

山本 眞 著 郭明毅 譯

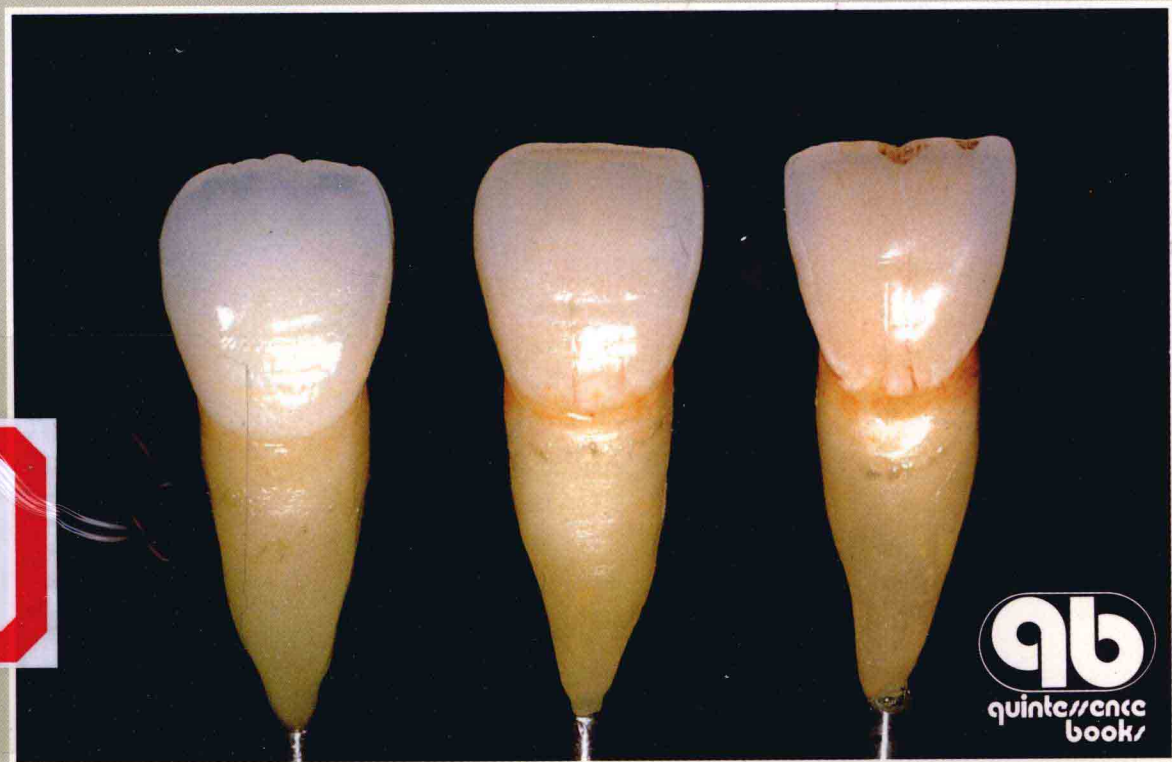
COLOR ATLAS The Metal-Ceramics/基礎編

金屬熔附陶瓷之基本築盛法

An Introduction to Ceramic Technique

金屬熔附陶瓷的審美表現之築盛法以全版彩色插圖
作詳盡之步驟解析

——全世界的牙科陶瓷工作者之聖書“The Metal Ceramics”
之臨床技工方面的濃縮，精簡編



譯者序

1988年初春，山本 眞先生來台作一場為期兩天的“金屬熔附陶瓷技術”的演講與示範，當時學員們擠滿了只有130個座位的講堂。課程的最後之自由討論時間更是踴躍，討論的內容涵蓋了金屬熔附陶瓷技術的大小問題，是一次非常成功的繼續教育課程。

這幾年來，陶瓷材料及技術均不斷地在發展與進步。人們的審美觀也日益地增高。牙醫師同仁及牙技師們往往遇見的臨床上最深切的問題是：鑲復物的邊緣適合性良好，吸合狀態確實，設計上無誤，而唯一的缺憾是形態或色調不調和，以致於整個鑲復物看起來無自然感；缺乏半透明感。針對這些問題，山本 眞先生在著書“The Metal-Ceramics”中曾詳細提及。在這本書出版後的第八年，又濃縮地取出其中的一些技術性的部分出了這本小冊子，希望對於有意從事更細膩，更生動的陶瓷工作者或牙醫師們有所裨益。

譯者日常對於牙醫系學生們授課時，常深感多數的牙醫學專有名詞我們還未將之“本土化”，而大多必須採用“外來語”。原因之一是我們缺少專業之翻譯人才，教科書一直採用外語版本，其次是缺乏統一的中譯規範。因此受命翻譯此書時著實在用字上斟酌良久。其中一些譯字或專有名詞，除了參考中華牙醫學會出版之“中華牙醫學辭彙”之外，也儘量採用日常臨床上的“適用語”，以達到較為流暢之閱讀性。

牙科陶瓷技術之進步可說是日新月異，本來的鑲復物之主要的目的為恢復功能。除此之外，現在的最大課題乃在於鑲復物之審美性，而審美性則著重於將“人工物”作成如同“自然物”一般一亦即要“生動”。為了這個目的，本書將可供對於追求目的而去努力的諸位會有所助益，此乃譯者最大之心願。

最後，本書之出版，承蒙中華民國鑲復牙科學會理事長詹兆祥醫師。※中華民國顎咬合學會駐日代表暨QDT中文版總編輯林明杰醫師及Quintessence出版株式會社社長佐佐木一高先生之鼎力幫助，僅在此深致謝意。

1990年初夏・郭明毅

山本 眞(MAKOTO YAMAMOTO)

1949 年生，日本愛齒技工專門學校畢業，在技工所執業約 20 年後，在 1988 年，設立 M. YAMAMOTO CERAMIST'S INC. 主要著作——“The Metal-Ceramics”除日本語版，有英、德、義語各版本，被稱為是陶瓷工作者之“聖經”。1989 年，經由多年之研究結果，開發“opal porcelain”。目前活躍於世界各國牙醫界。

郭 明 毅(MING-YIH KUO)

1949 年生。日本九州齒科大學大學院畢業。中國醫藥學院牙醫學系副教授，專攻牙科陶瓷學及固定修復學。



▲這些牙齒之中，包含了封套上彩色圖片之 3 顆陶瓷牙齒。



金屬熔附陶瓷之基本築盛法

山本 眞 著 郭明毅 譯

版權所有・翻印必究

1990 年 先進出版有限公司發行

發行：先進出版有限公司

地址：香港九龍官塘開源道60號

駱駝漆大廈三座11樓A室

電話：7908271・7908272

傳真：3412582

印刷所：裕民印刷股份有限公司

地址：台北縣土城鄉承天路31號

電話：(02)260-4736 2603407

傳真：(02)2631839

總代理：合記書局

地址：台灣台北市10502吳興街249號

電話：(02)7227293・7239404

COLOR ATLAS The Metal-Ceramics/基礎編

金屬熔附陶瓷之基本築盛法

An Introduction to Ceramic Technique

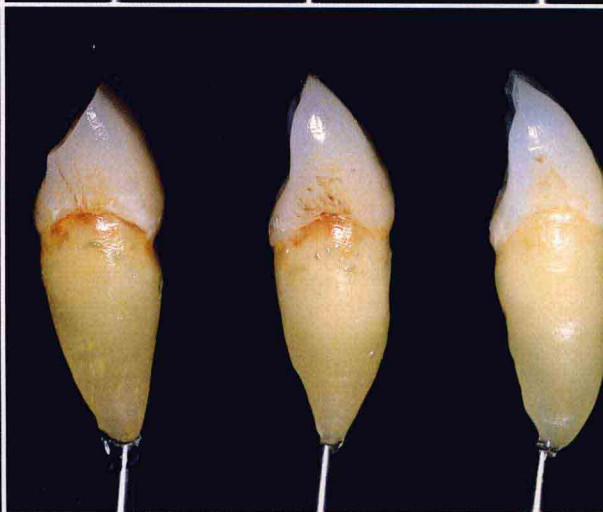
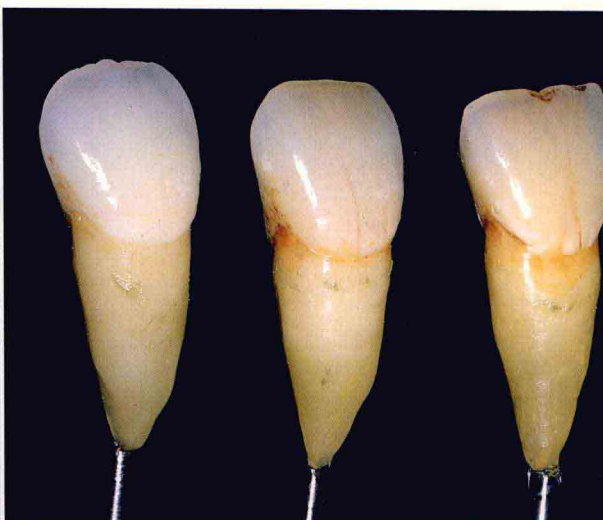
山本 眞 著
郭 明 毅 譯



先進出版有限公司 1990

Hong Kong, Tokyo, Berlin, Chicago, London, Sao Paulo.





序

金屬熔附陶瓷（以下稱作熔附陶瓷）被引進補綴方法以來，已近 30 年了。在此期間專用于這種修復方法的器械和材料等均獲得了充分的開發和供給，已完全落實地應用到日常臨床工作中。但是，近年來，在患者對美觀要求愈來愈高的情況下，這種方法的使用限度，尤其是在審美性的再現方法上還存在著許多的問題。

近年來，各種鑄造陶瓷(Castable Ceramics)全陶瓷冠、金熔附全陶瓷冠的修復方法等已不斷地發表，這也表示了對上述熔附陶瓷冠的審美性的再現問題作某些程度之改善。

但是，這些方法之陶瓷的臨床強度上仍有些問題。依照咬合關係之不同，應用的範圍有限，而且用於固定牙橋修復較為困難。再者，由於牙齒形成時磨除量多，牙體邊緣 full shoulder 的形成繁複等等均存在著某些問題。因此，實際上，一般臨床上多數修復物在審美的再現性方面多得依賴於金屬熔附陶瓷的修復方法，這對於我們來說，就是要求提高陶瓷金屬熔附法審美性的再現，且在今後對於此種審美性之要求會越來越高。

在此種情況下，受囑從拙著“The Metal-Ceramics”挑出一部分，在有關陶瓷築盛的部分編寫了 100 多頁。其實，當初並無意答應如此，因顧及要製作審美性如此良好的牙冠所必須具備的知識及技術至少需要去了解“The Metal-Ceramics”全書才足夠。

除此之外，“The Metal-Ceramics”已發行七年有餘了，在這段期間又發表了各種新材料和新技術理論等文章。現在即或讀破此書的全篇，也不能完全地得到製作金屬熔附瓷的知識和技術。換言之，這本小冊子因只是“The Metal-Ceramics”的縮小版。鑒於上述之情況，作者有另外不同的想法。

因此，對持有本書的讀者，希望你理解本書僅僅是熔附陶瓷築盛技術的基礎技術篇。在陶瓷技術中，“The Metal-Ceramics”出刊後，由於新材料和新理論的出現，在發展上已發生了很大的變化。這是因為在患者的審美要求越來越高的現在，陶瓷冠的築盛技術時刻都在前進、變化和提高的緣故。

在本書中，不可能包括所有的陶瓷技術。事實上，那些高水準的築盛技術也是由若干簡單的基礎技術組合而成的。本書乃從“The Metal-Ceramics”一書中挑選、整理那些陶瓷的基礎技術之重點，補充資料後再刊行。

為此，在本書中，關於熔附陶瓷的詳細理論和材料等均已省略。當然，累積臨床經驗，使各自的技術進步後，自然就更須要更高深之理論與知識。在那時“The Metal-Ceramics”的正文在哪年後以 Part II 發刊，屆時希望各位能再參考新書。

M. YAMAMOTO CERAMIST'S INC.

山本 眞

目錄

序	6
第一章	
牙科用金屬熔附陶瓷入門	9
一、金屬結構	9
二、陶瓷燒結面的處理	9
(一)貴金屬合金(含金 70%以上)	10
(二)半貴金屬合金	10
(三)非貴金屬合金(Ni-Cr)	10
三、解決裂縫的辦法	10
四、解決金屬結構變形的對策	10
五、陶瓷的構成法	11
第二章	
陶瓷的基本築盛法	13
一、築盛法	13
二、熱風技術	14
三、工具	16
(一)陶瓷調拌工具	16
(二)陶瓷築盛工具	17
四、底色(Foundation)	18
(一)金屬表面處理	18
1. 貴金屬合金	18
2. 非貴金屬(Ni-Cr)合金	18
(二)不透明陶瓷之築盛	19
(三)齒頸部色陶瓷之築盛	26
(四)底部著色(Foundation Stain)	26
五、牙本質色陶瓷之築盛	27
(一)築盛	27
(二)回切(Cut Back)	28
1. 唇側面之切割	28

目錄

2. 鄰接面之切削	33
3. 手指狀構造的形成	33
六、牙釉質色陶瓷之築盛	38
七、透明陶瓷之築盛	41
八、牙切端之修整	43
(一)舌側面之切削	43
(二)舌側面之築盛	44
(三)鄰接面之追加	45
九、主體陶瓷填壓(Condense)之注意事項	46
十、完成	54
第三章	
青年人之築盛實例	57
第四章	
老年人之築盛實例	69
第五章	
臼齒部之築盛法	83
一、陶瓷之層結構	84
二、咬合面之築盛、形成法	84
(一)粉末雕刻法	84
(二)雕刻法	84
三、咬合之形成	85
四、臼齒部覆蓋冠之金屬熔附陶瓷實例	86
第六章	
陶瓷邊緣技術	97
一、陶瓷邊緣技術	97
(一)牙型材料	97
(二)金屬及陶瓷之選擇	97
(三)金屬結構之形狀	98
1. 陶瓷燒結面之處理	98
2. 不透明陶瓷之築盛	98
3. 齒頸部位陶瓷的使用	99
二、橋基牙形態	111
結束語	117

第一章 牙科用金屬熔附陶瓷入門

首先聲明，本書不是一本關於金屬熔附陶瓷製作全過程的說明書，而僅就金屬熔附陶瓷 (porcelain fused to metal) 製作加以介紹。

製作牙冠修復體，毫無疑問地，不僅要學會基本的冠橋製作方法，咬合理論，以及牙冠的雕刻技術；而且對製作中所用材料的特性、原理和使用方法等相關的知識和技術，也有必要充分地掌握。

譬如，在製作金屬熔附陶瓷中，首先必須選擇適用的合金和陶瓷，並且充分了解各種合金的機械和物理性能，考慮與實際需要適合的合金及其結構的厚度，以及連結處的大小等。同時，還必須事先準備選擇與合金的熱膨脹係數相應的陶瓷，考慮到燒結時間以及燒結方法（後焊接或前焊接）。

對陶瓷而言尤其重要的是從色調、熱膨脹率及燒結方法及燒結時的收縮性等，這些從技術指南一類書本上是學不到的。而是來自於經驗上累積的“第六感”和“要領”。如果未能充分掌握這些，就不能嫺熟地進行操作。

此外，如高溫包埋材料、烤瓷爐、燒結面的處理、合金的變形和裂縫、填壓以及切削和配色、涉及的有關色彩理論、陶瓷的形態修整等等。掌握了這些就可能不斷地提高必備的器械及材料的使用方法和技術水準。

因此，對製作金屬熔附陶瓷來說，具有全面的綜合的牙科技工知識和技術是必要的。這裏，只扼要地提出金屬熔附陶瓷製作的前階段最起碼的要求。

一、金屬結構 (metal construction)

金屬熔附陶瓷的強度主要取決於金屬的結構，所以設計高強度的金屬結構是很重要的。

我們常常過於追求美觀，總是力求儘可能地確保熔附陶瓷的厚度，乃致會造成金屬結構很薄、硬度極小，金屬熔附陶瓷的強度則明顯地下降。在單個牙冠狀態下，承擔的負荷小，即使結構較薄，也不一定會有問題。但在橋式修復體的情況下，卻必須絕對保證結構要有充分的強度。

因此，在金屬結構的製作中，就可以事先製作成完整的齒冠形狀。對陶瓷的築盛部分則要用“回切法 (cut back)”，以削去必要的厚度和多餘的過量部份。由於使用了“回切”，在金屬熔附陶瓷的構造中，可以保留最多而最有作用的金屬部份，在臨床上就可以得到具有足夠強度的金屬結構。

據目前的經驗來看，金屬結構的厚度至少要保持在 0.3 mm 至 0.4 mm 之間。此厚度當然愈厚愈好陶瓷牙橋更是如此。不管是貴金屬合金、半貴金屬合金以及非貴金屬合金，都必須保證最低限度的金屬厚度。

二、陶瓷燒結面的處理

金屬熔附陶瓷的強度對上述金屬結構的強度有很大關係。當然這是以陶瓷與金屬堅固地熔合在一起為前提的。在製作金屬熔附陶瓷時，影響結合強度最直接的步驟莫過於“陶瓷

燒結面的處理”了。陶瓷燒結面的處理有：表面的修磨、清洗、加熱處理和酸處理。依合金種類之不同，處理方法各異。

(一)貴金屬合金(含Au 70%以上)

對於貴金屬合金(軟質合金)，在作表面修磨時，使用 fissure bur, carbide bur 可以抑制界面產生氣泡於最低限度。表面修磨完畢後，用四氯化碳和三氯甲烷等有機溶液或者用蒸氣清洗器洗淨，然後用烤瓷爐(porcelain furnace)進行加熱處理(Degassing)。第一次加熱處理應在減壓下進行。依所使用之陶瓷之不透明陶瓷層之燒成溫度，停留時間應在 5 至 10 分鐘之間。冷卻後，放入超音波洗潔器裏經過酸浴除去氧化膜，大約 5 分鐘(用鹽酸燒結面處理專用液、氫氟酸等)，然後再進行第二次熱處理。

第二次加熱處理的溫度和控制時間與第一次相同，但這次是在大氣壓下進行。這不但有利於陶瓷色調之表現，而且可以生成陶瓷燒結時所必要的氧化膜層。

(二)半貴金屬合金

半貴金屬合金是最近逐漸使用得很頻繁的合金。有 Au-Pd系、Au-Pd-Ag系、Pd-Ag系、Pd-Cu 系等。這類合金的種類繁多，目前沒有統一的面處理方法，還是用一般的方法。由於合金組成不同的緣故，引起陶瓷變色者也常見，應特別注意(含銀的會變黃，含銅的會變綠)。

半貴金屬合金的主要成份是鈦，這種金屬在進行鑄造時極易吸收氫、氮、氧等氣體，在燒結成陶瓷時又放出所吸收的氣體。因此，往往在陶瓷和金屬的界面層產生氣泡。使用這類合金時，degass的處理操作十分重要。

通常用 carborundum point 修磨表面。修磨完成後，用噴砂器噴塗平均直徑為 50 μm 的氧化鋁砂。放入四氯化碳或三氯甲烷有機溶液中洗淨，或用蒸氣清潔器清洗後，用烤瓷爐加熱處理(degassing)。加熱應在減壓

下進行，加熱到 1000°C 左右維持 10 分鐘，冷卻後，沖洗塗層，然後築盛不透明層陶瓷。

半貴金屬合金在加熱處理時，表面會變黑。爲了要除去黑色，再次噴砂，就會露出再次放出氣體的金屬面而導致陶瓷燒結時，由於釋放了所吸收的氣體，而產生氣泡，所以即使色調上稍遜，在加熱處理後的金屬面上直接築盛不透明陶瓷層乃爲較佳之方法。

(三)非貴金屬合金(Ni-Cr)

通常，用表面削磨用 Carborundum point 等高切削率的削磨材料。表面削磨後，用噴砂器噴直徑約爲 50 μm 到 100 μm 之間的氧化鋁，然後用四氯化碳和三氯甲烷等有機溶液洗淨，或用蒸氣清潔器清洗。對於非貴金屬(Ni-Cr)合金而言，只要在這個階段處理妥當，通常沒有必要再作加熱處理，洗淨後可以立即塗層，就此築盛陶瓷是沒問題的。如果由於某種原因界面層產生了氣泡，那麼再噴砂，洗淨後，在不透明陶瓷的燒結溫度點和減壓下加熱處理 5 分鐘左右即可。

三、解決裂縫(crack)的辦法

在金屬熔附陶瓷的製作中，陶瓷會出現裂縫。基本上這是由於“陶瓷和合金的熱膨脹係數的差別”所產生的。因此，事先了解各種不同材料的熱膨脹係數是必要的。初學者往往認爲不管甚麼材料和合金組合都能夠進行金屬熔附陶瓷的製作，不會出現問題，其實在陶瓷與合金之間在熱膨脹係數上有着密切的關係。除了適當的組合以外，由於燒結，冷卻方法可導致陶瓷的熱膨脹率發生變化，一旦偏離了適當的範圍，陶瓷就會產生裂縫。

如果詳細介紹陶瓷與合金的熱膨脹率的特點，也許會占去本書一大半的內容，只得忍痛割愛。有關這方面內容，請參考“牙科用金屬陶瓷 The Metal Ceramics 編。

四、解決金屬結構變形的對策

在剛鑄造完畢時，金屬熔附陶瓷的金屬結構看起來邊緣非常適合，但在最後收尾階段，有時可因變形而明顯地不適合了（非貴金屬合金這種情況很少發生，貴金屬合金和半貴金屬合金則發生較頻繁）。

金屬結構的變形是由金屬熔附陶瓷製作過程中的加熱處理，陶瓷燒結等引起的。總之，是由加熱所產生的。即由於加熱產生熱膨脹和滯後現象（剩餘變位），合金體的尺寸變大，同時出現鑄造體的鑄造變形和表面削磨帶來的加工變形。這種雙重的作用效果，使得金屬結構變形。

金屬結構變形是由合金的本質特性所決定的，要絕對地防止其發生是不可能的。然而如果在表面削磨前進行加熱處理，而使熱膨脹和滯後現象（剩餘變位）產生往膨脹方向之變形，以及由於表面削磨造成加工變形而產生往收縮方向之變形，這樣便能夠做到把金屬結構變形控制在最低限度。

作者爲了不與加熱處理混淆不清，特把這過程稱爲“前加熱處理”。首先，在鑄造後儘量注意勿破損金屬結構，從包埋材料中掘出。（不用噴砂機除掉包埋材料，而用酸液溶解），只去除 sprue 然後在 950°C 至 1000°C 之間滯留 10 分鐘左右，冷卻到與室溫相當後，再進行與支台齒（abutment tooth）適合與否相應的操作和表面削磨。

五、陶瓷的構成法

正確的色調和包被效果（Wrap around effect）取決於正確配置的各色陶瓷層的構成情況。因此，在陶瓷築盛時，先以牙本質色陶瓷築盛，填壓至完成時之形狀，而後再依照牙釉色陶瓷，透明陶瓷甚或特殊陶瓷之須要量及必要性，在牙本質色陶瓷上作“回切法（cut back）”，削取其須要之厚度及位置而後再添加築盛上去。如此，可使色調及各層的結構及包被效果得以依照所須形態而築盛構成。這種以各層陶瓷來堆積、築盛牙齒形狀在技術上是可行的。

不用“回切法”而單憑直覺經驗築盛成牙本質色陶瓷是很危險的。作者在這方面有較深的體會。用回切法切削後的立體形狀，如果無牙本質之陶瓷層之形態作指標，在製作上是非常困難的。如果單靠直覺經驗而不能正確地作出形態（非常熟練的人也許能夠），就會變成非牙本質陶瓷控制形態，而由上層之陶瓷層來控制了。半透明陶瓷由於厚度不同，色澤度和亮度等會發生變化，而經由牙釉質色、透明陶瓷層的厚度之發生變化，最後會導致牙冠顏色也發生變化。

整個牙冠的色調取決於正確配置的各色陶瓷層，從這裡可以看到陶瓷築盛採用回切法是非常必要的。

第二章 陶瓷的基本築盛法

本書不可能詳細地談及有關金屬熔附陶瓷的理論原理。但是，如果正確地依照理論原理製作金屬熔附陶瓷，雖然這種材料本質上的缺陷沒有解決，也可以製作出與自然牙齒的色調相當接近的牙冠。

在此，把有關理論原理在本章中，用照片加以說明。

要得到色調相稱的金屬熔附陶瓷，完全取決於半透明陶瓷的厚度。因此，橋基牙的磨除量比全陶瓷套冠的削除量要較多是必要的，否則就會失去半透明感，金屬從半透明層裏會直接反射出來。

金屬熔附陶瓷在欲作普通色調的牙齒時，頰側或唇側厚度應為 1.3-1.4 mm，切端部的厚度為 1.5-1.6 mm，切端部的長度為 1.5-2 mm。這厚度同時也包含了金屬結構。如果要製作與橋基牙形成前相同的形狀、位置的普通色調的金屬熔附陶瓷冠，橋基牙的削除量必須控制在如上的厚度範圍內。如要得到非常透明的色調，更需要超出以上的厚度。唇頰體部分不達到 1.5 mm 以上的厚度是不行的(圖 II-1 a.b.)。

一、築盛

對陶瓷的築盛而言，重點之一是用液體(水等)調成陶瓷材料，在燒成前使築盛物中的陶瓷

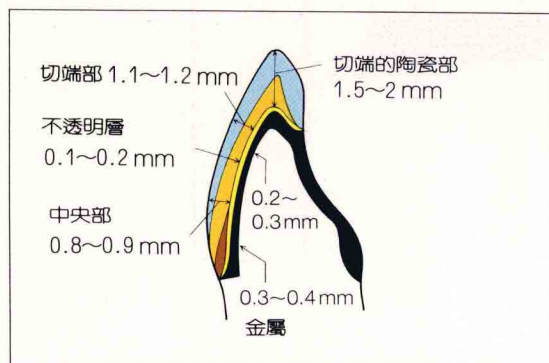
粒子間的空隙愈少愈好，亦即所謂的“填壓(condense)。”有關“填壓”，請參照牙科金屬陶瓷一書。

另外一個要點就是要把握各層陶瓷的配置位置、厚度及形狀，還要有正確的界層結構。因為金屬熔附陶瓷的自然色調是由牙本質色、牙釉質色、透明陶瓷色等各色陶瓷正確地配置而成的，正如前所述之陶瓷材料的正確構成是用“回切法”。為了利用這種方法，在實際製作時，切削後的牙本質色陶瓷的形狀要保存到最後，這點很重要。而且應該注意在陶瓷築盛中避免各色陶瓷界面層移動或混和。

陶瓷築盛法可分為“調刀法”(spatula technique)和“筆積法”(brush-on technique)。這二種方法的特點如表 II-1 所示。

陶瓷築盛技術在操作過程花的時間太長時，會使陶瓷過分乾燥，如果不斷地加水以保濕潤，卻又會使陶瓷粒子及顏色粒子產生移動而使陶瓷層中的空隙比率改變，以致於引起各色陶瓷層的顏色及半透明效果受到損害。因而築盛工作要求操作迅速。因之，重點應放在操作之速度上。但是操作速度快有時還會導致各色陶瓷層的結構上些許程度的疏忽。

筆積法一般是指把陶瓷材料一點一點地塗厚築成的方法。其操作容易掌握，適合在於顯示陶瓷層結構上微妙的混和色。因此，本法適



■ II-1 a、b 在金屬熔附陶瓷中、陶瓷與金屬底層的厚度。

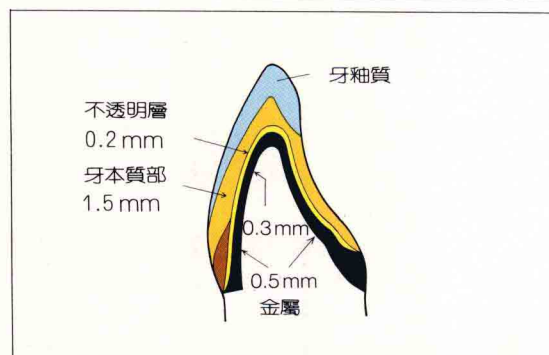


圖 II-1 a 金屬熔附陶瓷冠各組成部份的最低厚度及其圖解。

圖 II-1 b 陶瓷與金屬底層的最適宜厚度的圖解(根據 1980 年 John W. Mclean: The Science and Art of Dental Ceramics)

用於不透明陶瓷的築盛，牙本質色陶瓷回切後的牙釉質色以及特殊顏色陶瓷的築盛。

與此相反，調刀法則是一次大用量地築盛，可以快速完成操作，這就很適用於牙本質色陶瓷的築盛。因此，這兩種築盛方法可因步驟之不同而相互應用。沒有必要固定要用那種方法。重要的是分辨兩種方法各取所需的使用。

二、熱風技術 (Hot-air technique)

陶瓷築盛作業可以分為築盛和填壓操作兩種。築盛操作是技術上不可缺少的造形操作，要求在技術上不得有半點差錯才行。但是，填壓操作只是簡單的機械性連續操作，有簡化工序的餘地。

填壓操作是產生震動而使多餘水分析出後以面紙或紗布吸取之。震動是陶瓷壓縮操作中

表 II-1 筆積法及調刀法之特徵

筆 積 法	調 刀 法
①因筆含有之水份，在築盛時可常時保持濕潤，但是會有水份過多之傾向，因此必須常用面紙或紗布吸水。	①不會有水份過多的現象，因此不必反復地吸水操作。
②只能一次少量地築盛。全部築盛後因多次反復操作，有可能埋入氣泡而且也較費時。	②可以大量地築盛，操作很快，埋入氣泡之機率較少，用調刀背可切可壓，因此牙冠形態之成形不但簡單且速度亦較快。
③少量地追加時，因筆尖之水分使先前之築盛面易於接受追加之陶瓷且較容易控制。因此，在用於微妙的操作時如牙釉色陶瓷及特殊色陶瓷的築盛時很適用。	③少量追加時，水分會被下層陶瓷吸收，因此追加不易，較難控制，爲了使陶材易於追加填入，因此必須加壓而容易封入氣泡，且會使下層的陶瓷層移動，導致裂痕的產生。
④填壓時必須使用別的器具來作震動。	④用調刀在表面抹平或輕敲，不必換器具便可作填壓操作。

不可缺少的程序，不能從簡省略。而吸水操作只是簡單地吸取多餘水份，可以有別的辦法來取代。

吸水操作有如下幾個問題：

- (一)由於在吸水操作中水分之流動，不透明陶瓷或顏料中的微粒，在陶瓷泥中移動（陶瓷中含有使水渾濁幾個小時以上的微粒，特別是不透明陶瓷和顏料的微粒）。而滲進各色陶瓷界面層中，會影響完成後的色調。
- (二)在吸水時吸走了不透明陶瓷或顏料的微粒，增加了陶瓷的透明度，進而褪色，燒成後會呈較暗色。特別是初學者，由於築盛操作的時間拖長，反復地加水、吸水，更容易出現這種現象。
- (三)由於是用面紙和紗布吸水，用手指擠壓築盛體，會使陶瓷變位變形。

吸水操作乃是不可缺少的操作工序，爲了解決以上缺點，簡化操作手續，要求做到“吸水不過猛”，“不直接觸及陶瓷”，能夠除去多餘水份就行。如此一來，則當以吹風機的溫風

乾燥最好。本書作者稱這種方法爲“熱風技術（hot-air technique）”（注：這種方法只是代替吸水操作工序，不能代替填壓操作方法。）

同樣一種築盛方法，還有用特殊陶瓷之調和液來使用於不透明陶瓷者。作者的方法是用水調和主體部份陶瓷（牙本質色，牙釉質色，透明及特殊色之陶瓷），而後用溫風加以乾燥。

在實際之陶瓷築盛中，初期（僅牙本質色陶瓷之築盛等）可大量地築盛且用面紙或紗布吸取過量之水分，在漸進入後段程序，如牙釉質色陶瓷和透明陶瓷進行少量築盛追加，鄰接面之補缺和最後填壓等階段的吸水操作時，就可使用這種“熱風技術”。

在使用“熱風技術”時，左手拿鑷子夾住築盛物，右手持器具添加陶瓷。如果水分過多，就對着吹風機溫風烘去適量之水分，然後繼續築盛（如圖 II-2 a.b.）。填壓時，震動左手上的築盛物，浮出之水分用溫風吹乾（注：築盛過程中，不能使陶瓷完全乾燥）。在最後之填壓過



圖 II-2 a 實際的熱風技術。在模型上最後填壓。如圖，平時不需置于熱風上。當被振動的水分浮現時由熱風除去，如此反復操作。圖右上是吹風機的送風口。



圖 II-2 b 接觸點的迫加上瓷和填壓操作。在常法中這階段最費心。迫加瓷的多餘水分若不注意吸去，陶瓷易變位。但用熱風技術時就非常容易操作了。

程，把築盛物保持在溫風中，不斷地震動，填壓就持續進行。採用這種方法，工作效率高（以超音波之填壓方法時，情況也相同）。

採用“熱風技術”可以大幅度地縮短作業時間，減緩水份之移動，進而抑制顏料粒子之移動。同時由於不直接接觸築盛物，可避免陶瓷層變位和移動。因此，築盛後之各色陶瓷層界面結構十分清晰，築盛時位置關係十分準確地保持到進行了緊密地填壓，如此就能得到預期之色調。這對多層陶瓷築盛是非常有利的。

只是這種“熱風技術”是比較先進之技術。對從事金屬熔附陶瓷之初學者來說，也許稍稍難了些，但對熟練者卻是非常有效之方法。

三、工具(instrument)

(一)陶瓷調拌工具(圖 II-3 a)

1. 玻璃板：陶瓷調拌板

2. 毛巾布：

用濕潤毛巾布墊在玻璃板下。調好筆尖，用調拌刀等取用陶瓷，如此不但可冷卻玻璃板，並可使之保持濕潤，這樣玻璃板上調拌的陶瓷就不易乾。

3. 水槍(注射器)

調拌時，往陶瓷裡加水。

4. 調拌刀

調拌用調拌刀，可用金屬製成或用玻璃、骨、瑪瑙之製成品。金屬調拌刀，在調拌時刀屑