



(21)申請案號：113121341

(22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 07 日

(51)Int. Cl.：

*B29D11/00 (2006.01)**G02C7/02 (2006.01)**G02C7/06 (2006.01)**G02C7/10 (2006.01)**G02C7/16 (2006.01)**A61F9/00 (2006.01)*

(30)優先權：2023/06/08 美國

63/471,953

(71)申請人：美商賽特眼鏡視光有限公司(美國) SIGHTGLASS VISION, INC. (US)

美國

(72)發明人：漢尼斯 彼得 HONES, PETER (US)；阿布阿里扎德 易卜拉欣 ABOUALIZADEH,

EBRAHIM (US)

(74)代理人：陳長文；呂光；朱淑尹

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：62 項 圖式數：22 共 94 頁

(54)名稱

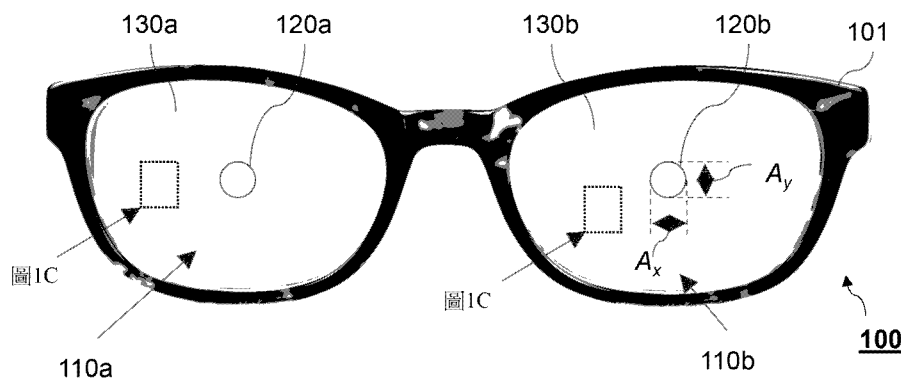
用於治療近視之具有光散射的眼用鏡片及製造彼之方法

(57)摘要

本發明揭露用於減緩近視進展之眼用鏡片，其包括具有經減少反向散射之散射中心，包括該等散射中心之各種形狀及圖案。本發明揭露製造該等眼用鏡片及併入該等眼用鏡片之裝置的方法。

Ophthalmic lenses for reducing progression of myopia include scattering centers with reduced backscattering are disclosed, including various shapes and patterns for the scattering centers. Methods for making the ophthalmic lenses and devices incorporating the ophthalmic lenses are disclosed.

指定代表圖：



【圖1A】

符號簡單說明：

100:眼鏡

101:框架

110a:眼用鏡片

110b:眼用鏡片

120a:通光孔徑

120b:通光孔徑

130a:對比度降低的區域

130b:對比度降低的區域

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於治療近視之具有光散射的眼用鏡片及製造彼之方法

【英文發明名稱】

OPHTHALMIC LENSES WITH LIGHT SCATTERING FOR
TREATING MYOPIA AND METHODS FOR MAKING THE SAME

【中文】

本發明揭露用於減緩近視進展之眼用鏡片，其包括具有經減少反向散射之散射中心，包括該等散射中心之各種形狀及圖案。本發明揭露製造該等眼用鏡片及併入該等眼用鏡片之裝置的方法。

【英文】

Ophthalmic lenses for reducing progression of myopia include scattering centers with reduced backscattering are disclosed, including various shapes and patterns for the scattering centers. Methods for making the ophthalmic lenses and devices incorporating the ophthalmic lenses are disclosed.

【指定代表圖】

圖1A

【代表圖之符號簡單說明】

100:眼鏡

101:框架

110a:眼用鏡片

110b:眼用鏡片

120a:通光孔徑

120b:通光孔徑

130a:對比度降低的區域

130b:對比度降低的區域

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於治療近視之具有光散射的眼用鏡片及製造彼之方法

【英文發明名稱】

OPHTHALMIC LENSES WITH LIGHT SCATTERING FOR
TREATING MYOPIA AND METHODS FOR MAKING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明提供用於治療近視及減緩近視進展之眼用鏡片及製造彼之方法。

【先前技術】

【0002】 眼睛係一種光學感測器，其中來自外源之光線藉由眼鏡聚焦於視網膜之表面上，該視網膜係一批波長相關之光感測器。眼睛晶狀體可採納之各種形狀中之各者與某一焦距相關，其中外部光線在該焦距下最佳或幾乎最佳地聚焦，以在視網膜之表面上產生對應於眼睛所觀測到之外部影像的倒置影像。在眼睛晶狀體可採納之各種形狀中之各者中，眼睛晶狀體最佳或幾乎最佳地聚焦由距離眼睛某一範圍內之外部物體發射或自該等外部物體反射之光線，而對於該距離範圍之外的物體，聚焦欠佳或未能聚焦。

【0003】 在正常視力之個體中，眼睛之軸長，或晶狀體與視網膜表面之距離對應於幾乎最佳聚焦遠端物體之焦距。正常視力之個體之眼睛在不需要神經輸入至肌肉以施加力來改變眼睛晶狀體之形狀下聚焦遠端物體，此過程稱為「調節」。由於調節，正常個體聚焦更近之鄰近物體。

【0004】 然而，許多人患有眼睛長度相關之病症，諸如近視

(myopia)(「近視(nearsightedness)」)。在近視個體中，眼睛之軸長大於在不進行調節下聚焦遠端物體所需之軸長。因此，近視個體可清晰觀察到附近物體，但更遠的物體則為模糊的。儘管近視個體一般能夠調節，但其可聚焦物體之平均距離短於正常視力之個體的平均距離。

【0005】 通常，嬰兒出生時為遠視的，即眼睛長度短於在不進行調節下最佳或接近最佳聚焦遠端物體所需之長度。在稱為「正視化」之眼睛的正常發育期間，相對於眼睛之其他尺寸，眼睛之軸長增加至在不進行調節下提供接近最佳的聚焦遠端物體之長度。理想地，隨著眼睛生長至最終成年大小，生物過程維持眼睛長度與眼睛大小之接近最佳的相對關係。然而，在近視個體中，相對於總體眼睛大小的眼睛之相對軸長在發育期間繼續增加，超過提供接近最佳的聚焦遠端物體之長度，從而導致日益明顯之近視。

【0006】 咸信近視受行為因素影響，亦受基因因素影響。因此，近視可由解決行為因素之治療裝置緩解。舉例而言，用於治療眼睛長度相關之病症(包括近視)之治療裝置描述於美國公開案第2011/0313058A1號中。

【發明內容】

【0007】 本發明揭露眼鏡，其減少視網膜中造成眼睛長度生長之信號。實例眼鏡鏡片使用例如聚碳酸酯或Trivex鏡片坯料製造，該等坯料已藉由形成散射中心或「點」之圖案進行處理，視情況在觀察軸上具有不含點之孔徑。該等點散射將以其他方式由鏡片聚焦之入射光，且結果為視網膜影像中之對比度降低。對比度降低會減緩與近視進展(尤其在兒童中)相關之眼睛生長。不含點之視情況選用之孔徑通常位於對應於配戴者的遠距

視覺之視軸上，且允許使用者在觀察軸上物體時體驗最大視敏度，同時在使用者之視野的周邊中觀察到具有降低之對比度及敏銳度之物體。

【0008】 對點大小及形狀之控制用於調適鏡片之光散射特性。一種功能為增加在散射光促使配戴者的周邊視野中之影像對比度降低之方向上的前向散射。另一功能為減少反向散射光。減少反向散射光可減少點圖案之醒目度。增加之定向前向散射可減少提供治療效果所需的點之總數。

【0009】 亦揭露適用於形成具有所要形狀之點的雷射暴露方法。暴露方法可包括使用可有效實施之雷射掃描路徑，從而藉由減少暴露時間或循環時間而增加雷射系統之總體輸質量。

【0010】 除其他優勢外，所揭露實施例係關於眼鏡，其包括以下特徵：減少視網膜中造成兩隻眼睛之鏡片上眼睛長度生長之信號，而不會在對使用者具有破壞性的程度上減弱任一眼睛中之使用者的軸上視覺。舉例而言，提供適當地模糊配戴者的周邊視覺或降低對比度同時允許透過通光孔徑進行正常的軸上觀察之點圖案允許配戴者全天每天使用。與涉及交替使用不同對眼鏡之方法相比，所揭露實施例亦可僅使用單對眼鏡向使用者之兩隻眼睛提供治療益處。

【0011】 此外，點圖案可在很大程度上對其他人而言為不引人注目的，特別是在點圖案為透明且無色之情況下及/或在隱形眼鏡之情況下。點圖案之精細可使得某些配戴者，尤其兒童更一致地使用，否則他們在每天(例如在學校或者同齡人之間)使用更顯眼的裝置時可能會感到不自在。舉例而言，梯度點圖案可用於降低點圖案對第三方之醒目度。

【0012】 所揭露實施例可使得用於緩解眼睛延長之點圖案有效地且經濟地形成於習知眼用鏡片上，例如藉由在鏡片之表面上或主體中形成點

圖案。

【圖式簡單說明】

【0013】

圖1A展示含有用於減緩近視進展之眼用鏡片的一對實例眼鏡。

圖1B展示磨邊之前的圖1A中所示之眼用鏡片。

圖1C展示圖1B中所示之鏡片之對比度降低的區中之點圖案的平面視圖。

圖2為展示來自圖1B中所示之眼用鏡片之光散射的示意圖。

圖3A展示由鏡片表面中之凹陷構成的實例點之截面視圖。

圖3B展示由鏡片表面上之突起構成的實例點之截面視圖。

圖3C展示由鏡片表面中之凹陷構成的另一實例點之截面視圖。

圖3D展示由鏡片表面中之凹陷構成的另一實例點之截面視圖。

圖4A至圖4S展示實例點周邊路徑之平面視圖。

圖5A為比較五種不同的模擬點形狀的擊中視網膜之射線數目的曲線圖。

圖5B為比較五種不同的模擬點形狀的反向散射射線之數目的曲線圖。

圖6為用於在鏡片之表面上形成點的實例雷射系統之示意圖。

圖7為用於形成點之實例雷射暴露路徑的平面視圖。

圖8為用於形成點之另一實例雷射暴露路徑的平面視圖。

圖9A為使用圖8中所示之路徑形成的兩個點之影像的俯視圖。

圖9B為圖9A中所示之點中之一者的橫截面分佈。

圖10A為使用圖7中所示之路徑形成的兩個點之影像的俯視圖。

圖10B為圖10A中所示之點中之一者的橫截面分佈。

圖11A為實例雷射暴露路徑之平面視圖，用於沿著該路徑形成具有雷射輻射之離散脈衝的點。

圖11B為使用圖11A中所示之路徑形成的兩個點之影像的俯視圖。

圖11C為圖11B中所示之點中之一者的橫截面分佈。

圖12A為具有由雷射老化產生之點的眼用鏡片上之實例點圖案。

圖12B為圖12A之點圖案之部分放大視圖。

圖12C為在圖12B之C-C處截取之點的放大截面視圖。

圖13為使用雷射老化的雷射系統形成點之方法的流程圖，用於形成溝槽。

圖14展示具有不同大小之點的實例點圖案。

圖15展示具有不同大小之點的另一實例點圖案。

圖16展示具有不同大小之點的另一實例點圖案。

圖17展示具有重疊點之實例點圖案。

圖18展示具有重疊點之列的實例點圖案。

圖19展示具有重疊點及非重疊點之列及行的另一實例點圖案。

圖20展示具有不同大小之重疊點之徑向陣列的另一實例點圖案。

圖21展示另一實例點圖案，其具有徑向陣列及不同大小之重疊點及非重疊點。

圖22展示具有不同大小之重疊點及非重疊點之另一實例點圖案。

在圖式中，相同的元件符號指代相同的元件。

【實施方式】

【0014】 參看圖1A至圖1C，展示用於減緩近視進展之眼鏡100。眼

鏡100同時治療兩隻眼睛，而不實質上損害配戴者的軸上視覺之清晰度。此外，眼鏡為充分穩固且不顯眼的，以便使得配戴者參與相同之日常活動而眼鏡不會發生故障且並不對其外觀感到不自在，此為尤其合乎需要的，此係因為眼鏡通常用以遏止兒童之眼睛延長。

【0015】 眼鏡100係由一對框架101以及安裝於框架101中之眼用鏡片110a及110b構成。一般而言，眼用鏡片可為平光鏡片、單光鏡片(例如具有正光焦度或負光焦度)或多焦鏡片(例如雙焦式鏡片或漸進式鏡片)。眼用鏡片110a及110b各自分別具有通光孔徑120a及120b，分別由對比度降低的區域130a及130b圍繞。通光孔徑120a及120b可經佈置以與配戴者的遠距視覺一致，而對比度降低的區域130a及130b對應於配戴者的周邊視野，而配戴者的凝視方向對應於遠距視覺。鏡片110a在圖1B中展示為磨邊前的。

【0016】 一般而言，通光孔徑120a及120b之大小及形狀可變化。一般而言，通光孔徑為配戴者提供觀察錐，以便使其視敏度得到最佳校正(例如校正至20/15或20/20)。在一些實例中，孔徑之最大尺寸在約0.2 mm(例如約0.3 mm或更大、約0.4 mm或更大、約0.5 mm或更大、約0.6 mm或更大、約0.7 mm或更大、約0.8 mm或更大、約0.9 mm或更大)至約1.5 cm(例如約1.4 cm或更小、約1.3 cm或更小、約1.2 cm或更小、約1.1 cm或更小、約1 cm或更小)範圍內。在孔徑為圓形之情況下，例如如圖1A及圖1B中所描繪，此尺寸對應於圓之直徑 D_{120} ，然而，非圓形(例如，橢圓形、多邊形、撕裂形)孔徑亦為可能的。

【0017】 通光孔徑可對向觀察者之視野中之約30度或更小(例如約25度或更小、約20度或更小、約15度或更小、約12度或更小、約10度或

更小、約9度或更小、約8度或更小、約7度或更小、約6度或更小、約5度或更小、約4度或更小、約3度或更小)的立體角。水平及垂直觀察平面中所對向之立體角可能相同或不同。

【0018】 在一些情況下，鏡片110a及110b可不包括通光孔徑，且對比度降低的區域佔據整個軸上視野。

【0019】 參看圖1B，對比度降低的區域130a延伸至小於磨邊前鏡片半徑之半徑，從而佔據圍繞通光孔徑120a之環形區域。一般而言，磨邊前鏡片之對比度降低的區域延伸得足夠遠，使得在對鏡片進行磨邊且將其安裝於框架101中之後，無論使用者佩戴眼鏡時的觀察方向如何，均可為使用者之周邊視野實現所要程度之光散射。對比度降低的區域130a可具有在約3 cm至約9 cm (例如約4 cm或更大、約5 cm或更大、約6 cm或更大、約7 cm或更大，諸如約8 cm或更小)範圍內的最大尺寸(例如在圓形區域之情況下為直徑 D_{130})。雖然對比度降低的區域130a具有圓形周邊，但其他形狀係可能的(例如橢圓形、多邊形等)。

【0020】 特別參看圖1C，對比度降低的區域130a及130b包括散射中心，亦稱為「點」112，該等散射中心藉由將穿經彼等區域的光散射至配戴者之眼睛來降低配戴者周邊視覺中之物體的對比度。點140之間的鏡片區域對應於為配戴者提供清晰的聚焦影像之原始(例如， R_x)鏡片表面。對比度降低的區域130之結果係為配戴者提供可解析的影像，對配戴者之任何屈光不正進行校正，與透過通光孔徑120a及120b觀察到之軸上影像相比，其對比度降低。

【0021】 一般而言，鏡片之對比度降低的區包括數百或數千個點，且點之尺寸可在各鏡片中相同或可變化。舉例而言，尺寸可隨點之位置而

增大或減小，例如，如自通光孔徑所量測及/或隨距鏡片之邊緣的距離而變化。在一些實例中，點之尺寸隨距鏡片之中心的距離增大而單調變化(例如單調增加或單調減小)。在一些情況下，尺寸之單調增加/減小包括使隆凸之直徑隨距鏡片之中心的距離而線性變化。

【0022】 圖1C中所示之點不規則地佈置於鏡片表面上。一般而言，該等點經佈置以使得其在觀察者之周邊共同提供足夠的對比度降低以用於降低近視。通常，點間距愈小，對比度愈降低。一般而言，點可彼此間隔開或可重疊。對於間隔開之點，相鄰點之間的距離可為0.05 mm (例如約0.1 mm或更大、約0.15 mm或更大、約0.2 mm或更大、約0.25 mm或更大、約0.3 mm或更大、約0.35 mm或更大、約0.4 mm或更大、約0.45 mm或更大、約0.5 mm或更大、約0.55 mm或更大、約0.6 mm或更大、約0.65 mm或更大、約0.7 mm或更大、約0.75 mm或更大)至約2 mm (例如約1.9 mm或更小、約1.8 mm或更小、約1.7 mm或更小、約1.6 mm或更小、約1.5 mm或更小、約1.4 mm或更小、約1.3 mm或更小、約1.2 mm或更小、約1.1 mm或更小、約1 mm或更小、約0.9 mm或更小、約0.8 mm或更小)。

【0023】 一般而言，點對鏡片之覆蓋度可視需要而變化。此處，覆蓋度係指在x-y平面上投影時對應於點之鏡片總面積的比例。通常，與較高點覆蓋度相比，較低點覆蓋度將得到較低散射(假定個別點為離散的，亦即點不會合併以形成較大點)。點覆蓋度可自10%或更大至約75%變化。舉例而言，點覆蓋度可為15%或更大、20%或更大、25%或更大、30%或更大、35%之更大、40%或更大、45%或更大，諸如50%或55%。點覆蓋度可根據使用者之舒適度水平來選擇，例如以提供足夠舒適的周邊

視覺之水平以使配戴者將自願地配戴眼鏡持續延長時段(例如全天)。

【0024】 咸信，入射於鏡片上之點之間的對比度降低的區域130a及130b中場景光促成在使用者之視網膜上形成場景之影像，而入射於該等點之場景光則不促成形成該影像。此外，入射於點上之光仍透射至視網膜，因此對比度降低的區域130a及130b具有降低影像對比度之效果，但不會實質上降低視網膜處之光強度。因此，咸信，使用者之周邊視野中對比度降低的量與由點覆蓋之對比度降低的區域之表面積的比例相關(例如，與該比例近似成比例)。一般而言，點佔據對比度降低的區域130a及130b之面積(如在x-y平面內所量測)的至少10% (例如20%或更大、30%或更大、40%或更大、50%或更大，諸如90%或更小、80%或更小、70%或更小、60%或更小)。

【0025】 一般而言，點圖案降低在配戴者之周邊視覺中的物體之影像的對比度，同時不顯著降低觀察者在此區中之視敏度。此處，周邊視覺係指通光孔徑視場外之視野。此等區中之影像對比度相對於使用如所測定之鏡片之通光孔徑所觀察的影像對比度可降低40%或更多(例如45%或更多、50%或更多、60%或更多、70%或更多、80%或更多)。可根據各個體案例之需求設定對比度降低。咸信典型的對比度降低將在約50%至55%範圍內。對於極輕度之案例，可使用低於50%之對比度降低，而更容易發生該情況之個體可需要高於55%之對比度降低。藉由主觀屈光所測定，周邊視敏度可校正為20/30或更佳(例如20/25或更佳、20/20或更佳)，同時仍實現有意義的對比度降低。

【0026】 此處，對比度係指相同視野內之兩個物體之間的亮度差異。因此，對比度降低係指此差異之變化。

【0027】 對比度及對比度降低可以多種方式來量測。在一些實施例中，對比度可基於標準圖案之不同部分之間的亮度差來量測，該標準圖案諸如為在受控條件下透過鏡片之通光孔徑及點圖案獲得之黑色及白色正方形之棋盤。

【0028】 替代地或另外，對比度降低可基於鏡片之光學傳遞函數(OTF)來測定(參見例如 http://www.montana.edu/jshaw/documents/18%20EELE582_S15_OTFTF.pdf)。對於OTF，對比度專門用於其中在不同「空間頻率」下正弦調變亮區域及暗區域之刺激的傳輸。此等刺激形如交錯的亮條柱及暗條柱，其中條柱之間間距在一定範圍內變化。對於所有光學系統，具有最高空間頻率之正弦變化刺激的對比度之傳輸率最低。描述所有空間頻率對比度之傳輸的關係式為OTF。OTF可藉由對點散佈函數進行傅里葉變換而獲得。點散佈函數可藉由將點光源透過鏡片成像至偵測器陣列上，且確定來自點的光在偵測器上如何分佈而獲得。

【0029】 若量測結果出現衝突，則OTF技術為較佳的。

【0030】 在一些實施例中，對比度可基於由點覆蓋之鏡片之面積相較於通光孔徑之面積的比率來估計。在此近似下，假定擊中該等點之所有光均勻地分散在整個視網膜區域上，其減少影像之較亮區域中可用之光的量，且向較暗區域添加光。因此，對比度降低可基於透過鏡片之通光孔徑及點圖案所作出的光透射量測來計算。

【0031】 臨床上亦可藉由量測佩戴鏡片之觀察者的視敏度(例如Snellen或ETDRS字母圖)及/或對比敏感度測試(諸如Pelli Robson圖)的表現變化來量測對比度。對比度變化可為小於1行(亦即，5個字母)的視覺，

約0.5行、1行、2行或3行或更多。此亦可以小於0.05，或約0.05、0.10、0.20或0.30或更大的LogMAR單位來量測。

【0032】 如先前所指出，一般而言，點圖案之大小、間距及佈置是具有變化性的。在一些實施例中，點圖案具有例如點大小及/或間距之梯度。點圖案可具有點之散射效率的梯度(例如歸因於折射率失配之梯度及/或各點之形狀)。梯度點圖案可降低圖案之醒目度。舉例而言，自鏡片之通光部分至散射部分的梯度轉變可比急劇轉變更不明顯。

【0033】 鏡片110a及110b可由坯料鏡片形成。鏡片可由習知眼用鏡片材料形成，諸如聚碳酸酯或trivex®。鏡片可包括一或多種塗層或其他表面處理，包括例如硬塗層、光致變色塗層、藍色濾光片、抗反射塗層等。

【0034】 一般而言，眼用鏡片110a及110b可為透明或有色的。亦即，鏡片對所有可見波長可為光學透明的，呈現為透明及/或無色的，或可包括光譜濾光片而呈現為有色的。舉例而言，眼用鏡片可包括降低透射至配戴者之紅光量的濾光片。咸信，對個體(尤其在孩童中)之眼睛內之L視錐的過量刺激可導致非最佳的眼睛延長及近視。因此，使用眼用鏡片光譜地過濾紅光可進一步降低配戴者之近視。

【0035】 一般而言，點112可經提供為各鏡片之一個或兩個表面上之隆凸及/或凹槽，及/或提供為鏡片材料自身中之散射夾雜物。在一些實施例中，點可由鏡片110a及110b中之各者的表面(例如後表面或前表面)上之隆凸的陣列形成。

【0036】 隆凸可由具有與底層鏡片類似折射率之光學透明材料形成，對於聚碳酸酯(PC)，該類似折射率為1.60。舉例而言，在其中鏡片由

聚碳酸酯形成之實施例中，隆凸可由具有與PC類似折射率之聚合物形成，諸如由光活化聚胺酯或環氧樹脂類塑膠形成。除PC以外，鏡片自身亦可由烯丙基二甘醇碳酸酯塑膠、胺基甲酸酯類單體或其他抗衝擊單體製成。替代地，鏡片可由折射率大於1.60之較緻密高折射率塑膠中之一者製成。在一些實施例中，鏡片由具有較低折射率之光學透明材料(例如CR39為1.50，Trivex為1.53)製成。

【0037】 各點112經大小設定及塑形以散射入射於點上之光。一般而言，點將入射光之一部分前向散射且將一部分反向散射。前向散射光通常透過光入射之相對側離開鏡片，而反向散射光在光入射之一側上遠離鏡片散射。此光散射繪示於圖2中，其在鏡片之前表面上展示具有散射中心，例如點112之鏡片110a。展示鏡片軸203以供參考，例如，對應於鏡片之旋轉對稱軸，其中鏡片僅校正球面像差。

【0038】 展示各自入射於不同點112上之四個入射光線206、208、210及212。取決於光線之入射角及點之形狀，光可被前向散射(射線214及218)及/或反向散射(射線216及220)。視當時的前向散射角度及配戴者之視軸而定，進入眼睛224之前向散射光可入射於配戴者之中央窩上或遠離其入射，或可完全被引導遠離視網膜。一般而言，散射光(不同於由鏡片聚焦之其他光)將不成像於配戴者之視網膜處。入射於配戴者之中央窩上的散射光未必降低配戴者之中央窩視覺的對比度，此可為不合需要的。遠離中央窩入射於視網膜上之散射光可降低配戴者之周邊視野的對比度，從而減緩近視進展，如先前所論述。此前向散射光可被視為「治療光」。在一些(但非全部)情況下，未將例如入射於視網膜之中央窩上或周邊視野外之其他前向散射光視為治療性的。因此，可能需要沿著將促成周邊視覺

對比度降低但不造成中央窩對比度降低之方向前向散射光。替代地，在某些情況下，促成中央窩對比度降低之前向散射光可為可接受的。

【0039】 一般而言，散射至促成周邊視野中之影像之對比度降低的視錐內的光被視為窄角前向散射光，而此視錐外之光被視為廣角前向散射光。圖2中具有錐形角度223之錐形輪廓222描繪的立體角可用於區分窄角散射與廣角散射。在視錐內散射之光(例如，射線218)為窄角前向散射光，而在視錐外散射之光(例如，射線214)為廣角散射。可用於窄角散射之錐形角度可在1度至5度範圍內。在一些實例中，用於窄角散射之錐形角度可為2.5度。

【0040】 一些入射射線被反向散射，例如入射射線208及212被反向散射，從而變成反向散射射線216及220。反向散射光可由配戴者以外的人觀察，使得點對於注視配戴者的人而言為明顯的。因此，可能需要降低(例如，最小化)反向散射光之量，同時增加(例如，最大化)進入窄角之前向散射光的量，直至足以具有上文所描述之治療效果的周邊影像對比度降低之臨限量。

【0041】 對於入射於對比度降低的區域上之光，可使用掃描散射計來量測前向散射及/或反向散射之散射光的量。掃描散射計為儀器，其具有諸如雷射之光源及諸如單一像素偵測器之偵測器。藉由來自光源之準直光束照射樣品，且在樣品周圍之球面上掃描偵測器以產生光行進路徑之圖。使用此方法，入射於反向散射之對比度降低的區域上之光的總量可為12%或更少、10%或更少、9%或更少、8%或更少、7%或更少、6%或更少、5%或更少、4%或更少、3%或更少、2%或更少、1%或更少。反向散射之散射光之百分比可為50%或更少、40%或更少、30%或更少、20%或

更少、10%或更少、或小於10%，諸如9%或更少、8%或更少、7%或更少、6%或更少、5%或更少、4%或更少、3%或更少、2%或更少，諸如1%。前向散射之散射光之百分比可為50%或更多、60%或更多、70%或更多、80%或更多、90%或更多、91%或更多、92%或更多、93%或更多、94%或更多、95%或更多、96%或更多、97%或更多、98%或更多，諸如99%。散射至窄角散射方向(上文所論述)中之前向散射光之百分比可為50%或更多、60%或更多、70%或更多、80%或更多、90%或更多，諸如95%。

【0042】 在一些情況下，前向散射及/或反向散射之光的量可使用例如市售光學設計軟體(諸如Zemax (來自AnSys)或Code V (來自Synopsys))藉由光學電腦模擬確定。使用此方法，入射於反向散射之對比度降低的區域上之光的總量可為12%或更少、10%或更少、9%或更少、8%或更少、7%或更少、6%或更少、5%或更少、4%或更少、3%或更少、2%或更少、1%或更少。反向散射之散射光之百分比可為50%或更少、40%或更少、30%或更少、20%或更少、10%或更少、或小於10%，諸如9%或更少、8%或更少、7%或更少、6%或更少、5%或更少、4%或更少、3%或更少、2%或更少，諸如1%。前向散射之散射光之百分比可為50%或更多、60%或更多、70%或更多、80%或更多、90%或更多、91%或更多、92%或更多、93%或更多、94%或更多、95%或更多、96%或更多、97%或更多、98%或更多，諸如99%。

【0043】 因此，一般而言，對比度降低的區域130a及130b中之點圖案及各點之形狀係基於多種設計參數選擇，以提供所要程度之光散射，從而提供最佳治療效果，同時最小化反向散射光之量。一般而言，此等設計

參數包括例如點圖案(亦即，點密度、點密度分佈、點之相對位置等)、其大小及形狀、其折射率及其他特性，諸如點在各種波長下之透射率及反射特性。理想上，點圖案經選擇以在中央窩上提供高視敏度且在視網膜之其他部分上提供降低之影像對比度，同時配戴者的不適感足夠低，以容許長期持續之配戴。舉例而言，使兒童在一天之大部分(若非全部)時間舒適地配戴眼鏡可為合乎需要的。亦可選擇點大小、形狀及點圖案以提供相對較低量之反向散射光。

【0044】 點圖案之實例描述於標題為「**Ophthalmic lenses for treating myopia**」之US20190033619A1、標題為「**Ophthalmic lenses with light scattering for treating myopia**」之US20190235279A1中，該等文件中之各者的全部內容以全文引用之方式併入本文中。在下文描述點圖案之其他實例。

【0045】 多種不同的量度可用以評估點圖案之表現，以便使其最佳化以用於降低近視之眼鏡。舉例而言，點圖案可憑經驗例如基於具有不同點圖案之鏡片的實體量測來進行最佳化。舉例而言，光散射可基於濁度量測來表徵，諸如濁度之國際測試標準(例如ASTM D1003及BS EN ISO 13468)。可使用習知濁度計，例如BYK-Gardner濁度計(諸如Haze-Gard Plus儀器)，該等習知濁度計量測通過鏡片之完全透射的光量、未受干擾(例如在0.5度內)地透射之光量、偏轉大於2.5度之光量及透明度(2.5度內之量)。出於憑經驗最佳化散射圖案之目的，亦可使用其他設備來表徵光散射。舉例而言，可使用藉由量測約2.5度之環圈中的光來量測光漫射之設備(例如來自Hornell之設備)。

【0046】 替代地或另外，可藉由電腦建模軟體(例如Zemax或Code

V)來最佳化點圖案。

【0047】 替代地或另外，可藉由設計各種圖案且使用上文所描述之方法量測前向散射及反向散射來憑經驗使點圖案最佳化。

【0048】 在一些實例中，點圖案可基於對點散佈函數之最佳化來設計，該點散佈函數為視網膜上之散射中心之影像的表示。舉例而言，散射中心之大小、形狀及間距可加以變化以均勻地散佈視網膜之光照，使得中央窩外之視網膜均勻地覆蓋散射光，以降低(例如最小化)視網膜之此區處的對比度。

【0049】 替代地或另外，點形狀及點圖案可基於對調變傳遞函數之最佳化來設計，該調變傳遞函數係指人類視覺系統之空間頻率反應。舉例而言，散射中心之大小、形狀及間距可加以變化以使空間頻率之範圍的衰減變得平滑。點圖案之設計參數可變化以便視需要增大或減小某些空間頻率。一般而言，視覺之所關注空間頻率在精細側上為每度18個循環，且在粗側上為每度1.5個循環。點圖案可經設計以在此範圍內之空間頻率之某些子集處提供增大的信號。

【0050】 如上文所指出，點可提供於鏡片之一個或兩個表面上或鏡片自身內。對於形成於鏡片表面上之點，點可形成為自鏡片表面之突起或表面中之凹陷。凹陷及突起之實例分別展示於圖3A及圖3B中。在圖3A中，點301形成為鏡片表面310中之凹陷。在截面分佈中，點301之形狀係藉由寬度或側向尺寸W及深度D表徵。寬度係指自點之一個邊緣(亦即，在點與鏡片表面相接的地方)至相對邊緣之側向尺寸。深度係指自點之邊緣至點之底部量測的點之垂直尺寸。此處，凹陷具有關於中心垂直軸對稱之拋物線分佈，該中心垂直軸對應於點中心處之鏡片表面310之表面法線。

點之分佈在其他截面中可能相同(例如，對於具有圓形周邊形狀之點)或可針對不同截面變化。在下文論述點周邊形狀之實例。

【0051】 一般而言，寬度及深度及形狀可視需要變化。如下文進一步論述，寬度及深度可影響點散射光之方式。在一些實例中，點之寬度(例如，寬度根據截面變化時的最大寬度)在10 μm 至2,000 μm 範圍內(例如，50 μm 或更大、100 μm 或更大、150 μm 或更大、200 μm 或更大、250 μm 或更大、300 μm 或更大、350 μm 或更大、400 μm 或更大、450 μm 或更大、500 μm 或更大、600 μm 或更大、700 μm 或更大、800 μm 或更大、900 μm 或更大，以及諸如1,750 μm 或更小、1,500 μm 或更小、1,250 μm 或更小、1,000 μm 或更小、900 μm 或更小、800 μm 或更小、700 μm 或更小、600 μm 或更小、500 μm 或更小，諸如在100 μm 至400 μm 、200 μm 至350 μm 範圍內)。點301之深度可在2 μm 至500 μm 範圍內(例如，5 μm 或更大、10 μm 或更大、20 μm 或更大、30 μm 或更大、40 μm 或更大、50 μm 或更大、60 μm 或更大、70 μm 或更大、80 μm 或更大、90 μm 或更大、100 μm 或更大、110 μm 或更大、120 μm 或更大、130 μm 或更大、140 μm 或更大、150 μm 或更大、175 μm 或更大、200 μm 或更大，以及諸如450 μm 或更小、400 μm 或更小、350 μm 或更小、300 μm 或更小、250 μm 或更小、200 μm 或更小、150 μm 或更小、120 μm 或更小、100 μm 或更小、50 μm 或更小、30 μm 或更小、20 μm 或更小，諸如在10 μm 至150 μm 範圍內，諸如在20 μm 至100 μm 範圍內，諸如在30 μm 至80 μm 範圍內)。

【0052】 凹陷深度可小於寬度。舉例而言，D/W比率可在1/50至9/10 範圍內(例如1/40或更大、1/30或更大、1/20或更大、1/10或更大、1/5或更大、1/4或更大、1/3或更大、1/2或更大，以及諸如4/5或更小、

7/10或更小、3/5或更小、1/2或更小、1/3或更小、1/4或更小)。

【0053】 在某些實例中，深度為20 μm 或更小，且寬度(例如最大寬度)為100 μm 或更大。

【0054】 威信，與深度類似於寬度或大於寬度之點相比，深度小於寬度之點(例如，上文所描述之D/W)具有經減少之反向散射。經減少之反向散射大體上與較淺點(例如，深度為50 μm 或更小之點)相關。不希望受理論所束縛，經減少之反向散射可歸因於包括多次反射之射線路徑較少，當點之深度或縱橫比增加時更有可能發生多次反射。

【0055】 圖3B展示形成為突起302之點，其具有寬度W及高度(例如，最大高度) H。突起302之寬度範圍可與點301之凹陷的寬度範圍相同。對於點301之凹陷，高度範圍可與深度D之範圍相同。類似於點301之凹陷，突起302之縱橫比H/W愈高，與前向散射相反之反向散射的速率愈高。

【0056】 儘管點132及點134之分佈在圖3A及圖3B中描繪之截面中分別為拋物線形的，但點可具有其他分佈形狀。舉例而言，在一些情況下，點為凹坑形的，具有延伸至由輪緣316圍繞之鏡片表面下方一定深度的中心凹陷，該輪緣延伸至鏡片表面上方一定高度。凹坑形的點303之實例展示於圖3C中。點303具有上文所定義之寬度W及深度D。另外，凹陷313具有小於整個點303之寬度W的寬度WD。輪緣316具有高度(例如，高度圍繞周邊變化之最大高度) HR及寬度(例如，寬度圍繞周邊變化之最大寬度) WR。W及D可在上文所描述之範圍內。WD可為1,500 μm 或更小(例如，1,000 μm 或更小、800 μm 或更小、700 μm 或更小、600 μm 或更小、500 μm 或更小、400 μm 或更小、300 μm 或更小、250 μm 或更小、200 μm

或更小、150 μm 或更小，以及諸如50 μm 或更大、75 μm 或更大、100 μm 或更大、120 μm 或更大、150 μm 或更大、200 μm 或更大)。

【0057】 HR可小於D。舉例而言，HR可為D/2或更小(例如D/3或更小、D/4或更小、D/5或更小、D/6或更小、D/8或更小、D/10或更小)。在一些情況下，HR為20 μm 或更小(例如，15 μm 或更小、12 μm 或更小、10 μm 或更小、8 μm 或更小、5 μm 或更小、3 μm 或更小、2 μm 或更小)。

【0058】 WR可為20 μm 或更小(例如，15 μm 或更小、12 μm 或更小、10 μm 或更小、8 μm 或更小、5 μm 或更小、3 μm 或更小、2 μm 或更小)。

【0059】 點可具有不規則表面。具有不規則表面之凹坑304形式的點之實例展示於圖3D中。此處，凹坑304具有先前所定義之深度D及寬度W。輪緣317具有高度HR及寬度，如上文所描述。另外，中心凹陷314之特徵在於側壁318a及318b以及底面319。底面319在寬度WF上方延伸，且特徵在於具有高度變化dF之不規則表面。此處，WF係自一個側壁318a之底部至相對側壁318b之底部量測。側壁之底部可被識別為凹陷之截面表面分佈中的局部最小值之位置，其中底面之高度開始增加。

【0060】 在側壁為垂直的情況下，WD=WF。通常，WD將與WF相同或大於WF。舉例而言，WF可為0.95 WD或更小(例如，0.9 WD或更小、0.8 WD或更小、0.75 WD或更小、0.7 WD或更小、0.65 WD或更小、0.6 WD或更小、0.55 WD或更小、0.5 WD或更小、0.45 WD或更小、0.4 WD或更小)。在一些實例中，WF為500 μm 或更小(例如，400 μm 或更小、300 μm 或更小、250 μm 或更小、200 μm 或更小、150 μm 或更小、100 μm 或更小、80 μm 或更小，諸如約20 μm 或更大、50 μm 或更

大、75 μm 或更大、100 μm 或更大)。

【0061】 在一些情況下， dF 之較小值對應於平滑且平坦的底面319。在實例中， dF 可為0.5 D 或更小(例如0.4 D 或更小、0.3 D 或更小、0.2 D 或更小、0.15 D 或更小、0.1 D 或更小、0.075 D 或更小、0.05 D 或更小)。 dF 可為50 μm 或更小(例如，40 μm 或更小、30 μm 或更小、20 μm 或更小、10 μm 或更小、5 μm 或更小、3 μm 或更小、2 μm 或更小，諸如1 μm 或更大、2 μm 或更大、3 μm 或更大、5 μm 或更大、8 μm 或更大、10 μm 或更大)。

【0062】 在一些實例中， WF 為0.5 W 或更大，且 dF 為0.2 D 或更小。

【0063】 不希望受理論所束縛，威信具有相對較陡側壁(例如， WD 不比 WF 大得多)、相對較淺(例如， D 為50 mm 或更小)且具有相對平坦底面(例如， dF 為0.2 D 或更小)之點可具有相對較低量之反向散射光，且可較佳地將光前向散射成相對較窄的角度。因此，此類點可提供具有降低之醒目度及較高治療功效之鏡片。

【0064】 一般而言，形成於諸如上文所描述之鏡片表面的鏡片表面中之點的形狀可使用習知表面量測技術(例如，SEM顯微法、光學干涉量測法等)及用於自使用量測技術獲取之影像提取尺寸的習知影像分析技術來確定。

【0065】 如先前所指出，表面點之點形狀係由除截面分佈之外的周邊形狀定義。一般而言，可形成具有任何周邊形狀之點，該周邊形狀受制於用於形成點之方法的解析度。一般而言，在使用涉及在鏡片之表面處沉積、移除或修飾材料之方法形成點的情況下，點可藉由以下形成：沿著路

徑掃描諸如雷射(下文所論述之實例)之點形成設備，以改變彼位置處之鏡片表面且在鏡片表面中描繪出點形狀。用於形成不同的點周邊之多種路徑形狀展示於圖4A至圖4S中。取決於點形成設備之解析度及點之大小(例如寬度，如先前所論述)，可沿著多個路徑(一個在另一個內)掃描點形成設備以修飾整個點之鏡片表面。

【0066】 在圖4A之第一實例中，點401具有五角星形的周邊形狀。點係藉由沿著第一星形路徑401a及第二星形路徑401b，在路徑401a內部且與路徑401b同心地掃描設備而形成。路徑401a及401b中之各者可對應於關於圖3D所描述之輪緣。

【0067】 圖4B展示藉由沿著第一路徑402a及第一路徑402a內之第二路徑402b描摹點形成設備而形成的梨形點402。第一路徑402a及第二路徑402b之形狀可大體上相同，其中第二路徑402b之大小減小。路徑402a及402b中之各者包括具有尖銳匝及平滑匝之區。

【0068】 圖4C展示藉由單一路徑403a形成之大體上梯形點403。與在路徑403a之上側處形成梯形形狀的其餘區段相比，路徑403a包括相對較小的區段。

【0069】 圖4D展示點404路徑，其藉由沿著兩個橢圓形路徑404a及兩個直線404b描摹鏡片形成設備而形成。路徑404a為平滑且彎曲的，且線404b為線性的。

【0070】 圖4E展示藉由沿著連續分段式螺旋路徑405a掃描點形成設備而形成之八邊形點405的實例。由於遵循路徑405a之光束具有有限寬度，因此所得點405可為路徑405a之其他部分內具有不規則深度的凹陷。

【0071】 圖4F展示藉由沿著連續分段式螺旋路徑406a掃描點形成設

備而形成之多邊形點的另一實例。與路徑405a相比，路徑406a中存在較少的線性區段，且點406之輪廓將不同於點405之輪廓。

【0072】圖4G展示藉由沿著連續螺旋路徑407a掃描點形成設備而形成之近似圓形點407的實例。與路徑405a及406a相比，路徑407a為平滑的。

【0073】圖4H展示藉由沿著第一路徑408a及第一路徑408a內之第二路徑408b描摹點形成設備而形成的啞鈴形點408。儘管兩個路徑408a及408b均為啞鈴形的，但該兩個路徑可具有不同參數，例如縱橫比。

【0074】圖4I展示藉由沿著第一路徑409a及第一路徑409a內之第二路徑409b描摹點形成設備而形成的梯形點409。路徑409a及409b中之各者類似於路徑403a。

【0075】圖4J展示藉由沿著第一路徑410a及第一路徑410a內之第二路徑410b描摹點形成設備而形成的新月形點410。由於路徑410a相對較窄，例如具有高縱橫比，因此路徑410b可比路徑410a短得多，同時仍維持相對均勻的底面。

【0076】圖4K展示藉由沿著單一閉合路徑411a描摹點形成設備而形成的鋸齒形點411。路徑411a大體上包括在各種角度下相接之線性區段。

【0077】圖4L展示藉由沿著第一路徑412a及第一路徑412a內之第二路徑412b描摹點形成設備而形成的貓頭形點412。藉由遵循路徑412a內之路徑412b的光束，例如，與僅遵循路徑412a相比，點412內之總體深度分佈可更一致。

【0078】圖4M展示藉由沿著第一路徑413a及第一路徑413a內之第二路徑413b描摹點形成設備而形成的另一新月形點413。與新月形點410

相比，點413之縱橫比較低，因此與路徑410a及路徑410b相比，第一路徑413a及第二路徑413b大小更接近。

【0079】圖4N展示藉由沿著第一路徑414a及第一路徑414a內之第二路徑414b描摹點形成設備而形成的錐形點414。路徑414a及414b均由稍微彎曲的區段構成。

【0080】圖4O展示沿著一系列六邊形路徑415a (例如蜂巢晶格)描摹點形成設備而形成的多邊形點415。光束可遵循各種路線以形成路徑415a。

【0081】圖4P展示藉由沿著第一路徑416a及第一路徑416a內之第二路徑416b描摹點形成設備而形成的圓形點416。兩個路徑416a及416b均為圓形且同心的。

【0082】圖4Q展示藉由沿著第一路徑417a及第一路徑417a內之第二路徑417b描摹點形成設備而形成的橢圓形點417。兩個路徑均為橢圓形且同心的。

【0083】圖4R展示藉由沿著第一路徑418a及第一路徑418a內之第二路徑418b描摹點形成設備而形成的矩形點418。兩個路徑均為矩形且同心的。

【0084】圖4S展示藉由沿著第一路徑419a、第一路徑419a內之第二路徑419b且沿著第二路徑419b內之第三路徑419c描摹點形成設備而形成的正方形點419。路徑中之各者為正方形的。由於路徑419a及419b之寬度與遵循彼等路徑之光束的寬度相比相對較大，因此存在額外路徑419c以確保相對平滑的底面。

【0085】一般而言，可依序掃描任何數目個閉合路徑以形成具有所

要形狀、大小及底面之點。其他形狀為可能的。可藉由沿著單一連續路徑掃描點形成設備而形成之形狀可為有利的，因為其可比藉由多個單獨路徑形成之形狀更有效地(例如，更快速地)形成。此係因為單一連續路徑通常避免必須藉由將點形成設備自一個路徑移動至另一路徑來重設該點形成設備。

【0086】 點大小及形狀對散射之影響可藉由物理光散射實驗及/或藉由光學電腦模擬憑經驗研究。光學模擬軟體用於對具有簡單幾何形狀之散射的前向及反向散射特性進行建模。出於模擬之目的，對具有平面鏡片之尺寸(前向R為124 mm，反向R為123.2 mm，厚度為2 mm)的眼鏡片及具有人類眼睛之相同尺寸的模型眼睛進行建模。在模型中使用0度、20度及40度(全場)下之三個視場來考慮中心、近周邊及中/遠周邊視覺。在各情況下，所有點均在鏡片之後表面(亦即，面向配戴者之表面)上建模。

【0087】 此等模擬之結果展示於圖5A及圖5B中之曲線圖中。此處，圖5A展示針對五個不同點擊中配戴者之視網膜的模擬射線之數目。圖5B展示針對相同的五個不同點反向散射之模擬射線之數目。在各曲線圖中，x軸係點之高度或深度，視點是否為突起或凹陷而定。

【0088】 線501a及501b對應於由半球形突起形成之點。增加此等突起之高度並不顯著改變擊中視網膜之射線的總數，但其改變前向散射及反向散射之分佈。

【0089】 線502a及502b對應於半球形凹陷。射線描摹顯示，具有最小深度(10 μm)之半球為視網膜提供最大的前向散射及最小的反向散射。增加半球之深度會減少擊中視網膜之射線且增加反向散射。此分析表明趨勢不為線性的，亦即在約50 μm 深度處，前向散射沒有進一步減小，且在

約70 μm 深度處，反向散射射線沒有進一步增加。

【0090】 線503a及503b對應於經塑形為具有凹端之半球的凹陷。射線描摹顯示，具有最小深度(10 μm)之凹半球為視網膜提供最大的前向散射及最小的反向散射。增加半球之深度會減少擊中視網膜之射線且增加反向散射。反向散射之最急劇增加發生在40 μm 至60 μm 深度之間，且前向散射之最急劇減小發生在10 μm 至30 μm 深度之間。此分析表明，在約50 μm 深度處，前向散射沒有進一步顯著減小，且在約60 μm 深度處，反向散射射線沒有進一步增加。

【0091】 線504a及504b對應於在鏡片之軸向方向上經塑形為細長半球的凹陷。射線描摹顯示，具有最小Z高度(50 μm)之半球為視網膜提供最大的前向散射及最小的反向散射。增加半球在Z方向上之長度會減少擊中視網膜之射線且增加反向散射；然而，變化速率與藉由調整半球中之深度所發現的變化速率相比顯著更小。

【0092】 線505a及505b對應於經塑形為具有凹端之細長半球的凹陷。射線描摹顯示，具有最小高度(50 μm)之細長凹半球為視網膜提供最大的前向散射及最小的反向散射。增加凹半球之長度會減少擊中視網膜之射線。將凹半球之長度自50 μm 增加至170 μm 未顯著改變反向散射，然而，反向散射自170 μm 高度急劇增加至240 μm 高度。

【0093】 基於模擬，「半球」及「具有凹端之半球」均展示相同的趨勢，亦即，增加深度會減少前向散射射線且增加反向散射射線。在「半球」及「凹半球」兩者中，散射體在Z方向上之伸長未顯著影響前向散射及反向散射。然而，對於凸塊，雖然合理數目個射線在所有深度下均擊中視網膜，但反向散射射線亦較高。在較大凸塊之情況下，射線描摹表明對

視覺之影響最小，此係因為前向散射最小。20 μm 至30 μm 之範圍實現了突起之光散射與對比敏感度之間的平衡。

【0094】 在某些實例中，點可經設計以傳遞減少之窄角散射及增加之廣角散射，從而在視網膜上形成均勻光分佈/低對比度信號，同時保持透過散射中心之幾何形狀的敏度。舉例而言，點可經設計以產生顯著廣泛之前角散射(例如，諸如大於10%、20%或更大、30%或更大、40%或更大、50%或更大，偏轉大於2.5度)。窄角前向散射(亦即在2.5度內)可保持相對較低(例如50%或更小、40%或更小、30%或更小、20%或更小)。

【0095】 如上文所指出，點可藉由將材料添加至鏡片(例如，坯料鏡片)、藉由自鏡片移除材料及/或藉由改變鏡片材料之光學特性而形成於鏡片上或鏡片中。

【0096】 在一些實例中，藉由使鏡片暴露於雷射輻射下而在鏡片之鏡片表面上或主體材料內形成點。雷射輻射與鏡片材料(例如，主體材料及/或塗層材料)局部相互作用，從而產生點。一般而言，雷射可用以在鏡片之表面上或在鏡片之主體材料中形成點。舉例而言，使鏡片表面暴露於具有足夠能量之雷射光束可藉由在表面上留下小凹陷及/或粗糙貼片來產生點。藉由使鏡片表面之區域選擇性暴露於雷射輻射下，可在表面上形成點圖案。舉例而言，當雷射光束為脈衝時，該光束可相對於表面移動。光束與鏡片表面之間的相對運動可藉由以下引起：移動光束而使表面固定，移動表面而使光束固定，或光束及表面均移動。

【0097】 一般而言，使用雷射形成於鏡片表面上的點之光學特性可以若干方式受影響。舉例而言，雷射光束脈衝之能量密度將大體上影響雷射光與鏡片材料之物理及/或化學相互作用。舉例而言，對於某些脈衝能

量，鏡片材料可在其經暴露以形成點之情況下熔融。在一些脈衝能量下，點可藉由使鏡片材料發泡而形成。此可在相對於鏡片熔融之較高能量下發生。對於一些脈衝能量，雷射光與鏡片材料之間的相互作用可導致鏡片材料變色(例如，藉由炭化)。在另外其他實例中，可藉由剝蝕自鏡片表面移除鏡片材料。

【0098】 其他雷射參數亦可影響使用雷射形成之點的性質。此等包括雷射波長、暴露時間(例如，各點位置暴露多長時間)及遍次數目(例如，使區域暴露多次，其中其他區域在各次之間暴露)，其中之各者可經選擇以達成所要表面修飾。另外，雷射光與鏡片材料之間的相互作用將取決於鏡片材料自身。舉例而言，與具有相對較高玻璃轉移溫度之鏡片材料中的點相比，具有較低玻璃轉移溫度之鏡片材料中的點可使用較低脈衝能量或較少脈衝形成。

【0099】 鏡片表面處雷射光束之解析度可小於所要點大小。舉例而言，光束解析度(例如，如自強度分佈之FWHM確定)可為點之尺寸的約50%或更小(例如，約25%或更小、約10%或更小、約5%或更小、約1%或更小)。在一些實施例中，光束可能夠形成尺寸為100 μm 或更小(例如，50 μm 或更小、20 μm 或更小、10 μm 或更小、5 μm 或更小)之特徵。在此類情況下，雷射可用以形成具有複雜周邊形狀及/或顯著大於聚焦點大小之最大寬度的點，但如此進行涉及在路徑上掃描雷射以形成點。

【0100】 參看圖6，用於在鏡片之表面上形成點之雷射系統600包括雷射620、光束斬波器630、聚焦光學件640、鏡子650及載台670。雷射620將雷射光束引導朝向鏡子650，該鏡子使光束偏向鏡片601，該鏡片藉由載台670相對於鏡子650佈置。致動器660 (例如壓電致動器)與鏡子650

連接。載台包括支撐鏡片601之鏡片安裝表面680。雷射系統600亦包括與雷射620、光束斬波器630及致動器660連通之控制器(例如電腦控制器)。

【0101】 光束斬波器630及聚焦光學件640佈置於光束路徑中。斬波器630週期性地阻斷光束，使得鏡片601暴露於雷射光之離散脈衝。通常包括一或多個光學供電元件(例如，一或多個鏡片)之聚焦光學件640將光束聚焦至鏡片601之表面上的足夠小的光點，使得由鏡片表面上之光束剝蝕的區域對應於所要點大小。致動器660改變鏡子650相對於光束之位向，以將脈衝光束掃描至鏡片表面上之不同目標點。控制器610協調雷射620、斬波器630及致動器660之操作，使得雷射系統在鏡片上形成預定點圖案。

【0102】 在一些實施中，載台670亦包括致動器。載台致動器可為多軸致動器，例如沿著與光束傳播方向正交之兩個橫向尺寸移動鏡片。替代地或另外，致動器可沿著光束方向移動載台。沿著光束方向移動載台可用於將鏡片表面之暴露部分維持在光束之聚焦位置，不管鏡片表面之曲率，進而在整個鏡片表面中維持實質上恆定之點大小。載台致動器亦可受控制器610控制，該控制器使用系統之其他元件協調此載台運動。在一些實施例中，使用載台致動器代替鏡子致動器。

【0103】 一般而言，雷射620可為能夠產生具有充足能量之光以修飾鏡片材料(例如，塊狀鏡片材料或塗層)以形成點的任何類型之雷射。雷射可具有電磁波譜之UV部分、可見光部分或IR部分的波長。可使用氣體雷射、化學雷射、染料雷射、固態雷射及半導體雷射。在一些實施例中，可使用紅外雷射，諸如CO₂雷射(發射波長為9.4 μm或10.6 μm)。可使用市售雷射系統，諸如由Universal Laser Systems, Inc. (Scottsdale, AZ)製造

之CO₂雷射系統(例如60W VLS 4.60系統)。在一些實施中，可使用飛秒雷射。舉例而言，市售飛秒雷射系統，諸如由Trumpf (Santa Clara, CA)製造之彼等系統(例如，作為TruLaser Station 5005之TruMicro 2030雷射裝置)可用於形成具有所要形狀及大小之點圖案。此類雷射裝置之突發模式可實現比單一脈衝之最大能量高得多的突發能量，從而產生較高的剝蝕速率。此例示性雷射系統可提供小於400飛秒之脈衝持續時間以及50 μJ的最大脈衝能量。

【0104】 脈衝持續時間及脈衝能量通常經選擇以提供所要大小之點。舉例而言，在一些實施例中，雷射620藉由在鏡片601之表面處熔融材料在鏡片601上形成預定點圖案。舉例而言，雷射620加熱且熔融鏡片601表面之一部分以形成預定圖案，此係由於雷射蝕刻使得鏡片601之熔融材料膨脹，從而產生形成預定點圖案之凸起標記。

【0105】 在某些實施中，雷射620使用雷射發泡在鏡片601上形成預定點圖案。舉例而言，雷射620使用雷射發泡以熔融聚合物材料且將其貼附至鏡片601上，其中雷射620標記發泡體，從而形成預定點圖案。

【0106】 在一些實例中，雷射620使用雷射標記在鏡片601上形成預定點圖案。舉例而言，雷射標記藉由例如因形成預定點圖案之鏡片601之部分的化學或物理改變而導致在鏡片601上誘發變色而在鏡片601上形成預定點圖案。在另一實例中，雷射620藉由使用雷射標記來焦化鏡片601以在鏡片601上形成預定點圖案而在鏡片601上形成預定點圖案。

【0107】 在一些實施中，雷射620使用剝蝕在鏡片601上形成預定點圖案。舉例而言，雷射620用於藉由蒸發或昇華鏡片601來剝蝕(例如，移除材料)鏡片601以形成預定點圖案。在剝蝕之後，凹坑可形成於鏡片601

上。

【0108】 在一些實例中，為降低點圖案之醒目度(例如，以減少歸因於剝蝕凹坑之散射中心處的反向散射及反射)，鏡片601上之剝蝕凹坑的表面經修飾以降低表面粗糙度(例如，以產生相對於點大小具有大底面尺寸且相對於點深度具有小dF之點)。降低表面粗糙度可減少小角度光散射之影響(例如，在散射角度小於3度之情況下)。舉例而言，鏡片601上之剝蝕凹坑的表面可藉由第二遍次剝蝕修飾，以熔融剝蝕凹坑之粗糙表面(例如，藉由使用較低能量剝蝕)。舉例而言，可藉由使雷射620散焦(例如，藉由增加雷射620光束寬度)進行較低能量剝蝕。在一些實施中，繼續降低點圖案之醒目度涉及在多次迭代內使雷射620散焦。舉例而言，使雷射620散焦以增加之散焦(例如，隨著各遍次增加光束寬度)發生若干遍次(例如，各第二、第三、第四等剝蝕遍次)，以影響凹坑之錐度(例如，使凹坑邊緣羽化或平滑)。在一些實施中，降低點圖案之醒目度涉及進行多次重疊剝蝕以用多個重疊剝蝕凹坑構成一個剝蝕凹坑。

【0109】 在一些實施中，降低點圖案之醒目度涉及在鏡片601之後表面上塗佈抗反射層。在一些實施中，反射層塗佈於鏡片前表面上。若在鏡片601之後表面上進行雷射剝蝕，則此為尤其有益的。一般而言，雷射620對塗層之影響比透鏡601材料對塗層之影響更強，從而影響凹坑之錐度(例如，使凹坑邊緣羽化或平滑)。

【0110】 用於形成各自具有140 μm 之寬度的點的雷射路徑之兩個實例分別展示於圖7及圖8中。圖7展示藉由掃描兩個離散路徑710及720形成的點形狀。外部路徑710為八邊形的。寬度為75 μm 之內部路徑720為六邊形的。掃描此等路徑涉及將雷射自第一路徑移動至第二路徑而不暴露鏡片

表面。

【0111】 圖8展示形成與圖7中所示之點相同的八邊形形狀的雷射之分段式螺旋路徑810，該等點在螺旋路徑810之外部部分810a中。螺旋路徑810之內部部分810b遵循相對於路徑720旋轉60度之六邊形形狀，且路徑之中間部分810c連接內部部分810b及外部部分810a。此處，點係藉由沿著單一連續路徑描摹雷射而形成，因此將雷射自一個路徑移動至下一路徑以完成形成點係不必要的。此類點可比涉及多於一個離散路徑之點更快速地形成。此外，與藉由掃描多個離散路徑形成的類似大小之點相比，此類路徑可產生具有更平滑底面之點。

【0112】 此在圖9A及圖9B以及圖10A及圖10B中所示之點的比較中為明顯的，該等點分別對應於使用圖8及圖7中所示之路徑形成的點。特定言之，圖9A及圖9B展示使用圖8中所示之螺旋路徑形成的兩個點。使用光學干涉量測法獲取點之此視圖。圖9B展示穿過一個點之區段的截面分佈，例如高度相對於沿著圖9A中之線901的位置。舉例而言，圖9A及圖9B中之點在表面上方的最大高度為1.262 μm ，例如0 μm ，且在表面下方之最小高度為-12.583 μm ，例如範圍跨度約為14微米。

【0113】 圖10A展示使用圖7中所示之雙路徑形成的三個點之俯視圖。圖10B展示穿過一個點之分佈，例如高度相對於沿著圖10A中之線1001的位置，其繪示了與圖9A中之彼等相比，此等點中之一者之底面處的表面粗糙度顯著更高。舉例而言，圖10A及圖10B中之點在表面上方的最大高度為3.572 μm ，例如0 μm ，且在表面下方之最小高度為-11.427 μm ，例如範圍跨度約為15微米。

【0114】 此等兩個實例為雷射暴露，其涉及在雷射掃描各離散路徑

時對鏡片表面進行連續暴露。然而，其他暴露方案係可能的。舉例而言，在一些情況下，雷射可在沿著離散路徑掃描時經脈衝。此情形之實例展示於圖11A中，其展示螺旋路徑1101。當沿著路徑1101掃描雷射時，雷射經脈衝，從而產生多個個別暴露區域。螺旋路徑相對於焦點大小充分緊密地捲繞，使得暴露區域沿著路徑重疊且亦與螺旋之相鄰環中之暴露區域重疊。結果為具有相對平滑底面之近似圓形的點。此外，與藉由單一連續暴露形成點相比，此類暴露方案可導致傳遞至鏡片區域之總體雷射量更低，從而形成更淺的點。

【0115】 使用螺旋路徑及脈衝雷射形成的點之實例展示於圖11B中，其展示了三個此類點之俯視圖。圖11C展示一個點之截面分佈，例如高度相對於沿著圖11B之線1103的位置。在此實例中，點在表面上方之最大高度為 $1.466\ \mu\text{m}$ ，且最小高度為約 $-4.363\ \mu\text{m}$ 。貫穿此區段之底面粗糙度僅略小於深度，但考慮到點之淺度，底面總體上具有相對較小的粗糙度。換言之，儘管波動 dF 不比深度 D 小得多，但深度 D 非常淺，且 dF 之絕對值較小。

【0116】 點之雷射形成可引起稱為「預燒」之現象，其中與點之其餘部分相比，雷射路徑開始處的初始暴露位置產生點之較深部分。此類預燒可顯現為點之一側上的溝槽。由溝槽中之此類預燒引起的不對稱性可導致來自點之不同部分的不對稱散射。在一些實施中，例如在預燒不可避免之情況下，可能需要在點中之不同位置處對稱地形成預燒溝槽，以減少不對稱散射。此外，對於整個鏡片中之不同點，預燒溝槽之位置可不同，以減少散射之總體不對稱性，或在鏡片之整個對比度降低的區域上利用不對稱性。

【0117】 現參看圖12A至圖12C描述此類實例。圖12A展示鏡片1200之平面視圖，其具有圍繞通光孔徑1212之對比度降低的區1208。對比度降低的區1208包括以徑向陣列之圖案佈置的點1216。各點1216包括使用對稱預燒技術形成於鏡片1200之表面1220中之凹陷，該技術在點之相對側上產生兩個溝槽。

【0118】 此繪示於圖12B及圖12C中，其分別展示對比度降低的區1208之一部分及穿過一個點之截面的平面視圖。各點1216包括第一側壁1224、第二側壁1128及側壁1224、1228之間的中心區域1232。深度分佈(圖12C)展示在點形成期間藉由預燒雷射輻射產生之凹陷，其分別包括溝槽1236及1240以及相鄰側壁1224及1228。

【0119】 第一溝槽1236之深度D1實質上等於第二溝槽1240之深度D2。佈置於第一溝槽1236與第二溝槽1240之間的中心區域1232的深度D3小於第一溝槽1236之深度D1及第二溝槽1240之深度D2。

【0120】 本文所使用之「溝槽」可包括深度大於相鄰部分之深度的凹槽、通道、空腔或凹坑。一般而言，點之相對側上之溝槽可具有相同深度或不同深度。

【0121】 如圖12B中所示，溝槽之寬度圍繞點之周邊並不恆定。實情為，各溝槽為新月形的，具有對應於區段C之最寬部分及穿過垂直於C之區段的最窄部分。新月形溝槽之位向與對比度降低的區1208中之點陣列的徑向方向對準。溝槽對準之此變化可提供在對比度降低的區上平均之光散射的增加之總體均勻性。

【0122】 可以多種方式使用雷射預燒而形成圖12C中所繪示之深度分佈之不同深度。形成具有對稱深度分佈之點1216的第一實例方法1300

繪示於圖13中。在此方法1300中，控制在點1216之各種位置處雷射暴露之時間以產生對稱的預燒凹陷。最初，方法1300之第一步驟1304包括聚焦雷射系統之雷射光束。方法1300之第二步驟1308包括將鏡片材料之眼用鏡片1200之第一位置暴露於雷射光束之聚焦的雷射輻射。特定言之，當在鏡片1200之表面1220中形成新點1216時，雷射將鏡片表面1220暴露於強烈的雷射輻射之初始突發，由此產生界定相對於第一側壁1224向內佈置之第一側壁1224及第一溝槽1236的初始預燒。在第三步驟1312中，方法1300包括引起雷射光束與鏡片之間在遠離第一溝槽1236之第一方向M上的相對運動，同時將鏡片1200暴露於聚焦的雷射輻射。在一些實例中，雷射相對於鏡片1200在遠離第一側壁1224之M方向上移動，以繼續形成點凹陷之其餘部分。雖然雷射在方向M上移動，但鏡片1200連續地暴露於雷射光束之聚焦的雷射輻射，從而產生界定點1216之中心區域1232的預燒。形成中心區域1232時的雷射光束之強度弱於雷射輻射之初始突發，且因此中心區域1232之深度D3小於第一溝槽1236之深度D1。

【0123】 在第四步驟1316中，方法1300包括將眼用鏡片之第二位置暴露於聚焦的雷射輻射，以形成相對於點1216之第二側壁1228向內佈置的第二側壁1228及第二溝槽1240。再次，由於雷射之強度弱於輻射之初始突發，因此雷射暫停一段時間以將第二溝槽1240暴露於足夠的輻射，從而產生深度D2實質上等於第一溝槽1236之深度D1的預燒。因此，鏡片1200在第二溝槽1240處暴露於雷射光束的時間段長於在第一溝槽1236處的初始暴露時間段。

【0124】 在一些實例中，控制雷射光束之強度以產生對稱的預燒凹陷。在此實例中，雷射光束將鏡片1200暴露於第一雷射強度以產生第一

溝槽1236，且將鏡片1200之不同位置暴露於第一雷射強度以產生第二溝槽1240。

【0125】 在一些實例中，控制強度及暴露時間以產生對稱的預燒凹陷。在另一實例中，雷射暴露可經脈衝以產生短暫且強烈的雷射輻射之突發，從而在形成中心區域之前形成點之第一溝槽及第二溝槽。

【0126】 在一些情況下，點圖案包括相對於規則陣列之隨機位移點。引入隨機位移可減少與有規律地間隔開之散射中心相關之光學效應，諸如星爆流類眩光。參見例如 <https://www.slrlounge.com/diffraction-aperture-and-starburst-effects/>，其將星爆流效應說明為其係關於照相術。因此，與其中散射中心均勻地間隔開之類似點圖案相比，將隨機位移包括於點圖案中可為使用者提供更舒適的體驗。替代地或另外，點圖案之隨機化可減少顯現於反射光中之光學效應(例如繞射或干擾效應)，從而降低點圖案對觀察者之明顯性。

【0127】 參看圖14，實例點圖案1400包括圍繞通光孔徑1408之環形區1404。環形區具有以圖案1400佈置之點1412，該圖案包括徑向方向B及圓周方向C。特定言之，點1412相對於通光孔徑1408沿著複數個徑向陣列1416佈置，且佈置於不同的徑向陣列1416之間的空間1420中。特定言之，具有第一尺度之點1412A沿著徑向陣列1416佈置，且具有不同大小之點1412B佈置於徑向陣列1416之間的空間1420中。根據圖案1400，當在圓周方向C上移動時，點大小改變，且當在徑向方向B上移動時，點大小保持一致。

【0128】 圖案1400亦包括環形區1404內且鄰近於孔徑1408之第二環形區1424，其中點1412A為第一尺度。在第二環形區1424中，點大小在

徑向方向B及圓周方向C₂兩者上均為恆定的。然而，在其他實例中，圖案1400可能包括僅一個環形區或超過兩個具有點之不同圖案的環形區。

【0129】圖15為另一實例點圖案1500，且包括圍繞通光孔徑1508之環形區1504。環形區1504具有以包括徑向方向E及圓周方向F之圖案佈置的間隔開之點1512。特定言之，點1512相對於孔徑1508沿著多個徑向陣列1516佈置，且佈置於不同的徑向陣列1516之間的空間1520中。特定言之，具有第一尺度之點1512A沿著徑向陣列1516佈置，且具有不同大小之點1512B佈置於第一環形區1504內之徑向陣列1516之間的空間1520中。根據圖案1500，當在圓周方向F上移動時，點大小會改變，且當在徑向方向E上移動時，點大小保持一致。

【0130】圖案1500亦包括在環形區1504內鄰近於孔徑1508之第二環形區1524，其中點1512A為第一尺度。在第二環形區1524中，點大小在徑向方向E及圓周方向F₂兩者上均為一致的。

【0131】在圖16中，眼用鏡片之另一實例點圖案1600包括圍繞通光孔徑1608之環形對比度降低的區1604。環形區1604具有間隔開之點1612以散射入射光。點1612係以包括徑向方向G及圓周方向H之圖案佈置。特定言之，複數個點1612相對於孔徑1608沿著多個徑向陣列1616佈置，且佈置於不同的徑向陣列1616之間的空間1620中。具有第一尺度之點1612A沿著徑向陣列1616佈置，且具有第二較小大小之點1612B佈置於第一環形對比度降低的區1604內之徑向陣列1616之間的空間1620中。根據圖案1600，當在圓周方向H上移動時，點大小改變，且當在徑向方向G上移動時，點大小保持一致。

【0132】圖案1600亦包括鄰近於孔徑1608之第二環形區1624，其中

具有第三大小之點1612C佈置於具有第一尺度之點1612A之間。在第二環形區1624中，點大小在圓周方向 H_2 上變化。具有第三大小之點1612C係以包括相鄰點1612A之間間距之不規則變化的不同圖案佈置。在所說明之實例中，具有第三大小之點1612C隨機地佈置於徑向陣列1616之間。然而，在其他實例中，具有第三大小(例如，小於點1612A及1612B)之點1612C可在相鄰點1612A、1612C之間均勻地間隔開。在又一實例中，具有第二尺度之點1612B亦可鄰近於其他大小之點1612A、1612C而佈置。

【0133】 雖然關於圖12A、圖14、圖15及圖16描述之前述實例點圖案各自由間隔開之點構成，具有重疊點之圖案亦為可能的。舉例而言，參看圖17，實例點圖案1700包括圍繞通光孔徑1708之環形對比度降低的區1704，以及將光散射於環形對比度降低的區1704中之重疊點1712。點1712係以隨機圖案1700佈置且具有一致大小。在一些情況下，一個點與一個其他點重疊，且在其他情況下，與兩個或更多個其他點重疊。點1712可簡單地彼此接觸或以不同程度彼此重疊(例如，點表面積重疊約1%至約99%)。舉例而言，由點面積與一或多個其他點重疊的百分比所確定之點重疊可為5%或更大(例如，10%或更大、15%或更大、20%或更大、25%或更大、30%或更大、35%或更大、40%或更大、45%或更大、50%或更大、55%或更大、60%或更大、65%或更大、70%或更大、75%或更大、80%或更大、85%或更大、90%或更大或95%或更大)。

【0134】 圖18為另一實例點圖案1800，其包括圍繞通光孔徑1808之環形對比度降低的區1804，以及將光散射於對比度降低的區中之重疊點1812。點圖案1800包括垂直列1814及行1818之柵格。在所說明之實例中，佈置於列1814中之點1812與同一列1814之相鄰點1812重疊。然而，

行1818中之點1812不與同一行1818之相鄰點1812重疊。複數個點1812可簡單地彼此接觸或以不同程度彼此重疊(例如，面積重疊約1%至約99%)。

【0135】 在圖19中，另一實例點圖案1900包括圍繞通光孔徑1908之環形對比度降低的區1904，以及將光散射於對比度降低的區中之點1912。點圖案1900包括列1914及行1918之柵格，其中佈置於列1914中之點1912與同一列1914之相鄰點1912重疊，且佈置於行1918中之點1912與同一行1918之相鄰點1912重疊。在所說明之實例中，一些點1912不與同一列(例如，列1914A)中之相鄰點1912重疊，且一些點1912不與同一行(例如，行1918A)中之相鄰點1912重疊。在一些列1914及行1918 (例如，列1914B、行1918B)中，一些點1912與同一行1918及同一列1914中之相鄰點1912重疊。複數個點1912可簡單地彼此接觸或以不同程度彼此重疊(例如，面積重疊約1%至約99%)。

【0136】 在圖20中，眼用鏡片之又一實例點圖案2000包括由圍繞通光孔徑2008之第一環形區2004及第二環形區2024構成之對比度降低的區，以及將入射光散射於第一環形區2004及第二環形區2024中之重疊點2012。點圖案2000包括相對於孔徑2008在徑向方向及圓周方向上佈置之複數個點。特定言之，複數個點2012經佈置以相對於孔徑2008沿著複數個徑向陣列2016重疊且在不同的徑向陣列2016之間的空間2020中重疊。具有第一尺度之複數個點2012A沿著徑向陣列2016佈置於兩個環形區2004、2024中，且具有不同大小2012B之複數個點佈置於徑向陣列2016之間及第一環形區2004內之空間2020中。圖案2000亦包括鄰近於孔徑2008之第二環形區2024，其中點2012A為第一尺度。在一些情況下，點2012與具有相同大小及/或不同大小之相鄰點重疊。在一些情況下，一個

點2012與一個其他點2012重疊，且在其他情況下，與兩個或更多個其他點2012重疊。複數個點2012可簡單地彼此接觸或以不同程度彼此重疊(例如，重疊約1%至約99%)。在其他情況下，點2012不與任何其他點2012重疊。

【0137】 在圖21中之另一實例中，眼用鏡片之點圖案2100包括對比度降低的區，其具有圍繞通光孔徑2108之第一環形區2104及第二環形區2124，以及第一環形區2104及第二環形區2124中之點2112。在第一環形區2104中，具有不同大小之一些點2112與具有相同大小或不同大小之相鄰點2112重疊。在第二環形區2124中，點2112具有一致的大小，且不與相鄰點2112重疊。在一些情況下，點2112與具有相同大小及/或不同大小之相鄰點2112重疊。在一些情況下，一個點2112與一個其他點2112重疊，且在其他情況下，與兩個或更多個其他點2112重疊。複數個重疊點2112可簡單地彼此接觸或以不同程度彼此重疊(例如，面積重疊約1%至約99%)。

【0138】 圖22繪示眼用鏡片之又一實例點圖案2200，其包括具有第一環形區2204、第二環形區2224及第三環形區2228之對比度降低的區。第三環形區2228圍繞通光孔徑2208，且具有以隨機圖案佈置的具有不同大小2212A、2212B、2212C之重疊點2212。在一些情況下，點2212與具有相同大小及/或不同大小之相鄰點2212重疊。第二環形區2224中之點2212並不重疊，且第一環形區2228中之點2212與一或多個相鄰點2212重疊。在一些情況下，第一環形區2204及第三環形區2228中之一個點2212與一個其他點2212重疊，且在其他情況下，與兩個或更多個其他點2212重疊。複數個重疊點2212可簡單地彼此接觸或以不同程度彼此重疊(例

如，面積重疊約1%至約99%)。

【0139】 在一些實例中，點圖案具有例如點大小及/或間距之梯度。點圖案可具有點之散射效率的梯度(例如歸因於折射率失配之梯度及/或各點之形狀)。梯度點圖案可降低圖案之醒目度。舉例而言，自鏡片之通光部分至散射部分的梯度轉變可比急劇轉變更不醒目。

【0140】 除了所附申請專利範圍之實施例及上文所描述之實施例以外，以下編號實施例亦為創新的。

【0141】 實施例1為一種眼用鏡片，其包括：鏡片主體，其具有一對相對的曲面；複數個離散光散射中心，其佈置於該等相對的曲面中之至少一者的區域中，各散射中心具有至少部分由周邊形狀、最大深度D及最大寬度W定義之形狀，其中D/W比率為1/5或更小。

【0142】 實施例2為一種眼用鏡片，其包括：鏡片主體，其具有一對相對的曲面；複數個離散光散射中心，其佈置於該等相對的曲面中之至少一者的區域中，各散射中心具有至少部分由周邊形狀、最大深度D及最大寬度W定義之形狀，其中D為20微米(μm)或更小且W為100 μm 或更大。

【0143】 實施例3為一種眼用鏡片，其包括：鏡片主體，其具有一對界定鏡片軸之相對的曲面；複數個離散光散射中心，其佈置於該等相對的曲面中之至少一者的區域中，各散射中心包括具有最大深度D及最大寬度W之凹陷以及具有最小寬度 $W_{\text{底面}}$ 及最大深度變化 $\delta D_{\text{底面}}$ 之底面，其中 $W_{\text{底面}}$ 為0.5 W或更大，且 $\delta D_{\text{底面}}$ 為0.2 D或更小。

【0144】 實施例4為一種眼用鏡片，其包括：鏡片主體，其具有一對界定鏡片軸之相對的曲面；複數個離散光散射中心，其佈置於該等相對的曲面中之至少一者的區域中，各散射中心具有至少部分由周邊形狀、最

大深度及最大寬度定義之形狀，其中該周邊形狀係選自由以下組成之群：星形、正多邊形、啞鈴形、梨形、平行四邊形、新月形、錐形及鋸齒形。

【0145】 實施例5為一種眼用鏡片，其包括：鏡片主體，其具有一對相對的曲面；複數個離散光散射中心，其佈置於該等相對的曲面中之至少一者的區域中，其中選擇該區域中之該等光散射中心之密度及該等光散射中心之形狀，使得對於入射於該眼用鏡片之區域上的光，其傳播方向平行於鏡片軸，該眼用鏡片使該區域上入射之光的12%或更少部分反向散射，使前向散射光之50%或更多部分前向散射成5度之立體角。

【0146】 實施例6為如前述實施例中任一項之眼用鏡片，其中該區域圍繞不含散射中心之透明區域。

【0147】 實施例7為如前述實施例中任一項之眼用鏡片，其中該區域為環形區域。

【0148】 實施例8為如前述實施例中任一項之眼用鏡片，其中該等光散射中心形成於該眼用鏡片之單一表面上。

【0149】 實施例9為如實施例1至7中任一項之眼用鏡片，其中該等光散射中心僅形成於該眼用鏡片之單一表面上。

【0150】 實施例10為如實施例9之眼用鏡片，其中該單一表面為凹表面。

【0151】 實施例11為如實施例9之眼用鏡片，其中該單一表面為凸表面。

【0152】 實施例12為如前述實施例中任一項之眼用鏡片，其中該等散射中心之各者具有相同形狀。

【0153】 實施例13為如實施例1至11中任一項之眼用鏡片，其中該

等散射中心之至少某些具有不同形狀。

【0154】 實施例14為如前述實施例中任一項之眼用鏡片，其中該眼用鏡片為眼鏡片或隱形眼鏡。

【0155】 實施例15為如前述實施例中任一項之眼用鏡片，其中該眼用鏡片為平光鏡片、單光鏡片或多焦點鏡片。

【0156】 實施例16為一種方法，其包括：將眼用鏡片之表面暴露於足以在該表面中產生光散射中心的雷射輻射之一或多個脈衝；及相對於該表面移動該雷射輻射，同時暴露該表面以描摹該表面上之路徑，其中該路徑具有螺旋形狀，且該光散射中心之最大寬度 W 在100微米至1,000微米範圍內。

【0157】 實施例17為一種方法，其包括：將眼用鏡片之表面暴露於足以在該表面中產生光散射中心的雷射輻射之一或多個脈衝；及相對於該表面移動該雷射輻射，同時暴露該表面以描摹該表面上之路徑，其中該光散射中心之最大寬度 W 在100微米至1,000微米範圍內，且周邊形狀係選自由以下組成之群：星形、正多邊形、啞鈴形、梨形、平行四邊形、新月形、錐形及鋸齒形。

【0158】 實施例18為一種眼用鏡片，其包括：鏡片主體，其具有兩個相對表面；及圍繞通光孔徑之環形區，其中該環形區具有在該鏡片主體中及/或該兩個相對表面中之至少一者上的複數個經大小設定及塑形以散射入射光之光散射中心，其中該複數個光散射中心之第一光散射中心與相鄰光散射中心重疊。

【0159】 實施例19為如實施例18之眼用鏡片，其中該等光散射中心係以包括列之圖案佈置，其中該第一光散射中心及該相鄰光散射中心排成

一列。

【0160】 實施例20為如實施例19之眼用鏡片，其中該等光散射中心係以包括行之圖案佈置。

【0161】 實施例21為如實施例20之眼用鏡片，其中第二光散射中心與一行中之第三光散射中心重疊。

【0162】 實施例22為如實施例20或21之眼用鏡片，其中該第一光散射中心與不同的光散射中心重疊，且該第一光散射中心及該不同的光散射中心排成一行。

【0163】 實施例23為如實施例18之眼用鏡片，其中該第一光散射中心為第一尺度，且該相鄰光散射中心為不同於該第一尺度之第二尺度。

【0164】 實施例24為如實施例18之眼用鏡片，其中該等光散射中心係以包括相對於該通光孔徑之圓周方向及徑向方向的圖案佈置。

【0165】 實施例25為如實施例18之眼用鏡片，其中該等光散射中心係以包括相鄰光散射中心之間的不規則變化的圖案佈置。

【0166】 實施例26為如實施例18至25中任一項之眼用鏡片，其包括第二環形區，其中佈置於該第二環形區中之光散射中心不重疊。

【0167】 實施例27為如實施例18之眼用鏡片，其中該鏡片具有鏡片軸，且該孔徑及環形區實質上以該鏡片軸為中心。

【0168】 實施例28為一種眼用鏡片，其包括：鏡片主體，其具有兩個相對表面；及圍繞通光孔徑之環形區，其中該環形區在該鏡片主體中及/或該兩個相對表面中之至少一者上具有複數個經大小設定及塑形以散射入射光之光散射中心，該等光散射中心係以包括相對於該通光孔徑之圓周方向及徑向方向的圖案佈置，其中沿著該徑向方向佈置之光散射中心具有

第一尺度，且沿著該圓周方向佈置之光散射中心具有不同於該第一尺度之第二尺度。

【0169】 實施例29為如實施例28之眼用鏡片，其中該第一尺度為一致的，且該第二尺度為可變的。

【0170】 實施例30為如實施例28之眼用鏡片，其包括佈置於該通光孔徑與該環形區之間的第二環形區，其中佈置於該第二環形區中之光散射中心在該徑向方向及該圓周方向上均為大小一致的。

【0171】 實施例31為如實施例28之眼用鏡片，其中該等光散射中心之一部分係以包括相鄰光散射中心之間間距之不規則變化的不同圖案佈置。

【0172】 實施例32為如實施例28之眼用鏡片，其中該等光散射中心的形狀為實質上圓形的。

【0173】 實施例33為如實施例28之眼用鏡片，其中該鏡片具有鏡片軸，且該孔徑及環形區實質上以該鏡片軸為中心。

【0174】 實施例34為如實施例28之眼用鏡片，其中該鏡片為眼鏡鏡片或隱形眼鏡。

【0175】 實施例35為一種眼用鏡片，其包括：鏡片主體，其具有兩個相對表面；及圍繞通光孔徑之環形區，其中該環形區在該鏡片主體中及/或該兩個相對表面中之至少一者上具有複數個經大小設定及塑形以散射入射光之光散射中心，該等光散射中心係以包括相對於該通光孔徑之圓周方向及徑向方向的圖案佈置，其中沿著該徑向方向佈置之光散射中心具有一致大小，且沿著該圓周方向佈置之光散射中心具有不同大小。

【0176】 實施例36為如實施例35之眼用鏡片，其包括佈置於該通光

孔徑與該環形區之間的第二環形區，其中佈置於該第二環形區中之光散射中心在該徑向方向及該圓周方向上均為大小一致的。

【0177】 實施例37為如實施例28之眼用鏡片，其中該等光散射中心之一部分係以包括相鄰光散射中心之間間距之不規則變化的不同圖案佈置。

【0178】 實施例38為一種眼用鏡片，其包括：鏡片主體，其具有兩個相對表面；及圍繞通光孔徑之環形區，其中該環形區在該兩個相對表面中之至少一者上具有複數個經大小設定及塑形以散射入射光之光散射中心，各光散射中心包括該表面中之凹陷，其中該等光散射中心之一或多者具有相對於該表面的深度分佈，該深度分佈包含位於朝向該凹陷之第一側壁之第一溝槽及位於朝向該凹陷之第二側壁之第二溝槽。

【0179】 實施例39為如實施例38之眼用鏡片，其中該凹陷之該深度分佈關於至少一個平面對稱。

【0180】 實施例40為如實施例38之眼用鏡片，其中該凹陷之該深度分佈軸向對稱。

【0181】 實施例41為如實施例38之眼用鏡片，其中該第一溝槽之最大深度實質上等於該第二溝槽之最大深度。

【0182】 實施例42為如實施例41之眼用鏡片，其中一或多個光散射中心之該第一溝槽與該第二溝槽之間的區域之深度與該第一溝槽之該最大深度及該第二溝槽之該最大深度不同。

【0183】 實施例43為如實施例38之眼用鏡片，其中該等光散射中心之不同者的溝槽之位向在該環形區之不同位置處變化。

【0184】 實施例44為如實施例38至43中任一項之眼用鏡片，其中該

一或多個光散射中心具有圓形之周邊形狀。

【0185】 實施例45為如實施例38至44中任一項之眼用鏡片，其中該等光散射中心之最大寬度在100微米(μm)至1,500 μm 範圍內。

【0186】 實施例46為如實施例38至45中任一項之眼用鏡片，其中該第一溝槽之徑向尺寸為0.3 W或更小，其中W為該光散射中心之最大寬度。

【0187】 實施例47為如實施例38至46中任一項之眼用鏡片，其中該深度分佈包含位於該第一溝槽與該第二溝槽之間的一或多個其他溝槽。

【0188】 實施例48為一種方法，其包括：將鏡片材料之眼用鏡片的第一位置暴露於雷射光束之聚焦的雷射輻射，以在該眼用鏡片之表面上形成具有光學散射特徵之第一側壁；使該雷射光束與該眼用鏡片在遠離該第一側壁之第一方向上產生相對運動，同時將該鏡片暴露於該聚焦的雷射輻射；及使該眼用鏡片之第二位置暴露於該聚焦的雷射輻射，以形成具有該光學散射特徵之第二側壁，其中暴露該鏡片之該第一位置及該第二位置在該鏡片材料中產生凹陷，該凹陷具有相對於該眼用鏡片之表面的深度分佈，該深度分佈包含位於朝向點之第一側壁之第一溝槽及位於朝向第二側壁之第二溝槽。

【0189】 實施例49為如實施例48之方法，其中該暴露該第一位置包含暴露該鏡片之該第一位置持續第一時間段，且其中該暴露該第二位置包含暴露該第二位置持續大於該第一時間段之第二時間段。

【0190】 實施例50為實施例48或49之方法，其中該第一側壁及該第二側壁形成圓形光學散射特徵。

【0191】 實施例51為實施例48至50中任一項之方法，其中該第一溝

槽之深度實質上等於該第二溝槽之深度。

【0192】 實施例52為如實施例48至51中任一項之方法，其中該引起相對運動在一或多個點之第一溝槽與第二溝槽之間產生具有與該第一溝槽之深度及該第二溝槽之深度不同的深度之區域。

【0193】 實施例53為一種眼用鏡片，其包括：鏡片主體，其具有兩個相對表面；及圍繞通光孔徑之環形區，其中該環形區在該鏡片主體中及/或該兩個相對表面中之至少一者上具有複數個經大小設定及塑形以散射入射光之光散射中心，其中該複數個散射中心之至少某些的直徑在約1.001 mm至約1.5 mm範圍內，且點之間間距在遍及該環形區中是具有變化的。

【0194】 實施例54為如實施例53之眼用鏡片，該等光散射中心係以包括相對於該通光孔徑之圓周方向及徑向方向的圖案佈置，其中沿著該徑向方向佈置之光散射中心具有一致尺寸，且沿著該圓周方向佈置之散射中心具有可變大小。

【0195】 實施例55為如實施例53之眼用鏡片，其包括佈置於該通光孔徑與該環形區之間的第二環形區，其中佈置於該第二環形區中之光散射中心在該徑向方向及該圓周方向上均為大小一致的。

【0196】 實施例56為如實施例53之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心之第一光散射中心與相鄰光散射中心重疊。

【0197】 實施例57為如實施例56之眼用鏡片，其中該等光散射中心係以包括列之圖案佈置，其中該第一光散射中心及該相鄰光散射中心排成一列。

【0198】 實施例58為如實施例57之眼用鏡片，其中該等光散射中心

係以包括行之圖案佈置。

【0199】 實施例59為如實施例53之眼用鏡片，其中該等光散射中心係以包括相鄰散射中心之間間距之不規則變化的圖案佈置。

【0200】 實施例60為如實施例53之眼用鏡片，其中各光散射中心包含該眼用鏡片之該等表面中之一者中的凹陷，其中一或多個光散射中心具有相對於該眼用鏡片之該表面的深度分佈，該深度分佈包含位於朝向該光散射中心之第一側壁的第一溝槽及位於朝向該光散射中心之第二側壁的第二溝槽。

【0201】 實施例61為如實施例60之眼用鏡片，其中該一或多個光散射中心之該深度分佈為對稱的。

【0202】 實施例62為如實施例60之眼用鏡片，其中該第一溝槽之深度實質上等於該第二溝槽之深度。

【0203】 儘管本說明書含有諸多特定實施細節，但此等不應被視為任何本揭露範疇或可能主張之內容之限制，而應視為可特定針對於特定揭露之特定實例之特徵的描述。在單獨實例之上下文中描述於本說明書中之某些特徵亦可在單一實例中以組合形式實施。相反，描述於單一實例之上下文中的各種特徵亦可分別在多個實例中或在任何適合之子組合中實施。此外，雖然可在本文中將特徵描述為在某些組合中起作用且甚至最初按此來主張，但來自所主張組合之一或多個特徵在一些情況下可自該組合刪除，且所主張組合可針對子組合或子組合之變化。

【0204】 類似地，儘管在圖式中以特定次序來描繪操作，但不應將此理解為需要以所展示之特定次序或以順序次序進行此類操作，或進行所有說明之操作以達成合乎需要之結果。在某些情形下，多任務及並行處

理可為有利的。此外，不應將在本文所描述之實例中之各種系統模組或組件之分離理解為需要在所有實例中進行此類分離，且應理解，所描述之程式組件及系統可大體上在單一產品中整合在一起或經封裝至多個產品中。

【0205】 已描述主題之特定實例。其他實例在以下申請專利範圍之範疇內。舉例而言，可以不同次序執行申請專利範圍中所述之動作且仍實現合乎需要之結果。作為一個實例，隨附圖式中描繪之過程未必需要所展示之特定次序，或順序次序，以達成合乎需要之結果。在某些實施中，多任務及並行處理可為有利的。

【符號說明】

【0206】

100:眼鏡

101:框架

110a:眼用鏡片

110b:眼用鏡片

112:點

120a:通光孔徑

120b:通光孔徑

130a:對比度降低的區域

130b:對比度降低的區域

140:點

203:鏡片軸

206:入射光線

208:入射光線/入射射線

- 210:入射光線
- 212:入射光線/入射射線
- 214:射線
- 216:反向散射射線
- 218:射線
- 220:反向散射射線
- 222:輪廓
- 223:錐形角度
- 224:眼睛
- 301:點
- 302:突起
- 303:凹坑形的點
- 304:凹坑
- 310:鏡片表面
- 313:凹陷
- 314:中心凹陷
- 316:輪緣
- 317:輪緣
- 318a:側壁
- 318b:側壁
- 319:底面
- 401:點
- 401a:第一星形路徑

- 401b:第二星形路徑
- 402:梨形點
 - 402a:第一路徑
 - 402b:第二路徑
- 403:大體上梯形點
 - 403a:路徑
- 404:點
 - 404a:橢圓形路徑
 - 404b:直線
- 405:八邊形點
 - 405a:連續分段式螺旋路徑
- 406:點
 - 406a:連續分段式螺旋路徑
- 407:近似圓形點
 - 407a:連續螺旋路徑
- 408:啞鈴形點
 - 408a:第一路徑
 - 408b:第二路徑
- 409:梯形點
 - 409a:第一路徑
 - 409b:第二路徑
- 410:新月形點
 - 410a:第一路徑

410b:第二路徑

411:鋸齒形點

411a:閉合路徑

412:貓頭形點

412a:第一路徑

412b:第二路徑

413:新月形點

413a:第一路徑

413b:第二路徑

414:錐形點

414a:第一路徑

414b:第二路徑

415:多邊形點

415a:六邊形路徑

416:圓形點

416a:第一路徑

416b:第二路徑

417:橢圓形點

417a:第一路徑

417b:第二路徑

418:矩形點

418a:第一路徑

418b:第二路徑

419:正方形點

419a:第一路徑

419b:第二路徑

419c:第三路徑

501a:線

501b:線

502a:線

502b:線

503a:線

503b:線

504a:線

504b:線

505a:線

505b:線

600:雷射系統

601:鏡片

610:控制器

620:雷射

630:光束斬波器

640:聚焦光學件

650:鏡子

660:致動器

670:載台

680:鏡片安裝表面
710:離散路徑/外部路徑
720:離散路徑/內部路徑
810:分段式螺旋路徑
810a:外部部分
810b:內部部分
810c:中間部分
901:線
1001:線
1101:螺旋路徑
1103:線
1200:眼用鏡片
1208:對比度降低的區
1212:通光孔徑
1216:點
1220:鏡片表面
1224:第一側壁
1228:第二側壁
1232:中心區域
1236:第一溝槽
1240:第二溝槽
1300:方法
1304:第一步驟

1308:第二步驟
1312:第三步驟
1316:第四步驟
1400:點圖案
1404:環形區
1408:通光孔徑
1412:點
1412A:點
1412B:點
1416:徑向陣列
1420:空間
1424:第二環形區
1500:點圖案
1504:第一環形區
1508:通光孔徑
1512:點
1512A:點
1512B:點
1516:徑向陣列
1520:空間
1524:第二環形區
1600:點圖案
1604:環形對比度降低的區/環形區

1608:通光孔徑
1612:點
1612A:點
1612B:點
1612C:點
1616:徑向陣列
1620:空間
1624:第二環形區
1700:點圖案/隨機圖案
1704:環形對比度降低的區
1708:通光孔徑
1712:重疊點
1800:點圖案
1804:環形對比度降低的區
1808:通光孔徑
1812:重疊點
1814:列
1818:行
1900:點圖案
1904:環形對比度降低的區
1908:通光孔徑
1912:點
1914:列

1914A:列
1914B:列
1918:行
1918A:行
1918B:行
2000:點圖案
2004:第一環形區
2008:通光孔徑
2012:重疊點
2012A:點
2012B:大小
2016:徑向陣列
2020:空間
2024:第二環形區
2100:點圖案
2104:第一環形區
2108:通光孔徑
2112:點
2124:第二環形區
2200:點圖案
2204:第一環形區
2208:通光孔徑
2212:重疊點

2212A:大小

2212B:大小

2212C:大小

2224:第二環形區

2228:第三環形區/第一環形區

B:徑向方向

C:圓周方向

C₂:圓周方向

C-C:線

dF:高度變化

D:最大深度

D₁:深度

D₂:深度

D₃:深度

D₁₂₀:直徑

D₁₃₀:直徑

E:徑向方向

F:圓周方向

F₂:圓周方向

G:徑向方向

H:圓周方向

H₂:圓周方向

HR:高度

M:第一方向

W:最大寬度

WD:寬度

WF:寬度

WR:寬度

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種眼用鏡片，其包含：

鏡片主體，其具有一對相對的曲面；及

複數個離散光散射中心，該等光散射中心佈置於該等相對曲面之至少一者的區域中，各散射中心具有至少部分以周邊形狀、最大深度 D 及最大寬度 W 界定之形狀，

其中 D/W 比率為 $1/5$ 或更小。

【請求項2】

一種眼用鏡片，其包含：

鏡片主體，其具有一對相對的曲面；及

複數個離散光散射中心，該等光散射中心佈置於該等相對曲面之至少一者的區域中，各散射中心具有至少部分以周邊形狀、最大深度 D 及最大寬度 W 界定之形狀，

其中 D 為 20 微米(μm)或更小，且 W 為 $100 \mu\text{m}$ 或更大。

【請求項3】

一種眼用鏡片，其包含：

鏡片主體，其具有一對界定鏡片軸之相對的曲面；及

複數個離散光散射中心，該等光散射中心佈置於該等相對曲面之至少一者的區域中，各散射中心包含具有最大深度 D 及最大寬度 W 之凹陷，以及具有最小寬度 $W_{\text{底面}}$ 及最大深度變化 $\delta D_{\text{底面}}$ 之底面，

其中 $W_{\text{底面}}$ 為 $0.5 W$ 或更大，且該 $\delta D_{\text{底面}}$ 為 $0.2 D$ 或更小。

【請求項4】

一種眼用鏡片，其包含：

鏡片主體，其具有一對界定鏡片軸之相對的曲面；及

複數個離散光散射中心，該等光散射中心佈置於該等相對曲面之至少一者的區域中，各散射中心具有至少部分以周邊形狀、最大深度及最大寬度界定之形狀，

其中該周邊形狀係選自由以下組成之群：星形、正多邊形、啞鈴形、梨形、平行四邊形、新月形、錐形及鋸齒形。

【請求項5】

一種眼用鏡片，其包含：

鏡片主體，其具有一對相對的曲面；及

複數個離散光散射中心，該等光散射中心佈置於該等相對曲面之至少一者的區域中，

其中該區域中之複數個光散射中心的密度及該複數個光散射中心的形狀係經選擇，以使得光入射在該眼用鏡片之區域上的傳播方向平行於鏡片軸，該眼用鏡片反向散射為光入射在該區域上的12%或更少。

【請求項6】

如請求項1之眼用鏡片，其中該區域圍繞著沒有散射中心之透明區域。

【請求項7】

如請求項1之眼用鏡片，其中該區域為環形區域。

【請求項8】

如請求項1之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心係於該等眼用鏡片之單一表面上形成。

【請求項9】

如請求項1之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心係僅於該等眼用鏡片之單一表面上形成。

【請求項10】

如請求項9之眼用鏡片，其中該單一表面為凹表面。

【請求項11】

如請求項9之眼用鏡片，其中該單一表面為凸表面。

【請求項12】

如請求項1之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心之各者具有相同形狀。

【請求項13】

如請求項1之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心之至少某些具有不同形狀。

【請求項14】

如請求項1之眼用鏡片，其中該眼用鏡片為眼鏡片或隱形眼鏡。

【請求項15】

如請求項1之眼用鏡片，其中該眼用鏡片為平光鏡片、單光鏡片或多焦點鏡片。

【請求項16】

一種方法，其包含：

將眼用鏡片之表面暴露於足以在該表面中產生光散射中心的雷射輻射之一或多個脈衝；及

當該表面暴露至雷射輻射時，同時相對於該表面移動該雷射輻射，

以描摹該表面上之路徑，

其中該路徑具有螺旋形狀，且該光散射中心之最大寬度 W 在100微米至1,000微米範圍內。

【請求項17】

一種方法，其包含：

將眼用鏡片之表面暴露於足以在該表面中產生光散射中心的雷射輻射之一或多個脈衝；及

當該表面暴露至雷射輻射時，同時相對於該表面移動該雷射輻射，以描摹該表面上之路徑，

其中該光散射中心之最大寬度 W 在100微米至1,000微米範圍內，且周邊形狀係選自由以下組成之群：星形、正多邊形、啞鈴形、梨形、平行四邊形、新月形、錐形及鋸齒形。

【請求項18】

一種眼用鏡片，其包含：

鏡片主體，其具有兩個相對表面；及

圍繞通光孔徑(clear aperture)之環形區，其中該環形區具有複數個經大小設定及塑形以散射入射光之光散射中心，

其中該複數個光散射中心之第一光散射中心與第一相鄰光散射中心重疊第一量，且與第二相鄰光散射中心重疊的第二量不同於該第一量。

【請求項19】

如請求項18之眼用鏡片，其中該等光散射中心係以包括列之圖案佈置，其中該第一光散射中心及該第一相鄰光散射中心係排成一行。

【請求項20】

如請求項19之眼用鏡片，其中該等光散射中心係以包括行之圖案佈置。

【請求項21】

如請求項20之眼用鏡片，其中第二光散射中心與第三光散射中心重疊一行。

【請求項22】

如請求項20之眼用鏡片，其中該第一光散射中心與不同的光散射中心重疊，且該第一光散射中心及該不同的光散射中心排成一行。

【請求項23】

如請求項18之眼用鏡片，其中該第一光散射中心為第一尺度，且該第一相鄰光散射中心為不同於該第一尺度之第二尺度。

【請求項24】

如請求項18之眼用鏡片，其中該等光散射中心係以包括相對於該通光孔徑之圓周方向及徑向方向的圖案佈置。

【請求項25】

如請求項18之眼用鏡片，其中該等光散射中心係一種圖案佈置，該圖案包括相鄰光散射中心對之間呈不規則變化的間距。

【請求項26】

如請求項18之眼用鏡片，其包含第二環形區，其中佈置於該第二環形區中之該等光散射中心不重疊。

【請求項27】

如請求項18之眼用鏡片，其中該眼用鏡片具有鏡片軸，且該通光孔徑及環形區實質上係以該鏡片軸為中心。

【請求項28】

一種眼用鏡片，其包含：

鏡片主體，其具有兩個相對表面；及

圍繞通光孔徑之環形區，其中該環形區具有複數個經大小設定及塑形以散射入射光之經隔開的光散射中心，該複數個光散射中心係以包括相對於該通光孔徑之圓周方向及徑向方向的圖案佈置，

其中沿著該徑向方向佈置之該複數個光散射中心具有第一尺度，且沿著該圓周方向佈置之該複數個光散射中心具有不同於該第一尺度之第二尺度。

【請求項29】

如請求項28之眼用鏡片，其中該第一尺度為一致的，且該第二尺度為可變的。

【請求項30】

如請求項28之眼用鏡片，其包含佈置於該通光孔徑與該環形區之間的第二環形區，其中佈置於該第二環形區中之該複數個光散射中心在該徑向方向及該圓周方向上尺寸大小均為一致的。

【請求項31】

如請求項28之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心之一部分係以不同圖案佈置，該圖案包括相鄰光散射中心之間呈不規則變化的間距。

【請求項32】

如請求項28之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心的形狀為實質上圓形的。

【請求項33】

如請求項28之眼用鏡片，其中該眼用鏡片具有鏡片軸，且該通光孔徑及環形區實質上係以該鏡片軸為中心。

【請求項34】

如請求項28之眼用鏡片，其中該眼用鏡片為眼鏡鏡片或隱形眼鏡。

【請求項35】

一種眼用鏡片，其包含：

鏡片主體，其具有兩個相對表面；及

圍繞通光孔徑之環形區，其中該環形區具有複數個經大小設定及塑形以散射入射光之經隔開的光散射中心，該複數個光散射中心係以包括相對於該通光孔徑之圓周方向及徑向方向的圖案佈置，

其中沿著該徑向方向佈置之該複數個光散射中心具有一致尺寸大小，且沿著該圓周方向佈置之該複數個光散射中心具有不同的尺寸大小。

【請求項36】

如請求項35之眼用鏡片，其包含佈置於該通光孔徑與該環形區之間的第二環形區，其中佈置於該第二環形區中之該複數個光散射中心在該徑向方向及該圓周方向兩者上均為尺寸大小一致的。

【請求項37】

如請求項35之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心之一部分係以不同圖案佈置，該圖案包括相鄰光散射中心之間呈不規則變化的間距。

【請求項38】

一種眼用鏡片，其包含：

鏡片主體，其具有兩個相對表面；及

圍繞通光孔徑之環形區，其中該環形區在該兩個相對表面之至少一

者上具有複數個經大小設定及塑形以散射入射光之光散射中心，各光散射中心在該兩個相對表面之一者中包含一個凹陷，

其中該複數個光散射中心之至少一部分具有相對於該兩個相對表面之一者的深度分佈，該深度分佈包含位於朝向該凹陷之第一側壁之第一溝槽及位於朝向該凹陷之第二側壁之第二溝槽。

【請求項39】

如請求項38之眼用鏡片，其中該凹陷之深度分佈係對稱約至少一個平面。

【請求項40】

如請求項38之眼用鏡片，其中該凹陷之深度分佈係軸向對稱的。

【請求項41】

如請求項38之眼用鏡片，其中該第一溝槽之最大深度實質上等於該第二溝槽之最大深度。

【請求項42】

如請求項41之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心之第一溝槽與第二溝槽之間的區域的深度與第一溝槽之最大深度及第二溝槽之最大深度不同。

【請求項43】

如請求項38之眼用鏡片，其中該等光散射中心之不同者的溝槽之位在該環形區之不同位置處是具有變化的。

【請求項44】

如請求項38之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心具有圓形之周邊形狀。

【請求項45】

如請求項38之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心之各者的最大寬度在100微米(μm)至1,500 μm 範圍內。

【請求項46】

如請求項38之眼用鏡片，其中該第一溝槽之徑向尺寸為0.3 W或更小，其中W為該複數個光散射中心之一者的最大寬度。

【請求項47】

如請求項38之眼用鏡片，其中該深度分佈包含介於該第一溝槽與該第二溝槽之間的一或多個額外溝槽。

【請求項48】

一種方法，其包含：

將鏡片材料之眼用鏡片的第一位置暴露於雷射光束之聚焦的雷射輻射，以在該眼用鏡片之表面上形成具有光學散射特徵之第一側壁；

引起該雷射光束與該眼用鏡片之間在遠離該第一側壁之第一方向上的相對運動，同時將該眼用鏡片暴露於該聚焦的雷射輻射；及

使該眼用鏡片之第二位置暴露於該聚焦的雷射輻射，以形成具有該光學散射特徵之第二側壁，

其中暴露該眼用鏡片之該第一位置及該第二位置在該鏡片材料中產生凹陷，該凹陷具有相對於該眼用鏡片之表面的深度分佈，該深度分佈包含位於朝向該凹陷之第一側壁之第一溝槽及位於朝向第二側壁之第二溝槽。

【請求項49】

如請求項48之方法，其中該暴露該第一位置包含暴露該眼用鏡片之

該第一位置持續第一時間段，且其中該暴露該第二位置包含暴露該第二位置持續大於該第一時間段之第二時間段。

【請求項50】

如請求項48之方法，其中該第一側壁及該第二側壁形成圓形光學散射特徵。

【請求項51】

如請求項48之方法，其中該第一溝槽之深度實質上等於該第二溝槽之深度。

【請求項52】

如請求項48之方法，其中引起相對運動在該凹陷之該第一溝槽與該第二溝槽之間產生具有與該第一溝槽之深度及該第二溝槽之深度不同的深度之區域。

【請求項53】

一種眼用鏡片，其包含：

鏡片主體，其具有兩個相對表面；及

圍繞通光孔徑之環形區，其中該環形區具有複數個經大小設定及塑形以散射入射光之光散射中心，

其中該複數個光散射中心之至少某些的直徑在約1.001 mm至約1.5 mm範圍內，且該等光散射中心之間間距在遍及該環形區中是具有變化的。

【請求項54】

如請求項53之眼用鏡片，該等光散射中心係以包括相對於該通光孔徑之圓周方向及徑向方向的圖案佈置，

其中沿著該徑向方向佈置之該等光散射中心具有一致的尺寸大小，且沿著該圓周方向佈置之該複數個光散射中心具有可變的尺寸大小。

【請求項55】

如請求項54之眼用鏡片，其包含佈置於該通光孔徑與該環形區之間的第二環形區，其中佈置於該第二環形區中之該等光散射中心在該徑向方向及該圓周方向兩者上均為尺寸大小一致的。

【請求項56】

如請求項53之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心之第一光散射中心與相鄰光散射中心重疊。

【請求項57】

如請求項56之眼用鏡片，其中該等光散射中心係以包括列之圖案佈置，其中該第一光散射中心及該相鄰光散射中心排成一列。

【請求項58】

如請求項57之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心係以包括行之圖案佈置。

【請求項59】

如請求項53之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心係以一種圖案佈置，該圖案包括相鄰散射中心之間呈不規則變化的間距。

【請求項60】

如請求項53之眼用鏡片，其中各光散射中心包含該眼用鏡片之兩個相對表面之一者中的凹陷，

其中該複數個光散射中心之至少一部分具有相對於該眼用鏡片之該兩個相對表面之一者的深度分佈，該深度分佈包含位於朝向該光散射中心

之第一側壁的第一溝槽及位於朝向該光散射中心之第二側壁的第二溝槽。

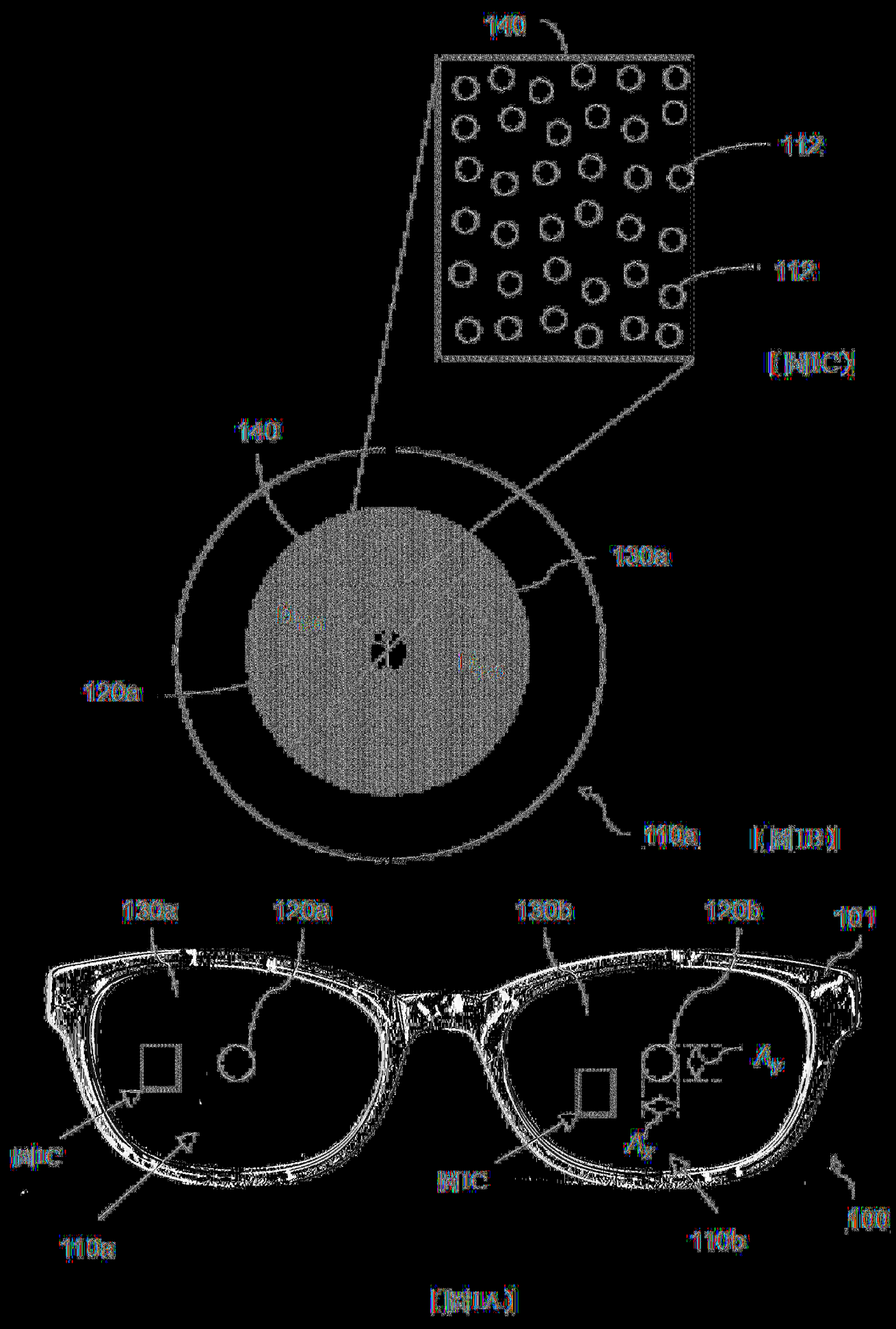
【請求項61】

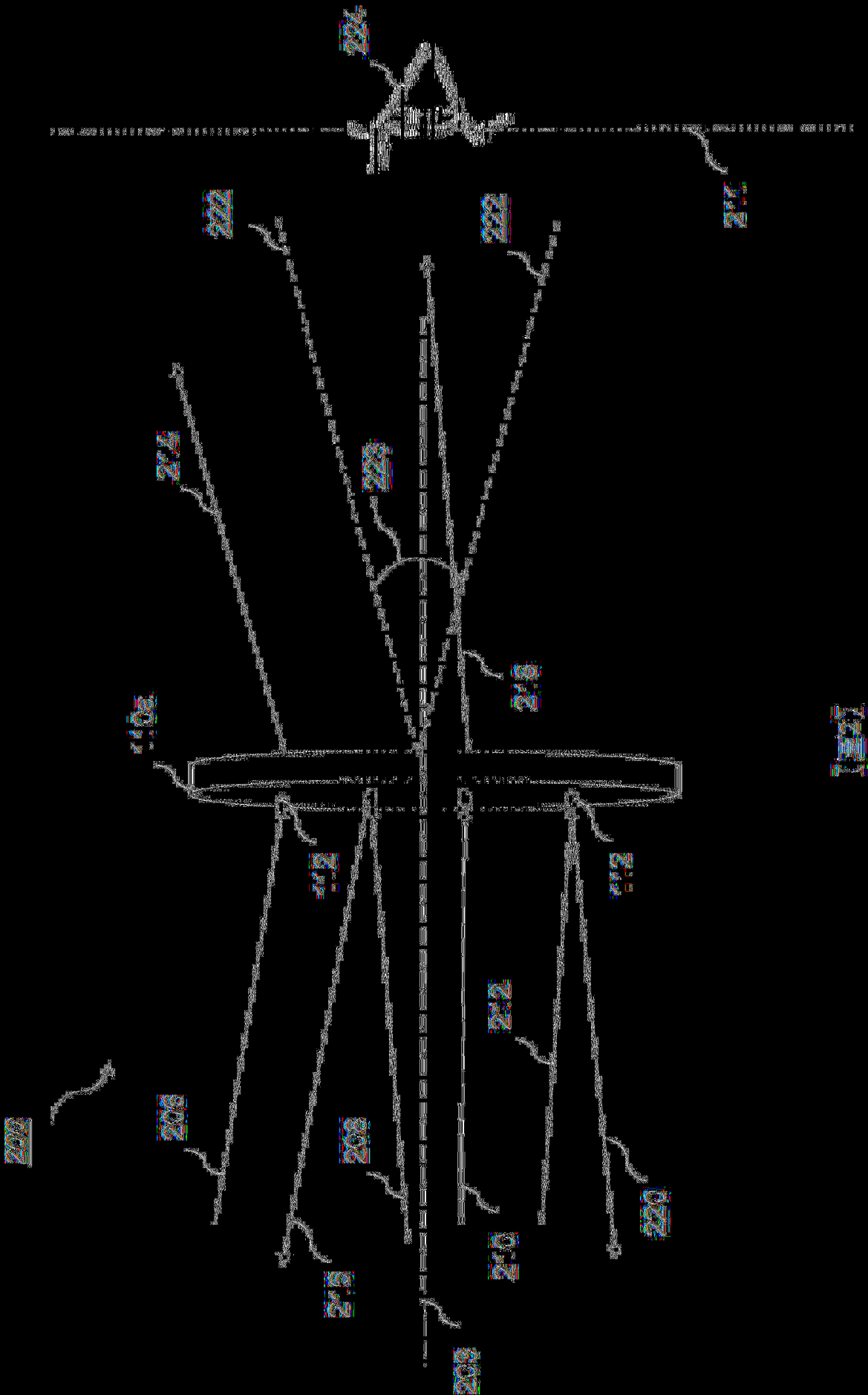
如請求項60之眼用鏡片，其中該複數個光散射中心之部分之深度分佈為對稱的。

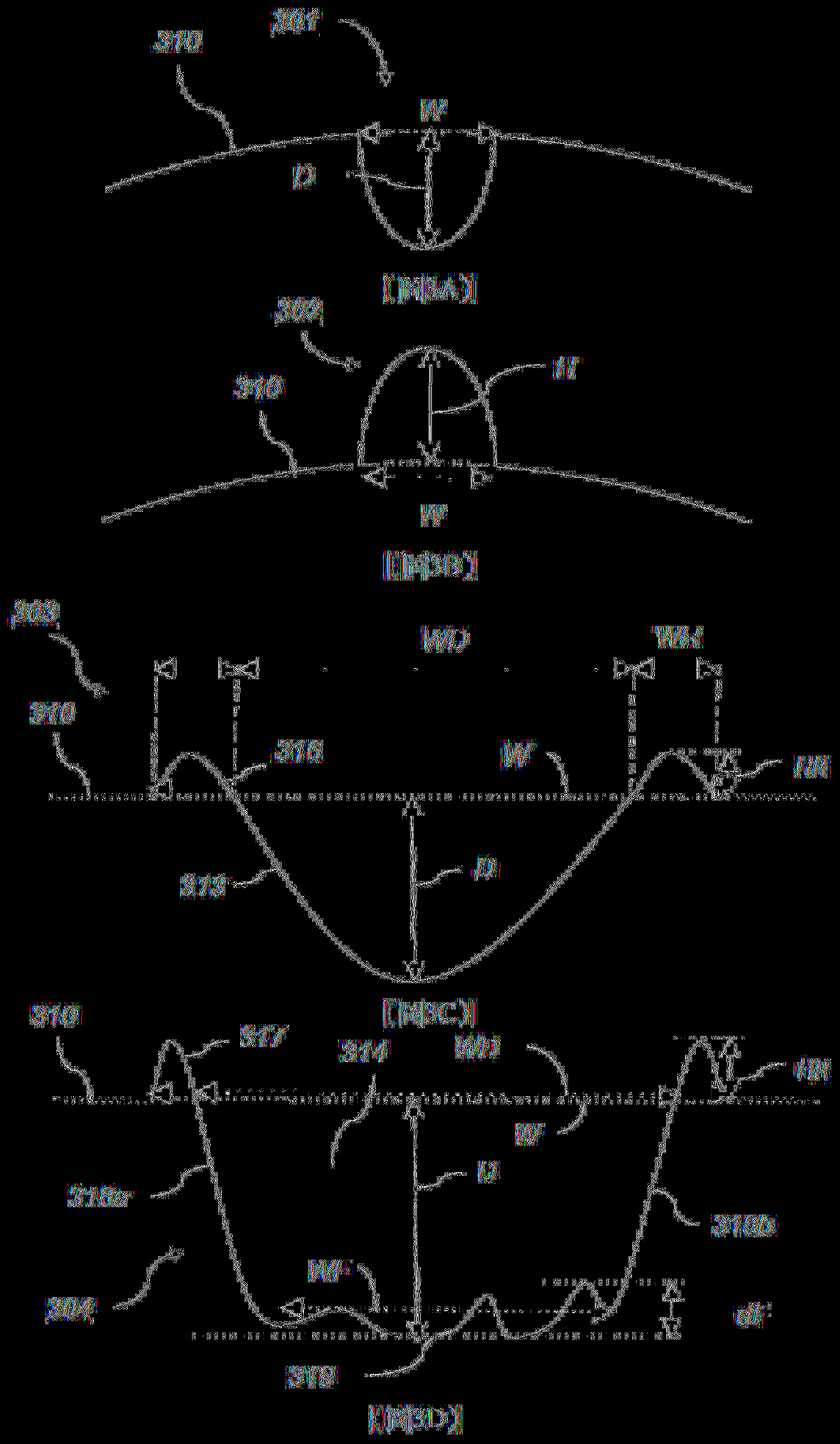
【請求項62】

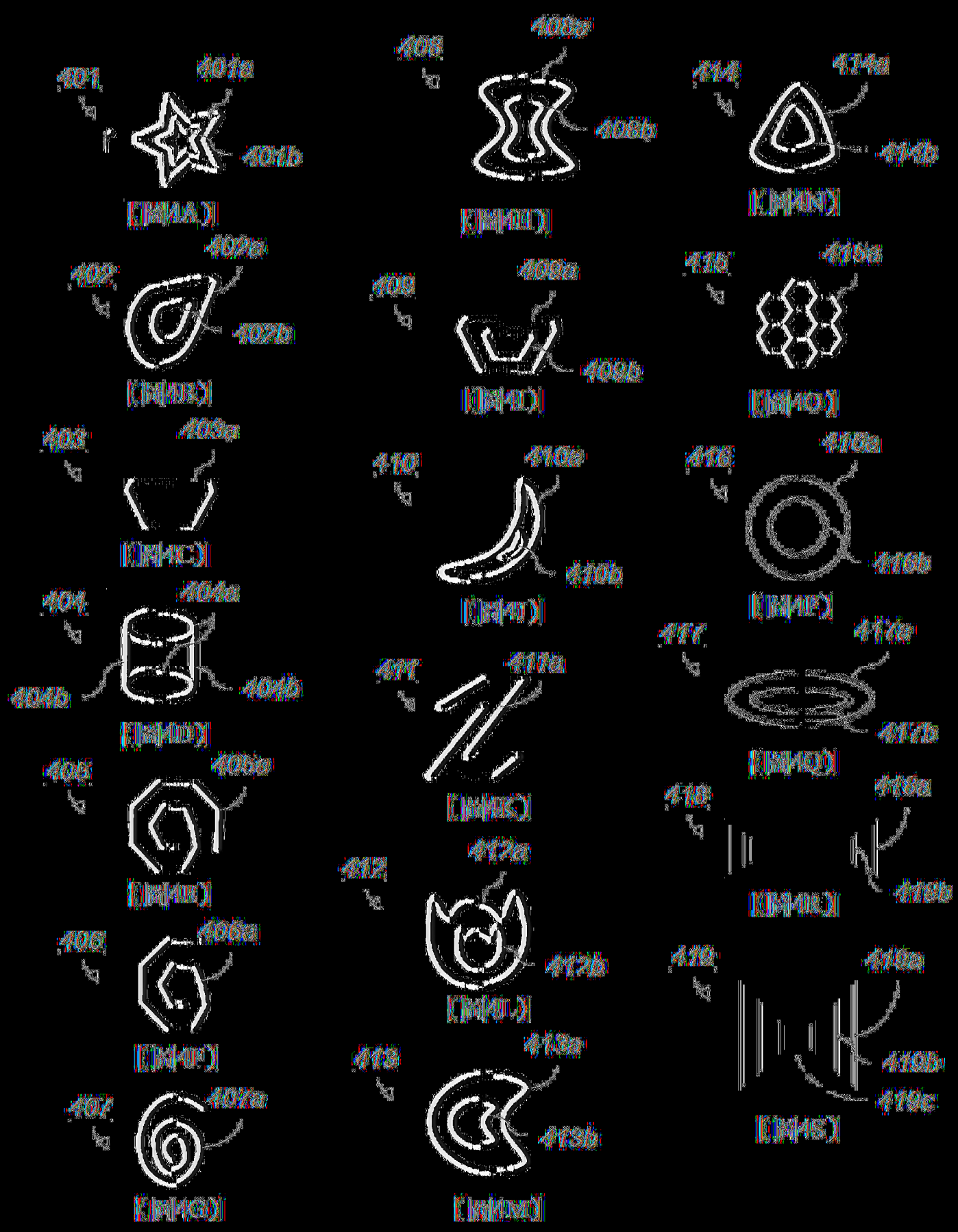
如請求項60之眼用鏡片，其中該第一溝槽之深度實質上等於該第二溝槽之深度。

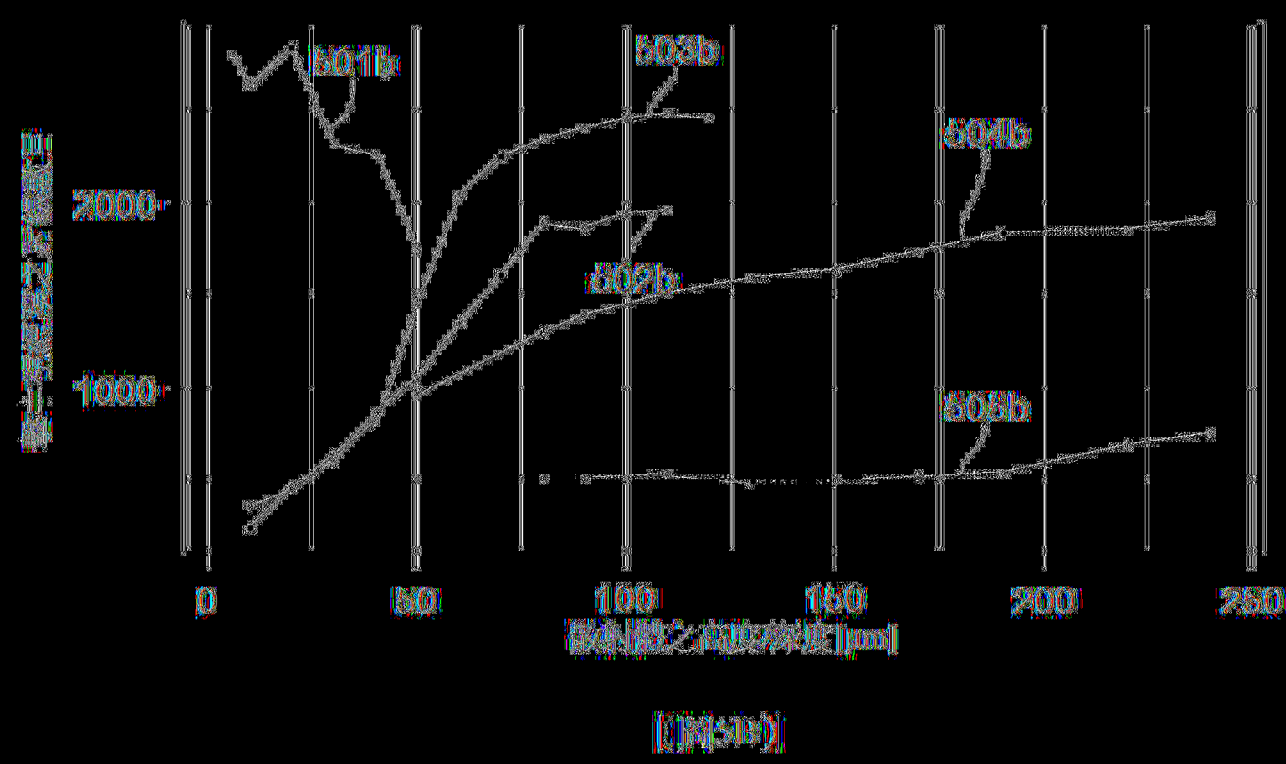
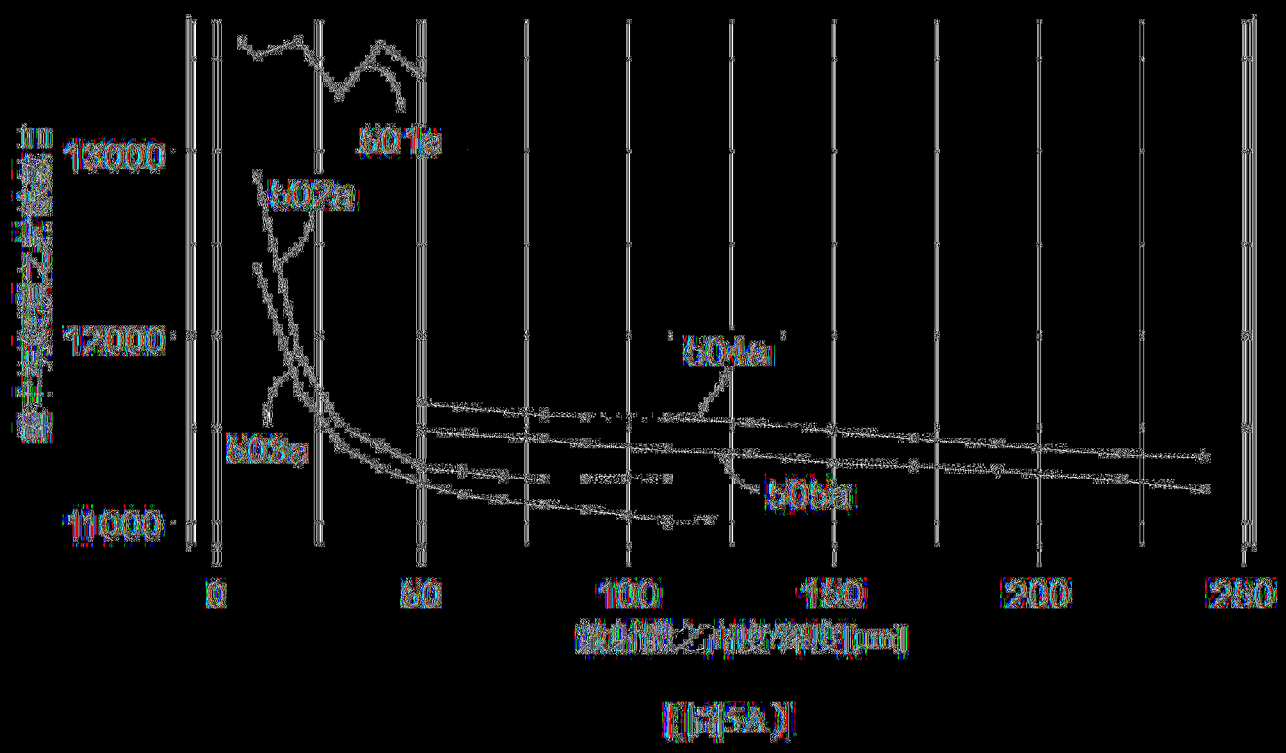
(發明圖式)

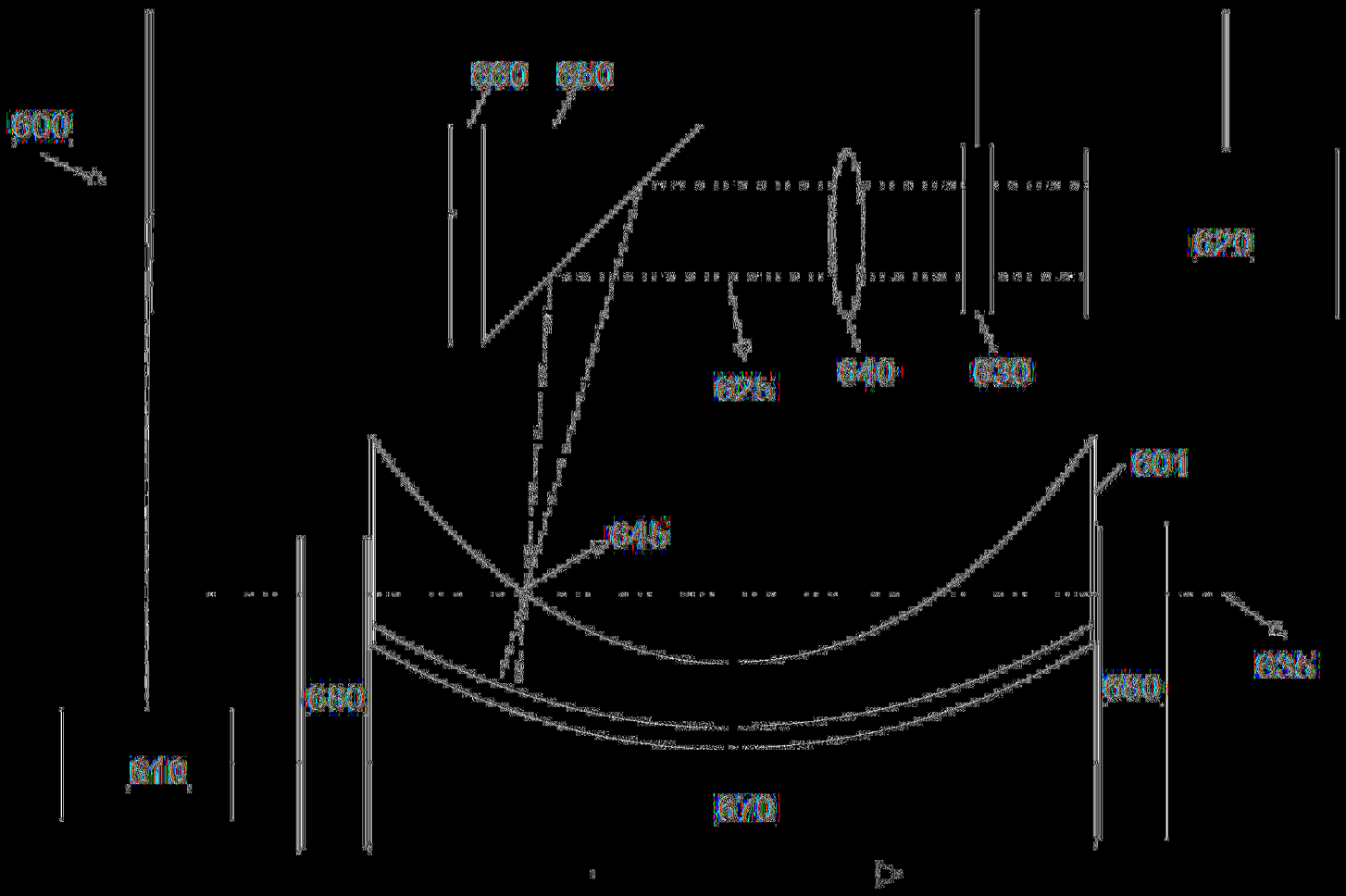




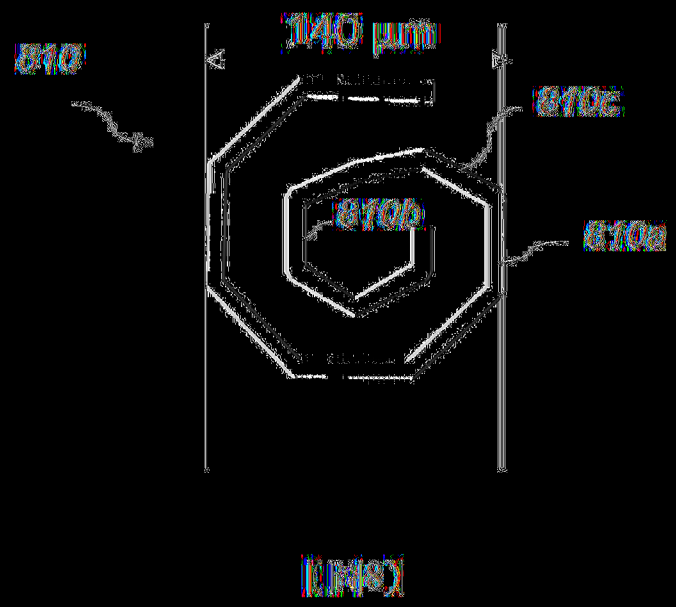
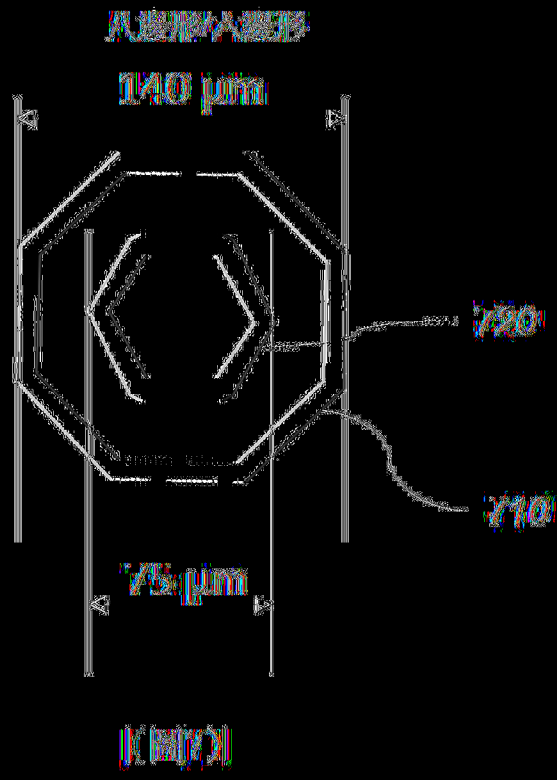








(圖6)



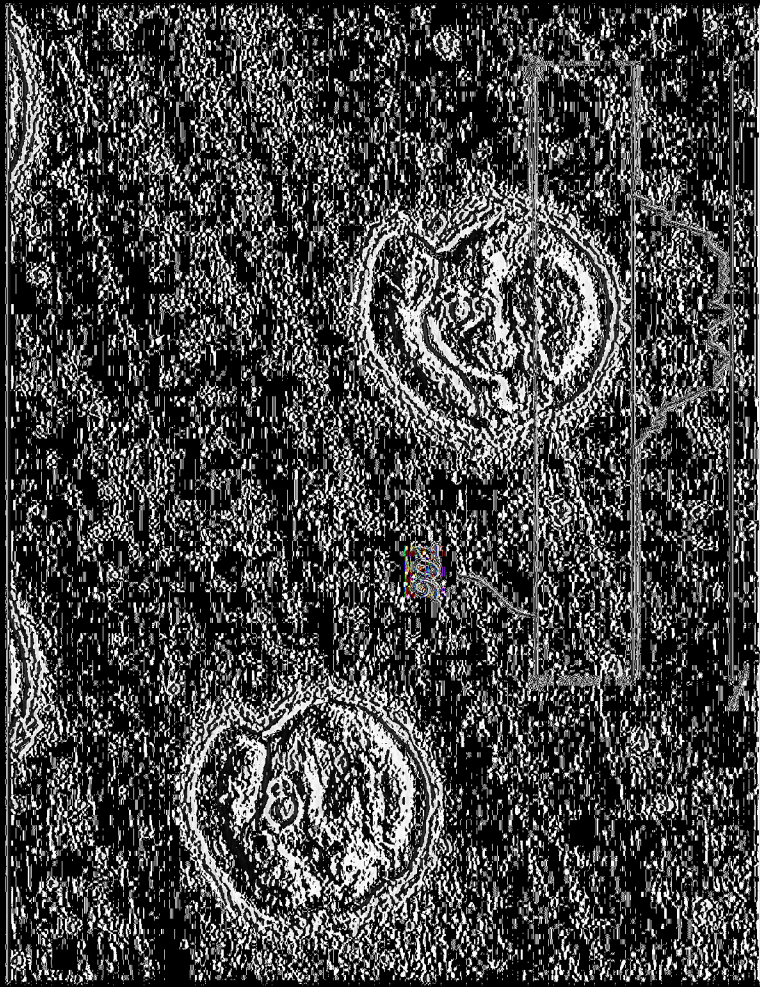
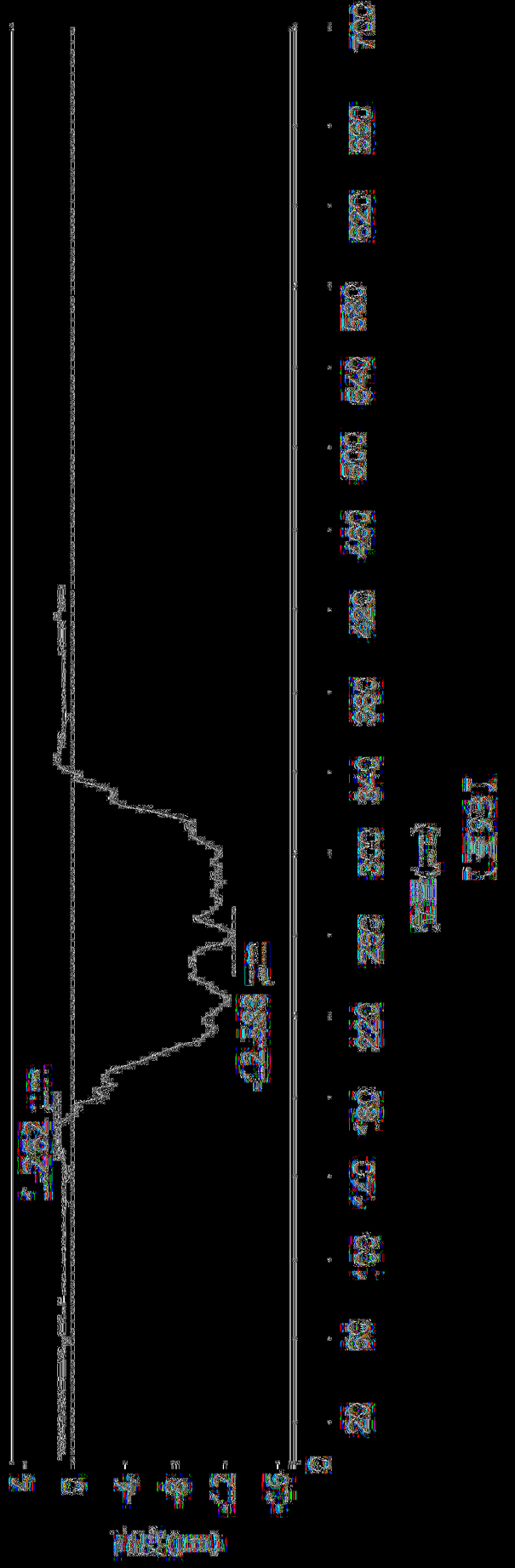


圖 10



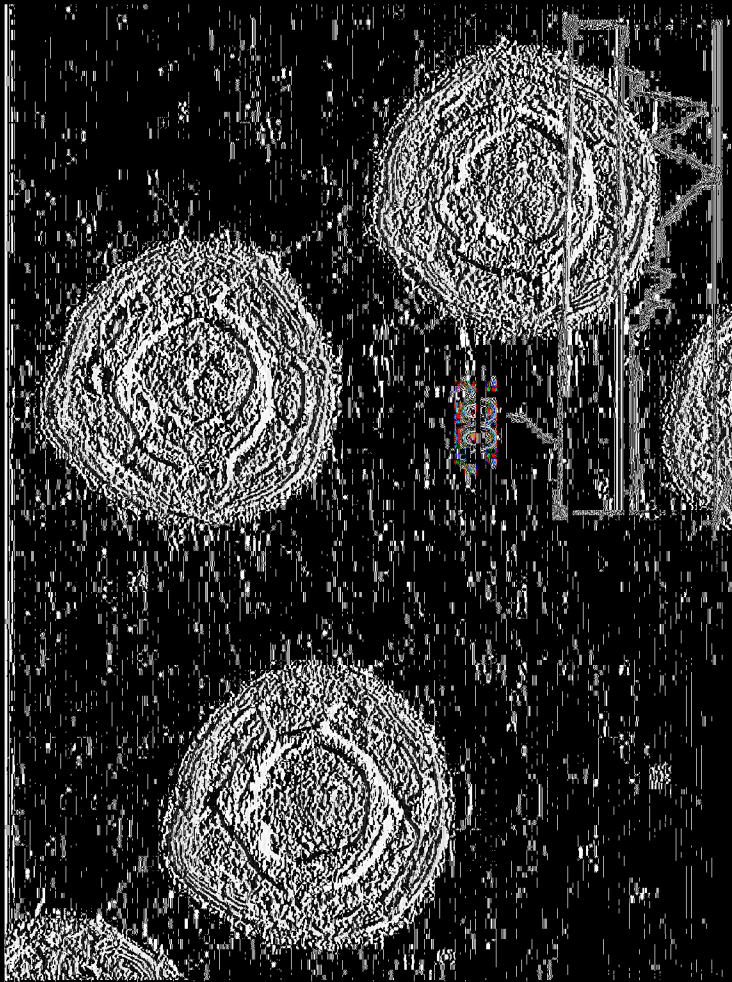


FIG. 11

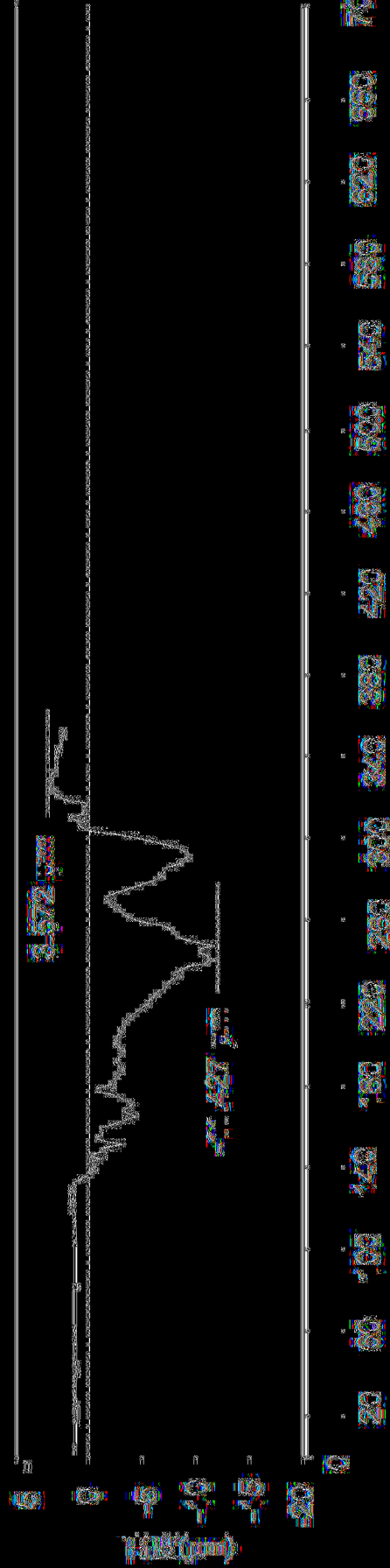
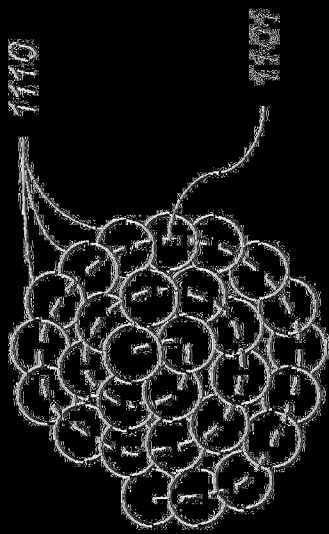
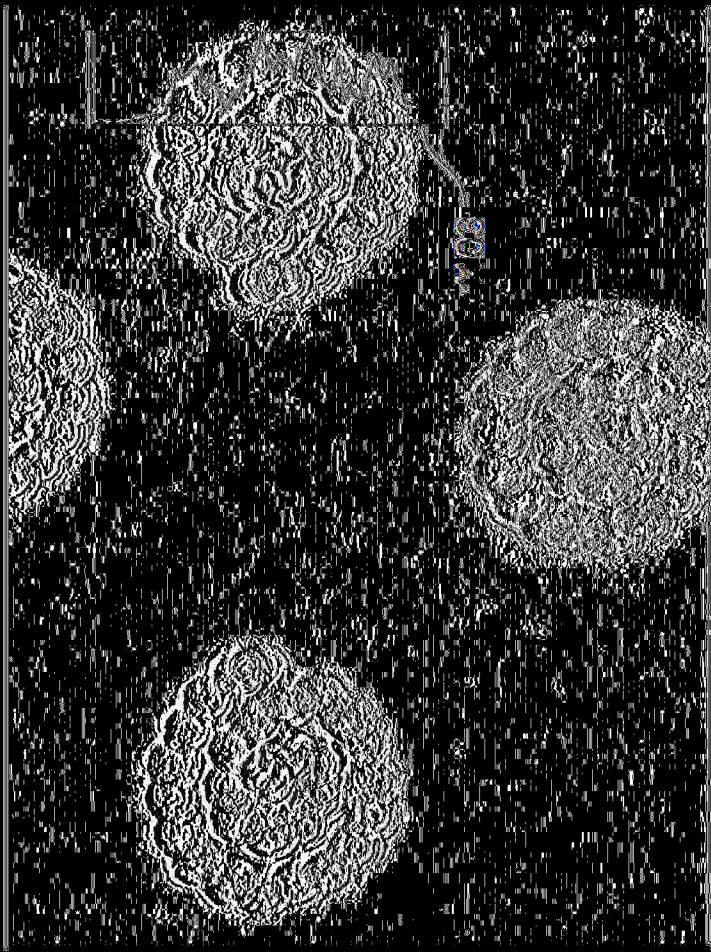


FIG. 12




1110

1101

1100



 4388 P.



 4388 P.

20

40

60

80

100

120

140

160

180

200

220

240

260

280

300

320

340

360

380

400

420

440

460

480

500

520

540

560

580

600

620

640

660

680

700

720

740

760

780

800

820

840

860

880

900

920

940

960

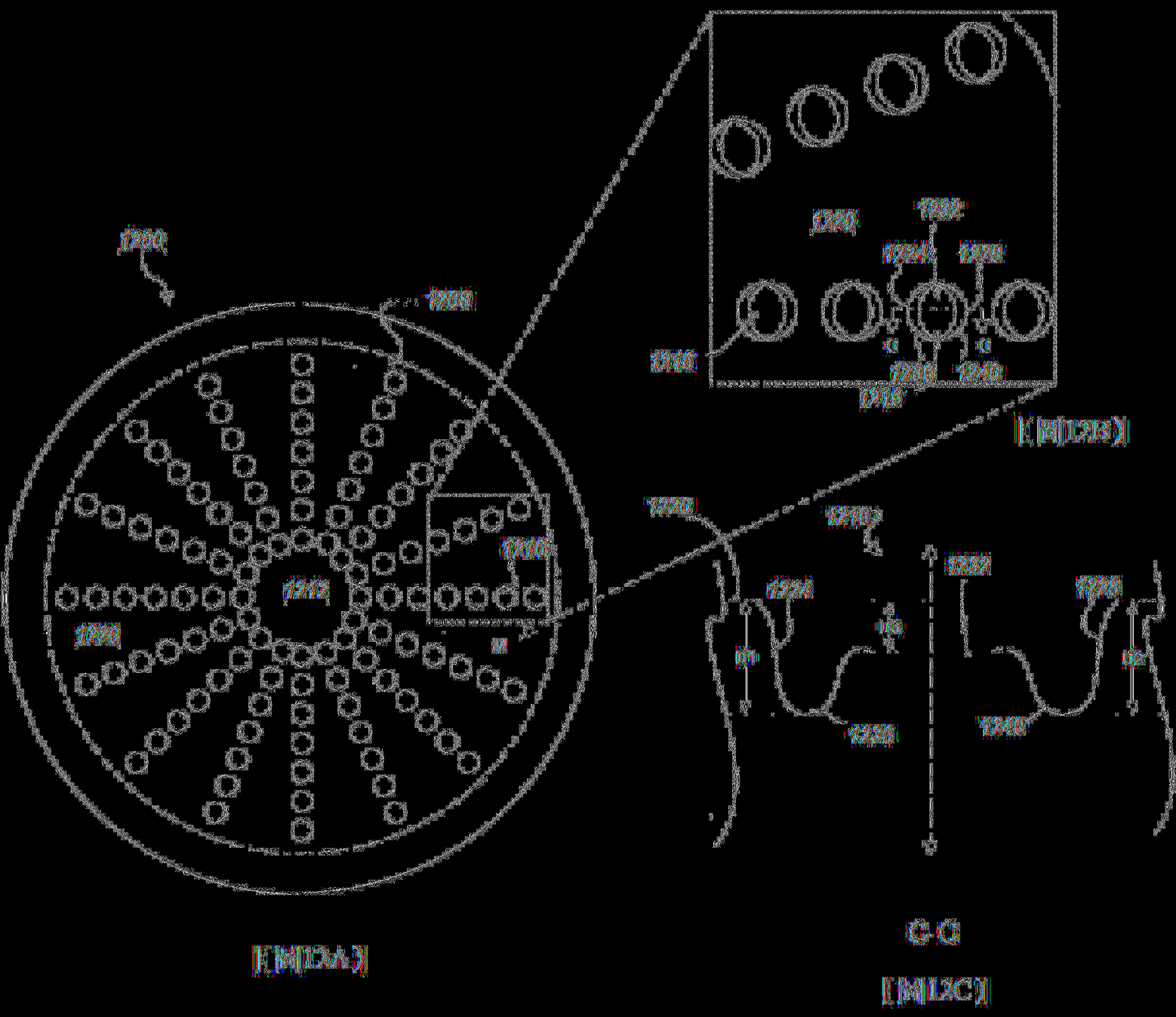
980

1000

1110

1101





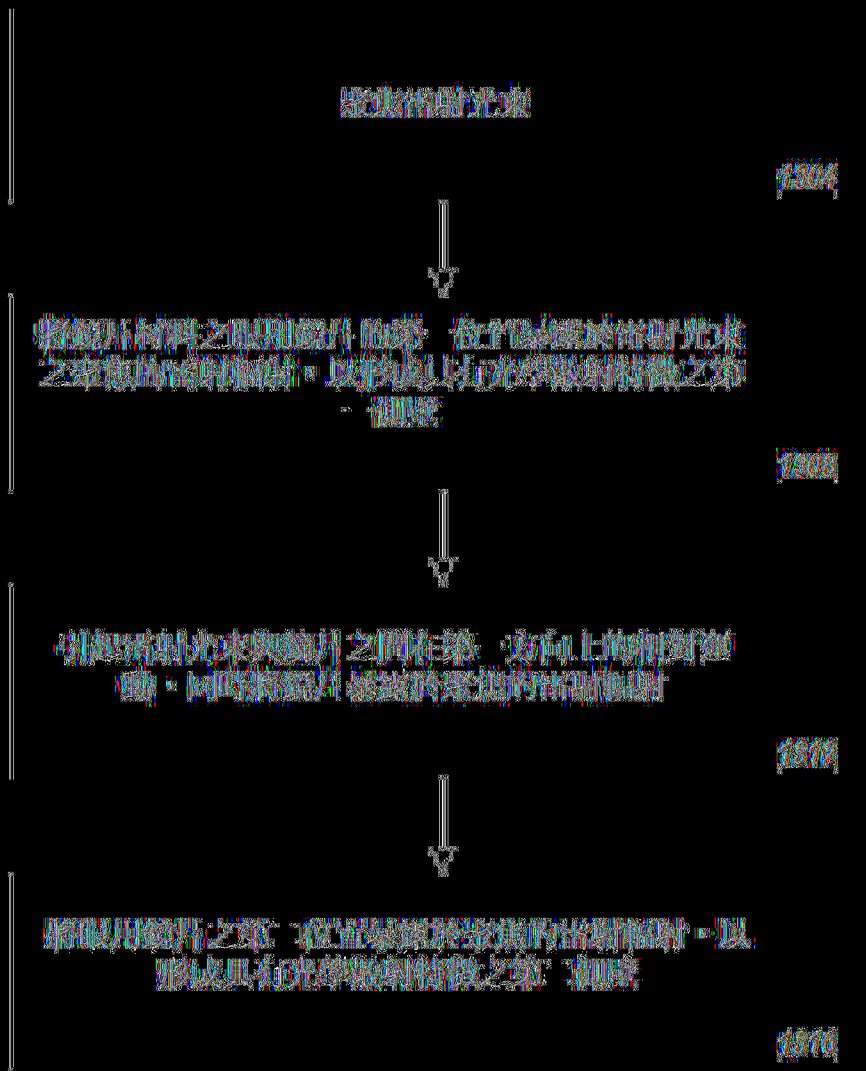


圖1000

