



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I694925 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：107117092

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 20 日

(51)Int. Cl. : **B32B3/30 (2006.01)** **B32B15/04 (2006.01)**
C25D3/02 (2006.01) **C25D5/00 (2006.01)**
C25D5/10 (2006.01) **G02B5/02 (2006.01)**
G02F1/13357(2006.01)

(30)優先權：2012/11/21 美國 61/728,868

(71)申請人：美商 3M 新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國

(72)發明人：菲崔 狄恩 PHAM, TRI DINH (US)；康史帝芬 星-誠 KONG, STEVEN HIN-
 CHUNG (US)；張海燕 ZHANG, HAIYAN (US)；艾羅森喬瑟夫 西歐多爾
 ARONSON, JOSEPH THEODORE (US)；里夫麥可 勞伯特 LEAF, MICHAEL
 ROBERT (US)；鮑伊德蓋瑞 提摩西 BOYD, GARY TIMOTHY (US)；強森尼可拉
 斯 艾倫 JOHNSON, NICHOLAS ALLEN (US)；王慶兵 WANG, QINGBING (CN)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 101315160B

WO 2011/149715A1

WO 2012/043828A1A1

審查人員：蔡志明

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：35 共 107 頁

(54)名稱

光學膜、製造結構化表面之方法及使用彼製得之微複製工具

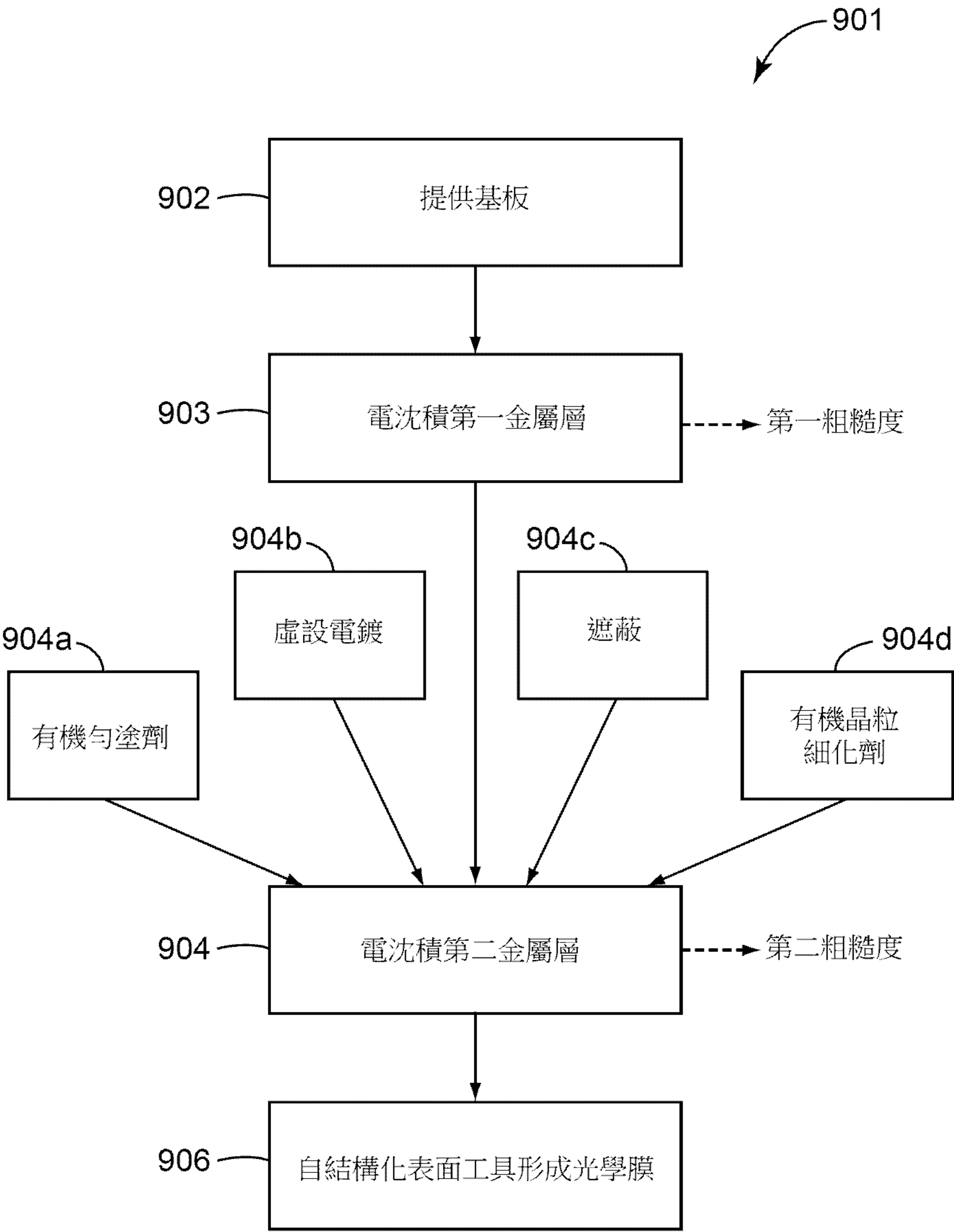
(57)摘要

本發明係關於光學擴散膜，其藉由微複製自結構化表面工具製得。該工具使用兩部分電鍍製程製得，其中第一電鍍程序形成具有第一主要表面之第一金屬層，且第二電鍍程序在該第一金屬層上形成第二金屬層，該第二金屬層之第二主要表面具有比該第一主要表面小之平均粗糙度。該第二主要表面可充當該工具之該結構化表面。此表面之複製品可隨後在光學膜之主要表面中製得以提供光擴散特性。該結構化表面及/或其組份結構可根據不同參數表徵，諸如光學混濁度、光學透明度、該構形沿正交平面內方向之傅里葉功率頻譜、每單位面積隆脊長度、等效圓直徑(ECD)及/或縱橫比。

Optical diffusing films are made by microreplication from a structured surface tool. The tool is made using a 2-part electroplating process, wherein a first electroplating procedure forms a first metal layer with a first major surface, and a second electroplating procedure forms a second metal layer on the first metal layer, the second metal layer having a second major surface with a smaller average roughness than that of the first major surface. The second major surface can function as the structured surface of the tool. A replica of this surface can then be made in a major surface of an optical film to provide light diffusing properties. The structured surface and/or its constituent structures can be characterized in terms of various parameters

such as optical haze, optical clarity, Fourier power spectra of the topography along orthogonal in-plane directions, ridge length per unit area, equivalent circular diameter (ECD), and/or aspect ratio.

指定代表圖：



【圖9】



I694925

【發明摘要】

【中文發明名稱】

光學膜、製造結構化表面之方法及使用彼製得之微複製工具

【英文發明名稱】

OPTICAL FILM, METHOD OF MAKING STRUCTURED SURFACE AND MICROREPLICATION TOOL MADE USING SAME

【中文】

本發明係關於光學擴散膜，其藉由微複製自結構化表面工具製得。該工具使用兩部分電鍍製程製得，其中第一電鍍程序形成具有第一主要表面之第一金屬層，且第二電鍍程序在該第一金屬層上形成第二金屬層，該第二金屬層之第二主要表面具有比該第一主要表面小之平均粗糙度。該第二主要表面可充當該工具之該結構化表面。此表面之複製品可隨後在光學膜之主要表面中製得以提供光擴散特性。該結構化表面及/或其組份結構可根據不同參數表徵，諸如光學混濁度、光學透明度、該構形沿正交平面內方向之傅里葉功率頻譜、每單位面積隆脊長度、等效圓直徑(ECD)及/或縱橫比。

【英文】

Optical diffusing films are made by microreplication from a structured surface tool. The tool is made using a 2-part electroplating process, wherein a first electroplating procedure forms a first metal layer with a first major surface, and a second electroplating procedure forms a second metal layer on the first metal layer, the second metal layer having a second major surface with a smaller average roughness than that of the first major surface. The second major surface can function

as the structured surface of the tool. A replica of this surface can then be made in a major surface of an optical film to provide light diffusing properties. The structured surface and/or its constituent structures can be characterized in terms of various parameters such as optical haze, optical clarity, Fourier power spectra of the topography along orthogonal in-plane directions, ridge length per unit area, equivalent circular diameter (ECD), and/or aspect ratio.

【指定代表圖】

圖9

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

光學膜、製造結構化表面之方法及使用彼製得之微複製工具

【英文發明名稱】

OPTICAL FILM, METHOD OF MAKING STRUCTURED SURFACE AND MICROREPLICATION TOOL MADE USING SAME

【技術領域】

本發明大體上係關於光學膜，尤其應用於可藉由微複製自工具製得之此等膜中，且其中該工具可易於定製，以得到具有控制量之光學擴散及光學透明度以及非凡的空間均勻性之膜。

【先前技術】

諸如液晶顯示器(LCD)系統之顯示系統用於多種應用及市售裝置中，諸如電腦監視器、個人數位助理(PDA)、行動電話、小型音樂播放器及薄LCD電視。許多LCD包括液晶面板及用於照射液晶面板之延伸區域光源(常常稱作背光)。背光典型地包括一或多種燈及多種光管理膜(light management film)，諸如光導、鏡面膜(mirror film)、光重新定向膜(light redirecting film) (包括增亮膜)、延遲器膜、光偏振膜及擴散膜。擴散膜典型地包括在內以隱藏光學缺陷且提高由背光發出之光的亮度均勻性。擴散膜亦可用於除顯示器系統之外的應用中。

討論

一些擴散膜使用珠狀構造以得到光擴散。舉例而言，光學膜可具有黏附於該膜之一個表面之一層微觀珠粒，且位於珠粒表面之光折射可起作用以得到膜之光擴散特徵。珠狀擴散膜之實例包括：具有珠粒稀疏分佈之

無澤面之線性稜鏡增亮膜，其由3M公司以產品名稱TBEF2-GM出售，在本文中稱作「稀疏分佈珠狀擴散器」或「SDB擴散器」；具有珠狀擴散器層之反射偏振膜，其由3M公司以產品名稱DBEF-D3-340出售，在本文中稱作「緊密堆集珠狀擴散器」或「DPB擴散器」；及包括在市售顯示裝置中之擴散覆蓋片，其在本文中稱作「市售覆蓋片擴散器」或「CCS擴散器」。圖1展示CCS擴散器之珠狀表面之代表性部分的掃描電子顯微鏡(SEM)影像，且圖1A展示此等表面之橫截面SEM影像。圖2及3分別展示DPB擴散器及SDB擴散器之代表性部分之SEM影像。

其他擴散膜使用不同於珠狀層之結構化表面以提供光擴散，其中該結構化表面係藉由微複製自結構化工具製得。此類擴散膜之實例包括：自工具經微複製具有圓的或彎曲結構之膜(在本文中稱作「I型微複製」擴散膜)，其具有藉由用切割機自工具移除材料來製得之對應結構，如US 2012/0113622 (Aronson等人)、US 2012/0147593 (Yapel等人)、WO 2011/056475 (Barbie)及WO 2012/0141261 (Aronson等人)中所描述；及自工具經微複製具有平的刻面(flat-faceted)結構之膜(在本文中稱作「II型微複製」擴散膜)，其具有藉由電鍍製程製得之對應結構，如US 2010/0302479 (Aronson等人)中所描述。圖4中展示I型微複製擴散膜之結構化表面之代表性部分的SEM影像，且圖5中展示II型微複製擴散膜之類似影像。其他微複製擴散膜還包括工具表面藉由噴砂程序製得而待要結構化之膜，且該結構化表面隨後藉由微複製自工具賦予該膜。參見例如美國專利7,480,097 (Nagahama等人)。

【發明內容】

在擴散膜具有珠狀構造之情況下，珠粒增加製造之成本。珠狀膜亦

易受縱向網(downweb)、橫向網(crossweb)及批次間變化之影響。此外，例如當將膜切割或轉化成單獨薄片時，單獨珠粒可自膜移位，且移位珠粒可能造成擴散膜為一部分之系統(例如顯示器或背光)中之非所需磨損。在I型微複製擴散膜之情況下，切割既定尺寸之工具所需的時間由於結構化表面上之結構之特徵尺寸減小而快速增加。當膜用於現代顯示器系統中時，需要特徵尺寸平均小於約15或10微米以避免稱作「火花」之光學假影或顆粒性，且切割用於I型微複製擴散膜之具有此種小特徵尺寸之工具所需的時間可變得較長或過長，且可提高製造成本。此外，切割方法可傾向於向結構化表面(即使表面上之結構看起來為隨機定向)引入可量測平面內空間週期性，其可能在顯示器應用中引起波紋效應(moire effect)。在II型微複製擴散膜之情況下，儘管可定製製程以得到具有不同光霾水準之膜，然而此等膜之光學透明度傾向於相對較高(例如相比於I型微複製擴散膜)，有時認為其為不利的，因為就既定量之光學混濁度而言，具有較高光學透明度之擴散膜以及具有較低光學透明度之類似膜並不隱藏缺陷。此示意性地展示於圖6之光學透明度對光學混濁度圖中，其中區域**610**極粗略地表示I型微複製擴散膜之大致設計空間，且區域**612**極粗略地表示II型微複製擴散膜之大致設計空間。(以下更詳細地論述光學混濁度及光學透明度。)在微複製擴散膜之結構化表面使用噴砂程序製得之情況下，此等膜傾向於具有可偵測之空間非均勻性，例如作為當噴砂噴射或噴嘴橫跨工具之延伸表面掃描時由其獲取之路徑之結果的模式或偽影。

吾等已開發光學擴散膜之家族及製造此等膜之方法，其可克服一個、一些或所有前述困難或挑戰。此等膜可藉由製造具有結構化表面之工具及微複製結構化表面作為光學膜之主要表面來製得。工具之製造可涉及

在生產具有相對較高平均粗糙度之第一主要表面之條件下電沈積第一層金屬，接著在產生具有相對較低平均粗糙度(亦即低於第一主要表面之粗糙度)之第二主要表面之條件下，藉由在第一層上沈積第二層同一金屬來蓋住第一層。第二主要表面當其經複製以形成光學膜之結構化主要表面時具有結構化構形，得到具有光學混濁度及光學透明度之所需組合連同關於結構化表面之構形之其他特徵之膜，當膜在顯示器中與其他組件組合時，就例如避免諸如波紋、火花、粒度及/或其他可觀測的空間圖案或標記之假影而言，該等其他特徵可為有利的。在微複製之前，第二主要表面可進一步經處理，例如諸如出於鈍化或保護之目的用不同金屬之薄層塗佈，然而此類塗佈較佳為足夠薄以實質上維持與第二層之第二主要表面相同之平均粗糙度及構形。藉由使用電沈積技術而非需要用鑽石工具或其類似者切割基板之技術形成結構化表面，大區域工具表面可以實質上較少時間及減少之成本製備。

如以上所述，光學膜之結構化主要表面提供具有所需量之光學混濁度及光學透明度之膜。結構化主要表面亦較佳具有避免或減少上述假影中之一或多者之物理特性。舉例而言，結構化表面之構形之表面輪廓可能具有特徵為超低週期性之一定程度的不規則性或隨機性，亦即，在傅里葉頻譜中沿第一及第二正交平面內方向中之每一者實質上不存在作為空間頻率函數的任何顯著週期性峰。此外，結構化表面可包含例如呈相異的空腔及/或突起形式之可辨別的結構，且該等結構之尺寸可能沿兩個正交平面內方向受限制。既定結構之尺寸可以平面圖中之等效圓直徑(ECD)來表示，且結構之平均ECD可能例如小於15微米，或小於10微米，或在4至10微米之間的範圍內。在一些情況下，結構可能具有較大結構與較小結構組合之

雙峰式分佈。結構可緊密堆集且不規則地或非均勻地分散。在一些情況下，一些、大部分或實質上所有結構可經彎曲或包含圓的或以其他方式彎曲之基底表面。在一些情況下，一些結構可能為錐體形狀或以其他方式由實質上平的刻面所界定。在至少一些情況中，結構特徵為結構之深度或高度除以結構之特徵橫向尺寸(例如ECD)之縱橫比。結構化表面可包含隆脊，其可例如形成於鄰接緊密堆集結構之接合處。在此等情況下，結構化表面(或其代表性部分)之平面圖可根據每單位面積總隆脊長度來表徵。光學擴散膜之光學混濁度、光學透明度及其他特徵可無需位於結構化表面或在其上或光學膜內其他地方使用任何珠粒而得到。

本申請案因此揭示製造結構化表面之方法。該等方法包括使用第一電鍍製程藉由電沈積金屬形成第一層金屬，使得第一層之第一主要表面具有第一平均粗糙度。該等方法亦包括使用第二電鍍製程藉由在第一主要表面上電沈積金屬在第一層之第一主要表面上形成第二層金屬，使得第二層之第二主要表面具有小於第一平均粗糙度之第二平均粗糙度。

第一電鍍製程可使用第一電鍍溶液，且第二電鍍製程可使用第二電鍍溶液，且至少藉由添加有機勻塗劑及/或有機晶粒細化劑，第二電鍍溶液可不同於第一電鍍溶液。第二電鍍製程可包括虛設電鍍(thieving)及/或遮蔽。該方法亦可包括提供具有基底平均粗糙度之基底表面，且可在基底表面上形成第一層，且第一平均粗糙度可大於基底平均粗糙度。金屬可為銅或其他合適之金屬。第一電鍍製程可使用第一電鍍溶液，其含有至多痕量有機勻塗劑，例如，第一電鍍溶液之有機碳總濃度可小於100 ppm，或75 ppm，或50 ppm。第一電鍍製程可使用第一電鍍溶液，且第二電鍍製程可使用第二電鍍溶液，且第二電鍍溶液中有機勻塗劑濃度與第一電鍍溶

液中任何有機勻塗劑濃度之比可為至少50，或100，或200，或500。形成第一層可產生包含複數個非均勻排列之第一結構之第一主要表面，且第一結構可包括平的刻面。形成第二層可產生包含複數個非均勻排列之第二結構之第二主要表面。該方法亦可包括使用第二金屬之電鍍溶液，藉由電沈積第二金屬，在第二主要表面上形成第三層第二金屬。第二金屬可包含鉻。

吾等亦揭示使用此等方法製得之微複製工具，使得微複製工具之工具結構化表面對應於第二主要表面。工具結構化表面可對應於倒轉形式之第二主要表面或非倒轉形式之第二主要表面。微複製工具可包括第一層金屬、第二層金屬及形成於第二層上之第三層第二金屬。

吾等亦揭示使用此等微複製工具製得之光學膜，使得膜之結構化表面對應於第二主要表面。膜之結構化表面可對應於倒轉形式之第二主要表面或非倒轉形式之第二主要表面。

吾等亦揭示之光學膜包括包含緊密堆集結構之結構化主要表面之光學膜，該等結構經排列使得隆脊形成於鄰接結構之間，該等結構之尺寸沿兩個正交平面內方向受限制。結構化主要表面可具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且(a)在第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率可小於0.8，第一峰比率等於第一頻率峰與第一基線之間的面積除以第一頻率峰下之面積，且(b)在第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率可小於0.8，第二峰比率等於第二頻率

峰與第二基線之間的面積除以第二頻率峰下之面積。結構化主要表面特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於 200 mm/mm^2 ，或小於 150 mm/mm^2 ，或在 10 mm/mm^2 至 150 mm/mm^2 之間的範圍內。

第一峰比率可小於0.5，且第二峰比率可小於0.5。結構化主要表面可提供至少5%且小於95%之光學混濁度。緊密堆集結構特徵為平面圖中之等效圓直徑(ECD)，且結構之平均ECD可小於15微米，或小於10微米，或在4至10微米之間的範圍內。結構化主要表面可實質上不包括珠粒。至少一些，或大部分，或實質上所有緊密堆集結構可包含彎曲基底表面。

吾等亦揭示之光學膜包括包含緊密堆集結構之結構化主要表面，該結構化主要表面界定參考平面及垂直於該參考平面之厚度方向。結構化主要表面可具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且(a)在第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率可小於0.8，第一峰比率等於第一頻率峰與第一基線之間的面積除以第一頻率峰下之面積，且(b)在第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率可小於0.8，第二峰比率等於第二頻率峰與第二基線之間的面積除以第二頻率峰下之面積。緊密堆集結構特徵可為參考平面中之等效圓直徑(ECD)及沿厚度方向之平均高度，且各結構之縱橫比可等於結構之平均高度除以結構之ECD；且結構之平均縱橫比可小於0.15。

結構化主要表面特徵可為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於 200 mm/mm^2 ，或小於 150 mm/mm^2 ，或在 10 mm/mm^2 至 150 mm/mm^2 之間的

範圍內。第一峰比率可小於0.5，且第二峰比率可小於0.5。結構化主要表面可提供至少5%且小於95%之光學混濁度。緊密堆集結構特徵可為平面圖中之等效圓直徑(ECD)，且結構之平均ECD可小於15微米，或小於10微米，或在4至10微米之間的範圍內。結構化主要表面可實質上不包括珠粒。至少一些，或大部分，或實質上所有緊密堆集結構可包含彎曲基底表面。

吾等亦揭示之光學膜包括包含緊密堆集結構之結構化主要表面，該等結構具有彎曲基底表面。結構化主要表面可具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且(a)在第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率可小於0.8，第一峰比率等於第一頻率峰與第一基線之間的面積除以第一頻率峰下之面積，且(b)在第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率可小於0.8，第二峰比率等於第二頻率峰與第二基線之間的面積除以第二頻率峰下之面積。此外，結構化主要表面可提供小於95%，或小於90%，或小於80%，或在20%至80%之範圍內的光學混濁度。

結構化主要表面特徵可為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於200 mm/mm²。第一峰比率可小於0.5，且第二峰比率可小於0.5。緊密堆集結構特徵可為平面圖中之等效圓直徑(ECD)，且結構之平均ECD可小於15微米，或小於10微米，或在4至10微米之間的範圍內。結構化主要表面可實質上不包括珠粒。

吾等亦揭示之光學膜包括包含緊密堆集結構之結構化主要表面。結構化主要表面可具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且(a)在第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率可小於0.8，第一峰比率等於第一頻率峰與第一基線之間的面積除以第一頻率峰下之面積，且(b)在第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率可小於0.8，第二峰比率等於第二頻率峰與第二基線之間的面積除以第二頻率峰下之面積。結構化主要表面可提供在10%至60%之範圍內的光學混濁度及在10%至40%之範圍內的光學透明度，或在20%至60%之範圍內的光學混濁度及在10%至40%之範圍內的光學透明度，或在20%至30%之範圍內的光學在中及在15%至40%之範圍內的光學透明度。

結構化主要表面特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於200 mm/mm²。第一峰比率可小於0.5，且第二峰比率可小於0.5。緊密堆集結構特徵為平面圖中之等效圓直徑(ECD)，且結構之平均ECD可小於15微米，或小於10微米，或在4至10微米之間的範圍內。結構化主要表面可實質上不包括珠粒。

吾等亦揭示之光學膜包括包含較大第一結構及較小第二結構之結構化主要表面，該第一結構及該第二結構之尺寸沿兩個正交平面內方向均受限制。第一結構可非均勻排列於主要表面上，且第二結構可緊密堆集且非均勻分散於第一結構之間，且第一結構之平均尺寸可大於15微米，且第二結構之平均尺寸可小於15微米。

第一結構之平均尺寸可為第一結構之平均等效圓直徑(ECD)，且第二結構之平均尺寸可為第二結構之平均等效圓直徑(ECD)。第一結構之平均尺寸可在20至30微米之範圍內。第二結構之平均尺寸可在4至10微米之範圍內。結構化主要表面可具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且(a)在第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率可小於0.8，第一峰比率等於第一頻率峰與第一基線之間的面積除以第一頻率峰下之面積，且(b)在第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率可小於0.8，第二峰比率等於第二頻率峰與第二基線之間的面積除以第二頻率峰下之面積。第一比率可小於0.5，且第二比率可小於0.5。第一結構可為平的刻面結構，且第二結構可為彎曲結構。第一結構可為主要表面中之第一空腔，且第二結構可為主要表面中之第二空腔。結構化主要表面特徵為結構化表面之結構之等效圓直徑(ECD)的雙峰式分佈，該雙峰式分佈具有第一及第二峰，較大第一結構對應於第一峰且較小第二結構對應於第二峰。結構化主要表面可實質上不包括珠粒。

吾等亦揭示顯示系統，其包括光導、經配置以由來自光導之光背面照亮的顯示面板、安置於光導與顯示面板之間的一或多個稜鏡增亮膜及安置於光導與一或多個稜鏡增亮膜之間的光擴散膜。光擴散膜之混濁度可為至少80%，且光擴散膜可具有藉由微複製自工具結構化表面製得之第一結構化主要表面，該工具結構化表面係藉由如下方法來製得：使用第一電鍍製程藉由電沈積金屬形成第一層金屬，使得第一層之主要表面具有第一平

均粗糙度，及藉由使用第二電鍍製程藉由在第一層上電沈積金屬在第一層之主要表面上形成第二層金屬，使得第二層之主要表面具有小於第一平均粗糙度之第二平均粗糙度，第二層之主要表面對應於工具結構化表面。

光擴散膜之第一結構化主要表面可具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且(a)在第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率可小於0.8，第一峰比率等於第一頻率峰與第一基線之間的面積除以第一頻率峰下之面積，且(b)在第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率可小於0.8，第二峰比率等於第二頻率峰與第二基線之間的面積除以第二頻率峰下之面積。光擴散膜之第一結構化主要表面可包含緊密堆集結構，其經排列以使得隆脊形成於鄰接結構之間，結構之尺寸沿兩個正交平面內方向受限制，且第一結構化主要表面特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於 200 mm/mm^2 。光擴散膜之第一結構化主要表面可包含緊密堆集結構，結構化主要表面界定參考平面及垂直於該參考平面之厚度方向，且緊密堆集結構特徵為參考平面中之等效圓直徑(ECD)及沿厚度方向之平均高度，且各結構之縱橫比可等於結構之平均高度除以結構之ECD；且結構之平均縱橫比可小於0.15。

光擴散膜之第一結構化主要表面可包含具有彎曲基底表面之緊密堆集結構，且第一結構化主要表面可提供小於95%之光學混濁度。光擴散膜之第一結構化主要表面可包含較大第一結構及較小第二結構，第一及第二結構之尺寸沿兩個正交平面內方向受限制；且第一結構可非均勻排列於第

一結構化主要表面上；第二結構可緊密堆集且非均勻分散於第一結構之間；且第一結構之平均尺寸可大於15微米，且第二結構之平均尺寸可小於15微米。光擴散膜之第二結構化主要表面可與第一結構化主要表面相對，第二結構化主要表面係藉由微複製自第二工具結構化表面製得，第二工具結構化表面係藉由如下方法來製得：使用第三電鍍製程藉由電沈積金屬形成第三層金屬，使得第三層之主要表面具有第三平均粗糙度，及使用第四電鍍製程藉由在第三層上電沈積金屬，在第三層之主要表面上形成第四層金屬，使得第四層之主要表面具有小於第三平均粗糙度之第四平均粗糙度，第四層之主要表面對應於第二工具結構化表面。擴散膜之第一結構化主要表面可面向顯示面板，且擴散膜之第二結構化主要表面可面向光導，且第一結構化主要表面可與第一混濁度相關，且第二結構化主要表面可與第二混濁度相關，且第一混濁度可大於第二混濁度。

吾等亦揭示之光學膜包括與第二結構化主要表面相對之第一結構化主要表面，第一結構化主要表面係藉由微複製自第一工具結構化表面製得，第一工具結構化表面係藉由如下方法來製得：使用第一電鍍製程藉由電沈積金屬形成第一層金屬，使得第一層之主要表面具有第一平均粗糙度，及藉由使用第二電鍍製程在第一層上電沈積金屬在第一層之主要表面上形成第二層金屬，使得第二層之主要表面具有小於第一平均粗糙度之第二平均粗糙度，第二層之主要表面對應於工具結構化表面。

第二結構化主要表面可藉由微複製自第二工具結構化表面製得，第二工具結構化表面係藉由如下方法來製得：使用第三電鍍製程藉由電沈積金屬形成第三層金屬，使得第三層之主要表面具有第三平均粗糙度，及使用第四電鍍製程藉由在第三層上電沈積金屬在第三層之主要表面上形成第

四層金屬，使得第四層之主要表面具有小於第三平均粗糙度之第四平均粗糙度，第四層之主要表面對應於第二工具結構化表面。第一結構化主要表面可與第一混濁度相關，且第二結構化主要表面可與第二混濁度相關，且第一混濁度可大於第二混濁度。

吾等亦揭示顯示系統，其包括光導、經配置以由來自光導之光背面照亮之顯示面板及安置於顯示系統前面使得顯示面板在光導與光擴散膜之間的光擴散膜。光擴散膜之混濁度可在10%至30%之範圍內，且光擴散膜可具有藉由微複製自工具結構化表面製得之第一結構化主要表面，該工具結構化表面係藉由如下方法來製得：使用第一電鍍製程藉由電沈積金屬形成第一層金屬，使得第一層之主要表面具有第一平均粗糙度，及使用第二電鍍製程藉由在第一層上電沈積金屬在第一層之主要表面上形成第二層金屬，使得第二層之主要表面具有小於第一平均粗糙度之第二平均粗糙度，第二層之主要表面對應於工具結構化表面。

光擴散膜之第一結構化主要表面可具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且(a)在第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率可小於0.8，第一峰比率等於第一頻率峰與第一基線之間的面積除以第一頻率峰下之面積，且(b)在第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率可小於0.8，第二峰比率等於第二頻率峰與第二基線之間的面積除以第二頻率峰下之面積。光擴散膜之第一結構化主要表面可包含緊密堆集結構，其經排列以使得隆脊形成於鄰接結構之間，結

構之尺寸沿兩個正交平面內方向受限制，且第一結構化主要表面特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於 200 mm/mm^2 。第一結構化主要表面可包含緊密堆集結構，且結構化主要表面可提供在10%至40%之範圍內的光學透明度。第一結構化主要表面可面向顯示系統之前部。第一結構化主要表面可為顯示系統之最前表面。

亦論述相關方法、系統及物件。舉例而言，亦揭示併入所揭示之膜之背光及顯示器。

根據以下[實施方式]，本申請案之此等及其他態樣將顯而易知。然而，絕不應將上述概述解釋為對所主張之主旨之限制，由於可能在執行期間進行修正，所以該主旨僅由所附申請專利範圍界定。

【圖式簡單說明】

圖1為CCS擴散器之珠狀表面之一部分(光學混濁度= 72%，光學透明度= 9.9%)的SEM影像，且圖1A為此等表面之橫截面SEM影像；

圖2為DPB擴散器之珠狀表面之一部分(光學混濁度= 97.5%，光學透明度= 5%)的SEM影像；

圖3為SDB擴散器之珠狀表面之一部分(光學混濁度= 67%，光學透明度= 30%)的SEM影像；

圖4為I型微複製擴散膜之結構化表面之一部分(光學混濁度= 91.3%，光學透明度= 1.9%)的SEM影像；

圖5為II型微複製擴散膜之結構化表面之一部分(光學混濁度= 100%，光學透明度= 1.3%)的SEM影像；

圖6為光學透明度對光學混濁度之圖，其描繪I型及II型微複製擴散膜之大致設計空間；

圖7為具有結構化表面之光學擴散膜之示意性側視圖或剖視圖；

圖8為液晶顯示器系統之示意性分解圖，該液晶顯示器系統含有不同光學膜；

圖9為描繪用於製造結構化表面物件之步驟的示意性流程圖，該等物件包括結構化表面工具及結構化表面光學膜；

圖10為圓筒或轉鼓形式之結構化表面工具之示意性透視圖；

圖11A為圖10之工具之一部分的示意性側視圖或剖視圖；

圖11B為在用於製造光學擴散膜之結構化表面之微複製程序期間，圖11A之工具部分之示意性側視圖或剖視圖；

圖11C為由圖11B中所描繪之微複製程序產生之所製得之光學擴散膜之一部分的示意性側視圖或剖視圖；

圖12為亦包括在用於增亮之線性稜鏡之相對主要表面上之光學擴散膜的示意性透視圖；

圖13為光學透明度對光學混濁度之圖，圖上各點描繪使用根據圖9之方法製得之不同光學擴散膜樣品；

圖14為稱作「502-1」之光學擴散膜樣品之結構化表面之代表性部分的SEM影像，且圖14A為502-1樣品之橫截面SEM影像；

圖15為稱作「594-1」之光學擴散膜樣品之結構化表面之代表性部分的SEM影像；

圖16為稱作「599-1」之光學擴散膜樣品之結構化表面之代表性部分的SEM影像；

圖17為稱作「502-2」之光學擴散膜樣品之結構化表面之代表性部分的SEM影像；

圖18為稱作「RA22a」之光學擴散膜樣品之結構化表面之代表性部分的SEM影像；

圖19為稱作「RA13a」之光學擴散膜樣品之結構化表面之代表性部分的SEM影像；

圖20為稱作「N3」之光學擴散膜樣品之結構化表面之代表性部分的SEM影像；

圖21為稱作「593-2」之光學擴散膜樣品之結構化表面之代表性部分的SEM影像；

圖22為稱作「597-2」之光學擴散膜樣品之結構化表面之代表性部分的SEM影像；

圖23為功率頻譜密度(power spectral density)對空間頻率之曲線圖，曲線圖包括用於證明結構化表面沿既定平面內方向可藉由與此平面內方向相關之傅里葉功率頻譜表徵之不規則性或隨機性之程度的假想曲線；

圖24A為在I型微複製擴散膜(光學混濁度= 91.3%，光學透明度= 1.9%)之樣品之縱向網方向上功率頻譜密度對空間頻率之曲線圖，且圖24B為同一樣品然而在垂直(橫向網)平面內方向上之類似曲線圖；

圖25A為在光學擴散膜樣品502-1之縱向網方向上之功率頻譜密度對空間頻率的曲線圖，且圖25B為同一樣品然而在橫向網方向上之類似曲線圖；

圖26為具有可識別結構之假想結構化表面之一部分的示意性平面圖，其表明等效圓直徑(ECD)之概念；

圖27為經由共焦顯微鏡之CCS擴散器之圖像的複合影像，在其上之暗色形狀表示結構化表面之單獨結構之外邊界或邊緣重疊；

圖28為經由共焦顯微鏡之I型微複製擴散膜樣品(光學混濁度=91.3%，光學透明度= 1.9%)之圖像之複合影像，在其上之暗色形狀表示結構化表面之單獨結構之外邊界或邊緣重疊；

圖29為類似於圖27及28之複合影像，然而係就光學擴散膜樣品594-1而言；

圖30為類似於圖27至29之複合影像，然而係就光學擴散膜樣品502-1而言；

圖31為就光學擴散膜樣品502-1之代表性取樣區域而言校正計數對ECD之曲線圖；

圖32為具有可識別結構之假想結構化表面之一部分的示意性側視圖或剖視圖，其表明最大高度或深度之概念；

圖33為在結構化表面上假想單獨結構之示意性平面圖，其表明用於判定結構化表面上隆脊之存在的標準；

圖34A為經由共焦顯微鏡之光學擴散膜樣品594-1之圖像的複合影像，在其上暗線片段表示在結構化表面上偵測到之隆脊重疊；

圖34B為僅展示呈背面印刷(暗色/亮色顛倒)之圖34A之暗線片段(亦即僅偵測到之隆脊)的影像；且

圖35A及35B分別類似於圖34A及34B，然而係就DPB擴散器而言。

在該等圖式中，相同參考編號表示相同元件。

【實施方式】

圖7以示意性側視圖或剖視圖描繪可用所揭示之方法製得之代表性擴散光學膜**720**之一部分。展示膜**720**具有第一主要表面**720a**及第二主要表面**720b**。展示入射光**730**入射至位於第二表面**720b**之膜**720**上。光**730**穿

過膜，且由於折射(且在一定程度上繞射)在主要表面**720a**之粗糙或結構化構形處散射或擴散，產生散射或擴散光**732**。吾等可由此將主要表面**720a**可替代地稱作結構化表面**720a**。膜**720**相對於入射光**730**之定向當然可能改變，使得光**730**首先入射至結構化表面**720a**上，在此情況下位於結構化表面之折射再次產生散射或擴散光。

結構化表面**720a**大體上沿正交平面內方向延伸，其可用於界定局部笛卡耳(Cartesian) x - y - z 座標系統。相對於平行於結構化表面**720a**擺放之參考平面(x - y 平面)，結構化表面**720a**之構形可隨後以沿厚度方向(z 軸)之偏差來表示。在多數情況下，結構化表面**720a**之構形如此以致可識別相異的單獨結構。此等結構可能呈突起(其由結構化表面工具中相應空腔製得)或空腔(其由結構化表面工具中相應突起製得)之形式。結構尺寸典型地沿兩個正交平面內方向受限制，亦即當在平面圖中看結構化表面**720a**時，單獨結構並不典型地以線性方式沿任何平面內方向無限延伸。不論突起或空腔，結構亦可在一些情況下緊密堆集，亦即排列，使得許多或大部分鄰接結構之至少部分邊界實質上相接或重合。結構亦典型地不規則地或非均一地分散於結構化表面**720a**上。在一些情況下，一些、大部分或實質上所有(例如，大於90%，或大於95%，或大於99%)結構可能為彎曲的或包含圓的或另外彎曲的基底表面。在一些情況下，至少一些結構可能為錐體形狀或以其他方式由實質上平的刻面所界定。既定結構之尺寸可以平面圖中之等效圓直徑(ECD)來表示，且結構化表面之結構之平均ECD可能例如小於15微米，或小於10微米，或在4至10微米的範圍內。如本文中其他地方所論述，結構化表面及結構亦可用其他參數表徵，例如藉由深度或高度比諸如ECD之特徵橫向尺寸之縱橫比，或平面圖中之每單位面積之表

面上隆脊之總長度來表徵。光學擴散膜之光學混濁度、光學透明度及其他特徵可無需位於結構化表面或在其上或光學膜內其他地方使用任何珠粒而得到。

膜**720**展示為具有2層構造：帶有圖案化層**724**之基板**722**。如以下進一步解釋，結構化表面**720a**較佳藉由微複製自結構化表面工具賦予圖案化層**724**。基板**722**可能為例如已澆鑄且固化圖案化層**724**之載體膜。用於形成層**724**之材料可在紫外(UV)輻射之情況下、在加熱之情況下或以任何其他已知方式進行固化。作為澆鑄及固化之替代，結構化表面**720a**可能在足夠的熱及壓力之情況下藉由壓印熱塑性材料自工具賦予圖案化層**724**。

膜**720**不必具有圖7之2層構造，然而取而代之可包括超過2層，或其可為僅由單層構成之整體構造。典型地，構成光學擴散膜之一或多層對光，至少對遍及大部分可見光譜之光具高度透射性。此種層或此等層由此典型地對此類光具有低吸收。用作載體膜或基板**722**之例示性材料包括透光性聚合物，諸如聚丙烯酸酯及聚甲基丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚對苯二甲酸伸乙酯、聚萘二甲酸伸乙酯、聚苯乙烯、環烯烴聚合物及此等聚合物種類之共聚物或組合。用作圖案化層**724**之例示性材料包括諸如丙烯酸酯及環氧樹脂之透光性聚合物。然而，亦可使用其他聚合物材料以及非聚合物材料。該層或該等層可具有任何合適之折射率，例如在1.4至1.8，或1.5至1.8，或1.5至1.7之範圍內，然而亦可使用在此範圍之外的值。折射率可指定在550 nm下，或在另一合適之設計波長下，或其可為遍及可見波長範圍之平均值。此外，視需要，層中之一或多者可包括一或多種染料、顏料及/或其他吸收劑，以得到具有總靶向穿透、色彩或色澤之膜。視需要，

亦可包括諸如玻璃或陶瓷微球之珠粒或其他散射劑，然而所揭示之光學擴散膜可無需使用任何大量數目之珠粒，例如不使用任何珠粒即可得到所需量之混濁度及透明度。

如所提及，光學擴散膜**720**可具有兩層或兩層以上。舉例而言，基板**722**可能為或包含多層光學膜，其中不同折射率之數十、數百或數千單獨微層以光學重複單元(例如交替的A B A B圖案)之形式排列，以選擇性傳輸且反射隨波長、入射角及偏振而變之光。舉例而言，多層光學膜可為反射偏振器。基板**722**亦可用光學透明黏著劑或其他合適之黏結材料層壓至另一光學膜或基板。基板**722**可為或包含例如具有如低剖面應用中需要之最小厚度之薄可撓性聚合物薄片，或其可為或包含相對較厚之層，其在一些情況下包括可提供機械穩定性或支撐之剛性板。主要表面**720b**可如所示為實質上平面的且平滑的，且暴露至空氣，或其可為非平面的且非平滑的。舉例而言，其可具有稜鏡圖案，諸如顯示於以下圖12中之線性稜鏡。

在其他實施例中，光學擴散膜**720**可經配置，使得不僅一個主要表面然而相對主要表面兩者均為由本文揭示之方法(參見以下圖9)形成之結構化表面，其中光學膜之既定結構化主要表面係藉由微複製自工具結構化表面製得，該工具結構化表面係藉由以下方法製得：藉由使用第一電鍍方法電沈積金屬形成第一層金屬，使得第一層之主要表面具有第一平均粗糙度；及藉由使用第二電鍍方法在第一層上電沈積金屬來在第一層之主要表面上形成第二層金屬，使得第二層之主要表面具有小於第一平均粗糙度之第二平均粗糙度，第二層之主要表面對應於工具結構化表面。舉例而言，第二圖案化層(與圖案化層**724**相同或類似)可於表面**720b**在光學擴散膜**720**之另一側上添加。用於製造此類光學擴散膜之相對主要表面之結構化

表面工具可相同或類似，使得由隔離之各主要表面得到之混濁度為大致相同的。可替代地，用於製造膜之相對主要表面之結構化表面工具可實質上不同，使得由一個主要表面(以隔離形式)得到之混濁度實質上大於由另一主要表面(以隔離形式)得到之混濁度。在任何情況下，光學膜之總混濁度及透明度整體上為與相對主要表面相關之單獨渾濁度及透明度(分別)之組合。

光學擴散膜之結構化表面**720a**典型地暴露至空氣，使得光於其表面以不同方向折射，然而在其他實施例中塗層或其他層可塗覆至結構化表面**720a**。一種此類塗層為四分之一波長抗反射(AR)塗層，其折射率可在圖案化層**724**與空氣之折射率之間。此類AR塗層可足夠薄以實質上維持結構化表面之構形，藉此透射光之光擴散特徵(混濁度及透明度)實質上不變。亦可塗覆更厚塗層及層，使得結構化表面**720a**嵌入在圖案化層**724**與平坦化層之間；然而，平坦化層較佳具有與圖案化層之折射率相比實質上不同之折射率，使得足夠折射發生在表面**720a**處，以得到所需量之混濁度及透明度。可藉由增大在圖案化層**724**與平坦化層之間的折射率差來使折射及混濁度最大化或提高。此可藉由用超低折射率(ULI)材料製造平坦化層來實現，其可具有奈米孔隙化形態以達成超低折射率。此類奈米孔隙化ULI材料之折射率可小於1.4，或小於1.3，或小於1.2，或在1.15至1.35之範圍內。許多此類ULI材料可描述為多孔材料或層。當與未奈米孔隙化且具有諸如大於1.5或大於1.6之實質上較高折射率的更多普通光學聚合物材料組合使用時，遍及嵌入結構化表面可得到相對較大之折射率差 Δn 。合適之ULI材料描述於例如WO 2010/120864 (Hao等人)及WO 2011/088161 (Wolk等人)中，該等案均以引用之方式併入本文中。

在可用於表徵既定光學擴散膜之光學特性的不同參數中，兩個關鍵參數為光學混濁度及光學透明度。光擴散或散射可以「光學混濁度」或簡言之「混濁度」來表示。就膜、表面或由正入射光束照射之其他物件而言，物件之光學混濁度基本上係指例如使用Haze-Gard Plus混濁度儀(購自BYK-Gardner，哥倫比亞，MD)，根據描述於ASTM D1003中之程序，或用實質上類似之儀器及程序，以自法線方向偏離超過4度之透射光與所量測之總透射光的比率。光學透明度與光學混濁度相關，其亦由來自BYK-Gardner之Haze-Gard Plus混濁度儀量測，然而其中儀器裝配有雙重感測器，其中環形中部感測器居於環狀環感測器內之中心，該光學透明度係指比率 $(T_1 - T_2) / (T_1 + T_2)$ ，其中 T_1 為藉由中部感測器感測之透射光，且 T_2 為藉由環感測器感測之透射光，該中部感測器相對於垂直於樣品之軸線對著0至0.7度之角且居於樣品之測試部分上之中心，且該環感測器相對於該軸線對著1.6至2度之角，且其中在無樣品存在之情況下，入射光束過度充滿中部感測器然而並不照射環感測器(以0.2度之半角計未充滿環感測器)。

可用所揭示之方法製得之光學擴散膜可用於廣泛多種可能的終端使用應用中。備受關注之一個應用為電子顯示系統。一種此類顯示系統(液晶顯示器**802**)示意性地展示於圖8中。顯示器**802**具指導性，因為其展示可併入所揭示之光學擴散膜及結構化表面之多種不同組件。顯示器**802**包括如圖中所示排列之光導、底部擴散器(bottom diffuser)、稜鏡增亮膜(BEF膜)、液晶顯示器(LCD)面板及前膜。顯示器亦典型地包括一或多種可見光源(例如白色LED，或紅色/綠色/藍色LED，或白色CCFL (冷陰極螢光源)(未圖示)，其接近光導安置以向光導中射入光。使用者**801**安置於顯示器**802**前面以檢視其產生之影像。顯示器**802**不必包括顯示於圖8中每個組

件，且其可包括附加組件。舉例而言，在替代實施例中，顯示器**802**可忽略底部擴散器，或BEF膜中之一者或兩者，或前膜。舉例而言，替代實施例亦可併入附加組件，諸如多種不同類型之前膜，或反射偏振膜，或高反射性鏡面膜(用於置放於光導後面)。

如本文所揭示之一或多種光學擴散膜可包括於顯示器**802**中作為單獨組件，例如作為如顯示於圖7中之膜，其具有一個平的主要表面及擴散光之一個相對結構化主要表面，或具有兩個相對主要表面為擴散光之結構化表面。可替代地或另外，例如當與如以下圖12所示且結合以下圖12描述之稜鏡BEF膜組合時，如本文所揭示之一或多種光學擴散膜可包括於顯示器**802**中作為另一組件或膜之部分。

本文揭示之光學擴散膜之一個用途為作為顯示器**802**中之底部擴散器。歸因於底部擴散器與光導接近，且因為例如由於離散提取器斑點(discrete extractor dot)在光導之輸出表面上得到，光導遍及其輸出表面可具高度空間亮度非均勻性，因而常常需要底部擴散器具有例如大於80%或大於90%混濁度之高混濁度。然而，底部擴散器之混濁度可替代地在此等範圍之外。

在一些情況下，例如為了得到底部擴散器之高總混濁度，可能需要設計光學擴散膜使得膜之相對主要表面兩者均為由本文揭示之方法形成之結構化表面。主要表面兩者可能由此如本文所述經結構化，以得到(以隔離形式)所需量之光擴散，且由膜得到之總光擴散(例如關於混濁度及透明度)隨後為由此等表面得到之光擴散之組合。主要表面可能以類似方式經結構化，例如，其可能具有類似的平均粗糙度，且可獨立地與類似量之混濁度相關。可替代地，主要表面可能以實質上不同之方式經結構化，例

如，其可能具有實質上不同的平均粗糙度，且可獨立地與實質上不同量之混濁度相關。在此類替代實施例中，光學擴散膜當用作光導與顯示面板之間的底部擴散器時，可經定向使得擴散膜之第一結構化主要表面面向顯示面板且擴散膜之第二結構化主要表面面向光導，且使得第一結構化主要表面與第一混濁度相關且第二結構化主要表面與第二混濁度相關，第一混濁度大於第二混濁度。即，面向顯示面板之結構化主要表面之平均粗糙度比面向光導之結構化主要表面之平均粗糙度更大。當光學擴散膜接觸光導置放時，由面向光導之結構化表面得到之粗糙度可有助於避免浸透假影(wet-out artifact)。亦涵蓋相對定向，其中面向光導之結構化主要表面之平均粗糙度比面向顯示面板之結構化主要表面之平均粗糙度更大。

如本文所揭示之光學擴散膜之另一用途為在顯示器**802**中與BEF膜中之一或多者組合。光學擴散膜可用作在BEF膜之一者或兩者上之背面塗層。在一例示性構造中，光學擴散膜可用作僅在BEF膜上之背面塗層，其最接近顯示器**802**之前部。結合以下圖12描述光學擴散膜作為在BEF膜上之背面塗層的用途。當與BEF膜組合使用時，常常需要擴散膜具有低混濁度，例如10%或10%以下之混濁度。然而，擴散膜可能可替代地具有在此範圍之外的混濁度。

如本文所揭示之光學擴散膜之另一用途還與顯示器**802**中一或多種前膜組合。儘管圖8中僅展示一個前膜，然而可使用多個前膜。前膜安置於LCD面板與使用者**801**之間。一種適用前膜為防窺膜，其限制視角之圓錐，遍及該等視角可感知由LCD面板形成之影像。另一適用前膜為抗反射(AR)膜。抗反射膜可併入四分之一波長低折射率塗層，或更多複合多層干擾塗層，以藉由光學干涉之機制減少表面反射。另一適用前膜為抗眩光

膜。抗眩光膜經由光學散射或擴散之機制減小眩光。又一種適用膜為保護膜。保護膜可藉由在膜上併入硬塗層得到抗刮擦性或抗磨損性。前膜功能可經組合，例如單個前膜可得到抗眩光及防窺功能。所揭示之光學擴散膜之結構化主要表面可用於可包括於顯示器**802**中之前膜中之任何一或多者。當用於或用作前膜時，常常需要擴散膜具有中等低之混濁度，例如在10%至30%之範圍內的混濁度。然而亦可使用在此範圍之外的混濁度值。所揭示之提供光學擴散之結構化主要表面可用作最前前膜之最前主要表面。即，舉例而言，直接地接近使用者**801**之顯示器之主要表面(使用者**801**可輕易用手指或筆尖觸摸)可併入本文揭示之光擴散結構化表面。

當光學擴散膜與其他膜及組件組合使用時，例如當在顯示器**802**中時，可能產生非所要之光學假影。換言之，若不同設計之兩種不同光學擴散膜均經定製以具有同一光學混濁度及透明度值，則此等膜當置放於光學顯示器或其他系統中時可能仍然得到極不同之視覺結果。視覺結果可能相對於包括被稱作「火花」及波紋之光學假影不同。當光學膜位於主要表面以某種方式圖案化之第二膜、層或物件之頂上或抵靠其放置時，「火花」可能產生。「火花」係指呈現為粒狀紋理(紋理斑(texture mura))之光學假影，該紋理由亮及暗光亮度之小區域組成呈似乎為無規圖案之形式。亮及暗區域之位置可隨著視角變化而變化，製造出尤其明顯且對觀察者不適宜的紋理。火花可由於在一些類型非平滑表面與與其接近之另一結構之間的光學相互作用而出現。為了避免火花假影，需要利用之結構在表面上小於100微米，或其具有極小週期性，或其並不形成接近結構之微影像，或此等屬性之任何組合。

波紋圖案為通常與重疊窗口屏幕或其類似者相關之已知光學假影，

然而當合併光學膜與以某種方式圖案化之第二膜、層或物件時，波紋圖案亦可產生。在現代顯示器中，液晶顯示面板自身經像素化，且具有一個週期性圖案。BEF膜亦常常包括於顯示器中，且此等膜亦具有與線性稜鏡之間距或間隔相關之週期性。若諸如光學擴散膜之光學膜插入至顯示器中，則光學膜所具有之任何空間週期性可與系統中顯示面板之週期性、BEF膜之週期性或任何其他組件之週期性相互作用，以產生波紋圖案。此等圖案為顯示器應用中高度不需要的。因此，在由結構化表面製得之光學擴散膜中，需要結構化表面具有很小或無空間週期性。

吾等已開發一種可用於形成充分適用於製造高效能光學擴散膜之結構化表面的方法。該方法可在例如表面積至少與典型桌上型電腦顯示屏幕之表面積一樣大之相當大表面積之微複製工具中，在時間短於藉由用切割工具在基板中切割特徵而產生相等面積及同等特徵尺寸之結構化表面耗費的時間內，產生結構化表面。此因為該方法可採用電鍍技術而非切割技術以產生結構化表面。(然而，在以下進一步描述之一些情況下，可使用電鍍外加切割。)方法可經定製以產生各種結構化表面，其包括得到極高混濁度(及低透明度)之結構化表面、得到極低混濁度(及高透明度)之結構化表面及在此等極端之間內的結構化表面。該方法可利用產生初步結構化表面之第一電鍍程序，該初步結構化表面實質上對應於上文所論述之II型微複製擴散膜之表面。結合圖6回顧，II型微複製擴散膜覆蓋光學透明度相對較高之一般設計空間。吾等已發現，藉由使用第二電鍍程序用第二電沈積層覆蓋初步結構化表面，得到第二結構化表面，且視製程條件而定，第二結構化表面可產生高、低或中等混濁度之擴散膜；然而，由第二結構化表面製得之擴散膜不同於由初步結構化表面製得之擴散膜。特定言之，有

趣的是，由第二結構化表面製得之擴散膜適合一般設計空間，其具有比用於II型微複製擴散膜之設計空間實質上更低之透明度(就混濁度之中值而言)。此將結合根據開發製程製得之光學擴散膜展示。至少一些光學擴散膜亦展示具有其他所需特徵，包括特徵為很小或無空間週期性之構形及小於15微米或小於10微米之平均特徵尺寸。

圖9展示該方法之例示性型式**901**。在該方法之步驟**902**中，提供基底或基板，其可充當可電鍍金屬層之基座。基板可採取許多形式中之一者，例如薄片、板或圓筒。由於環形圓筒可用於產生連續輥貨品，因而其為有利的。基板典型地由金屬製成，且例示性金屬包括鎳、銅及黃銅。然而亦可使用其他金屬。基板具有暴露表面(「基底表面」)，電沈積層將在後續步驟中形成於其上。基底表面可為平滑的及平的，或實質上平的。特定言之當考慮圓筒表面上任何既定點附近之小局部區域時，平滑拋光圓筒之彎曲外表面可視為實質上平的。基底表面特徵為基底平均粗糙度。就此而言，基底表面之表面「粗糙度」或本文中提及之其他表面之「粗糙度」可使用諸如平均粗糙度 R_a 或均方根粗糙度 R_{rms} 之任何一般所接受之粗糙度量度來定量，且粗糙度用於量測遍及足夠大之區域以公平地表示討論中之表面之全部相關區域。

在方法**901**之步驟**903**中，使用第一電鍍方法將第一層金屬形成於基板之基底表面上。在起始此步驟之前，基板之基底表面可經底塗或以其他方式處理以提高黏著力。金屬可實質上與構成基底表面之金屬相同。舉例而言，若基底表面包含銅，則形成於步驟**903**中之第一電鍍層亦可由銅製得。為了形成第一層金屬，第一電鍍方法使用第一電鍍溶液。第一電鍍溶液之成份(例如溶液中所使用之金屬鹽之類型)以及其他方法參數(諸如電

流密度、電鍍時間及基板速度)經選擇以使得不形成平滑的且平的第一電鍍層，然而取而代之的第一電鍍層具有第一主要表面，其為結構化的，且特徵為不規則的平的刻面特徵。儘管第一電鍍溶液中使用之金屬鹽之類型確定特徵之幾何形狀，但是不規則特徵之尺寸及密度由電流密度、電鍍時間及基板速度決定。就此而言之其他教示可見於專利申請公開案US 2010/0302479 (Aronson等人)中。進行第一電鍍製程以使得第一電鍍層之第一主要表面之第一平均粗糙度大於基板之基底平均粗糙度。代表性第一主要表面之結構化特徵及粗糙度可見於展示II型微複製擴散膜之結構化表面之圖5的SEM影像中，該膜自根據步驟**903**製得之第一電鍍層之第一主要表面微複製。

在金屬之第一電鍍層在步驟**903**中製得，其結構化主要表面為第一平均粗糙度之後，在步驟**904**中使用第二電鍍製程使金屬之第二電鍍層形成。金屬之第二層覆蓋第一電鍍層，且因為其成份可能實質上相同，所以兩層電鍍層可能不再具可識別性，且第一層之第一主要表面可能變得實質上消失且不再具可偵測性。儘管如此，第二電鍍製程以這樣一種方式不同於第一電鍍製程：第二電鍍層之暴露第二主要表面儘管為結構化的且不平的，然而其第二平均粗糙度小於第一主要表面之第一平均粗糙度。第二電鍍製程在多個方面中可不同於第一電鍍製程，以得到粗糙度相對於第一主要表面減小之第二主要表面。

在一些情況下，如方框**904a**中所示，步驟**904**之第二電鍍製程可使用第二電鍍溶液，至少因添加有機勻塗劑，其不同於步驟**903**中之第一電鍍溶液。有機勻塗劑為一種將在小凹部中產生相對更厚且在小突起上產生相對更薄之沈積物(小表面不規則物之深度或高度最終減小)的能力引入至電

鍍浴中之材料。在勻塗劑之情況下，電鍍部分將具有比基礎金屬更大的表面平滑度。例示性有機勻塗劑可包括(但不限於)磺化、硫化烴基化合物；烯丙基磺酸；不同種類之聚乙二醇；及硫胺基甲酸酯，其包括二硫胺基甲酸酯或硫脲及其衍生物。第一電鍍溶液可含有至多痕量有機勻塗劑。第一電鍍溶液之有機碳總濃度可小於100 ppm，或75 ppm，或50 ppm。舉例而言，第二電鍍溶液中有機勻塗劑濃度與第一電鍍溶液中任何有機勻塗劑濃度之比率可至少為50，或100，或200，或500。第二主要表面之平均粗糙度可藉由調節第二電鍍溶液中有機勻塗劑之量來定製。

藉由在第二步驟**904**中包括作用為相對於第一主要表面減小第二主要表面之粗糙度之至少一種電鍍技術或特徵，步驟**904**之第二電鍍製程亦可或者不同於步驟**903**之第一電鍍製程。虛設電鍍(thieving) (方框**904b**)及遮蔽(方框**904c**)為此類電鍍技術或特徵之實例。此外，外加或代替有機勻塗劑，一或多種有機晶粒細化劑(方框**904d**)可添加至第二電鍍溶液以減小第二主要表面之平均粗糙度。

在完成步驟**904**之後，具有第一及第二電鍍層之基板可用作形成光學擴散膜之原始工具。在一些情況下，工具之結構化表面，亦即步驟**904**中產生之第二電鍍層之結構化第二主要表面，可用第二金屬或其他合適材料鈍化或以其他方式保護。舉例而言，若第一及第二電鍍層由銅構成，則結構化第二主要表面可電鍍有鉻之薄塗層。鉻之薄塗層或其他合適材料較佳足夠薄以實質上保持結構化第二主要表面之構形及平均粗糙度。

而非在光學擴散膜之製造中使用原始工具自身，一或多種複製品工具可藉由微複製原始工具之結構化第二主要表面製得，且複製品工具可隨後用於製造光學膜。由原始工具製得之第一複製品將具有第一複製品結構

化表面，其對應於結構化第二主要表面，然而為其反轉形式。舉例而言，結構化第二主要表面中之突起對應於第一複製品結構化表面中之空腔。第二複製品可由第一複製品製得。第二複製品將具有第二複製品結構化表面，其亦對應於原始工具之結構化第二主要表面，且為其非反轉形式。

在步驟**904**之後，在製得結構化表面工具之後，具有相同結構化表面(不論相對於原始工具為反轉或非反轉)之光學擴散膜可在步驟**906**中藉由自原始或複製品工具微複製來製得。光學擴散膜可使用任何合適製程由工具形成，其包括例如壓印預成型膜，或在載體膜上澆鑄及固化可固化層。

現轉至圖10，描繪圓筒或轉鼓形式之結構化表面工具**1010**的示意圖。工具**1010**具有連續主要表面**1010a**，吾人假定連續主要表面**1010a**已根據圖9之方法加工，使得其具有適當結構化表面。工具之寬度為**w**且半徑為**R**。工具可用於連續膜製造線中以藉由微複製製造光學擴散膜。工具**1010**或相同工具之小部分**P**示意性地展示於圖11A中。

在圖11A中，假定等同於工具**1010**之結構化表面工具**1110**以示意性橫截面展示。已藉由圖9之製程製得，工具**1110**在圖中展示為包括基板**1112**、具有結構化第一主要表面**1114a**之金屬之第一電鍍層**1114**及金屬之第二電鍍層**1116**，第二層**1116**具有結構化第二主要表面**1116a**，其與工具**1110**之結構化主要表面**1110a**一致。根據圖9之教示，第二主要表面**1116a**為結構化的或非平滑的，且其平均粗糙度小於第一主要表面**1114a**之平均粗糙度。在圖11A中出於參考目的展示第一主要表面**1114a**及相異的層**1114**、**1116**，然而如上所述，在第一電鍍層**1114**頂上形成第二電鍍層**1116**可致使第一主要表面**1114a**及層**1114**與**1116**之間的區別不可偵測。

在圖11B中，吾等展示在微複製程序期間圖11A之工具**1110**的示意

圖，其中其用於製造光學擴散膜**1120**之結構化表面。圖11A之相同參考編號表示相同元件，且不必另外論述。在微複製期間，將膜**1120**抵靠工具**1110**按壓，使得工具之結構化表面在高保真度之情況下轉移(以反轉形式)至膜。在此情況下，所展示之膜具有基底薄膜或載體膜**1122**及圖案化層**1124**，然而亦可使用其他膜構造。圖案化層可為例如可固化材料或適合於壓印之熱塑性材料。微複製製程以對應於工具之結構化主要表面**1110a**之方式使得光學膜**1120**之主要表面**1120a** (其與圖案化層**1124**之主要表面**1124a**一致)結構化或粗糙化。

在圖11C中，在圖11B之微複製程序中製得之光學膜**1120**展示與工具**1110**分隔開。可能與圖7之光學擴散膜**720**相同或與其類似之膜**1120**目前可能用作光學擴散膜。

如圖7及11C之視圖所表明，所揭示之光學擴散膜可為獨立擴散膜，或其可能與其他光學膜或組件組合以得到附加功能。在圖12中，具有如本文所揭示之結構化表面之背面塗層形式的光學擴散膜與線性稜鏡BEF膜組合，得到雙重功能光重新定向光學膜**1200**。在此類實施例中光學擴散膜或背面塗層典型地提供相對低量之混濁度，例如10%或10%以下之混濁度。

光學膜**1200**包括第一主要表面**1210**，其包括複數個稜鏡或沿y方向延伸之其他微結構**1250**。光學膜**1200**亦包括第二主要表面**1220**，其與第一主要表面**1210**相對，且其根據圖9之方法經結構化。第二主要表面**1220**可包括單獨微結構**1260**。

光學膜**1200**亦包括基板層**1270**，其安置於主要表面**1210**、**1220**之間，且其包括第一主要表面**1272**及相對的第二主要表面**1274**。光學膜

1200亦包括安置於基板層之第一主要表面**1272**上之稜鏡層**1230**，且包括光學膜之第一主要表面**1210**，且圖案化層**1240**安置於基板層之第二主要表面**1274**上，且包括光學膜之第二主要表面**1220**。圖案化層**1240**之主要表面**1242**與主要表面**1220**相對。

光學膜**1200**包括三層：**1230**、**1270**及**1240**。一般而言，然而，光學膜**1200**可具有一或多個層。舉例而言，在一些情況下，光學膜可具有單個層，其包括對應的第一及第二主要表面**1210**及**1220**。如另一實例，在一些情況下，光學膜**1200**可具有多個層。舉例而言，在此等情況下，基板**1270**可具有多層。

微結構**1250**主要經設計以沿所需方向(諸如沿正型z方向)重新定向入射至光學膜之主要表面**1220**上之光。在例示性光學膜**1200**中，微結構**1250**為稜鏡線性結構。一般而言，微結構**1250**可為任何類型微結構，其能夠藉由例如折射入射光之一部分且再循環入射光之不同部分來重新定向光。舉例而言，微結構**1250**之橫截面輪廓可為或包括彎曲及/或片段線性部分。舉例而言，在一些情況下，微結構**1250**可為沿y方向延伸之線性圓筒形透鏡。

各線性稜鏡微結構**1250**包括自諸如主要平面表面**1272**之共同參考平面量測之頂角**1252**及高度**1254**。在一些情況下，諸如當需要減少光學偶合或浸透及/或提高光學膜之耐久性時，稜鏡微結構**1250**之高度可沿y方向變化。舉例而言，稜鏡線性微結構**1251**之稜鏡高度沿y方向變化。在此等情況下，稜鏡微結構**1251**具有沿y方向變化之局部高度，最大高度**1255**及平均高度。在一些情況下，諸如線性微結構**1253**之稜鏡線性微結構具有沿y方向之恆定高度。在此等情況下，微結構之恆定局部高度等於最大高

度及平均高度。

在一些情況下，諸如當需要減少光學偶合或浸透時，一些線性微結構為更短且一些線性微結構為更高。舉例而言，線性微結構**1253**之高度**1256**小於線性微結構**1257**之高度**1258**。

頂角或二面角**1252**可具有在應用中可能需要之任何值。舉例而言，在一些情況下，頂角**1252**可在約70度至約110度，或約80度至約100度，或約85度至約95度之範圍內。在一些情況下，微結構**150**具有相等頂角，其可為例如在約88或89度至約92或91度之範圍內，諸如90度。

稜鏡層**1230**可具有在應用中可能需要之任何折射率。舉例而言，在一些情況下，稜鏡層之折射率在約1.4至約1.8，或約1.5至約1.8，或約1.5至約1.7之範圍內。在一些情況下，稜鏡層之折射率不小於約1.5，或不小於約1.55，或不小於約1.6，或不小於約1.65，或不小於約1.7。

在一些情況下，諸如當光學膜**1200**用於液晶顯示器系統中時，光學膜**1200**可提高或提昇顯示器之亮度。在此等情況下，光學膜具有大於1之有效穿透率或相對增益。就此而言，有效穿透率係指顯示系統中膜定位之顯示系統之明度與膜不定位之顯示器之明度的比率。

在圖12之一替代實施例中，稜鏡層**1230**可替換為第二圖案化層，其可與圖案化層**1240**相同或與其類似。隨後，圖案化層**1240**及第二圖案化層可具有根據圖9之方法製造之結構化表面。結構化表面可經配置以得到(以隔離形式)對應的混濁度值，該等值相同或實質上相同，或該等值實質上不同。

實例

根據如圖9中所示之方法製得多種光學擴散膜樣品。由此，在各情況

下，使結構化表面工具在一組製程條件下製得，且隨後將工具之結構化表面微複製，以形成對應結構化表面(以反轉形式)，作為光學膜之主要表面。(各光學膜之相對主要表面為平的及平滑的。)結構化表面提供各光學膜既定量之光學混濁度及光學透明度。各光學擴散膜樣品之混濁度及透明度用來自BYK-Gardiner之Haze-Gard Plus混濁度儀量測。如以下進一步解釋，下表闡述在製造不同樣品期間所使用之一些化學溶液：

表1——所使用的一些溶液

要素	組分	供應商	量
鹼性清潔劑	25%氫氧化鈉 (NaOH)	Hawkins Chemical (Minneapolis , MN)	30% v/v
	16%碳酸鈉	Hawkins Chemical	3.5% v/v
	Triton X-114	Dow Chemical Company (Midland , MI)	0.9% v/v
	Mayoquest L-50	Vulcan Performance Chemicals (Birmingham , AL)	0.9% v/v
	Dowfax C6L	Dow Chemical Company	1.4% v/v
	去離子(DI)水(15-18 兆歐姆)		餘量
檸檬酸溶液	15%檸檬酸溶液	Hawkins Chemical	33% v/v
	去離子水		餘量
硫酸溶液	96%硫酸試劑級	Mallinckrodt Baker (Phillipsburg , NJ)	1% v/v
	去離子水		餘量
第一銅浴液	液體硫酸銅(68.7 g/L 銅)	Univertical (Angola , IN)	以銅形式53.5 g/L
	96%硫酸試劑級	Mallinckrodt Baker	以H ₂ SO ₄ 形式60 g/L
	37%鹽酸試劑	Mallinckrodt Baker	以Cl ⁻ 形式60 mg/L
	去離子水		餘量

第二銅浴液	液體硫酸銅(68.7 g/L 銅)	Univertical	以銅形式53.5 g/L
	96%硫酸試劑級	Mallinckrodt Baker	以H ₂ SO ₄ 形式60 g/L
	37%鹽酸試劑	Mallinckrodt Baker	以Cl ⁻ 形式60 mg/L
	晶粒細化劑Cuflex 321	Atotech USA (Rock Hill , SC)	1.4% v/v
	去離子水		餘量
鉻浴液	液體鉻酸(440 g/L CrO ₃)	Atotech USA	以CrO ₃ 形式250 g/L
	96%硫酸試劑級	Mallinckrodt Baker	2.5 g/L
	三價鉻		0-20 g/L副產物
	去離子水		餘量

初步工具

塗佈銅之圓筒之直徑為16吋且長度為40吋，其用作用於工具之構造的基底。因為僅使用圖9中所示之電鍍步驟中之一者製得，所以本文中提及之工具為初步工具，其首先用溫和鹼性清潔溶液脫脂，用硫酸溶液脫氧，且隨後用去離子水沖洗。鹼性清潔劑之成份以及其他相關溶液之成份展示於表1中。隨後在濕潤時將初步工具轉移至銅電鍍槽(Daetwyler Cu Master Junior 18)。其用大約1公升硫酸溶液在開始電鍍循環時沖洗，以移除表面氧化物。隨後將初步工具在50%水準下浸沒於第一銅浴液中。浴液溫度為25℃。銅浴液經填充碳之罐處理，以移除有機污染。藉由使用在5安培下電鍍5分鐘且評估亮度缺乏之1000 mL黃銅哈氏槽(Hull Cell)面板，且藉由使用過硫酸鹽TOC分析器之TOC (總有機碳)分析，檢驗處理之有效性。TOC水準確定為百萬分之45(45 ppm)以下。初步工具在以20 rpm旋轉時在60安培/平方呎之電流密度(具有在開始5秒時之斜升時間)下DC電鍍45分鐘。在電鍍期間自陽極至工具上最近點的距離為大約45 mm。當電鍍完成時，吾等稱作第一銅層之電鍍銅之厚度為大約30微米。

第一銅層具有因許多平的刻面而變粗糙之暴露結構化表面。

而非用較低平均粗糙度之電鍍第二銅層覆蓋第一銅層(根據圖9)，出於參考目的，此初步工具，且特定言之第一銅層之結構化表面，用於製造II型微複製擴散膜。此涉及清潔初步工具及在第一銅層之結構化表面上電鍍鉻塗層。鉻塗層為足夠薄以實質上保持第一銅層結構化表面之構形。

因此，在第一銅層之結構化表面仍暴露之情況下，初步工具用去離子水及弱酸性溶液洗滌，以防止銅表面之氧化。然後，將初步工具移至100級無塵室，置放於清潔槽中，且在20 rpm下旋轉。初步工具使用檸檬酸溶液脫氧，且隨後用鹼性清潔劑洗滌。在其用去離子水沖洗之後，用檸檬酸溶液再次脫氧，且用去離子水沖洗。

在濕潤時將初步工具轉移至鉻電鍍槽且50%浸沒於槽中。浴液溫度為124°F。在初步工具以90公尺/分鐘之表面速度移動時，使用25安培/平方公寸之電流密度使工具用鉻DC電鍍。使電鍍持續400秒。當電鍍完成時，初步工具用去離子水沖洗，以移除任何剩餘鉻浴溶液。鉻塗層用以保護銅防止氧化，且如所提及，其為足夠薄以實質上保持第一銅層結構化表面之構形。

將初步工具轉移至清潔槽(其中其在10 rpm下旋轉)，在環境溫度下用1公升去離子水洗滌，隨後用緩慢塗覆以覆蓋全部工具表面之1.5公升變性酒精(SDA-3A，在環境溫度下試劑級)洗滌。隨後將工具旋轉速度提高至20 rpm。其隨後經空氣乾燥。

II型微複製光學擴散膜

一旦初步工具經乾燥，手動展開之膜使用塗佈於底塗PET膜上之UV可固化丙烯酸酯樹脂由工具製得。此程序微複製第一銅層之結構化表面，

以在膜之固化樹脂層上產生對應結構化表面(然而相對於初步工具之表面反轉)。歸因於其構造方法，膜為II型微複製光學擴散膜。圖5中展示膜之結構化表面之掃描電子顯微鏡(SEM)影像。膜之光學混濁度及透明度用來自BYK Gardner (Columbia MD)之Haze-Gard Plus系統量測，且發現分別為100%及1.3%。

第一工具

隨後製得本文中稱作第一工具之另一結構化表面工具。不同於初步工具，第一工具使用展示於圖9中之兩個電鍍步驟製得，使得第一銅層覆蓋有較低平均粗糙度之電鍍第二銅層。

第一工具以與初步工具至鉻電鍍步驟相同之方式製備。隨後將第一銅層之結構化表面具有相對較高平均粗糙度(實質上圖5之反轉型式)之第一工具在乾燥之前轉移至為了另外電鍍而安裝之銅電鍍槽。在第二電鍍循環開始之前，第一工具用大約一公升硫酸溶液沖洗，以移除在將工具裝載至槽中期間產生之表面氧化物。隨後將第一工具50%浸沒於Daetwyler Cu Master Junior 18槽中之第二銅溶液中。浴液溫度為25℃。如上對於初步工具所述，將第二銅浴液進行碳處理以移除有機污染。在碳處理之後，第二銅浴液再裝填有有機晶粒細化劑(在14毫升/公升之濃度下的Cutflex 321)，使得第二銅浴液具有以上表1中所示之成份。因添加有機晶粒細化劑，第二銅浴液之成份不同於第一銅浴液之成份。陽極安置於距第一工具大約45 mm之距離處。隨後使用60安培/平方呎之電流密度，在以20 rpm旋轉時，將第一工具在第二銅浴液中DC電鍍12分鐘。電流斜坡時間為約5秒。此產生覆蓋第一銅層之第二電鍍銅層，第二銅層之結構化表面之平均粗糙度低於第一銅層之結構化表面。第二銅層之厚度為8微米。

隨後將第一工具轉移至清潔槽。在環境溫度下使用具有噴嘴之軟管用大約1公升去離子水洗滌時，使其以10至12轉/分鐘旋轉。在環境溫度下使用1至2公升檸檬酸溶液進行第二洗滌。隨後使用具有噴嘴之軟管，第一工具用大約3公升去離子水洗滌，以移除過量檸檬酸。隨後第一工具用大約2公升變性酒精(試劑級之SDA 3A)沖洗，為了輔助乾燥，將變性酒精在環境溫度下緩慢塗覆以覆蓋全部工具表面。隨後使第一工具空氣乾燥。然後，以與在初步工具之情況下所進行相同之方式，將第一工具移至100級無塵室、清潔且鉻電鍍。鉻電鍍實質上保留第二銅層之結構化表面之構形。

樣品502-1

在空氣乾燥之後，第一工具經由手動展開用於製造膜。此亦以與在初步工具之情況下所進行相同之方式進行，且其產生光學擴散膜(本文中以樣品指定編號502-1來提及)，其在膜之固化樹脂層上具有對應於第二銅層之結構化表面(然而相對於結構化表面反轉)之微複製結構化表面。圖14中展示膜之結構化表面的SEM影像。儘管表面經結構化，然而可見到，表面之平均粗糙度小於圖5之結構化表面。圖14A中展示502-1樣品之橫截面的SEM影像。此光學擴散膜樣品502-1之光學混濁度及透明度用來自BYK Gardner (Columbia MD)之Haze-Gard Plus系統量測，且發現分別為92.8%及6.9%。此等值列於以下表2中。

第二工具

製得本文中稱作第二工具之另一結構化表面工具。以與第一工具實質上相同之方式製得第二工具，例外為第二銅溶液之成份不同：使用兩種有機晶粒細化劑(濃度為14毫升/公升之Cutflex 321及濃度為70毫升/公升

之Cutflex 320H)而非僅一種。然而，使第二銅電鍍步驟在12分鐘內再次完成，其產生厚度為8微米之第二電鍍銅層。在鉻電鍍第二銅層之結構化表面之後，第二工具準備用於微複製至光學膜。

樣品594-1

隨後經由手動展開，第二工具用於製造膜。此以與在第一工具之情況下所進行相同之方式進行，且其產生光學擴散膜(本文中以樣品指定編號594-1來提及)，其在膜之固化樹脂層上具有對應於第二銅層之結構化表面(然而相對於結構化表面反轉)之微複製結構化表面。圖15中展示膜之結構化表面的SEM影像。儘管表面經結構化，然而可見到，表面之平均粗糙度小於圖5之結構化表面。此光學擴散膜樣品594-1之光學混濁度及透明度用來自BYK Gardner (Columbia MD)之Haze-Gard Plus系統量測，且發現分別為87.9%及6.9%。此等值列於以下表2中。

第三工具

製得本文中稱作第三工具之另一結構化表面工具。以與第二工具實質上相同之方式製得第三工具，例外為第二銅電鍍在18分鐘內完成而非12分鐘，其產生厚度為約12微米之第二電鍍銅層。在鉻電鍍第二銅層之結構化表面之後，第三工具準備用於微複製至光學膜。

樣品593-2

隨後經由手動展開，第三工具用於製造膜。此以與在第一及第二工具之情況下所進行相同之方式進行，且其產生光學擴散膜(本文中以樣品指定編號593-2來提及)，其在膜之固化樹脂層上具有對應於第二銅層之結構化表面(然而相對於結構化表面反轉)之微複製結構化表面。圖21中展示膜之結構化表面的SEM影像。儘管表面經結構化，然而可見到，表面之平

均粗糙度小於圖5之結構化表面。此光學擴散膜樣品593-2之光學混濁度及透明度用來自BYK Gardner (Columbia MD)之Haze-Gard Plus系統量測，且發現分別為17.1%及54.4%。此等值列於以下表2中。

第四工具

製得本文中稱作第四工具之另一結構化表面工具。為了製造此第四工具，製備兩種電鍍溶液。第一電鍍液由60 g/L硫酸(J.T.Baker Chemical Company, Philipsburg, NJ)及217.5 g/L硫酸銅(Univertical Chemical Company, Angola, IN)組成。第二電鍍液由第一電鍍液加添加劑CUPRACID HT勻塗劑(按體積計0.05%)、CUPRACID HT晶粒細化劑(按體積計0.1%)及CUPRACID HT濕潤劑(按體積計0.3%)之內容物組成，所有試劑均購自Atotech USA。兩種溶液均用去離子水製得。將8吋×8吋之銅薄片置放於容納第一電鍍液之槽中。槽尺寸為36吋(長)×24吋(寬)×36吋(深)。使用10安培/平方呎之電流密度，在使用循環泵所產生之8加侖/分鐘之流動速率的情況下，在21℃下電鍍薄片24小時。此第一電鍍步驟產生具有相對粗糙結構化表面之第一電沈積銅層，電沈積層之厚度為約330微米。將板自第一電鍍液移除、沖洗且乾燥。隨後將具有第一電鍍層之銅薄片切割成1.5吋×8吋切片。將切片背面用膠帶遮蔽且置放於容納第二電鍍液之4公升燒杯中，且在25℃下以35安培/平方呎之電流密度電鍍35分鐘。此第二電鍍步驟產生覆蓋第一銅層之第二電沈積銅層，且第二銅層之結構化表面之平均粗糙度小於第一銅層之結構化表面。第二銅層之厚度為約28微米。在第二電鍍步驟之後，將稱作第四工具之切片沖洗且乾燥。不同於第一、第二及第三工具，第四工具之第二銅層不用鉻電鍍。取而代之，第二銅層之暴露結構化表面直接用於光學膜之微複製。

發現，相比於用於製造本文揭示之其他光學擴散膜樣品之工具，用作製造第四工具之起始材料的銅薄片顯著脫離平坦性，特定言之其含有實質上線性週期性起伏。使此等起伏延續至第一及第二銅層之結構化表面中，使得第二銅層之結構化表面不僅含有可歸因於電鍍步驟之粗糙度，且亦含有當形成電沈積銅層時源自基底銅薄片之起伏。

樣品RA13a

隨後經由手動展開，第四工具用於製造膜。此藉由將具有uv可固化丙烯酸酯樹脂之聚酯膜基板塗覆至第四工具來進行。使用來自RPC Industries (Plainfield, IL)之uv處理器，在50呎/分鐘之線速度的情況下，使樹脂固化。膜隨後自第四工具之結構化表面移除。膜為光學擴散膜(本文中以樣品指定編號RA13a來提及)，其在膜之固化樹脂層上具有對應於第二銅層之結構化表面(然而相對於結構化表面反轉)之微複製結構化表面。圖19中展示膜之結構化表面的SEM影像。可見於圖中之暗淡的週期性垂直線為銅薄片起始材料中週期性起伏之結果，且並非由兩個銅電鍍步驟引入。此光學擴散膜樣品RA13a之光學混濁度及透明度與其他樣品一樣量測，且發現分別為25.9%及19.4%。此等值列於以下表2中。

樣品507-1、600-1、554-1、597-1、551-1及599-1

用於製造此等光學擴散膜樣品之工具以與用於以上樣品502-1及594-1之工具相同之方式製得，例外為以下中之一或多者關於第二電鍍步驟變化：所使用之有機勻塗劑之量、電流密度及電鍍時間。樣品本身隨後由其對應工具經由手動展開以與樣品502-1及594-1相同之方式製得，且混濁度及透明度與其他樣品一樣量測。量測值列於以下表2中。圖16中展示膜樣品599-1之結構化表面的SEM影像。

樣品502-2、554-2、551-2、597-2及600-2

用於製造此等光學擴散膜樣品之工具以與用於以上樣品593-2之工具相同之方式製得，例外為以下中之一或多者關於第二電鍍步驟變化：所用之有機勻塗劑之量、電流密度及電鍍時間。樣品本身隨後由其對應工具經由手動展開以與樣品593-2相同之方式製得，且混濁度及透明度與其他樣品一樣量測。量測值列於以下表2中。圖17中展示膜樣品502-2之結構化表面的SEM影像。圖22中展示膜樣品597-2之結構化表面的SEM影像。

樣品RA13c、RA13b、RA22a、L27B、RA14b、RA24a、RA24b、N3及N2

用於製造此等光學擴散膜樣品之工具以與用於以上樣品RA13a之工具(亦即第四工具)相同之方式製得，例外為(i)用作起始材料之銅薄片為平的及平滑的，且不含有週期性起伏，且(ii)以下中之一或多者關於第一或第二電鍍步驟變化：電流密度及電鍍時間。樣品本身隨後由其對應工具經由手動展開以與樣品RA13a相同之方式製得，且混濁度及透明度與其他樣品一樣量測。量測值列於以下表2中。圖18中展示膜樣品RA22a之結構化表面的SEM影像。圖20中展示膜樣品N3之結構化表面的SEM影像。

表2——所量測之光學混濁度及透明度

樣品	混濁度(%)	透明度(%)
600-2	1.57	88.3
597-2	2.5	83.1
551-2	5.3	72.5
RA24b	7.41	56.8
N2	8.2	76.6
554-2	11.7	41.1
RA24a	12.1	40.4
RA14b	13.9	57.8
L27B	14	51.1
593-2	17.1	54.4

N3	24.9	32.1
RA13a	25.9	19.4
RA22a	54.6	15.5
502-2	67.3	9
599-1	72.4	8.4
RA13b	72.5	9.1
551-1	79.4	10
RA13c	80	9.5
597-1	85.6	8.6
554-1	87.4	7.3
594-1	87.9	6.9
502-1	92.8	6.9
600-1	95	6.8
507-1	96.4	6.1

列於表2中之各光學擴散膜樣品使用根據圖9之方法製得。此表中所量測之混濁度及所量測之透明度值繪製於圖13之光學透明度對光學混濁度曲線圖中。曲線圖上之各點根據表2中之樣品指定編號標記。在列於表2中之樣品中，提供以下樣品結構化表面之SEM影像：樣品502-1（圖14、14A）、樣品594-1（圖15）、樣品599-1（圖16）、樣品502-2（圖17）、樣品RA22a（圖18）、樣品RA13a（圖19）、樣品N3（圖20）、樣品593-2（圖21）及樣品597-2（圖22）。此等影像之檢測揭示以下中之一或多者：

- 可見於結構化表面中之可辨別單獨結構(例如呈相異空腔及/或突起之形式)；
- 尺寸沿兩個正交平面內方向受限制之單獨結構；
- 緊密堆集之單獨結構；
- 圓的或彎曲的單獨結構(凹坑狀或圓頂狀，伴以彎曲的基底表面)；
- 錐體或平的刻面之單獨結構；及

- 非均勻排列之較大結構與非均勻分散於較大結構之間的緊密堆集之較小結構之組合。

一些此等樣品在顯示器中評估。舉例而言，樣品551-2及593-2在顯示器中用作背面擴散器(參見例如圖8及12)，且樣品599-1、551-1、597-1、554-1、594-1、502-1、600-1及507-1在顯示器中用作底部擴散器(參見例如圖8及7)。未觀測到波紋假影，且火花及粒度極弱。(如上文所論述，粒度及火花可造成液晶面板之照度方面的非所需空間變化。粒度可在影像上產生非所需雜訊，而火花伴以視角不同具有此類雜訊之附加假影。)

進一步討論——結構化表面特徵化

進行進一步分析工作以鑑別結構化表面之特徵，不論單獨或與其他特徵組合，其可用於表徵至少一些藉由圖9之方法製得之結構化表面，及/或以區分至少一些此類結構化表面與其他諸如以下之光學擴散膜之結構化表面：SDB擴散器、DPB擴散器、CCS擴散器、I型微複製擴散膜及II型微複製擴散膜。就此而言研究若干特徵參數，其包括：

- 沿正交平面內方向之構形之功率頻譜密度(PSD)，作為空間不規則性或隨機性之量度；
- 構成結構化表面之單獨結構(平面圖中)之識別，及此類結構之平面內尺寸或橫向尺寸(諸如ECD)之量測；
- 結構之深度或高度與平面內尺寸之比率；及
- 結構化表面上隆脊之識別，及每單位面積隆脊長度(平面圖中)之量測。

現將論述此進一步分析工作。

功率頻譜密度(PSD)分析

部分分析工作集中於結構化表面之構形，且設法確定表面之空間不規則性或隨機性之程度。構形可相對於參考平面定義，結構化表面沿該參考平面延伸。舉例而言，膜**720**之結構化表面**720a**(參見圖7)通常處於x-y平面內，或通常沿其延伸。使用x-y平面作為參考平面，結構化表面**720a**之構形可隨後描述為相對於參考平面隨參考平面中之位置而變之表面**720a**之高度，亦即表面之z座標隨(x，y)位置而變。若吾等以此方式量測結構化表面之構形，則吾等可隨後分析構形函數之空間頻率含量以確定表面之空間不規則性或隨機性之程度(或鑑別存在於結構化表面中之空間週期性)。

吾人之一般方法為使用快速傅立葉變換(FFT)函數分析空間頻率含量。因為構形提供沿兩個正交平面內方向(x及y)之高度資訊，所以表面之空間頻率含量充分地藉由分析沿平面內方向中之每一者的空間頻率含量來表徵。吾等藉由量測遍及足夠大且具代表性之結構化表面之部分的構形，且計算各平面內方向之傅里葉功率頻譜來確定空間頻率含量。可隨後將兩個所得功率頻譜繪製在功率頻譜密度(PSD)對空間頻率之曲線圖上。就所得曲線含有任何局部頻率峰(不對應於零頻率)之程度而言，此類峰之量值可用以下結合圖23進一步描述之「峰比率」來表示。

已描述吾人之一般方法，吾等現更詳細描述吾人PSD分析之方法。就既定光學擴散膜樣品而言，自樣品之中心部分切割約1×1 cm樣品塊。將樣品塊安裝於顯微鏡載片上，且其結構化表面進行Au-Pd濺鍍塗佈。使用共焦掃描雷射顯微法(CSLM)得到結構化表面之兩個高度輪廓。儘可能選擇視野以得到構形之良好取樣及存在之任何週期性。對於各2D高度輪

廓計算二維(2D)功率頻譜密度(PSD)。2D PSD為2D高度輪廓之2D空間傅里葉變換之量值的平方。MATLAB用於使用MATALB之快速傅立葉變換(FFT)函數計算PSD。在使用FFT之前，將2D漢明窗(Hamming window)應用至2D高度輪廓，以幫助減小由2D高度輪廓之有限空間尺寸造成之FFT中之振鈴效應(ringing)。使2D PSD在x方向上求和以得到在y方向(縱向網方向)上之一維(1D) PSD。類似地，使2D PSD在y方向上求和以得到在x方向(橫向網方向)上之1D PSD。

現將結合圖23描述關於空間頻率峰之1D PSD的分析。在圖中，為達成說明之目的展示假想傅里葉功率頻譜曲線。該曲線可表示上文所論述之1D PSD函數(x或y)中之任一者，其呈現於功率頻譜密度(PSD)對空間頻率之曲線圖上。垂直軸線(PSD)用於按線性比例在0處起始繪製。曲線展示為具有頻率峰，其(a)不對應於零頻率，且(b)藉由界定基線之兩個鄰接狹谷定界。兩個鄰接狹谷藉由位於空間頻率f1之點p1及位於空間頻率f2之點p2識別。頻率f1可視為峰開始之頻率，且f2可視為峰終止之頻率。基線為連接p1及p2之直線段(虛線)。記住，垂直軸線(PSD)按線性比例在0處起始，峰之量值可在曲線圖上以面積A及B表示。面積A為介於頻率峰與基線之間的面積。面積B為在基線下或在基線下方之面積。即， $B = (PSD(f1) + PSD(f2)) * (f2 - f1) / 2$ 。總和A+B為在頻率峰下或在頻率峰下方之面積。假定此等定義，峰之量值現可根據相對峰振幅或「峰比率」如下定義：

$$\text{峰比率} = A / (A + B)。$$

實際上，吾等對所評估之各樣品評估兩個1D PSD (兩個傅里葉功率頻譜——一個關於x方向，一個關於y方向)，且就傅里葉功率頻譜包括任

何頻率峰之程度而言，吾等識別各曲線之最顯著峰。隨後，對於各曲線之最顯著峰計算上述峰比率。由於量測最顯著峰，因此所計算之峰比率為可能存在於既定傅里葉功率頻譜中之所有峰的上限。

此等PSD量測不僅對根據圖9之方法製得之光學擴散膜進行，且亦對兩種I型微複製擴散膜樣品進行。此兩種I型微複製擴散膜樣品大體上根據上文所引用之'622 Aronson等人、'593 Yapel等人、'475 Barbie及'261 Aronson等人參考文獻之教示製得，此等兩種樣品在本文中稱作「I型微-1」及「I型微-4」。此等樣品在不同條件下製得，且具有不同混濁度值。特定言之，I型微-1樣品之混濁度為91.3%且透明度為1.9%，且I型微-4樣品之混濁度為79.1%且透明度為4.5%。圖4中之SEM影像為I型微-1樣品之圖像。

圖24A及24B為I型微-1樣品之功率頻譜密度對空間頻率之分別縱向網及橫向網平面內方向的曲線圖。在各曲線圖中，「f1」及「f2」分別為確定最顯著峰起始及終止之頻率。儘管此等曲線圖對功率頻譜密度(PSD)使用對數標度，然而用於計算峰比率的A及B值基於線性PSD標度計算，其與以上描述一致。

圖25A及25B為光學擴散膜樣品502-1之功率頻譜密度對空間頻率之分別縱向網及橫向網方向之曲線圖。標記「f1」及「f2」在此等圖中之含義與圖23、24A及24B中之含義相同。儘管在圖25A、25B中使用對數標度，然而用於計算峰比率之A及B值基於線性PSD標度。

表3中列舉對根據圖9之方法製得之光學擴散膜中之七者及對兩種I型微複製擴散膜樣品計算之PSD峰比率。

表3——所量測之PSD峰比率

樣品	所量測之峰比率(縱向網)	所量測之峰比率(橫向網)
502-1	0.24	0.15
594-1	0.12	0.23
502-2	0.10	0.17
593-2	0.19	0.12
RA22a	0.21	0.11
RA13a	0.14	0.76
N3	0.08	0.21
I型微-1	0.94	0.19
I型微-4	0.99	0.84

在回顧表3之結果中，吾等可見，就根據圖9製得之光學擴散膜中之每一者而言，兩種平面內方向(縱向網及橫向網)之峰比率均小於0.8，且在大多數情況下遠小於0.8。相比而言，儘管I型微-1樣品在橫向網方向中之峰比率為0.19，然而在所有其他情況中，所測試之I型微複製擴散膜之峰比率大於0.8。由此，所測試之I型微複製擴散膜均不滿足兩種平面內方向之峰比率均小於0.8之條件。

在回顧表3之結果中，吾等亦可見，根據圖9製得之測試膜樣品除其中一者之外的所有者亦滿足兩個平面內方向之峰比率小於0.5，或0.4，或0.3之更嚴格條件。兩個平面內方向上峰比率之相對較小值暗示結構化表面中超低空間週期性。然而，樣品RA13a不滿足更嚴格條件。在根據圖9製得之所有測試膜樣品當中，RA13a樣品之所量測之峰比率顯然最高，在橫向網方向中比率為0.76。在正交平面內方向上，RA13a樣品之峰比率小得多，為0.14。回顧以上描述，RA13a樣品用銅薄片起始材料製得，其含有週期性起伏，且在微複製期間將此等週期性起伏轉移至RA13a樣品之結構化主要表面。鑒於此，合理地得出結論，若RA13a之基板為實質上平的且無起伏，則在橫向網方向上之峰比率將更接近為0.14之縱向網峰比率。

換言之，在根據圖9製得之工具使用不具有下伏結構之平基板製得之程度上，此類工具(及由該工具製得之任何光學膜)在兩個平面內方向上之PSD峰比率可能小於0.8，或0.5，或0.4，或0.3。

類似地，在根據圖9製得之工具使用具有顯著下伏結構(不論週期性起伏，或諸如稜鏡BEF結構化表面之更清晰結構)之基板製得之程度上，此類工具(及由該工具製得之任何光學膜)可能在功率頻譜密度曲線中至少一個平面內方向上展現顯著或大峰，且其可能在該平面內方向上具有顯著或大PSD峰比率。在此等情況下，藉由進行PSD量測值之更深入分析，特定言之若關於原始基板中之下伏結構的資訊為可獲得的，則吾人可在功率頻譜密度曲線中區分歸因於用於形成工具之基板之下伏結構的峰與歸因於由於電鍍步驟(參見圖9中步驟903及904)形成之結構的峰。進行此種區別可能為複雜的，因為下伏結構之空間週期性不必顯著不同於電鍍結構之任何空間週期性，實際上此等不同結構類型之空間週期性可能在至少一些情況下實質上重疊。儘管如此，若吾人成功進行此種區別，則在兩個平面內方向上之PSD峰比率小於0.8 (或0.5，或0.4，或0.3)之結構化表面之條件可能仍由根據圖9使用具有顯著下伏結構之基板製得的結構化表面滿足，其限制條件為功率頻譜密度曲線中歸因於下伏結構之任何峰忽略不計。

表3中給出之結果藉由識別功率頻譜密度曲線中最顯著峰(若存在)獲得。且如圖24A至25B中可見，功率頻譜密度曲線之數據遍及自粗略 1 mm^{-1} 至幾乎 2000 mm^{-1} 之空間頻率範圍延伸，因此，可能遍及此範圍存在之任何峰均為確定最顯著之峰中的候選者，且其亦為就標準為兩個平面內方向上之PSD峰比率小於0.8 (或0.5，或0.4，或0.3)而言的候選者。實際上，可能有利的是，就此等分析而言，限制考慮功率頻譜密度曲線中之峰

的空間頻率範圍。舉例而言，可能有利的是，限制指定兩個平面內方向上 PSD 峰比率小於 0.8（或 0.5，或 0.4，或 0.3）之空間頻率範圍為上限為 1000，或 500，或 100 mm^{-1} 且下限為 1，或 2，或 5 mm^{-1} 之頻率範圍。

橫向尺寸或尺寸(ECD)分析

就可識別相異單獨結構之結構化表面而言，結構化表面可根據結構之特徵尺寸(諸如橫向或平面內尺寸)描述。舉例而言，各結構特徵為具有最大橫向尺寸、最小橫向尺寸及平均橫向尺寸。若單獨結構沿兩個正交平面內方向尺寸受限制，例如，沿任何平面內方向不以線性方式無限延伸，各結構特徵為具有等效圓直徑「ECD」。既定結構之 ECD 可定義為平面圖中之面積與結構之平面圖中之面積相同之直徑。舉例而言，參考圖 26，展示假想結構化表面 **2620a** 之平面圖。結構化表面包含可識別結構 **2621a**、**2621b**、**2621c**、**2621d**，其可能為突起或空腔。環 **2623a** 重疊於結構 **2621a** 上，假設環在此平面圖中具有之面積等於結構 **2621a** 之面積。環 **2623a** 之直徑(ECD)為結構 **2621a** 之等效圓直徑(ECD)。藉由平均結構化表面之代表性部分中所有結構的 ECD 值，可隨後據稱結構化表面或其結構具有平均等效圓直徑 ECD_{avg} 。

吾等進行多個光學擴散膜之結構尺寸的系統分析。就既定光學擴散膜樣品而言，自樣品之中心部分切割約 $1 \times 1 \text{ cm}$ 之樣品塊。將樣品塊安裝於顯微鏡載片上，且其結構化表面進行 Au-Pd 濺鍍塗佈。使用共焦掃描雷射顯微法(CSLM)得到結構化表面之兩個高度輪廓。儘可能選擇視野以得到構形之良好取樣。視樣品中主要為結構之何種類型而定，定峰或狹谷之尺寸。建立一貫且可重複之方法對在結構化表面上識別之單獨結構定尺寸。圖 27 至 30 之複合影像提供此如何進行之指示。在此等複合影像中，

經由共焦顯微鏡，暗色輪廓形狀重疊於結構化表面之圖像上。暗色輪廓形狀為結構化表面之單獨結構之所計算之外邊界或邊緣。圖27為CCS擴散器之此類複合影像。圖28為對於上文所論述之I型微-1樣品。圖29為對於光學擴散膜樣品594-1。圖30為對於光學擴散膜樣品502-1。使用此等影像及技術，對於既定結構化表面計算典型地數百且在一些情況下數千結構之ECD。如下概述ECD量測值及量測值統計：

表4——所量測之ECD統計

樣品	ECD平均值(μm)	ECD中值(μm)	ECD δ (μm)
502-1	10.3	9.7	3.6
594-1	6.1	6.1	2.6
593-2	5.8	5.5	2.5
RA13a	58.3	58.5	17.5
N3	6.3	6.0	3.3
I型微-1	15.0	15.8	4.7
I型微-2	15.3	17.3	5.6
I型微-3	16.5	17.8	4.6
I型微-4	16.8	17.5	3.5
I型微-5	17.6	18.1	3.5
I型微-6	17.5	18.3	4.2
II型微	9.2	8.8	2.8
CCS擴散器	3.6	3.0	2.0

樣品I型微-2、I型微-3、I型微-5及I型微-6為附加I型微複製擴散膜樣品，其大體上根據上文所引用之'622 Aronson等人、'593 Yapel等人、'475 Barbie及'261 Aronson等人參考文獻之教示製得。I型微-2樣品之混濁度為90.7%且透明度為2.9%，I型微-3樣品之混濁度為84.8%且透明度為4.7%，I型微-5樣品之混濁度為73.9%且透明度為5.5%，且I型微-6樣品之混濁度為68.2%且透明度為4.9%。表4中II型Micro樣品為類似於展示於圖5中之II型微複製擴散膜之光學擴散膜，然而表4之II型Micro樣品之混濁

度為91.1%且透明度為9.8%。

在回顧表4之結果中，吾等可見，除了RA13a樣品，根據圖9製得之光學擴散膜中之每一者之平均(平均值)ECD均小於15微米，且大部分之平均ECD小於10微米，或在4至10微米之範圍內。將此與II型微複製擴散膜樣品之平均ECD相比，II型微複製擴散膜樣品之平均ECD通常為至少15微米或更多。RA13a樣品之平均ECD實質上比根據圖9製得之其他膜中的任一者更高。咸信上文所論述之RA13a樣品之週期性起伏為此大差異之原因。即，合理地得出結論，若RA13a之基板為實質上平的且無起伏，則平均ECD將更接近其他類似構造之膜的平均ECD，例如小於15及小於10微米。

觀測到，藉由圖9之方法製得之一些樣品之結構化表面在不規則分散之緊密堆集較小結構之間含有不規則排列之較大錐體結構的組合。一種此類樣品為502-1。進行結構化表面之分析，且如圖31之曲線圖中曲線**3110**展示，結果顯示表面具有結構尺寸之雙峰式分佈。圖31之曲線圖描繪校正計數(以百分比/單位頻寬位置為單位)作為以微米為單位之ECD的函數。見到，曲線**3110**具有較大峰**3110a**及較小峰**3110b**。較大峰**3110a**位於約ECD = 8微米處，且對應於結構化表面上之較小結構。較小峰**3110b**位於約ECD = 24微米處，且對應於較大錐體結構。由此，較小結構之平均尺寸為小於15微米，且小於10微米，且較大結構之平均尺寸為大於15微米，且大於20微米。如表4中報導，歸因於較大結構之總數較小，結構化表面上之所有結構(大及小)之平均ECD為10.3微米。

高度與橫向尺寸(ECD)之縱橫比分析

藉由圖9之方法製得之一些膜具有單獨結構緊密堆集之結構化表面，

且在一些情況下，該等結構亦為彎曲的或具有彎曲的基底表面。吾等決定研究結構之平面內或橫向尺寸(例如ECD)與結構之平均高度之間的關係。大體而言，術語「高度」足夠廣泛以指突起之高度以及空腔之深度。出於對比目的，吾等將DPB擴散器包括在吾人之研究中，其具有密集堆集之珠狀表面。

在圖32中之假想結構化表面之圖示中說明例示性結構之高度。在圖中，光學擴散膜**3220**包括具有結構化主要表面**3220a**之圖案化層**3222**。結構化表面**3220a**包括可辨別的單獨結構**3221a**、**3221b**。結構化表面沿x-y平面延伸或界定x-y平面。展示平行於x-y平面之三個參考平面：**RP1**、**RP2**及**RP3**。參考平面**RP1**、**RP3**可根據結構**3221a**之最高及最低部分(分別)界定。參考平面**RP2**可位於對應於0或接近0曲率之位置處，亦即，位於該位置之表面既不相同位於峰之頂部一樣向內彎曲，亦不相同空腔之底部一樣向外彎曲。假定此等參考平面，吾人可定義**RP1**與**RP2**之間的高度為**h1**，且**RP2**與**RP3**之間的高度為**h2**。

吾等進行確定既定結構化表面上結構之縱橫比之系統分析，縱橫比為結構之高度除以ECD。就結構之高度而言，吾等選擇使用實質上對應於圖32中展示之**h1**的值。就既定光學擴散膜樣品而言，自樣品之中心部分切割約1×1 cm之樣品塊。將樣品塊安裝於顯微鏡載片上，且其結構化表面進行Au-Pd濺鍍塗佈。使用共焦掃描雷射顯微法(CSLM)得到結構化表面之兩個高度輪廓。儘可能，選擇視野以得到構形之良好取樣。將結構化表面中之狹谷(空腔)定尺寸；然而，為了易於計算，當評估DPB擴散器之結構化表面時，將結構化表面之高度輪廓在定尺寸之前反轉，使峰轉化成狹谷。與上文所述進行ECD量測值一樣，建立一貫且可重複之方法對結構

化表面上識別之單獨結構定尺寸。隨後修改方法以添加高度與直徑縱橫比(Hmean/ECD)之量測值。對各結構(狹谷區域)計算比率。高度Hmean為在結構(狹谷區域)之周界上之平均高度減在結構(狹谷區域)中之最低高度。在量測高度之前，使用周界上之數據點，將狹谷區域中之高度圖傾斜校正。計算所測試之樣品的平均縱橫比，且展示於表5中。

表5——縱橫比

樣品	平均縱橫比
502-1	0.078
594-1	0.069
597-2	0.006
DPB擴散器	0.210

在回顧表5之結果中，吾等可見，藉由圖9之方法製得之樣品基於縱橫比可易於與DPB擴散器區分。舉例而言，前面的樣品之平均縱橫比小於0.15，或小於0.1。

隆脊分析

如上所述，藉由圖9之方法製得之一些膜具有單獨結構緊密堆集之結構化表面。緊密堆集結構傾向於產生類隆脊特徵，儘管類隆脊特徵亦可在不存在緊密堆集結構之情況下出現。吾等決定研究結構化表面上隆脊之態樣。特定言之，吾等研究隆脊存在於結構化表面上之程度。吾等藉由計算平面圖中每單位面積結構化表面總隆脊長度來定量。此對根據圖9之方法製得之許多樣品均進行，且出於對比目的，吾等亦包括若干珠狀擴散器：SDB擴散器、CCS擴散器及DPB擴散器。

在圖33中之假想結構化表面之圖示中說明隆脊。在圖中，光學擴散膜包括結構化主要表面**3320a**。結構化表面**3320a**包括可辨別的單獨結構**3321a**、**3321b**、**3321c**。結構化表面沿x-y平面延伸或界定x-y平面。隆脊

可描述成長的、尖銳的、成峰狀的區域，且沿至少結構**3321a**、**3321b**之邊界一同出現之短區段形成。隆脊或區段包括點p1、p2、p3。基於已知的構形，位於此等點中之每一者的局部斜率及曲率可沿平行於梯度且垂直於隆脊之方向(參見軸a1、a2、a3)以及沿垂直於梯度且平行於隆脊之方向(參見軸b1、b2、b3)計算。此類彎曲及傾斜可用於確認點位於長的尖銳的成峰狀區域上。舉例而言，隆脊上之點可由以下識別：沿兩個垂直方向(例如a1、b1)之充分不同的曲率；垂直於隆脊(例如a1)之尖銳的曲率；在梯度方向(例如沿隆脊，參見b1)上小於平均斜率之斜率；及足夠長之區段長度。

吾等使用前述原理進行確定既定結構化表面上每單位面積隆脊長度之系統分析。就既定光學擴散膜樣品而言，自樣品之中心部分切割約1×1 cm樣品塊。將樣品塊安裝於顯微鏡載片上，且其結構化表面進行Au-Pd濺鍍塗佈。使用共焦掃描雷射顯微法(CSLM)得到結構化表面之兩個高度輪廓。儘可能選擇視野以得到構形之良好取樣。隆脊分析用於根據以上原理分析高度輪廓。

隆脊分析識別2D高度圖上隆脊之峰，且計算每單位樣品面積隆脊之總長度。關於各像素計算沿梯度方向及橫向至梯度方向之曲率。對曲率及斜率進行定限以識別隆脊。

以下為隆脊分析中所使用之隆脊之定義。

1.曲率定義：(a)g曲率為沿梯度方向之曲率；(b)t曲率為沿橫向(垂直)於梯度方向之方向之曲率；(c)g曲率藉由使用沿梯度之三個點且計算外接三個點之環來計算；g曲率= $1/R$ ，其中R為環之半徑；(d)t曲率藉由使用沿橫向於梯度之方向之三個點且計算外接三個點之環來計算；t曲率=

$1/R$ ，其中 R 為此環之半徑；(e)將曲率指定為此等三個點之中心點；(f)選擇三個點之間隔足夠大以減少不受關注之精細特徵之作用，然而足夠小以使所關注之特徵之作用保留。

2.隆脊上點之曲率在兩個垂直方向之間充分不同。(a) g 曲率及 t 曲率相差至少2倍(任一者可較大)。

3.隆脊比大部分狹谷更尖銳。(a)曲率大於 g 曲率分佈之1百分位點之絕對值(g 曲率之1%低於1百分位點)。

4.斜率低於平均斜率。(a)隆脊上之 g 斜率(沿梯度之斜率)小於表面之平均 g 斜率。(b)隆脊之頂部上之斜率典型地接近0，除非其在高度傾斜表面上。

5.隆脊足夠長。(a)若潛在隆脊的總長度(包括分支)比沿潛在隆脊頂部之曲率之平均半徑更短，則不視為隆脊；(b)若潛在隆脊的總長度比潛在隆脊之平均寬度短3倍，則不視為隆脊；(c)應注意此等尺寸均為大致量測。

6.分支足夠長。(a)若來自隆脊中段之分支比隆脊之平均寬度長1.5倍，則視為隆脊之延伸部分。否則，將其移除；(b)應注意，此等尺寸均為大致量測。

圖34A及35A之複合影像提供如何進行系統隆脊識別之指示。在此等複合影像中，經由共焦顯微鏡，暗線片段重疊於結構化表面之圖像上。暗線片段為識別為隆脊之結構化表面之區域。圖34A為594-1樣品之此類複合影像。圖35A為對於DPB擴散器。圖34B對應於圖34A，然而僅展示暗線片段(亦即所偵測之隆脊)，然而由於呈背面印刷，所以隆脊可更易於見到。圖35B同樣對應於圖35A，然而僅展示暗線片段，且呈背面印刷。

在識別隆脊之後，計算高度圖中所有隆脊之總長度且除以高度圖之面積。藉由在運行分析之前使高度圖倒轉，亦重複此分析以識別狹谷隆脊。應注意，首先將DPB樣品倒轉。使用此等影像及技術，對於所測試之結構化表面計算每面積之隆脊長度。如下概述此等量測值之結果：

表6——所量測之每面積之隆脊長度

樣品	每面積之隆脊長度 (mm/mm ²)
502-1	47.3
507-1	48.3
551-1	29.7
554-1	111.8
594-1	109.5
597-1	44.2
599-1	89.3
600-1	116.8
502-2	32.3
551-2	18.8
554-2	35.2
593-2	36.4
597-2	1.1
600-2	0.1
N3	50.5
L27B	0.3
RA24a	0.2
RA13a	0.0
SDB擴散器	2.2
CCS擴散器	4.4
DPB擴散器	244.8

在回顧表6之結果中，吾等可見，藉由圖9之方法製得之所有或大部分非珠狀樣品具有結構化表面，其特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於 200 mm/mm²，且小於 150 mm/mm²，且在 10 mm/mm²至 150

mm/mm²之範圍內。

除非另外指明，否則本說明書及申請專利範圍中所使用之表示量、特性量測等之所有數字應理解為由術語「約」修飾。因此，除非有相反指示，否則本說明書及申請專利範圍中闡述之數值參數為近似值，其可視熟習此項技術者利用本申請案之教示設法獲得之所需特性而變。並不試圖將等效原則之應用限制於申請專利範圍之範疇，各數值參數應至少根據所報導之有效數位的數字且藉由應用一般捨入技術來理解。儘管闡述本發明之廣泛範疇的數值範圍及參數為近似值，然而任何數值闡述於本文所述之特定實例中的程度上，其將儘可能精確地報導。然而，任何數值十分可能含有與測試或量測侷限性相關之誤差。

以下為根據本發明之例示性實施例：

項目1.一種製造結構化表面之方法，其包含：

使用第一電鍍製程藉由電沈積金屬形成第一層金屬使得該第一層之第一主要表面具有第一平均粗糙度；及

使用第二電鍍製程藉由在該第一主要表面上電沈積金屬在該第一層之該第一主要表面上形成第二層金屬，使得該第二層之第二主要表面具有小於該第一平均粗糙度之第二平均粗糙度。

項目2.如項目1之方法，其中該第一電鍍製程使用第一電鍍溶液，且該第二電鍍製程使用第二電鍍溶液，至少藉由添加有機勻塗劑，該第二電鍍溶液不同於該第一電鍍溶液。

項目3.如項目1之方法，其中該第二電鍍製程包含虛設電鍍。

項目4.如項目1之方法，其中該第二電鍍製程包含遮蔽。

項目5.如項目1之方法，其中該第一電鍍製程使用第一電鍍溶液，且

該第二電鍍製程使用第二電鍍溶液，至少藉由添加有機晶粒細化劑，該第二電鍍溶液不同於該第一電鍍溶液。

項目6.如項目1之方法，其進一步包含：

提供基底表面，其具有基底平均粗糙度；

其中該第一層形成於該基底表面上，且其中該第一平均粗糙度大於該基底平均粗糙度。

項目7.如項目1之方法，其中該金屬為銅。

項目8.如項目1之方法，其中該第一電鍍製程使用含有至多痕量有機勻塗劑之第一電鍍溶液。

項目9.如項目8之方法，其中該第一電鍍溶液之有機碳總濃度小於100 ppm，或75 ppm，或50 ppm。

項目10.如項目1之方法，其中該第一電鍍製程使用第一電鍍溶液，且該第二電鍍製程使用第二電鍍溶液，且其中該第二電鍍溶液中有機勻塗劑濃度與該第一電鍍溶液中任何有機勻塗劑濃度之比為至少50，或100，或200，或500。

項目11.如項目1之方法，其中形成該第一層使得該第一主要表面包含複數個非均勻排列之第一結構。

項目12.如項目11之方法，其中該等第一結構包含平的刻面。

項目13.如項目11之方法，其中形成該第二層使得該第二主要表面包含複數個非均勻排列之第二結構。

項目14.如項目13之方法，其進一步包含：

使用該第二金屬之電鍍溶液藉由電沈積該第二金屬，在該第二主要表面上形成第三層第二金屬。

項目15.如項目14之方法，其中該第二金屬包含鉻。

項目16.一種使用如項目1之方法製得之微複製工具，使得該微複製工具之工具結構化表面對應於該第二主要表面。

項目17.如項目16之微複製工具，其中該工具結構化表面對應於該第二主要表面之倒轉形式或該第二主要表面之非倒轉形式。

項目18.如項目16之微複製工具，其中該微複製工具包括該第一層金屬、該第二層金屬及形成於該第二層上之第三層第二金屬。

項目19.一種使用項目16之微複製工具製得之光學膜，使得該膜之結構化表面對應於該第二主要表面。

項目20.如項目19之光學膜，其中該膜之該結構化表面對應於該第二主要表面之倒轉形式或該第二主要表面之非倒轉形式。

項目21.一種光學膜，其包含：

包含緊密堆集結構之結構化主要表面，該等結構經排列使得隆脊形成於鄰接結構之間，該等結構之尺寸沿兩個正交平面內方向受限制；

其中該結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之

間的面積除以該第二頻率峰下之面積；且

其中，該結構化主要表面特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於 200 mm/mm^2 。

項目22.如項目21之膜，其中每單位面積該總隆脊長度小於 150 mm/mm^2 。

項目23.如項目22之膜，其中每單位面積該總隆脊長度在 10 mm/mm^2 至 150 mm/mm^2 之範圍內。

項目24.如項目21之膜，其中該第一峰比率小於0.5，且該第二峰比率小於0.5。

項目25.如項目21之膜，其中該結構化主要表面提供至少5%且小於95%之光學混濁度。

項目26.如項目21之膜，其中該等緊密堆集結構特徵為平面圖中之等效圓直徑(ECD)，且其中該等結構之平均ECD小於15微米。

項目27.如項目26之膜，其中該等結構之平均ECD小於10微米。

項目28.如項目26之膜，其中該等結構之平均ECD在4至10微米之範圍內。

項目29.如項目21之膜，其中該結構化主要表面實質上不包含珠粒。

項目30.如項目21之膜，其中至少一些該等緊密堆集結構包含彎曲基底表面。

項目31.如項目30之膜，其中大部分該等緊密堆集結構包含彎曲基底表面。

項目32.如項目31之膜，其中實質上所有該等緊密堆集結構包含彎曲基底表面。

項目33.一種光學膜，其包含：

結構化主要表面，其包含緊密堆集結構，該結構化主要表面界定參考平面及垂直於該參考平面之厚度方向；

其中該結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之間的面積除以該第二頻率峰下之面積；

其中該等緊密堆集結構特徵為該參考平面中之等效圓直徑(ECD)及沿該厚度方向之平均高度，且其中各結構之縱橫比等於該結構之平均高度除以該結構之該ECD；且

其中該等結構之平均縱橫比小於0.15。

項目34.如項目33之膜，其中該結構化主要表面特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於200 mm/mm²。

項目35.如項目34之膜，其中每單位面積該總隆脊長度小於150 mm/mm²。

項目36.如項目35之膜，其中每單位面積該總隆脊長度在10 mm/mm²至150 mm/mm²之範圍內。

項目37.如項目33之膜，其中該第一峰比率小於0.5，且該第二峰比率小於0.5。

項目38.如項目33之膜，其中該結構化主要表面提供至少5%且小於95%之光學混濁度。

項目39.如項目33之膜，其中該等緊密堆集結構特徵為平面圖中之等效圓直徑(ECD)，且其中該等結構之平均ECD小於15微米。

項目40.如項目39之膜，其中該等結構之平均ECD小於10微米。

項目41.如項目39之膜，其中該等結構之平均ECD在4至10微米之範圍內。

項目42.如項目33之膜，其中該結構化主要表面實質上不包含珠粒。

項目43.如項目33之膜，其中至少一些該等緊密堆集結構包含彎曲基底表面。

項目44.如項目43之膜，其中大部分該等緊密堆集結構包含彎曲基底表面。

項目45.如項目44之膜，其中實質上所有該等緊密堆集結構包含彎曲基底表面。

項目46.一種光學膜，其包含：

結構化主要表面，其包含具有彎曲基底表面之緊密堆集結構；

其中該結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之

間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之間的面積除以該第二頻率峰下之面積；且

其中該結構化主要表面提供小於95%之光學混濁度。

項目47.如項目46之膜，其中該結構化主要表面提供小於90%之光學混濁度。

項目48.如項目47之膜，其中該結構化主要表面提供小於80%之光學混濁度。

項目49.如項目47之膜，其中該結構化主要表面提供在20%至80%之範圍內的光學混濁度。

項目50.如項目46之膜，其中該結構化主要表面特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於200 mm/mm²。

項目51.如項目46之膜，其中該第一峰比率小於0.5，且該第二峰比率小於0.5。

項目52.如項目46之膜，其中該等緊密堆集結構特徵為平面圖中之等效圓直徑(ECD)，且其中該等結構之平均ECD小於15微米。

項目53.如項目52之膜，其中該等結構之平均ECD小於10微米。

項目54.如項目52之膜，其中該等結構之平均ECD在4至10微米之範圍內。

項目55.如項目46之膜，其中該結構化主要表面實質上不包含珠粒。

項目56.一種光學膜，其包含：

結構化主要表面，其包含緊密堆集結構；

其中該結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之間的面積除以該第二頻率峰下之面積；且

其中該結構化主要表面提供在10%至60%之範圍內的光學混濁度及在10%至40%之範圍內的光學透明度。

項目57.如項目56之膜，其中該結構化主要表面提供在20%至60%之範圍內的光學混濁度及在10%至40%之範圍內的光學透明度。

項目58.如項目57之膜，其中該結構化主要表面提供在20%至30%之範圍內的光學混濁度及在15%至40%之範圍內的光學透明度。

項目59.如項目56之膜，其中該結構化主要表面特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於200 mm/mm²。

項目60.如項目56之膜，其中該第一峰比率小於0.5，且該第二峰比率小於0.5。

項目61.如項目56之膜，其中該等緊密堆集結構特徵為平面圖中之等效圓直徑(ECD)，且其中該等結構之平均ECD小於15微米。

項目62.如項目61之膜，其中該等結構之平均ECD小於10微米。

項目63.如項目62之膜，其中該等結構之平均ECD在4至10微米之範圍內。

項目64.如項目56之膜，其中該結構化主要表面實質上不包含珠粒。

項目65.一種光學膜，其包含：

結構化主要表面，其包含較大第一結構及較小第二結構，該第一結構及該第二結構之尺寸沿兩個正交平面內方向受限制；

其中該等第一結構非均勻排列於該主要表面上；

其中該等第二結構緊密堆集且非均勻分散於該等第一結構之間；及

其中該等第一結構之平均尺寸大於15微米，且該等第二結構之平均尺寸小於15微米。

項目66.如項目65之膜，其中該等第一結構之平均尺寸為該等第一結構之該平均等效圓直徑(ECD)，且該等第二結構之該平均尺寸為該等第二結構之平均等效圓直徑(ECD)。

項目67.如項目65之膜，其中該等第一結構之該平均尺寸在20至30微米之範圍內。

項目68.如項目65之膜，其中該等第二結構之該平均尺寸在4至10微米之範圍內。

項目69.如項目65之膜，其中該結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰

之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之間的面積除以該第二頻率峰下之面積。

項目70.如項目69之膜，其中該第一比率小於0.5，且該第二比率小於0.5。

項目71.如項目65之膜，其中該等第一結構為平的刻面結構，且該等第二結構為彎曲結構。

項目72.如項目65之膜，其中該等第一結構為該主要表面中之第一空腔，且該等第二結構為該主要表面中之第二空腔。

項目73.如項目65之膜，其中該結構化主要表面特徵為該結構化表面之結構之等效圓直徑(ECD)的雙峰式分佈，該雙峰式分佈具有第一及第二峰，該等較大第一結構對應於該第一峰，且該等較小第二結構對應於該第二峰。

項目74.如項目65之膜，其中該結構化主要表面實質上不包含珠粒。

項目75.一種光學膜，其包含與第二結構化主要表面相對之第一結構化主要表面，其中該第一結構化主要表面係藉由微複製自第一工具結構化表面製得，該第一工具結構化表面係藉由如下方法來製得：使用第一電鍍製程藉由電沈積金屬形成第一層金屬，使得該第一層之主要表面具有第一平均粗糙度，及使用第二電鍍製程藉由在該第一層上電沈積金屬在該第一層之該主要表面上形成第二層金屬，使得該第二層之主要表面具有小於該

第一平均粗糙度之第二平均粗糙度，該第二層之該主要表面對應於該工具結構化表面。

項目76.如項目75之膜，其中該第二結構化主要表面係藉由微複製自第二工具結構化表面製得，該第二工具結構化表面係藉由如下方法來製得：使用第三電鍍製程藉由電沈積該金屬形成第三層金屬，使得該第三層之主要表面具有第三平均粗糙度，及使用第四電鍍製程藉由在該第三層上電沈積金屬在該第三層之該主要表面上形成第四層金屬，使得該第四層之主要表面具有小於該第三平均粗糙度之第四平均粗糙度，該第四層之該主要表面對應於該第二工具結構化表面。

項目77.如項目76之膜，其中該第一結構化主要表面與第一混濁度相關，且該第二結構化主要表面與第二混濁度相關，且該第一混濁度大於該第二混濁度。

項目78.一種顯示系統，其包含：

光導；

顯示面板，其經配置以由來自該光導之光背面照亮；

一或多個稜鏡增亮膜，其安置於該光導與該顯示面板之間；及

光擴散膜，其安置於該光導與該一或多個稜鏡增亮膜之間；

其中該光擴散膜之混濁度為至少80%；且

其中該光擴散膜之第一結構化主要表面係藉由微複製自工具結構化表面製得，該工具結構化表面係藉由如下方法來製得：使用第一電鍍製程藉由電沈積金屬形成第一層金屬，使得該第一層之主要表面具有第一平均粗糙度，及使用第二電鍍製程藉由在該第一層上電沈積金屬在該第一層之該主要表面上形成第二層金屬，使得該第二層之主要表面具有小於該第一

平均粗糙度之第二平均粗糙度，該第二層之該主要表面對應於該工具結構化表面。

項目79.如項目78之顯示系統，其中該光擴散膜之該第一結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之間的面積除以該第二頻率峰下之面積。

項目80.如項目79之顯示系統，且

其中該光擴散膜之該第一結構化主要表面包含緊密堆集結構，其經排列使得隆脊形成於鄰接結構之間，該等結構之尺寸沿兩個正交平面內方向受限制；

其中該第一結構化主要表面特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於 200 mm/mm^2 。

項目81.如項目79之顯示系統，且

其中該光擴散膜之該第一結構化主要表面包含緊密堆集結構，該結構化主要表面界定參考平面及垂直於該參考平面之厚度方向；

其中該等緊密堆集結構特徵為該參考平面中之等效圓直徑(ECD)及沿

該厚度方向之平均高度，且其中各結構之縱橫比等於該結構之平均高度除以該結構之該ECD；且

其中該等結構之平均縱橫比小於0.15。

項目82.如項目79之顯示系統，且

其中該光擴散膜之該第一結構化主要表面包含具有彎曲基底表面之緊密堆集結構；且

其中該第一結構化主要表面提供小於95%之光學混濁度。

項目83.如項目78之顯示系統，其中該光擴散膜之該第一結構化主要表面包含較大第一結構及較小第二結構，該第一結構及該第二結構之尺寸沿兩個正交平面內方向受限制；且

其中該等第一結構非均勻排列於該第一結構化主要表面上；

其中該等第二結構緊密堆集且非均勻分散於該等第一結構之間；及

其中該等第一結構之平均尺寸大於15微米，且該等第二結構之平均尺寸小於15微米。

項目84.如項目78之顯示系統，其中該光擴散膜之第二結構化主要表面與該第一結構化主要表面相對，該第二結構化主要表面係藉由微複製自第二工具結構化表面製得，該第二工具結構化表面係藉由如下方法來製得：使用第三電鍍製程藉由電沈積該金屬形成第三層金屬，使得該第三層之主要表面具有第三平均粗糙度，及使用第四電鍍製程藉由在該第三層上電沈積金屬在該第三層之主要表面上形成第四層金屬，使得該第四層之主要表面具有小於該第三平均粗糙度之第四平均粗糙度，該第四層之該主要表面對應於該第二工具結構化表面。

項目85.如項目84之系統，其中該擴散膜之該第一結構化主要表面面

向該顯示面板，且該擴散膜之該第二結構化主要表面面向該光導，且其中該第一結構化主要表面與第一混濁度相關，且該第二結構化主要表面與第二混濁度相關，且該第一混濁度大於該第二混濁度。

項目86.一種顯示系統，其包含：

光導；

顯示面板，其經配置以由來自該光導之光背面照亮；

光擴散膜，其安置於該顯示系統前面，使得該顯示面板在該光導與該光擴散膜之間；

其中該光擴散膜之混濁度在10%至30%之範圍內；且

其中該光擴散膜之第一結構化主要表面藉由微複製自工具結構化表面製得，該工具結構化表面係藉由如下方法來製得：使用第一電鍍製程藉由電沈積金屬形成第一層金屬，使得該第一層之主要表面具有第一平均粗糙度，及使用第二電鍍製程藉由在該第一層上電沈積金屬在該第一層之該主要表面上形成第二層金屬，使得該第二層之主要表面具有小於該第一平均粗糙度之第二平均粗糙度，該第二層之該主要表面對應於該工具結構化表面。

項目87.如項目86之顯示系統，其中該光擴散膜之該第一結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之間的面積除以該第二頻率峰下之面積。

項目88.如項目87之顯示系統，且

其中該光擴散膜之該第一結構化主要表面包含緊密堆集結構，其經排列以使得隆脊形成於鄰接結構之間，該等結構之尺寸沿兩個正交平面內方向受限制；

其中，該第一結構化主要表面特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於 200 mm/mm^2 。

項目89.如項目87之顯示系統，其中該第一結構化主要表面包含緊密堆集結構，且其中該結構化主要表面提供在10%至40%之範圍內的光學透明度。

項目90.如項目86之顯示系統，其中該第一結構化主要表面面向該顯示系統之前部。

項目91.如項目90之顯示系統，其中該第一結構化主要表面為該顯示系統之最前表面。

對於熟習此項技術者而言，在不偏離本發明之精神及範疇之情況下，本發明之各種修改及更改將顯而易見，且應理解本發明並不限於本文中所闡述之說明性實施例。舉例而言，所揭示之透明傳導物件亦可包括抗反射塗層及/或保護性硬塗層。除非另外指明，否則讀者應假定一個所揭示之實施例的特性亦可應用於所有其他所揭示之實施例。亦應理解，本文中所提及之所有美國專利、專利申請公開案及其他專利及非專利文獻以引

用之方式併入本文中，至不與前述揭示內容相抵觸之程度。

【符號說明】

610	區域
612	區域
720	代表性擴散光學膜/膜
720a	第一主要表面
720b	第二主要表面
722	基板
724	圖案化層
730	入射光
732	散射或擴散光
801	使用者
802	顯示器
1010	工具
1010a	主要表面
1110	工具
1110a	主要表面
1112	基板
1114	第一電鍍層
1114a	第一主要表面
1116	第二電鍍層
1116a	第二主要表面
1120	光學擴散膜

1120a	主要表面
1122	基底薄膜或載體膜
1124	圖案化層
1124a	主要表面
1200	光學膜
1210	第一主要表面
1220	第二主要表面
1230	稜鏡層
1240	圖案化層
1242	主要表面
1250	微結構
1251	線性微結構
1252	頂角或二面角
1253	線性微結構
1254	高度
1255	最大高度
1256	高度
1257	線性微結構
1258	高度
1260	微結構
1270	基板層
1272	第一主要表面
1274	第二主要表面

2620a	假想結構化表面
2621a	結構
2621b	結構
2621c	結構
2621d	結構
2623a	環
3110	曲線
3110a	較大峰
3110b	較小峰
3220	光學擴散膜
3220a	主要表面
3221a	結構
3221b	結構
3222	圖案化層
3320a	主要表面
3321a	結構
3321b	結構
3321c	結構
a1	軸
a2	軸
a3	軸
b1	軸
b2	軸

b3	軸
f1	空間頻率
f2	空間頻率
h1	高度
h2	高度
p1	點
p2	點
p3	點
w	寬度
A	面積
B	面積
P	工具之小部分
R	半徑
RP1	參考平面
RP2	參考平面
RP3	參考平面

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種光學膜，其包含：

包含緊密堆集結構之結構化主要表面，其經排列以使得隆脊形成於鄰接結構之間，該等結構之尺寸沿兩個正交平面內方向受限制；

其中該結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之間的面積除以該第二頻率峰下之面積；且

其中，該結構化主要表面特徵為平面圖中之每單位面積總隆脊長度小於 200 mm/mm^2 。

【第2項】

如請求項1之光學膜，其中該結構化主要表面實質上不包含珠粒。

【第3項】

一種光學膜，其包含：

結構化主要表面，其包含緊密堆集結構，該結構化主要表面界定參考平面及垂直於該參考平面之厚度方向；

其中該結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之間的面積除以該第二頻率峰下之面積；

其中該等緊密堆集結構特徵為該參考平面中之等效圓直徑(ECD)及沿該厚度方向之平均高度，且其中各結構之縱橫比等於該結構之該平均高度除以該結構之該ECD；且

其中該等結構之平均縱橫比小於0.15。

【第4項】

一種光學膜，其包含：

結構化主要表面，其包含具有彎曲基底表面之緊密堆集結構；

其中該結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之間的面積除以該第二頻率峰下之面積；且其中該結構化主要表面提供小於95%之光學混濁度。

【第5項】

一種光學膜，其包含：

結構化主要表面，其包含緊密堆集結構；

其中該結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之間的面積除以該第二頻率峰下之面積；且

其中該結構化主要表面提供在10%至60%之範圍內的光學混濁度及在10%至40%之範圍內的光學透明度。

【第6項】

一種光學膜，其包含：

結構化主要表面，其包含較大第一結構及較小第二結構，該第一

結構及該第二結構之尺寸沿兩個正交平面內方向受限制；

其中該等第一結構非均勻排列於該主要表面上；

其中該等第二結構緊密堆集且非均勻分散於該等第一結構之間；

其中該等第一結構之平均尺寸大於15微米，且該等第二結構之平均尺寸小於15微米；及

其中該結構化主要表面實質上不包含珠粒。

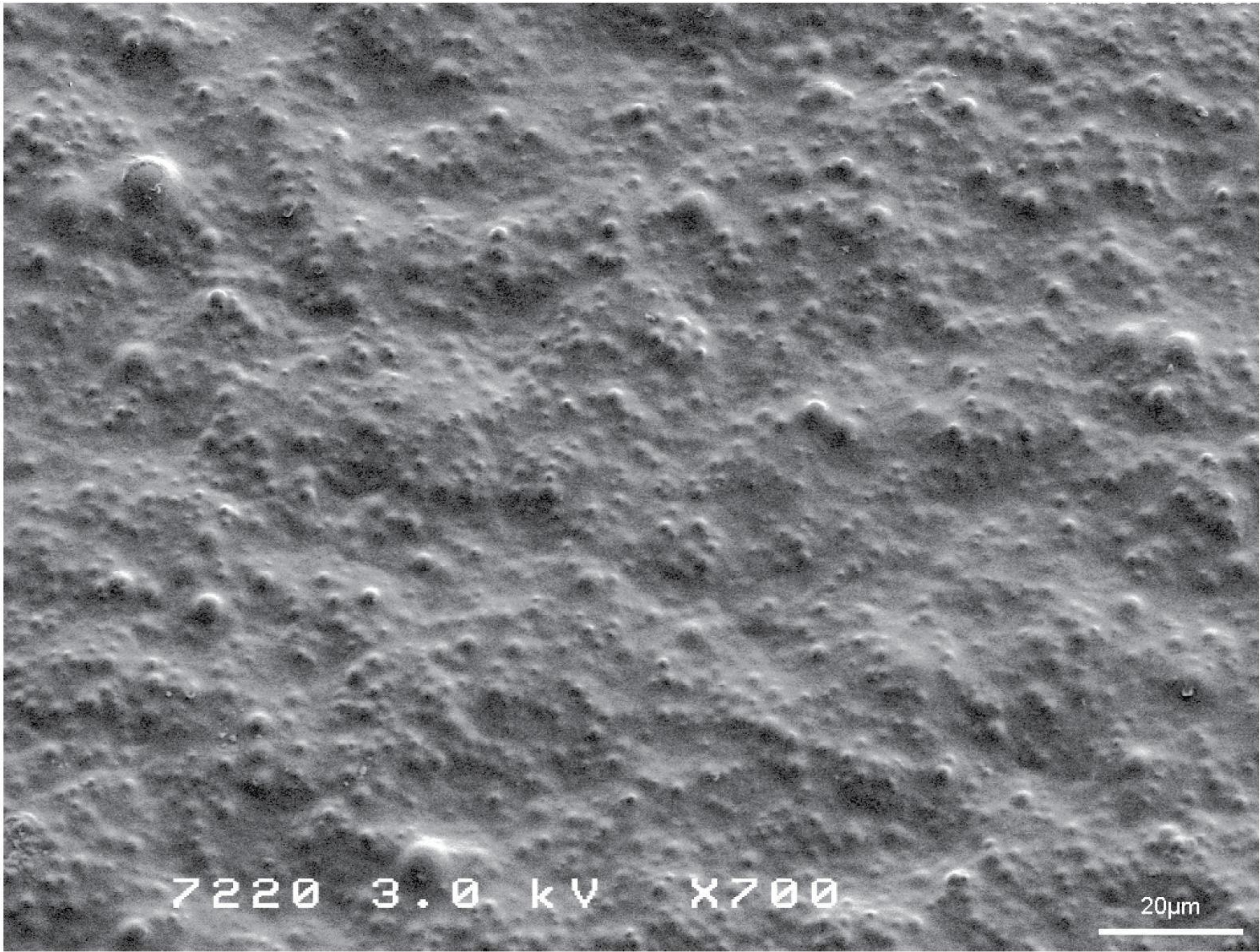
【第7項】

如請求項6之光學膜，其中該結構化主要表面具有特徵為與對應的第一及第二正交平面內方向相關之第一及第二傅里葉功率頻譜之構形，且其中

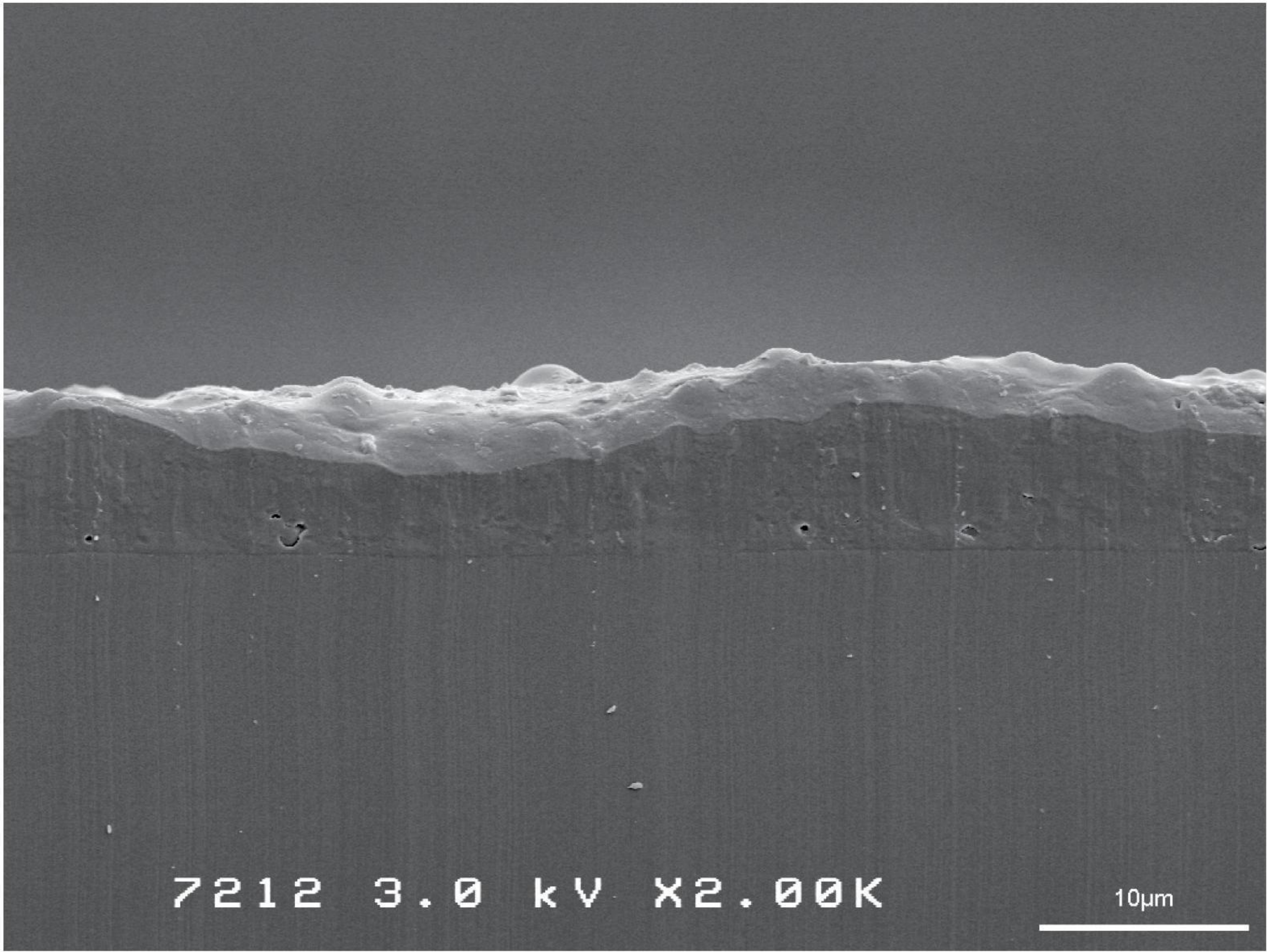
在該第一傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第一基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第一頻率峰的程度，任何此類第一頻率峰之第一峰比率小於0.8，該第一峰比率等於該第一頻率峰與該第一基線之間的面積除以該第一頻率峰下之面積；且

在該第二傅里葉功率頻譜包括不對應於零頻率且由界定第二基線之兩個鄰接狹谷定界之一或多個第二頻率峰的程度，任何此類第二頻率峰之第二峰比率小於0.8，該第二峰比率等於該第二頻率峰與該第二基線之間的面積除以該第二頻率峰下之面積。

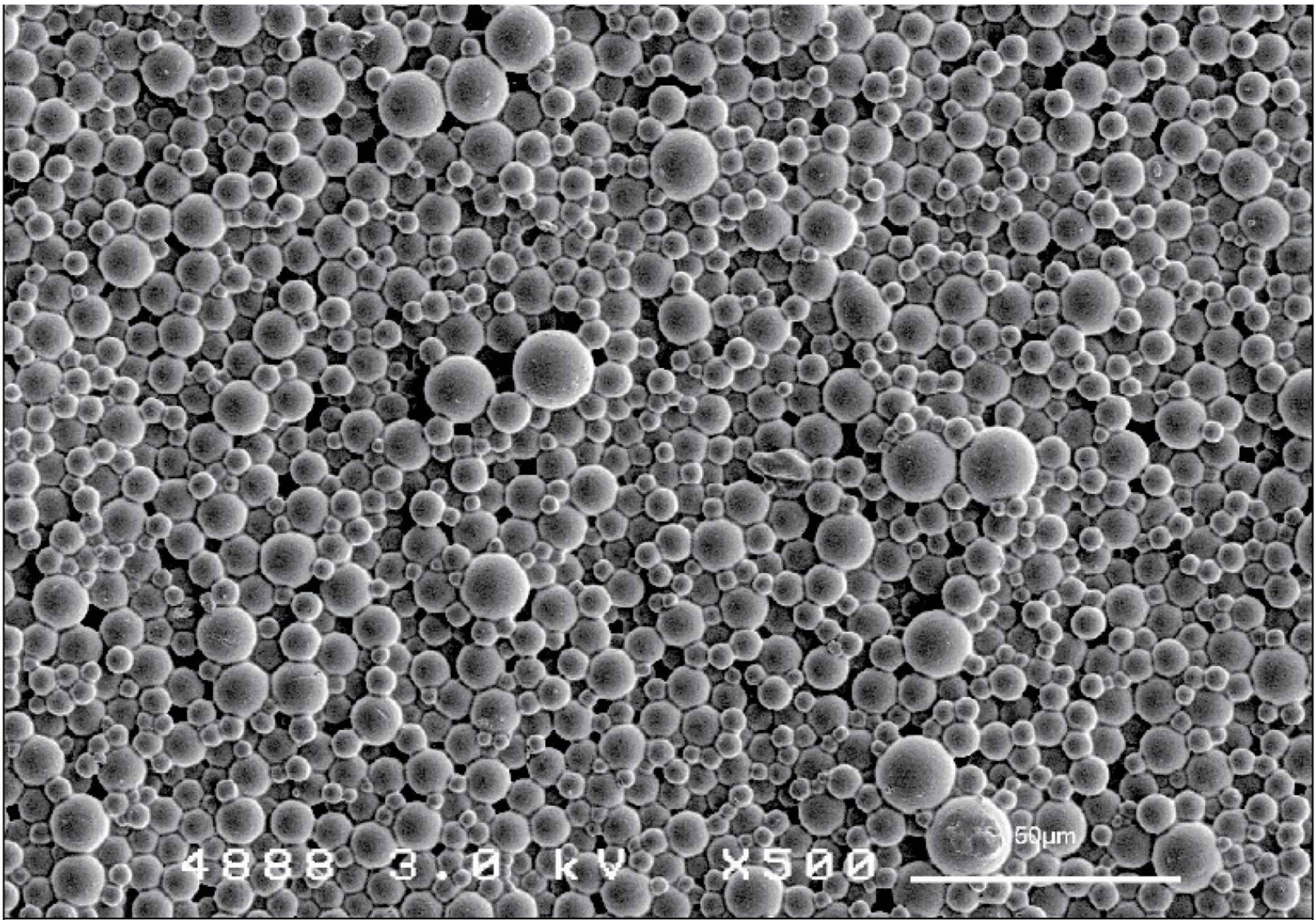
【發明圖式】



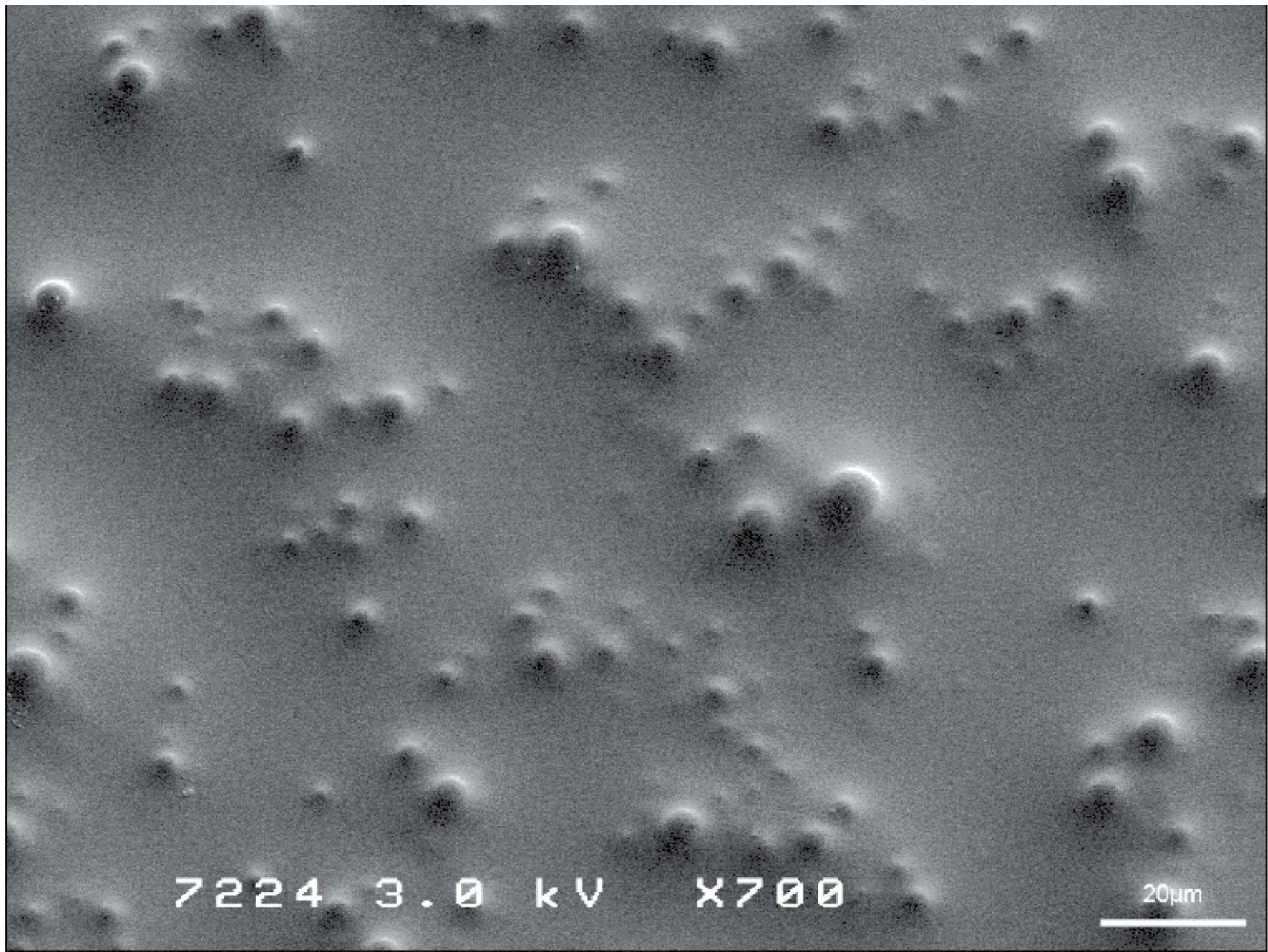
【圖1】



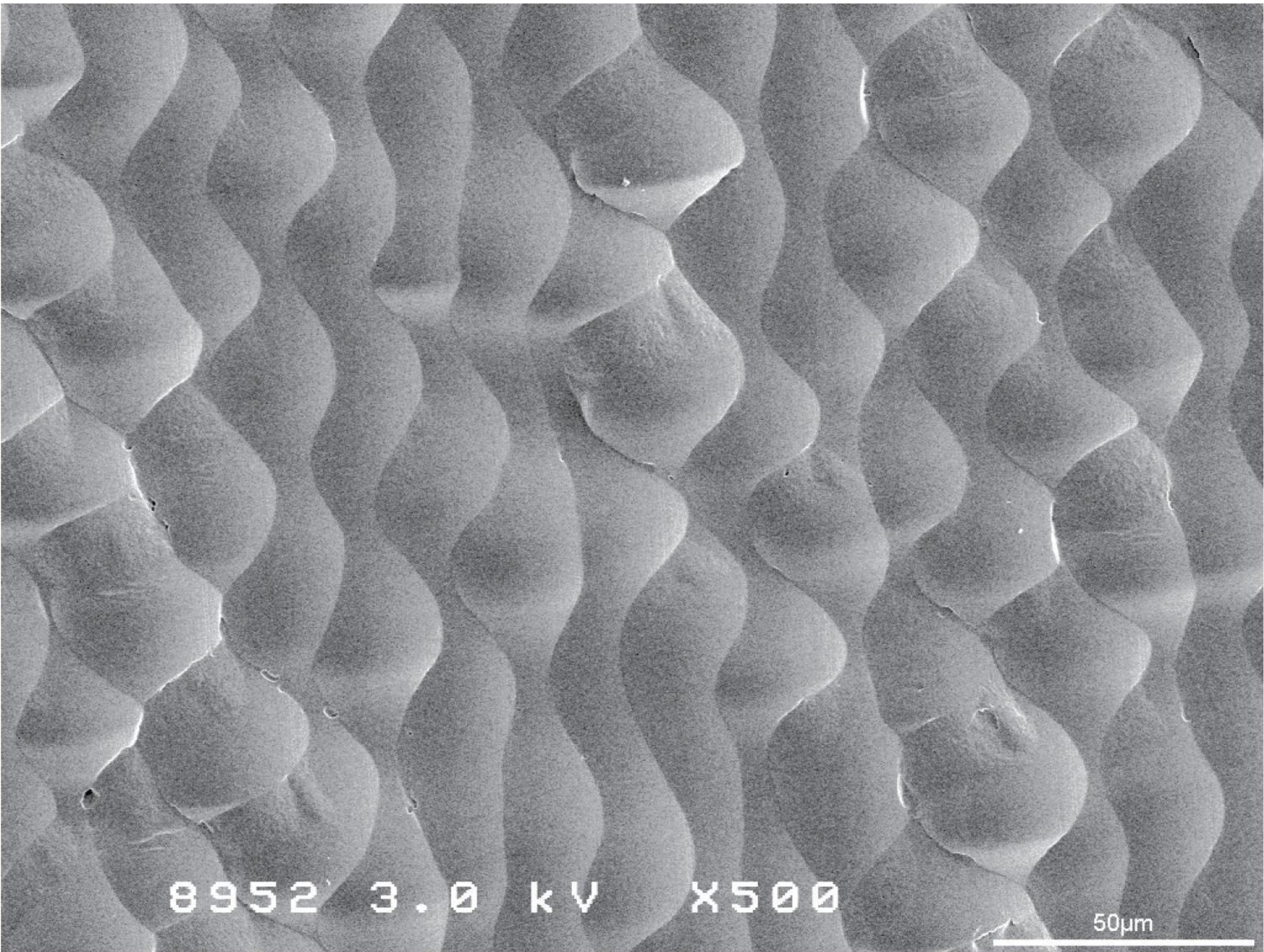
【圖1A】



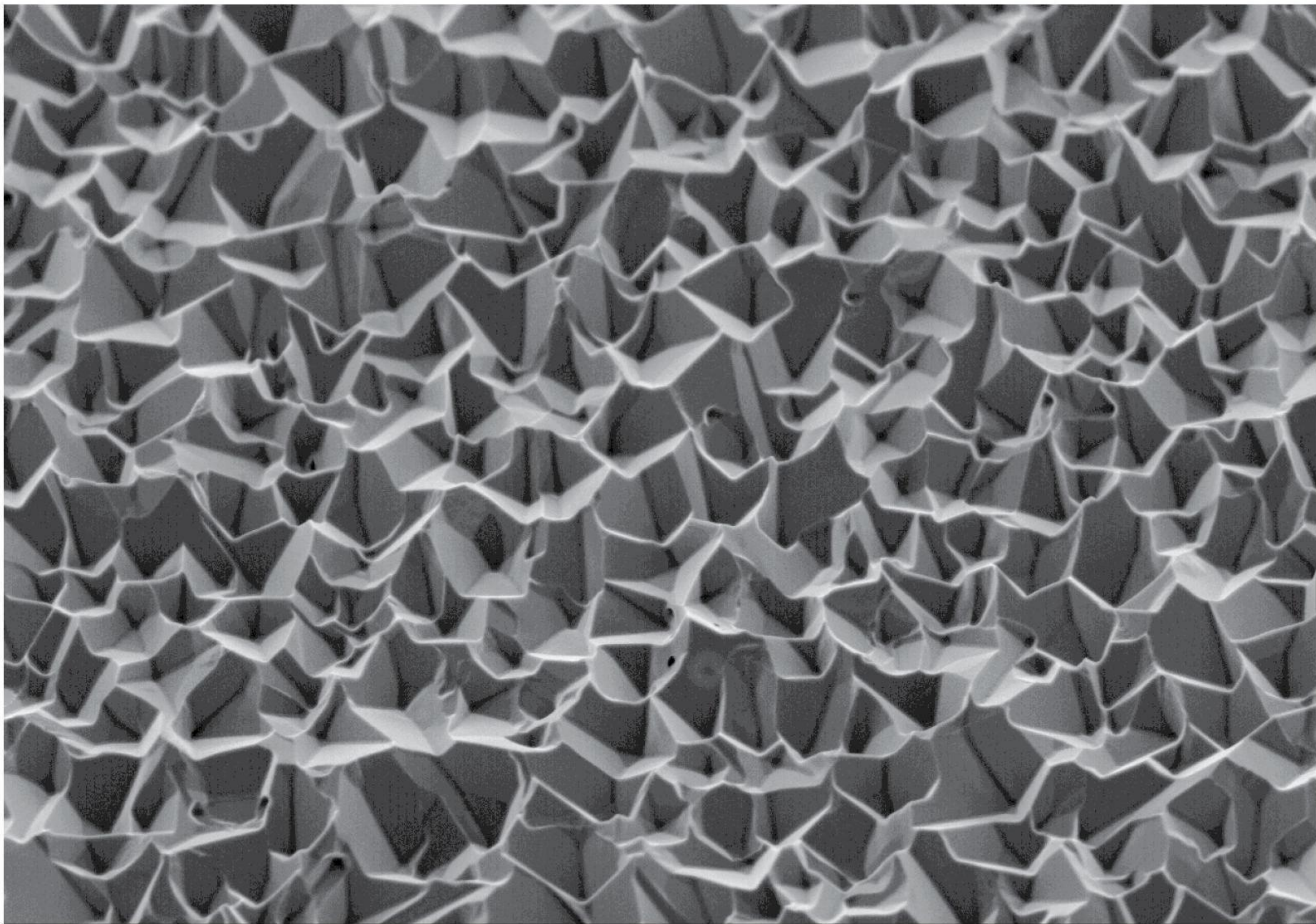
【圖2】



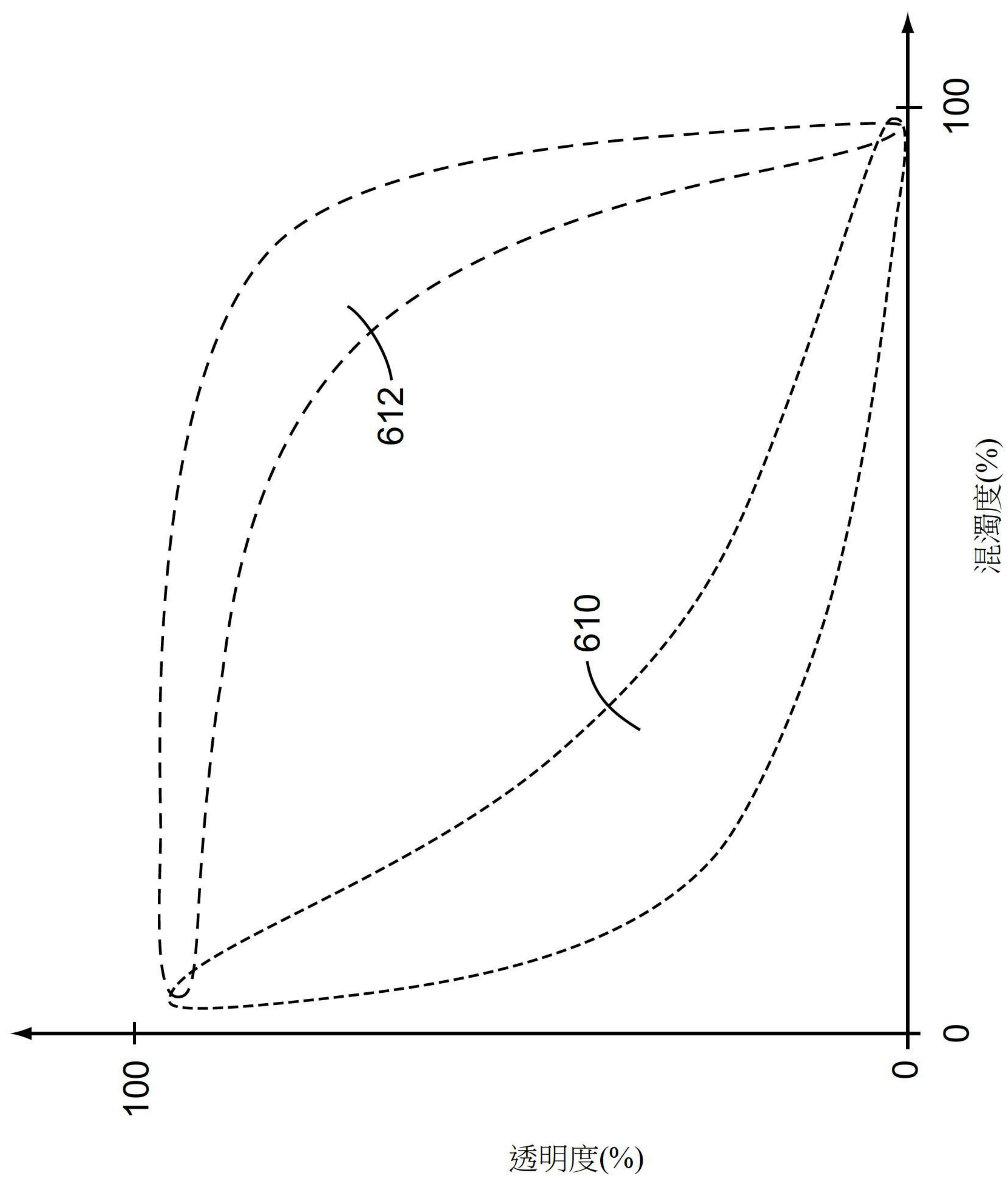
【圖3】



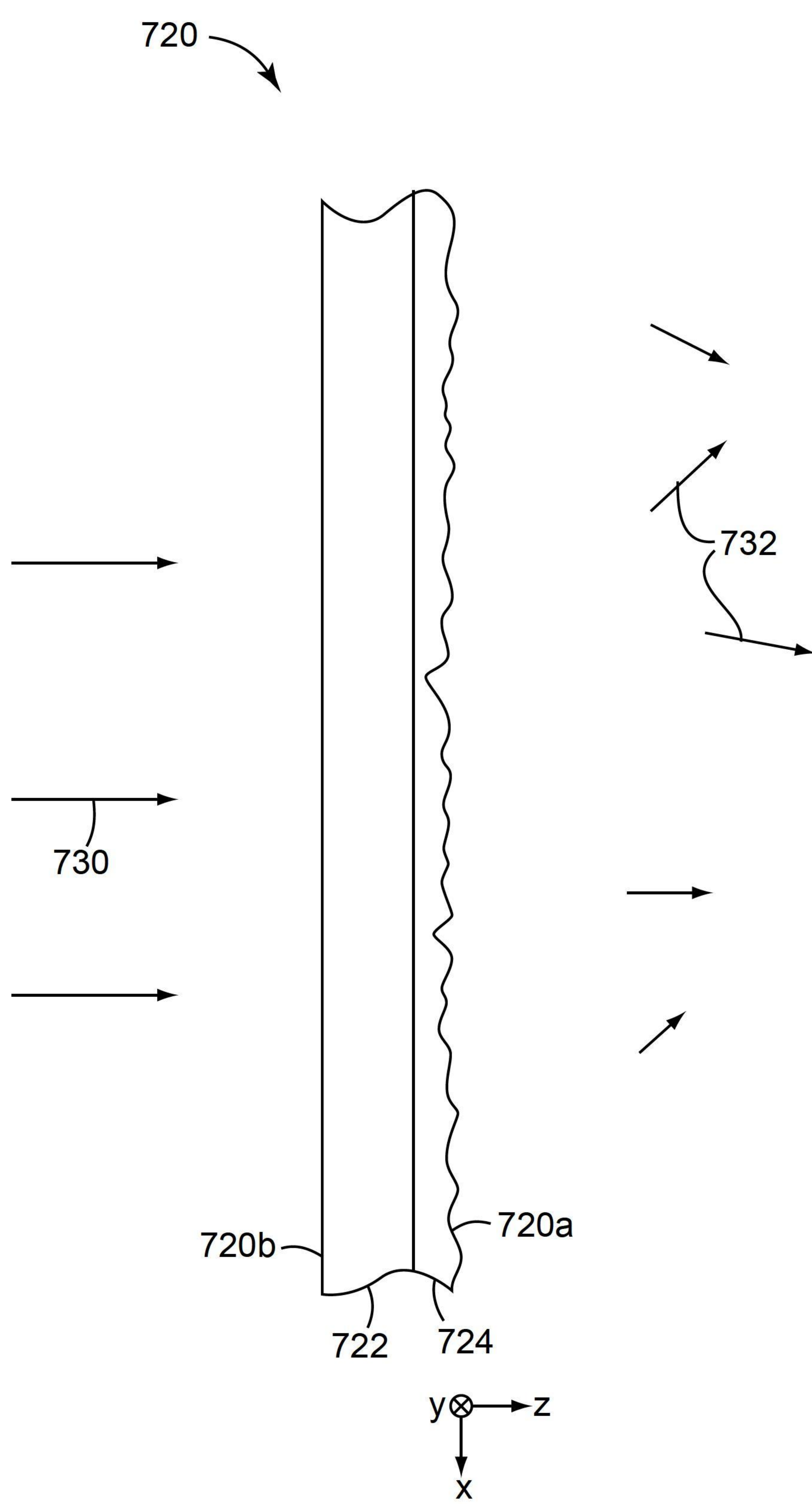
【圖4】



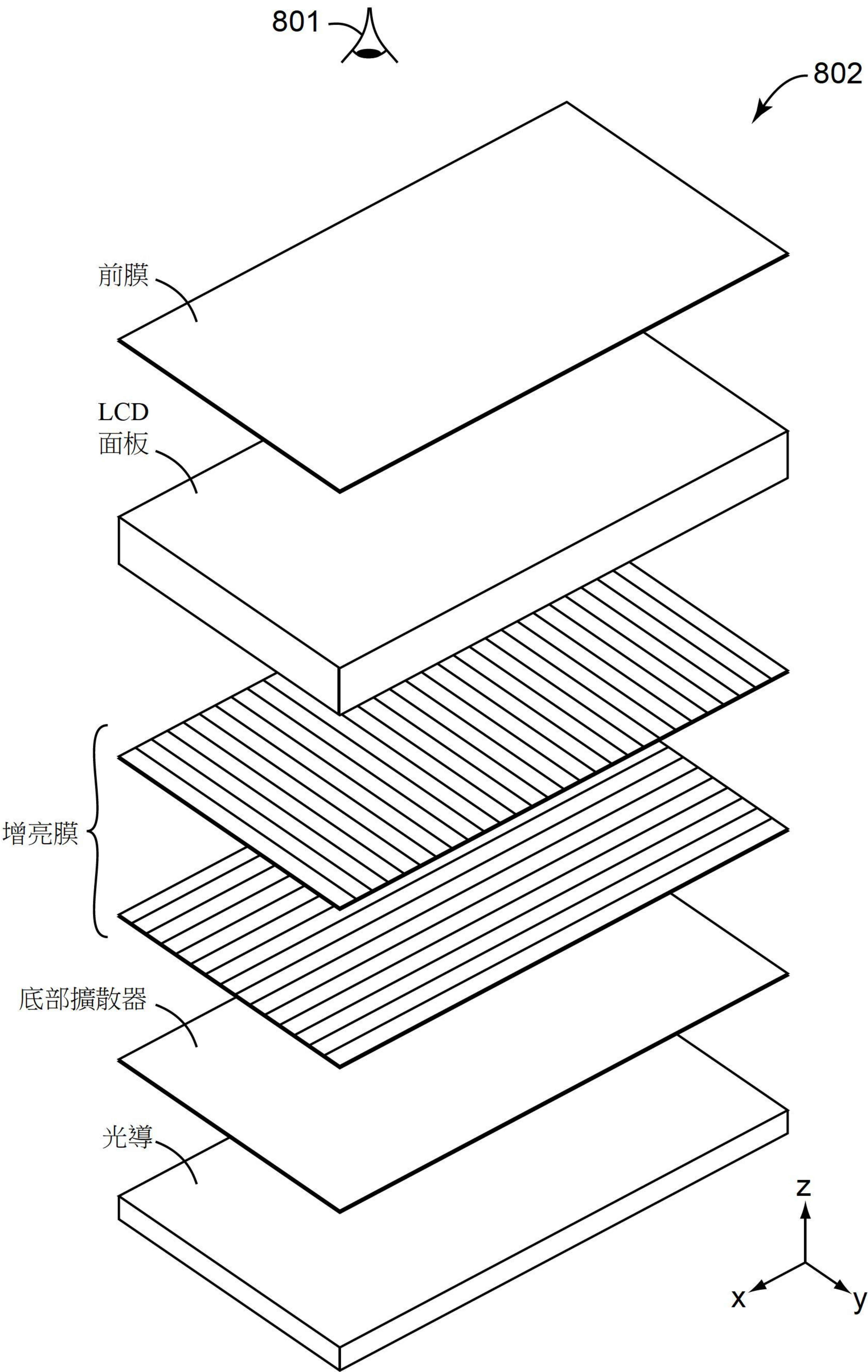
【圖5】



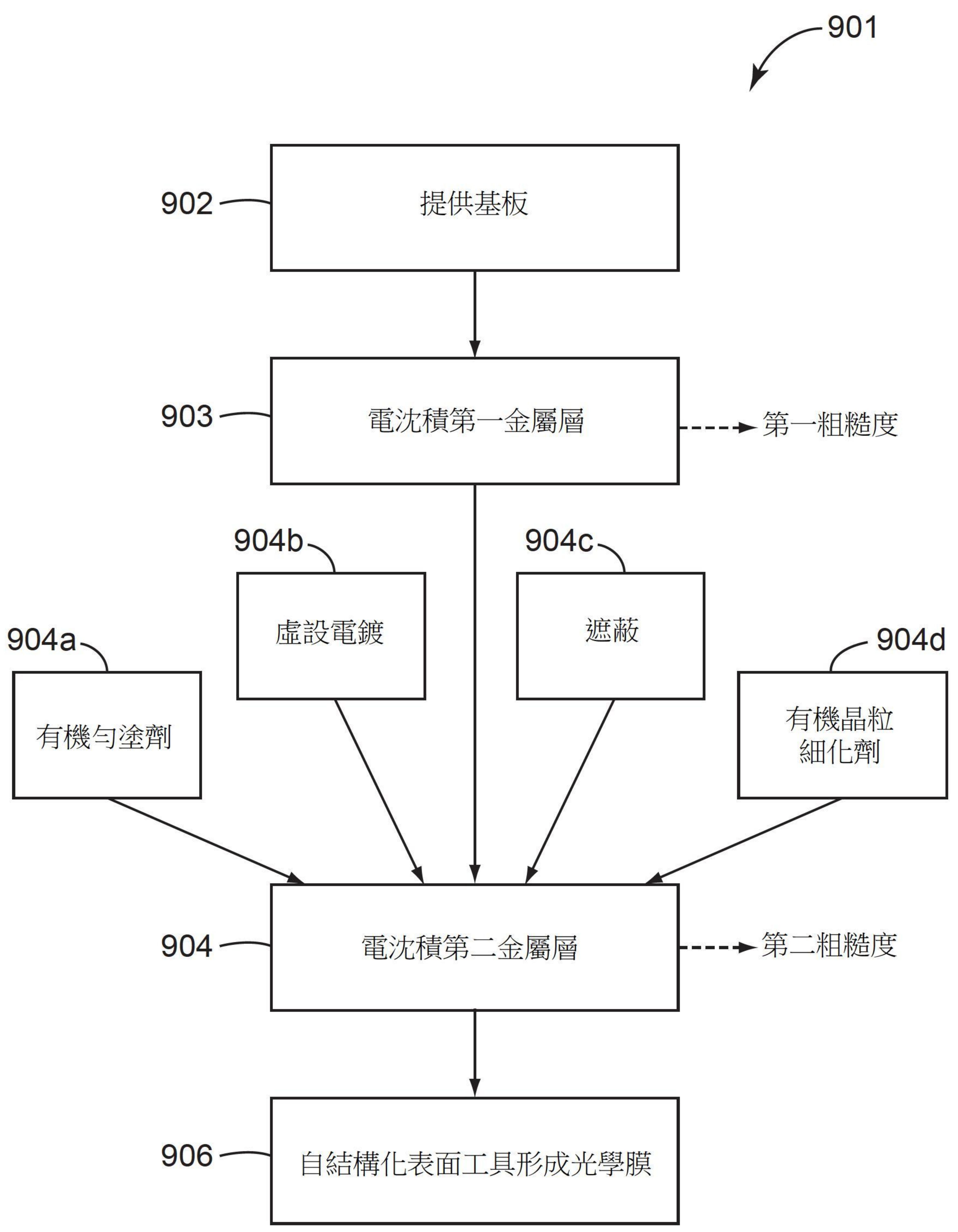
【圖6】



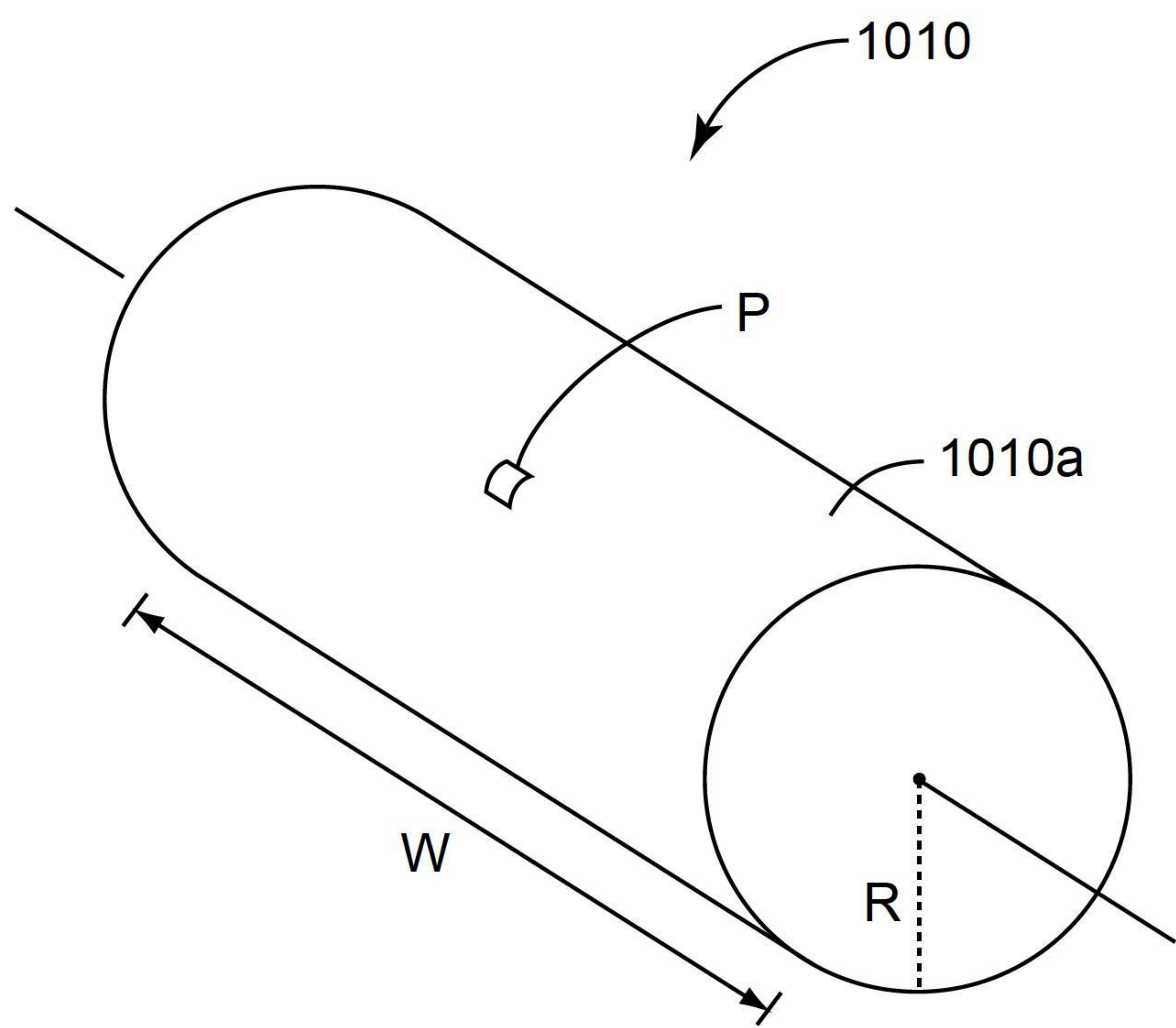
【圖7】



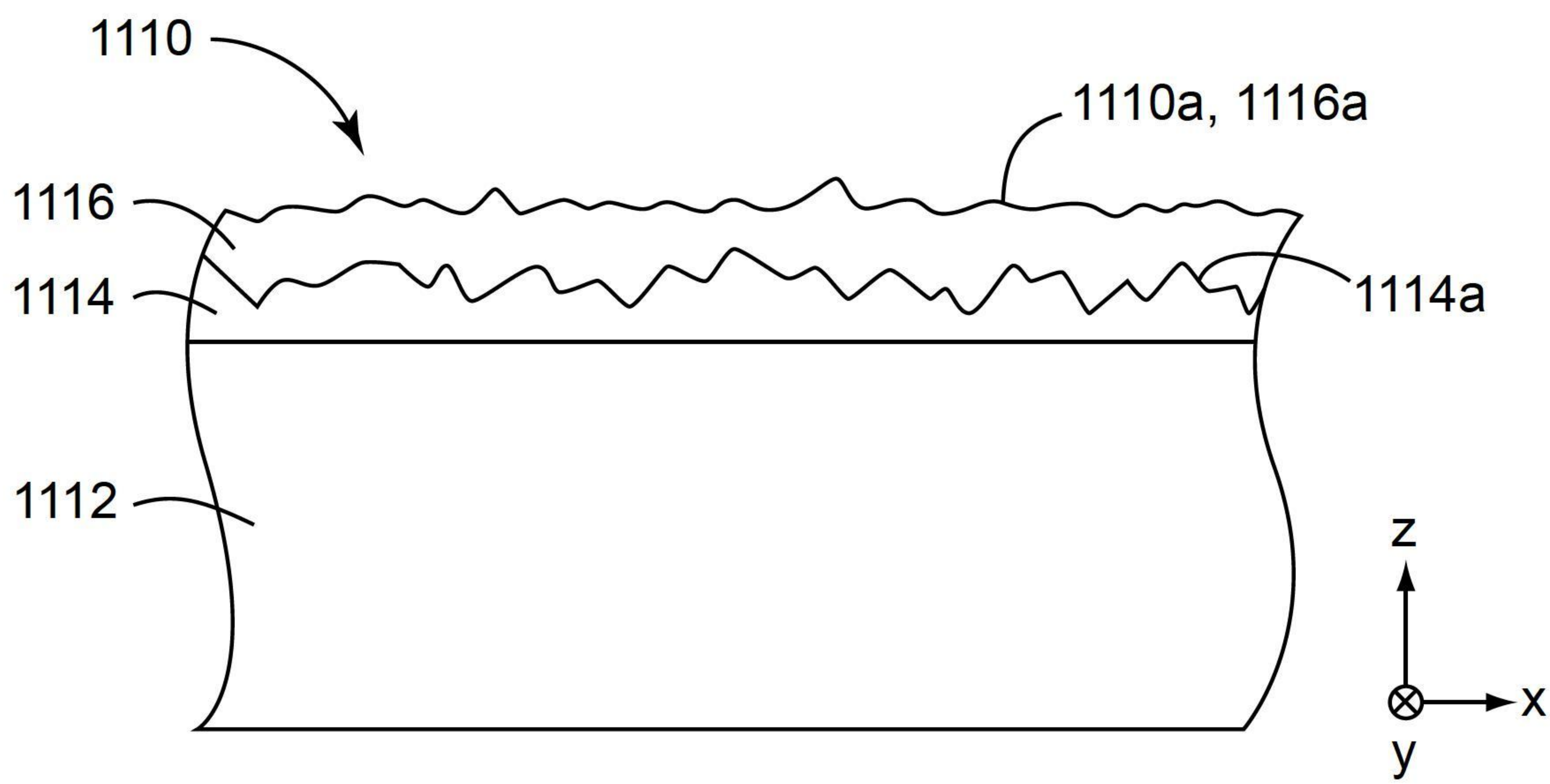
【圖8】



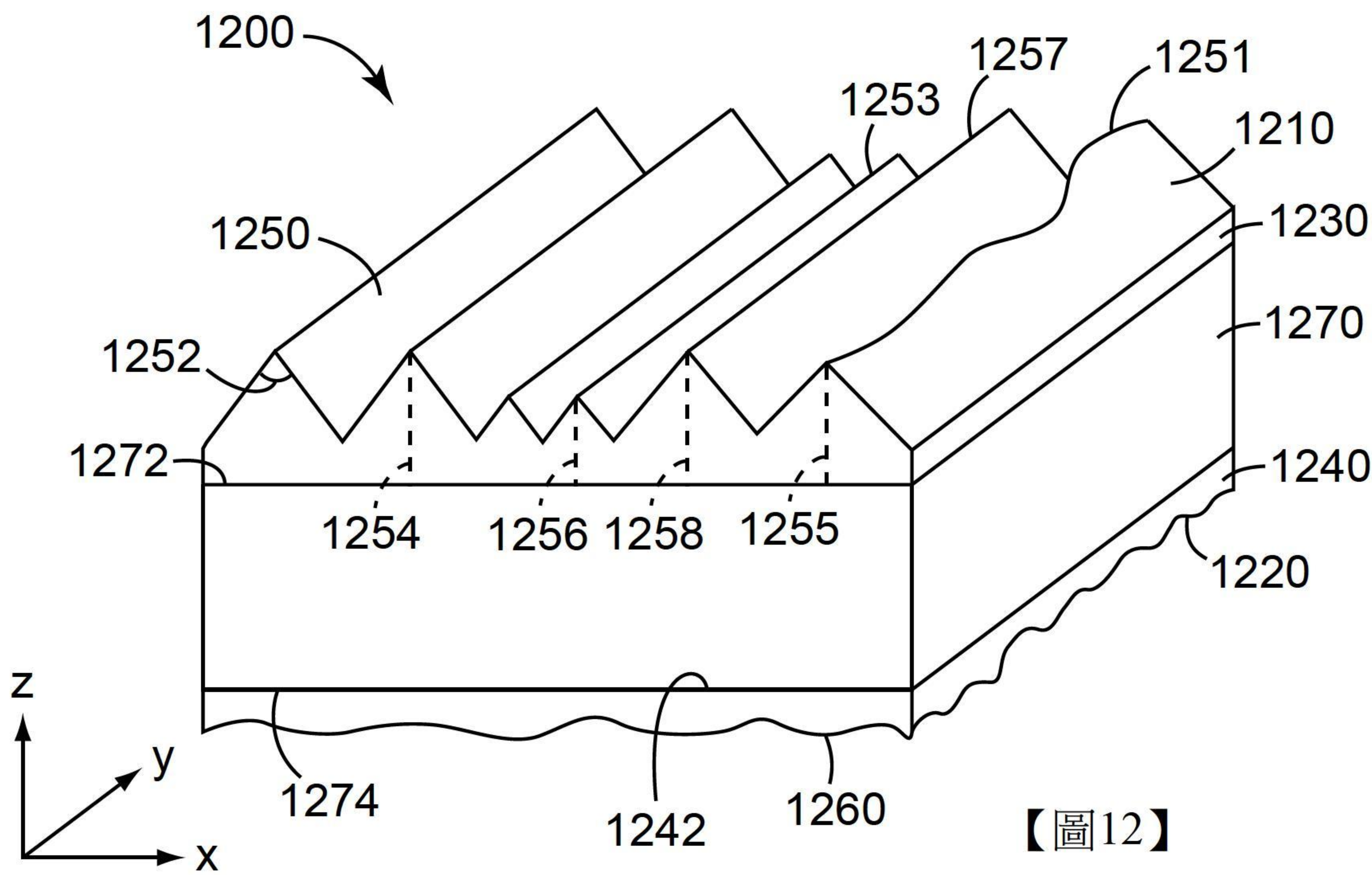
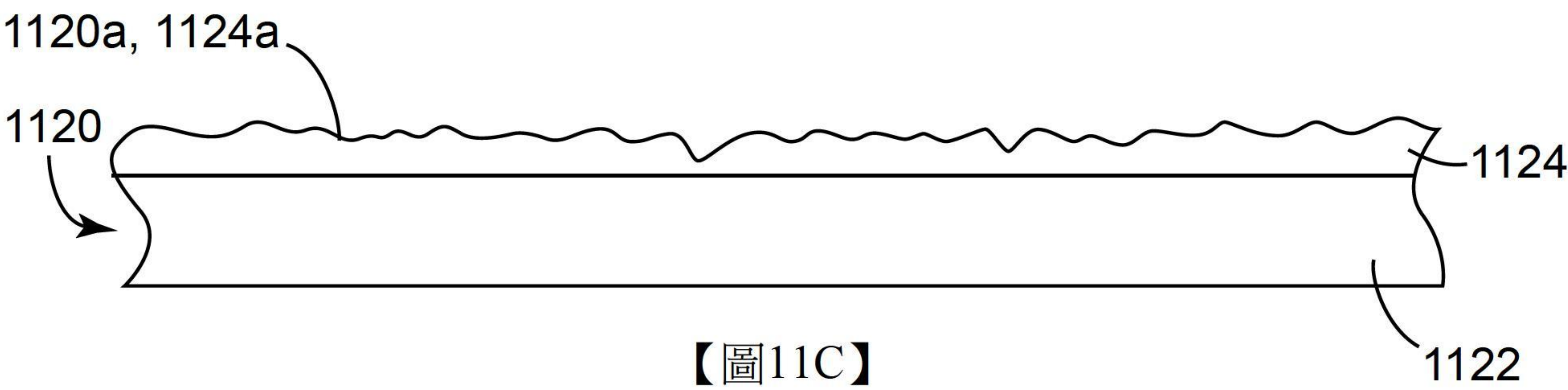
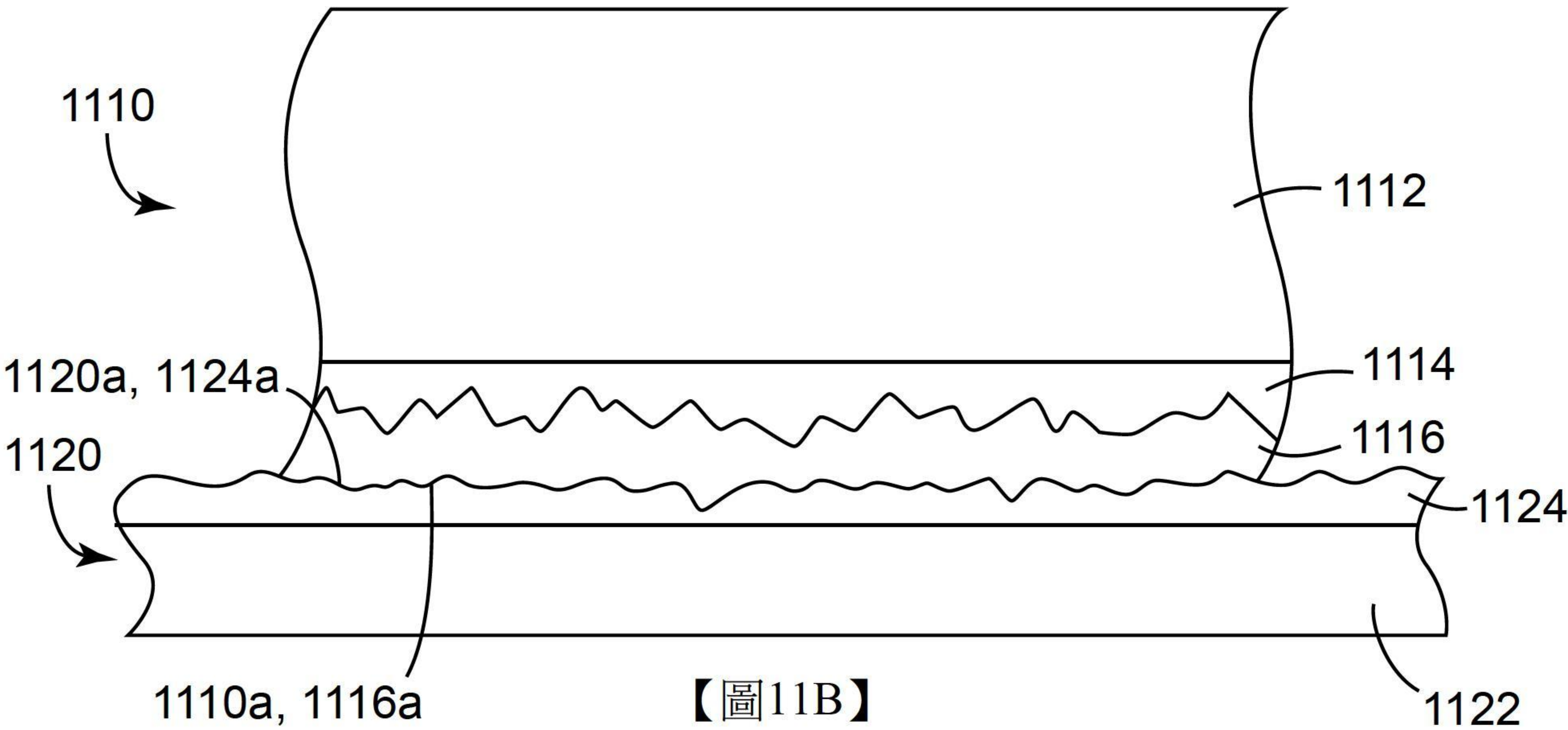
【圖9】



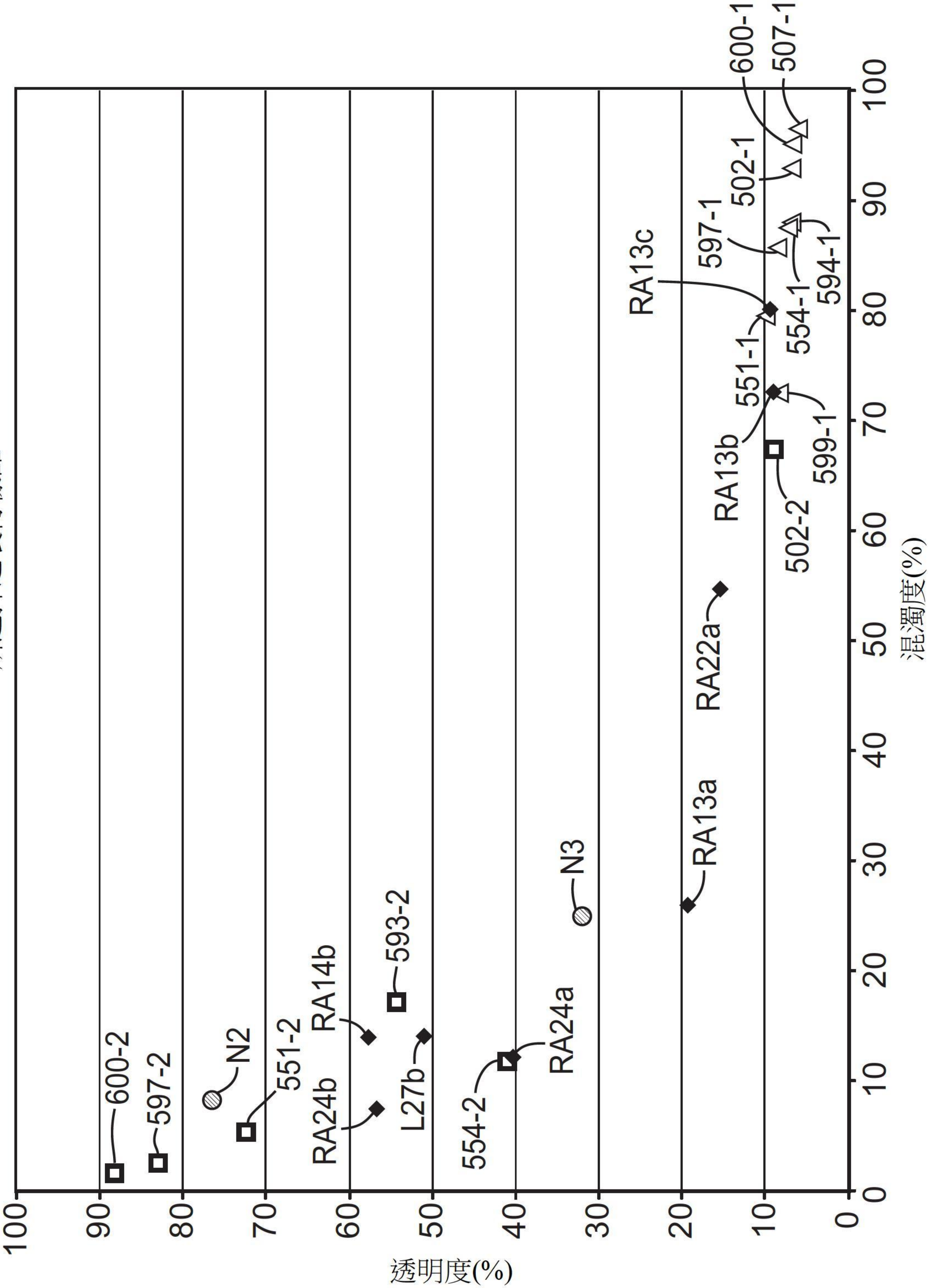
【圖10】



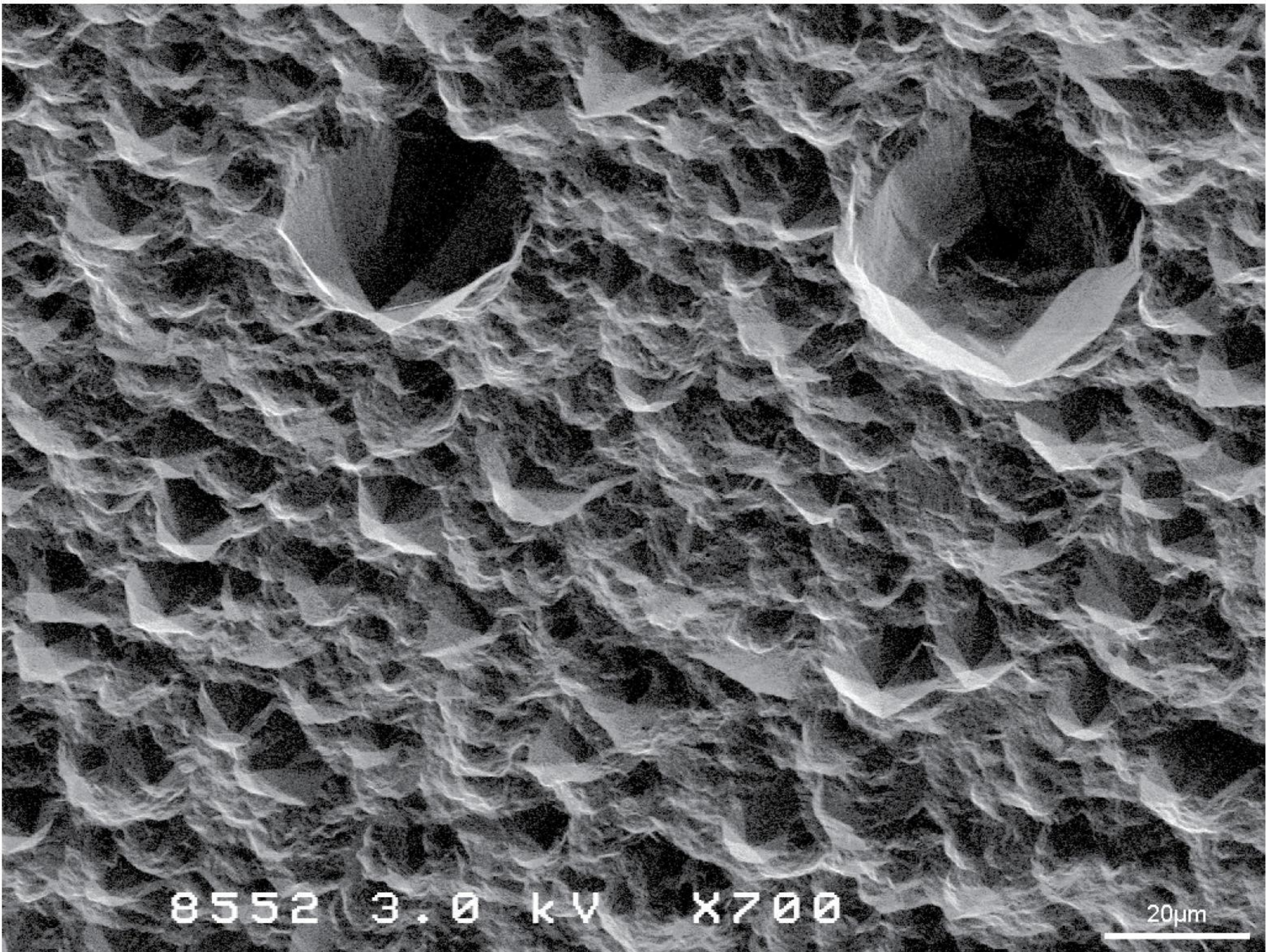
【圖11A】



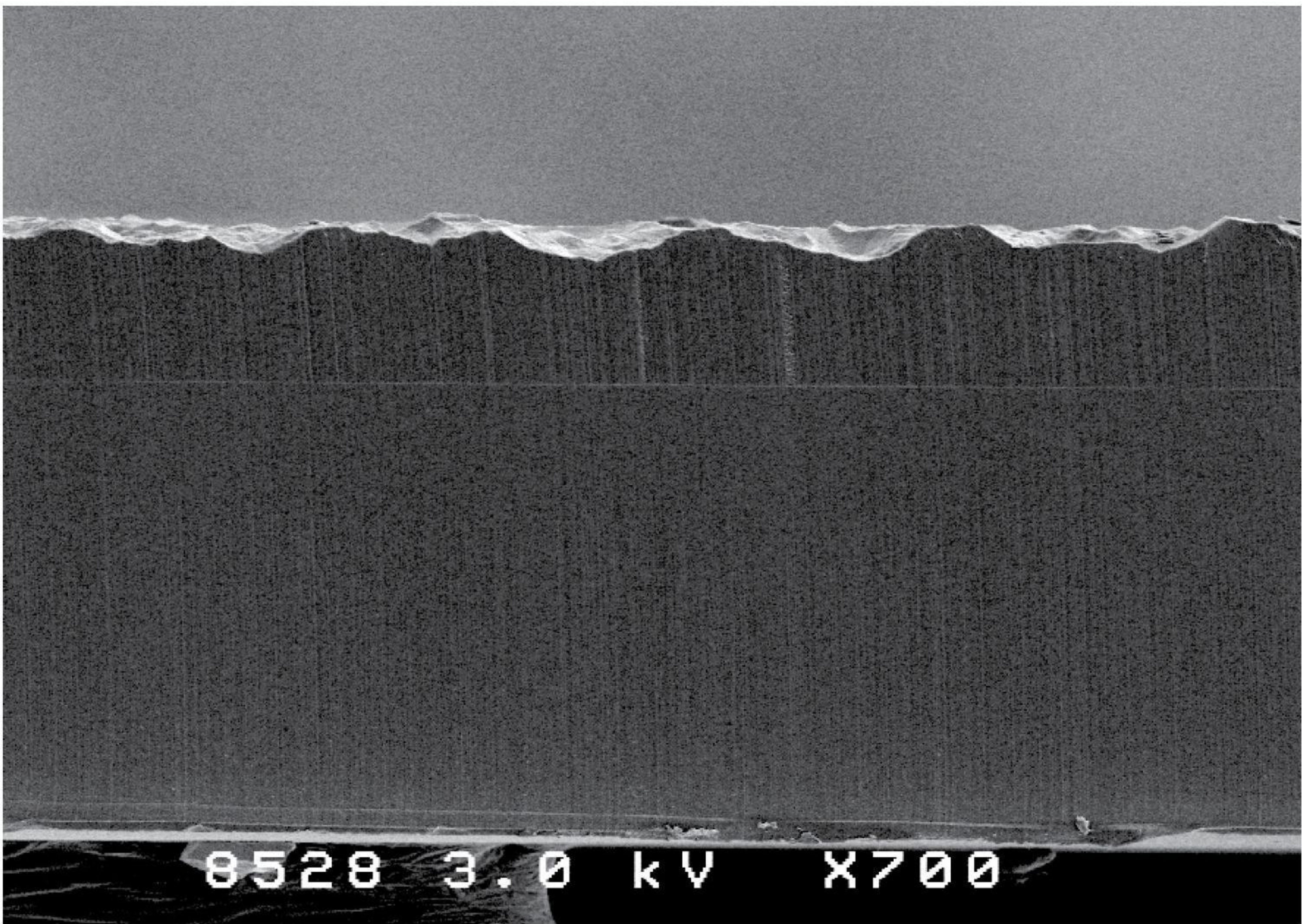
所選擇之製得樣品



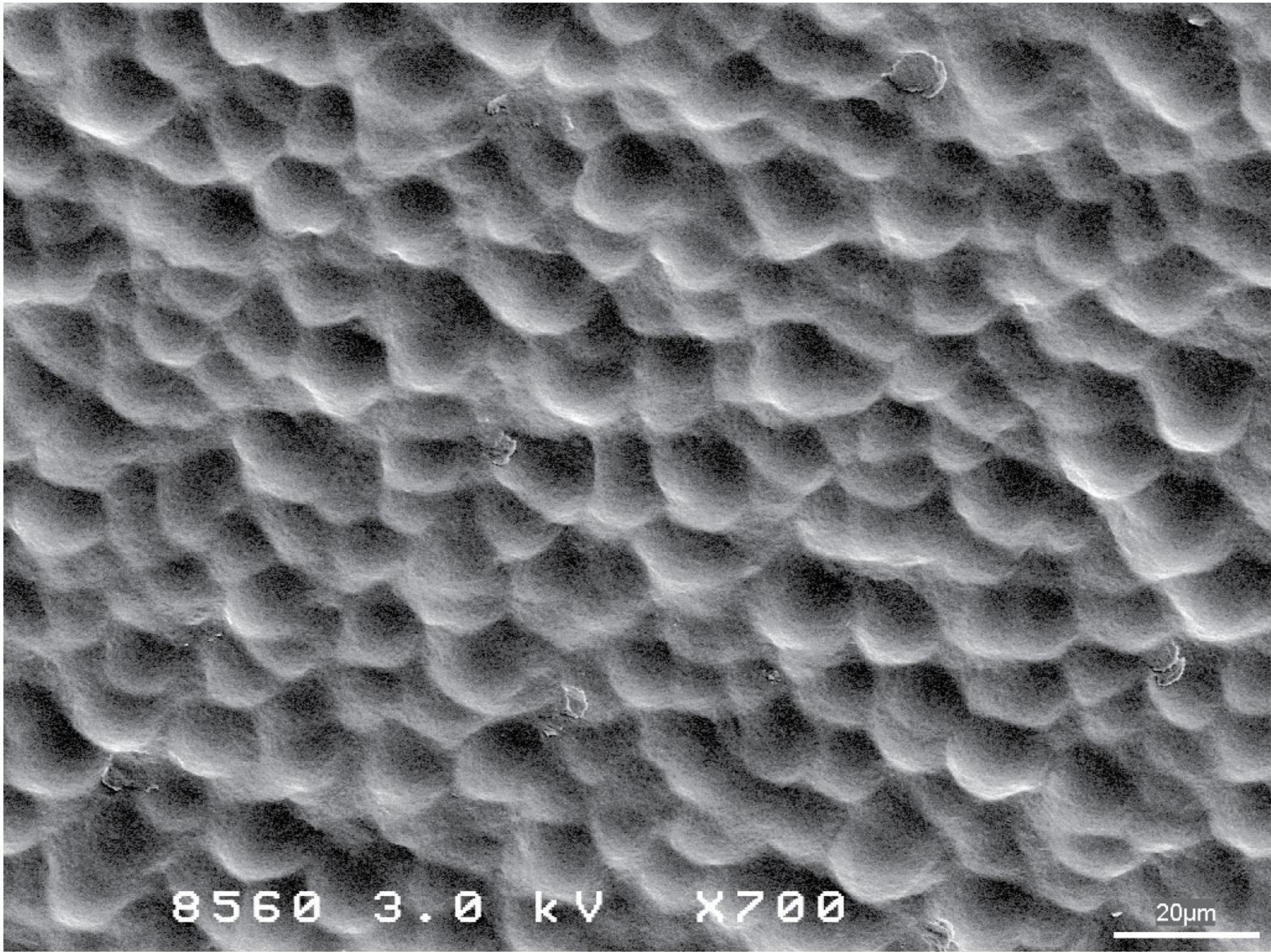
【圖13】



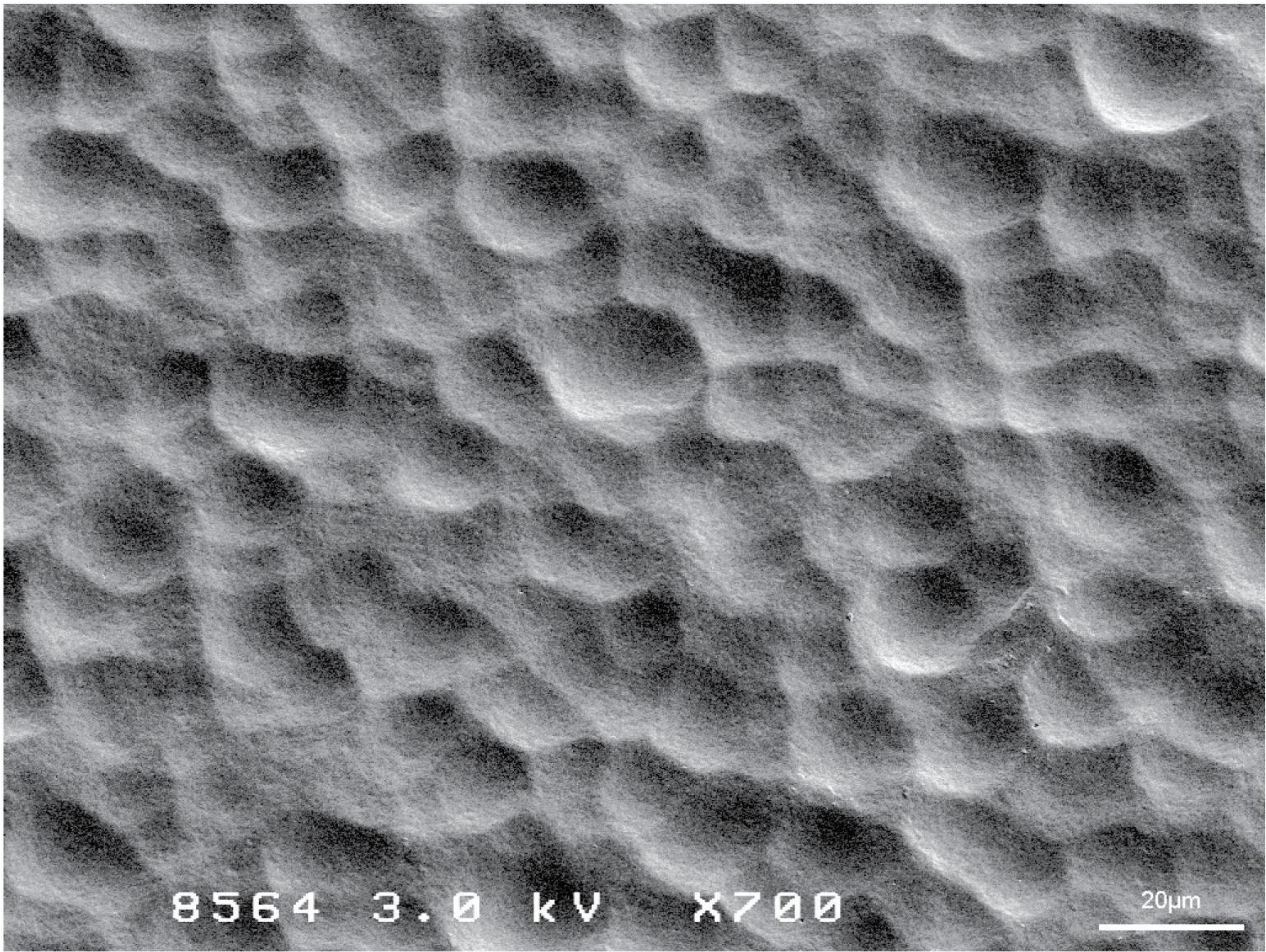
【圖14】



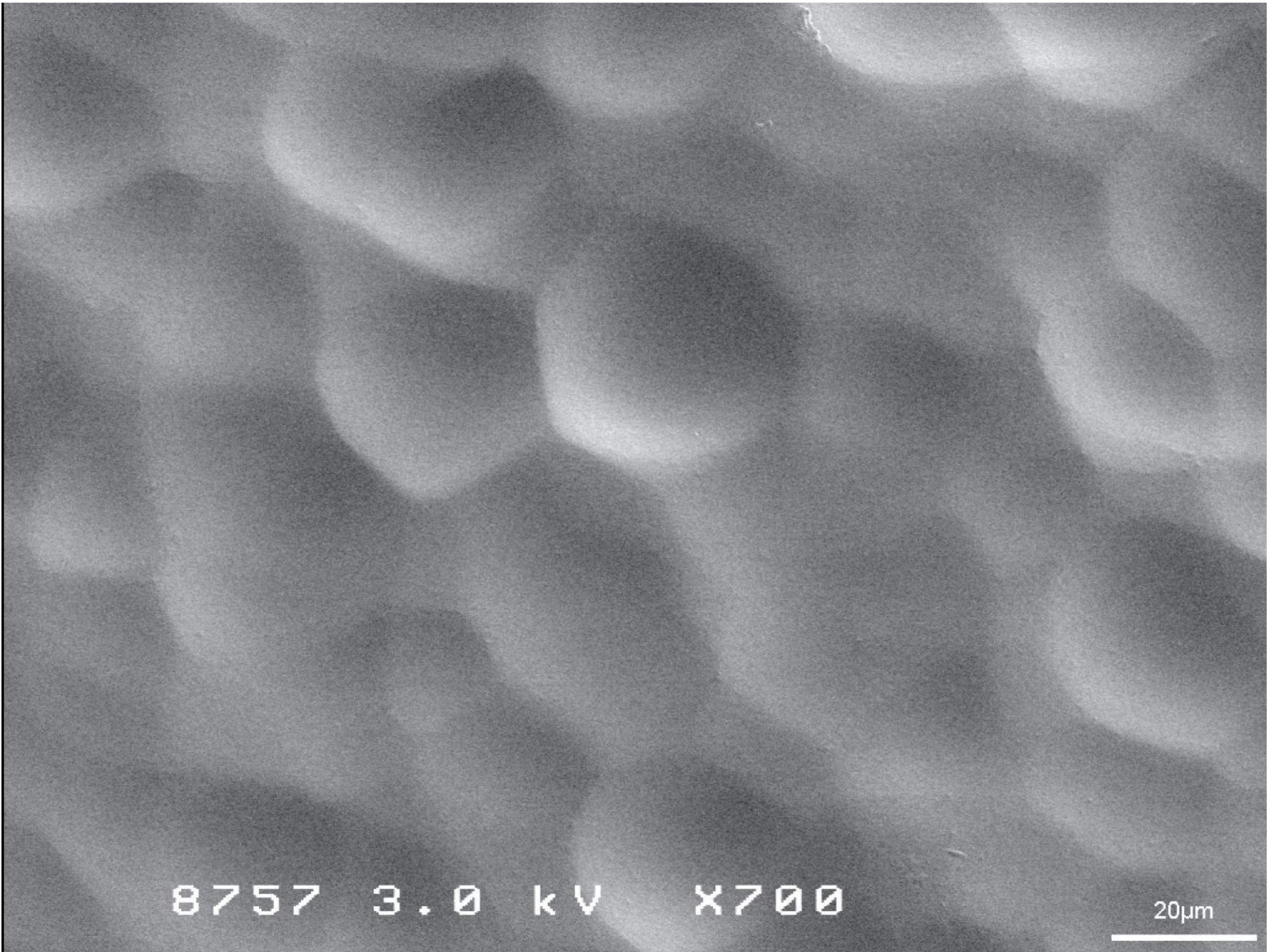
【圖14A】



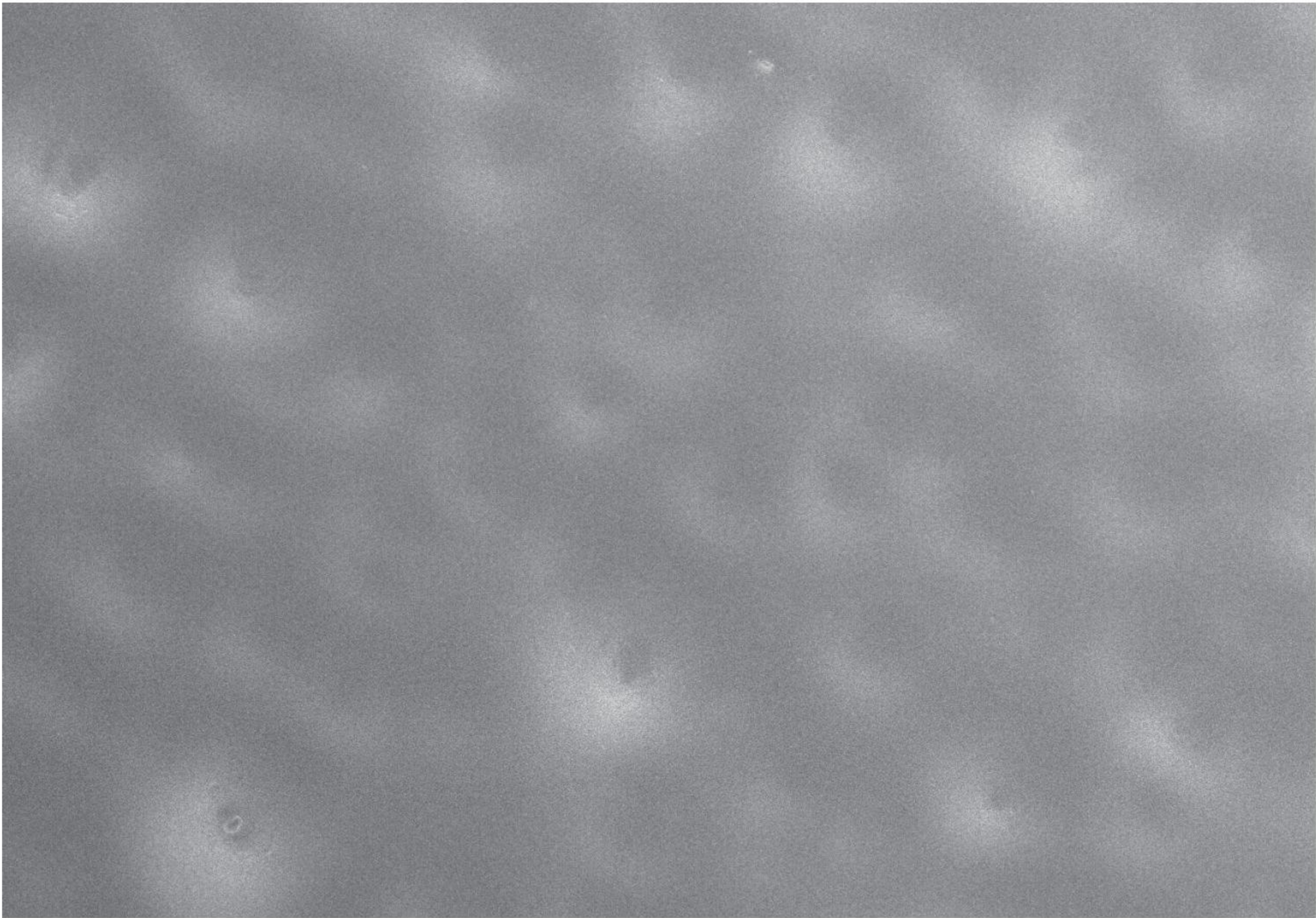
【圖15】



【圖16】

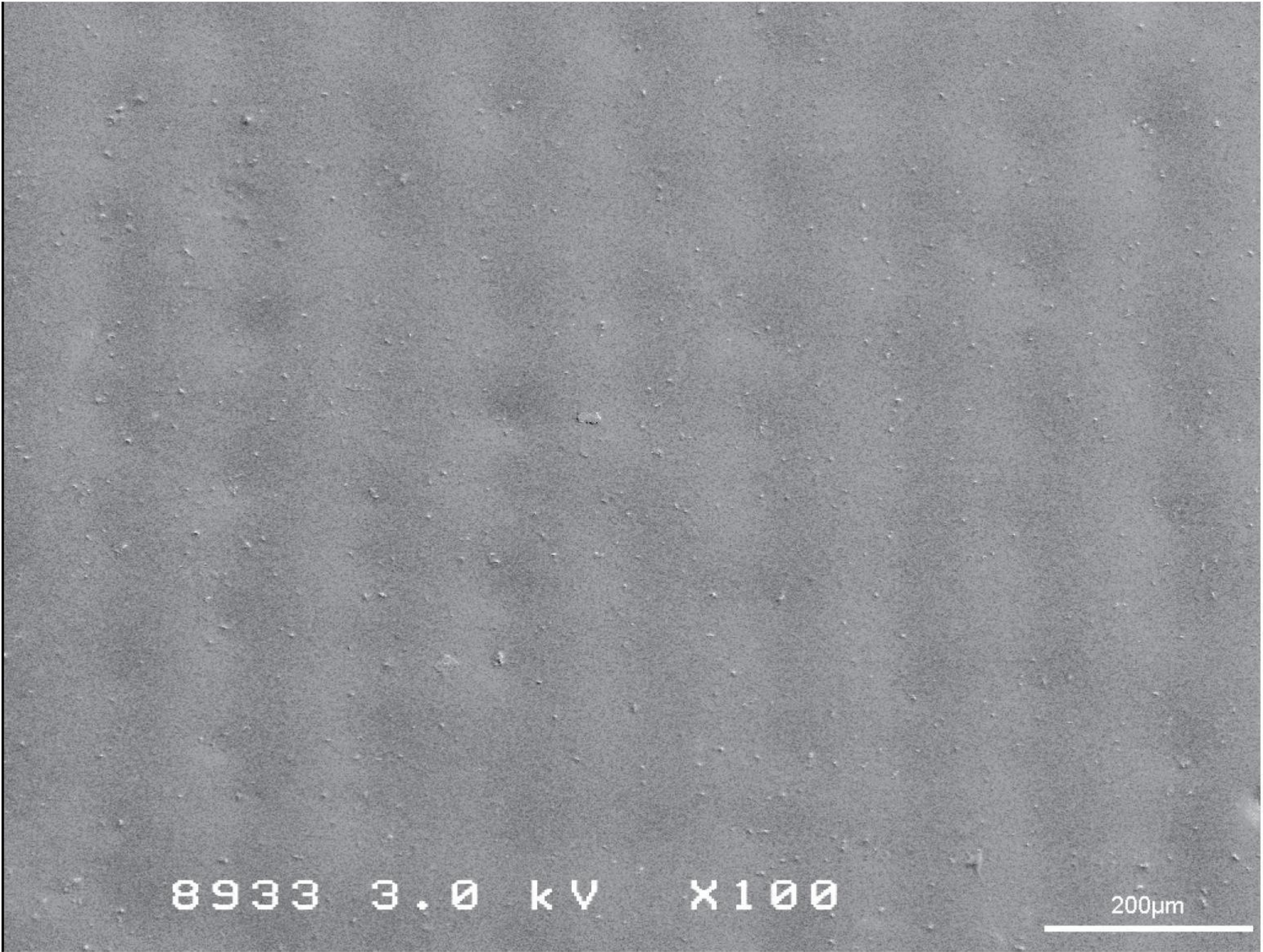


【圖17】

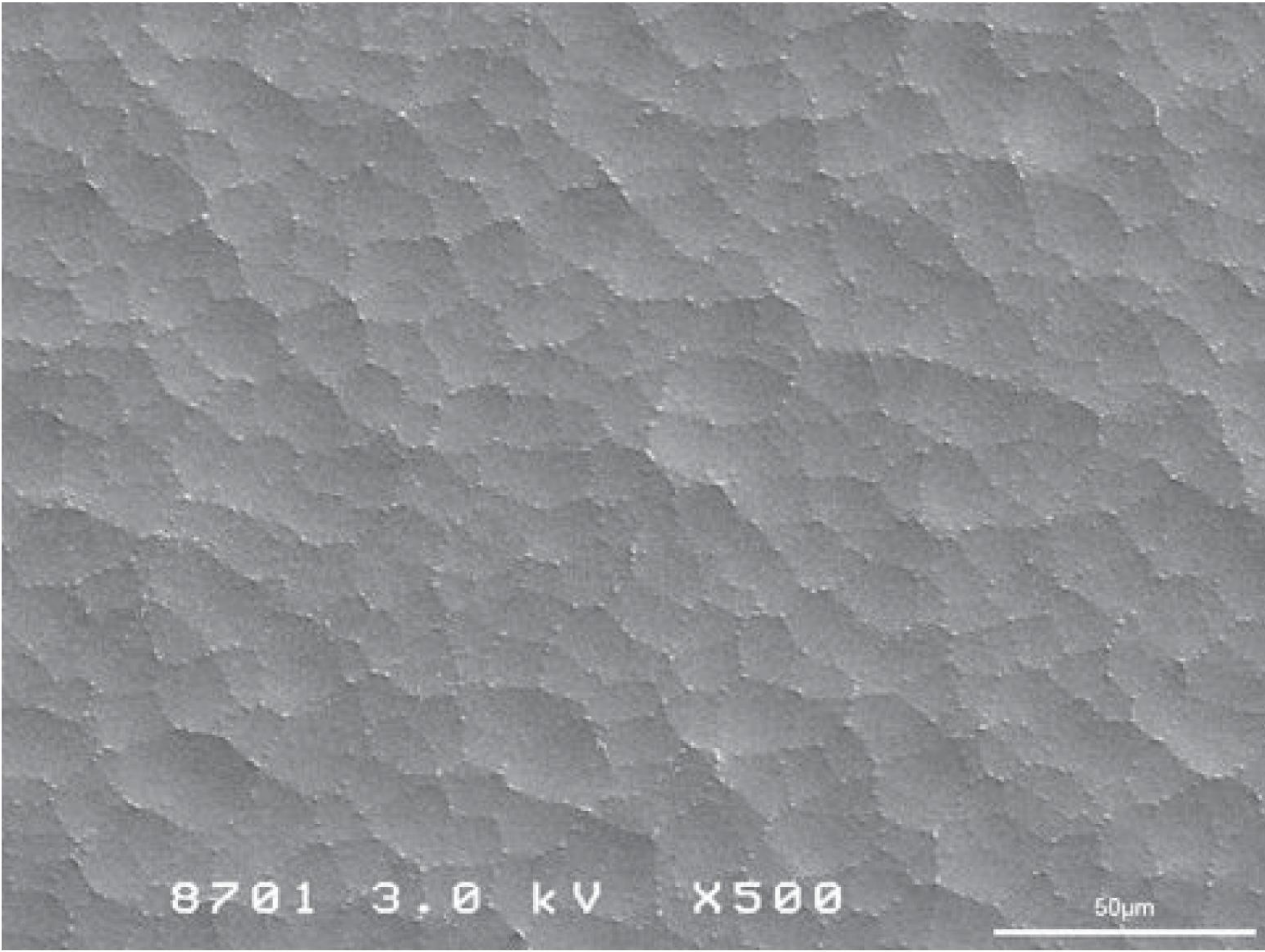


【圖18】

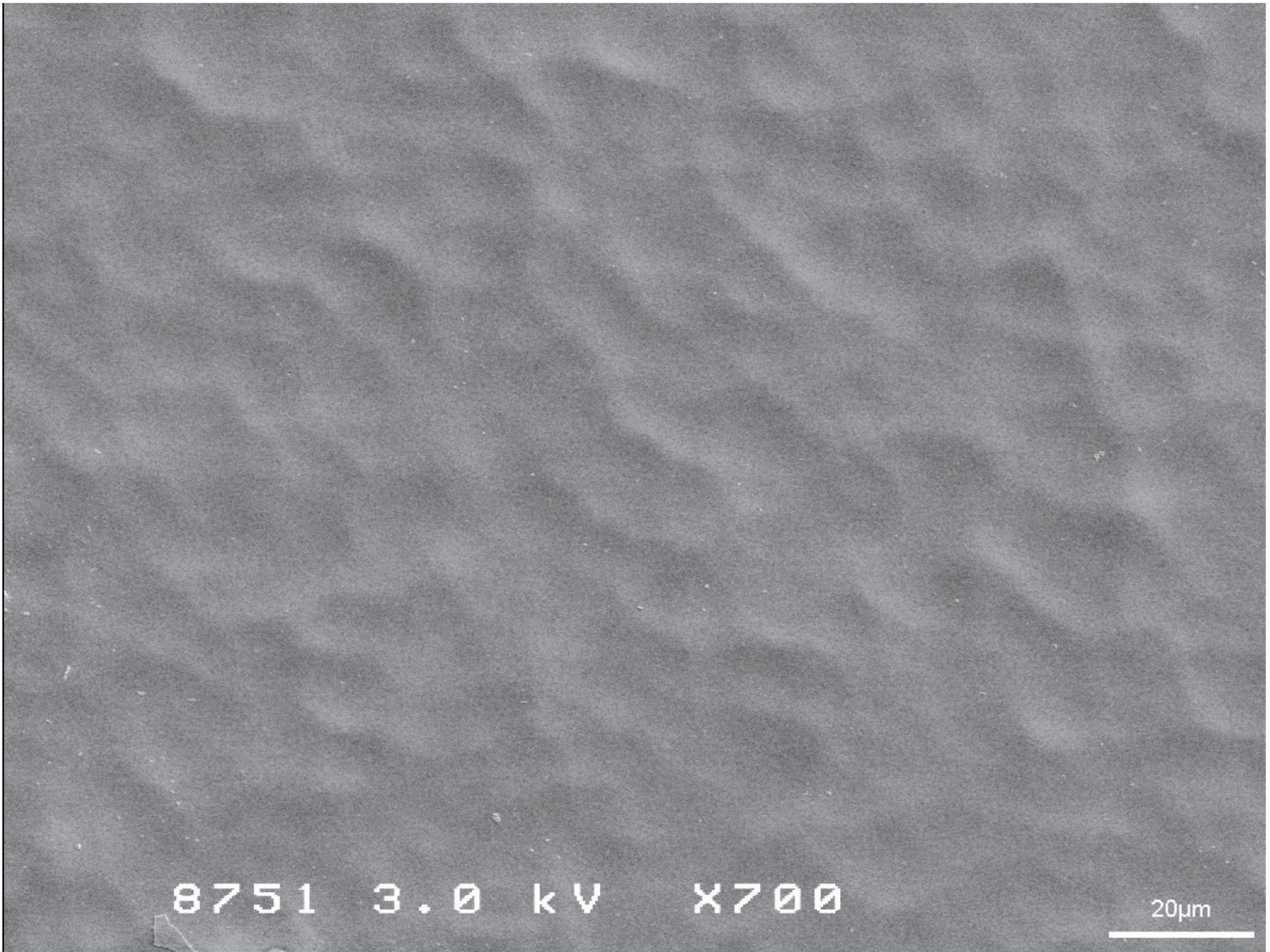
200 um



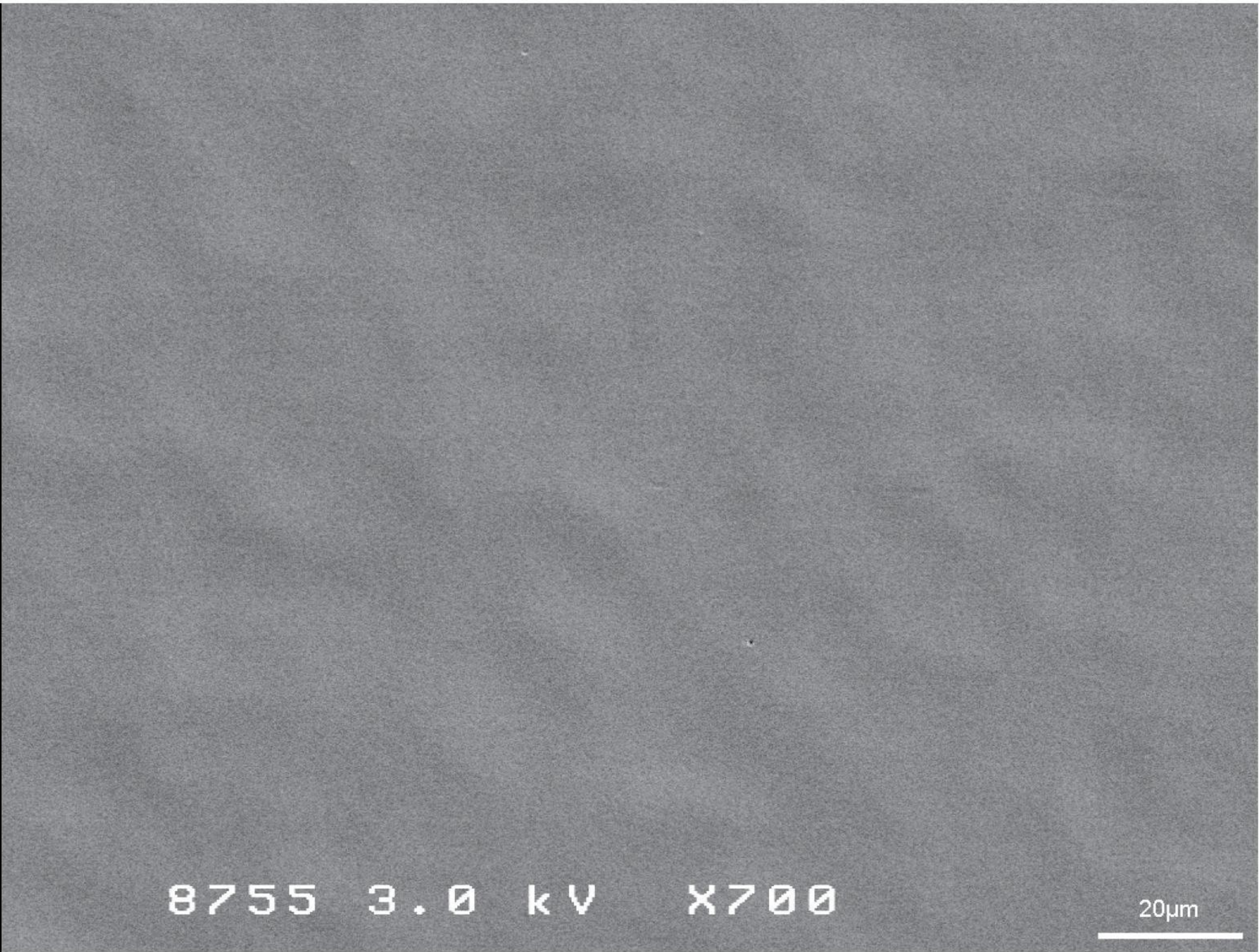
【圖19】



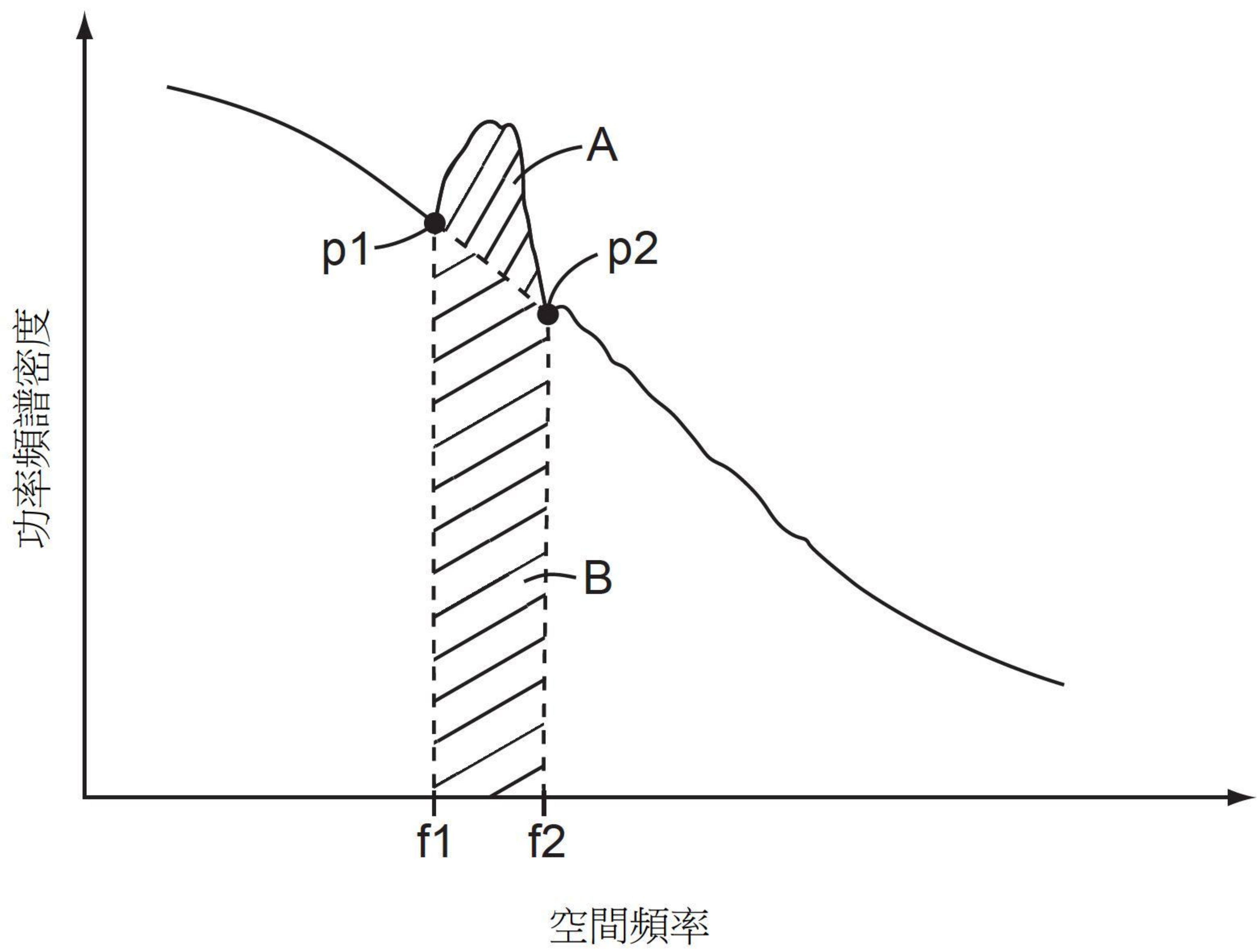
【圖20】



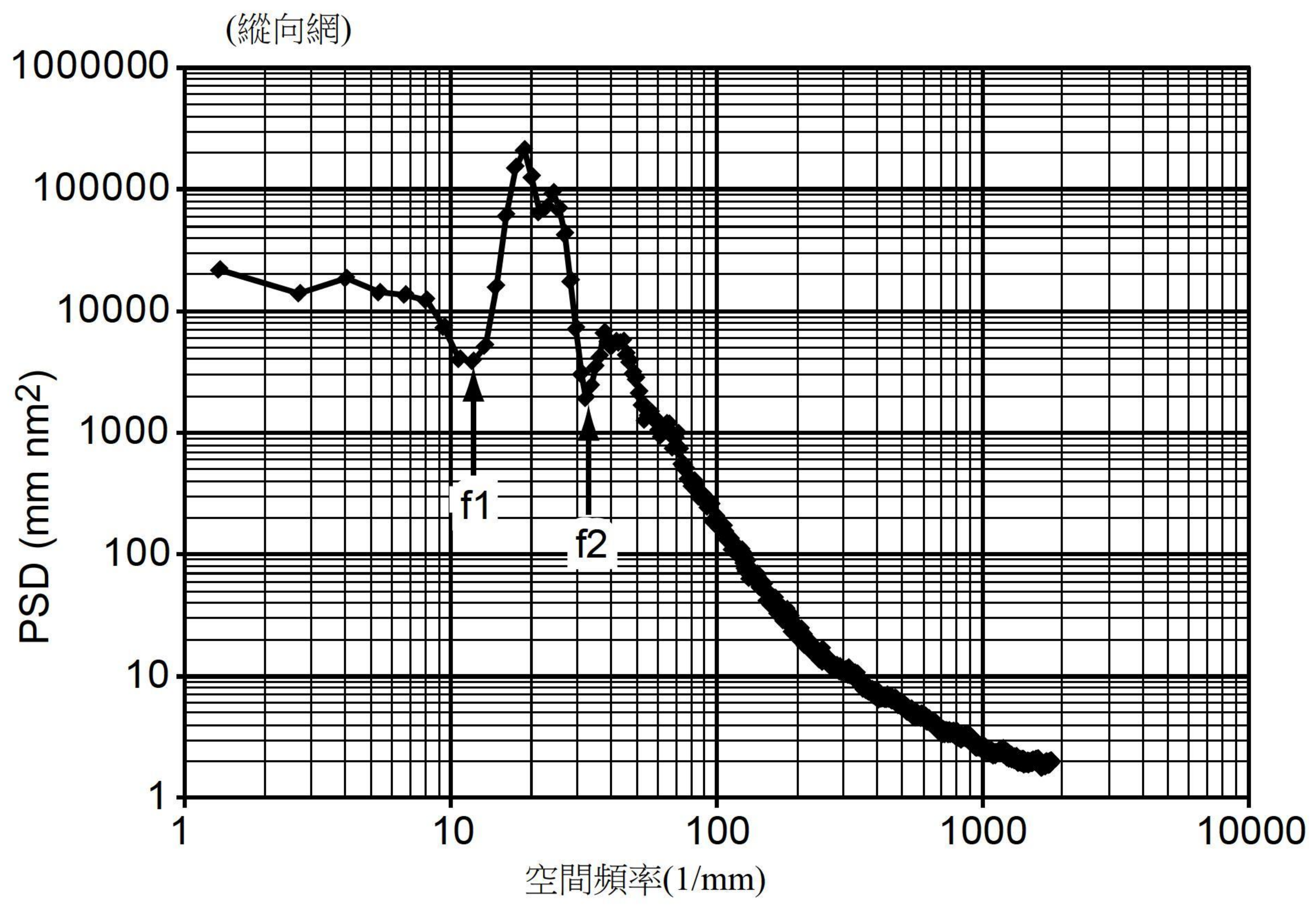
【圖21】



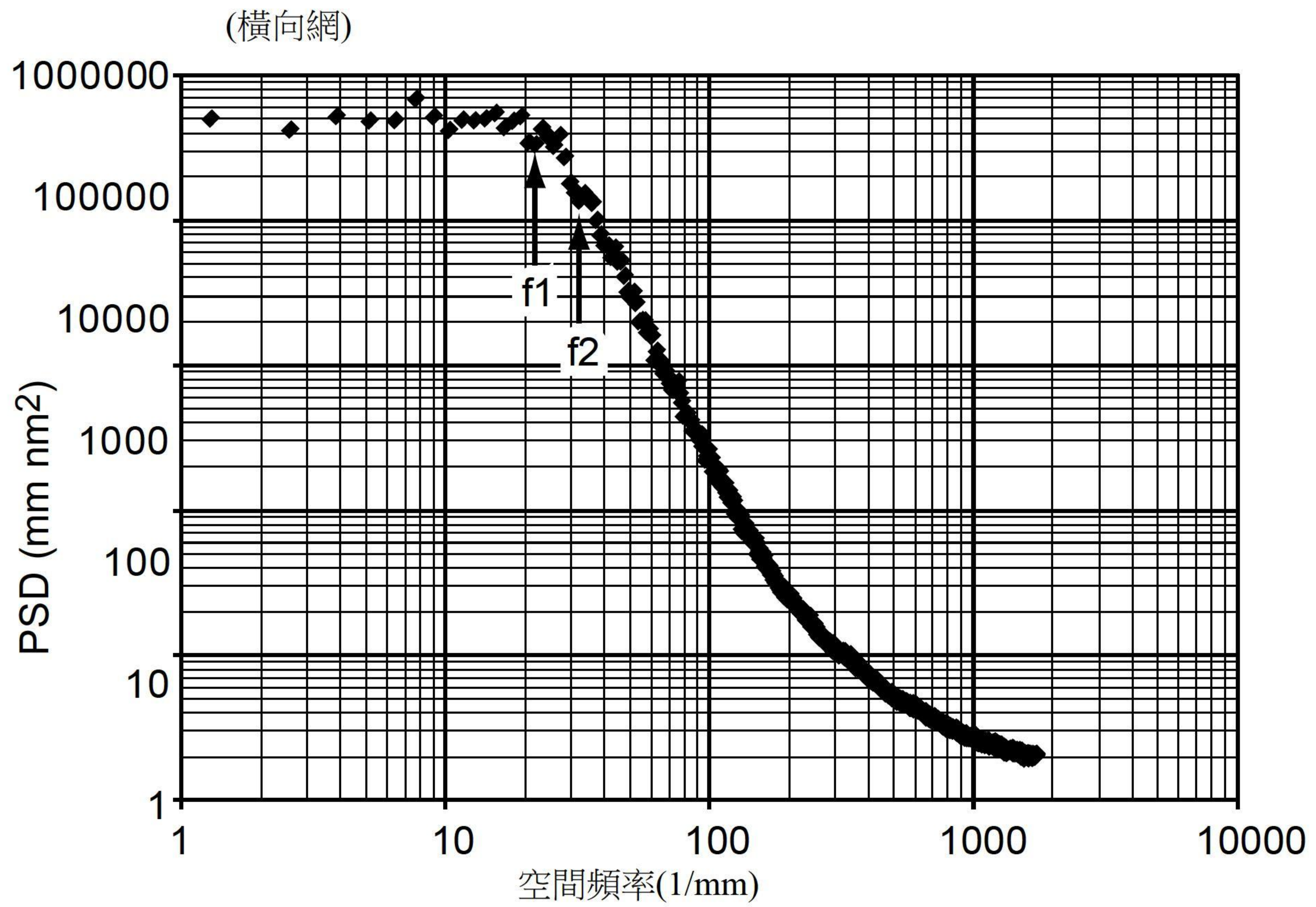
【圖22】



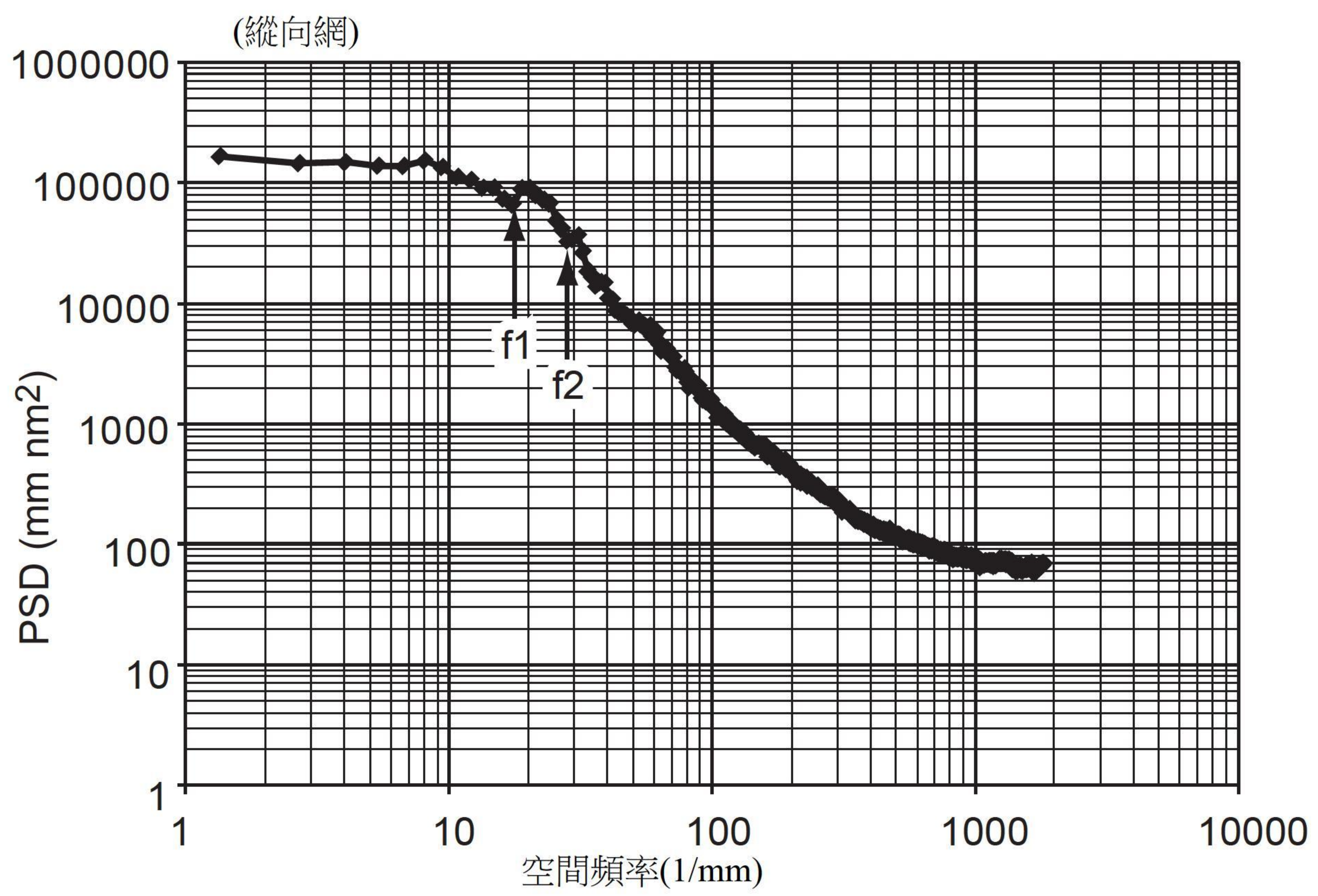
【圖23】



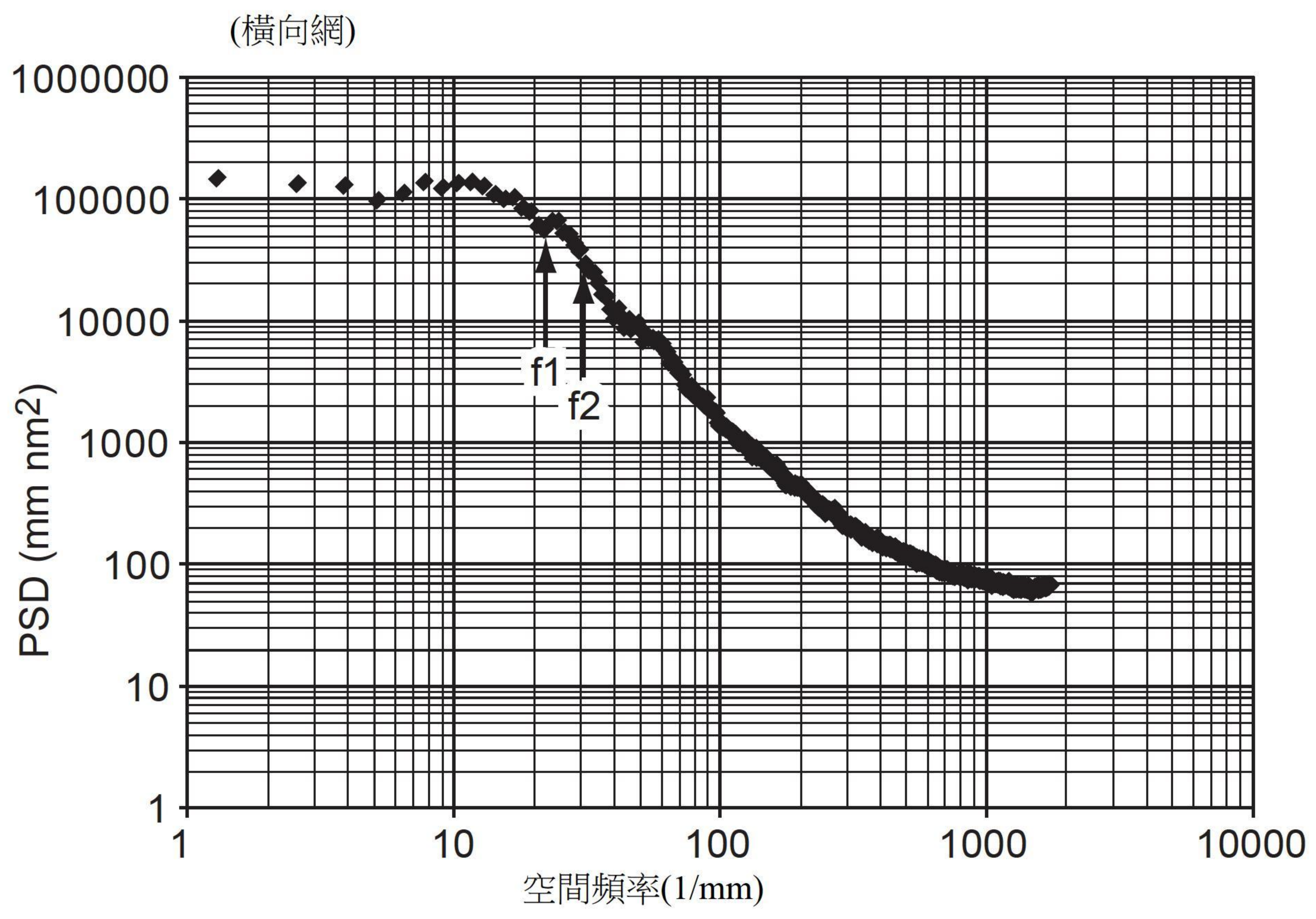
【圖24A】



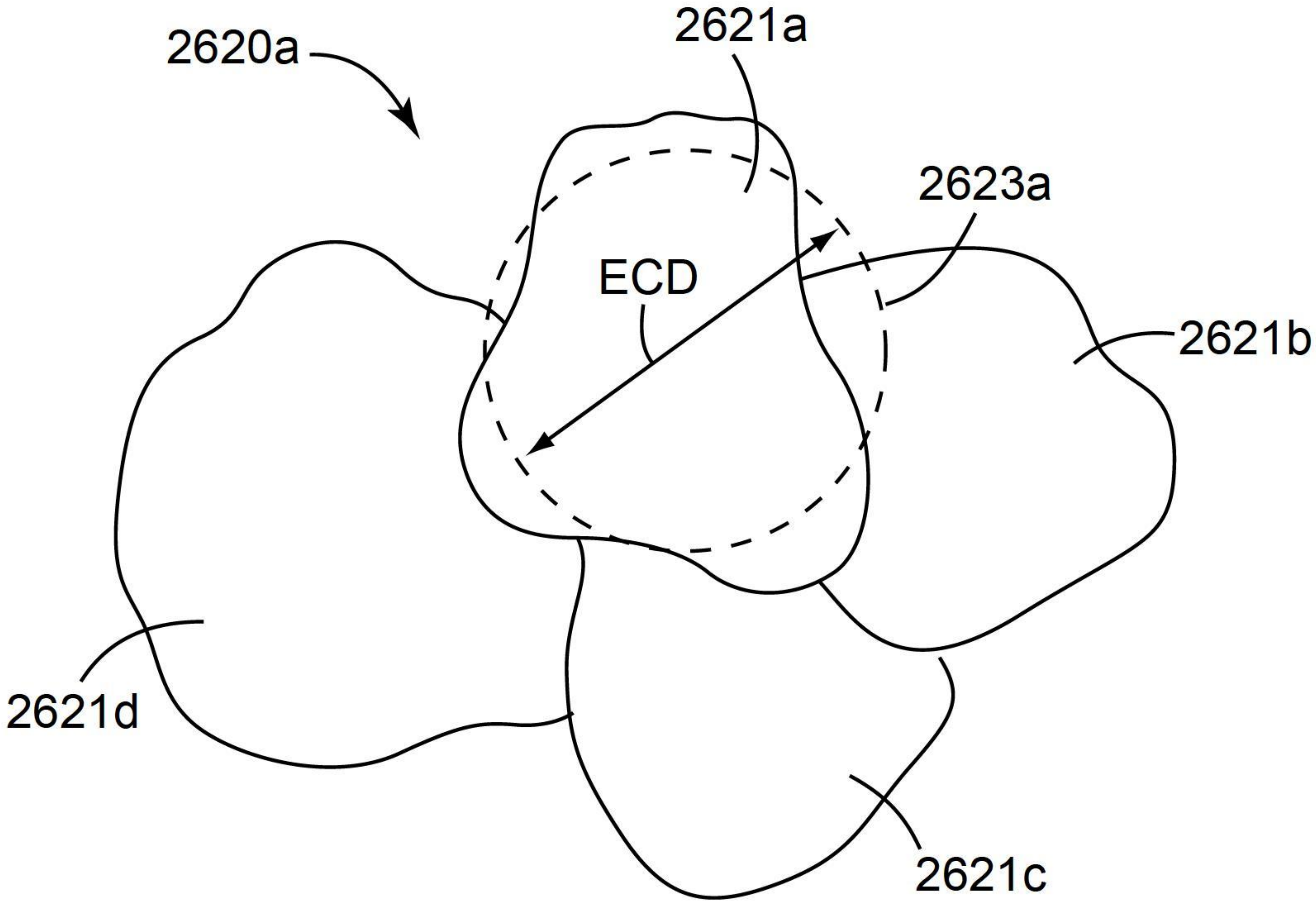
【圖24B】



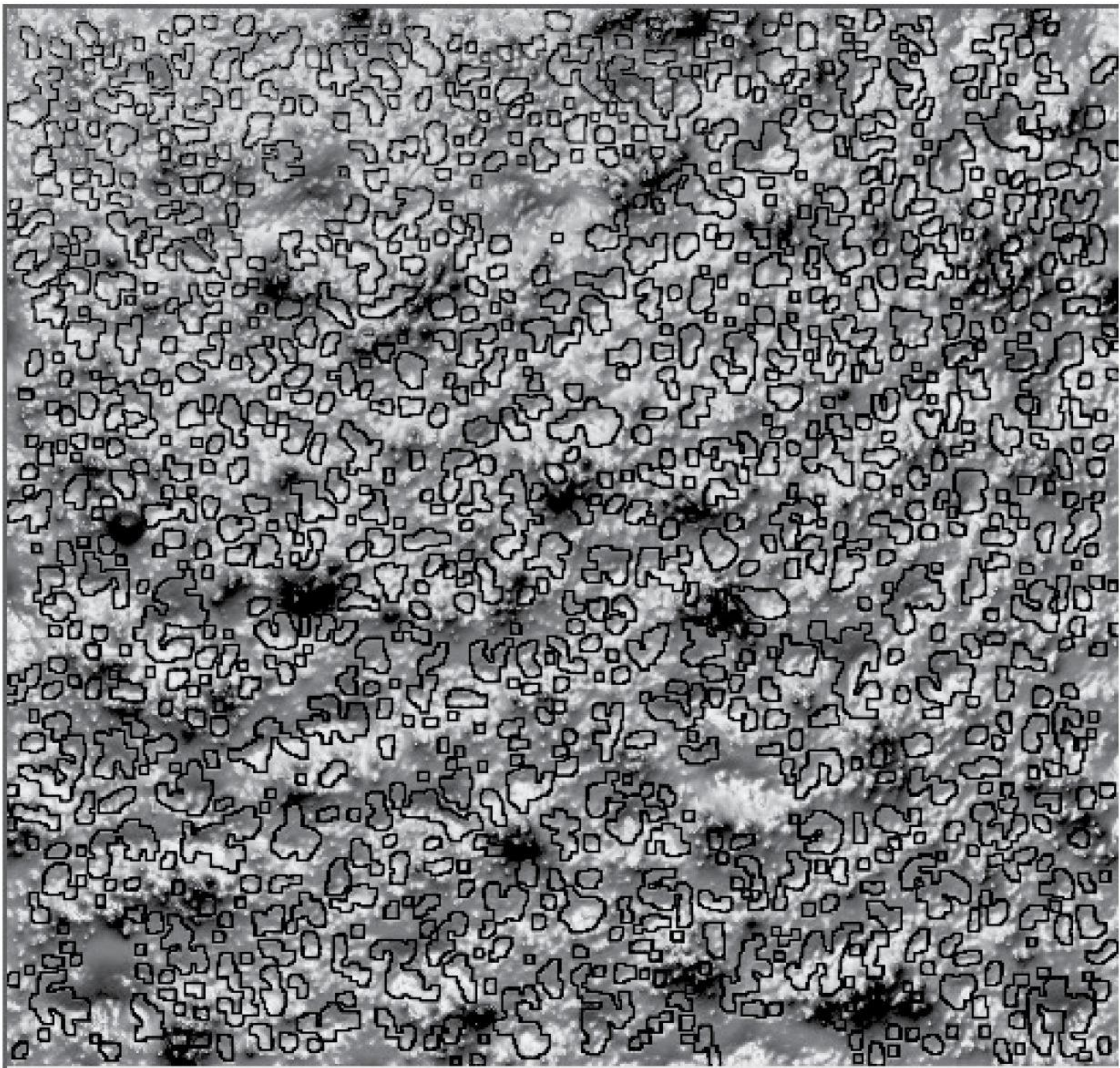
【圖25A】



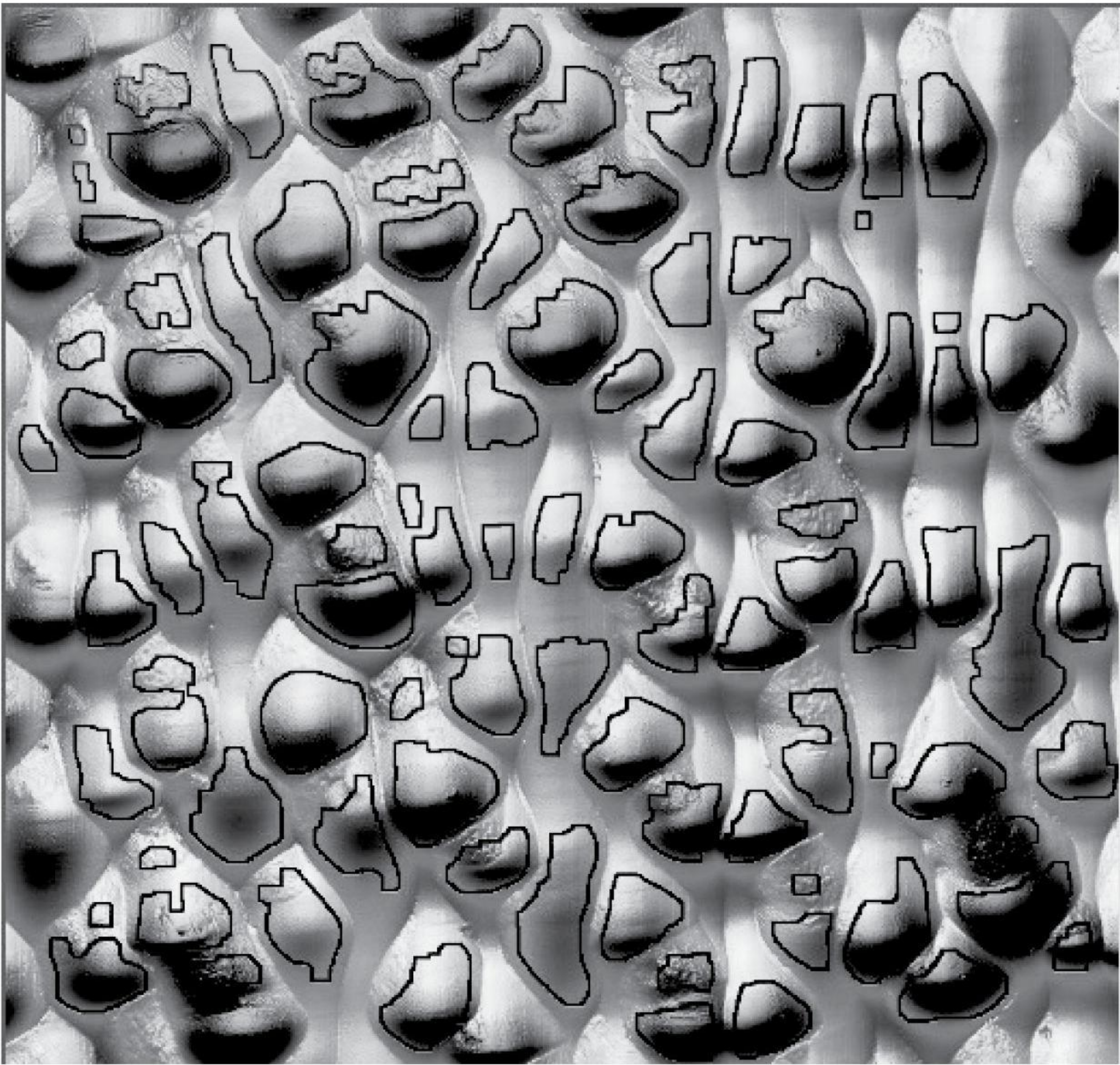
【圖25B】



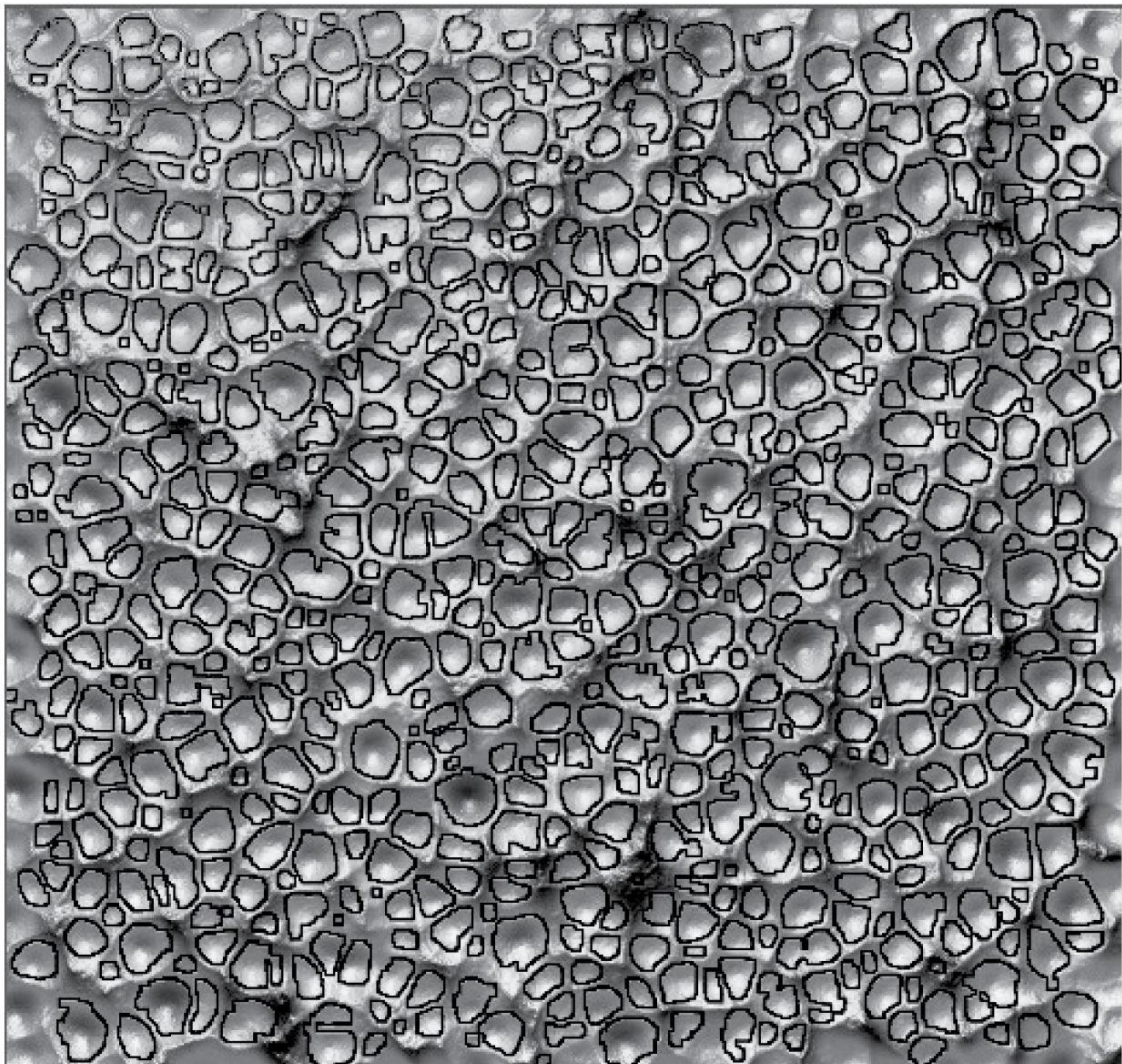
【圖26】



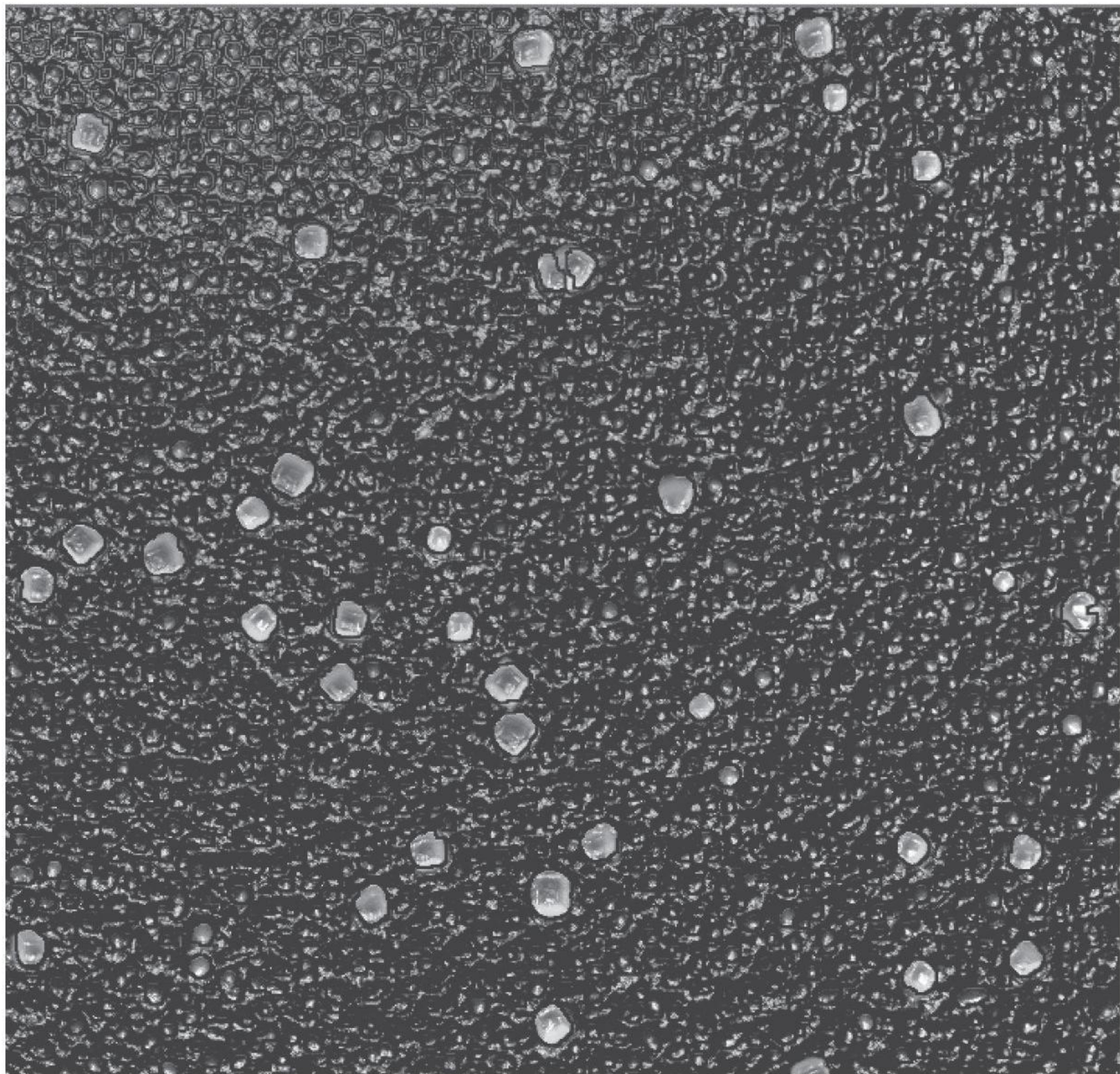
【圖27】



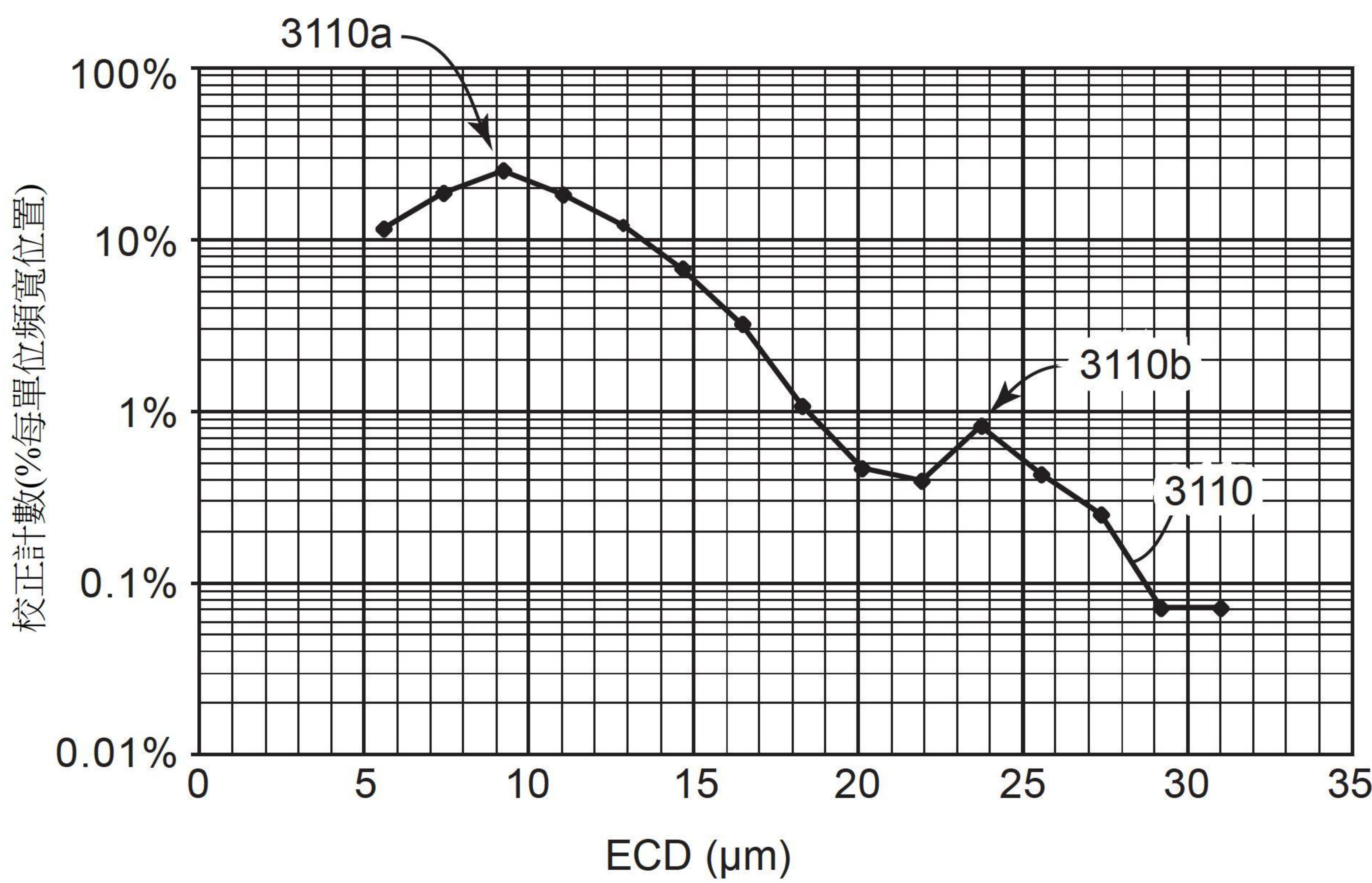
【圖28】



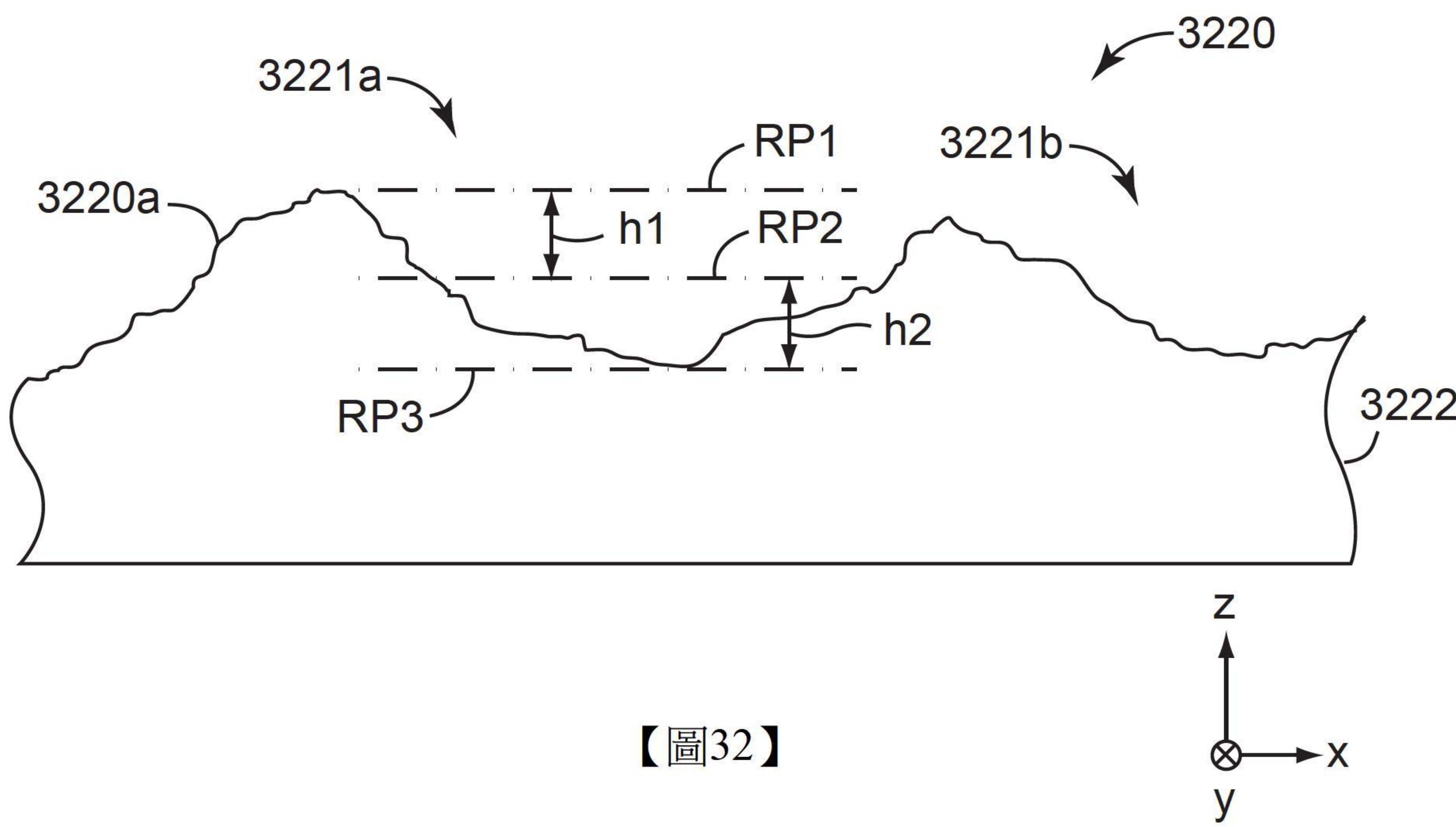
【圖29】



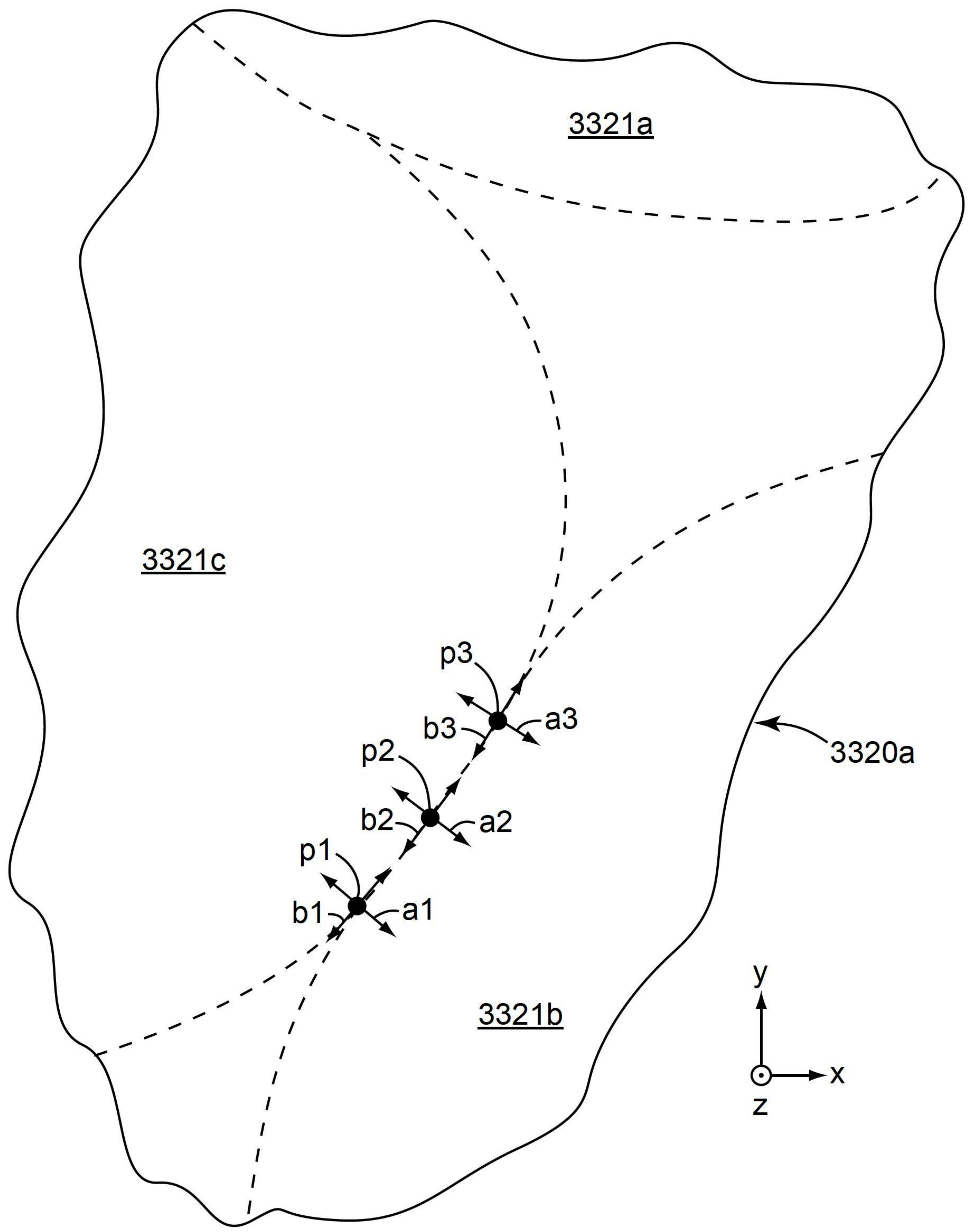
【圖30】



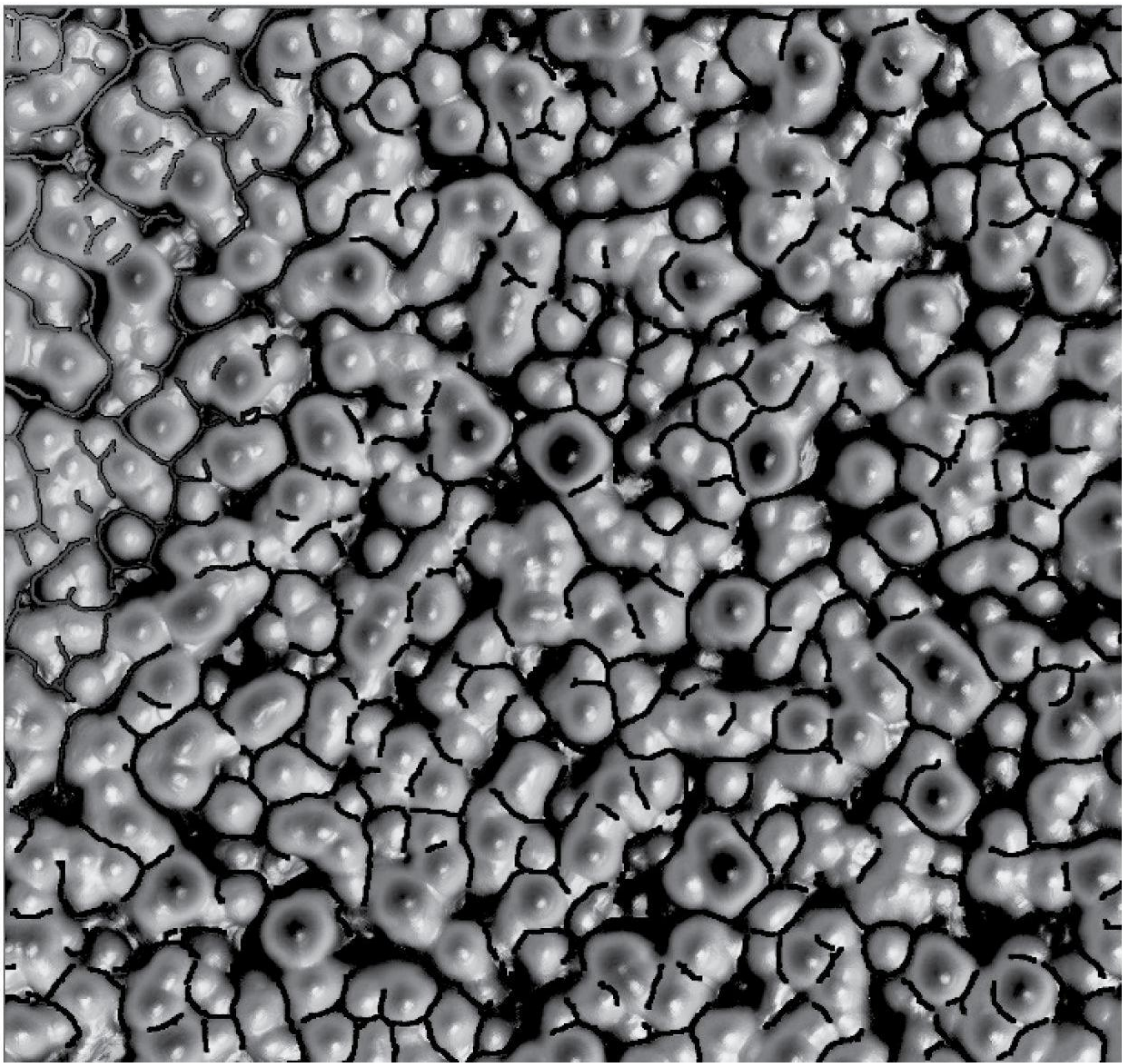
【圖31】



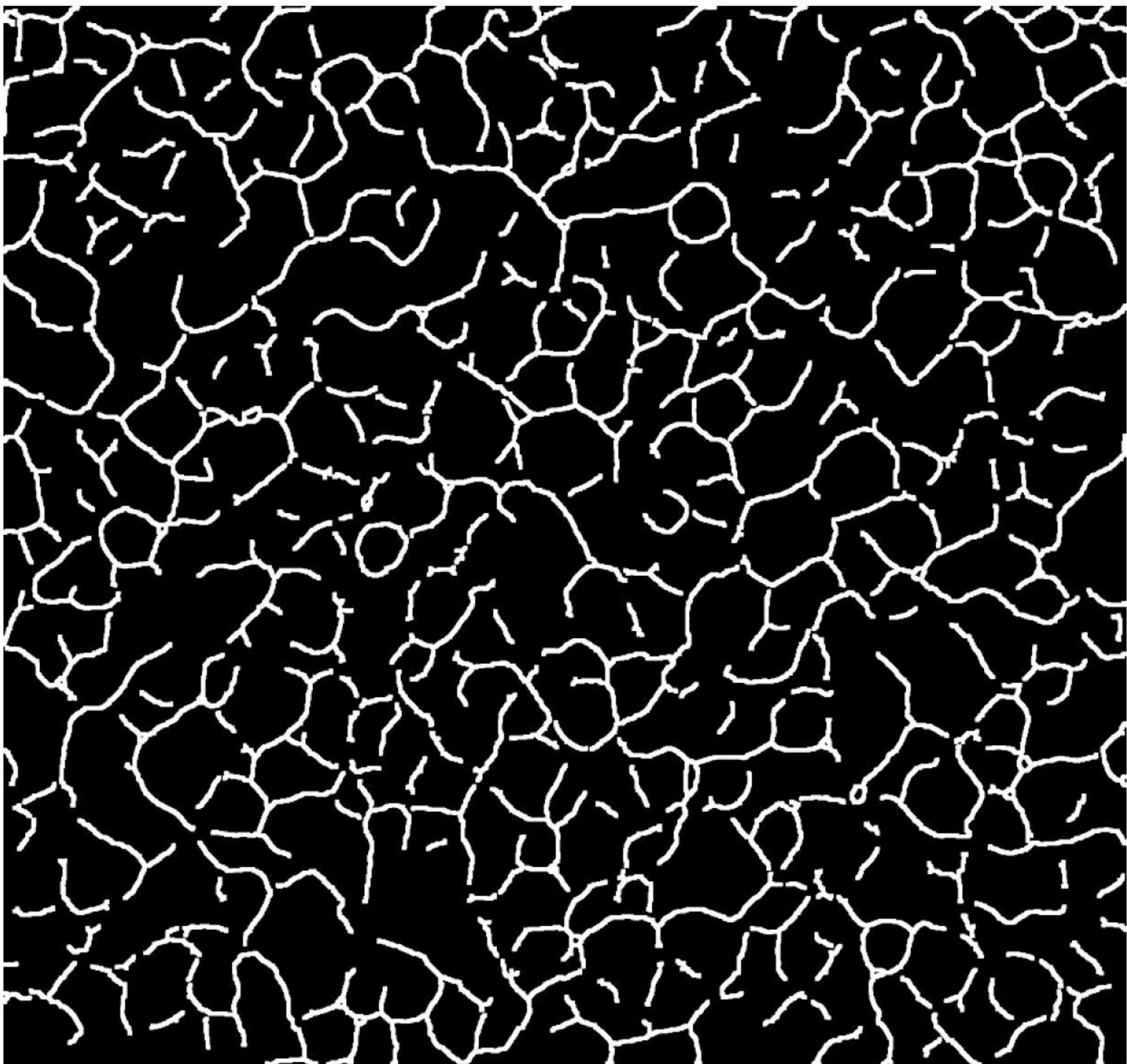
【圖32】



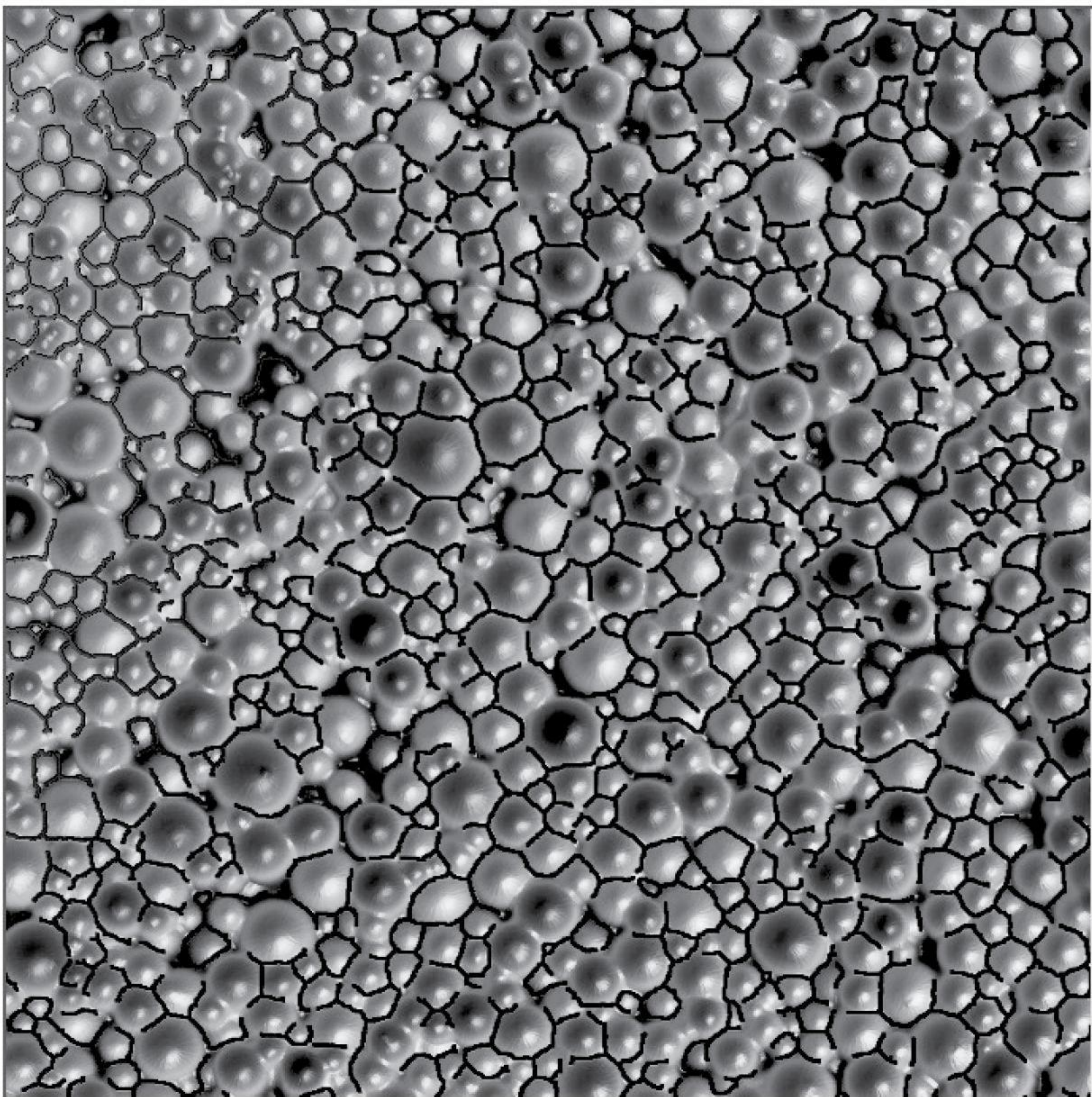
【圖33】



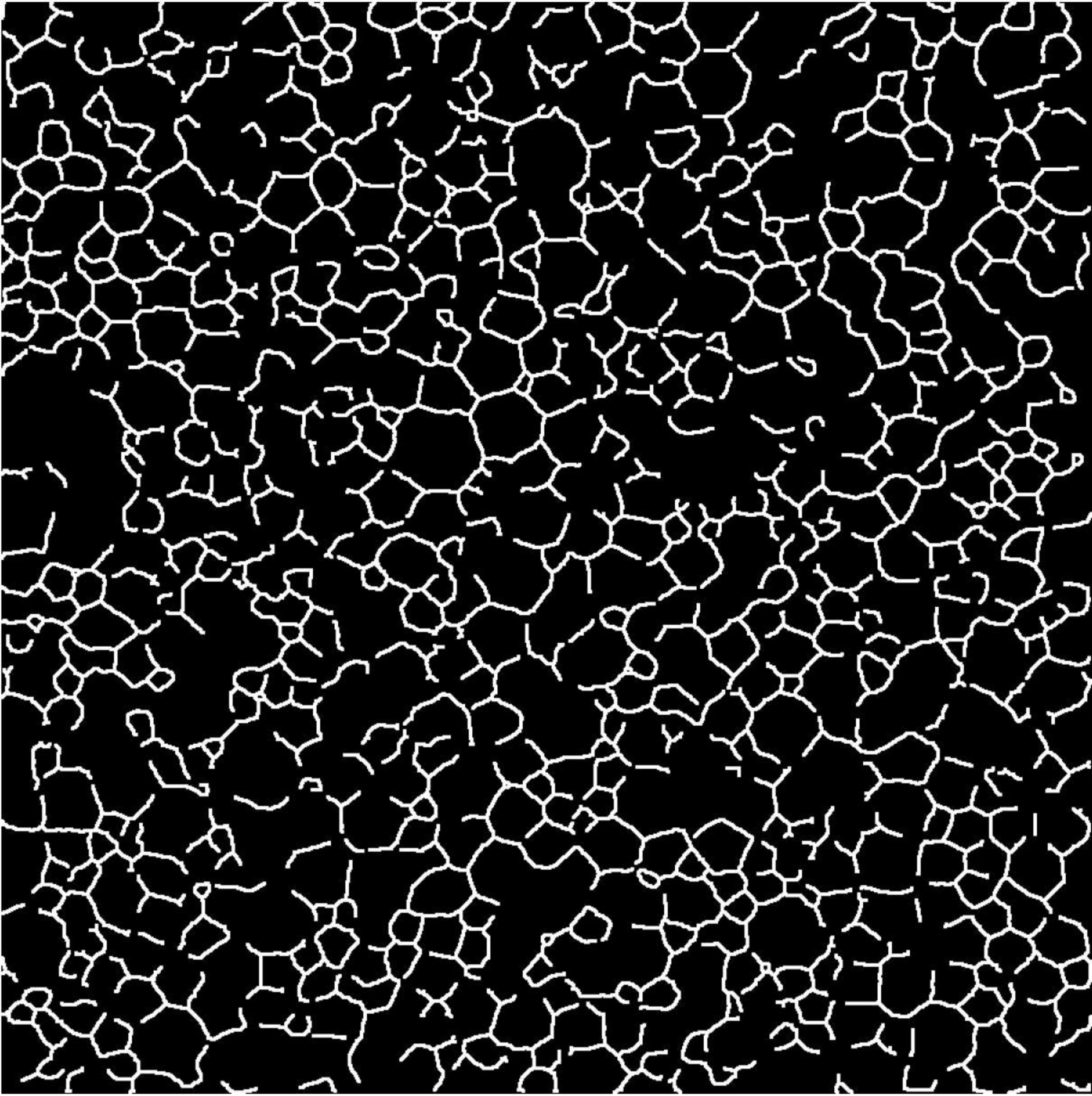
【圖34A】



【圖34B】



【圖35A】



【圖35B】