

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

技高組 成果報告表單

題目名稱：銅化世界-截然不銅的色彩

一、摘要：

燒箔是一種古老的技術，是指金屬箔在遇熱後發生色彩改變的現象。此變化是來源於銅表面產生硫化反應，在接觸溫度的影響後，形成的不同硫化層，經反射而有多種色彩。主要分為兩種科學的原理:1.硫化反應 2.干涉效應。結合了光學干涉中物理的美妙。選擇燒箔取代常用的色彩，不僅因上述所敘，這項實驗復新少見古老工藝，是一種跨界結合的創新技術。

本研究探討了 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 與 TAA 在不同濃度和加熱時間下對銅箔燒箔中生成顏色的影響。我們使用 1%與 5%濃度的 TAA 以及 1%濃度的 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 進行實驗，並記錄不同時間的顏色變化和硫化層厚度。

結果顯示，5% TAA 燒箔的實驗中，相比其它兩者，燒箔顏色變化更加顯著。

二、探究題目與動機

為了找尋研究的題材，偶然看到了燒箔的實驗，發現原來化學也可以和藝術結合。燒箔作為一種傳統工藝，歷史悠久且技藝精湛，是我們文化遺產的重要組成部分。然而，隨著時代的發展，這一項工藝在現代社會中的傳承和創新面臨著挑戰。為了保護和延續寶貴的文化遺產，我們需要更加深入地了解其技術細節和可能的創新應用。

此外，隨著現代工藝技術的不斷發展，傳統燒箔工藝需要與時俱進，融入新的技術和材料，以提升其美觀性和實用性。本研究希望通過深入的科學實驗，探討燒箔工藝的改良和創新，並找出更高效、更穩定的製作方法，使這一傳統技藝在現代環境中煥發新的光彩。

這項研究不僅能促進對傳統工藝的科學理解和技術知識的傳播（SDG 4），還有助於推動產業創新和技術進步（SDG 9），提升燒箔工藝的質量和競爭力。此外，保護和傳承這一傳統工藝也是文化遺產的一部分，有助於保存社區的文化多樣性和身份認同，促進社會的和諧發展（SDG 11）。

總結來說，本研究希望通過對燒箔工藝的深入研究，不僅保護和傳承這一傳統技藝，還能在現代科技的背景下，找到新的應用和創新點，為其注入新的活力。



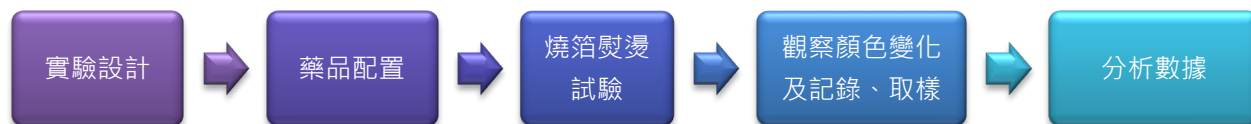
聯合國永續發展目標。(圖出處：未來城市)

三、探究目的與假設

- (一) 探究不同硫化溫度對銅箔的硫化影響
- (二) 探究不同硫化物的濃度在特定範圍對銅箔的硫化影響
- (三) 定溫下，探究硫化反應時間的多寡對銅箔的硫化影響

四、探究方法與驗證步驟

(一) 探究方法



(二) 驗證步驟



1. 配置溶液

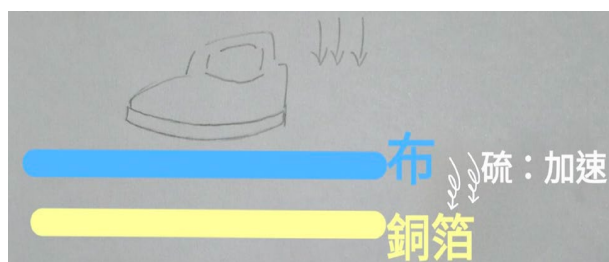
本研究用來硫化銅箔的硫化物溶液如下表所示，依比例配置完成後，將欲覆蓋銅箔布料浸泡於容量 1/4 的各溶液中，使布料可均勻吸取硫化物溶液，並將膠水描繪在紙板上，固定銅箔的範圍。

本研究選用硫化物溶液的種類

化合物	濃度(%)
硫乙醯胺(TAA)	1%
	5%
硫化胺((NH ₄) ₂ S)	1%

2. 燒箔試驗

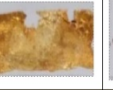
首先將熨斗開至最大功率，使底部正中央溫度加熱至約為 200°C，然後將均勻吸取硫化物溶液的布料，放置在銅箔之上，最後以熨斗進行不同秒數的加熱熨燙，結束後取樣，記錄顏色。待後續進行 SEM 顯微拍攝，即可觀察分析顏色變化及表面硫化層厚度。



燒箔試驗

(1)觀察燒箔顏色

加熱時間及 TAA 的濃度對燒箔工藝中生成的顏色具有顯著影響。根據表格，推測 TAA 的濃度與反應速率有所關聯，濃度愈高，硫含量越多，反應速率愈快，且經觀察，因 1%TAA 所含濃度不高，可知反應速率相比於 5%TAA 較緩慢，其顏色的遞進也較穩定，因 5%TAA 所含濃度偏高，可知反應速率相比於 1%TAA 較快，其顏色的遞進也較不穩定。而 1%(NH₄)₂S 進行燒箔對顏色變化並不顯著。

1%TAA					5%TAA				
時間(s)	10	20	30	40	時間(s)	10	20	30	40
顏色	微金	微焦	黃綠	黃綠	顏色	微金	微焦	紫藍	紫藍
結果					結果				
時間(s)	50	60	75		時間(s)	50	60	75	
顏色	紫藍	青粉	微灰		顏色	青粉	彩色	彩色	
結果					結果				
1%(NH ₄) ₂ S									
時間(s)	10	20	30						
顏色	黃	微金	微金						
結果									
時間(s)	50	70	100						
顏色	微焦	微焦	微焦						
結果									

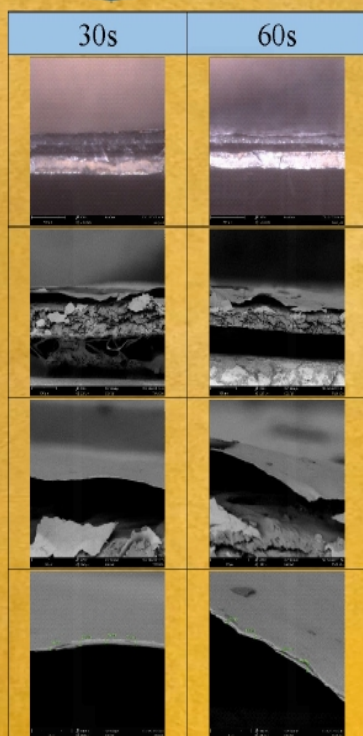
(2)觀察燒箔厚度

這些顏色變化主要是由於銅箔表面硫化層厚度的不同而引起的。隨著加熱時間的增加，硫化層厚度逐漸增厚，這導致了表面顏色的不同。SEM 檢測結果顯示，在 10 秒的加熱時間下，硫化層厚度測量點的平均值為 250 nm，而在 60 秒加熱時間下，硫化層厚度增加至 454 nm。

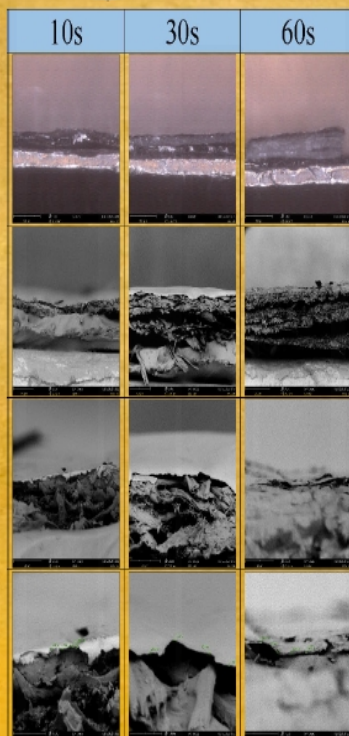
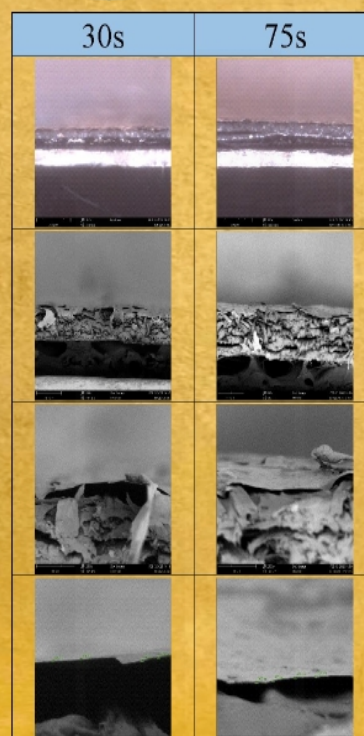
本研究對銅箔進行了燒箔實驗，並對其硫化層厚度進行了 SEM 檢測。結果如圖所示，不同加熱時間下，硫化層厚度有顯著差異。

由數據得知實驗成品厚度越厚、色彩越深沉；反之，厚度越薄，色彩越鮮明。結論採用 5%TAA 進行實驗較容易產生多種色彩。

1%TAA硫化層厚度SEM檢測結果



5%TAA硫化層厚度SEM檢測結果

1% (NH₄)₂S硫化層厚度SEM檢測結果

五、結論與生活應用

一、燒箔色彩效果

上述實驗中的數據發現 TAA 化學反應較明顯，又以 5%TAA 的色彩較為鮮豔多樣化，由此可知 5%TAA 較容易產生多種鮮豔色彩。

(一) 濃度之顏色變化

由數據得知實驗溶液中濃度愈高，硫含量越多，反應速率愈快；反之，濃度愈低，硫含量越少，反應速率愈慢。結論 TAA 溶液較適合本次實驗使用。

(二) 時間之顏色變化

在相同的溫度下，1%TAA 在 50 秒反應顏色與 5%TAA 在 30 秒反應顏色相近，由此可證，5%TAA 的硫化反應速率較快。且在不同時間段內觀察到了多樣的顏色變化。

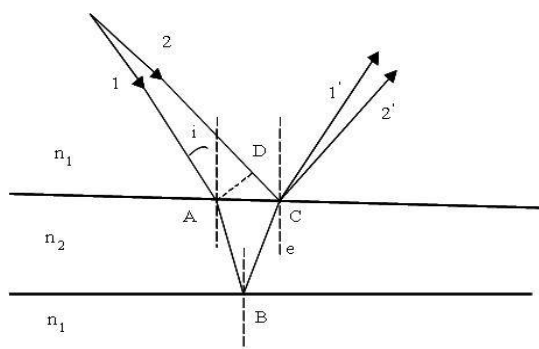
(三) 厚度之顏色變化

由數據得知實驗成品厚度越厚、色彩越深沉；反之，厚度越薄，色彩越鮮明。結論採用 5%TAA 進行實驗較容易產生多種色彩。

這些顏色變化主要是由於銅箔表面硫化層厚度的不同而引起的。隨著加熱時間的增加，硫化層厚度逐漸增厚，這導致了表面顏色的不同。SEM 檢測結果顯示，在 10 秒的加熱時間下，硫化層厚度測量點的平均值為 250 nm，而在 60 秒加熱時間下，硫化層厚度增加至 454 nm。

這一現象可以通過薄膜干涉效應來解釋。當光線通過不同厚度的硫化層時，會發生干涉現象，導致不同波長的光被加強或削弱，從而呈現不同的顏色。因此，燒箔工藝中的顏色變化主要受到硫化層厚度和干涉現象的影響。

註：因銅箔本身厚度以奈米(nm)為單位，為能精準測量銅箔硫化反應後的厚度，需備此設備，以達到實驗厚度的精確度，才能彙整實驗數據。



光的干涉(圖出處：中文百科)



SEM 掃描電子顯微鏡(圖出處：國立高雄科技大學)

二、燒箔實際的應用

燒箔的完成品，可以貼在陶瓷容器，也可轉印在馬克杯及皮革、樹革系列商品(ex：錢包)、或以童話書的方式呈現...等設計商品及藝術品。



燒箔技術所完成的藝術品(圖出處：禾少設計)

三、綜合結論

本研究探討了不同硫化物、溫度和時間對銅箔燒箔工藝中生成顏色的影響，並通過 SEM 檢測硫化層厚度，結果顯示顏色變化與硫化層厚度相關。

厚度與顏色對應關係，根據研究結果，我們可以得出硫化層厚度與顏色的對應關係如表所示。

硫化層厚度與顏色關係表

厚度	101nm~180nm	181nm~330nm	331nm~530nm
顏色	紫藍	微金、微焦	彩色
厚度	531nm~800nm	801nm 以上	
顏色	黃綠	青粉、微灰	



成品對照圖

總結來說，本研究顯示了不同硫化物、溫度和時間對燒箔顏色和硫化層厚度的影響。時間、厚度、藥品種類、濃度皆為影響研究過程的變因，針對不同的變因所得出的數據，可得知 5%TAA 的效果為本次實驗最佳選擇。研究證實了這些結果不僅有助於我們更好地理解燒箔工藝，還能在未來的技術改進和創新中提供重要的參考依據。同時，為其在現代環境中的應用和發展提供了新的可能性。為燒箔工藝中的化學和物理過程提供了重要的數據支持，這些結果將有助於保護和傳承傳統燒箔技藝。

參考資料

1. J. Mendham(2000)。Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis。Prentice Hall。
2. 禾少設計(2024)。樹革燒箔系列。禾少設計。
3. 陳芳毓、許鈺屏、李鈺淇(2025)。什麼是永續發展目標 SDGs ? 17 項目標一次掌握。未來城市。
4. 李易展、陳承志、李長斌、劉佩琪(2016)。透過金屬箔片預處理方法設計資料中心環境中硫腐蝕速率。IST 宜特。
5. 中文百科(1890)。干涉。
6. 國立臺灣大學(2024)普通化學實驗。化學品安全數據表(SDS)。國立臺灣大學。
7. 國立高雄科技大學材料實驗室(2024)。儀器設備。國立高雄科技大學。