知偽幣集團用七三黃銅或六四黃銅來做偽幣，所以用電阻可以來抓出材料之不同。

最新一代之偽幣規格表

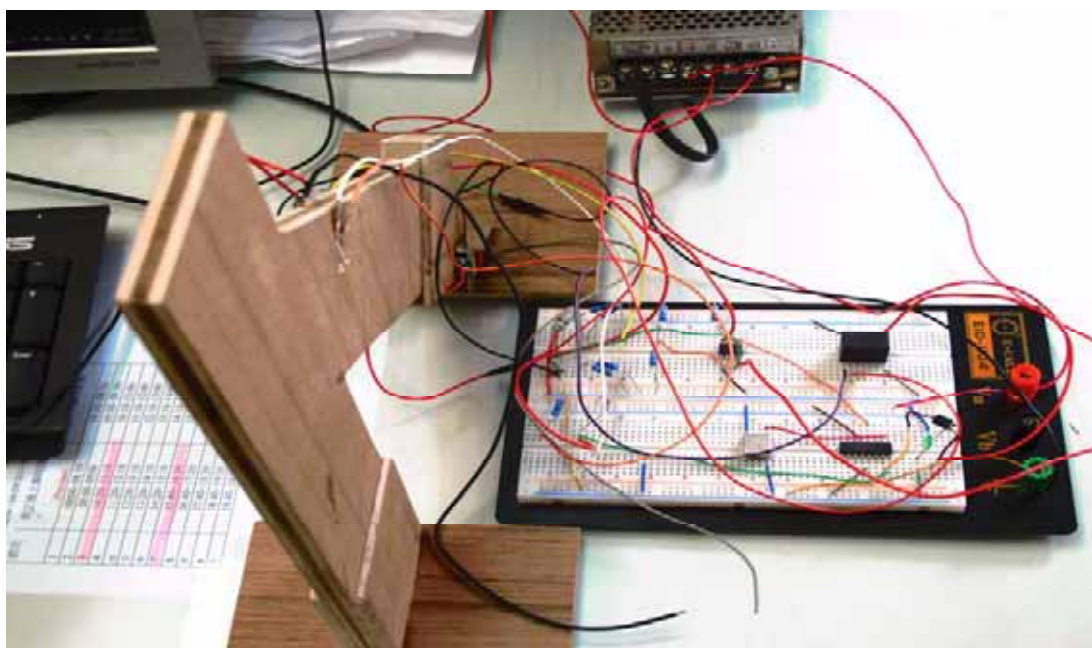
重量 (g)	電阻(歐姆)
9.98	0.55
10.23	0.86
10.29	0.85
10.05	0.43
10.16	0.48
10.28	0.64
10.34	0.66
10.33	0.45
9.93(已達真幣之公差範圍)	0.53
10.18	0.43
9.92(已達真幣之公差範圍)	0.43
9.33	0.64
10.01	0.39
9.99	0.52
10.26	0.44
10.49	0.41

十一、本創作電路結構

硬幣辨識電路設計如圖(一)，其完成電路原型機如圖(二)。



圖(一)硬幣辨識電路



電路原型機如圖(二)

本創作電路設計

元 件 名 稱	元 件 編 號	規 格
紅外線發射二極體	SY-32PT	波長 940nm If=60mA
光接受電晶體	EL-8L	10mA Vce=3V
電壓比較器	LM311P	Vid=-10mV VoL=0.23V
石英震盪器	5H8G-B	10MHz
JK 正反器	74HC/HCT 112	Tp=19ns fmax=70MHz
光耦合開關	PS2502L-1	If=80mA Ic=200mA
繼電器	TRC-5VDC-SC-CD	5V Coil current=91mA
電阻器	R1	100Ω
電阻器	R2	100kΩ
電阻器	R3	50Ω
電阻器	R4	0.05Ω
電阻器	R5	50Ω
電阻器	R6	499Ω
電阻器	R7	499Ω
電阻器	R8	499Ω
電阻器	R9	100Ω
電阻器	R10	100Ω

一、當硬幣未進入軌道時，紅外線發射二極體，經過

$$I_f = \frac{V_{cc}}{R_1} = \frac{5}{100} = 50\text{mA}$$

受光電晶體受光照射，導通則 $V_k=0.2\text{V}$ ，邏輯判斷為 0。此時電壓比較器，輸入為 OP 放大器

$$V_+ = \frac{R_7}{R_6+R_7} V_{cc} = \frac{499}{499+499} * 5 = 2.5\text{V}$$

$$V_- = 5\text{V}$$

因此 $V_- > V_+$

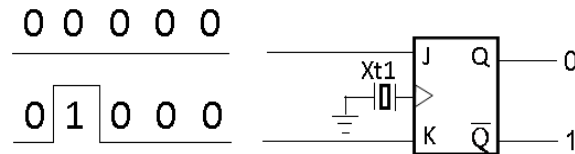
OP 放大器輸出為 $+V_{sat}=-10(\text{V})$ ，邏輯判斷為 0，經過反相器邏輯判斷為 1，此時電晶體 Q 導通 $V_j=0.2\text{V}$ ，邏輯判斷為 0。

由 JK 正反器真值表得知

J	K	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_n}$

則保持在上一個狀態。

二、當硬幣進入軌道時，經過紅外線發射二極體，瞬間被硬幣遮蔽，受光電晶體無受光照射，電晶體不導通，則 $V_k=5\text{V}$ ，邏輯判斷為 1，硬幣通過紅外線發射二極體邏輯判斷迅速變為 0。又此時 $V_j=0.2\text{V}$ ，邏輯判斷為 0，JK 正反器輸出 $Q=0$ ， $\overline{Q}=1$ 。紅色 LED 亮燈，輸出判斷為偽幣，繼電器常閉接點(NC)閉合，常開接點開路，電磁接點左邊閉合，其動作如下圖(三)。



圖(三)硬幣進入軌道時，經過紅外線發射二極體 JK 正反器輸出

(1)當為真幣時，真幣電阻值為 0.3Ω ，較 0.5Ω 小。

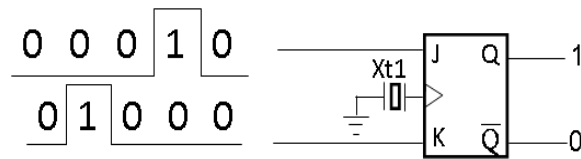
$$V_+ = \frac{R_7}{R_6+R_7} V_{cc} = \frac{499}{499+499} * 5 = 2.5\text{V}$$

$$V_- = \frac{R_{幣}+R_5}{R_3+R_4+R_{幣}+R_5} V_{cc} = \frac{10+0.3}{10+0.5+10+0.3} * 5 = 2.48\text{V}$$

此時電壓比較器，輸入為 OP 放大器

$$V_+ > V_-$$

OP 放大器輸出為 $+V_{sat}=10(V)$ ，邏輯判斷為 1，經過反相器邏輯判斷為 0，此時電晶體 Q 不導通 $V_i=5V$ ，邏輯判斷為 1。當硬幣通過軌道電阻判斷區後，邏輯判斷迅速變為 0。又此時 $V_k=0.2V$ ，邏輯判斷為 0，JK 正反器輸出 $Q=1$ ， $\bar{Q}=0$ 。綠色 LED 亮燈，輸出判斷為真幣，繼電器常開接點(NO)閉合，常閉接點開路，電磁接點右邊閉合，其動作如下圖(四)。



圖(四)真幣動作邏輯

(2)當為偽幣時，真幣電阻值為 0.48Ω ，較 0.3Ω 大。

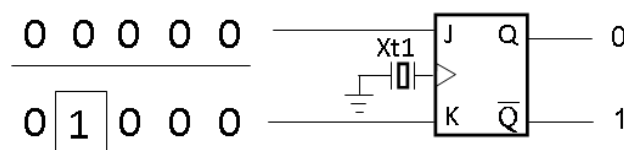
$$V_+ = \frac{R_7}{R_6 + R_7} V_{cc} = \frac{499}{499 + 499} * 5 = 2.5V$$

$$V_- = \frac{R_{幣} + R_5}{R_3 + R_4 + R_{幣} + R_5} V_{cc} = \frac{10 + 0.5}{10 + 0.5 + 10 + 0.3} * 5 = 2.52V$$

此時電壓比較器，輸入為 OP 放大器

$$V_+ < V_-$$

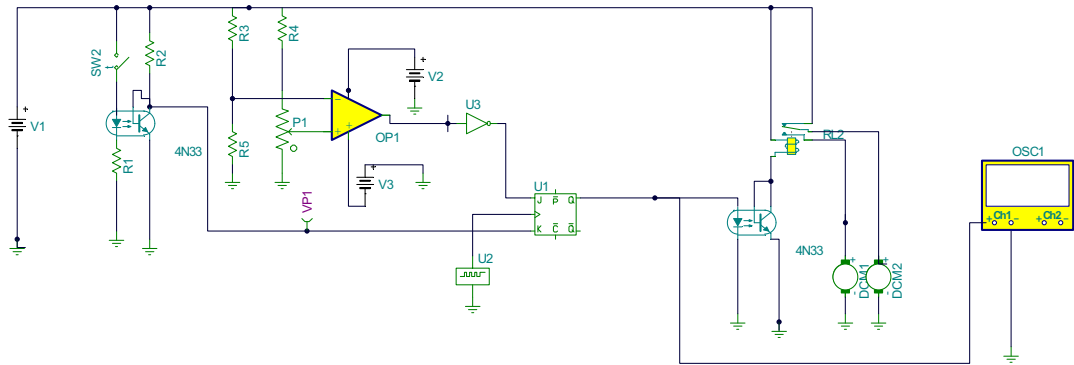
OP 放大器輸出為 $+V_{sat}=-10(V)$ ，邏輯判斷為 0，經過反相器邏輯判斷為 1，此時電晶體 Q 導通 $V_i=0.2V$ ，邏輯判斷為 0。當硬幣通過軌道電阻判斷區後，邏輯判斷仍為 0。又此時 $V_k=0.2V$ ，邏輯判斷為 0，JK 正反器輸出 $Q=0$ ， $\bar{Q}=1$ 。紅色 LED 亮燈，輸出判斷為偽幣，繼電器常閉接點(NC)閉合，常開接點開路，電磁接點左邊閉合，其動作如下圖(五)。



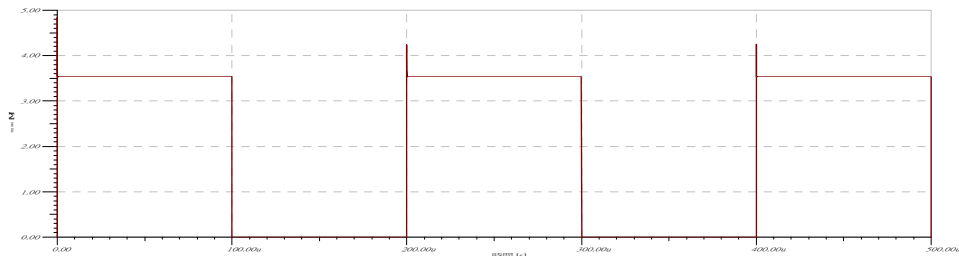
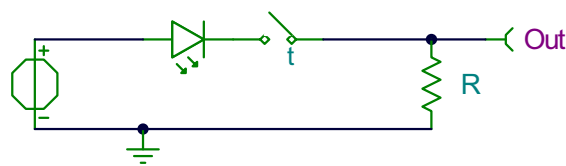
圖(五)真幣動作邏輯

電路模擬

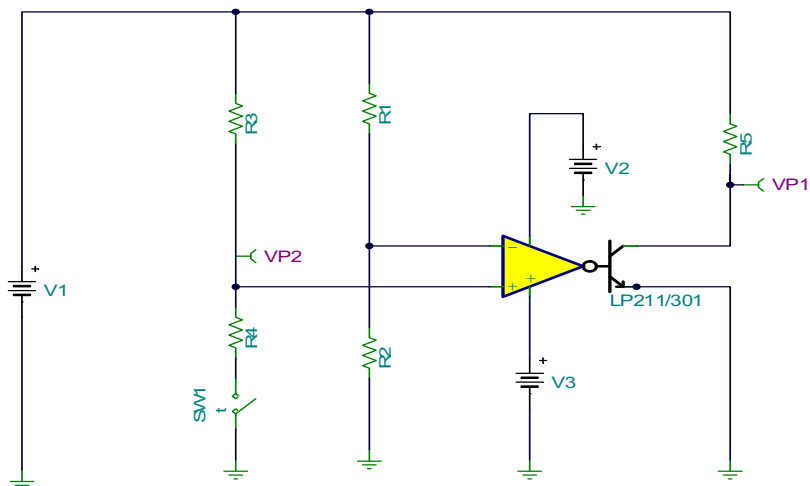
採用 TINA 電路模擬軟體，其結構圖如下

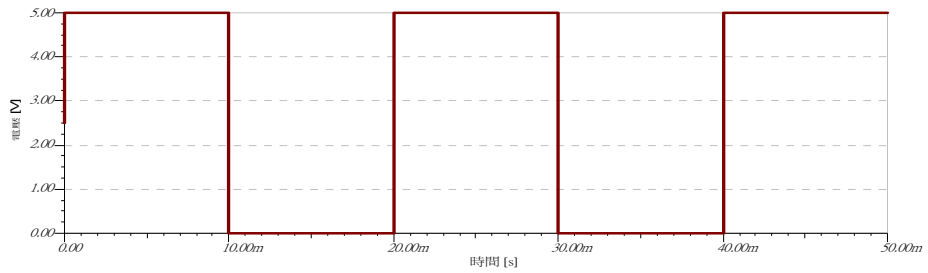


首先，針對發光二極體，進行特性分析，輸入電壓在 5V，開關週期設定在 200 μs ，導通時間為 100 μs 。



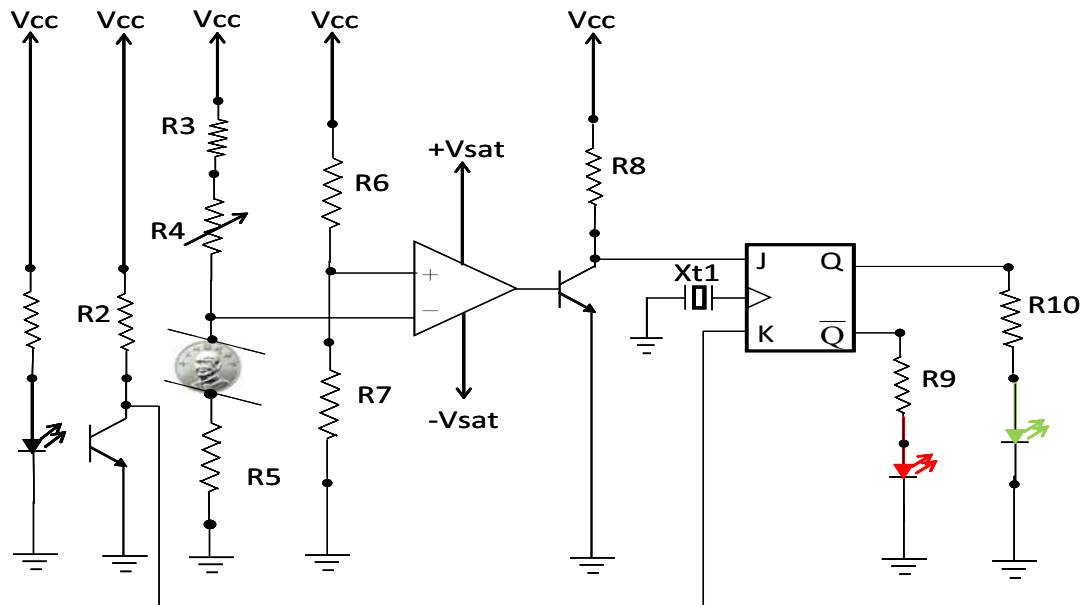
則輸出電壓將有方波信號。此結果將預期硬幣經過軌道，既有邏輯信號 0 與 1 出現。





由電壓比較器模擬，SW1 相當於硬幣經過軌道，使電壓比較器 V_+ 小於 V_- 電壓，其電壓輸出值。經過模擬結果，與理論相符合。因此，完成硬幣測試機模型。

對於十元硬幣，硬幣測試電路，與五十元硬幣，大致相符合。因此，修改五十元硬幣電路圖，如下圖



由於五十元硬幣電阻值大於十元硬幣，因此，只需要調整 R4 電阻值，使十元硬幣通過，在電壓比較器的檢測範圍。

實測結果

硬幣編號	動作 LED 燈	動作結果
真幣 1	綠色	正常動作
真幣 2	綠色	正常動作
真幣 3	綠色	正常動作
真幣 4	綠色	正常動作
真幣 5	綠色	正常動作
偽幣 1	紅色	正常動作
偽幣 2	紅色	正常動作
偽幣 3	紅色	正常動作
偽幣 4	紅色	正常動作
偽幣 5	紅色	正常動作

陸、結論：

從以上研究我們可以得到一些結論，每一枚真幣的組成成分都有一定的比例，偽幣沒有辦法做出和真幣一樣的成分(因為沒有獲得 92%銅、6%鋁、2%鎳之原料來源，沒有熔化冶煉設備。為了判別真偽幣之間的不同，除了外觀之外，用秤重的方式在以前是可以找出線索來但現在行不通了，例如五十元硬幣中的鋁元素，其密度值本身較小，要是在製造過程中添加的比例不同。在外觀上面，可以推測說為何假幣不是光亮的而是灰灰濛濛的跟舊的一樣，是因為要偽裝假幣本身的瑕疵及掩飾它的缺陷，可能會利用酸洗或腐蝕的方式來處理硬幣的表面。這樣也會改變它的電阻值，純銅的導電性好所以電阻值小，要是摻雜了其它元素，電阻值相對就會改變。還有經過氧化的假幣，其電阻值也會變大。所以可以經由檢驗電阻值來判別真假五十元硬幣。在製造設備方面中央製幣場所使用的加工模具是非常精密的，也經過多重步驟的加工，所以在市面上流通的假硬幣，沒有那麼好的加工機器和設備，因此會有瑕疵存在。就像是五十元硬幣的浮花圖案，不可能一次加工就可以成型，可能會經過二次不同方向的鍛壓才行，硬幣的周緣也是很重要的判別重點，要是周緣的符號不完整或有過深的加工的話，就有可能是假的。最後我想製造硬幣最重要的就是原料了，製幣要先經過鑄造的加工方式，鑄造設備也是要相當的精密，在壓鑄方面，真幣擁有三種步驟：壓出它的輪廓→壓出「50」的字樣→壓出「五十」的字樣，而製造偽幣之廠商只做得出兩個步驟：壓出它的輪廓→壓出「50」或「五十」的字樣，他們做不出含有兩個字樣的假幣。五十元硬

幣有一定的成分比例、製幣技術和專業的製造設備，而且所有合法的硬幣統一由中央製幣廠來發行。不肖業者就算想偽製假的五十元硬幣，也沒辦法做出和真的一模一樣，畢竟原料的取得本來就不是那麼容易，而且真幣上的防偽記號顯示得非常清楚，換作是假幣，雖然會跟真幣很像，不過對於假幣，它的防偽記號可能就會變得模糊不清，所以真假硬幣的不同可以藉由這些數據和圖片來證明它們之間是真是假。爲了防止會有更多的假幣流通到市面上，阻止不肖業者爲了利益而仿製假幣，影響到整個市場上硬幣的流通量，若天色昏暗、年紀大視力模糊、時間侷促或當 50 元硬幣過多時你沒有辦法每一枚硬幣來做測量，所以我要做出一個自動化的機器來測出真偽幣。這就是我們對這次專題所探討出來的結論。

辨別真偽幣的方法可由電阻、重量、外徑、音頻、硬度、光學來找出真偽幣，因爲市面上已有重量之測量設備和儀器檢驗真偽幣，所以我僅以電阻方式來檢測，測出真偽幣之情況良好。所以我利用這些方法配合高職所學，機械材料、電工實習、精密量測、機械製造、機械原理和機電整合，設計出判別真偽幣的機器，其價格非常低廉，可以推廣使用，讓那些作偽幣的廠商們無法銷售，而不會在生產偽幣危害社會秩序，讓社會正義實現，讓高職所學的知識與技術學以致用。

柒、參考文獻：

- 施議訓(2008年7月)。**機械材料 II 全華陳世程**。<L7 P.1~75 P.25~26 P.34~35>。
- 吳惟(民國99年8月)。**機械材料 I**。東大。
- 楊玉清。**材料試驗**。全華。
- 劉瑞興 何永龍 徐智誠 彭靖貽。**機械材料 I**。龍騰文化。<P.82~85>。
- 王千意 王俊傑(2007年5月)。**機械製造 I**。全華。<P.98~101 P.141~160>。
- 蔡俊毅(2010年4月初版)。**機械製造 I**。台科大。<2-11~2-13 4-8~4-16>。
- 張敏哲。**進階物理**。龍騰文化。<P.94~96>。
- 黃新春(民國79年)。**鑄造學**。文京。<P.212~219 P.287>。
- 羅應弘(2008年2月初版)。**精密測量**。台科大。<P.49~50>。
- 汪永文(2006年11月)。**機械電學實習**。龍騰文化。<P71~81>。

【評語】 040814

以電阻值來分辨偽幣，有創意。整體架構完整，系統可用性高，
團隊合作無間，過程詳實。