

2020/2021 學年 “小學生動手做研究計劃”

自製全息投影器

澳門中德學校

指導老師:徐佩華

研究員:鄧曉薇、羅意雅、蔡綺恩、蔡凱波、吳天灝

報告完成日期:2021 年 6 月 21 日

摘要

本研究使用不同尺寸、素材或膠片數量等多方面比較對製作全息投影器效果的影響。我們在比較和觀察下，發現：下底 6cm、高 3.5 cm 的四角型投影器最清晰且膠片厚度為 0.2mm 的效果最佳。製作上底 3cm、下底 18cm 和高 10.5cm 的巨大投影器，發現能通過全息投影器看見影像，但影像位置的高度偏低，未能符合實驗目標。而在材料方面，透明投影器的投影效果明顯比磨砂投影器好。

目錄

一. 研究目的	P. 4
二. 研究進程	P. 4
三. 實驗假設	P. 4
四. 實驗材質	P. 5
五. 實驗步驟	P. 5-6
六. 實驗結果	P. 6-10
七. 研究討論	P. 11
八. 結論	P. 11
九. 研究感想	P. 11
十. 參考資料	P. 12

一. 研究目的

1. 哪種材料及厚度的投影器成像最清晰？
2. 如何做出不同形狀的全息投影器？
3. 如何做出最適合的投影器並應用在手機及平板電腦上？
4. 如何自製立體動畫影片？

二. 研究進程

日期	工作
2021年1月18~22日	尋找組員
2021年1月30日	第一次實驗
2021年2月6日	第二次實驗
2021年2月27日	第三次實驗
2021年3月6日	第四次實驗
2021年3月13日	整理實驗數據
2021年3月27日	製作動手做研究報告

三. 實驗假設

1. 哪種材料及厚度的投影器成像最清晰？

我們分別使用 0.2mm、0.6mm、1.2mm 的透明膠片和磨砂膠片作對比，我們估計厚度為 0.6mm 的透明膠片製作出投影器成像最清晰。

2. 如何做出不同形狀的全息投影器？

我們會使用三片、四片和五片的四邊形膠片來找出最適合的模型，我們估計四片的四角型投影器會達到較好的效果。

3. 如何做出最適合的投影器並應用在手機及平板電腦上？

我們用不同高度和寬度的尺寸作對比，估計高度較高的全息投影器投影成像最好，再按數據比例製作巨大投影器應用在平板電腦上。

4. 如何自製立體動畫影片？

我們先製作平面動畫影片，再使用最適合的全息投影器在手機及平板電腦上投影出立體動畫。

四. 實驗材質

主要材料：1 片磨砂膠片、 10 片(0.2mm、0.6mm 和 1.2mm) PVC 透明塑膠片，
手機、平板電腦和手提電腦各 1 部。

五. 實驗步驟

我們先選擇厚度為 0.6mm 的透明膠片製作全息投影器。在製作完成後，把成品放在 IPHONE XS 上找出適合的投影器。

1. 按上底 1cm 不變的情況下：

表 1 不同下底和高的全息投影器比較

同學	上底	下底	高
蔡凱波	1cm	6cm	5cm
鄧曉筱	1cm	6cm	4cm
蔡綺恩	1cm	5cm	3.5cm
羅意雅	1cm	5cm	3cm
吳天灝	1cm	4cm	3.5cm

按上底 1cm 和高 3.5cm 不變的情況下：

表 2 不同下底的全息投影器比較

同學	上底	下底	高
羅意雅、蔡綺恩、 鄧曉筱	1cm	5.5cm	3.5cm
蔡凱波、吳天灝	1cm	6cm	3.5cm



2. 按上底 1cm、下底 6cm 和高 3.5cm 比例不變的情況下：

- ①用 0.2mm、0.6mm、1.2mm 的透明膠片和磨砂膠片作對比
- ②用三片、四片和五片的膠片數量作對比

3. 把原本數據比例放大三倍製作一個上底 3cm、下底 18cm 和高 10.5cm 的巨大版全息投影器。

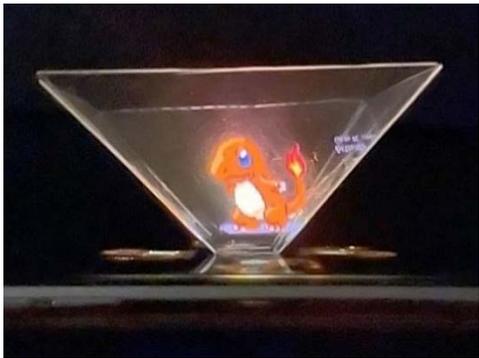
4. 自製平面動畫影片後，使用巨大版投影器放在平板電腦上投影出立體動畫。

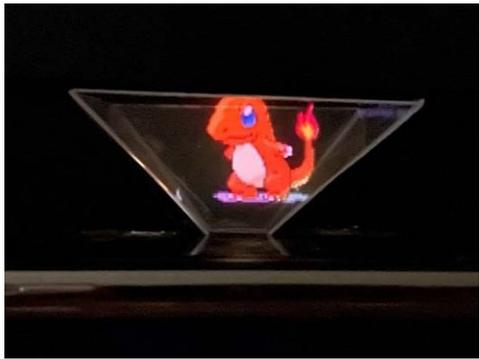
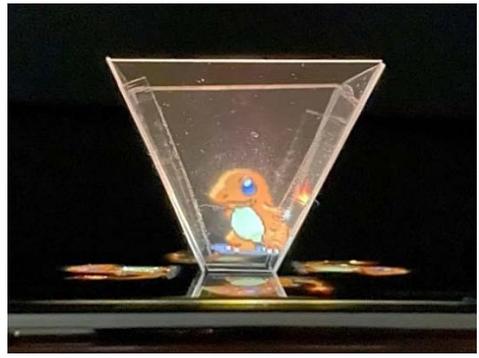


六. 實驗結果

按厚度為 0.6mm 的透明膠片，上底 1cm 不變的情況下：

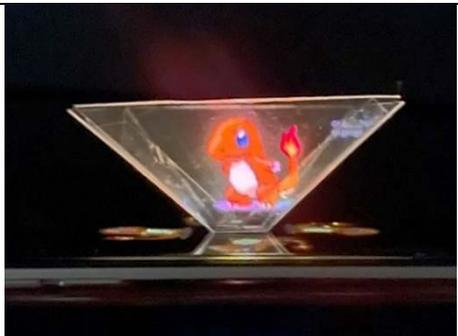
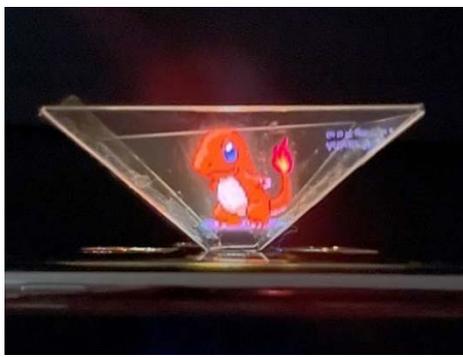
表 3 不同下底和高為投影器的影像結果

同學	下底、高	影像位置	清晰度	圖片
蔡凱波	6cm、5cm	影像最低， 向後傾斜， 高度一致。	清晰	
鄧曉筱	6cm、4cm	影像偏低， 影像有少少 傾斜，高度 一致。	清晰	
蔡綺恩	5cm、3.5cm	影像有少少 傾斜，高度 大致置中。	清晰	

羅意雅	5cm、3cm	無法看見完整圖片，高度一致。	清晰	
吳天灝	4cm、3.5cm	影像低，最向後傾斜，高度一致。	清晰	

按厚度為 0.6mm 的透明膠片，上底 1cm 和高 3.5cm 不變的情況下：

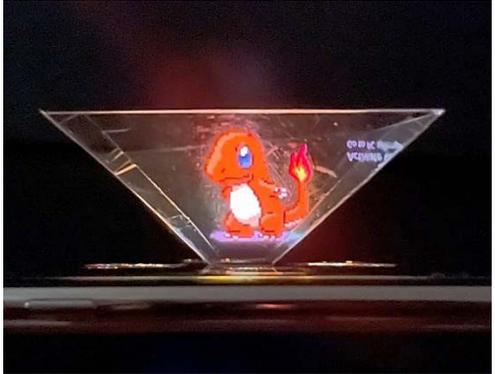
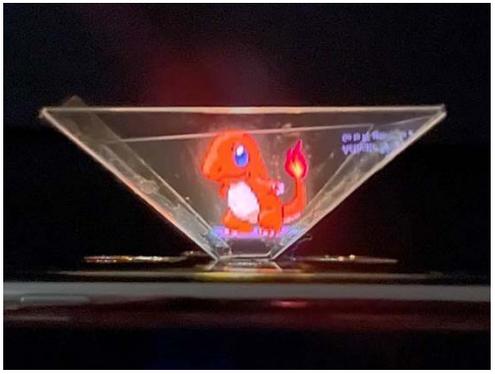
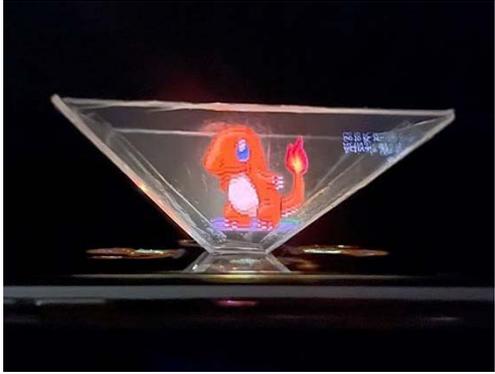
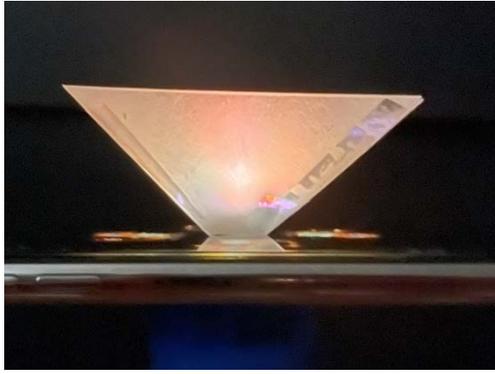
表 4 不同下底為投影器的影像結果

同學	下底	影像位置	清晰度	圖片
羅意雅、 蔡綺恩、 鄧曉蓓	5.5cm	四面的影像 較置中	清晰	
蔡凱波、 吳天灝	6cm	四面的影像 置中一致	清晰	

因兩個全息投影器的結果相似，我們通過上網尋找資料後選擇上底 1cm、下底 6cm 和高 3.5cm 的全息投影器。

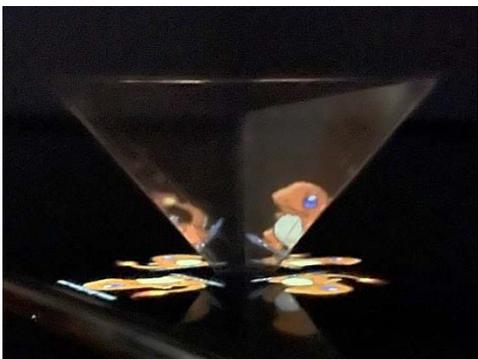
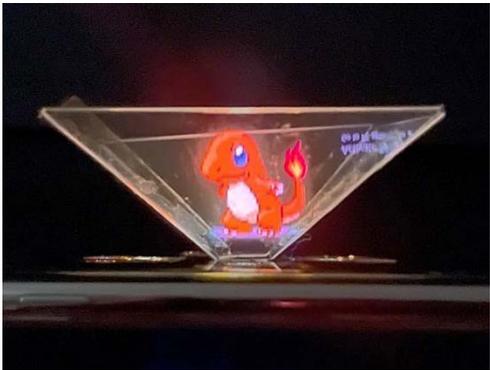
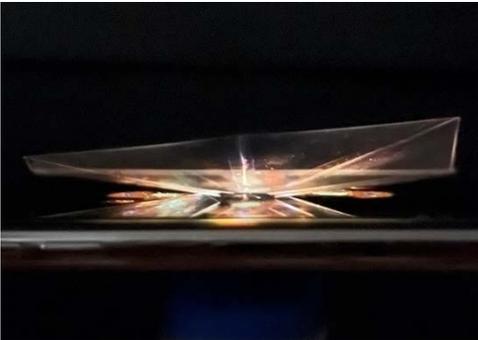
按上底 1cm、下底 6cm 和高 3.5cm 不變的情況下：

表 5 不同膠片厚度和材料製作全息投影器的影像結果

膠片厚度/材料	清晰度	圖片
0.2mm	最清晰	
0.6mm	清晰	
1.2mm	有兩個影像重疊	
磨砂膠片	只能看見一團光	

按上底 1cm、下底 6cm 和高 3.5cm 不變的情況下：

表 6 不同膠片數量製作全息投影器的影像結果

膠片數量	高度比例	影像位置	清晰度	圖片
三片	高度合適	成像不完整	清晰	
四片	寬度和高度合適	圖案置中	最清晰	
五片	不能立體	無法成像	無法評估	

製作上底 3cm、下底 18cm 和高 10.5cm 的巨大版全息投影器：

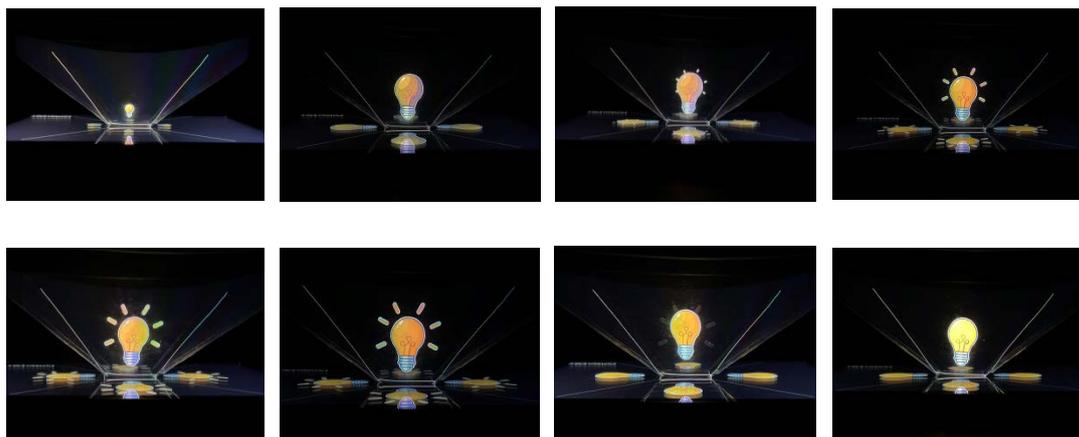
實驗結果：能通過全息投影器投影成像，但影像位置的高度偏低，未能符合實驗目標。



自製動畫影片後的投影成像：

實驗結果：自製平面動畫影片後，發現使用巨大版全息投影器在平板電腦上投影出的影像位置也是偏低。

動畫：



圖案：



七. 研究討論

1. 在選擇製作全息投影器的材料及厚度時，我們發現磨砂膠片無法投影成像，只能看見一團光；而透明膠片能投射出清晰影像。當中，我們更發現越薄的透明膠片投影成像的清晰度越好。
2. 在不同形狀的全息投影器作對比時，我們發現三片的三角型投影器能投影成像，但出現了兩個不完整的影像；四片的四角型投影器投射出最清晰的影像；五片的五角型投影器，因無法立體，則無法評估。
3. 在選擇適合的全息投影器時，我們通過對比，發現全息投影器的比例成為關鍵，高度為 3.5cm 時投影成像的位置最好。所以我們設定全息投影器的比例是上底 1cm、下底 6cm 和高 3.5cm。我們製作巨大版全息投影器也按這個比例放大三倍。
4. 在製作巨大版全息投影器時，我們發現用巨大版全息投影器在平板電腦上投影成像的高度位置偏低。我們自製動畫影片後，投影成像的結果也是偏低。我們把巨大版全息投影器放在手提電腦上投影成像才能置中。當中，我們發現全息投影器和螢幕的大小比例有關，會影響投影成像的結果。

八. 結論

我們製作一個能看見高度置中且影像一致的全息投影器，應選用四片較薄的透明膠片提高影像的清晰度。在黏合時，我們要把每一邊的上底對齊，才能避免全息投影器的不平行而影響影像投射的結果。另外，全息投影器的尺寸比例和螢幕大小有關，兩者比例較一致所投影出來的影像最能達到實驗目標。

九. 研究感想

這次的活動真有趣！我們使用不同材料把平面梯形拼成立體的投影器。製作時，我們追求的是清晰度和平衡。膠片的厚度會直接影響全息投影器的清晰度；還有，它的高、上底和下底各需要幾公分。在自製動畫製作中，我們追求圖案與圖案之間的距離、大小都必須統一，只要有一個不對都會影響其他圖案的位置。記得大家一齊奮鬥的時候，也有不情不願的日子。但通過研究活動，讓我們真正領悟到團隊精神和不斷嘗試的重要性。

十. 參考資料

(1) 用威力導演製作「全像投影」3D 影片

<https://tw.cyberlink.com/learning/powerdirector-video-editing-software/467/%E7%94%A8%E5%A8%81%E5%8A%9B%E5%B0%8E%E6%BC%94%E8%A3%BD%E4%BD%9C%E3%80%8C%E5%85%A8%E5%83%8F%E6%8A%95%E5%BD%B1%E3%80%8D3d%E5%BD%B1%E7%89%87>

(2) 3D 全息投影自己在家玩！

<https://www.youtube.com/watch?v=8UOmtNE2PY0&feature=share>
<https://www.youtube.com/watch?v=6nfgEg1aziY&list=PLfsyaVAsNeQdvZZTGu57ZdAsLYralwYyB&index=13>

(3) 鬼影幢幢~「3D 立體投影機」

<http://serc.tn.edu.tw/wp-content/uploads/2020/07/%E4%BD%B3%E4%BD%9C-%E9%AC%BC%E5%BD%B1%E5%B9%A2%E5%B9%A2-%E3%80%8C3D%E7%AB%8B%E9%A%B%94%E6%8A%95%E5%BD%B1%E6%A9%9F%E3%80%8D.pdf>

(4) 浮空投影

<http://scigame.ntcu.edu.tw/light/light-039.html>