

# 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 化學科

最佳團隊合作獎

030219

雷電膠加

學校名稱：臺北市立敦化國民中學

作者：  國二 駱 耘  國二 何柔葳  國二 黃佩蓉	指導老師：  劉睿荷
---	------------------

關鍵詞：晶片接著劑、導電、導熱

## 摘要

導電接著劑是半導體中重要材料之一，本作品以樹脂接著劑添加金屬粉末，製成導電接著劑，並改變不同變因研究，得到以下結論：鬆散堆積的金屬粉末或絕緣體接著劑樹脂不導電；摻混金屬粉末的導電接著劑固化後才可能形成導電體；導電接著劑配方隨添加粉末種類不同，導電效果也不同，以摻混銀粉產生的導電效果較佳、不鏽鋼粉的最差；導電接著劑摻混銀粉時，添加量愈多導電效果愈好；導電接著劑加入少許溶劑後，加熱固化過程因溶劑揮發，可使配方體積收縮，提升銀粉緊密接觸，促使導電性增加；配方中，銀粉添加產生的的導熱效果，與導電性有正向關係，但是亦可發現其中差異之處。

## 壹、研究動機

在這個科技爆炸的時代，大部分的電子產品如手機、電腦等都和半導體有著密切的關連。半導體是一種導電性可受控制，能從絕緣體轉換成導體之一種材料，利用電壓控制之電路設計，進而成為有邏輯性的元件，在進行積體化後即為所謂的 IC 晶片。而晶片直到組裝至電路板上，需經過 IC 封裝及元件構裝之製程才能運作。導電接著劑在半導體晶片的封裝過程中，是極為重要的封裝材料之一，它除了是擔任晶片與金屬導線架的接著，同時作為應力緩衝，又必須兼具導電與導熱之重要功能。我們從八年級上學期理化課程的第六單元中學到，金屬具有導電的特性，因此我們以實驗讓絕緣體的高分子樹脂接著劑，藉由加入金屬粉末，製成導電接著劑，並探討改變各種金屬粉末的種類、比例等變因，製成的導電接著劑，並探討所產生導電特性之差異。另外由於晶片運作會累積熱量，當溫度過高時，熱電效應產生變異時將導致當機，因此我們也探討配方的導熱功能，找出影響配方中導熱效果的因素。

## 貳、研究目的

一、實驗目的:

- (一)比較四種樹脂在製成導電接著劑配方的導電效果，最佳者作為後續實驗用樹脂。
- (二)測試各種金屬粉末狀態時的導電性。
- (三)將各種金屬粉末摻混樹脂，製成導電接著劑，研究配方固化前後的導電性差異。
- (四)以固定樹脂與不同金屬粉末製成導電接著劑，並調整粉末比例，觀察導電率變化。

(五)以製成配方後導電性最好的粉末，改變與樹脂的比例製成配方，觀察導電率變化。

(六)將導電接著劑配方加入微量不同比例的溶劑(酒精)，觀察固化後導電性之變化。

(七)探討影響配方影響導熱效果的因素。

(八)使用類奈米銀粉製作成導電接著劑配方，測試配方導電及導熱效果。

二、探討導電接著劑之導電機構。

三、探討半導體的相關知識及封裝概念。

## 參、研究設備及器材

一、樹脂:

材料	壓克力樹脂 1	壓克力樹脂 2	環氧樹脂 1	環氧樹脂 2
型號	YIZ--3001	YIZ--3003	YIZ--3002	YIZ--3004
製造商	YizTech			

二、金屬粉末:

材料	銀粉 A	銀粉 B	銀粉 C	銀粉 D
型號	E10	9AL	SF80	SF295
粉末粒徑(um)	8~15	10~15	2~10	0.1~2
充填密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.0	3.4	3.2~5.0	1.0
表面積(m <sup>2</sup> /gm)	1.5~2.5	0.7~1.3	0.4~0.7	3.0
粉末形狀	樹枝狀	片狀	片狀	針狀


材料	銀粉 E	銅粉	不鏽鋼粉	鎳粉
型號	SF298	FC115A	SSF	HCA1
粉末粒徑(um)	0.3~2	10~15	~8	~1
充填密度(g/cm <sup>3</sup> )	6.1	1.0	0.6	1.1
表面積(m <sup>2</sup> /gm)	0.28	0.18	N/A	N/A
粉末形狀	球狀	樹枝狀	片狀	片狀

三、硬化劑:

型號:8511









四、器材:

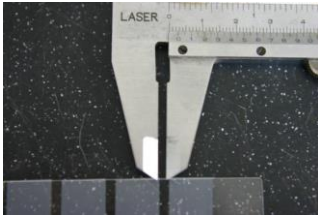

表 3--器材圖片及尺寸			
三滾筒機	烘箱	玻片	膠帶
25x25x24 cm <sup>3</sup>	--	76x25.4x1 mm <sup>3</sup>	型號:3M 810,50 um 厚
			
游標尺	微歐姆計	細度計	刮板
--	25x25x8 cm <sup>3</sup>	13x8x1.3 cm <sup>3</sup>	5x8x0.8 cm <sup>3</sup>
			
脫泡機	熱傳導數據分析儀	電子天平	硬度計
80x85x50 cm <sup>3</sup>	--	20x20x8 cm <sup>3</sup>	10x10x3 cm <sup>3</sup>
			
攪拌棒	PE 罐	導熱樣品製作製具	三用電表
20 cm	--	10x5x3 cm <sup>3</sup>	15x8x4 cm <sup>3</sup>
			

## 肆、研究過程或方法

### 一、實驗進行基本步驟:



#### (一)導電接著劑基本製作步驟:

<p>1.將樹脂和硬化劑 依據樹脂包裝上 的建議比例混和</p>		<p>2.秤出金屬粉末和樹 脂需使用的重量(兩 者共 10g，依比例做 重量調整)</p>	
<p>3.將秤好的金屬粉 末與樹脂用攪拌 棒混合</p>		<p>4.利用三滾筒機讓配 方均勻混合</p>	
<p>5.用脫泡機，讓配方 真空攪拌脫泡</p>		<p>6.配合刮板，使用細度 計測試粉末是否研 磨分散均勻</p>	

<p>7.配合游標尺，將玻片上貼上透明膠帶</p>		<p>8.將導電接著劑配方塗抹在貼有膠帶的玻片上面(膠帶撕除後如右圖)</p>	
<p>9.以烘箱加熱固化配方(175°C,1hr)</p>		<p>10.配方固化後利用微歐姆計的兩極探針測試配方的導電效果</p>	

※上表為製作導電接著劑基本流程，我們調整步驟，加入不同變因作為不同實驗研究。

(二)導熱樣品製作步驟:

<p>表 5--導熱樣品製作步驟</p>			
<p>1.將配方倒入導熱樣品模具內，並加熱使配方固化</p>		<p>2.待配方固化後，從模具中拿出來，即可用熱傳導數據分析儀測試其導熱效果</p>	

二、先期試驗--選擇實驗用的樹脂:

將表一中四種樹脂分別和 70%的銀粉 B、銀粉 C 製成導電接著劑配方，比較配方加熱固化後的導電效果，決定後續實驗用樹脂。

三、實驗一--測試各種金屬粉末之導電性:

利用三用電表定性測試金屬在粉狀堆積時，是否具有導電性。

四、實驗二--將各種金屬粉末(見表二)製成導電接著劑，研究膠體配方固化前的導電性:

將表二中各種金屬粉末以 60%的比例分別製成導電接著劑配方，並以三用電表定性測試導電接著劑配方固化前的導電效果。

五、實驗三--將各種金屬粉末(見表二)製成導電接著劑，研究摻混不同金屬粉末的配方固化後導電性:

將表二中各種金屬粉末以 60%的比例分別製成導電接著劑配方，並以微歐姆計定量測試配方固化後的導電效果。

六、實驗四--調配可產生導電效果之金屬粉末(見表二)與樹脂的比例，研究導電率與金屬粉末添加比例之關係:

將實驗三中能夠導電的配方，以不同的金屬粉末比例，分別製成導電接著劑，並以微歐姆計定量測試配方固化後的導電效果。

七、實驗五--調配銀粉 B 與樹脂摻混的比例，研究金屬粉末的比例與導電特性之關係:

將銀粉 B 以 35~80%的比例和樹脂混合(每隔 5%做一組實驗)，觀察摻混的粉末比例與配方導電效果之關係。

八、實驗六--嘗試將導電接著劑加入溶劑(酒精):

實驗四粉末含量 70%的部分樣品，加入不同比例溶劑(酒精)，觀察導電率的變化。

九、實驗七--測試配方之導熱效果:

以比例不同的銀粉 B，配合樹脂製成導電接著劑配方，將固化的配方，以熱傳導數據分析儀測試導熱效果，並探討與導電特性之關係。

十、實驗八--使用類奈米銀粉及奈米銀粉製作成導電接著劑配方:

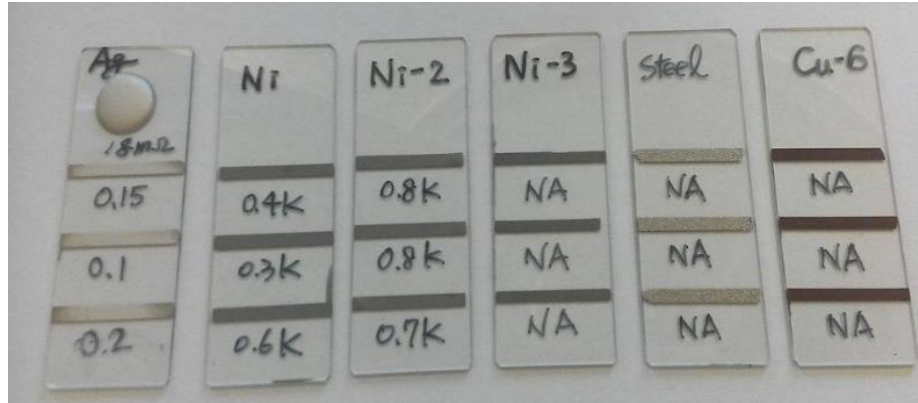
使用銀粉 B 至銀粉 E 製作成導電接著劑配方，測試配方導電特性及導熱特性。

※實驗中，粉末在樹脂中添加的比例皆為重量比。

## 伍、研究結果

### 一、實驗:

下圖為各個導電接著劑配方均勻塗抹於玻片上，加熱固化後的測試製品:



(一)先期試驗--選擇實驗用的樹脂:

#### 1.添加銀粉 B:

材料	樹脂 1	樹脂 2	樹脂 3	樹脂 4
型號	YIZ--3001	YIZ--3002	YIZ--3003	YIZ--3004
9AL 銀粉添加比例	70%			
固化後重量損失(%)	3.0%	1.2%	1.5%	1.2%
固化後硬度(shore D)	70	75	64	80
配方加熱固化後體積電阻 ( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}$ , 175°C)	0.0002	0.013	0.0012	N/A
流動性及相容性	極佳	佳	佳	差



2.添加銀粉 C:

表 7--先期試驗(2)實驗結果				
材料	樹脂 1	樹脂 2	樹脂 3	樹脂 4
型號	YIZ--3001	YIZ--3002	YIZ--3003	YIZ--3004
SF80 銀粉添加比例	70%			
固化後重量損失(%)	3.0%	1.2%	1.5%	1.2%
固化後硬度(shore D)	67	73	61	78
配方加熱固化之體積電阻 ( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}, 175^\circ\text{C}$ )	0.002	0.08	0.01	N/A
流動性及相容性	極佳	佳	佳	佳

※體積電阻越低，表示導電率越好。

(1)銀粉 B 與樹脂 1~3 相容性皆良好，粉體分散後具流動性且色澤光滑；銀粉 C 與所有樹脂相容性皆良好，但隨著比例添加，導電性略低於銀粉 B。

(2)樹脂 1 與粉末摻混後，流動性極佳且相容性好，在固化前後的重量損失最大，推測其廢方固化後體積收縮也最多，所以在分別添加銀粉 B 與銀粉 C 製成導電接著劑後，得到的導電率也最好。

(3)配方固化後硬度和導電率無明顯正向關係。

(4)配方固化後的導電性，與使用的樹脂有絕對關係。

→樹脂 1 作為後續實驗用之統一樹脂，較易於分析數據。

(二)實驗一--測試各種金屬粉末之導電性::

材料	銀粉 A	銀粉 B	銀粉 C	銀粉 D	銀粉 E	銅粉	不鏽鋼粉	鎳粉
型號	E10	9AL	SF80	SF295	SF298	FC115A	SSF	HCA1
粉末導電性	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

- 1.實驗中所使用的金屬粉末，在粉末鬆散堆積狀態下，皆無法測得導電性。
- 2.銀、銅、不鏽鋼及鎳，本屬於高導電之材料，但在粉末堆積狀態也無法測得導電性。

(三)實驗二--將各種金屬粉末(見表二)製成導電接著劑，研究膠體配方固化前的導電性::

	銀粉 A	銀粉 B	銀粉 C	銀粉 D
型號	E10	9AL	SF80	SF295
粉末比例	60%			
固化前配方導電性	N/A	N/A	N/A	N/A
備註	流動性佳	流動性佳	流動性佳	流動性佳

	銀粉 E	銅粉	不鏽鋼粉	鎳粉
型號	SF298	FC115A	SSF	HCA1
粉末比例	60%			
固化前配方導電性	N/A	N/A	N/A	N/A
備註	流動性佳	快速固化	流動性差	流動性佳

- 1.導電接著劑在尚未固化前，呈現膠體狀態，並且皆無法測得其導電性。
- 2.樹脂在摻混銅粉後，膠體約在十分鐘後反應，產生硬化並且有發熱現象。
- 3.樹脂摻混不鏽鋼粉，膠體流動性差且表面粗糙，相容性極差；其餘配方皆易流平且表面光滑。

(四)實驗三--將各種金屬粉末(見表二)製成導電接著劑，研究不同金屬粉末摻混，固化後產生之導電性:

表 10--實驗三實驗結果				
	銀粉 A	銀粉 B	銀粉 C	銀粉 D
型號	E10	9AL	SF80	SF295
粉末添加比例	60%			
配方固化測量電阻 ( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}$ , 175°C)	0.2	0.003	0.8	0.004
	銀粉 E	銅粉	不鏽鋼粉	鎳粉
型號	SF298	FC115A	SSF	HCA1
粉末添加比例	60%			
配方固化測量電阻 ( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}$ , 175°C)	10	N/A	N/A	0.4

- 1.實驗結果導電性以銀粉 B 及銀粉 D 為最佳。
- 2.金屬銅的導電性應該極佳，但是在本次導電接著劑配方中，卻無法測得導電效果。推測與樹脂配方相容性及銅粉本身特性有相關性。
- 3.各種金屬粉末製成的導電接著劑中，導電性屬添加銀粉為最佳，其次為鎳粉，其餘皆無法測得導電性。

→實驗五以銀粉 B 之配方作為研究之配方。

(五)實驗四--調配可產生導電效果之金屬粉末(見表二)與樹脂的比例，研究導電率與金屬粉末添加比例之關係:

表 11-各種配方中金屬粉末比例與導電率之關係						
	銀粉 A	銀粉 B	銀粉 C	銀粉 D	銀粉 E	鎳粉
	E10	9AL	SF80	SF295	SF298	HCA1
粉末比例	體積電阻( $\Omega \cdot \text{cm}$ )					
55%	0.8	0.01	N/A	0.001	N/A	N/A
60%	0.2	0.003	0.8	0.0008	10	0.4
65%	0.05	0.00037	0.09	0.0002	3	0.2
70%	0.0004	0.0002	0.007	0.0001	0.6	0.2
75%	0.0002	0.0001	0.001	--	0.02	0.05
80%	--	0.0001	0.0001	--	0.004	0.0004

※金屬粉末添加比例依照易於三滾筒研磨黏度而設計，並前後調整比例 5%~10%。

※「--」表示膠體黏性過高，粉體無法再添加。

- 1.由實驗數據得知，銀粉與鎳粉摻混的配方在適當比例之範圍內，粉末佔的比例越高，電阻越小；粉末摻混在適當比例範圍中，比例越高則導電率越好。
- 2.比較不同銀粉摻混，其導電性與粉體本身比表面積及堆積密度有關，比表面積大者，添加後黏性增加快速，導電性也較佳。
- 3.銀粉 E 粉體表面積小，添加於樹脂 1 中增黏慢，同時導電性隨粉體添加量增加亦緩慢增加。

(六)實驗五--調配銀粉 B 與接著劑的比例，研究粉末比例與導電性之關係:

表 12--實驗五實驗結果					
銀粉 B					
粉末比例	35%	40%	45%	50%	55%
體積電阻( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	N/A	N/A	N/A	N/A	0.01
粉末比例	60%	65%	70%	75%	80%
體積電阻( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	0.003	0.00037	0.0002	0.0001	0.0001

- 1.銀粉 B 添加於樹脂中製成導電接著劑，隨比例增加，體積電阻就會下降，表示導電率的增加。
- 2.銀粉 B 在導電接著劑配方中佔的比例在 55%以上時，開始可測得導電性，在比例 75~80%以上時導電率為較佳。
- 3.粉末比例為 75~80%的配方，導電效果是相同的，推測可能已達到此配方導電率的極限，因此無法測得更低的電阻。

(七)實驗六--將實驗四粉末含量 70%的部分樣品，加入不同比例溶劑(酒精)，觀察導電率的變化:

表 13--實驗六實驗結果				
粉末	酒精添加量			
	無添加	1g/400g	2g/400g	3g/400g
	體積電阻( $\Omega \cdot \text{cm}$ )			
銀粉 A	0.0004	0.0002	0.0001	0.0001
銀粉 B	0.0002	0.00008	0.00008	0.00007
銀粉 C	0.007	0.0005	0.0004	0.0004
鎳粉	0.2	0.04	0.04	0.04

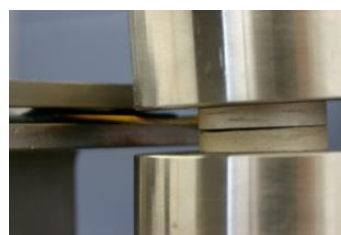
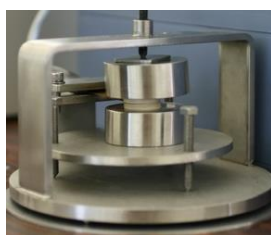
- 1.根據實驗結果，添加酒精溶劑可使導電率提升，加一點即有明顯效果，但是添加量持續增加，導電性提高有限。
- 2.研判添加酒精，隨著加熱固化膠體，因為酒精揮發，可觀察出烘烤前後重量損失增加，同時將增加體積收縮，使加大金屬粉體的擠壓，致使導電率提升。

(八)實驗七-探討配方影響導熱效果的因素:

銀粉 B 添加比例	體積電阻( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	熱導 (W/mK)
55%	0.01	1.2
60%	0.003	1.5
65%	0.00037	2.1
70%	0.0002	2.8
75%	0.0001	4.0
80%	0.0001	6.1

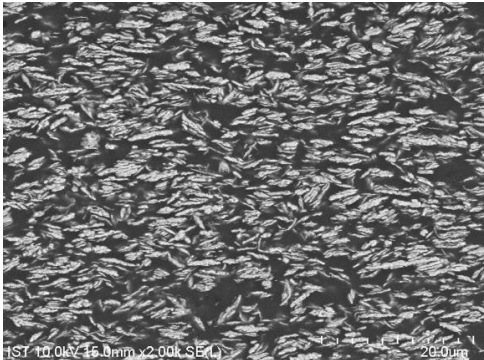
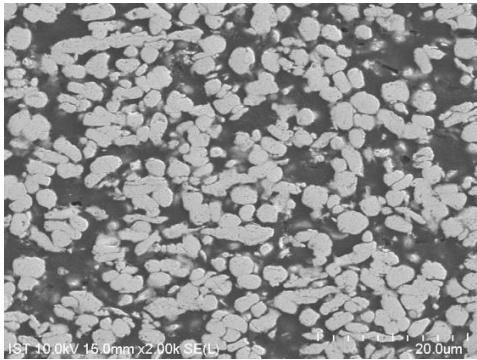
※導熱測試是委託專人，以熱傳導數據分析儀測試。

※樣品製作是將導電膠材灌注在模具中加熱固化，一次兩組，之後取出並將兩面研磨平整，之後夾住測試薄膜進行測試。參考下圖。



- 1.根據實驗結果，銀粉添加量持續增加，導電性及導熱性隨之增加。
- 2.當銀粉增加至一定比例時，導電性增加有限，但是導熱性卻是大幅提升。
- 3.導電性與導熱性隨銀粉比例增加而呈現正向關，但是兩者皆不是完全的正比關係。

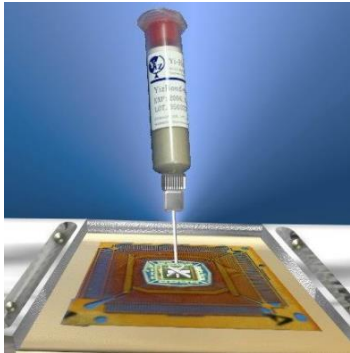
(九)實驗八--使用類奈米銀粉及奈米銀粉製作成導電接著劑配方:

表 15--實驗八實驗結果			
銀粉 D (添加比例:50%)		銀粉 E (添加比例:84%)	
粉體:長	2~3um	粉體:長	~3um
粉體:寬	~200nm	粉體:寬	~3um
體積電阻( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	0.001	體積電阻( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	0.00005
熱導 (W/mK)	0.6	熱導 (W/mK)	15
			

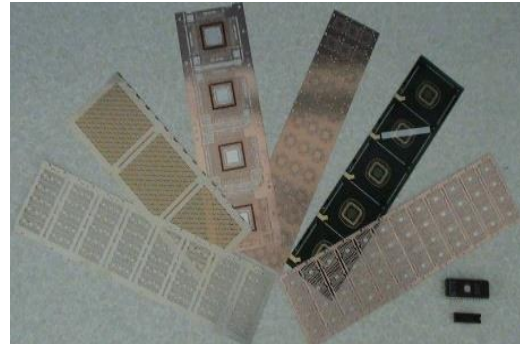
- 1.銀粉 D 有相對高之比表面積，研判可以增加導電特性。實驗結果如預期，僅僅添加 50%時即可產生高導電效率，證實導電乃是利用銀粉的接觸，當表面積大者，易於接觸，但是對於導熱特性的提升，則是非常有限。
- 2.銀粉 E 有相對高之充填密度，研判可以增加銀粉在膠體中的緊密堆積，進而增加導熱特性。根據實驗結果，銀粉添加量持續增加至 84%時，導熱性可高達 15 W/mK，同時亦產生了高導電特性。

## 二、應用:

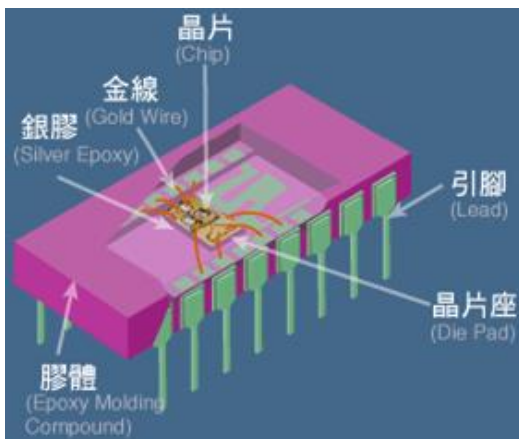
導電接著劑為半導體晶片封裝之材料，我們將實驗之成品另行製作，配合取得的晶片，委請封裝廠協助進行封裝，製成簡易的半導體晶片組，以下為圖片及結構圖：



↑ 摻混銀粉 B75%的導電接著劑



↑ 半導體晶片所使用的導線架



↑ 此為封裝的半導體晶片之結構圖



↑ 此為封裝過後的半導體晶片，內涵摻混銀粉 B75%的導電接著劑



## 陸、討論

### 一、樹脂探討(1):

在本作品中，所使用的實驗用樹脂為樹脂 1，這是因為四種樹脂在分別製成導電接著劑，於加熱固化後，樹脂 1 製成的成品固化前後的重量差異、損失最大。而重量損失越多，代表該配方在加熱固化過程中造成的體積收縮也越多，使樹脂中的金屬粉末排列更為緊密。因此樹脂 1 製成的導電接著劑測得的導電率最高。

### 二、樹脂探討(2):

在先期試驗中，使用的樹脂 1 摻混金屬粉末製成導電接著劑，固化後體積收縮比其他樹脂來的明顯。原因是因為樹脂 1 為壓克力樹脂，而其他的樹脂為環氧樹脂或其他樹脂。雖然壓克力樹脂和環氧樹脂皆為加熱後體積會明顯收縮的樹脂，但壓克力樹脂的收縮程度普遍較環氧樹脂好，因此較適合作為實驗材料。

### 三、粉末不導電、樹脂不導電，製成導電接著劑後可導電:

由實驗一、二的結果(下表)可得知，金屬粉末經過三用電表測試皆不導電，而製成接著劑，經過加熱固化後，反而形成通路致使導電。原因是因為金屬粉末在瓶罐中堆積鬆散，堆積密度小，因此無法測得導電率；但製成導電接著劑，加熱固化後，因粉末之間距離夠近而導通。

	銀粉 A	銀粉 B	銀粉 C	銀粉 D	銀粉 E	鎳粉
型號	E-10	9AL	SF80	SF295	SF298	HCA-1
粉末導電率	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
YIZ-3001 添加粉末比例	60%					
體積電阻( $\Omega \cdot \text{cm}/1\text{hr}, 175^\circ\text{C}$ )	0.05	0.00037	0.09	0.004	10	0.2

#### 四、金屬粉末探討:

金屬粉末分為多種形狀，有球狀、樹枝狀及片狀等等，此作品使用的粉末包含樹脂狀及片狀粉末，其中樹枝狀的金屬粉末因為粉末之間的空隙大，在瓶罐中堆積鬆散，佔有的空間非常大，相對堆積密度小，此時無法經由三用電表測得導電，主要是因為粉體無法緊密接觸形成通路。根據相關文獻 3 得知，將粉體經由擠壓，大過一定壓力時，粉體顆粒距離夠近，便會緊密接觸形成通路，且壓力越大，導電率就會越好。另外，粉體堆積密度大者，配合粉體表面積大者，經由粉體彼此接觸，產生導電通路之機會相對會比較高。

#### 五、金屬粉末摻混於樹脂中，經過加熱固化產生之導電變化與導電機構:

根據相關文獻 4，樹脂經過加熱固化時，體積會產生 3%~10%的收縮。實驗二的結果(如下表)得知，導電粉體經過摻混，製成接著劑後，研判樹脂固化前，儘管摻混導電粉末，亦無法變成導體，而在樹脂固化後產生了收縮，使膠體中粉末因收縮而擠壓產生接觸，因而形成導電通路。

#### 六、導電接著劑增加粉末摻混比例，可增加導電率:

材料	銀粉 A	銀粉 B	銀粉 C	銀粉 D	銀粉 E	銅粉	不鏽鋼粉	鎳粉
型號	E10	9AL	SF80	SF295	SF298	FC115A	SSF	HCA1
固化前體積電阻	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
固化後體積電阻 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	0.05	0.0001	0.0002	0.004	10	N/A	N/A	0.2

由實驗四、實驗五的結果可以得知，各種金屬粉末在樹脂中的摻混比例，在適當範圍內，與導電率皆成正向關係。

七、導電接著劑加入少量溶劑(酒精)後，能增加導電率:

由實驗六的結果可得知，加入微量酒精的導電接著劑，固化後能使電阻變小，是因為在熱板上加熱固化時，酒精會蒸發使得體積收縮，膠體中粉末擠壓接觸，粉末間距離更為密集，導電程度也因此增加，但導電性的提高有限。

八、銅粉的導電接著劑導電率無法分析:

由實驗三、六的結果(如下表)可得知，未加入微量酒精之銅粉製成的導電接著劑配方，無法測得電阻數據，原因是因為膠體經過加熱固化後阻抗過高。然而在加入微量酒精之後，儘管導電性仍不佳，但銅粉的配方已可測得導通。

	含有 60%銅粉之配方
銅粉型號	FC115A
膠體固化測量電阻( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}$ , 175°C)	N/A
配方添加酒精之比例	1g/400g
膠體固化測量電阻( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}$ , 175°C)	0.7
配方添加酒精之比例	2g/400g
膠體固化測量電阻( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}$ , 175°C)	0.7
配方添加酒精之比例	3g/400g
膠體固化測量電阻( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}$ , 175°C)	0.7

九、不鏽鋼粉的導電接著劑導電率無法分析:

由實驗三、六的結果(如下表)可得知，由不鏽鋼粉製成的導電接著劑配方，不論是否加入微量酒精，皆無法測得電阻數據。我們推測是因為不鏽鋼粉末與樹脂的相容性低，使粉末不易在樹脂分散而結塊，促使固化後配方表面粗糙；且本身導電性不優，難以使配方導電；再加上不鏽鋼粉顆粒本身延展性較差，因此當壓力逐漸變大時，也比較難讓樹脂中的金屬粉末顆粒距離更緊密。

	含有 60%不鏽鋼粉之配方
型號	SSF
膠體固化測量電阻( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}$ , 175°C)	N/A
配方添加酒精之比例	1g/400g
膠體固化測量電阻( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}$ , 175°C)	N/A
配方添加酒精之比例	2g/400g
膠體固化測量電阻( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}$ , 175°C)	N/A
配方添加酒精之比例	3g/400g
膠體固化測量電阻( $\Omega \cdot \text{cm}/\text{hr}$ , 175°C)	N/A

十、類奈米銀粉製成的配方導電效果較佳:

類奈米銀粉的表面積較大，所以在製成導電接著劑後，粉末之間接觸面積比其他配方大，因此在配方加熱固化後，經由粉體彼此接觸，導電效果會相對比較好。

十二、球狀粉末配方的導熱效果較好:

球狀的粉末在製成導電接著劑後，因為為球型的因素，粉末彼此間會堆積的緊密，這正是導熱效果佳的因素之一，所以球狀粉末配方的導熱效果比其他形狀的粉末好。

## 柒、結論

一、實驗結論:

- (一)金屬粉末鬆散堆積時，無法形成導電通路，而在製成接著劑之後，經過加熱固化，體積收縮，致使導電粉體擠壓，而產生通路，使得膠體由絕緣體變成導體。
- (二)導電接著劑在尚未固化前皆為非導體，但在加熱固化後，就有機會成為導體。
- (三)金屬粉末在導電接著劑中佔有的比例若過少，會使導電接著劑不易導電甚至無法導電；反之，金屬粉末在樹脂中的比例，在適當的範圍中，加入越多，導電性越好，兩者成正向關係。
- (四)配方中加入溶劑(如酒精)的導電接著劑，會因加熱固化過程因蒸發致使體積壓縮，

增加粉體的接觸，導致導電性增加。

(五)導電接著劑的導電效果好，導熱效果不一定好；導電接著劑的導熱效果好，導電效果也會好。

(六)球狀粉末製成的導電接著劑配方，在固化後的導熱效果較其他形狀粉末之配方來的更好。

## 二、未來展望:

(一)使用軟質金屬粉末，製成導電接著劑。

(二)將導電接著劑應用於生活中:

1、以導電接著劑修補損壞的線路。

2、以導電接著劑製作印刷天線。

3、作為電磁波干擾遮蔽材料。

(三)探討何種因素能使導電接著劑固化速率增加。

(四)探討更多金屬粉末種類對導電接著劑的影響。

(五)製作符合經濟效益且優良導電率之導電接著劑。

(六)以電子顯微鏡觀察粉末排列結構與導電率之牽連性。

## 捌、參考資料及其他

一、J. Adhesion Sci. Technol. (1996),The effect of pressure on the initial establishment of conductive paths in electronically conductive adhesives ,Vol. 10, No. 11, pp. 1221—1235

二、J. Adhesion Sci. Technol. (1999), Pressure-dependent conduction behavior of various particles for conductive adhesive applications, Vol. 13, No. 6, pp. 679--693

三、J. Adhesion Sci. Technol. (1999), Thickness-dependent conduction behavior of various particles for conductive adhesive applications,Vol. 13, No. 7, pp. 763--771

四、IEEE Transactions on electronics packaging manufacturing.( July 1999), Conductivity Mechanisms of Isotropic Conductive Adhesives (ICA' s), Vol. 22, No. 3,223--227

## 【評語】 030219

利用金屬粉與晶片接著劑製作導電膠膜，論述清楚，亦能成功完成目標。唯銀粉之工作已有不少相關報導，若能加強對其他金屬之研究部分，成果將更豐厚。