

Comparison of Enamel Surface using Erbium Laser vs. Etchant

【博士生】楊振樺 · 【碩士生】郭宗穎、洪瑜婷

【指導教授】柯俊宏 副教授

國立台北科技大學 機電整合研究所

Introduction

本實驗的目的抱著「大處著眼，小處著手」的處理方式，優先選擇牙齒的琺瑯質，在SEM電子顯微鏡下觀察琺瑯質在 Erbium Laser (鉬雅各雷射) 與 Etchant (酸蝕劑) 的不同作用下，牙齒的表面粗糙程度有何差異，並且在 bonding 後 resin 是否能牢牢地固定在牙齒上，進行探討。因為 Erbium Laser 本身兼具 photothermal 與 photomechanical property 特性，用來強調 Erbium Laser 輔助修復齲齒的狀態是極佳的選項。比較起來，傳統鑽針所造成的熱效應與污染，Erbium Laser 是遠優於一般修復齲齒的方式。

Materials

- Etchant (酸蝕劑)：3M ESPE Scotchbond Universal
- Laser (鉬雅各雷射)：LiteTouch laser, Light Instruments, Israel, 300mJ, 20Hz (6W), full water
- Resin：DenFil Flow A3 Flowable Light-cured Composite Resin
- SEM：國立台北科技大學生物科技館中的 HITACHI S-3000H

Methods

先將牙齒切片，去除掉容易附著水氣的牙本質，留下這次實驗主要觀察的琺瑯質，並將表面分成六個部分處理：

- 打過 LiteTouch (Laser)
- 打過 LiteTouch laser + bonding

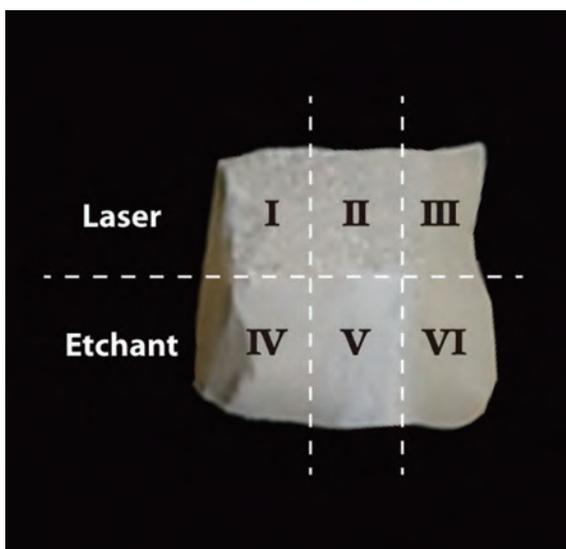
III. 打過 LiteTouch laser + Resin

IV. 只有 Acid (Etchant)

V. 只有 Acid + bonding

VI. 只有 Acid+ Resin

將樣品放入真空罐中，持續使用幫浦抽真空24小時，取出樣品後，放入烘箱以50



度C連續烘烤12小時。完成前置作業後，取出樣品到實驗室鍍金膜30秒，用導電碳膠帶固定樣品於置物座上拍照確認方向後，放入SEM顯微鏡中開始作業。

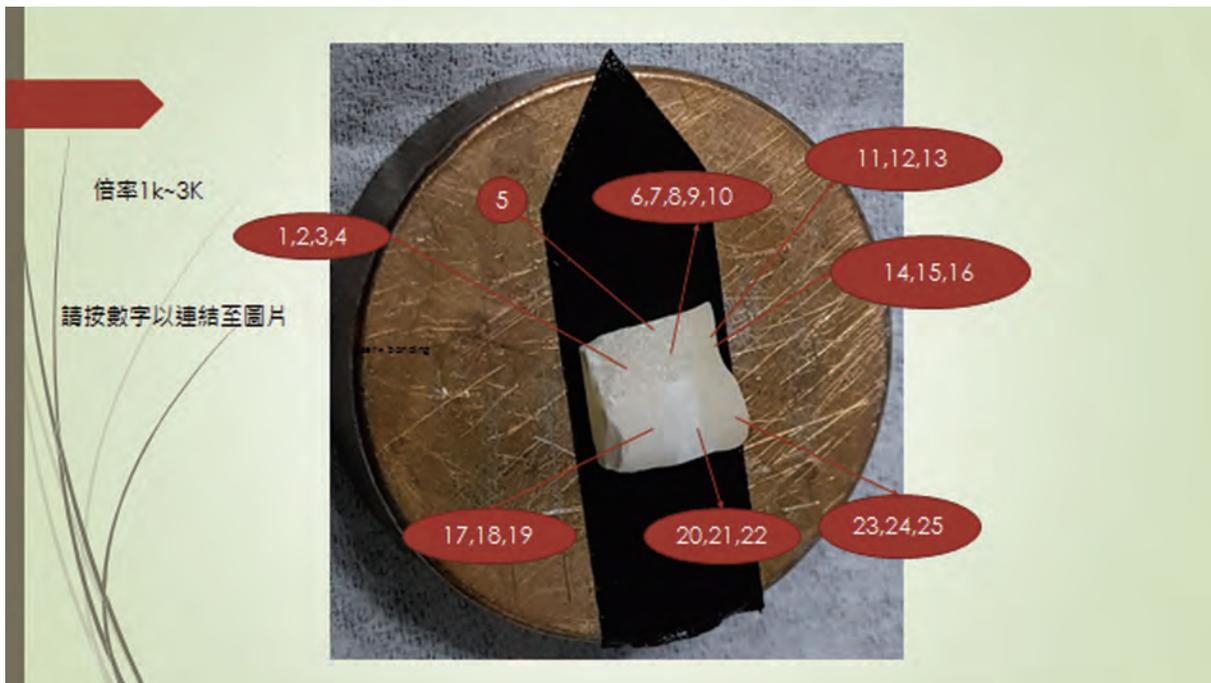
當真空度低於最低真空條件後，程式開啟SEM燈管的按鈕才會解除鎖定可以隨時開啟。在不同表面處理六等分的每個部位都以300、1500、3000倍，各拍一張記錄，最後在其交界處以低倍率300倍拍攝作為比較。當拍攝完畢後，關閉SEM過後30分鐘待燈絲冷卻後才可以破真空，取出樣品。

Discussion:

Part I: 縱向討論 (放大倍率)

A. 在 Laser 與 Acid Etchant 的比較中:

SEM電子顯微鏡呈現出 laser 在表面處理下，產生了月球表面的3D呈現的畫



面 Fig.1 (100 times, 500um) · Fig.2 (1.5K times, 30um) · Fig.4 (3k times, 10um) ; 而 acid etching 在表面處理下 Fig. 17 (1K times, 50um) · Fig.18 (1.5K times, 30um) · Fig.19 (3k times, 10um) · 可明顯

看出其粗糙面的程度沒有laser後的多 · 表面平滑了許多 · 這樣的方式 Erbium Laser 可以創造出許多 mechanical roughing effect · 讓 resin 可以有效固定上去 ·

I. Laser Group

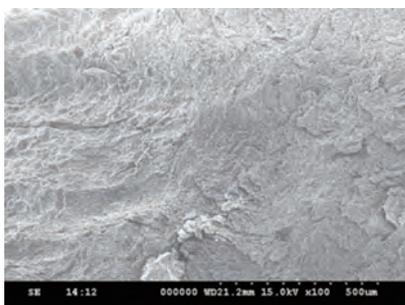


Fig. 1 (100 times , 500um)

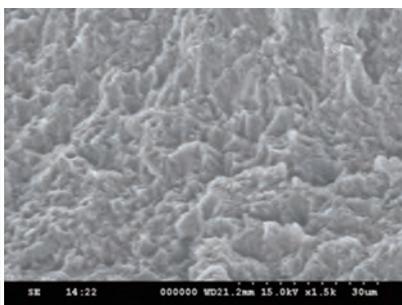


Fig. 2 (1.5K times , 30um)

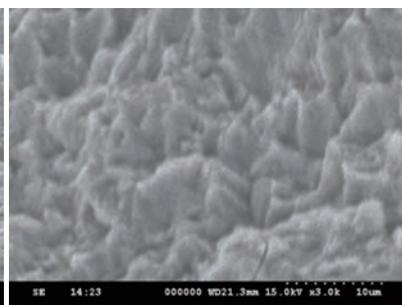


Fig. 4 (3k times , 10um)

II. Etchant Group

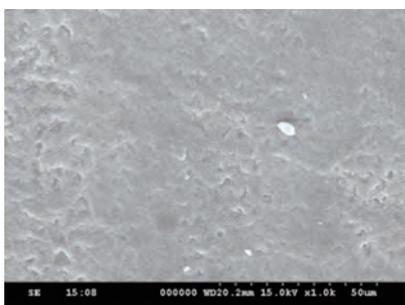


Fig. 17 (1K times , 50um)

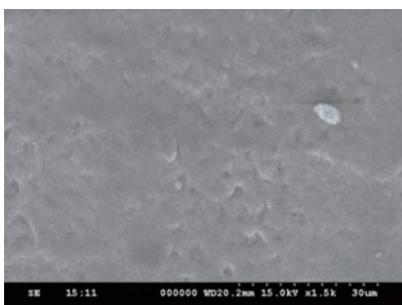


Fig. 18 (1.5K times , 30um)

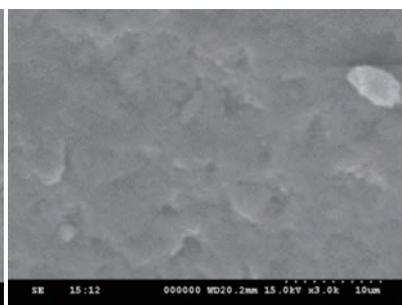


Fig. 19 (3k times , 10um)

B. 在 Laser+bonding 與 Etchant+bonding 的比較中:

SEM電子顯微鏡呈現出laser+bonding 在表面處理下 · Fig.7 (300 times, 100um) · Fig.8 (1K times, 50um) · Fig.9 (3K times, 10um) · 在雷射處理後塗了一層薄薄的 bonding · 其表面粗糙面依舊清晰可見 ·

Acid+bonding 在表面處理下 Fig.20 (1K times, 50um) · Fig.21 (1.5K times, 30um) · Fig.22 (3K times, 10um) · 感覺上表面已經有薄薄的一層bonding · 但卻似乎感覺不到粗糙面 · 再一次可以證明 Erbium Laser 造成的 mechanical effect 是有意義的 ·

III. Laser + bonding Group

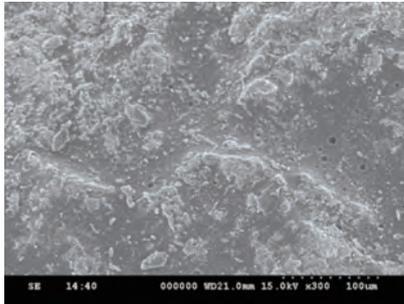


Fig. 7 (300 times , 100um)

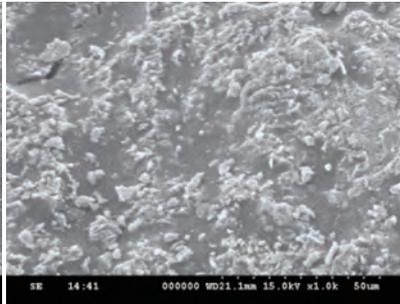


Fig. 8 (1K times , 50um)

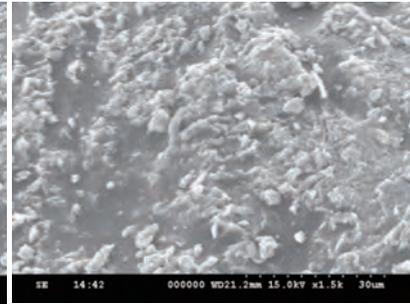


Fig. 9 (3K times , 10um)

IV. Acid + bonding Group

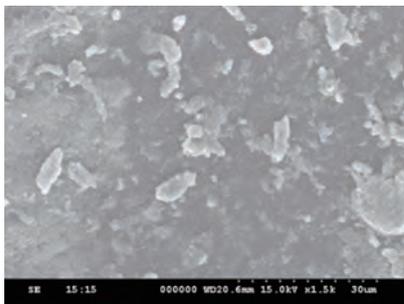


Fig. 20 (1K times , 50um)

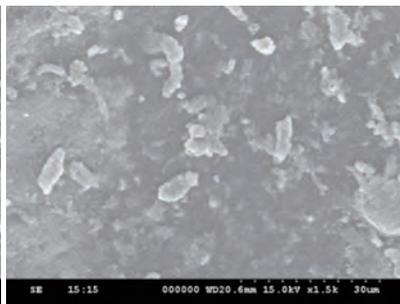


Fig. 21 (1.5K times , 30um)

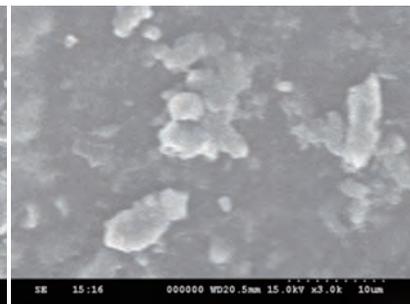


Fig. 22 (3K times , 10um)

C. 在 laser+Resin 與 Acid+Resin 的比較中:

SEM電子顯微鏡呈現出，在 laser 處理後的表面再加上resin，影像呈現resin跟琺瑯質的結合，似乎強化了許多 Fig.11 (1K times, 50um) · Fig.12 (1.5K times, 30um) · Fig.13 (3k times, 10um)；在acid處理後的表面再加上resin，影像呈現 Fig.23

(1K times, 50um) · Fig.25 (1.5K times, 30um) · 其表面已經像大海覆著在大地上，有點透，又有一點深度。依照之前的狀態，可以肯定 laser+resin 可以創造出更強結合力。比較起來 Acid+Resin 的 mechanical effect 弱於 laser+resin。

V. Laser + Resin Group

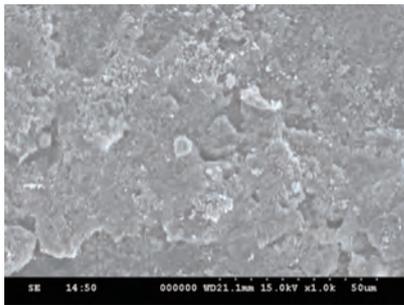


Fig. 11 (1K times , 50um)

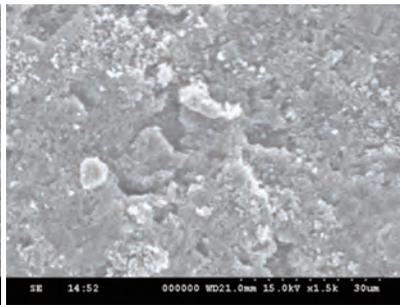


Fig. 12 (1.5K times , 30um)

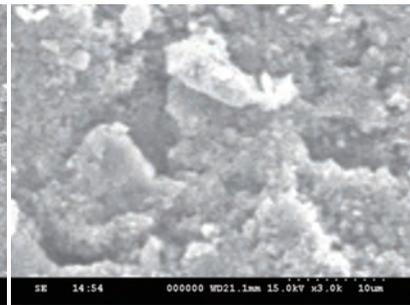


Fig. 13 (3k times , 10um)

VI. Acid+ Resin Group

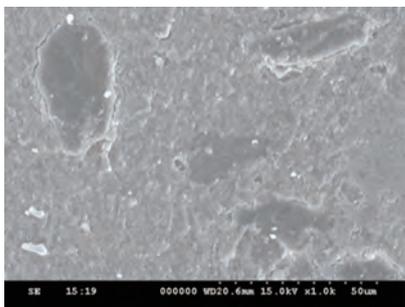


Fig. 23 (1K times , 50um)

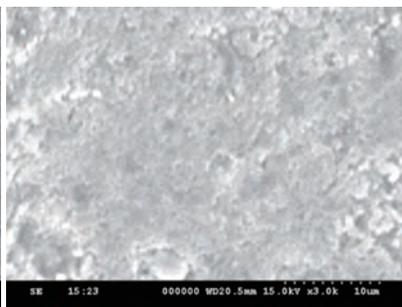


Fig. 25 (1.5K times , 30um)

Part II: 橫向討論 (相同倍率 300 times)

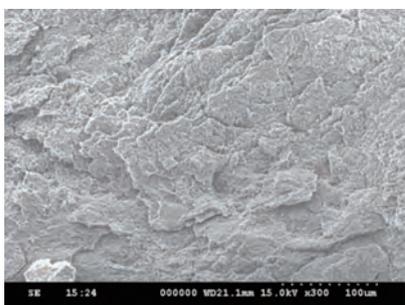
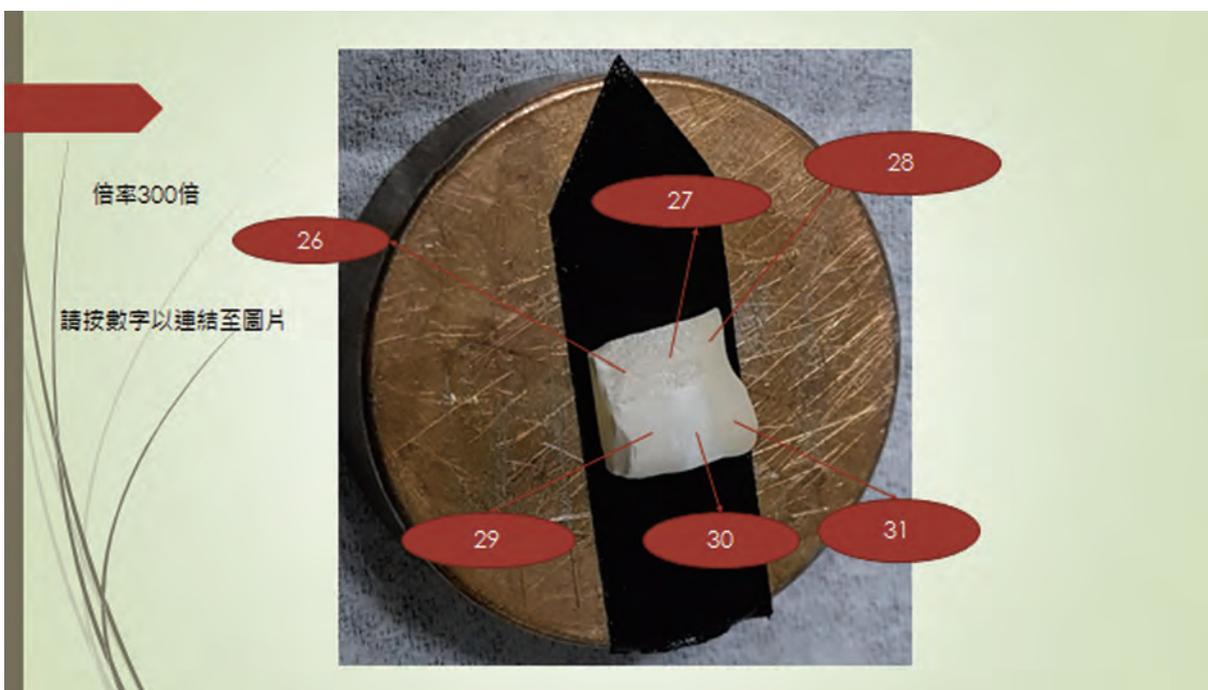


Fig. 26 300x laser

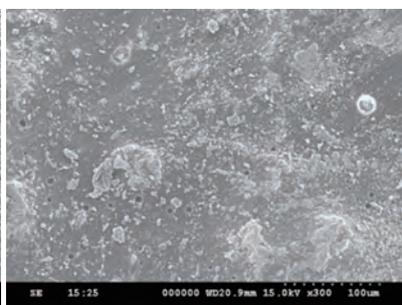


Fig. 27 300x laser + bonding



Fig. 28 300x laser + Resin

D. 在300倍與1000倍的比較中:

此三類的推進演算，在 Erbium Laser 擊發打入珐瑯質的狀態下，似乎可以創造更多的 macro tag 跟 micro tag 的型態，

進而加強resin的 mechanical retention。使補牙用的RESIN不易脫落，也更能抵抗 shear force 與 compressive force。



Fig.29 300x acid etching

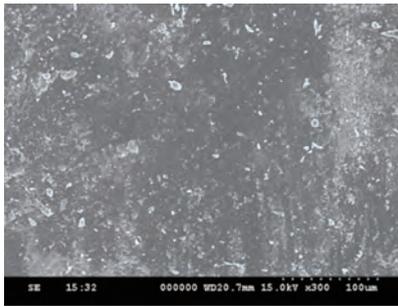


Fig.30 300x Acid + bonding

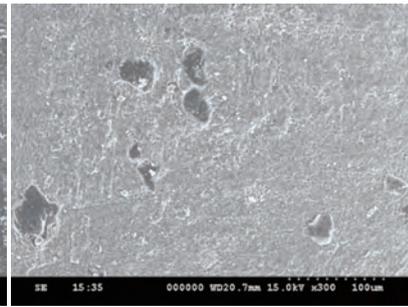


Fig.31 300x Acid+ Resin

在一般酸蝕補牙的狀態下，顯微鏡的狀態如上，塗上 bonding 早已水平狀覆蓋了牙齒表面，已無 retention 的再加強的狀態，之後再填上resin後，厚厚的一層resin有可能傾向剝落。這就是我們常見補牙後resin很容易剝落的主因。

此兩者實驗下，有用laser 的牙齒表面有優於一般酸蝕的牙齒表面的條件：

1. laser 處理下有 macro tag 與 micro tag
Acid 處理下只有 micro tag。
2. laser 處理下resin抵抗 shear force 與 compressive force 的力量有大於一般酸蝕的牙齒表面。

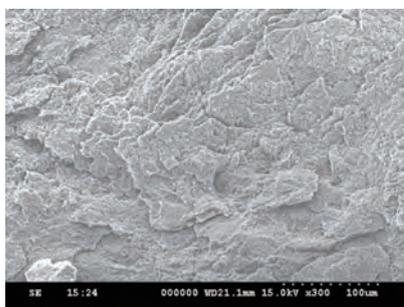


Fig.26 300 times 100um laser

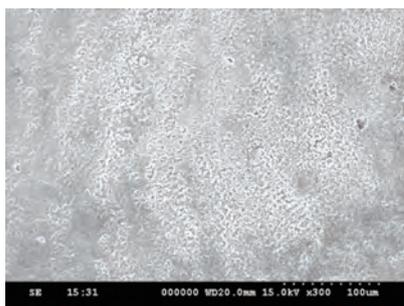


Fig.29 300 times 100um acid etching



1.5K times 30um

在1000倍與300倍的觀察下，Erbium Laser 在牙齒表面可以創造 retention of resin 的力量，laser 效應產生出來的 mechanical effect 還是多的很多，不像 Acid Etching 只有 chemical effect 而已。

在 bonding 塗上兩組實驗組，比較下，laser 後的牙齒似乎還有一些空間給後

續補上的樹脂，但一般酸蝕後的樹脂，應該就是補在 bonding 上了。若要再繼續思考，應該是 bonding 的 resin particle 跟補牙用的 resin particle 的差異。若是不探討此一項目，Erbium Laser 創造出來修補的基本條件比acid創造出來的狀態，Erbium Laser 依舊有優勢。

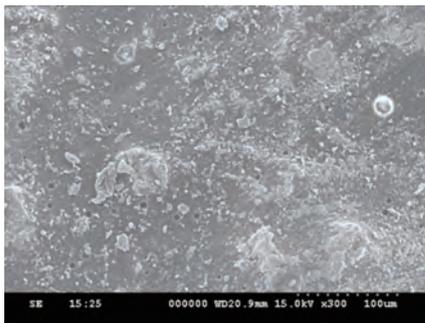
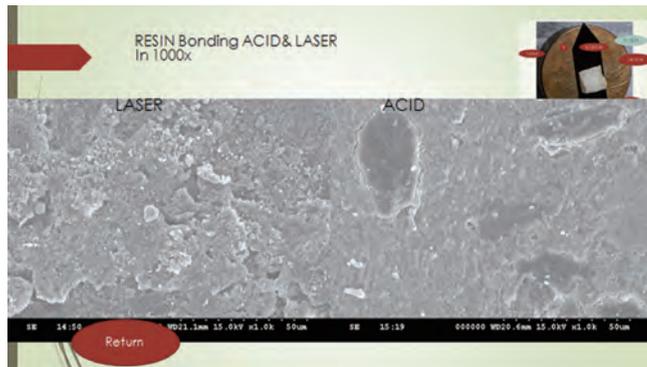


Fig.27 300 times 100um laser+bonding



1K times 50um

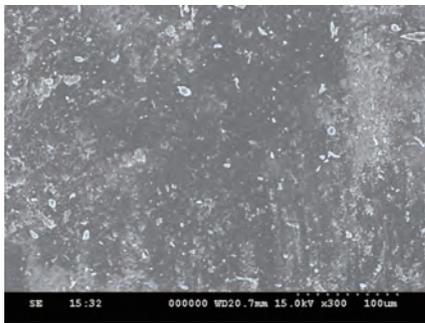
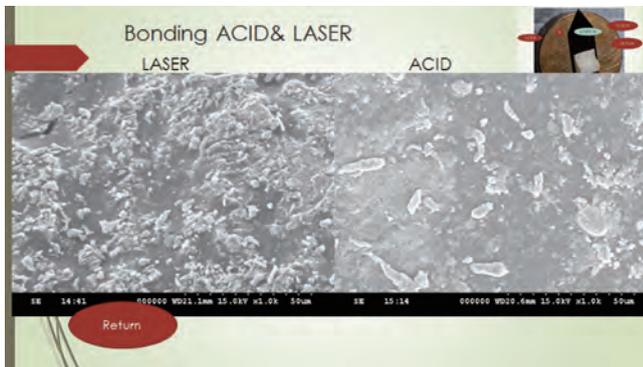


Fig.30 300 times 100um Acid+bonding



Fig.28 300 times 100um laser+Resin



1K times 50um

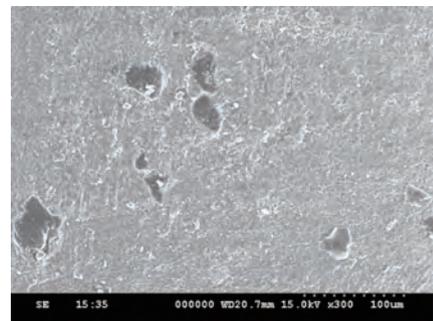


Fig.31 300 times 100um Acid+Resin

在此步驟裡，在300倍下，兩者平面度有更勻稱，但可能因為厚度的關係 (retention 不夠)，所以一般酸蝕下的狀態就可能剝落。在1000倍下，更能證明此一說法，在 Erbium Laser 處理下，是粗糙的，於修補齲齒的狀況下，可以牢牢附著於牙齒上。在一般酸蝕處理下，過多的resin可能遭受到不明原因產生了剝落，產生二次齲齒的機率也就變高了。

Conclusion

在兩組的實驗中，在 restorative dentistry 裡，laser帶來的影響跟結論，比傳統的修補齲齒方式，優點多了許多。在未來修補齲齒的狀態來看，更可以減少破壞牙體結構的方式來達到修補的目的。在拍攝SEM過程中，最花費時間的部分為對焦和調整亮度對比度，要找出一張漂亮的照片常常需要從數十張照片中取其一，經過這次的經驗，未來的實驗將會大大的改善。

在 Prof. Fabrice Baudot 的文獻 Prevention of deep periodontal diseases using Er:YAG Laser 裡我們使用 laser ablation 的作用來造成牙齒表面的狀態，也利用 photothermal 與 photomechanical property，達到抑菌與滅菌的效果；相較之下，在單純 Etchant 的狀態下，帶來了許多熱傷害與污染。Er:YAG Laser 遠勝於一般使用 Etchant 在修補齲齒的方面，特別在 mechanical effect，這實在是牙科補綴學上的一大進步！

References

1. Meister J, Franzen R, Forner K, Grebe H (2006) Influence of the water content in dental enamel and dentin on ablation with erbium YAG and erbium YSGG lasers. *J Biomed Opt* 11:0340301–0340307
2. Kim KS, Kim ME, Shin EJ (2005) Irradiation time and ablation rate of enamel in contact and non-contact irradiation with Er:YAG laser. *Photomed Laser Surg* 23: 216–218
3. Visuri SR, Gilbert JL, Wright DD, Wigdor HA, Walsh JT Jr (1996) Shear strength of composite bonded to Er:YAG laser-prepared dentin. *J Dent Res* 75:599–605
4. Eduardo CP, Lopes RMG, Ramalho KM (2009) Utilização do laser de alta potência (Er:YAG) no tratamento de lesão cervical não-cariosa. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 63:27–31
5. Zhang S, Chen T, Ge LH (2012) Scanning electron microscopy study of cavity preparation in deciduous teeth using the Er:YAG laser with different powers. *Lasers Med Sci* 27:141–144
6. Eduardo CP (2007) Lasers in prosthodontics and esthetics. In: Gutknecht N et al (eds) *Proceedings of the first international workshop of evidence based dentistry on lasers in dentistry*. Quintessence Publishing, Surrey, pp 183–196
7. Ceballos L, Osorio R, Toledano M, Marshall GW (2001) Microleakage of composite restorations after acid or Er-YAG laser cavity treatments. *Dent Mater* 17:340–346
8. Gutknecht N, Esteves-Oliveira M (2007) Lasers for hard tissues, cavity preparation and caries removal. In: Gutknecht N et al (eds) *Proceedings of the first international workshop of evidence based dentistry on lasers in dentistry*. Quintessence Publishing, Surrey