

琺瑯質과 象牙質의 酸處理後의 電子顯微鏡 所見에 關한 研究*

서울大學校 齒科大學 保存學教室

教授 金 英 海

A STUDY ON ELECTRON-MICROSCOPIC FINDINGS AFTER ACID ETCHING ON ENAMEL AND DENTIN

Prof. Yung Hai Kim D.D.S. Ph.D.

*Dept. of Operative Dentistry, College of Dentistry
Seoul National University*

..... > Abstract <

The purpose of this study was to compare the solubility of enamel and dentin to an etchant after fluoride application.

Specimens were collected from extracted anterior and bicuspid and each tooth was cut into several pieces. These specimen were allocated in 7 group; 1%, 2%, 3% NaF, 1%, 8%, 20% SnF₂, and control group. Five specimens in each group was exposed to pre-determined fluoride solution for 3 minutes, and washed with running water.

These specimens were etched by Hipol (commercial label) etchant for 30 seconds. Following are the findings obtained through 'S.E.M.

1. All specimens with acid etching revealed preferential removal of prism periphery leaving prism core.
2. Specimens treated with 1%, 2% NaF solution showed that the shape of prism tip was thin and sharp like a needle. The case of 3% NaF showed rather round shape at prism end.
3. 1% of SnF₂ case showed similar findings with the control group but 8% and 20% SnF₂ case revealed needle shape at the prism and was less clear than NaF case. Preferential removal of prism periphery was partially observed and undecalcified area is fused to prism forming reidge.
4. Dentine treated by fluoride compound in low concentration showed the orifice of dentinal tubule was clearly enlarged whereas in high concentration the orifice was not widened.

*本 研究는 1983年度 서울大學校病院 臨床研究費의 一部로 이루어진 것임.

I. 緒 論

齶蝕充填材로서 “레진”이 사용되기는 第二次大戰後였으나 甚한 收縮과 磨耗性이 높다는 理由 때문에 臨床적으로는 極히 制限된 例에서만 適用 되었다. 磨耗性에 對해서는 微細硝子粒子 硅砂粉末等을 混入하여 耐磨性을 賦與코자 하였고, 收縮을 막기 爲해서는 不整形의 混入物과 또 이에 化學的의 “세-렌화” 處理로서 어느 程度의 吸濕性的 改善과 收縮을 防止할 수 있었다. 그러나 窩洞內에서의 維持力은 他材料에서 期待하는 것보다 훨씬 적다는 短點이 있다. 그것은 이 “레진”이 審美的 特徵 때문에 主로 前齒部 齶蝕에 適用되기 때문에 窩洞形成에 있어서 그 깊이를 充分히 줄 수 없고, 또 깊은 窩洞에 있어서도 生活齒髓인 境遇 其 生活力 保護를 爲한 裏裝으로 깊이가 훨씬 相殺되기 때문이다. 1955年 에 Bunocore¹⁾는 齒質과 “레진” 充填材의 直接 結合으로 充填材의 維持力을 增強하는 手段으로 酸處理法을 開發報告하였다. 酸處理 操作으로 珪瑯移柱의 無機成分을 選擇의 溶解함으로서 粗雜하게된 表面에 “레진” 材料가 侵透되도록 하였든바 器機的인 結合力을 높일수 있었다.²⁾ 其以後 酸處理 操作은 齒科用 接着性 “레진”을 應用함에 있어서 各臨床分野에 넓리 利用되어 矯正分野에서는 bracket를 金屬 band에 鎔接하는 代身 Newman³⁾은 直接齒牙 表面에 酸處理後 接着하는 方法을 發表하여 D. B. S.法으로 學界에서는 받아들여지고 있다.

齒牙硬組織의 化學的 構造를 보면 $Ca_{10}(PO_4)(OH)_2$ 로서 hydroxyapatite가 無機質로서 大宗을 이루고 有機量과 質이 結合되어 있다. 酸을 適用함으로서 無機質을 選擇의 溶解시켜 粗雜한 面을 얻고 여기에 “레진”이 器機的으로 結合토록 되는 것이다. 主로 酸으로서는 磷酸이 使用되며 高濃度에서 보다 30%乃至 50%에서 더 脫灰現象이 顯著하다고 한다. 또 酸處理面은 其 脫灰現象을 Silverstone^{4), 5)}은 三種類로 分類하였다.

第二型: 特定部位에 選擇의 溶解로 強하게 脫灰現象은 볼수 없고 任意의 部位에만 脫灰되는 境遇.

第二型: 珪瑯移柱의 周緣部位가 더크게 脫灰되고 中心部는 突起를 形成하는 境遇.

第三型: 特定部位에 選擇의 溶解로 強하게 脫灰現象은 볼수 없고 任意의 部位에만 脫灰되는 境遇.

이 酸을 作用시키는 時間은 30秒에서 約 3分間이

普通이고 지나치게 時間을 延長하여도 粗度가 比例的으로 커지는 않으며 臨床에서는 約 2分間 酸處理하는 것이 常例이고 이때에 直接的으로 酸에 依해 脫灰되는 部分과 殘存部位는 約 $15\mu\mu$ 의 着生 生진다고 한다. 그러나 其 以上の 深部 珪瑯質에서는 約 $50\mu\mu$ 까지 酸抵抗性이 弱화되고 微細空泡形成을 볼 수 있다고 한다. 珪瑯移柱는 局所 表面에서 直角으로 齒髓쪽을 向해서 走行하고 있고 高度로 石灰化되고 있고 內徑은 約 $7\mu\mu$ 程度로된 六角形의 柱狀의이며 各種酸에 對한 溶解度는 局所位置의 變化에 따라 各種各색으로 나타나는 것으로 보인다. 同一酸에 對해서도 따라서 Silverstone⁶⁾이 分類한 第一型 或은 第二型이 나타나고 때로는 作用 時間이 延長되거나 濃度가 높을때는 第三型에 屬하는 樣相을 띄게 된다. 酸으로서는 磷酸, 黃酸, 塩酸, 室酸, 蔞酸, 蟻酸, 枸橼酸, 磷酸 亜鉛液等이 單味 或은 複合劑로서 臨床에 應用되고 있다. 上記酸中에서도 여러 製品の 酸處理溶液은 磷酸을 主成分으로한 것이 大部分이며, 其 濃度 또한 一定치가 없다. 가장 效果의인 濃度는 勿論 “레진” 充填物의 큰 維持力을 얻기 爲한 것이지만 여기에도 여러가지 關聯事項이 關係된다.

最大의 接着力을 얻을 수 있는 濃度는 磷酸의 境遇 30%~50%라고 Soepto⁷⁾ 및 大槻⁸⁾等은 主張하고 있으나 Low⁹⁾等이 提示하는 바와 같이 여기에는 測定程度에 問題가 있을 수 있을뿐만 아니라 酸處理方法, 酸處理 後의 水洗時間, 珪瑯質의 耐酸性 및 年齡差等의 影響因子를 考慮할 수 가 없다.

Chow¹⁰⁾ 및 大澤¹¹⁾等은 各種濃度의 磷酸溶液과 珪瑯質과의 特異反應에 있어서 酸處理로 珪瑯質에서 溶出된 Ca^{++} 量을 計測하나 25%에서 最大 Ca^{++} 溶出量을 얻었다. 하였다. 溶出된 Ca^{++} 은 珪瑯質 表面에서 25%以下에서는 물에 難溶性인 第二磷酸 칼슘로서 25%以上에서는 물에 水溶性인 第一磷酸 칼슘로서 齒面에 再沈着되기 때문에 25% 以上の 것을 使用함으로서 水洗에 依해 쉽게 除去할 수 있고 이렇게 함으로서 接着力에 惡影響을 除去할 수 있다고 하였다. 處理方法에 關해서는 佐塚¹²⁾等은 문질르는法 (rubbing)과 浸漬法 (immersion)을 紹介 한바 前者에 있어서 더큰 接着力을 얻었다고 하고 其 理由로서는 Ca_3PO_4 의 再沈着을 妨害하기 때문이라고 推定하였다.

酸處理된 齒牙 表面은 “레진”이 스며들어 가지만 “레진”이 浸透하지 않은 部位는 口腔內에 放置됨으

로서 齶蝕에 罹患될 可能性이 남게된다. 그러므로 “레진”充填에서는 流動성이 큰 液狀의 閉塞材(sealant)를 꼭 쓰도록하고 있다. 口腔內에 放置된 例에서도 約 16週經過하면 未處置瑠瑯質과 같은 狀態로 되돌아 간다고 한다.^{8, 9, 10)} 即 再石灰化過程이 일어나는 結果로 보이나 其期間內에서의 齶蝕의 危險성은 嚴存하는 것으로 보아야할 것이다. Bunocore^{1, 2)}는 酸處理前, 中, 後에 弗素를 塗布하는 方法을 試圖하였든바 酸處理直後의 弗素塗布는 齒牙面과 “레진”의 接着力에 阻害要因이 된다고 하였고, 酸處理中에 弗化物을 混入하는 方法은 贅反兩論 이 있으나 앞으로 檢討되어야 할 것이다. 弗素에 依한 齶蝕抵抗성은 日常生活에도 널리 應用되고 있다.¹¹⁾ 上水道의 弗素化 齒藥의 弗素添加 齒科臨床에서 塗布法等으로 齶蝕罹患率は 歐美先進國에서도 50%以上の 抑制效果를 얻고 있는 實情이다. 動物實驗에서 鼠와 鄭은 弗化物塗布는 最初 1分間에는 瑠瑯質面에 惹干吸收되기 始作하여 3分後에는 比較的 深層까지 浸透한다고 報告하였다.^{15, 16)}

弗素와 齒牙의 接觸은 平常生活에서도 齒藥을 통해서 或은 齒科의 豫防目的으로 또는 弗素化飲料水로 漸次 機會가 많아지는 것으로 豫測된다. 이러한 齒牙治療目的으로 “레진”充填을 施行하기爲한 酸處理가 果然 期待할 만큼의 粗度を 얻을수 있을 것인가 與否를 確認할 目的으로 다음과 같은 實驗을 施行하여 이에 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 實驗材料

實驗材料로는 性別과 年齡에 關係없이 抜去된 前齒及 小白齒를 試料로 하였고 試藥으로는 NaF 1%, 2%, 3%溶液과 SnF₂ 1%, 8%, 20% 를 腐蝕劑로는 H₃PO₄를 主成分으로 하는 Hipol set의 것을 使用하였다.

2. 實驗方法

試料로 提供된 抜去齒牙는 浮石末로 研磨洗滌하여 清掃한 後 注水下에서 Disk를 使用하여 齒冠部를 瑠瑯質과 象牙質을 包含한대로 2等分하여 同一 齒牙試片을 NaF와 SnF₂處理群으로 兩分하였다. 16個齒牙에서 얻은 32個試片에서 取扱에 便利한 試片 30個를 弗素溶液濃度別로 6組로 割當하였다. 對照試片은 殘余試片中에서 任意로 2個試片을 골랐다. 各組의 試片은 24時間 生理的食鹽水에 浸漬

한 後 水分을 除去한 다음 NaF 1%, 2%, 3% 溶液과 SnF₂ 1%, 8% 및 20% 溶液에 各各 3分間 露出시켰다가 水洗하였다.

腐蝕處理는 Hipol set의 腐蝕液을 試片面에 均等하게 30秒間 作用시켜 가볍게 水洗한後 壓搾空氣로 乾燥하여 鏡檢하였다. 對照群은 弗素溶液에 處理하지 않고 腐蝕處理만 30秒間 施行하고 鏡檢하여 弗素處理例와 比較하였다.

III. 成 績

對照群: 瑠瑯稜柱周緣은 크게 陷沒溶解되고 稜柱中央部는 큰 不規則한 突起를 形成하고 있고 突起中心部에도 若干溶解되어 火山의 火口模樣을 나타냈다. 어떤 部位에서는 邊緣部位에서도 溶解되지 않은部位가 中央稜柱와 連結된채로 不規則한 斜面을 形成하고 있는 곳도 觀察되었다.

象牙質에 있어서는 象牙細管周緣이 크게 溶解되어 細管과 交通되어 明確한 組織像은 消失되었다.

NaF 1%例: 稜柱周緣은 크게 陷沒되고 稜柱는 큰 突起로 남아있으나 尖端은 銳利한 針狀으로 보이는 곳과 円形으로 보이는 곳이 混存하는 像이었다. 象牙細管은 周緣의 溶解로서 훨씬 큰 空隙을 形成하고 있었다.

NaF 2%例: 稜柱周緣의 溶解陷沒像과 齒細管周緣의 溶解像은 1%例와 大同少異하나 稜柱 尖端의 針狀은 훨씬 적은 感이 없다.

NaF 3%例: 稜柱周緣의 溶解像은 前記例와 相似하나 稜柱尖端像은 針狀보다는 不規則한 円形을 이루고 있었고 齒細管形態도 크게 擴大된 像은 볼수 없었다.

SnF₂ 1%例: NaF 1%例 보다 稜柱周緣溶解像은 不分明하고 稜柱尖端은 不規則한 円形으로만 보이고 齒質溶解部位도 鮮明치 않았다.

SnF₂ 8%例: 稜柱의 方向에 따라 多様な 溶解된 像을 볼수있고 周緣部는 脫灰가 甚한곳과 不完全脫灰로 稜柱와 連結되어 屈曲된 斜面을 形成한 所見이었고 脫灰溶解된 部位는 3%例와 비슷하였다.

齒細管은 對照群에서 보다는 若干 陷沒된 像을 보였다.

SnF₂ 20%例: 瑠瑯稜柱周緣의 溶解는 뚜렷하였으나 前例에서 보는것과 같이 크지는 않았고 稜柱의 厚徑도 큰 溶解없이 殘存하는 傾向이고 稜柱尖

端도 針狀變化는 別로 크지 않았다. 齒細管도 큰陷沒部位는 볼수 없고 溶解度는 훨씬적은 것으로 보였다.

IV. 考 按

酸에 依한 齒質의 腐蝕은 近來 複合“레진”이 齶蝕充填材로써 齒齒部뿐만 아니라 臼齒部에도 漸次 크게 利用될 展望인 바 果然充分한 維持力을 期待할 수 있느냐 하는 點이 큰 關鍵으로 생각된다. 酸種類에 따라 琺瑯質 어떤部位에 脫灰作用이 크게오고 어떤部位가 殘存하여 器機的으로 維持力을 發揮하느냐에 關해서는 數 많은 研究報告가 있다. 稜柱周緣에 크게 作用하여 脫灰溶解하는 것과 稜柱中央部에 큰 脫灰溶解하여 周邊의 齒質이 殘存하는 것으로 分類되지만 作用時間과 作用部位에 따라서는 一定한 類型을 나타내지는 않는 特性이 있는 것으로 보인다.

弗素가 齶蝕豫防에 큰 役割을 하고 있는 것은 弗化物이 酸에 對한 不溶性이 있기 때문이다. 弗化物은 齒牙硬組織에 주로 塗布에 依하여 琺瑯質에 取入되고 象牙質에는 齒髓를 통해서 많이 取入되는 것으로 알려져 있다. 琺瑯質取入은 大略 2分內에 急速히 取入되고 徐徐히 3分에 最高值에 達하는 것으로 報告되고 있다.

本實驗에서는 3分間 濃度를 달리하는 弗化物에 浸漬한 後 磷酸液으로 腐蝕할 때 其溶解性에 어떤 影響을 주는가에 對해서 究明하는 것이 目的이었다.

成績에서 보는 바와 같이 NaF 及 SnF₂에 있어서 低濃度에서는 對照群例에 比해서 큰 差異는 볼수 없었으나 NaF 3%와 SnF₂ 20%例에서는 確實히 脫灰溶解像이 不分明하게 보인다. 勿論 琺瑯稜柱周緣의 脫灰溶解像은 全實驗例에서 同一하게 觀察되지만 其間隙에 있어서 低濃度일수록 顯著하고 또 殘存稜柱의 尖端像이 低濃度 或은 對照群에서는 銳利한 針狀을 나타내는 反面 高濃度 弗素液處置例에서는 거의가 円形을 이루고 있는 點으로 보아 酸에 對한 耐性이 큰 것으로 推定할 수가 있다. NaF와 SnF₂間의 酸耐性은 比較하기가 困難하지만 臨床에서 常用濃度인 NaF 2%와 SnF₂ 8%例에서 脫灰像으로 比較하여 보면 NaF例에서 더욱 針狀稜柱를 많이 볼 수 있다는 事實로 미루어 SnF₂가 더욱 큰 耐酸性을 發揮하는 것으로 믿는다. 象牙質에

있어서는 象牙細管周邊이 脫灰되어 固有의 齒細管이 若干 크게 보이는 傾向이나 顯著하지는 못하다 이것은 象牙質에 有機質이 琺瑯質에서 보다 많이 含有되었기 때문에 酸에 對한 無機質溶解가 銳敏하게 이루어지지 못하는데 起因하는 것으로 思料된다.

複合“레진” 充填에 앞서서 施行되는 酸腐蝕效果는 患齒가 過去에 弗素塗布의 經驗이 있으면 經驗이 없는 齒牙보다는 其 效果가 적어진다고 推測할 수 밖에 없다.

V. 結 論

齒牙琺瑯質과 象牙質에 있어서 弗化소-다(NaF) 及 弗化錫(SnF₂)으로 處理된 齒質에 磷酸을 主成分으로하는 Hipol(國產台) 酸處理液으로 處理한 後 表面을 電子顯微鏡으로 觀察한 所見은 다음과 같다.

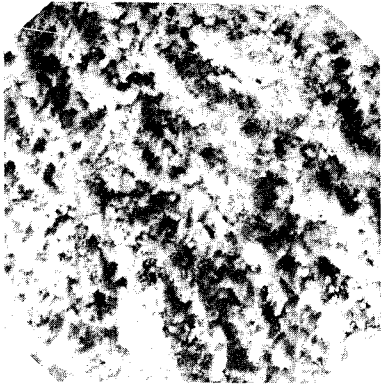
1. 酸處理로 腐蝕한 齒牙琺瑯質面은 稜柱周緣이 溶解除去되고 中央部만 殘存하여 粗雜한 相을 形成하고 있었다.
2. 酸處理前에 NaF溶液에 3分間 露出시킨 境遇 1% 及 2%例에서는 殘存琺瑯稜柱尖端이 針狀을 이루는 傾向이었고 3%例에서는 針狀보다는 円形을 呈示하였다.
3. SnF₂ 1%例는 對照群所見과 비슷하였으나 8% 及 20%例에서는 稜柱尖端의 針狀이 훨씬 적게 나타나고 稜柱周緣의 溶解도 不完全하여 稜柱와 連結된 像이었다.
4. 象牙質에서는 弗素化合物種類에 關係없이 低濃度例에서는 齒細管開口部가 크게 陷沒되었고 濃도가 높을수록 이 現像은 적어지는 傾向이었다.

參 考 文 獻

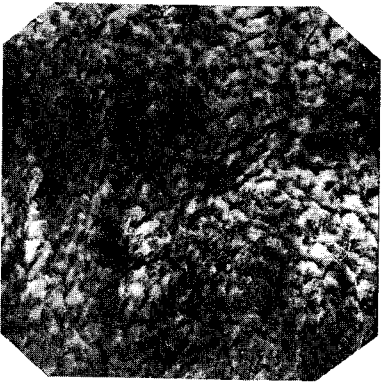
1. Bunocore, M.G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J.dent Res. 34:849-853, 1955.
2. Bunocore M.G., Matsui, A and Gwinnett,: Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with references to bonding. Arch oral Biology 13:61-70, 1968.
3. Gwinnett. A.J. and Matsui A: A study of enamel adhesives: The physical relationship between enamel and adhesive. Arch oral

- Biology 12:1615-1620, 1967.
4. Gwinnett A.J.: Histological changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. Arch oral Biology 16:731-738. 1971.
 5. Newman, G.V.: Adhesion and orthodontic plastic attachments. A.J. of Orthodontics. 58:573-588, 1969.
 6. Miura F, Nakagawak and Masuhara E.: New direct bonding system for plastic brackets A.J of Orthodontics. 1971.
 7. Koulourides T. and Pigman. W.: Studies on rehardening of artificially softened enamel. J. dent. Res. 39:198, 1960.
 8. Wei SHY and Koulourides T.: Electron microprobe and microhardness studies of enamel remineralization J.dent Res. 51:648-651, 1972.
 9. Silverstone L.M. and Poole D.F.G.: Histologic and Ultrastructural features of remineralized carious enamel, J. dent Res. 48: 766-770, 1969.
 10. Wei SHY: Electron microprobe analysis of the remineralization of enamel. J.dent Res. 49:621-625. 1970.
 11. Kochaiv. D. Gedalia and Anaise J.: Effects of conditioning with fluoride and phosphoric acid on enamel surfaces as evaluated by scanning electron microscopy and fluoride incorporation. J. dent. Res. 54:304-309, 1975.
 12. Bohrer J. and Gedalia I.: Fluoride concentration in enamel treated with 50% phosphoric acid NaF with subsequent decalcification in "acid-gel". J.dent. Res. 59:1022-1025, 1980.
 13. Hiroe, J.D., Sather, A.H. and Chao E.Y.S.: The effect of topical fluorides, after etching of enamel, on the bond strength of directly bonded orthodontic brackets, Amer J of Orthodontics, 78:444-452. 1980.
 14. Takahashi Y, Arakawa Y et al: The effect of sodium fluoride in acid etching solution on sealant bond and fluoride uptake. J. Dent. Res. 59:625-630. 1980.
 15. 吳安民:放射性弗素(¹⁸F)의 齒牙硬組織內 浸透에 關한 實驗的 研究. Vol.2, No.1, 945~950, 1976.
 16. 鄭寬喜:弗素의 齒牙硬組織內 移動에 關한 實驗的 研究. Vol.2, No.1, 83-90, 1977. 2
 17. Soepto, Beech, DR and Hardwick J.L.: Mechanism of adhesion of polymers to acid etched enamel. J. Oral Rehabil 5:59-80, 1978.
 18. Otsuk: A and Takeuchi. M: A simple feature sealant and its tensile bond strength to etched bovine enamel. Caries Res. 10:463-472. 1976.
 19. 閔丙德:珐瑯質의 酸脫灰에 關한 實驗的 研究.
 20. Low T. Davies. E.H and Von Fraunhofer J. A.: A method of determining the tensile bond strength of fissure sealant materials. J. Oral Rehabil 2:341-347. 1975.
 21. Chow L.C. and Brown W.E.: Phosphoric acid conditioning of teeth for pit and fissure sealants J.dent. Res. 52:1158, 1973.
 22. 大澤武雄:齶蝕豫防填塞法の前處理における 珐瑯質の 溶解性と接着性にて關する 研究. 口腔衛生會誌, 21: 53-69, 1971.
 23. 佐塚仁一郎 其他:各種齒面酸處理法の 引張り 接着力および酸處理齒面の様相におよぼす影響. 齒科學報, 79:2223, 1979.

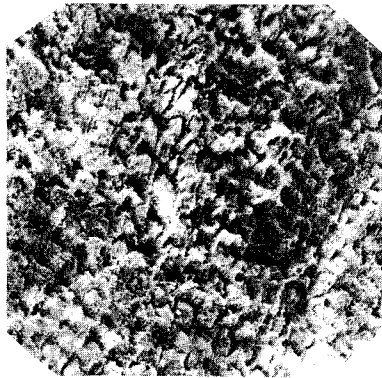
寫真附圖



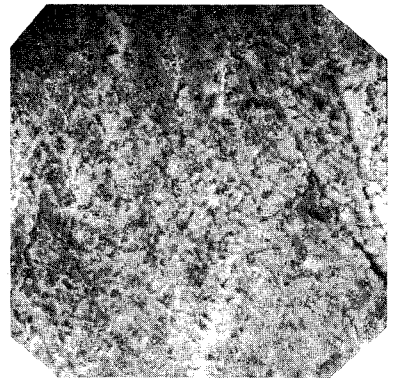
Control



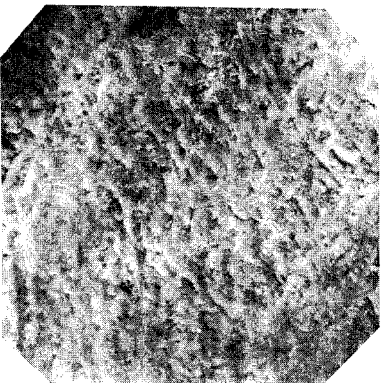
NaF 1%



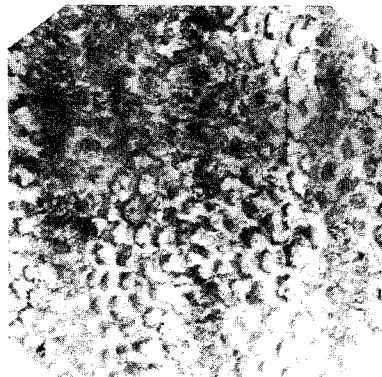
NaF 2%



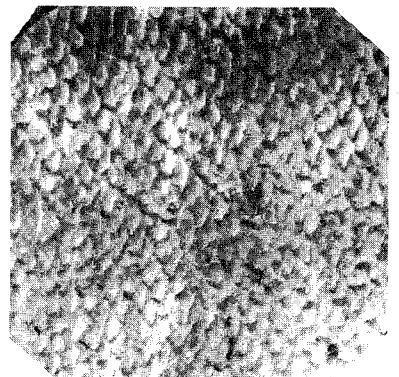
NaF 3%



SnF₂ 1%



F₂ 8%



SnF₂ 20%