中華民國第54屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　物理科

030109

光碟摩擦力之探討

學校名稱：嘉義市私立嘉華高級中學

作者：	指導老師：
國一 黃竑翔 國一 黃歆珉	黃裕閔

關鍵詞：光碟、摩擦力

光碟片的摩擦力之探討

摘要

我們作了將 DVD 和 CD 置於玻璃片上及各自相向重疊時的摩擦係數，由靜摩擦係數比較發現未燒錄前 CD 較 DVD 光滑。燒錄資料越多，光碟的靜摩擦係數幾乎都變大，但 DVD 燒錄後比燒錄前靜摩擦係數變小，CD 則是燒錄後靜摩擦係數變大，推測是由於分子間作用力及光碟燒錄後造成坑洞口之間碰觸兩項因素所造成。

壹、 研究動機

看到 DVD 和 CD 平滑光亮的色澤，就讓人覺得其表面非常光滑，似乎沒有凹凸不平，但是以前聽老師說，光碟燒錄的時候會在表面形成凹凸不平的坑洞，所以就聯想到，燒錄前後光碟表面的凹凸不平是否會造成摩擦力改變，於是就開始動手做實驗。

貳、 文獻回顧

光碟基本結構：光碟一般是用聚碳酸酯製成的圓片，直徑約為 120mm，厚度為 1.2mm，中間有一個 15mm 的圓孔，在圓片上塗了一層金屬薄膜，通常為鋁合金，所以光碟帶有金屬光澤，這層薄膜就是光碟機讀取數據的地方，在鋁箔膜上會再覆蓋一層聚碳酸酯來保護裡面的薄膜。

光碟燒錄原理：在燒錄過程中，雷射光照在資料層中產生坑洞，稱為訊坑。燒錄後的光碟表面會變得凹凸不平，雷射光照射到上面會有不同的反射，接受器將光訊號轉化成數位訊號，為了儲存資料，光碟上定義雷射刻出的小坑就代表二進位中的”1”，而未燒錄的空白區域則代表二進位中的”0”。燒錄後的訊坑大小如下圖所示：

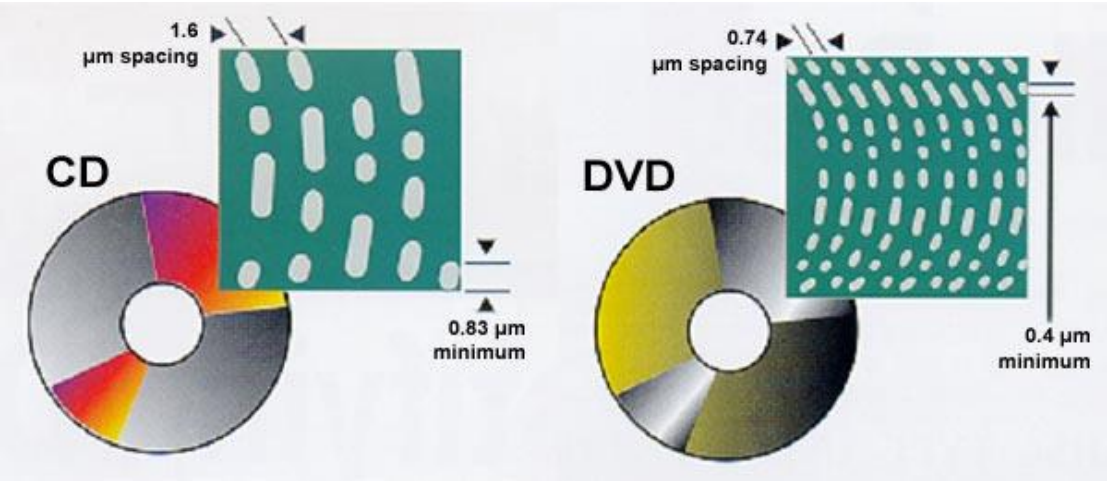

圖 2-1 光碟表面訊坑示意圖

CD 長 0.83um 間距 1.6um

DVD 長 0.4um 間距 0.74um

資料來源 maxell 網路技術支援

網址:http://www.maxellcanada.com/dvd_tech/about.htm?theme=Professional

參、 研究目的

一、 找出 DVD 和 CD 對玻璃的摩擦力大小。

二、 找出 DVD 和 CD 相向重疊的摩擦力大小

三、 燒錄的資料多寡，對光碟表面的摩擦力大小影響。

肆、 研究設備及器材

DVD、CD、伺服馬達、拉力計、玻璃片 。

伍、 研究過程或方法

將砝碼置於光碟片上，控制正向力，以細線黏貼在光碟片上連接拉力計，再將拉力計與伺服馬達連接，以馬達捲動細線，拉動光碟片，讀取光碟剛開始移動時的最大靜摩擦力及動摩擦力，並將光碟片底下分別用玻璃、DVD、CD 來測量摩擦力。實驗裝置如下圖：

圖 5-1-1 研究方法

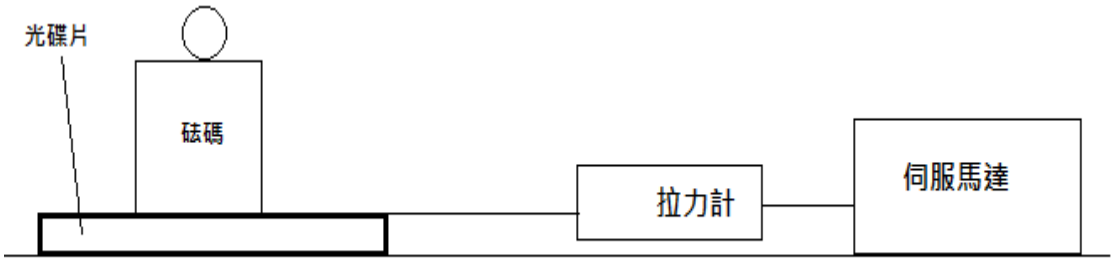

圖 5-1-2 研究方法示意圖

陸、研究結果

一、DVDR+對玻璃的摩擦力

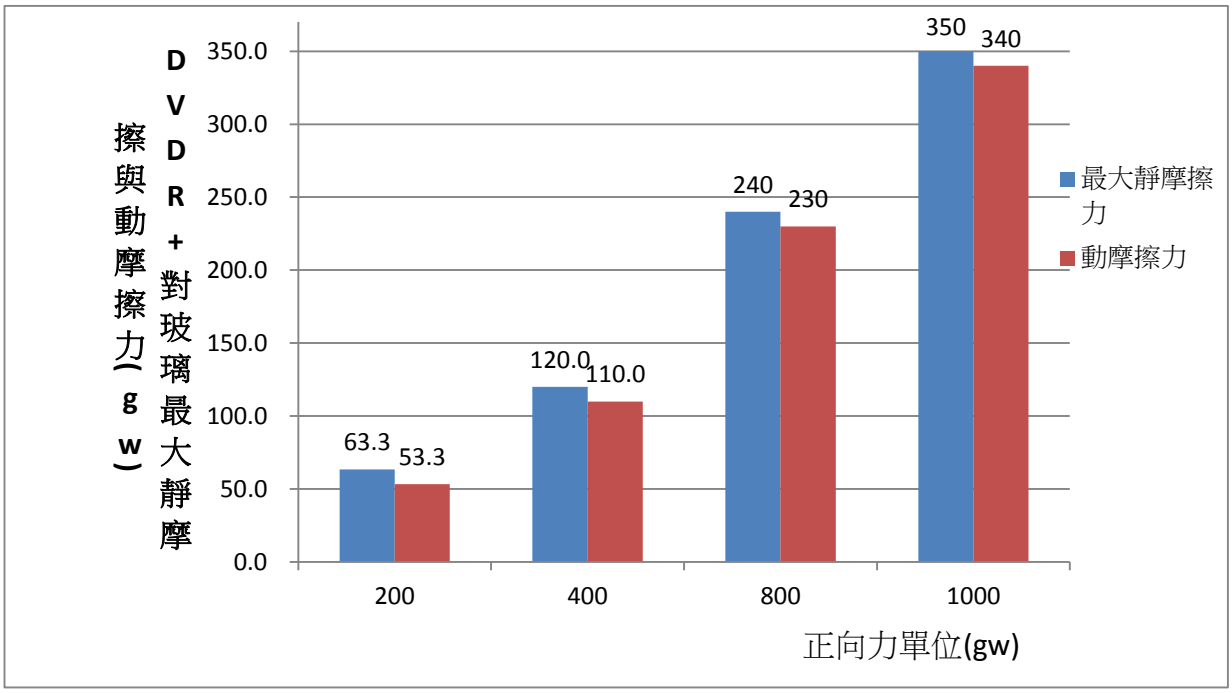

圖 6-1DVDR+對玻璃最大靜摩擦與動摩擦直條圖

二、DVDR-對玻璃的摩擦力

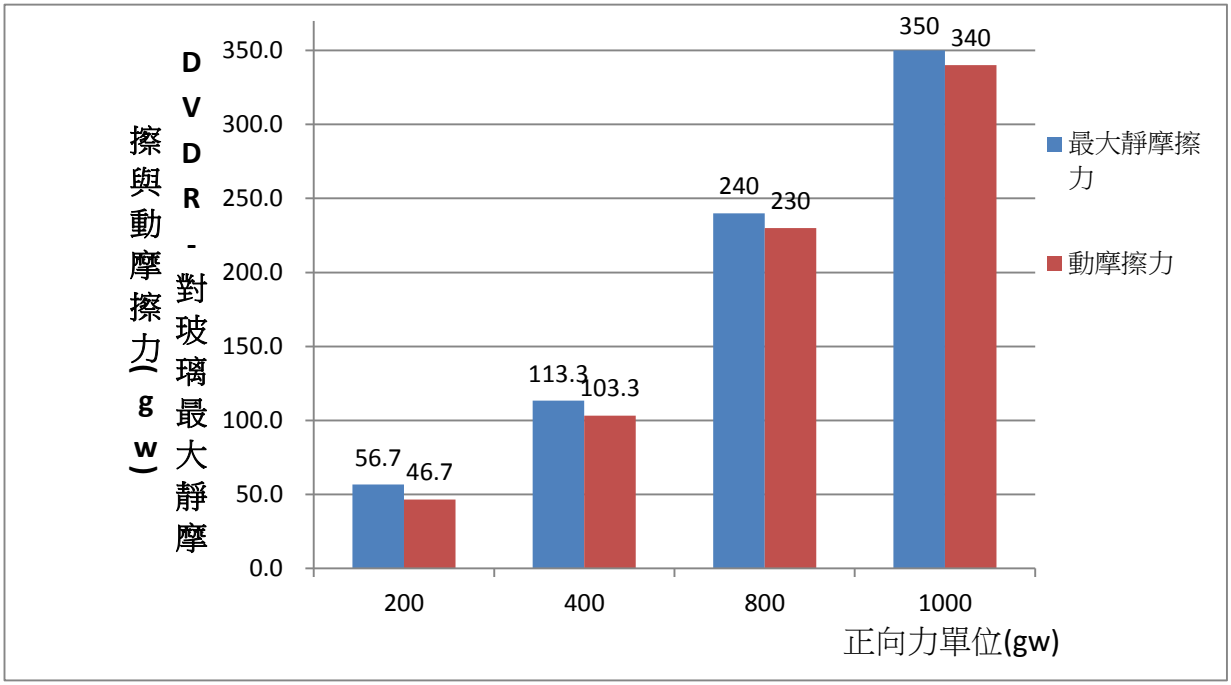

圖 6-2DVDR-對玻璃最大靜摩擦與動摩擦直條圖

三、DVDR+相向的摩擦力

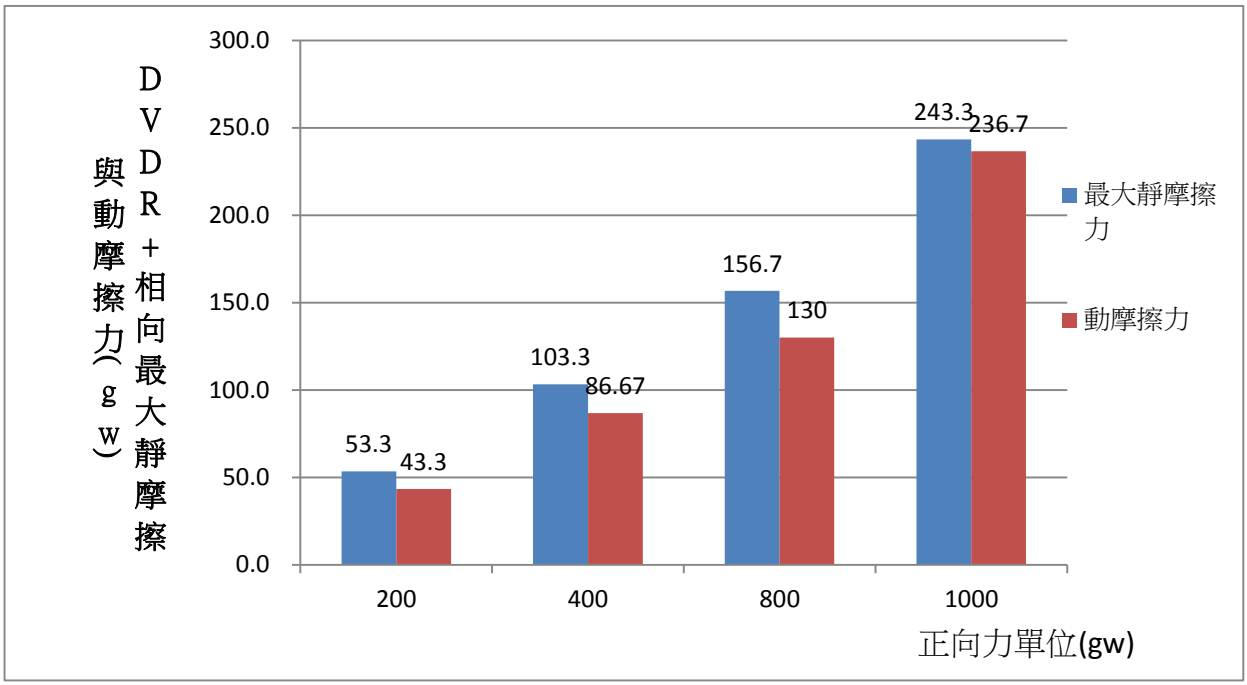

圖 6-3DVDR+相向最大靜摩擦與動摩擦直條圖

四、 DVDR-相向的摩擦力

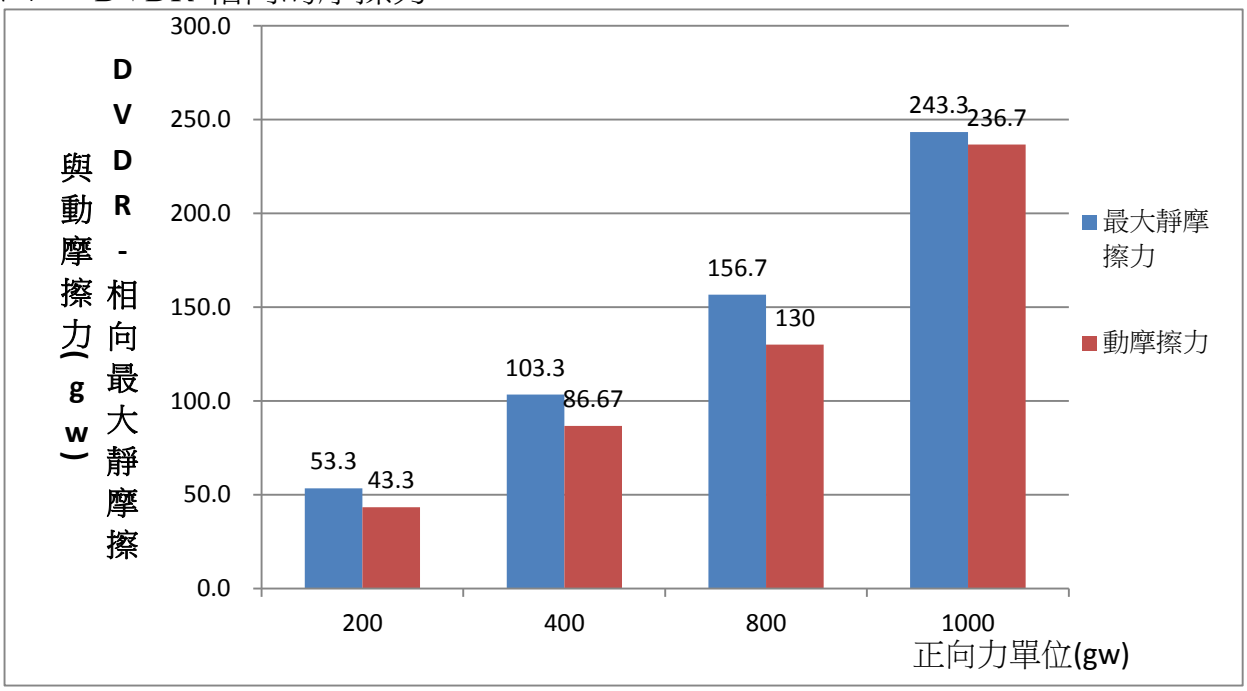

圖 6-4DVDR-相向最大靜摩擦與動摩擦直條圖

五、 CD 對玻璃的摩擦力

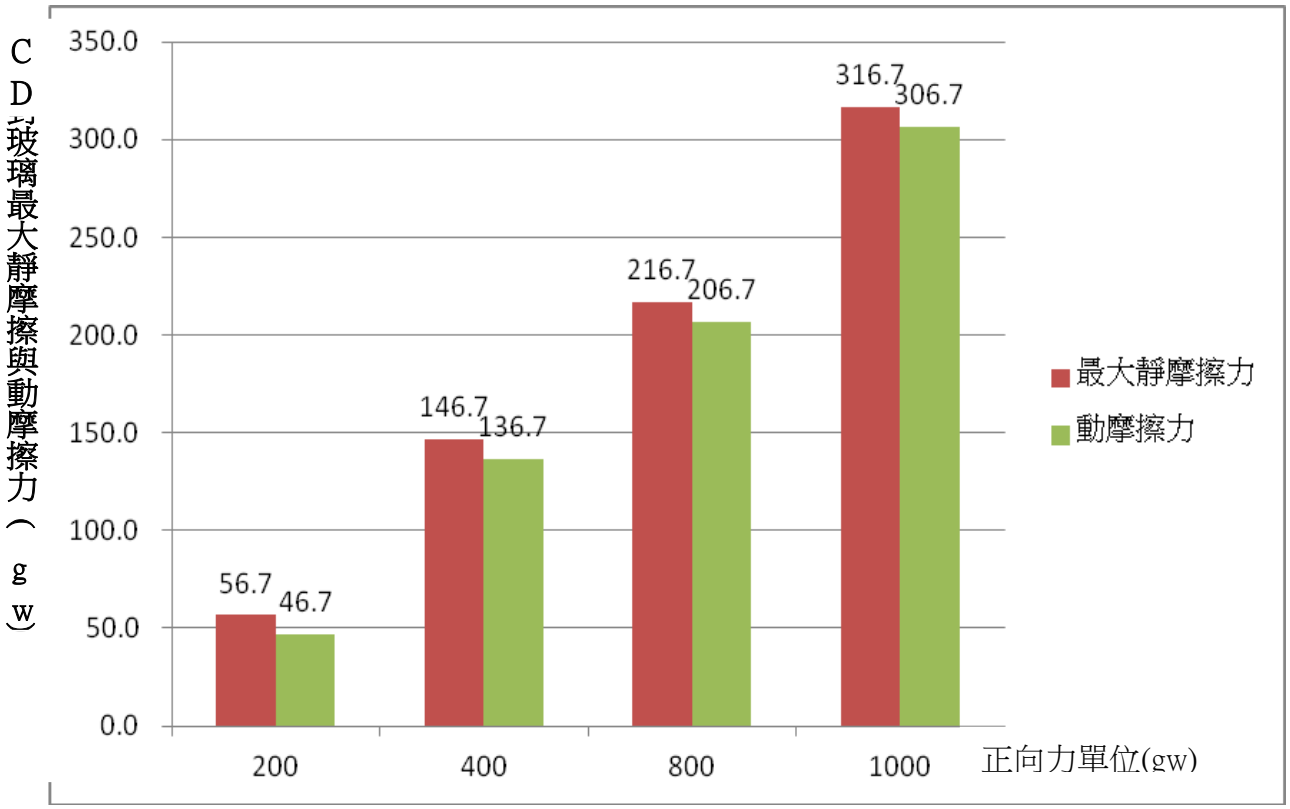

圖 6-5 CD 對玻璃最大靜摩擦與動摩擦直條圖

六、 CD 相向的摩擦力

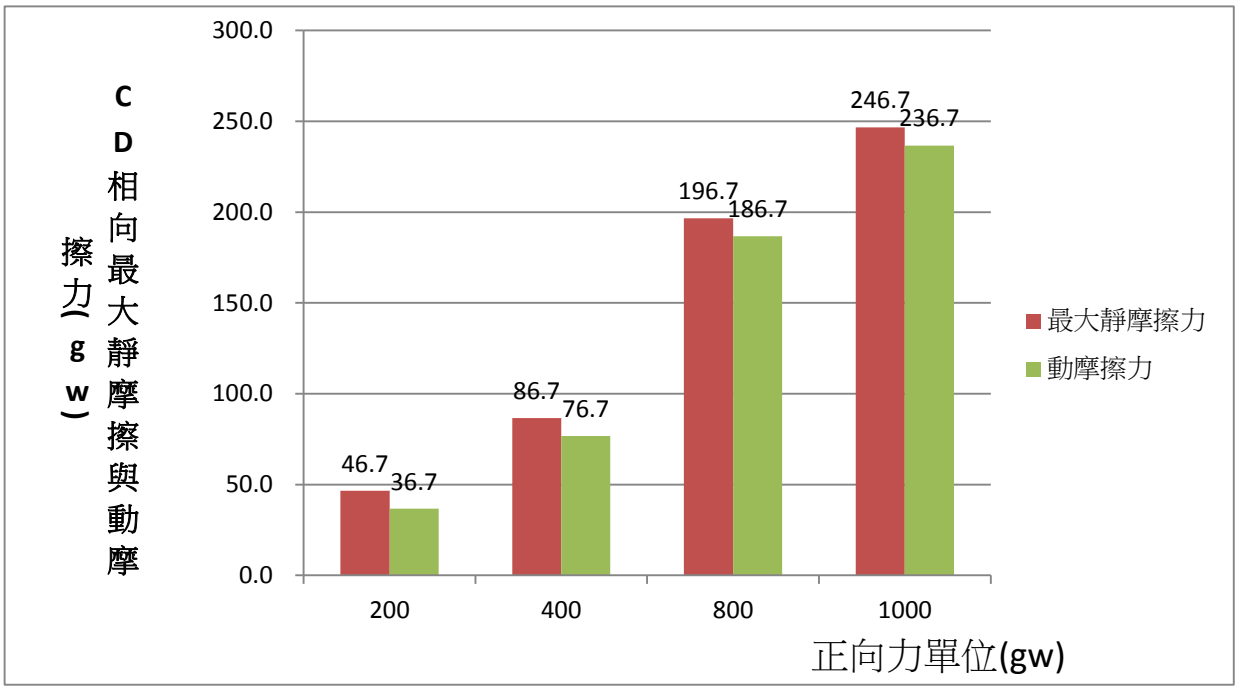

圖 6-6CD 相向最大靜摩擦與動摩擦直條圖

七、燒錄資料後的 DVD 對玻璃的最大靜摩擦力

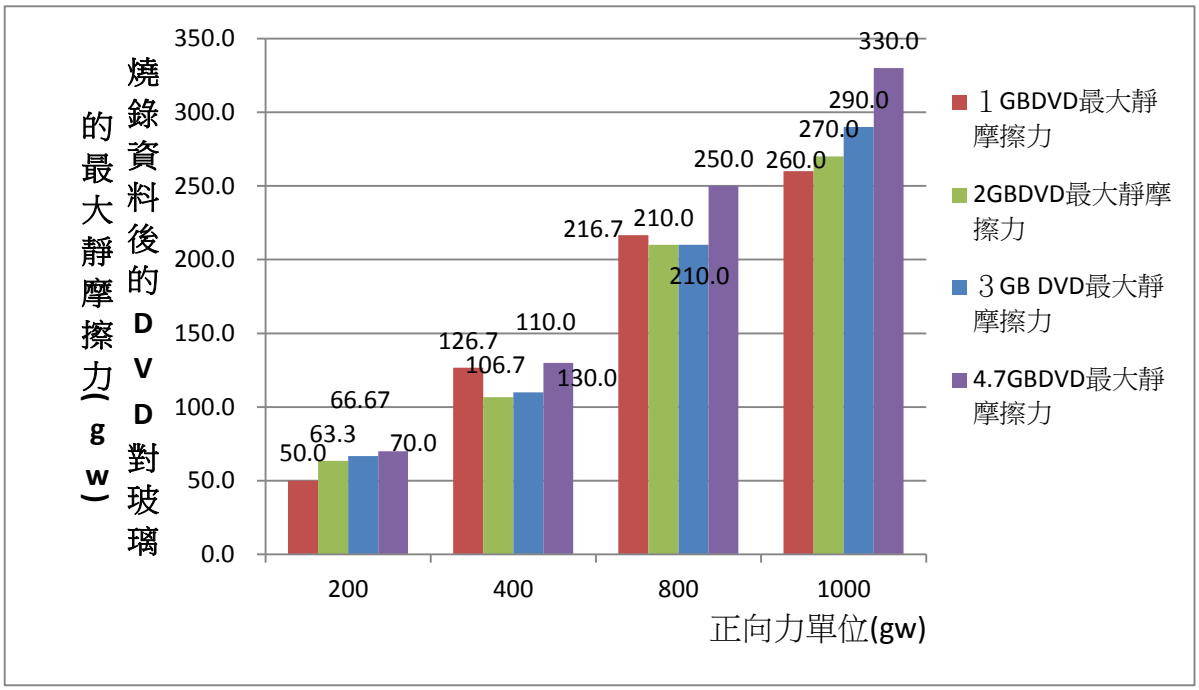

圖 6-7 資料後的 DVD 對玻璃的最大靜摩擦力直條圖

八、燒錄資料後的 CD 對玻璃的最大靜摩擦力

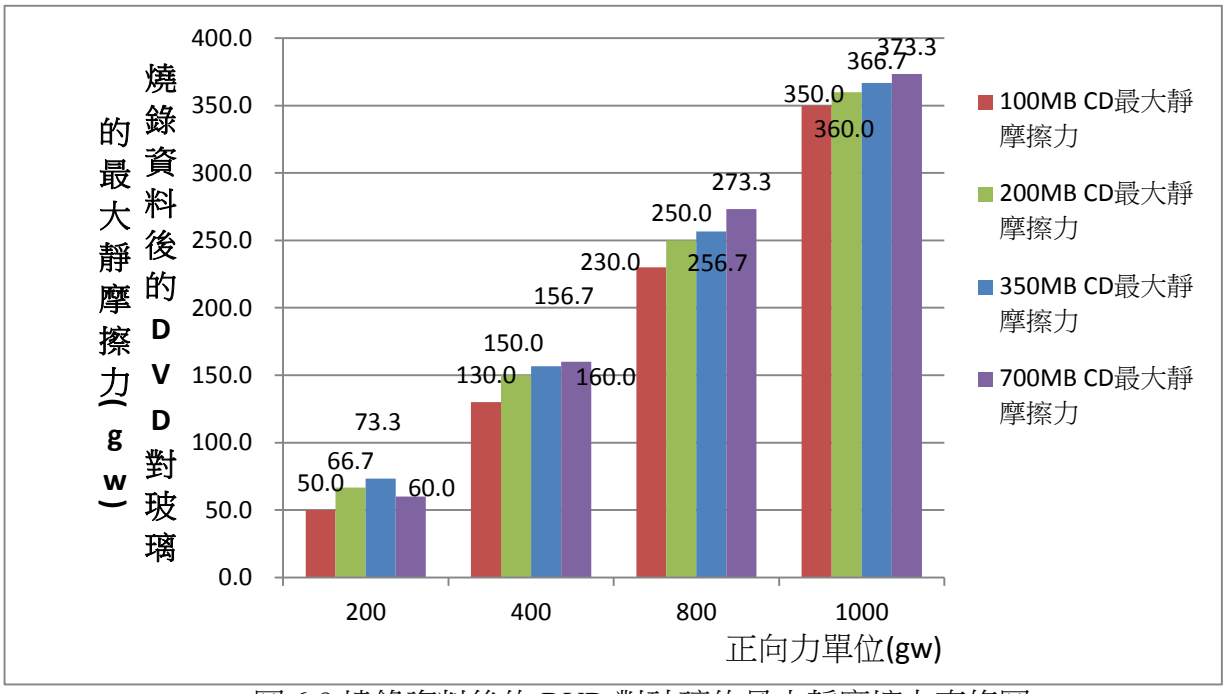

圖 6-8 燒錄資料後的 DVD 對玻璃的最大靜摩擦力直條圖

九、燒錄資料後的 DVD 相向的最大靜摩擦力

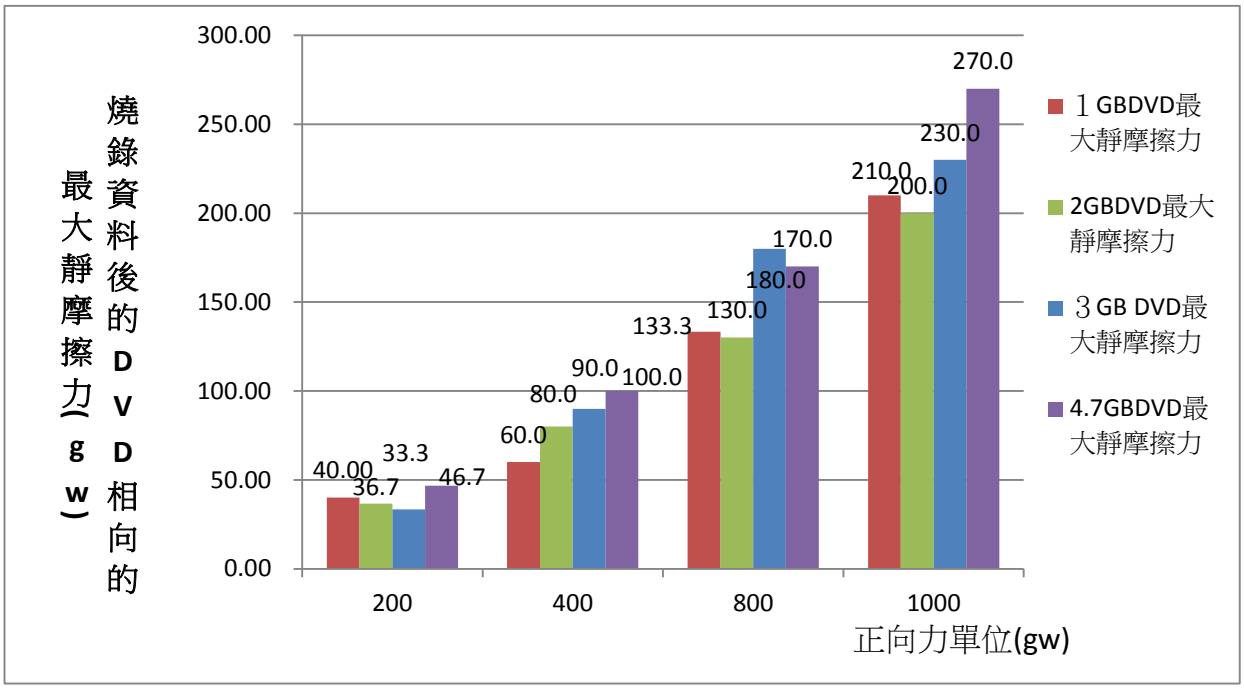

圖 6-9 燒錄資料後的 DVD 相向的最大靜摩擦力

十、燒錄資料後的 CD 相向的最大靜摩擦力

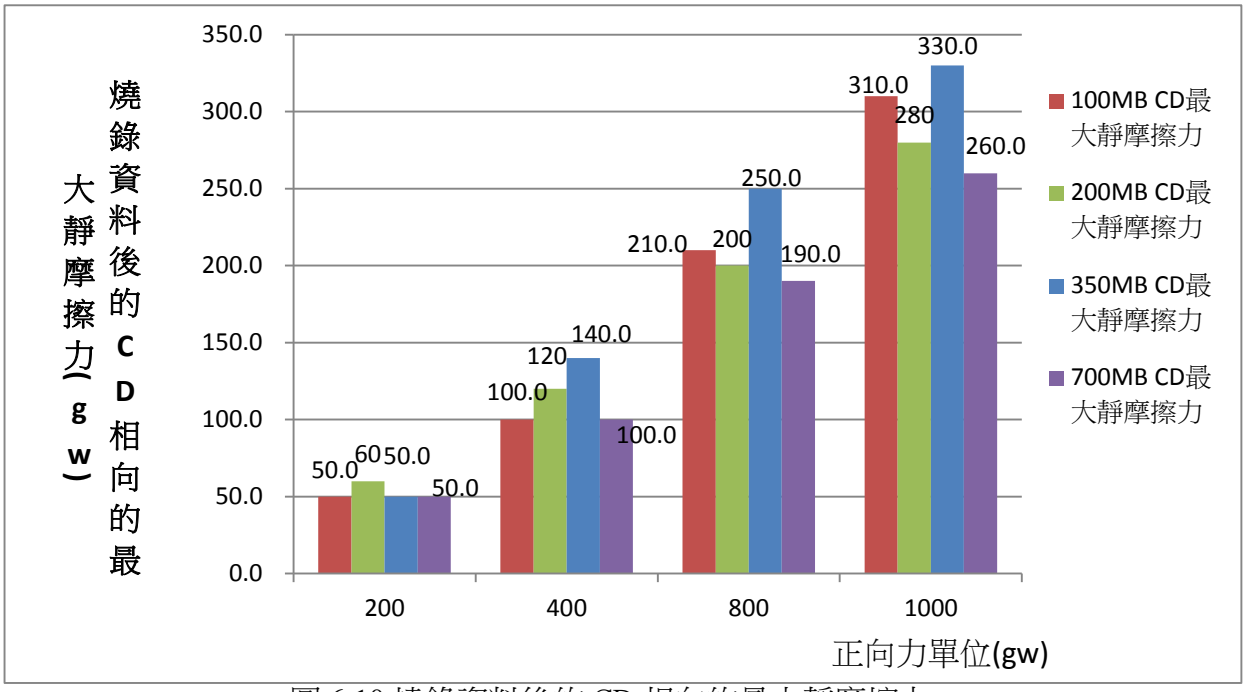

圖 6-10 燒錄資料後的 CD 相向的最大靜摩擦力

柒、討論

一、首先討論 CD 和 DVDR+及 R-在玻璃上及相對時的摩擦力情形，由下圖可以看出，三者在兩片相向時的摩擦力明顯比對玻璃來的小，所以，玻璃表面應該比 DVD 及粗糙。圖中的斜率就代表靜摩擦係數，R+與 R-沒有什麼差別，靜摩擦係數大約為 0.35，而 CD 的靜摩擦係數較小，約為 0.3，代表在未燒錄資料進去以前，CD 表面可能比 DVD 更光滑。

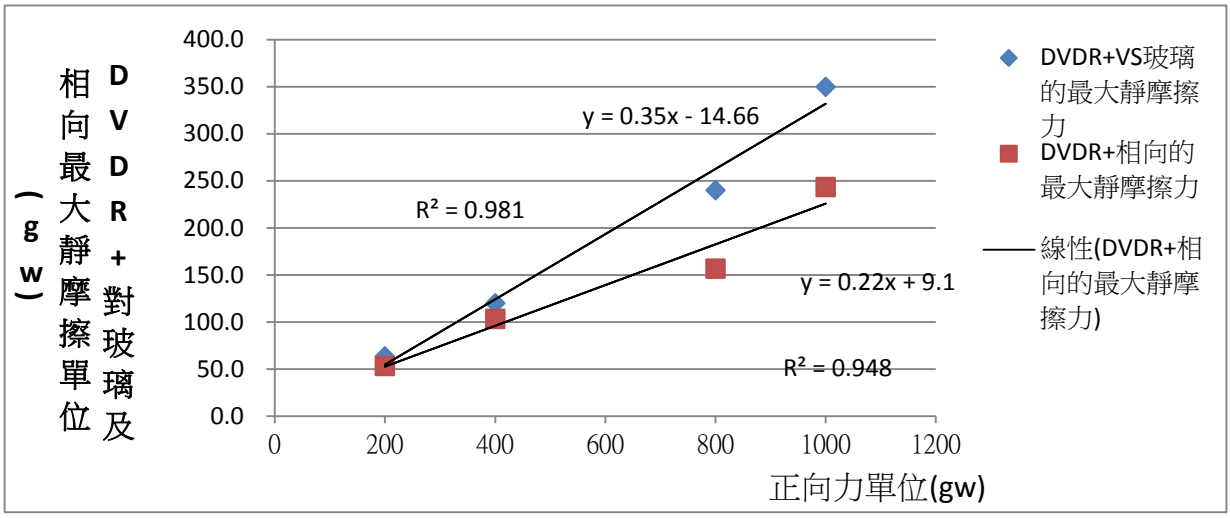

圖 7-1-1 燒錄資料後的 CD 相向的最大靜摩擦力　　正向力關係圖，

其中 y=ax+b　a=摩擦係數 R^2=決定係數

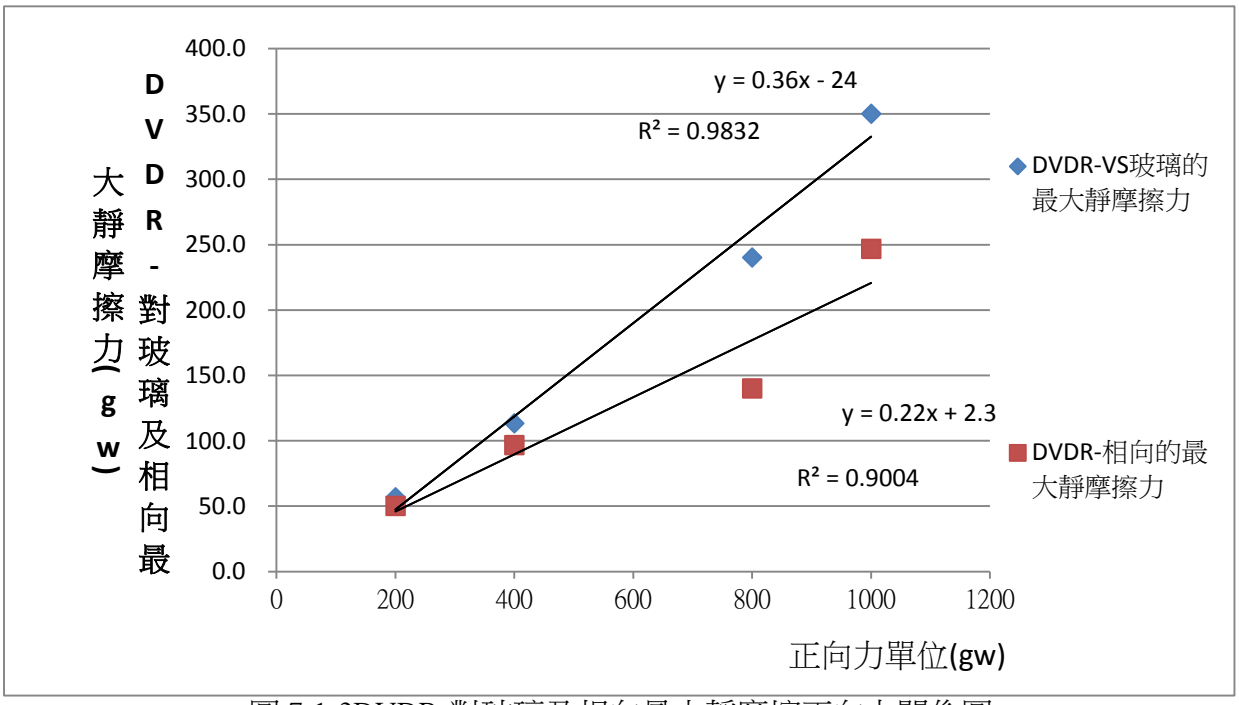

圖 7-1-2DVDR-對玻璃及相向最大靜摩擦正向力關係圖

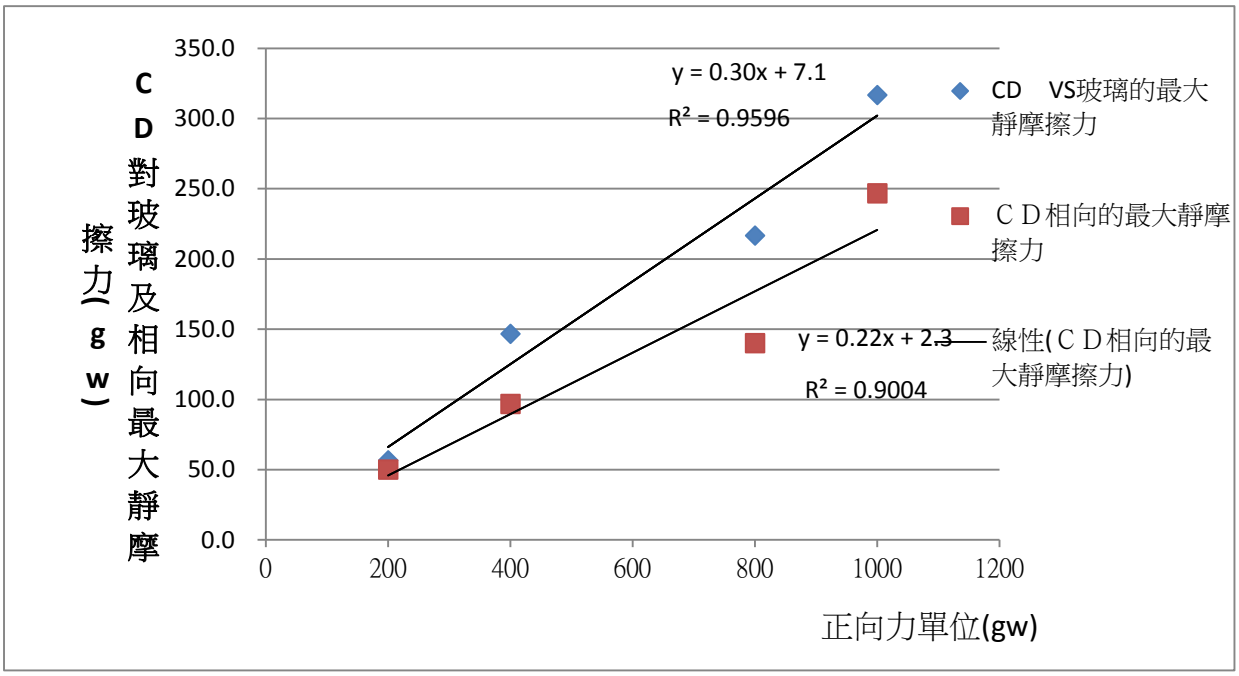

圖 7-1-3CD 對玻璃及相向最大靜摩擦正向力關係圖

二、接著討論光碟在燒錄不同容量的資料以後，其摩擦力改變情形，由下圖可以看到，燒錄的資料越多，靜摩擦係數就越大，代表在燒錄資料進去後，由於光碟表面產生許多坑洞，所以導致摩擦係數變大，在 DVD 及 CD 都是這樣的趨勢變化。

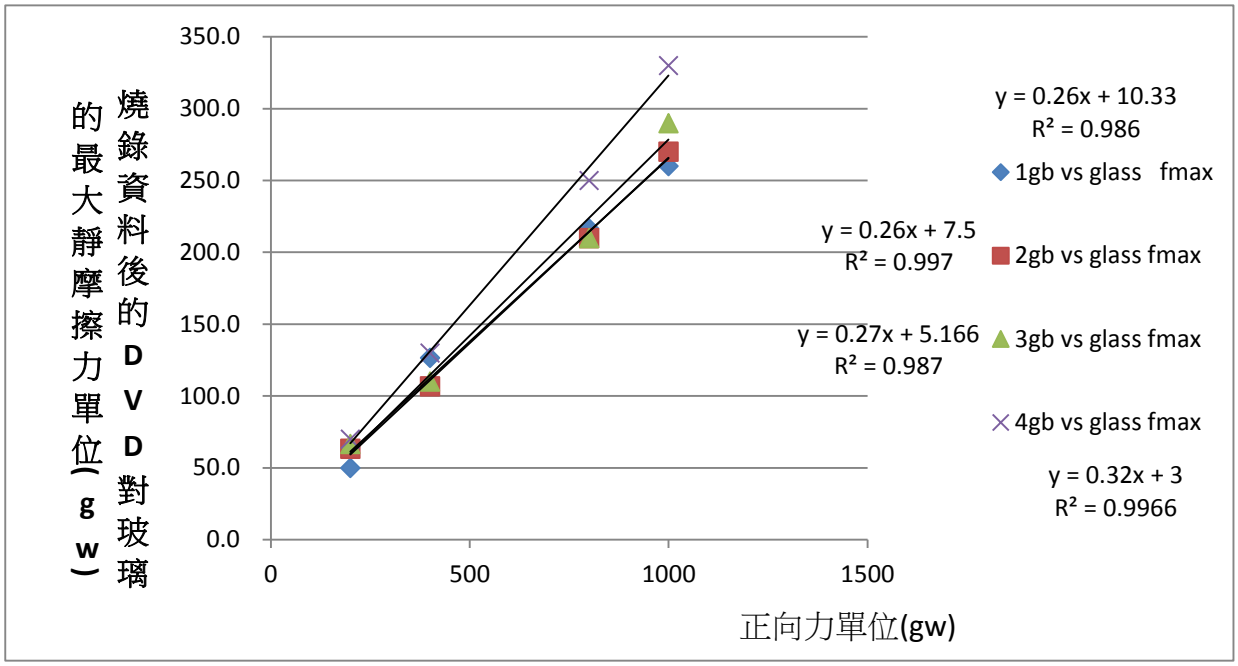

圖 7-2-1 燒錄資料後的 DVD 對玻璃的最大靜摩擦力正向力關係圖

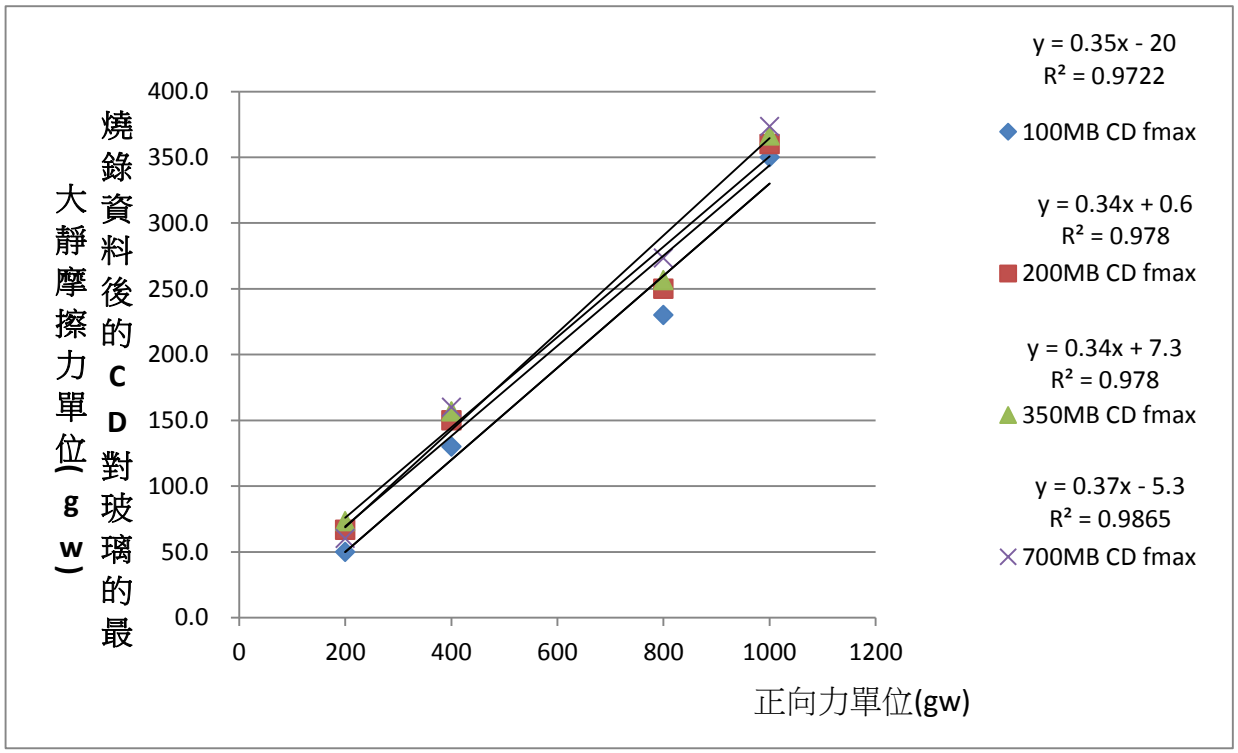

圖 7-2-2 燒錄資料後的 CD 對玻璃的最大靜摩擦力正向力關係圖

但比較奇怪的是，燒錄過後的 DVD 其摩擦係數 0.25 到 0.32 都比前面未燒錄時 0.35 小，而燒錄過後的 CD 摩擦係數 0.34~0.37 卻比未燒錄前 0.3 來的大，為了解釋此一現象，我們推測影響摩擦力有兩種因素，第一種為界面間分子作用力，界面間接觸分子數目越多，摩擦力越大，第二種為光碟表面坑洞口所造成的碰觸，坑洞口開得越大，碰觸所造成的摩擦力就越大，所以，DVD 燒錄過後，坑洞變多，分子間作用力變小，雖然坑洞也變多，但較小的坑洞造成的碰觸較小，使得整體摩擦力變小，而燒錄過的 CD 原本應該因為接觸分子數量變少而減少摩擦力，但因為燒錄產生的坑洞較大，其影響大於分子間作用力，所以燒錄過的 CD 摩擦力比燒錄前更大。

三、 光碟片相向時，其摩擦力情形如下圖，在 DVD 的實驗中，燒錄資料越多，摩擦係數也會增加，其大小變化與對玻璃實驗類似。但 CD 在此實驗中未能表現出一致的變化，對此我們重作數次實驗，但結果仍無規律性變化，推測其原因為當 CD 燒出越來越多的坑洞時，坑洞口間碰觸的角度各有不同，使得摩擦力變得不規則。此外，又或許是實驗中實驗儀器的精細度不夠，也許以後可以再思考用更好的實驗方法來進行實驗。

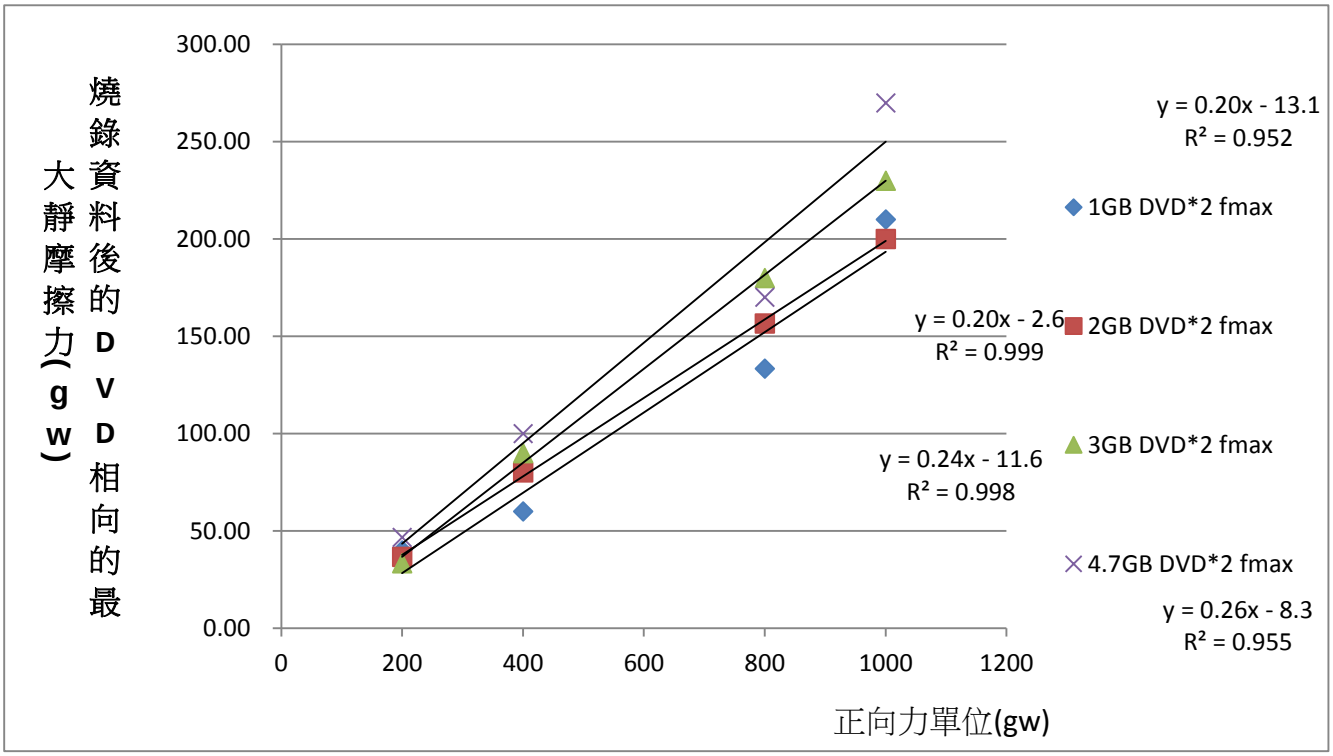

圖 7-3-1 燒錄資料後的 DVD 相向的最大靜摩擦力正向力關係圖

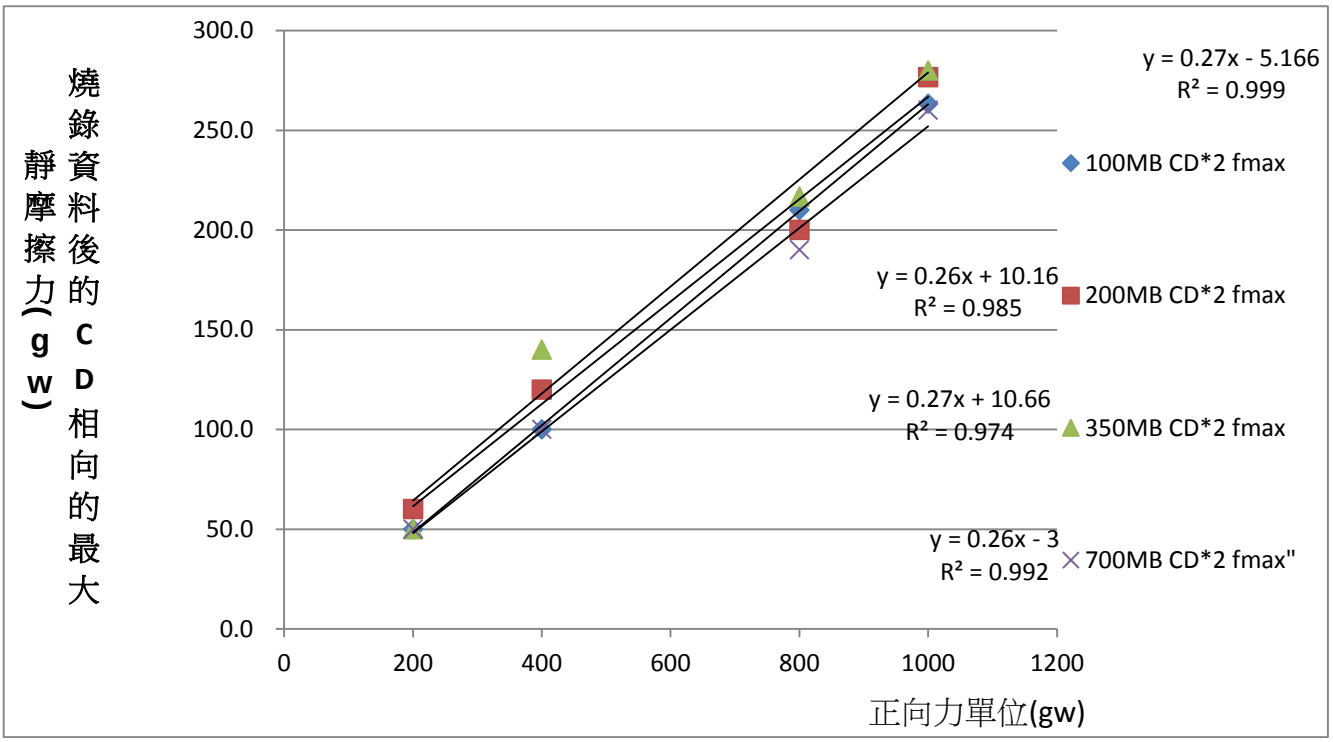

圖 7-3-2 燒錄資料後的 CD 相向的最大靜摩擦力正向力關係圖

捌、結論

藉由我們的實驗，我們得到幾個結論：

1.光碟對玻璃的摩擦係數比對本身來的大，而且未燒錄前 DVD 的摩擦係數較 CD 大。

2.若光碟燒入資料後，隨著資料量增加，DVD 和 CD 的摩擦係數幾乎都會跟著增加。

玖、參考資料及其他

1. maxell (2010). Title of post [DVD Technology].
Retrieved from :http://www.maxellcanada.com/dvd_tech/about.htm?theme=Professional
2. 史家瑩(民 101)。國中自然與生活科技第四冊第 6 章(2 下)。台南市：翰林出版
3. 孫永云（民 100）。不用怕物理 讓你不想下的基礎物理課。新北市：台灣廣厦
4. 常雲惠（譯）（民 90）。觀念物理 1（Paul G.Hewitt）。台北市：天下遠見。（1999）

【評語】030109

光碟摩擦力的測量選用隨手可得的材料值得鼓勵。對於變因的控制及結果的可信賴範圍要更小心判斷。

作者能夠設計一個小實驗討論複雜的摩擦力是一件優點，解說也很好。

具有科學精神的討論。在實驗的方向與目標設定可多思考。