



(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 I834039 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：110119189

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 27 日

(51)Int. Cl.：

A61B3/10 (2006.01)

A61B8/10 (2006.01)

A61B34/00 (2016.01)

(30)優先權：2021/01/01

世界智慧財產權組織

PCT/US21/12008

2021/01/01

世界智慧財產權組織

PCT/US21/12009

(71)申請人：美商藍薩爾股份有限公司(美國) LENSAR, INC. (US)

美國

(72)發明人：紐頓 亞瑟 NEWTON, ARTHUR (US)；安德森 史考特 ANDERSON, SCOTT (US)；庫拉圖 喬治 CURATU, GEORGE (US)；格雷 蓋瑞 P GRAY, GARY P. (US)；麥克威爾特 約翰 MCWHIRTER, JOHN (US)；托伊馬 E 瓦拉斯基 TEUMA, E. VALASKI (US)；麥菲遜 戴爾 MCPHERSON, DALE (US)；莫里達斯汀 MORLEY, DUSTIN (US)；康納頓 艾倫 CONNAUGHTON, ALAN (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

CN 102625685B

CN 102811685A

CN 108135743B

CN 109069291B

EP 2057973A1

EP 2456402B1

US 2012/0016349A1

WO 2015/017343A1

審查人員：陳建志

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：23 共 183 頁

(54)名稱

用於眼睛的組合的聲音和雷射應用的患者介面裝置、方法、及系統

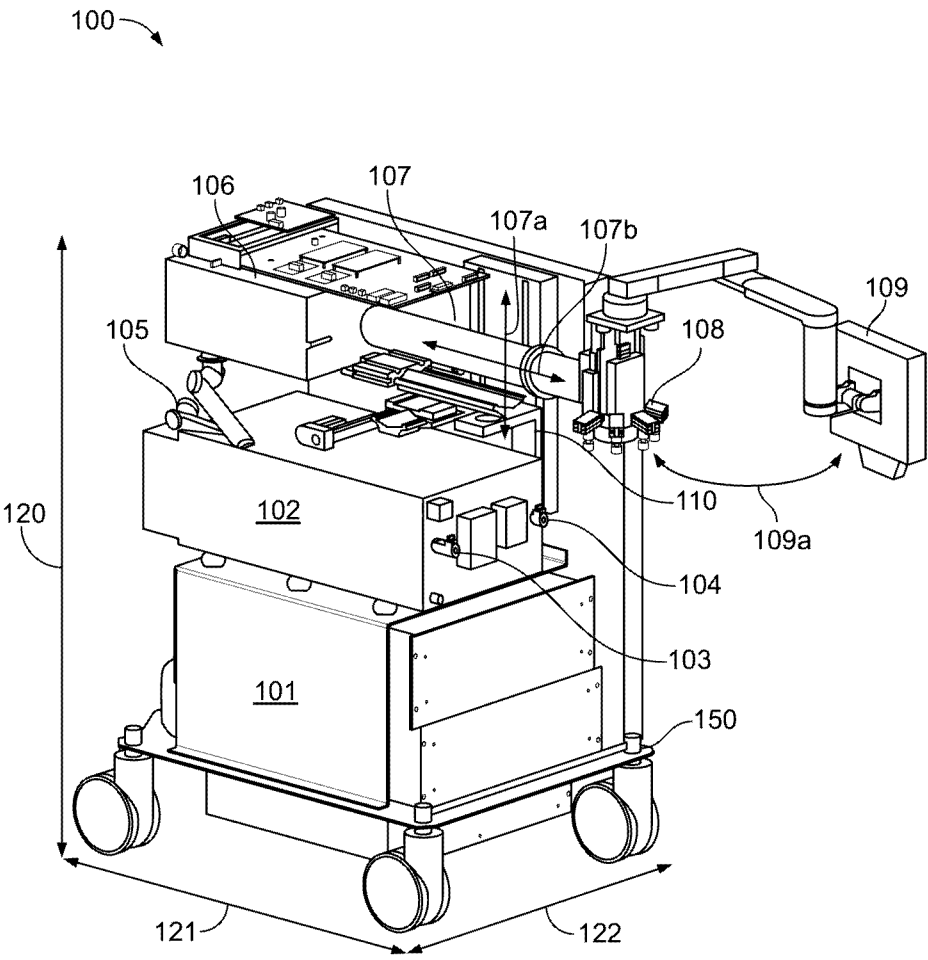
(57)摘要

一種用於執行雷射及超音波晶體乳化操作的系統及方法。一種提供圍繞患者的完整位置及使用情況的系統。一種具有用於防止在超音波晶體乳化程序期間的雷射的操作的安全互鎖的整合雷射超音波(包括毫微微超音波乳化)系統。一種具有可移動及可重新定位的雷射臂及雷射頭的整合雷射超音波(包括毫微微超音波乳化)系統。一種用於提供圍繞患者的眼睛的 330 度的時鐘狀定位的雷射系統及整合雷射超音波(包括毫微微超音波乳化)系統。一種雙手皆可使用的整合雷射超音波(包括毫微微超音波乳化)系統。

[00430]Systems and methods for performing laser and phacoemulsification operations. Systems that provide full position and usage around a patient. An integrated laser-ultrasound, including femto-phaco, system having a safety interlock preventing operation of laser during phacoemulsification procedure. An integrated laser-ultrasound, including femto-phaco, system having a movable and repositionable laser arm and laser head. A laser system and an integrated laser-ultrasound, including femto-phaco, system that provides for 330 degrees of clocking positioning around an eye of the patient. Non-handed integrated laser-ultrasound, including femto-phaco, systems.

指定代表圖：

符號簡單說明：



- 100:系統
- 101:殼體
- 102:殼體
- 103:埠
- 104:埠
- 105:光學導管
- 106:殼體
- 107:臂
- 107a:箭頭
- 107b:箭頭
- 108:裝置
- 109:監視器
- 109a:箭頭
- 110:升降器裝置
- 120:箭頭
- 121:箭頭
- 122:箭頭
- 150:框架

第1圖



I834039

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於眼睛的組合的聲音和雷射應用的患者介面裝置、方法、及系統

【英文發明名稱】PATIENT INTERFACE DEVICES, METHODS, AND SYSTEMS FOR COMBINED SONIC AND LASER APPLICATIONS FOR THE EYE

【中文】

一種用於執行雷射及超音波晶體乳化操作的系統及方法。一種提供圍繞患者的完整位置及使用情況的系統。一種具有用於防止在超音波晶體乳化程序期間的雷射的操作的安全互鎖的整合雷射超音波（包括毫微微超音波乳化）系統。一種具有可移動及可重新定位的雷射臂及雷射頭的整合雷射超音波（包括毫微微超音波乳化）系統。一種用於提供圍繞患者的眼睛的330度的時鐘狀定位的雷射系統及整合雷射超音波（包括毫微微超音波乳化）系統。一種雙手皆可使用的整合雷射超音波（包括毫微微超音波乳化）系統。

【英文】

[00430]Systems and methods for performing laser and phacoemulsification operations. Systems that provide full position and usage around a patient. An integrated laser-ultrasound, including femto-phaco, system having a safety interlock preventing operation of laser during phacoemulsification procedure. An integrated laser-ultrasound, including femto-phaco, system having a movable and repositionable laser arm and laser head. A laser system and an integrated laser-ultrasound, including femto-phaco, system that provides for 330 degrees of clocking positioning around an

eye of the patient. Non-handed integrated laser-ultrasound, including femto-phaco, systems.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 : 系 統

1 0 1 : 殼 體

1 0 2 : 殼 體

1 0 3 : 埠

1 0 4 : 埠

1 0 5 : 光 學 導 管

1 0 6 : 殼 體

1 0 7 : 臂

1 0 7 a : 箭 頭

1 0 7 b : 箭 頭

1 0 8 : 裝 置

1 0 9 : 監 視 器

1 0 9 a : 箭 頭

1 1 0 : 升 降 器 裝 置

1 2 0 : 箭 頭

1 2 1 : 箭 頭

1 2 2 : 箭 頭

1 5 0 : 框 架

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於眼睛的組合的聲音和雷射應用的患者介面裝置、方法、及系統

【英文發明名稱】PATIENT INTERFACE DEVICES, METHODS, AND SYSTEMS FOR COMBINED SONIC AND LASER APPLICATIONS FOR THE EYE

【技術領域】

【0001】 本發明係關於用於治療包括動物、哺乳動物、及人類眼睛的眼睛的結構的系統及方法。更特定言之，本發明的實施例係關於用於解決眼睛狀況的包括超音波的音波能量與包括雷射的光能量的組合使用的系統及方法。

【先前技術】

【0002】 在第11圖中一般展示自然人類眼睛的解剖結構，第11圖係為眼睛的橫截面圖。鞏膜131是圍繞除了在角膜101處之外的水晶體103的白色組織。角膜101是包含眼睛的外部表面的透明組織，光首先通過外部表面而進入眼睛。虹膜102是有色的可收縮的膜，而藉由改變在其中心（瞳孔）的圓形光圈的大小來控制進入眼睛的光量。眼睛或自然晶狀水晶體103（更詳細的圖片展示在第11A圖中（針對類似結構使用類似元件符號））係位於虹膜102之後。術語眼睛水晶體、自然晶狀水晶體、自然水晶體、自然人類晶狀水晶體、及水晶體（當指先前術語時）在本文中可以用互換使用，並且指稱人類眼睛的相同解剖結構。

【0003】 通常，眼睛水晶體透過睫狀肌108的作用而改變形狀，以允許視覺圖像的聚焦。來自大腦的神經反饋機制

允許睫狀肌 108 通過韌帶 111 的附接而起作用，以改變眼睛水晶體的形狀。通常，當光通過角膜 101 及瞳孔進入眼睛，然後沿著視軸 104 行進通過眼睛水晶體 103 並通過玻璃體 110 而到達眼睛的後方的視網膜 105，在黃斑 106 處形成圖像，而藉由視神經 107 轉移到大腦時，就會發生視力。角膜 101 與視網膜 105 之間的空間被前房 109 中的稱為水 117 以及水晶體的後房中的稱為玻璃體 110（凝膠狀的透明物質）的液體所填充。

【0004】 第 11A 圖一般展示典型 50 歲個體的水晶體 103 的部件以及與之相關的部件。水晶體 103 係為多結構系統。水晶體 103 的結構包括皮質 113、水晶體核 129、及水晶體囊袋 114。囊袋 114 是包裹水晶體其他內部結構的外膜。水晶體上皮細胞 123 在水晶體赤道 121 處形成，而產生在圍繞眼睛水晶體的前後生長的帶狀細胞或原纖維。水晶體核 129 是由將皮質 113 相繼添加到水晶體核區域而形成。包括水晶體核 129 的水晶體中的各層的連續體的特徵可以是幾層、水晶體核、或水晶體核區域。這些層包括都在子宮中發育的胚胎核 122 及胎兒核 130，從出生到四歲平均發育約三年的嬰兒核 124、從約 4 歲發育到平均約 12 歲的青春期的青春期核 126、及在約 18 歲及更大時發育的成人核 128。

【0005】 胚胎核 122 的赤道直徑（寬度）係為約 0.5 mm，而前後軸 104（AP 軸）的直徑（厚度）係為 0.425 mm。胎兒核 130 的赤道直徑係為約 6.0 mm，而 AP 軸 104 的直徑係為約 3.0 mm。嬰兒核 124 的赤道直徑係為約 7.2 mm，而

A P 軸 1 0 4 的直徑係為約 3 . 6 m m 。青春核 1 2 6 的赤道直徑係為約 9 . 0 m m ，而 A P 軸 1 0 4 的直徑係為約 4 . 5 m m 。約 3 6 歲的成年核 1 2 8 的赤道直徑係為約 9 . 6 m m ，而 A P 軸 1 0 4 的直徑係為約 4 . 8 m m 。這些都是在離體狀態下的約 5 0 歲的典型成人水晶體的平均值。因此，此水晶體（水晶體核及皮質）的赤道直徑係為約 9 . 8 m m ，而 A P 軸 1 0 4 直徑係為約 4 . 9 m m 。因此，水晶體的結構係為分層的或嵌套的，其中最老的層和最老的細胞朝向中心。

【0006】 水晶體是雙凸形狀，如第 1 1 圖及第 1 1 A 圖所示。水晶體的前側與後側具有不同的曲率，而皮質與不同的水晶體核通常遵循這些曲率。因此，可以將水晶體視為基本上是沿著赤道軸不對稱的分層結構，並且由端到端佈置成形成基本上同心或嵌套的殼的長月牙形纖維單元所組成。這些細胞的端部對準，以在中心及中心附近區域在前側及後側形成縫合線。皮質及水晶體核中的較老組織的細胞功能減弱，在細胞形成幾個月後就失去了細胞核及其他細胞器。

【0007】 隨著時間的流逝，發生水晶體的壓實。每年增長的水晶體纖維的數量在整個生命中相對恆定。但是，水晶體的尺寸不會像新的光纖增長所期望的那麼大。水晶體從出生到 3 歲是從 6 m m 增長到 7 . 2 m m ，或者僅在 3 年內就增長 2 0 % 。然後，在下一個大約十年中，從 7 . 2 m m 增長到 9 m m （亦即，2 5 % ）；然而，這超過 3 倍以上 9 年。在下一個大約 2 0 年（從 1 2 歲到 3 6 歲）中，水晶體從 9 m m 增長

到 9.6 mm，或者在 24 年內增長 6.7%，顯示觀察到的生長速度顯著減慢，而我們認為纖維的生長速度在這段時期相對恆定。最後，在上述的最後大約 20 年（從 36 歲到 54 歲）中，水晶體僅增長很小一部分，在 18 年中，從 9.6 mm 增長到 9.8 mm 或 2.1%。儘管存在需要更多水晶體纖維來填充較大外殼的幾何效應，但較舊的水晶體尺寸卻要比考慮幾何效應的纖維生長速率模型所預測的要小得多。認為包括核纖維壓實的纖維壓實可以解釋這些現象。

【0008】 通常，老花眼是調節幅度的喪失。通常，屈光不正典型是由於眼睛的軸向長度的變化所引起。近視是指眼睛過長而導致焦點落在視網膜的前方。遠視是指眼睛過短而導致焦點落在視網膜的後方。通常，白內障是足以干擾視力的眼睛水晶體的混濁區域。

【0009】 老花眼最常表現為近視力缺陷，無法閱讀小字（尤其是在約 40 至 45 歲後的昏暗照明下）。老花眼或隨年齡而喪失的調節幅度係與眼睛無法改變自然晶狀水晶體的形狀有關，這使人無法在近與遠之間改變焦點，而發生在基本上是 100% 的人口。研究表明，在生命的第五個十年中，調節幅度會隨著年齡的增長而穩定下降。

【0010】 如本文所使用，除非另有說明，否則本文中的值的範圍的列舉僅意欲作為獨立指稱落入該範圍內的每一單獨值的簡寫方法。除非本文另外指出，否則可以將範圍內的每一單獨值併入說明書中，如同在本文中單獨列舉。

【0011】 通常，除非另有說明，否則本文所使用的術語「約」意指包含 $\pm 10\%$ 的變化或範圍以及與取得所述值相關聯的實驗或儀器誤差，以及較佳為其中較大者。

【0012】 如本文所使用，除非另有明確說明，否則術語「超音波晶體乳化」，「超音波乳化」，「超音波乳化系統」應賦予其盡可能廣泛的構造，指稱相同的通用裝備及程序，並且通常關於使用超音波能量驅動針或尖端，以對組織（包括眼組織（例如，水晶體及白內障））進行例如切割、破碎、分離、及乳化。這樣的程序及系統亦可以包括用於抽吸、沖洗、及兩者的組件及方法。

【0013】 如本文所使用，除非另有明確說明，否則術語「飛秒雷射」、「飛秒雷射束」、「飛秒脈衝」、及類似的此類術語係用於指稱脈衝持續時間，因此亦指稱雷射束的脈衝長度（亦可以指稱為脈衝寬度），而意指脈衝持續時間小於1皮秒（小於 1×10^{-12} 秒）至1飛秒（fs）（ 1×10^{-15} 秒）的所有雷射及雷射束。

【0014】 如本文所使用，除非另有明確說明，否則術語「皮秒雷射」、「皮秒雷射束」、「皮秒脈衝」、及類似的此類術語係用於指稱脈衝持續時間，因此亦指稱雷射束的脈衝長度（亦可以指稱為脈衝寬度），而意指1皮秒（ps）（ 1×10^{-12} 秒）至1奈秒（ns）（ 1×10^{-9} 秒）的脈衝持續時間的所有雷射及雷射束。

【0015】 如本文所使用，除非另外特別說明，否則術語「遠側」及「近側」具有以下含義。對於雷射、雷射束、及雷

射部件而言，遠側意指更靠近雷射束源的一側、定位、或位置。對於超音波晶體乳化系統而言，遠側意指更靠近超音波能量源的一側、定位、或位置。對於雷射、雷射束、及雷射部件而言，術語近側意指沿著雷射束路徑遠離雷射束源的一側、定位、或位置；因此，在操作上更靠近患者。對於超音波晶體乳化系統而言，術語近側意指沿著能量傳輸路徑遠離超音波能量源的一側、定位、或位置。因此，在操作上更靠近患者。相反地，在那些系統的操作期間，雷射部件或超音波晶體乳化部件的遠端遠離患者。

【0016】 除了作為診斷工具之外，超音波波能量還具有治療用途。超音波能量可以被聚焦、定向、用於移動（例如眼動或振動）、切割裝置、工具、或尖端，以對組織進行切割、軟化、或乳化來產生薄霧及蒸汽，以及可以進行這些的組合及變化。通常，超音波晶體乳化是醫學上公認的技術，該技術使用超音波能量來移除晶狀水晶體。通常，超音波晶體乳化包括進行角膜切口、鞏膜切口、及這些中的一或更多者。超音波晶體乳化機頭通過這些切口中之一者插入，而超音波晶體乳化機頭典型由超音波驅動的針所組成，以對自然晶狀水晶體進行例如乳化（亦即，液化），將白內障破碎成小塊，以及進行這些的組合及變化。經乳化的塊狀物隨後可以使用相同的機頭或另一機頭來移除。然後，外科醫生可以通過切口將植入物插入眼睛。

【0017】 通常，用於眼睛的治療雷射程序包括將患者放置在床或患者支撐物上，將眼睛與雷射系統的雷射束路徑對

準，以及在雷射系統與眼睛之間連接患者介面。然後，利用雷射束圖案遞送治療雷射束，以在眼睛（更特定為眼睛的結構或與眼睛相關聯的結構）上進行治療雷射操作，以解決眼睛的狀況。因此，舉例而言，在本領域中已知用於解決白內障、老花眼、屈光不正（自然及誘發）、及眼睛的其他狀況的雷射程序。

【0018】 至今為止，在手術室及醫療辦公室中，典型的醫療超音波裝置及系統（更特定為超音波晶體乳化系統）是獨立的系統，並具有自己的功率源、控制系統、監視器、控制及指令輸入、殼體、機櫃、及底座。類似地，至今為止，在手術室及醫療辦公室中，典型的醫療雷射治療裝置及系統是獨立的系統，並具有自己的功率源、控制系統、監視器、控制及指令輸入、殼體、機櫃、及底座。

【0019】 儘管該領域已經表達將超音波裝置與其他治療設備（例如，雷射）組合的需求，並且提供了一些基本組合，但是相信這種需求很大程度上沒有得到解決。至今為止，相信沒有人將治療超音波系統與另一系統（例如，治療雷射遞送系統）成功整合在一起，以提供一種可以滿足法規及醫務人員的要求及需求的緊湊而有效的醫療系統。更特定言之，在本發明之前，相信沒有人將眼用超音波晶體乳化系統與眼用治療雷射系統成功整合在一起，以提供一種滿足法規及醫務人員的要求及需求的緊湊而有效的人體工程學醫療系統。滿足這些要求及需求兩者不僅關於兩個系統的單純組合（該技術領域已經提出了這種組合）。通過

本發明滿足了這些需求，而本發明的實施例提供整合的超音波雷射，特定為滿足法規及醫務人員的要求及需求的緊湊而有效的人體工程學的醫療系統的超音波乳化雷射（phaco-laser）系統。

【0020】 本發明的背景技術部分意欲介紹該領域的各種態樣，這些態樣可以與本發明的實施例相關聯。因此，此部分中的前述討論提供用於更好地理解本發明的框架，並且不應被視為對先前技術的承認。

【發明內容】

【0021】 長期存在且未滿足以單獨或組合的方式解決及改善手術室及醫療辦公室的系統的尺寸、操作治療室的人體工程學、手術系統及裝備、有效進程序所需要的時間、患者的舒適度的需要。這些長期的需求已經存在並持續，而在眼科學領域尤其如此，並包括解決白內障，解決基於屈光的問題，解決老花眼，解決眼睛的疾病、狀況、及外傷，以及針對眼睛及附近結構的狀況的其他手術程序。藉由提供本說明書、圖式、及請求項中所闡述的製品、裝置、及方法，本發明解決了這些及其他需求。

【0022】 因此，提供一種雷射超音波系統，包括：組件，該組件包括：治療雷射，用於沿著雷射束路徑提供治療雷射束；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量；臂，附接至組件；該臂具有遠端及近端，其中遠端係附接至組件；其中近端具有雷射遞送頭；其中該臂容納雷射束

遞送路徑的一部分；其中該組件經配置以相對於患者位置成一角度進行定位，其中該角度係由該臂的縱向軸線與患者軸線所定義；其中該角度包括30度至320度的範圍內的所有角度。

【0023】 進一步提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、方法、及裝置：其中角度係由約45°、約90°、約135°、約180°、約225°、約270°、約315°的角度所組成；以及其中臂容納圖像路徑的一部分；其中臂經配置以環繞組件上的樞軸點進行弧形移動；其中臂經配置以用於水平移動，藉此臂可以從組件伸出及縮回至組件；以及其中臂容納圖像路徑的一部分；其中臂、雷射頭、或二者經配置以用於垂直移動；以及其中臂容納圖像路徑的一部分；其中臂內的雷射束路徑中的雷射束係為非準直；以及其中臂容納圖像路徑的一部分；其中利用臂的雷射束路徑中的雷射束係在光纖內；包括定義四個瞳孔的光學裝置，以及其中雷射束路徑延伸通過四個瞳孔；其中瞳孔係為共軛遠心瞳孔；包括用於確定相對於組件的患者位置的構件；包括用於確定相對於組件的患者位置的構件；包括患者介面裝置，且其中患者介面裝置包含彎月形反向器；包括患者介面裝置，且其中患者介面裝置包含臂，且其中臂定義真空通道及鹽水通道；其中雷射系統及超音波晶體乳化系統是整合的；其中雷射系統及超音波晶體乳化系統係容納在殼體內；其中該組件係容納在殼體內；包括雷射安全互鎖，藉此在使用超音波晶體乳化系統時雷射無法擊

射；包括雷射安全互鎖系統，其中安全互鎖系統具有三個階段；其中治療雷射係為飛秒雷射；其中該系統包含手術顯微鏡；手術顯微鏡係與系統整合，並經配置以從雷射系統接收圖像、資料、資訊中之一或更多者；其中手術顯微鏡經配置以在雷射程序、超音波晶體乳化產生器、或二者期間顯示所接收的圖像、資料、或資訊；以及其中該系統經配置以提供具有不同脈衝持續時間的二個治療雷射束。

【0024】 進一步，提供一種雷射超音波系統，包括：治療雷射，用於沿著雷射束路徑提供治療雷射束；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量；以及光學裝置，用於在系統中定義四個瞳孔，且其中雷射束路徑延伸通過瞳孔中的至少兩個。

【0025】 進一步提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、方法、及裝置：其中雷射係為飛秒雷射；其中系統經配置以提供具有不同脈衝持續時間的二個治療雷射束；其中雷射係為飛秒雷射；以及其中系統經配置以提供具有不同脈衝持續時間的二個治療雷射束；其中二個治療雷射束經配置以消融組織、切割組織、或二者；其中瞳孔包含共軛遠心瞳孔；其中治療雷射與超音波晶體乳化系統是整合的；其中治療雷射與超音波晶體乳化系統係容納在殼體內；包括用於確定相對於系統的患者位置的構件；包括患者介面裝置，以及其中患者介面裝置包含彎月形反向器；包括雷射安全互鎖，藉此在使用超音波晶體乳化系統時無法擊射雷射；包括雷射安全互鎖系統，其中安全互鎖

系統具有三個階段；其中系統包含手術顯微鏡；以及手術顯微鏡係與系統整合，並經配置以從雷射系統接收圖像、資料、資訊中之一或更多者；其中手術顯微鏡經配置以在雷射程序、超音波晶體乳化產生器、或二者期間顯示所接收的圖像、資料、或資訊；其中系統經配置以提供具有不同脈衝持續時間的二個治療雷射束。

【0026】 此外，提供一種雷射超音波系統，包括：治療雷射系統；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量；以及安全互鎖，由此當超音波晶體乳化系統處於操作狀態時，防止雷射系統擊射雷射。

【0027】 此外，提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、方法、及裝置：其中治療雷射系統具有支撐包含雷射束路徑、圖像路徑、及雷射頭的可移動臂的組件；藉此該組件經配置以相對於患者位置成一角度進行定位，其中該角度係由臂的縱軸與患者軸所定義；其中該角度包括 30° 至 320° 的範圍內的所有角度；其中治療雷射系統包含支撐包含雷射束路徑與雷射頭的可移動臂的組件；藉此該組件經配置以相對於患者位置成一角度進行定位，其中該角度係由臂的縱軸與患者軸所定義；其中該角度包括 30° 至 320° 的範圍內的所有角度；包括患者介面裝置，以及其中患者介面裝置包含彎月形反向器；包括患者介面裝置，以及其中患者介面裝置包含彎月形反向器；其中雷射系統及超音波晶體乳化系統係整合的；其中雷射系統及超音波晶體乳化系統係容納在殼體內；其中該組件係容納在殼體

內；其中該系統包含手術顯微鏡；手術顯微鏡係與系統整合，並經配置以接收來自雷射系統的圖像、資料、資訊中之一或更多者；其中手術顯微鏡經配置以在雷射程序、超音波晶體乳化產生器、或二者期間顯示所接收的圖像、資料、或資訊；其中該系統包含手術顯微鏡；以及手術顯微鏡係與系統整合，並經配置以從雷射系統接收圖像、資料、資訊中之一或更多者；其中手術顯微鏡經配置以在雷射程序、超音波乳化產生器、或二者期間顯示所接收的圖像、資料、或資訊；其中該系統包含3D查看系統；3D查看系統係與系統整合，並經配置以從雷射系統接收圖像、資料、資訊中之一或更多者；其中3D查看系統經配置以在雷射程序、超音波晶體乳化產生器、或二者期間顯示所接收的圖像、資料、或資訊；其中該系統包含3D查看系統；3D查看系統係與系統整合，並經配置以從雷射系統接收圖像、資料、資訊中之一或更多者；其中3D查看系統經配置以在雷射程序、超音波晶體乳化產生器、或二者期間顯示所接收的圖像、資料、或資訊；以及其中該系統經配置以提供具有不同脈衝持續時間的二個治療雷射束。

【0028】 此外，提供一種雷射超音波系統，包括：用於提供第一及第二治療雷射束的構件；該系統具有用於定義雷射束路徑的光學裝置；第一及第二雷射束路徑沿著雷射束路徑行進；其中第一治療雷射束具有約1000fs至約2000fs的脈衝寬度；該系統包括：用於執行利用第一治療雷射束的水晶體切割的雷射束遞送圖案；其中第二治療雷

射束具有約 100 fs 至約 500 fs 的脈衝寬度；該系統具有用於利用第二治療雷射束的角膜切割的雷射束遞送圖案；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量。

【0029】 此外，提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、方法、及裝置：其中第一雷射束的波長係為 1030 nm ；其中第二雷射束的波長係為 1030 nm ；其中第一雷射束與第二雷射束的波長相同；其中第一雷射束、第二雷射束、或二者的重複率係為 320 kHz 或更少；其中該系統包含手術顯微鏡；以及手術顯微鏡係與系統整合，並經配置以從雷射系統接收圖像、資料、資訊中之一或更多者；其中手術顯微鏡經配置以在雷射程序、超音波晶體乳化產生器、或二者期間顯示所接收的圖像、資料、或資訊；其中該系統包含3D查看系統；以及3D查看系統係與系統整合，並經配置以從雷射系統接收圖像、資料、資訊中之一或更多者；以及其中3D查看系統經配置以在雷射程序、超音波晶體乳化產生器、或二者期間顯示所接收的圖像、資料、或資訊。

【0030】 另外提供一種整合的雷射超音波系統，包括：第一殼體、第二殼體、圖形使用者介面、及用於光學連接第一殼體與第二殼體的構件；其中第二殼體可移動地與第一殼體相關聯；組件，該組件包括：治療雷射，用於沿著雷射束遞送路徑提供治療雷射束，並包括治療雷射控制系統；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量，並包括超音波晶體乳化系統控制系統；其中治療雷射與超音

波晶體乳化系統的至少一部分係位於第一殼體內；整合控制系統，與治療雷射控制系統、超音波晶體乳化系統、及圖形使用者介面進行控制通訊；安全互鎖，藉此在超音波晶體乳化系統處於操作狀態時防止雷射系統擊射治療雷射；光束成形及引導組件，包括z焦點、掃描器、及透鏡；其中光束成形及引導組件係容納在第二殼體中；其中用於光學連接第一殼體與第二殼體的構件係與治療雷射及光束成形及引導組件光學連通；臂，附接至第二殼體，並與光束成形及引導組件光學連通；該臂具有遠端及近端，其中遠端係與第二殼體相鄰；近端具有雷射遞送頭；雷射遞送頭包括雷射束遞送路徑上的光學元件，用於沿著雷射束遞送路徑通過雷射遞送頭中的開口接收及引導雷射束；其中該臂容納雷射束遞送路徑的一部分；藉此該臂將雷射遞送頭放置成與光束成形及引導組件進行光學通訊；雷射頭包括用於確定眼睛的結構的形狀及位置的構件；其中用於確定形狀及位置的構件係與整合控制系統、治療雷射控制系統、或二者進行控制通訊；其中該系統經配置以相對於患者位置成一角度進行定位，其中該角度係由臂的縱軸及患者軸所定義；其中該角度包含約 45° 、約 90° 、約 135° 、及約 180° 的角度。

【0031】 此外，提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、方法、及裝置；其中該系統包含與整合控制系統、治療雷射控制系統、及超音波晶體乳化控制系統中之一或更多者進行控制通訊的腳踏開關；其中經配置以提供

具有不同脈衝持續時間的二個治療雷射束；其中整合控制系統、治療雷射控制系統、或二者具有複數個預定雷射遞送圖案；整合控制系統、超音波晶體乳化控制系統、或二者具有複數個預定超音波乳化程序；以及該系統經配置以確定關於眼睛的水晶體中的白內障的資訊，並且至少部分依據所確定的關於白內障的資訊推薦雷射超音波乳化組合治療；其中雷射超音波乳化組合治療包含：複數個預定雷射遞送圖案中之至少一者；以及複數個預定超音波晶體乳化產生器中之至少一者；包括虹膜配準系統；其中該治療雷射係選自由飛秒雷射及皮秒雷射所組成的雷射的群組；其中所確定的資訊係為白內障的等級。

【0032】 此外，提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、方法、及裝置：包括與下列至少一者進行控制通訊的腳踏開關：超音波晶體乳化系統控制系統；治療雷射控制系統；以及整合控制系統。

【0033】 此外，提供一種使用整合雷射超音波乳化系統的方法，整合雷射超音波乳化系統包括：圖形使用者介面；治療雷射，用於沿著雷射束遞送路徑提供治療雷射束，並包括治療雷射控制系統；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量，並包括超音波晶體乳化系統控制系統；整合控制系統，與治療雷射控制系統、超音波晶體乳化系統、及圖形使用者介面進行控制通訊，以確定、提供、或二者用於患者的白內障眼睛的雷射超音波乳化組合治療，該方法包括以下步驟：該系統評估關於患者的白內障眼睛

的水晶體中的白內障的資訊；該系統至少部分依據所確定的關於白內障的資訊來確定所推薦的雷射超音波乳化組合治療；其中所推薦的雷射超音波乳化組合治療包含預定雷射遞送圖案與預定超音波晶體乳化程序；該系統在圖形使用者介面上顯示與所推薦的雷射超音波乳化組合治療相關的選單項目；該系統接收所推薦的雷射超音波乳化組合治療的選擇，以遞送到患者的眼睛的水晶體。

【0034】 此外，提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、方法、及裝置：其中該系統確定關於患者的白內障眼睛的水晶體中的白內障的資訊。

【0035】 此外，提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、方法、及裝置：該系統具有虹膜配準系統。

【0036】 此外，提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、方法、及裝置：其中治療雷射係選自由飛秒雷射及皮秒雷射所組成的群組；其中該系統係為雙手皆可使用（non-handed）；其中該系統包含超音波乳化托盤、超音波乳化匣、並且為雙手皆可使用。

【0037】 此外，提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、方法、及裝置：包括無線腳踏開關，經配置以控制雷射、超音波晶體乳化、或二者；以及其中該系統包含定義開口的雷射頭，其中治療雷射束路徑行進通過該開口，並且與該開口相關聯的構件係用於在超音波乳化系統的操作期間、當雷射頭處於縮回位置時、或二者關閉該開口。

【0038】 此外，提供使用這些系統中之任一者來維護、升級軟體、操作、或執行手術的方法。

【圖式簡單說明】

【0039】 第1圖係為根據本發明的雷射超音波系統的實施例的透視圖。

【0040】 第2圖係為根據本發明的毫微微超音波乳化系統的實施例的透視圖。

【0041】 第3圖係為根據本發明的毫微微超音波乳化系統的實施例的透視圖。

【0042】 第4圖係為根據本發明的用於毫微微第二雷射系統的光學系統及光學路徑的實施例以及毫微微超音波乳化系統的實施例的示意圖。

【0043】 第4A圖係為治療及掃描雷射光學系統的實施例與第4圖的實施例的光學路徑的示意圖。

【0044】 第4B圖係為沙姆光學系統的實施例與第4圖的實施例的光學路徑的示意圖。

【0045】 第4C圖係為沿著治療雷射（沿著管路而下）光學系統的光學路徑與第4圖的實施例的光學路徑觀看的IR照相機的實施例的示意圖。

【0046】 第4D圖係為沿著治療雷射（沿著管路而下）光學系統的光學路徑與第4圖的實施例的光學路徑觀看的彩色照相機的實施例的示意圖。

【0047】 第4E圖係為根據本發明的光學系統與路徑的實施例的示意圖。

【0048】 第 4 F 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 光 學 系 統 與 路 徑 的 實施例的示意圖。

【0049】 第 4 G 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 光 學 系 統 與 路 徑 的 實施例的示意圖。

【0050】 第 5 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 系 統 的 透 視 圖。

【0051】 第 5 A 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 系 統 的 實施例的一部分的頂視圖。

【0052】 第 5 B 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 定位組件的實施例的透視圖。

【0053】 第 5 C 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 定位組件的實施例的透視圖。

【0054】 第 5 D 圖 至 第 5 H 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 本 系 統 的 實施例的位置的側視圖。

【0055】 第 5 I 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 鉸 接 式 光 管 路 的 實施例的透視圖。

【0056】 第 6 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 系 統 的 配置 的 實施例的頂視圖。

【0057】 第 7 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 系 統 的 配置 的 實施例的頂視圖。

【0058】 第 8 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 沙 姆 組 件 的 實施例的頂視圖。

【0059】 第 9 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 沙 姆 組 件 的 實施例的頂視圖。

【0060】 第 1 0 A 圖 及 第 1 0 B 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 近 端 組 件 及 對 接 系 統 的 實 施 例 的 透 視 圖 。

【0061】 第 1 1 圖 係 為 人 類 眼 睛 的 橫 截 面 圖 。

【0062】 第 1 1 A 圖 係 為 第 1 1 圖 的 眼 睛 的 水 晶 體 的 橫 截 面 圖 。

【0063】 第 1 2 A 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 患 者 介 面 裝 置 (P I D) 的 實 施 例 的 透 視 圖 。

【0064】 第 1 2 B 圖 係 為 第 1 2 A 圖 的 患 者 介 面 裝 置 的 放 大 透 視 圖 。

【0065】 第 1 2 C 圖 係 為 第 1 2 A 圖 的 患 者 介 面 裝 置 的 頂 部 透 視 圖 。

【0066】 第 1 2 D 圖 係 為 第 1 2 A 圖 的 患 者 介 面 裝 置 的 橫 截 面 圖 。

【0067】 第 1 2 E 圖 係 為 第 1 2 A 圖 的 患 者 介 面 裝 置 的 透 視 圖 。

【0068】 第 1 2 F 圖 係 為 第 1 2 A 圖 的 患 者 介 面 裝 置 的 橫 截 面 圖 。

【0069】 第 1 2 G 圖 係 為 將 第 1 2 A 圖 的 患 者 介 面 裝 置 附 接 至 根 據 本 發 明 的 雷 射 超 音 波 系 統 的 實 施 例 的 方 式 的 透 視 圖 。

【0070】 第 1 2 H 圖 係 為 附 接 至 根 據 本 發 明 的 雷 射 超 音 波 系 統 的 實 施 例 的 第 1 2 A 圖 的 患 者 介 面 裝 置 的 透 視 圖 。

【0071】 第 1 2 I 圖 係 為 用 於 將 患 者 介 面 裝 置 附 接 至 根 據 本 發 明 的 雷 射 超 音 波 系 統 的 實 施 例 的 鎖 定 機 構 的 實 施 例 的 透 視 圖 。

【0072】 第 1 2 J 圖 係 為 從 另 一 側 觀 察 的 第 1 2 I 圖 的 鎖 定 機 構 的 透 視 圖 。

【0073】 第 1 3 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 患 者 介 面 裝 置 的 實 施 例 的 透 視 圖 。

【0074】 第 1 4 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 毫 微 微 超 音 波 乳 化 系 統 的 實 施 例 的 透 視 圖 。

【0075】 第 1 4 A 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 具 有 手 術 顯 微 鏡 的 毫 微 微 超 音 波 乳 化 系 統 的 實 施 例 的 透 視 圖 。

【0076】 第 1 5 圖 係 為 第 1 4 圖 的 毫 微 微 超 音 波 乳 化 系 統 的 一 部 分 的 透 明 透 視 圖 。

【0077】 第 1 5 A 圖 係 為 第 1 4 圖 的 毫 微 微 超 音 波 乳 化 系 統 的 水 平 及 垂 直 移 動 機 構 的 透 視 圖 。

【0078】 第 1 5 B 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 處 於 伸 出 位 置 的 第 1 5 A 圖 的 機 構 的 透 視 圖 。

【0079】 第 1 6 A 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 在 手 術 室 中 且 處 於 完 全 縮 回 位 置 的 第 1 4 圖 的 系 統 的 平 面 圖 。

【0080】 第 1 6 B 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 在 手 術 室 中 且 處 於 部 分 伸 出 的 雷 射 操 作 配 置 （ 第 一 位 置 ） 的 第 1 4 圖 的 系 統 的 平 面 圖 。

【0081】 第 1 6 C 圖 係 為 根 據 本 發 明 的 在 手 術 室 中 且 處 於 完 全 伸 出 的 雷 射 操 作 配 置 的 第 1 4 圖 的 系 統 的 平 面 圖 。

【0082】 第 1 7 A 圖 至 第 1 7 C 圖 係 為 一 系 列 照 片 ， 展 示 第 1 4 圖 的 系 統 的 可 伸 縮 組 件 在 伸 出 及 縮 回 時 的 特 定 位 置 。 第 1 7 A 圖 圖 示 用 於 雷 射 系 統 的 測 試 及 校 準 的 中 性 伸 出 位 置 。

第 1 7 B 圖圖示用於治療雷射操作的第一操作伸出位置。第 1 7 C 圖圖示用於治療雷射操作的第二操作伸出位置（完全伸出）。

【0083】 第 1 8 圖係為根據本發明的直射光學路徑的實施例的示意圖。

【0084】 第 1 9 圖係為根據本發明的沿著管路而下（DTP）的彩色光學路徑的實施例的示意圖。

【0085】 第 2 0 圖係為根據本發明的患者介面裝置的實施例的橫截面透視圖。

【0086】 第 2 0 A 圖係為第 2 0 圖的患者介面裝置的透視擴展圖。

【0087】 第 2 0 B 圖係為第 2 0 圖的患者介面裝置的透視圖。

【0088】 第 2 1 圖係為根據本發明的伸出位置中的毫微微超音波乳化系統的實施例的透視圖。

【0089】 第 2 1 A 圖係為第 2 1 圖的系統的透視圖，並圖示處於縮回位置並從另一側看的系統。

【0090】 第 2 1 B 圖係為第 2 1 圖的系統的托盤組件的平面圖。

【0091】 第 2 1 C 圖係為第 2 1 圖的系統的一部分的透視圖。

【0092】 第 2 1 D 圖係為處於打開位置的第 2 1 圖的系統的鎖定接合裝置的透視圖。

【0093】 第 2 1 E 圖係為處於關閉位置的第 2 1 圖的系統的鎖定接合裝置的透視圖。

【0094】 第22圖係為處於伸出位置的根據本發明的具有無線腳踏開關的毫微微超音波乳化系統的透視圖。

【0095】 第22A圖係為根據本發明的第22圖的系統的控制匯流排的示意圖。

【0096】 第23A圖至第23D圖係為根據本發明的GUI螢幕顯示、資訊、及選單的實施例的圖像。

【實施方式】

【0097】 一般而言，本發明的實施例提供用於解決眼睛（包括角膜、自然晶狀水晶體、及與眼睛相關聯的其他結構）的狀況（並且更特定為用於遞送雷射能量、超音波能量）以及用於解決、緩解、改善、及反轉這些狀況的系統及方法。

【0098】 一般而言，本發明的實施例係關於人體工學系統、整合系統、及這些的組合及變化，並提供使用超音波及雷射束來針對人類眼睛及其相關結構的狀況進行診斷、治療、及這些的組合及變化的能力。在本系統的實施例中，雷射及超音波部件係整合進入單一裝置，該單一裝置經配置以將治療超音波能量及雷射能量操作、控制、及遞送至眼睛。這些整合裝置的實施例可以具有：整合及互動式控制系統；整合患者資訊系統；整合計費系統；整合電子病歷；雷射與超音波系統之間的整合及互動式操作、控制、遞送、語音命令，語音辨識，語音控制選單、及這些系統的組合；雷射與超音波系統之間的包括安全系統的整合及互動式協定；整合及互動式輸入系統，用於讓外科醫生及

從業人員將資訊及指令輸入至裝置；整合及互動式監測系統、顯示器、及二者；整合及共同功率源及功率管理；整合的熱負載（例如，熱）管理；無干擾的能量產生及遞送系統；以及這些特徵以及其他特徵的組合及變化。

【0099】 在實施例中，這些整合裝置或系統係與患者支撐床相關聯，並形成進一步系統。在較佳實施例中，這些裝置及此患者支撐床經配置以允許外科醫生通過多種途徑進入患者的左眼及右眼，而不需要患者的移動或重新佈置。因此，系統的此較佳實施例允許外科醫生基於接近眼睛的一或二者的外科醫生個體較佳方法而容易定位患者，而不需要重新定位患者，並且不需要重新配置雷射、超音波、及二者。以此方式，增強患者的順應性，增強外科醫生的人體工程學，增強效率，增強功效，減少完成患者的整個程序（例如，雙眼）的時間，以及這些的組合及變化，並且可以取得其他益處。

【0100】 在實施例中，這些整合裝置或系統係與經配置以從系統的任一側進行定向及操作的超音波乳化托盤或超音波乳化匣相關聯。以此方式，外科醫生可以從系統提供的任何可能的外科醫生與患者的定向接近及使用匣的部件。

【0101】 在實施例中，這些整合裝置或系統為外科醫生提供在雷射與超音波乳化操作之間轉換的能力，而不需要移動患者，不需要外科醫生改變相對於系統的位置，而較佳為二者。

【0102】 在實施例中，患者係定位於患者支撐件（例如，支撐床）上。然後，將系統移動至患者附近的位置。外科醫生可以在本說明書所描述的多種定向中之任一者上定位系統。然後，使用雷射系統及超音波系統來對患者進程序。

【0103】 本系統的實施例可以包括前述實施例及段落以及下列段落中的實施例的特徵的一或更多者及全部。

【0104】 這些系統的實施例（例如，整合超音波乳化液雷射系統的實施例）經配置而能夠解決眼睛的各種狀況，並且能夠在眼睛上執行各種程序，包括例如：晶狀體囊切開；客製化形狀的非圓形及非橢圓形晶狀體囊切開；水晶體切割、破碎、切片、及移除；白內障切割、破碎、分離、及移除；水晶體及白內障組織的乳化；角膜切割及切口；角膜瓣及袋的建立；進行角膜緣鬆弛切口；解決及校正屈光不正（自然及誘發）；殘留皮質材料的移除；水晶體上皮細胞的移除；與前玻璃體切除相關聯的玻璃體抽吸及切割；解決雙極凝血；以及人工水晶體注射。

【0105】 這些系統的實施例（例如，整合超音波乳化器雷射系統的實施例）經配置而能夠解決眼睛的各種狀況，並且能夠執行包括角膜移植、放射狀角膜切開術（R K）、散光性角膜切開術（A K）、角膜緣鬆弛切口（L R I）、及這些的組合及變化的各種程序。這些切口可以在超音波乳化程序及水晶體植入之前或之後藉由雷射進行。R K包括微R K、微R K / A K、及傳統R K，而微R K係為較佳的。對於

微 R K 而言，可以在光學區域中使用徑向切口，該光學區域較佳為較大的約 5.00 mm 及更大，但是亦可以設想較小的區域。切口的長度通常為約 2.50 mm。切口的典型參數係在表 1 中列出。通常，在微 R K 程序中，1、2、3 或更多個切口係形成於角膜上。

表 1

徑向切口參數	範圍	較佳值	預設值	單位
光學區域	4.00 - 6.25	5.00	5.00	mm
與 AK 的最小間距	0.00 - 0.50	0.20	0.20	mm
所期望的徑向長度	0.50 - 2.50	2.00	2.00	mm
最小殘留基質	100 - 300	150	150	μm
深度	20 - 90	80	80	%
入口過切 (+)	-0.20 - +0.20	0.06	0.06	mm

【0106】 在這些系統的實施例中，相關聯患者支撐床係為智慧型患者支撐床。此智慧型患者支撐床具有位置確定裝置（例如，定位裝置、RFID、光學裝置、加速度計、感測器、位置裝置等），該等位置確定裝置係與雷射超音波裝置通訊，以提供相對於雷射束遞送部件、雷射束路徑、雷射對接部件、超音波部件、組合的雷射超音波裝置、及這些的組合及變化的患者的確切位置（更特定為患者的頭部）。

【0107】 在這些系統的實施例中，存在可以與任何標準患者支撐件（例如，患者支撐床）相關聯的相關聯智慧型頭枕。此智慧型頭枕具有位置確定裝置（例如，定位裝置、RFID、光學裝置、加速度計、感測器、位置裝置等），該等位置確定裝置係與雷射超音波裝置通訊，以提供相對於雷射束遞送部件、雷射束路徑、雷射對接部件、超音波部

件、組合的雷射超音波裝置、及這些的組合及變化的患者的確切位置（更特定為患者的頭部）。

【0108】 在這些系統的實施例中，存在可以與患者的頭部或頸部相關聯（例如，由患者所穿戴或放置）的相關聯患者智慧型裝置（例如，患者標籤、帶、或帽）。此患者智慧型裝置具有位置確定裝置（例如，定位裝置、RFID、光學裝置、加速度計、感測器、位置裝置等），該等位置確定裝置係與雷射超音波裝置通訊，以提供相對於雷射束遞送部件、雷射束路徑、雷射對接部件、超音波部件、組合的雷射超音波裝置、及這些的組合及變化的患者的確切位置（更特定為患者的頭部）。

【0109】 在實施例中，患者智慧型裝置亦可以具有網路能力、儲存能力、識別能力、及這些的組合及變化。舉例而言，患者智慧型裝置可以用於確認患者身份，或與其他生物辨識系統（例如，視網膜圖像或虹膜掃描）結合來確認身份。此外，利用此方式，患者智慧型裝置可以與外科醫生、保險、患者、其他人、及這些的組合及變化所需要或所請求的雷射系統、醫療帳單資訊、電子患者病歷、及健康與資訊管理系統進行通訊。

【0110】 用於確定相對於雷射的位置與雷射束路徑的患者的位置（例如，患者的頭部）的用於患者的位置確定裝置（亦指稱為用於患者的定向/定位追蹤系統）可以是例如電磁追蹤系統（例如，Polhemus Patriot™ 6-DOF）。在美國專利5,307,072、6,369,594、6,400,139、

6,624,626、7,710,395、6,762,600、7,292,948、7,873,491、及8,013,595中揭示及教示這樣的追蹤系統的實施例，每一者的全部揭示內容藉由引用併入本文。這樣的裝置亦可以指稱為患者定位器或患者定位裝置或系統。

【0111】 在實施例中，雷射超音波系統（更特定為雷射超音波乳化系統）經配置而使得可以利用治療雷射束圖案將治療雷射束遞送至患者的一隻或兩隻眼睛，並且可以在患者的一隻或兩隻眼睛上執行超音波晶體乳化程序，而不需要患者或外科醫生相對於雷射超音波乳化系統的相對位置進行移動。

【0112】 在實施例中，相較於兩個系統並排放置或僅放置在共同殼體或共同艙位中的尺寸，本裝置（例如，整合超音波雷射裝置）的實施例的尺寸大幅減少，以在手術室中提供比單獨的雷射系統及超音波系統所需的總空間更小的佔地面積。此舉提供本發明之前的本領域的重大進步，認為完全整合的雷射超音波系統尚未在手術室中使用或尚未取得規範批准。此實施例的減少的尺寸在效率、功效、及二者上均提供相對於現有技術的數種改善。更換兩個系統的能力、消除在患者的治療期間移動患者、系統、或兩者的需要、消除將患者從手術室轉移到另一手術室的需要（在雷射系統與超音波系統位於不同房間的情況下）可以從這種較小尺寸的裝置實施例中獲得一些益處。此較小尺寸的裝置實施例亦提供在更多（例如，較小的）手術室中使用

的能力，其中在手術室中工作的外科醫生及其他專業人員更容易移動。亦可以提供清理操作的優勢，並釋放空間以提供在手術室中安裝其他系統（例如，診斷裝置及顯微鏡）的能力。認為在本發明的實施例之前，該領域並未識別、解決、或解答與將超音波及雷射系統整合至具有此較小佔地面積及較小體積（高度、寬度、長度）的單一裝置相關聯的問題以及針對那些問題的解決方案，而在裝置之間沒有干擾，維持每一裝置按照預期操作的能力，並維持每一裝置所需的功效。

【0113】 在這些系統的實施例中，從一個操作模式改變或切換至另一者的時間較佳為快速發生。因此，該裝置從一個模式改變至另一者（例如，從雷射模式改變至超音波晶體乳化模式）可以是約45秒至約10秒、約30秒至約5秒、少於一分鐘、少於30秒、少於15秒、少於10秒、少於5秒、及少於2秒。應理解，在改變裝置模式之後，並且在可以進行特定程序之前，可能需要額外的患者準備時間。

【0114】 不需要患者、系統、外科醫生（以及較佳為這些的所有）必須相對於彼此重新定位，在雷射與超音波乳化程序或操作之間改變的能力提供額外的益處及優點。舉例而言，此快速且不顯眼地在毫微微與超音波乳化配置或操作之間改變的能力允許患者在進入手術室之前完全準備好這兩種程序。此外，患者甚至可以在進入手術室之前被蓋好。

【0115】 在這些雷射超音波系統（例如，整合超音波雷射裝置）的實施例中，該裝置（不包括患者床）的佔地面積係少於約50立方英尺（ ft^3 ）、少於約40立方英尺（ ft^3 ）、少於約35 ft^3 、少於約30 ft^3 、少於約25 ft^3 、少於約200 ft^3 、約31 ft^3 、約28至約33 ft^3 ，以及這些的組合及變化，以及更大及更小的值。在實施例中，裝置的體積可以是可調整的，在此情況下，裝置的體積係為最小體積，除非另有明確說明。此裝置的高度可以是約45英寸（in）至約75in、約65in、約60in、約50in、約55in、少於60in、少於58in、約52in至約58in，以及這些的組合及變化，以及更大及更小的尺寸。（在臂、延伸部分、或部件可以移動至垂直位置或大約垂直位置以用於儲存或其他目的之實施例中，當該部件處於可操作配置或定位（例如通常為水平或大約水平）時，應測量高度。）在實施例中，裝置的高度可以是可調整的，在此情況下，裝置的高度係為最短高度，除非另有明確說明。此裝置的長度可以是約30in至約50in、約33in、約38in、約40in、少於約45in、少於40in、約34in至約38in、約36in，以及這些的組合及變體，以及更大及更小的尺寸。在實施例中，裝置的長度可以是可調整的（例如藉由可移動臂組件、托盤或托架），在此情況下，裝置的長度係為最短長度，除非另有明確說明。此裝置的寬度可以是約15in至約40in、約20in、約25in、約30in、少於約45in、少於約30in、約22in至約27in、約20in至約30in，以及這些的組合及變

化，以及更大及更小的尺寸。在實施例中，裝置的寬度或長度可以是可調整的（例如藉由可移動臂組件、托盤或托架），在此情況下，裝置的寬度係為最短寬度，除非另有明確說明。這些裝置的實施例的裝置佔地面積（亦即，此裝置所佔用的地面空間的面積）可以是約 400 in^2 至約 1300 in^2 、約 400 in^2 至約 600 in^2 、約 400 in^2 至約 500 in^2 、約 450 in^2 至約 700 in^2 、約 450 in^2 、約 500 in^2 、約 550 in^2 、約 600 in^2 、少於約 1200 in^2 、少於約 1100 in^2 、少於約 1000 in^2 、約 1000 in^2 、約 950 in^2 、約 900 in^2 、約 800 in^2 、約 850 in^2 至約 950 in^2 ，以及這些的組合及變化，以及更大及更小的尺寸。在實施例中，裝置的寬度、長度、及兩者可以是可調整的（例如藉由可移動臂組件、托盤或托架），在此情況下，裝置的佔地面積係為最小區域，除非另有明確說明。裝置的長度及寬度可以相同（例如，佔地面積係為正方形或圓形），或者可以不同（例如，佔地面積係為長方形或橢圓形）。應理解，可以預見佔地面積區域的其他形狀（例如，星形、「L」形、「H」形等）。

【0116】 典型地，超音波晶體乳化裝置具有約20乘以約25 in的佔地面積，而因此具有約 500 in^2 的佔地面積（亦即，「標準超音波乳化佔地面積區域」）。因此，超音波乳化雷射整合系統的實施例的佔地面積區域可以是 500 in^2 的典型超音波乳化佔地面積區域的約70%及更小、約80%及更小、約90%及更小、約100%及更小、約

110%及更小、約120%及更小、約130%及更小、約140%及更小、約150%及更小。藉由在僅比一個裝置稍大的區域中具有兩個裝置（從而具有兩個治療功能）的本發明的實施例所實現的此協同作用，在手術室及醫療辦公室中、針對工作流程、可以用於患者護理的房間（例如，現在可以使用較小的房間）、患者及工作人員的舒適度、及功效等提供顯著益處及優勢。

【0117】 此外，即使在超音波晶體乳化系統小於典型的佔地面積的情況下，本發明的組合的雷射超音波系統可以配置成比單獨的雷射以及這種較小的佔地面積的超音波系統佔用更少的空間。

【0118】 在這些系統的實施例中，藉由使用客製化托盤以及托持及定位用於雷射治療程序、雷射診斷程序、超音波晶體乳化程序、及水晶體植入以及任何屈光程序的各種外科工具、儀器、工具包、及裝備的裝置來實現進一步的協同作用。這些客製化手術托盤及工具包可以是可拆卸地固定至裝置殼體（或藉由裝置殼體托持或在裝置殼體中）的單次使用的拋棄式用品，並且可以用於托持拋棄式或可重複使用的工具及儀器的整合托盤，以及這些的組合及變化。

【0119】 在這些系統的實施例中，雷射程序被最佳化，以提供最有效（例如，最低）的超音波乳化能量，來移除特定的水晶體材料。因此，可以考慮本系統及裝置的整合控制、監測、及儲存能力，而最佳化雷射參數（例如，毫微

微能量、雷射擊射間距、線間距等）與超音波乳化參數（例如，超音波乳化能量、BSS（平衡鹽溶液）流、射流），並以高度整合及預定的方式完成。

【0120】 在這些具有雙雷射脈衝寬度的系統的實施例中，進一步的優點及益處將包括降低對於裝備（例如，鑽石刀片及刀具）的需要及使用的能力。因此，降低了成本、感染風險、及程序時間。

【0121】 應理解，本說明書預期本系統的實施例可以包括前述實施例及段落特徵的一或更多者及全部，而該領域具有通常知識者可以藉由本說明書以及以下段落中的實施例的教示及揭示而理解各種組合。

【0122】 轉至第1圖，圖示雷射超音波系統100的實施例的透視圖。系統100係為具有第一殼體101與第二殼體102的裝置。殼體101及102包含功率部件、控制部件、操作部件、分析預測及診斷裝置、位置確定及定位裝備、雷射束產生部件、及超音波產生部件。在較佳實施例中，超音波產生部件係為超音波晶體乳化系統的部件，而雷射束產生部件提供具有約10 ps、5 ps、2 ps、及更短的脈衝長度的雷射束。

【0123】 這些部件可能由於以下原因而全部或部分地分佈在兩個殼體101、102之間：為了最佳化空間，為了避免部件之間的干擾，為了管理熱及振動，以及為了提供系統100的更有效控制及操作。兩個殼體101、102可以是在相同的底座或框架150上的獨立殼體，可以在其間具有通訊、控

制、功率、光學、及其他連接，可以是單一相同的殼體，可以細分或劃分成第三或第四等殼體或子殼體，以及這些的組合及變化。

【0124】 存在將殼體 102 與殼體 106 連接的光學導管 105。殼體 106 包含用於治療雷射束的掃描裝置及束成形光學裝置，其中掃描裝置、光學裝置、及兩者均可以用於監視及診斷雷射束及光學路徑。應理解，在實施例中，殼體 106 的這些部件可以全部或部分地位於另一殼體 102、101 中的一個，並且同樣地，來自殼體 102、101 的部件可以位於殼體 106 中。殼體 106 可以與殼體 102、101 整合，或者可以是殼體 102、101 的一部分。殼體 106 可以細分或劃分成一或更多個殼體或子殼體，以及這些的組合及變化。在當前較佳實施例中，殼體 106 包含並隔離掃描器及束成形光學裝置。掃描器及束成形光學裝置或可能包含在殼體 106 中的其他部件係與系統 100 的控制器及操作系統進行控制通訊。控制通訊係意指將與裝置的操作有關的資訊發送至裝置以及從裝置發送，將藉由裝置取得或接收的資訊發送至裝置以及從裝置發送，以及將控制資訊、指令、或命令發送至裝置以及從裝置發送，以及這些和其他資料及資訊的組合及變化。裝置可以彼此直接進行控制通訊，或者可以彼此間接進行控制通訊（例如藉由與中心（例如，可能亦具有控制能力的系統 100 控制器、監視器 109）進行控制通訊），以及這些的組合及變化。這些裝置亦可以彼此直接及間接進行控制通訊。

【0125】 光學導管105可以是光管路（例如，具有內部反射表面的中空管或通道，而使得雷射束發射通過中空管內的自由空間，而中空管內的自由空間可以具有部分真空，具有環境中的空氣，包含惰性氣體，及這些的組合及變化）、鉸接式光管路、伸縮式光管路、柔性光管路、光纖、一或更多個光纖、中空導管、束導引器，以及這些及其他雷射束傳輸結構的組合及變化。

【0126】 殼體106具有臂107，臂107可以沿著箭頭107a及107b的方向移動、延伸、收縮、及這些的組合及變化。臂107及殼體106藉由升降器裝置110沿著垂直方向移動，如箭頭107a所示。臂107具有用於確定眼睛的形狀及位置以及眼睛內的結構的組件或裝置108。臂107的近端（亦即，沿著雷射束路徑最遠的端部，而因此距離雷射束源最遠，並且位於裝置108下方）具有患者介面裝置（PID）（在圖式中未圖示）。臂107具有監視器109，監視器109在多關節臂上沿著箭頭109a的方向移動。監視器可以提供資訊（例如，程序、系統狀況、雷射狀態、超音波狀態、白內障密度、超音波設定、雷射圖案設定），並且可以接收外科醫生的輸入及指令。監視器係與系統100控制系統進行控制通訊，監視器亦可以包含系統100控制系統的一部分或全部。監視器透過系統100控制系統、透過監視器109、及這些的組合及變化直接與雷射控制系統及超音波控制系統進行控制通訊。監視器及其關節臂可以位於系統100中的其他結構上，亦可以單獨設置。可以使用一個、

兩個、及額外的監視器。監視器可以具有3D查看或顯示功能。

【0127】 臂107形成或包含雷射束傳輸結構（例如，中空管），以提供用於雷射束的傳送的自由空間。在實施例中，臂107可以包含自由空間中的光束路徑，或者用於將雷射束發送至例如掃描器的光纖，光纖位於管的近端而不是遠端（亦即，靠近殼體106的端部）。臂107亦可以是或包含描述用於光學導管105的類型的雷射束傳輸結構。管亦可以包含光學裝置。在第1圖的實施例中，臂107包含非準直的雷射束，而因此臂107可以指稱為包含非準直的雷射束及雷射束路徑，換言之，臂107沿著雷射束路徑包含、圍繞、或容納「非準直空間」。臂107可以容納或圍繞準直空間，準直空間係為雷射束路徑上的雷射束進行準直的空間。其可以容納包含光學裝置的空間。其可以容納準直及非準直的空間。實施例中的臂107可以從遠端樞轉、旋轉、伸縮、鉸接、及這些的組合及變化。臂107中的雷射束路徑的近端包含鏡或光學裝置，以將雷射束引導通過患者介面裝置，並到達及進入患者的眼睛。

【0128】 系統100具有用於將電纜及管線連接至超音波、抽吸、其他工具、及這些的組合及變化的二個埠103、104。在實施例中，這些埠經配置以連接至超音波晶體乳化工具或超音波乳化盒系統。埠103及104係圖示於殼體102上，應理解，可以在殼體101上，或者在系統上的其他位置上，

或者可以是已經插入系統100中的超音波乳化盒的一部分。

【0129】 在實施例中，雷射系統具有外部、內部、或兩者的冷卻。例如，冷卻流體流入及流出雷射殼體。

【0130】 系統100具有箭頭120所示的高度，系統具有箭頭121所示的長度以及箭頭122所示的寬度。寬度及長度定義系統100的佔地面積，而藉由高度120、長度121、及寬度122定義體積。

治療雷射及系統：一般

【0131】 經配置以提供對於治療眼睛、其結構、及鄰近組織及其狀況有用、安全、及有效的雷射束的任何雷射都可以用於提供治療雷射束。可以使用可調諧雷射、可調整雷射、及這些雷射的組合及變化（例如，可以改變脈衝寬度，可以改變脈衝速率，可以改變功率，以及可以改變波長）。可以使用一種以上的治療雷射。治療雷射可以是脈衝雷射（例如，飛秒雷射或皮秒雷射，以及更長或更短的脈衝）、連續雷射、及其組合。

【0132】 治療雷射可以具有IR光譜、UV光譜、及其他波長中的波長。治療雷射的波長可以是約300nm至約2500nm、約1000奈米（nm）至約1300nm、1020nm、約1020nm、1030nm、約1030nm、1040nm、約1040nm、1050nm、約1050nm、及約1020至約1050nm，以及這些及其他波長的組合及變化。

【0133】 治療雷射的脈衝持續時間可以是約 1 fs 至約 100 ps 、約 200 fs 至約 500 ps 、約 300 fs 至約 100 ps 、約 300 fs 至約 10 ps 、約 300 fs 至約 2000 fs ，以及這些波長與更長及更短的持續時間的組合及變化。系統的一或更多個「短脈衝持續時間」治療雷射的脈衝寬度可以是 300 fs 、約 300 fs 、 350 fs 、約 350 fs 、 400 fs 、約 450 fs 、 500 fs 、約 500 fs 、 300 fs 至約 600 fs ，以及這些的組合及變化。系統的一或更多個「長脈衝持續時間」治療雷射的脈衝持續時間可以是 1000 fs 、約 1000 fs 、 1200 fs 、約 1200 fs 、 1300 fs 、約 1300 fs 、 1500 fs 、約 1500 fs 、約 1200 fs 至約 1600 fs ，以及這些的組合及變化。

【0134】 這些雙光束實施例（亦即，至少具有短脈衝持續時間與長脈衝持續時間的治療雷射束）具有包括例如降低對於裝備（例如，鑽石刀片及刀具）的需要及使用的能力的數種優點及益處。因此，降低了成本、感染風險、及程序時間。

【0135】 治療雷射束的脈衝重複率可以是約 50 kHz 至約 5 MHz 、約 50 kHz 至約 2 MHz 、約 50 kHz 至約 1 MHz 、約 50 kHz 至約 750 kHz 、約 100 kHz 至約 200 kHz 、約 150 kHz 至約 350 kHz 、約 100 kHz 、約 150 kHz 、約 200 kHz 、約 300 kHz ，以及這些與更大及更小的速率的變化及組合。

【0136】 治療雷射束的指定脈衝重複率處的平均輸出功率可以是約 1 W 至約 8 W 、約 2.5 W 至約 5 W 、約 3 W 至

約 4.5 W、3 W 至 5 W、少於 6 W、少於 5 W、發生雷射引起的光學崩塌（LIOB）、光致破裂、或兩者的任何功率，以及這些與更低及更高的功率的組合及變化。

【0137】 這些系統的實施例亦可以執行子閾值治療、診斷、及這些的組合及變化。因此，可以利用低於發生LIOB的點的功率或方式將治療雷射束遞送至眼睛。可以利用低於發生光致破裂的點的功率或方式將治療雷射束遞送至眼睛。因此，在本程序的實施例中，可以執行子閾值雷射程序，可以執行引起光致破裂的雷射程序，可以執行超音波晶體乳化，以及可以執行這些程序中的一些或全部的組合及變化，而不需要移動患者或裝置的位置。

【0138】 治療雷射束的脈衝能量可以是約 1 奈焦耳（nJ）至約 2 毫焦耳（mJ）、約 1 nJ 至約 1 mJ、約 2 微焦耳（μJ）至約 70 μJ、約 5 μJ 至約 45 μJ、約 2 μJ 至約 35 μJ、約 10 μJ 至約 30 μJ、少於 45 μJ、少於 35 μJ、發生光致破裂、LIOB、或兩者的任何脈衝能量，以及這些與更低及更高的能量的組合及變化。

【0139】 本系統的治療雷射束可以具有一或更多個上述束特徵（例如，波長、持續時間、重複率、功率、脈衝能量，以及這些的組合及變化）。

【0140】 可以將產生 1030 nm 波長的超短雷射脈衝的 Yb:YAG 雷射作為治療雷射。通常，治療雷射所提供的束的波長可以發送通過角膜、水狀液、及水晶體。束可以具有短脈衝長度而與能量及束尺寸一起產生目標眼組織（例

如，角膜、角膜緣、水晶體囊、水晶體、白內障組織、混濁組織、及其他組織）的光致破裂、L I O B、或兩者。因此，本文所使用的術語「雷射射擊」或「射擊」係指稱遞送至其自身或與其他脈衝組合（例如，L I O B）產生治療效果的位置的雷射束脈衝。本文所使用的術語「光致破裂」基本上係指稱藉由雷射將物質轉化成氣體。在實施例中，可以採用約 3 0 0 n m 至 2 5 0 0 n m 的波長。可以採用約 1 飛秒至 1 0 0 皮秒的脈衝寬度。可以採用約 1 奈焦耳至 1 毫焦耳的能量。脈衝速率（亦指稱為脈衝重複頻率（P R F）與每秒脈衝（以赫茲為單位））可以是約 1 k H z 至幾 G H z。通常，在商業雷射裝置中，較低的脈衝速率係對應於較高的脈衝能量。取決於脈衝長度、能量密度、及其他因素，可以使用多種類型的雷射來產生治療效果（例如，造成眼組織的光致破裂、L I O B、或兩者）。因此，此類雷射的實例包括：D e l m a r P h o t o n i c s I n c . T r e s t l e s - 2 0，其為鈦藍寶石（T i : S a p p h i r e）振盪器，波長範圍係為 7 8 0 至 8 4 0 n m，少於 2 0 飛秒的脈衝寬度，約 1 0 0 M H z 的 P R F，具有 2.5 奈焦耳；C l a r k C P A - 2 1 6 1，其為放大的鈦藍寶石，波長係為 7 7 5 n m，少於 1 5 0 飛秒的脈衝寬度，約 3 K H z 的 P R F，具有 8 5 0 微焦耳；I M R A F C P A（光纖啁啾脈衝放大） μ j e w e l D 系列的 D - 4 0 0 - H R，其為 Y b : 光纖振盪器 / 放大器，波長係為 1 0 4 5 n m，少於 1 皮秒的脈衝寬度，約 5 M H z 的 P R F，具有 1 0 0 奈焦耳；C o h e r e n t S t a c c a t o，其為 Y B : Y a g，波長係為 1 0 3 0 n m，約 1.5 皮秒的脈衝寬度，

約 80 KHz 的 PRF，具有 30 微焦耳；Coherent Rapid，其為 YB：Yag，波長係為 1030 nm，約 1.5 皮秒的脈衝寬度，可以包括一或更多個放大器，以在 25 kHz 至 650 kHz 之間的 PRF 處實現約 2.5 至 10 瓦的平均功率，亦包括可以閘通兩個單獨的 50 MHz 脈衝序列的多脈衝能力；以及 IMRA FCPA（光纖啁啾脈衝放大）pJewel D 系列的 D-400-NC，其為 Yb：光纖振盪器/放大器，波長係為 1045 nm，少於 100 皮秒的脈衝寬度，約 200 KHz 的 PRF，具有 4 微焦耳。這些及其他類似的雷射可以作為治療雷射，並用於產生治療雷射束。

【0141】 在美國專利申請公開號 2016/0302971、2015/0105759、2014/0378955 以及美國專利號 8,262,646 及 8,708,491 中揭示及教示用於在眼睛上執行雷射操作的雷射系統、方法、及設備的實施例，其每一者的全部揭示藉由引用併入本文。

雷射束遞送：一般

【0142】 通常，用於將治療雷射束遞送至眼睛的自然水晶體的光學裝置的實施例應該能夠利用精確的預先確定的圖案在 x、y、及 z 維度上向自然水晶體提供一系列射擊。光學裝置亦應提供預先確定的束斑尺寸，以利用到達自然水晶體或其他目標組織的雷射能量來造成光致破裂、LIOB、或兩者。因此，光學裝置可以包括但不限於：xy 掃描器；z 聚焦裝置；及聚焦光學裝置。聚焦光學裝置可以是習知聚焦光學裝置、平場光學裝置、遠心光學裝置、及這些的組

合及變化，每一者都具有對應的電腦控制的聚焦，而實現 x、y、z 維度上的校準。舉例而言，xy 掃描器可以是具有位置偵測器反饋的一對閉合迴路檢流計。此類 xy 掃描器的實例係為 Cambridge Technology Inc. 的 6450 型、SCANLAB hurrySCAN、及 AGRES Rhino 掃描器。這種 z 聚焦裝置的實例係為 Phsyik International Peizo 聚焦單元 ESee 型的 Z 聚焦控制以及 SCANLAB varrioSCAN。

雷射控制系統：一般

【0143】通常，用於遞送治療雷射束的控制系統的實施例可以是能夠選擇及控制 xyz 掃描參數及雷射擊發等的任何電腦、控制器、軟體硬體、及這些的組合及變形。這些部件通常可以至少部分相關聯於與 xy 掃描器、z 聚焦裝置、雷射、及這些的組合及變化對接的電路板。雷射控制系統可以包含引導雷射通過一或更多個雷射射擊圖案的程式。雷射控制系統亦具有與系統控制系統整合的進一步能力，以及與具有超音波控制及監視器或控制面板的整合系統一起使用或一起工作的功能。系統控制器、雷射控制器、超音波控制器、及這些的組合及變化亦可以控制系統的其他部件，以及維護資料、取得資料、分析資料及圖像、準備及建議表格及治療方法、及執行計算。控制系統可以包含引導雷射通過一或更多個雷射射擊圖案的程式。

位置及形狀確定：一般

【0144】 通常，在實施例中，用於確定眼睛的形狀及位置以及眼睛內的結構的組件或裝置可以是光學同調斷層掃描（OCT）、具有單一可移動相機的沙姆裝置、多個固定相機、這些的組合及變化、及用於進行此類確定的其他類型的裝置。在實施例中，此裝置確定水晶體的部分（或眼睛或與眼睛相鄰的組織的其他結構）與雷射（例如，光學裝置頭）的相對距離。在實施例中，此距離藉由例如患者介面裝置維持恆定。在實施例中，此裝置確定相對於所有三個維度上的雷射遞送圖案的掃描坐標的水晶體及其他結構的位置。這可以藉由幾種方法及設備來實現。舉例而言，可以藉由經由同心標號的相機系統及顯示器觀察水晶體或者藉由使用直接觀察光學裝置然後手動將患者的眼睛定位到已知中心來實現水晶體的 x y 定心。然後，可以藉由使用光學三角測量或雷射及ccd系統的範圍測量裝置（例如，Micro-Epsilon opto NCDT 1401雷射感測器、Aculux Laser Ranger LR2-22、及這些的組合及變化）來確定 z 位置。亦可以使用3維觀看及測量設備來確定水晶體的 x 、 y 、及 z 位置。舉例而言，可以使用Vision Engineering的Hawk 3軸非接觸式測量系統來進行這些確定。可以用於確定水晶體的位置的設備的進一步實例係為3維測量設備。此設備包含可以觀看參考物與自然水晶體的一或更多個相機，並且亦包括用於照亮自然水晶體的光源。這樣的光源可以是結構化的光源（例如，經設計以基於幾何形狀來產生3維資訊的狹縫照明）。可以在眼睛周圍定位另一

個、兩個、三個、四個、或更多個光源，並利用電子方式啟動，以在多個平面切片中提供眼睛（更特定維角膜及水晶體）的多個視圖、平面圖像，然後可以整合以提供有關這些結構的相對於雷射系統的定位及位置資訊的資料。在美國專利公開號及專利號 2018/0085256、2016/0302971、2015/0105759、2012/0330290、2016/0030244、9,180,051、及 8,708,491 中揭示及教示用於確定相對於雷射、雷射射擊圖案、及雷射束的眼睛及結構的形狀及位置的組件、方法、裝置的實例，其每一者的全部揭示內容藉由引用併入本文。在美國專利公開號 2015/0105759 中教示及揭示用於確定眼睛的位置的虹膜配準裝置，其全部揭示內容藉由引用併入本文。通常，圖像（光學圖像）從眼睛的結構、患者介面裝置、或其他結構沿著光學路徑（例如，沿著可以通過自由空間、光學部件（透鏡、鏡、光纖等）、及二者的圖像路徑）行進返回裝置或系統。

患者介面：一般

【0145】 這些系統的實施例的進一步部件可以是雷射患者介面或患者介面裝置。應理解，患者介面裝置的全部或一些通常不是系統的一部分，而是較佳為在雷射程序之前或在設定雷射程序時針對每一患者添加到系統中的單次使用的裝置（例如，拋棄式）。在實施例中，此介面在程序期間提供自然水晶體與雷射之間的 x 、 y 、 z 位置保持固定，程序包括確定 $x y z$ 位置的測量步驟以及將雷射利用射擊圖案

遞送至水晶體的遞送步驟。介面裝置可以包含光學透明的扁平器。此介面的一個實例係為可以是圓形或橢圓形的吸環扁平器，其固定在眼睛的外表面上，然後定位在雷射光學殼體上，而固定雷射、眼睛、及自然水晶體之間的距離。3維觀看及測量設備的參考標記亦可以放置在此扁平器上。此外，可以觀察到扁平器的下表面與角膜之間的介面，並且這種觀察可以作為參考。雷射患者介面的進一步實例係為具有將介面固定至眼睛的吸取能力的具有下環的裝置。該介面進一步具有平坦底部，平坦底部按壓在眼睛上，而使眼睛的形狀變得平坦。此平坦底部係由透射雷射束（並且亦較佳為（但並非必須）透射可見光譜內的眼睛的光學圖像）的材料所構成。上環具有用於與雷射光學裝置的殼體接合的結構、沿著雷射束的路徑距離雷射已知距離並且相對於雷射固定的一些結構、及這些的組合及變化。在美國專利申請公開號2011/0190739、2017/0290703、2010/0022994、2011/0022035和2015/0088175中揭示及教示的患者介面裝置、用於將患者介面裝置與眼睛接合的系統、及用於將患者介面裝置與雷射系統接合的系統的實例，其每一者的全部揭示內容藉由引用併入本文。

【0146】 在測試及校準期間，雷射束（並且較佳為治療雷射束）可以發送通過患者介面裝置的窗口。

超音波/超音波晶體乳化：一般

【0147】 經配置以提供對於治療眼睛、其結構、及鄰近組織及其狀況有用、安全、有效的超音波能量的任何超音波

產生器（例如，超音波驅動器、號角、或用於產生超音波能量的其他裝置）可以用於提供本系統的超音波能量。更特定言之，在本系統的實施例中，可以使用或重新配置以使用任何（較佳為醫療裝置規範機構所批准）超音波晶體乳化系統中的部件的一些或全部。

【0148】 通常，在本整合系統的實施例以及可以執行的方法中，超音波晶體乳化包括較佳利用治療雷射束進行角膜切口、鞏膜切口（以及這些的組合及變化），以及超音波晶體乳化手持件（通常包含超音波驅動的針）的插入，以例如乳化（亦即，液化）自然晶狀水晶體，將白內障破碎成小塊，以及這些的組合及變化。較佳地，此超音波程序係在已經藉由雷射束切割、切片、軟化、及這些的組合及變化的水晶體、水晶體材料、白內障材料上進行。經乳化的塊狀物隨後可以使用相同的機頭或另一機頭來移除。然後，外科醫生可以通過切口將植入物（例如，眼內水晶體（IOL））插入眼睛。

【0149】 在實施例中，超音波乳化針的尖端的振動的超音波乳化頻率可以大於約 20 kHz、大於 30 kHz、大於 40 kHz、約 30 kHz 至約 50 kHz、約 30 kHz 至約 45 kHz、少於約 50 kHz、約 35 kHz 至約 45 kHz、約 35 kHz、約 40 kHz、約 45 kHz、35 kHz、40 kHz、45 kHz、及這些與更高及更低的頻率的組合及變化。

【0150】 在實施例中，超音波乳化針的行程（縱向移動）的長度可以是約 28.1 μm 至約 95.25 μm 、約 25 μm 至約

160 μm 、約50 μm 至約90 μm 、約50 μm 至約150 μm 、約25 μm 至約110 μm 、約35 μm 至約100 μm 、約20 μm 至約60 μm 、約80 μm 至約150 μm 、以及這些與更大及更小的距離的組合及變化。

【0151】 通常，超音波乳化系統的脈衝速率可以是每秒約20個脈衝至每秒約150個脈衝，以及這些與更高及更低的值的組合及變化。並且，這些系統的短脈衝寬度可以是約30毫秒至約40毫秒，以及這些與更高及更低的值的組合及變化。

【0152】 在本系統的實施例中，超音波晶體乳化手持件通常耦接至沖洗源及抽吸泵。抽吸泵係位於系統中的殼體。手持件包括用於插入患者眼睛的前房內的遠側尖端，遠側尖端發射超音波能量或利用超音波頻率進行振動，以針對晶狀或自然水晶體進行切割、乳化、及這些的組合及變化。手持件進一步包括：接近遠側尖端的沖洗埠，經由沖洗管線耦接至沖洗源；以及在遠側尖端處的抽吸埠，經由抽吸管線耦接至抽吸泵。來自沖洗源的流體（通常是一瓶鹽溶液）係經由沖洗管線及沖洗埠而沖洗進入眼睛，並經由抽吸埠及抽吸管線藉由抽吸泵從眼睛抽吸沖洗流體及經乳化的水晶體材料。

【0153】 超音波系統可以經配置以執行的用於眼睛的其他醫學技術通常亦包括乳化、沖洗眼睛、及抽吸。這樣的程序可以包括或可以不包括使用乳化、沖洗、及抽吸來破壞、改變、或移除自然眼睛的特徵。因此，藉由系統、藉由外

科醫生、及藉由這些的組合及變化來選擇及控制由外科手術控制台遞送的超音波功率、通過沖洗或抽吸控制台流向患者及從患者流出的流體的流動、及控制超音波晶體乳化手持件來遞送前者的後續需要。

【0154】 本系統的實施例的超音波晶體乳化部件（例如，子組件）通常包括控制系統（例如，可程式化微處理器），以及用於控制例如抽吸速率、真空、及超音波功率等級的具有操作者選擇的預設的控制台（在實施例中，控制台係為系統監控器）。超音波晶體乳化手持件可以藉由電纜與系統互連，電纜用於針對提供乳化作用的壓電轉換器進行供電及控制。在控制台的控制下，管狀物透過手持件向眼睛提供沖洗流體，並使抽吸流體能夠從眼睛排出。

【0155】 在實施例中，在手持件的操作期間始終確定及測量與手持件操作相關聯的相位角度及其他態樣（例如，以調整驅動電路，實現最佳相位角度，以及影響從超音波晶體乳化手持件進入組織的能量轉移）。可以藉由監視手持件電訊號並調整頻率及其他態樣以維持與所選擇參數的一致性來提供手持件的自動調諧。

【0156】 在實施例中，控制系統依據施加至手持件壓電轉換器的電壓與壓電轉換器所汲取的電流之間的相位角度、提供至手持件的功率脈衝的幅度、及這兩者，來解決超音波晶體乳化手持件的功率控制的要求。可以針對特定的手持件來調諧典型的佈置，並且例如可以在外科醫師的控制下以連續方式或以一系列實心短脈衝的形式施加功率。舉

例而言，系統可以施加功率150毫秒，然後停止功率350毫秒，並且可以在功率施加的必要持續時間內重複此開/關序列。在前述的150ms週期期間的功率的施加可以定義為25kHz至50kHz的正弦波的恆定施加。在某些情況下，外科醫生或操作者可以在一段持續時間內施加功率短脈衝，然後停止功率的施加，然後以初始或其他功率設定來重新施加。短脈衝的頻率與持續時間通常是可控制的，施加到受影響區域的短脈衝流的長度也是可控制的。不施加功率的時間週期可以啟用可以使用抽吸（例如，可以藉由手持件或輔助抽吸設備所提供）來移除破碎區段的週期。

【0157】 在本系統的實施例中，用於超音波功率遞送的控制方法通常可以處於幾種模式（例如，可變、預先確定可變、面板、及線性）。可變模式針對外科醫生或操作者提供選擇超音波治療的最大靈活性，而可以視為手動。預先確定可變模式係為模式，其中控制系統依據所提供的雷射治療、白內障的等級、及在雷射治療程序之前、期間、及之後系統所取得的其他資訊來確定超音波治療的最佳範圍。因此，在此模式下，與雷射控制器系統及超音波晶體乳化控制系統協同工作的系統可以預先確定並可取得用於超音波晶體乳化程序的推薦且較佳的最佳化範圍及設定。通常，面板模式通常在使用者選擇時提供嚴格的固定值。通常，線性模式僅允許0%至100%的最簡單形式的線性調整。在實施例中，中間調整或超出系統推薦的用於超音波治療的遞送選項或範圍的調整並非可以自由取得（例如，

受到限制，部分是為了使手動調整的需要及固有風險最小化）。

【0158】 超音波晶體乳化超音波探針將能量遞送進入眼睛，以用於在雷射碎裂或切割之後破碎剩餘的白內障水晶體材料，以促進剩餘物的乳化及抽吸。超音波晶體乳化超音波探針將能量遞送進入眼睛，以用於破碎白內障，其中並未執行白內障的雷射碎裂（例如，在外科醫生選擇進行雷射囊切開術及雷射切口，以插入超音波晶體乳化探針，但不使用雷射碎裂水晶體或白內障）。超音波晶體乳化超音波探針將能量遞送進入眼睛，以用於破碎白內障，藉由將控制開關（例如，腳踏板）踩到預先確定的位置時利用固定頻率振動來實現此舉，相同控制開關可以控制治療雷射束及圖案的擊發或遞送，亦可以使用其他類型的控制開關、按鈕、觸發器、聲音等。在實施例中，為了增加超音波功率的量，機器增加探針的行程長度。

【0159】 通常，探針可以利用縱向方式、橫向方式、及這些的組合及變化來遞送功率。超音波乳化針係以縱向方式前後移動。利用後一種方式，超音波功率亦透過探針的橫向運動進行遞送，並且可以例如藉由減少水晶體材料的排斥而提高切割效率。

【0160】 通常，在超音波晶體乳化中存在兩種類型的橫向運動。在扭轉橫向運動中，超音波乳化尖端沿其主軸線以旋轉方式進行振動。在橫跨橫向運動中，超音波乳化尖端沿著橢圓形路徑進行移動。通常，依據其運動類型，扭轉

通常對於具有角度的超音波乳化針更好，而橫跨通常對於筆直或成角度的針同樣好。由於白內障材料在一個以上的方向上被乳化，因此將橫向運動超音波乳化與傳統縱向超音波晶體乳化組合可以有助於切割效率。

【0161】 儘管該領域將超音波晶體乳化描述為遞送超音波能量，但應理解，當金屬超音波乳化針擊中目標材料（例如，雷射所影響的白內障材料）時，超音波乳化針的行程會產生機械衝擊。通常，由於在超音波乳化針的正前方會形成微孔，所以針亦會產生氣穴及內爆。流體及顆粒波傳播進入白內障材料，最後產生熱來作為副產物。重要的是要避免選擇造成過多熱積聚的超音波乳化功率設定，因為此舉會灼傷角膜並損傷脆弱的眼部結構。通過周圍沖洗套管的無限制流動也非常重要，因為平衡的鹽溶液圍繞超音波乳化探針移動所產生的恆定冷卻效果有助於防止熱積聚。

【0162】 在本系統的實施例中，在外科手術期間，系統控制器、超音波乳化控制器、及這些的組合及變化可以監視、記錄、及分析以最大百分比給定的平均超音波乳化功率、遞送超音波乳化超音波功率期間的總時間、及其他條件及因素。在實施例中，共同監視器可以將這些值顯示為「U / S A V E」（代表「超音波平均」）、「E P T」（「經過的超音波乳化時間」）、及其他參數及特徵。遞送進入眼睛的總能量係為超音波乳化功率乘以功率開啟時間的乘積（亦即，絕對超音波乳化時間（A P T））。藉由將「U / S A V E」

乘以「EPT」，系統控制器、超音波乳化控制器、及這些的組合及變化可以自動計算APT，而使得外科醫生可以比較不同情況下遞送的總超音波能量。

【0163】 在實施例中，為了最大程度降低APT，外科醫生需要降低超音波乳化時間、平均超音波乳化功率、及這些的組合及變化。可以藉由在監視器上選擇參數、透過限制控制開關的位置、或者藉由降低機器上的最大超音波乳化功率等級，來降低平均超音波乳化功率。可以僅當白內障物質位於超音波乳化尖端且僅憑真空不足以抽吸物質時才藉由施加超音波功率，來降低超音波晶體乳化時間。此外，可以藉由遞送更短的脈衝或超音波乳化功率的短脈衝來代替連續的超音波功率，或者藉由降低工作循環（開/關脈衝的比率）來減少超音波乳化時間。將超音波功率分解成較小的脈衝及短脈衝包的此方法係稱為超音波乳化功率調變。

【0164】 在實施例中，基本功率設定可以是連續的、脈衝的、及短脈衝的。在連續的功率設定中，能量遞送是連續的，其中功率的變化係藉由控制開關位置（例如，腳踏板的下踩量）所控制。

【0165】 在實施例中，因為藉由控制系統與超音波乳化控制系統的結合使用可以利用預先確定的方式更精確地確定及提供功率的變化（以及在某些情況下亦需要由外科醫生輸入），系統可以提供這些的組合及變化以及提供用於提供這些功率模式的混合或混用等級的功率設定。

【0166】 在實施例中，在脈衝模式下，脈衝功率藉由控制開關的位置（例如，踩下腳踏板多遠）線性增加。定位（例如，壓低）得越遠，則每一連續的能量脈衝的功率越大。脈衝模式操作的實施例的特徵在於，在每一能量脈衝被遞送之後，存在一段在能量脈衝的增加之間沒有能量被遞送的時間週期（亦即，「關閉」週期）。在相等的「開啟」及「關閉」脈衝時間之間進行交替可以減少熱，並將一半的能量遞送進入眼睛。

【0167】 在實施例中，在短脈衝模式中，每一短脈衝具有相同的功率，但是每一短脈衝之間的時間隔隨著控制開關的前進（例如，腳踏板被踩下）而降低。在實施例中，控制開關被推進得越遠（例如，腳踏板被踩下），則每一短脈衝之間的「關閉」週期越短。因此，在實施例中，在最大控制開關位置處（例如，在最大腳踏板下壓處），能量的短脈衝變成能量的連續遞送。

【0168】 在實施例中，短脈衝模式可以提供水晶體的水晶體核的超音波乳化輔助抽吸。外科醫生使用超音波乳化機的真空及流體來抽吸白內障，然後僅在必要時才提供超音波乳化功率的較小短脈衝。因為一個（較佳為）控制系統可以針對這些超音波乳化功率的短脈衝進行程式化或推薦成非常短（短至幾毫秒），所以可以有效地遞送數百個小短脈衝，並且仍然少於例如1秒的總超音波乳化時間。

【0169】 本系統提供脈衝及短脈衝超音波晶體乳化設定以及其他設定的可程式範圍具有與現有系統相同的特徵的實

施例，並且在實施例中，大幅擴展現有系統。與任何現有系統不同，本系統的實施例提供具有依據遞送雷射圖案或治療的雷射系統來預先確定及推薦超音波乳化設定的能力，並且可以立即提供那些設定，而不需要外科醫師或患者進行移動。

【0170】 在實施例中，單獨的超音波乳化控制系統或與系統控制系統組合的超音波乳化控制系統可以執行各種主動的監視及控制功能，例如：監視眼內壓力（IOP）並且可以調整系統的功能，以將IOP維持在所期望的壓力處；監測及控制真空等級；最佳化功率設定；以及預測壓力改變並主動回應閉塞中斷。用於提供針對超音波乳化系統操作參數的監視及自主控制的此資訊及資料的感測器可以位於系統中、位於各種泵及裝置上、基於電流或其他電負載、或者位於手持件中或手持件上。

【0171】 在本超音波乳化雷射系統中可以使用的效能特徵及部件的實例係為Alcon CENTURION[®]視覺系統、Alco ACTIVE SENTRY[®]手持件、及INTREPID[®]混合尖端。在實施例中，超音波乳化手持件可以具有內建的流體壓力感測器，用於即時偵測壓力並與系統控制系統、光系統控制系統、或兩者進行通訊。在本超音波乳化雷射系統中可以使用的各種特徵及部件的實例係為AMO WHITESTAR SIGNATURE[®] PRO超音波晶體乳化系統。

【0172】 在美國專利號 8,020,565、9,549,850、9,549,851、9,849,030、9,877,865、9,931,447、9,937,077、10,258,505、10,314,953、10,111,990 以及美國專利公開號 2019/0133824、2019/0021906、2019/0099526、2017/0266046、及 2017/0112668 中揭示並教示超音波乳化系統及子系統的特徵、使用方法、及部件，其每一者的全部揭示內容藉由引用併入本文。

【0173】 超音波雷射組合：一般

【0174】 這些實施例包括任何組合的雷射超音波系統，並且更特定為包括組合的超音波晶體乳化雷射系統，以及組合的超音波晶體乳化飛秒雷射系統（「毫微微超音波乳化」或「超音波乳化毫微微」，除非另有特別說明，否則可以互換使用）。這些實施例可以具有或利用本說明書所揭示的治療雷射及系統、雷射束遞送、雷射控制系統、位置及形狀確定、患者介面、及超音波/超音波晶體乳化的一般教示的實施例、特徵、功能、參數、部件、或系統中之一或更多者以及實例中的系統的特徵中之一或更多者。

【0175】 在雷射超音波系統的較佳實施例（特定為雷射超音波乳化系統，並且更特定為毫微微超音波乳化系統）中，該系統具有可以藉由相同或不同的雷射源提供的兩個治療雷射束，一者是短脈衝持續時間雷射束，另一者是長脈衝持續時間雷射束。

【0176】 通常，短脈衝持續時間雷射係用於執行針對角膜的程序（例如，切割角膜、角膜緣鬆弛切口等）。通常，

長脈衝持續時間雷射束係用於執行針對水晶體的程序（例如，囊切開、水晶體碎裂、白內障碎裂等）。

【0177】 具有多種類型的不同治療雷射束（例如，短脈衝持續時間與長脈衝持續時間）的這些實施例可以具有或利用本說明書所揭示的治療雷射及系統、雷射束遞送、雷射控制系統、位置及形狀確定、患者介面、及超音波/超音波晶體乳化的一般教示的實施例、特徵、功能、參數、部件、或系統中之一或更多者以及實例中的系統的特徵中之一或更多者。

【0178】 系統（例如，毫微微超音波乳化系統）可以具有多個治療雷射束（例如，具有不同性質的1、2、3、4、或更多個光束）。這些雷射束可以遵循相同的雷射束路徑，而因此行進通過相同的光學部件並與其互動，或者可以行進通過不同的雷射束路徑，而因此行進通過不同的光學部件並與其交互，以及這些的組合及變化。舉例而言，該系統可以包含具有第一脈衝持續時間及第一功率或能量的第一束、具有第二脈衝持續時間及第二功率或能量的第二束、及具有第三脈衝持續時間及第三功率或能量的第三束。第一、第二、及第三脈衝持續時間、第一、第二、及第三功率、及第一、第二、及第三能量可以相同、不同、及這些的組合及變化。

【0179】 在實施例中，多治療雷射束雷射系統係與另一治療裝置（例如，超音波裝置、診斷裝置、及這些的組合及變化）相關聯（整合或模組化）。

【0180】 在藉由相同的治療雷射源提供長脈衝持續時間及短脈衝持續時間的雷射束的實施例中，在脈衝長度之間切換的時間係少於約3秒（sec）、少於約2sec、少於約1.5sec、約3sec至1sec、約2sec、約3sec，以及這些與較長及較短時間的組合及變化。

【0181】 儘管本發明的較佳實施例係針對雷射超音波（更特定為毫微微超音波乳化系統），但應理解，針對雷射系統的本改善及實施例具有價值，並且可以單獨使用，而不是作為雷射超音波系統的一部分。

【0182】 這些本系統的實施例提供優於先前技術的重要優點。因為本系統可以提供最佳化的雷射能量圖案，所以可以在遞送之後針對眼睛進行評估，然後不需要移動患者，然後以最小的時間延遲（少於1分鐘、少於30sec、少於15sec）執行超音波乳化程序，而可以實現在白內障手術期間使用盡可能少的超音波乳化能量的重要目標，並且對於所有患者而言，較佳為利用預先確定的方式完成。

實例

【0183】 提供下列實施例以說明本發明的系統、系統的部件、處理、組成物、應用、及材料的各種實施例。這些實例僅用於說明目的，可以是預言性，而不應視為限制性，並未以其他方式限制本發明的範圍。

【0184】 這些實例1至46的實施例可以具有或利用本說明書所揭示的治療雷射及系統、雷射束遞送、雷射控制系統、位置及形狀確定、患者介面、超音波/超音波乳化、及超音

波乳化毫微微組合一般教示的實施例、處理、方法、特徵、功能、參數、部件、或系統中之一或更多者，以及這些中之每一者的組合及變化；以及本說明書所提供的其他實例與其他實施例中之一或更多者所提供的實施例、處理、方法、特徵、功能、參數、部件、或系統中之一或更多者。

【0185】 實例 1

【0186】 轉至第 2 圖，圖示毫微微超音波乳化雷射系統 200 的實施例的局部切除透視圖。系統 200 具有容納在共同殼體 206 內的雷射子系統 204 與超音波晶體乳化工子系統 205。雷射子系統 204 包括治療雷射束源，並且在實施例中包括慢脈衝持續時間與長脈衝持續時間的治療雷射束源。雷射子系統 204 包括用於定義治療雷射束所沿著行進的治療雷射束路徑的雷射以及沿著雷射束路徑定位或放置的光學部件。這些部件包括 z 方向聚焦光學裝置以及 x y 掃描器。

【0187】 系統 200 具有容納治療雷射束路徑以及其他光學路徑的臂 201。在實施例中，臂 201 亦容納或承載用於成像及定位設備 203 的控制及功率電纜以及對接組件（在此圖式中未圖示）。臂 201 在其近端處具有治療雷射遞送頭 202。雷射遞送頭 202 具有位置及形狀確定設備，其可以是光學同調斷層掃描系統或本實例的沙姆系統，以及這些與其他形狀及位置確定設備的組合及變化。雷射遞送頭具有用於與患者介面裝置組合而對接至患者的眼睛的對接及定位系統。

【0188】 系統 200 具有用於雷射子系統 204 及超音波乳化子系統 205 的共同功率供應器 207。共同功率供應器 207 針對整個系統提供所有功率，而消除對於輔助功率供應器或多個功率源的需求。此舉允許系統插入手術室中的單一功率供應器。

【0189】 系統 200 具有共同控制系統 208。共同控制系統 208 具有控制器操作控制軟體或操作指令。在較佳實施例中，共同控制系統 208 係與下列一或更多者（較佳為全部）進行控制通訊：雷射子系統中的控制系統及控制器 212；超音波乳化子系統中的控制系統及控制器 211；與操作者介面 209 進行控制通訊；與緊急停止裝置 210 進行控制通訊；以及與例如患者醫療紀錄系統、會計系統、及這些配置的組合及變化的網路進行通訊。

【0190】 通常，對接系統以及成像及位置確定設備係藉由雷射子系統控制系統進行控制。在實施例中，可以全部或部分地藉由共同控制系統 208 直接控制。

【0191】 在實施例中，雷射控制系統及超音波控制系統係為部分的，並且可以完全整合進入單一共同控制系統。因此，在實施例中，在毫微微超音波乳化系統中僅存在一個控制系統或單一控制系統。

【0192】 實例 2

【0193】 轉至第 3 圖，沿著實例 1 的線段圖示毫微微超音波乳化系統的實施例，相同數字表示相同部件。在第 3 圖的實施例中，x y 掃描器 301 係位於雷射遞送頭 202 中。

【0194】 實例 3

【0195】 轉至第 4 圖以及第 4 A 圖至第 4 D 圖，圖示用於本雷射系統、雷射超音波系統、及更特定為毫微微超音波乳化系統的實施例的光學路徑及光學配置的示意圖。

【0196】 光學系統 430 具有四個光學系統 400、401、402、403，其可以具有不同波長及功率且用於不同目的之光。光學系統 400 係用於治療雷射束，並且包含光學部件，以及定義治療雷射束所沿著行進的治療雷射束路徑。光學系統 403 係用於圖像及位置確定設備（例如，沙姆裝置），其確定眼睛的結構的形狀及位置，並且與治療雷射束及雷射束路徑直接相關。此光學系統 403 提供圖像路徑。光學系統 401 係用於相機（較佳為 IR 相機），從圖式中可以看出，此束路徑係沿著治療雷射束路徑 400 行進（亦即，重合），而在該路徑的大部分中行進。此光學系統 401 提供圖像路徑。兩個路徑在束分離器處組合，而用於治療雷射的 Vario（Z 軸雷射偏轉光學裝置）並非相機束路徑的一部分。光學系統 402 係用於第二相機（較佳為彩色相機）。此光學系統 402 共享一些治療雷射束路徑。此光學系統 402 提供圖像路徑。

【0197】 這些系統亦具有 IR 向下管路（例如，經配置以沿著雷射束路徑查看）相機 480、光束分離器立方體 481、482（R：880（S）；T：880（P），1030（S+P））、振鏡 483、向下管路中繼器 491、vario 484、1x 望遠鏡 485、F-theta 透鏡 486、彩色向下管路相機 487、光束分

離器立方體 489 (R : 880 , 1030 ; T : 可見) 、及沙姆相機組件 490 。

【0198】 望遠鏡 485 具有一對遠心 120 mm 的透鏡 493 、494 。沙姆相機組件 490 具有 15 度的傾斜角的圖像平面 470 、Thorlabs 透鏡 (30 mm) 471 、孔徑光闌 (4.4 mm) 472 、及折疊鏡 473 。IR 向下管路相機 480 具有孔徑光闌 (3 mm) 450 。彩色向下管路相機 487 具有孔徑光闌 (2 mm) 451 。

【0199】 這些光學系統 400 、401 、402 、403 的區段或部分可以位於或容納在雷射系統的實施例以及雷射超音波系統及毫微微微超音波乳化系統的實施例的各種殼體及部件中。因此，藉由省略圖示，如第 4 圖所示，光學系統的部分可以容納或包含在遠側殼體 420 (例如，第 5 圖的可移動殼體 503 或第 1 圖的殼體 106) 、臂 421 (例如，第 3 圖的臂 201 、第 5 圖的 504 的光管路、或第 1 圖的臂 107) 、及雷射頭或近側殼體 423 (例如，近側組件或雷射頭) (例如，第 1 圖中的臂 107 的近端、第 2 圖中的雷射遞送頭 202 、或第 5 圖中的雷射遞送頭 505) 。這些光學系統 400 、401 、402 、403 亦可以分佈在遠側殼體 420 a 、臂、或連接器 421 a 與近側殼體 (例如，近側組件或雷射頭 423 a) 之間並容納於其中，如第 4 E 圖的配置所示。這些光學系統 400 、401 、402 、403 亦可以分佈在遠側殼體 420 b 、臂 421 b 與近側殼體 423 b (例如，近側組件或雷射頭) 之間並容納於其中，

如第 4 F 圖的配置所示。亦可以考慮這些光學系統的其他分佈及包含或容納佈置。

【0200】 轉至第 4 G 圖，可以見到光學系統 4 3 0 具有四個瞳孔 4 6 1、4 6 2、4 6 3、4 6 4。在此實施例中，瞳孔係為共軛遠心瞳孔。應注意，在四個瞳孔中，只有三個沿著治療雷射束路徑。

【0201】 實例 3 A

【0202】 實例 3 的實施例具有與治療雷射重合的用於照亮眼睛的結構的掃描雷射，而使得來自 4 0 3 的光學部件等可以拍攝圖像，以知道眼睛的結構位於何處。此外，存在直射眼睛的光源，以在對接處理期間有助於針對患者的直射。針對此光的直射光源及路徑係經由第 4 G 圖中的位於 4 0 2 與 4 0 3 之間的束分離立方體進行。

【0203】 實例 4 A

【0204】 毫微微超音波乳化系統具有圖像及位置確定設備，圖像及位置確定設備係為基於超音波的成像系統。在一個實施例中，圖像及位置確定設備係為光學同調斷層掃描系統，其可以確定相對於治療雷射及治療雷射束的水晶體的結構及眼睛的結構的形狀及位置。光學同調斷層掃描系統係與雷射子系統控制系統、超音波乳化子系統控制系統、毫微微超音波乳化系統控制系統、及這些的組合及變化進行整合及控制通訊。

【0205】 亦可以在例如第 1 圖、第 2 圖、第 3 圖、第 5 圖、第 14 圖的實施例以及其他實施例中使用光學同調斷層掃描系統。

【0206】 實例 4 B

【0207】 第 1 圖、第 2 圖、第 3 圖、第 5 圖、第 14 圖的實施例具有並使用沙姆相機系統，以作為其圖像及位置確定設備。沙姆相機系統係為與 OCT 系統完全不同的系統。沙姆相機的操作方式非常不同、功能不同、並且提供與光學同調斷層掃描系統非常不同的輸出（例如，結果）。認為本發明的沙姆系統在確定眼睛結構的位置及形狀方面優於光學同調斷層掃描。

【0208】 沙姆相機系統係與雷射子系統控制系統、超音波乳化子系統控制系統、毫微微超音波乳化系統控制系統、及這些的組合及變化進行整合及控制通訊。

【0209】 沙姆相機系統亦可以與腳踏開關（較佳為無線腳踏開關）進行控制通訊。控制通訊可以藉由匯流排（例如，第 22 A 圖所示的通訊匯流排）進行。

【0210】 實例 5 A

【0211】 在毫微微超音波乳化系統的實施例中，超音波晶體乳化子系統具有整合 Peristaltic 及 Venturi 泵的系統的下列部件及特徵，而允許外科醫生獨立選擇用於超音波乳化或玻璃體切除程序的泵模式。此超音波乳化子系統的特點包括：雙泵系統（Peristaltic 及 Venturi）；高真空閉塞；高速玻璃體切除。超音波乳化子系統能夠執行下

列程序：電療、沖洗、雕刻、拍打及切細、切除、黏合。使用者介面及軟體針對這些及其他超音波乳化程序提供選單項目及監視欄位。界面可以具有GUI螢幕及選單（例如，第23A圖至第23D圖所示的類型）。

【0212】 實例 5 B

【0213】 在毫微微超音波乳化系統的實施例中，超音波晶體乳化子系統具有來自 Alcon CENTURION[®] 視覺系統、Alco ACTIVE SENTRY[®] 手持件、及 INTREPID[®] 混合件的部件。

【0214】 實例 5 C

【0215】 在毫微微超音波乳化系統的實施例中，超音波晶體乳化子系統具有來自 AMO WHITESTAR SIGNATURE[®] PRO 超音波晶體乳化系統的部件。

【0216】 實例 6

【0217】 在雷射超音波系統（特定為毫微微超音波系統）的實施例中，系統具有安全互鎖。安全互鎖較佳地位於共同控制系統中，但是可以位於雷射控制系統、超音波乳化控制系統、及這些的組合及變化中，或者作為一部分。安全互鎖可以在超音波乳化系統操作時防止治療雷射被擊發。在實施例中，互鎖系統具有三個階段或閘：（i）超音波乳化系統被關閉：可以操作雷射；（ii）超音波乳化系統被打開，並且正在預熱，但並非可操作狀態或者正在操作：可以操作雷射；以及（iii）超音波乳化在可操作狀態中或正在操作：無法擊發雷射。

【0218】 在實施例中，階段（iii）在超音波乳化系統在可操作狀態中但並非正在操作時允許操作雷射。在此實施例中，僅當超音波乳化系統正在操作（亦即，遞送超音波能量）時，才鎖定治療雷射（亦即，無法擊發或傳播雷射束）。

【0219】 實例 6 A

【0220】 在實施例中，互鎖系統中的三個階段或關係為：
（i）超音波乳化系統及毫微微系統將要通電、準備/預熱；
（ii）超音波乳化系統已開啟並已準備好，但並未操作，而雷射可以操作；（iii）超音波乳化可操作或正在操作，而雷射無法擊射。

【0221】 實例 7

【0222】 轉至第5圖，圖示毫微微雷射裝置或系統500的透視圖。系統具有下部或主殼體501（在圖式中僅部分圖示）。下部殼體501包含超音波乳化系統、超音波乳化藥筒的位置、及程序期間的藥筒、用於產生治療雷射束的治療雷射、及控制系統。滑動機構502係位於主殼體501中。滑動機構502提供上部殼體或可移動殼體503的移動。可移動殼體503藉由滑動機構502沿著箭頭502a的方向（亦即橫向、水平、或朝內及朝外）朝向及遠離患者。

【0223】 滑動機構可以例如藉由例如操縱桿所控制的馬達自動移動，可以手動移動，以及利用這些的組合進行移動（例如，在馬達可以空轉的情況下）。馬達可以具有設定或預先確定的位置，並且亦可以與智慧型頭枕進行控制通

訊，以將雷射遞送頭505精確地放置或定位在患者頭枕上方，並藉此可以針對患者及患者的眼睛進行操作。

【0224】 上部或可移動殼體503包含雷射聚焦 z 方向光學裝置、 xy 掃描光學裝置、及其他束處理或操控部件。可移動殼體503亦可以包含其他光學系統及光學路徑，如實例3所示。

【0225】 可移動殼體503藉由鉸接的光管路507與治療雷射進行光學通訊。鉸接的光管路提供自由空間雷射束路徑，自由空間雷射束路徑將雷射束從下部殼體501引導至可移動殼體503，並將治療雷射束沿著雷射束路徑遞送至可移動殼體503中的光學部件。在此實施例中，如第51圖更詳細所圖示，鉸接的光管路507具有六個接頭，其中每一接頭的內側具有反射表面。較佳地，在可移動殼體503的所有可能的位置及定向上，光管路507使治療雷射及殼體501與可移動殼體503及該殼體中的光學部件保持光學通訊。

【0226】 可移動殼體503具有臂504，臂504係為剛性空心光管路，而容納或包含一或更多個光學路徑（包括治療雷射束路徑，以及如實例3所述的其他路徑）。臂504利用雷射遞送頭505連接可移動殼體503，並使這些部件保持光學通訊。臂504亦可以承載控制及通訊電纜、光纖、或電線，以用於在雷射頭的部件與控制系統之間發送控制並形成控制。雷射遞送頭505係位於臂504的近端，而可移動殼體503係位於臂504的遠端。

【0227】 雷射頭具有位置及形狀確定設備 506，位置及形狀確定設備 506 係為沙姆裝置，並具有五個相機。（在實施例中，存在六個固定相機。在實施例中，存在單一可移動相機。）

【0228】 實例 8

【0229】 轉至第 5 A 圖至第 5 H 圖，圖示與第 5 圖的系統一起使用的位置調整機構的各種視圖及實施例（相同數字具有相同含義並指稱相同部件）。

【0230】 轉至第 5 A 圖，位置調整機構 510 通常定位於可移動殼體 503 的遠離臂 504 的另一側。位置調整機構 510 的一部分可以位於可移動殼體 503 下方以及在殼體 501 上或在殼體 501 中。

【0231】 第 5 B 圖圖示橫向移動組件 531，橫向移動組件 531 係為位置調整機構 510 的一部分。橫向移動組件 531 具有藉由驅動齒輪或輪而與馬達 523 及 522 可移動地機械關聯的第一板 520 及第二板 521。板 520、521 係以弧形方式移動，弧形方式轉換成用於固定柱 512 的橫向移動（亦即，沿著箭頭 502a 的方向）。固定柱 512 係附接至自由移動組件（例如，自由移動組件 513）。橫向移動組件 531 係與殼體 501 機械關聯，並且可以容納在殼體 501 上，而較佳為容納在殼體 501 內。

【0232】 實例 9

【0233】 轉至第 5 C 圖，圖示具有四桿連桿機構的橫向移動組件 511，四桿連桿機構係為位置調整機構 510a 的一部

分；以及提供沿著箭頭 5 0 2 a 的方向的移動。橫向移動組件 5 1 1 係與殼體 5 0 1 機械關聯，並且可以容納在殼體 5 0 1 上，而較佳為容納在殼體 5 0 1 內。

【0234】 應理解，實例 8 的橫向移動組件 5 1 1 可以與實例 9 的位置調整機構 5 1 0 a 一起使用，而反之亦然。應理解，自由移動組件 5 1 3 可以與橫向移動組件 5 1 1 或橫向移動組件 5 3 1 一起使用。應理解，亦可以使用其他自由移動型機械及機電裝置以及橫向型移動機械及機電裝置。

【0235】 橫向移動組件 5 1 1 係附接至固定柱 5 1 2。該組件沿著箭頭 5 0 2 a 的方向移動固定柱 5 1 2。固定柱 5 1 2 係連接至自由移動組件 5 1 3。自由移動組件 5 1 3 利用弧形方式、橫向方式、垂直方式、及這些的組合提供可移動殼體 5 0 3 的移動（如箭頭 5 1 3 a 的集合通常所示）。自由移動組件 5 1 3 係為平行四邊形連桿機構。

【0236】 自由移動組件 5 1 3 可以是電動的，可以具有預先確定的位置，或者可以利用手進行操作（例如，握住臂 5 0 4、可移動殼體 5 0 3、或其他部分，並改變可移動殼體 5 0 3 的位置）。在實施例中，可移動殼體 5 0 3、臂 5 0 4、及雷射遞送頭 5 0 5 保持平衡，而使得可移動殼體 5 0 3 可以利用少於 1 0 磅的力、少於 7 磅的力、少於 5 磅的力、少於 2 磅的力、約 2 至約 7 磅的力、約 4 至約 6 磅的力、及這些的組合及變化進行移動。較佳地，一旦移動，則可移動殼體 5 0 3 將保持在所放置的位置上，直到受到足夠的力作用，以進行

移動。（為簡單起見，在第5C圖中未圖示臂504及雷射遞送頭505）

【0237】 第5D圖至第5H圖圖示自由移動組件513可以放置可移動殼體503。第5H圖的位置係為用於系統的儲存及手術室的清潔的概念。第5E圖的位置係用於針對患者進行雷射操作。

【0238】 實例10

【0239】 在實施例中，雷射超音波系統（更特定為毫微微超音波乳化系統）具有附接至系統的患者床或支撐件。

【0240】 實例11

【0241】 在實施例中，患者支撐件（例如，床）並未附接至雷射超音波系統（更特定為毫微微超音波乳化系統）。患者支撐件與毫微微超音波乳化系統可以完全相對於彼此進行定位，兩者之間沒有物理限制。因此，毫微微超音波乳化系統可以相對於患者支撐件而定位在任何位置或定向上（前提是患者的頭部係位於臂及超音波乳化管的範圍內）。使用A/C電磁場、陀螺儀、加速度計、及磁力計的定向/定位追蹤系統係用於確定相對於治療雷射及治療雷射束路徑的患者的頭部的定向。此定向追蹤系統可以將臂（例如，第5圖的系統的臂504）的角度確定在 ± 5 度、 ± 3 度、 ± 2 度、及更大及更小的精確度內。使用此角度，較佳地藉由控制系統來調整治療雷射束遞送圖案，以利用正確的患者眼睛的定向角度來遞送雷射束圖案。

【0242】 在實施例中，Polhemus Patriot™ 6-D O F 追蹤感測器係位於患者頭枕中，其中發射器係安裝在遞送系統的前方附近的系統框架上。此舉提供足夠的資訊來確定相對於雷射遞送系統的頭枕的定向。在附錄 A 中進一步描述此定向 / 定位追蹤系統，其全部揭示內容藉由引用併入本文。

【0243】 實例 1 2

【0244】 電磁追蹤系統係用於不具有超音波乳化子系統的獨立式治療雷射系統。獨立式治療雷射系統具有未附接至雷射系統的患者支撐件。電磁追蹤系統確定患者的眼睛與雷射系統的定向的角度。雷射系統將雷射遞送圖案配置成滿足所確定的角度。

【0245】 實例 1 3

【0246】 實例 1 1 及 1 2 的系統在患者支撐件與治療系統之間具有柔性或可定位的機械附件。電磁追蹤系統用於確定患者的眼睛與治療系統之間的位置（更特定為角度）。雷射系統將雷射遞送圖案配置成滿足所確定的角度。

【0247】 實例 1 4

【0248】 電磁追蹤系統的部件（例如，陀螺儀、加速度計、及磁力計）利用各種佈置方式佈置在患者支撐件中、在患者頭部支撐件中、在患者自身上、及在治療系統中，其中陀螺儀、加速度計、磁力計係位於這些部件的一或更多者中。

【0249】 實例 1 5

【0250】 在實施例中，裝置（例如，陀螺儀、加速度計、及數位羅盤）的組合係位於患者頭枕中，並且兩個磁力計係定位於毫微微超音波乳化系統中。這提供足夠的裝置來確定定向（例如，患者與雷射臂、雷射束的路徑、及圖案的角度）。

【0251】 使用陀螺儀、加速度計、及磁力計的基於羅盤的位置確定系統來確定患者頭部（更特定為相對於治療雷射及治療雷射束路徑的正要進行手術的眼睛）的位置。此基於羅盤的定位系統可以將臂（例如，第5圖的系統的臂504）的角度確定在 ± 5 度、 ± 3 度、 ± 2 度、及更大及更小的精確度內。使用此角度，較佳地藉由控制系統來調整治療雷射束遞送圖案，以利用正確的患者眼睛的定向角度來遞送雷射束圖案。

【0252】 在實施例中，陀螺儀及加速度計係位於患者頭枕中，並且兩個磁力計係定位於毫微微超音波乳化系統中。這提供足夠的裝置來確定定向（例如，患者與雷射臂、雷射束的路徑、及圖案的角度）。

【0253】 基於羅盤的位置確定系統的部件（例如，陀螺儀、加速度計、及磁力計）利用各種佈置方式佈置在患者支撐件中、在患者頭部支撐件中、在患者自身上、及在治療系統中，其中陀螺儀、加速度計、磁力計係位於這些部件的一或更多者中。

【0254】 實例11及12的系統在患者支撐件與治療系統之間具有柔性或可定位的機械附件。基於羅盤的位置確定系

統用於確定患者的眼睛與治療系統之間的位置（更特定為角度）。雷射系統將雷射遞送圖案配置成滿足所確定的角度。

【0255】 基於羅盤的位置確定系統係用於不具有超音波乳化子系統的獨立式治療雷射系統。獨立式治療雷射系統具有未附接至雷射系統的患者支撐件。基於羅盤的位置確定系統確定患者的眼睛與雷射系統的定向的角度。雷射系統將雷射遞送圖案配置成滿足所確定的角度。

【0256】 實例 1 6

【0257】 追蹤系統（例如，電磁追蹤系統）的頭枕或其他遠端部件（亦即，並非治療系統的一部分）具有可充電電池，而可以在單獨的充電站處、儲存容器、或在治療系統上進行充電。

【0258】 實例 1 7

【0259】 在毫微微超音波乳化系統的實施例中，控制系統推薦（例如，匹配）白內障等級、雷射功率及圖案、超音波速率、功率、相位角度、流動及射流速率、及與手持件及超音波乳化操作相關聯的其他態樣。以此方式，系統推薦並預先確定遞送至眼睛的所有能量及流體流動速率，作為完全整合裝置的治療的一部分。在實施例中，藉由系統控制器來調諧水晶體乳化手持件，以依據先前的雷射程序來最佳化水晶體乳化程序，該先前的雷射程序又依據先前的白內障等級。系統提供單一系統，該單一系統能夠快速且不需要患者或系統的位置的移動來確定角膜的結構（例

如，前及後表面）、眼睛的水晶體（例如，前囊、後囊）的形狀及位置，針對白內障的類型或密度進行分級，針對水晶體執行雷射囊切開及雷射碎裂，然後針對經雷射碎裂的水晶體材料執行超音波晶體乳化，以移除該材料來插入 IOL。系統經配置以使用從該程序的每一先前步驟所取得的資訊來最佳化該程序的下一個步驟。以此方式，該系統在眼科程序期間向眼睛提供完全整合及預先確定的總能量遞送以及能量遞送分佈曲線。在實施例中，總能量遞送與能量遞送分佈曲線係基於所治療的白內障的等級。總能量遞送與能量遞送分佈曲線包括雷射能量及超音波能量。

【0260】 實例 18

【0261】 在實施例中，毫微微超音波乳化系統針對提供程序的外科醫生或從業者提供預先確定可變模式。因此，在此模式下，與雷射控制器系統及超音波晶體乳化控制系統協同工作的系統可以預先確定並可取得用於超音波晶體乳化程序的推薦且較佳的最佳化範圍及設定。此實施例可以進一步基於外科醫生的選擇及偏好來「學習」，以基於外科醫生的實踐及輸入來提供客製化的最佳範圍。

【0262】 實例 19

【0263】 在實施例中，毫微微超音波乳化系統提供可調整模式，以提供更多可變性及預先確定可變性（例如，藉由基於遞送至水晶體的雷射束圖案或雷射治療、較佳為藉由系統確定或可以提供至系統的白內障等級、及其他因素而提供超音波的調整範圍的系統）。然後，系統可以針對程

序提供推薦範圍及調整，其中包括：（i）扭轉橫向運動、橫跨橫向運動、或無橫向運動的推薦；（ii）增加碎裂的雷射圖案的推薦，而因此降低水晶體乳化功率，以管理眼睛中的熱積累；（iii）推薦的工作循環。

【0264】 工作循環與工作循環推薦可以包括例如針對模式（例如，脈衝模式）的選擇，該模式將水晶體乳化功率脈衝與休止週期交替，預設比率為50：50。這稱為50%的工作循環，因為每一完整循環包含50%的時間的開啟，然後50%的時間的關閉。可以改變此預設比率，以更改超音波能量與休止間隔的比率。舉例而言，給定40：60的比率，40%導致40毫秒的開啟，而60毫秒導致60毫秒的關閉。何時偏好較高或較低的工作循環？答案取決於手術的階段。為了雕刻水晶體核（例如，利用分治技術），外科醫生需要遞送足夠能量以能夠切割凹槽。這需要約40%至60%的工作循環。一旦外科醫生在水晶體核中放置凹槽並達到四分之一圓周的裂紋，則可以在四分之一圓周的超音波乳化輔助抽吸期間使用較低的工作循環。對於此四分之一圓周的移除，可以使用20%至40%的較低工作循環，因為抽吸的主要力係為流體，而不是超音波。

【0265】 實例 2 0

【0266】 在實施例中，例如當雷射切割材料的尺寸小於超音波乳化抽吸針開口的尺寸時，超音波乳化子系統僅用於分離雷射切割材料。

【0267】 實例 2 1

【0268】 雷射超音波系統（更特定為毫微微超音波乳化系統）具有整合顯微鏡。

【0269】 實例 2 2

【0270】 適配器係用於超音波乳化毫微微系統的殼體中，以適配或使用多個公司或類型的超音波乳化包及超音波乳化盒。適配器具有必需的硬體適配器及軟體，以提供系統的完整、有效、且經批准的操作。適配器可以是殼體的一部分，可以是殼體的單獨插入件或部件，或者可以是盒的一部分或與盒整合。

【0271】 實例 2 3

【0272】 轉至第 6 圖，圖示雷射超音波系統的平面圖（更特定為經定位以用於執行雷射超音波治療程序的毫微微超音波乳化系統）的平面圖。毫微微超音波乳化系統 6 1 0 係利用頭側位置與頭上位置之間的角度進行定位。雷射遞送頭可以延伸至患者，以執行雷射手術，並且可以如箭頭 6 2 0 所示從患者移開，以進行超音波程序。頭枕 6 1 2 與患者支撐件 6 1 3 係相對於毫微微超音波乳化系統進行定位。系統與患者支撐件具有定位系統（例如，電磁定位系統），其確定相對於患者頭枕及患者的雷射系統的角度 6 3 0、角度 6 3 0 a、或兩者。所測量的角度係為在臂的縱向軸線 6 3 1 與患者（更特定為由頭枕確定的患者的頭部）的縱向軸線 6 3 2 之間的角度。

【0273】 圖示外科醫生的三個位置，頭上 6 4 1 及頭側 6 4 2、6 4 2。可以看出，無論外科醫生對於位置的偏好如何，雷射臂都不會干擾程序。

【0274】 此外，可以輕易且容易地將雷射頭重新定位以在患者的兩隻眼睛上進行並執行雷射程序，而不需要重新定位患者支撐件或毫微微超音波乳化系統的位置。

【0275】 在實施例中，雷射系統可以經定位以具有約 3 0 度至約 3 2 0 度的角度 6 3 0，以及在此範圍內的任何角度。針對此角度的唯一限制係為患者支撐件所在的區域。外科醫生能夠定位於頭上或任一頭側位置等。

【0276】 實例 2 4

【0277】 轉至第 7 圖，圖示這些可能配置與外科醫生位置中的幾種，所有這些都提供外科醫生的完整進出路徑。針對這些配置中之每一者，此完整進出路徑係針對患者的任一眼睛。因此，雷射超音波系統 6 1 0 可以位於：4 5 度角 6 5 6、9 0 度角（亦即，頭側）8 5 5、1 3 5 度角 6 5 4、1 8 0 度角（亦即，頭上）6 5 3、2 2 5 度角 6 5 2、2 7 0 角度（亦即，頭側）8 5 1、及 3 1 5 度角 6 5 0。應理解，雷射超音波系統可以位於圖式中所示的任何角度位置。因此，提供圍繞患者的眼睛中之每一者的完整定位（例如，雷射超音波系統的「時鐘形」）。以此方式，系統可以說是雙手皆可使用，因為對於外科醫生的左手與右手位置而言，系統配置是相同的。

【0278】 實例 2 5

【0279】 第8圖係為用於本系統的雷射遞送頭的沙姆形狀及位置確定組件的實施例。此實施例係為5相機配置，其中相機5001、5002、5003、5004、5005間隔40度。此放置允許系統以實例23及24的任何配置進行操作。即使在一些配置中並且針對一些患者而言，一個或兩個相機可能被阻擋，但該系統仍然進行操作並針對確定形狀及位置提供可靠的圖像。

【0280】 實例26

【0281】 第9圖係為用於本系統的雷射遞送頭的沙姆形狀及位置確定組件的實施例。此實施例係為6相機配置，其中相機6001、6002、6003、6004、6005、6006間隔40度。此放置允許系統以實例23及24的任何配置進行操作。即使在一些配置中並且針對一些患者而言，一個、兩個、或三個相機可能被阻擋，但該系統仍然進行操作並針對確定形狀及位置提供可靠的圖像。

【0282】 實例27

轉至第10A圖及第10B圖，圖示具有對接系統的近側雷射組件的透視圖的不同角度視圖。在第10B圖中，移除頭的外罩，而展示沙姆相機（例如，1001a）。近側雷射組件1000係附接至臂1040的近端，臂1040係為容納操作期間的治療雷射束路徑與雷射束的光管路。組件1000具有自動對接系統1010，自動對接系統1010具有驅動組件1011，驅動組件1011連接至對接環1020，對接環1020對接至患者介面裝置並形成患者介面裝置的一部分。自動對接系統

1010較佳為藉由控制系統進行控制，並且可以藉由外科醫生使用操縱桿來進行全部或部分操作。控制系統亦控制對接系統的操作，並且可以具有負載感測器、速度控制、及其他安全及控制系統。

【0283】 實例 28

【0284】 用於本系統及治療中的治療雷射束的實施例具有高品質的束特性。雷射束的M2因子可以是1至約2.5、少於2、少於1.5、及少於1.2。

【0285】 實例 29

【0286】 在本系統的實施例中，包括解除雷射的對接，將雷射臂移開，並使超音波乳化工具可以用於插入（在實施例中亦包括將超音波乳化工具插入眼睛）的從毫微微到超音波乳化的轉換可能需要少於5分（分鐘）、少於4分、3分及更少、2分及更少、約3至5分、約3至4分、約2分至4分、及更長或更短的時間。

【0287】 實例 30

【0288】 在實施例中，針對具有32 x 22英吋的佔地面積的毫微微超音波乳化工具系統，床佈置自由度允許將裝置定位於6呎3吋及更短的患者周圍的任何位置。此系統提供真正靈巧的系統。此靈巧的系統可以針對外科醫生提供圍繞每一眼睛的雷射的完整時鐘形以及頭側以及頭上的方式。

【0289】 實例 31

【0290】 各種實施例（例如，實例的實施例）的與雷射系統相關的部件係用於獨立式雷射系統中，獨立式雷射系統沒有整合在一起的超音波乳化系統。

【0291】 實例 3 2

【0292】 在這些裝置的實施例中，地板區域佔地面積（亦即，由外殼體形成的裝置外殼）係為 5 平方英尺（22 英寸 x 33 英寸 = 726 平方英尺 / 144 = 5 平方英尺）。此裝置的高度係為 57 英寸至 65 英寸。雷射臂及其光學頭主要為水平移動。臂不會環繞樞軸點旋轉。在儲存時，臂完全適配於裝置外殼（亦即，22 英寸 x 33 英寸）內。針對標稱位置的初始設定，雷射臂及其光學頭係在「X」上行進最大的 33 英寸。一旦處於標稱位置，則運動平台可以在 X 上移動 + / - 2 英寸，在 Y 上移動 + / - 2 英寸，在 Z 上移動 + 5 / - 3 英寸，以針對患者進行精細調整。（本實例所使用的 X 係為裝置的長軸，Y 係為裝置的橫向軸，Z 係為裝置的垂直軸。）因此，在此實施例中，臂在 X 及 Y 上移動，而使得在儲存時手臂及其光學頭完全適配於裝置佔地面積內。殼體係為不可調整，因此其寬度及橫向尺寸不會改變。

【0293】 實例 3 3

【0294】 轉至第 14 圖，圖示毫微微超音波乳化系統 1400 的實施例的透視圖。第 15 圖、第 15 A 圖、第 15 B 圖、第 16 A 圖、第 16 B 圖、第 16 C 圖、第 17 A 圖、第 17 B 圖、第 17 C 圖圖示第 14 圖的系統的各種部件及配置。在這些圖式中，相同數字表示相同部件。

【0295】 毫微微超音波乳化雷射系統1400具有用於形成系統1400的底座1403的殼體1401。移動機構殼體1402係位於底座1403上方，並附接至殼體1401。殼體1402包含用於可伸出組件1409的用於水平移動的機構（亦即，伸出及縮回）。轉換滑動平台1410係藉由水平移動機構1420伸出及縮回。轉換滑動平台1410支撐光學組件及掃描器殼體1406。此殼體1406亦包含垂直移動機構1425以及垂直移動轉換滑動平台1411。

【0296】 可伸出組件1409包括殼體1406、臂1407、及雷射束遞送頭1408，臂1407包含系統的各種光學路徑以及控制電纜。雷射束遞送頭1408包括形狀及位置確定設備1412及患者介面裝置1470。

【0297】 在第17圖中，圖示具有一個監視器1413的系統1400。系統可以具有一個或兩個附加的監視器（如第16A圖至第16C圖所示）。系統可以具有整合顯微鏡（在這些圖式中未圖示）。

【0298】 在第15圖中，圖示附接至轉換滑動平台1410的可伸出組件1409。平台1410具有可伸出/可縮回底座1424以及柔性可伸出/可縮回外罩1422。平台1410提供可伸出組件1409的水平移動。平台1410係定位於殼體1402內，並且部分形成該殼體的頂表面。殼體1402係附接至殼體1401。

【0299】 轉至第15A圖以及第15圖，水平移動機構1420係包含在殼體1402內。水平移動機構1420可以直接附接

至殼體 1402、殼體 1401、及這些的組合及變化。殼體 1402 亦包含用於托持（亦即，捲繞及鬆開）柔性外罩 1422 的捲軸 1423。殼體 1402 亦包含輥 1421，柔性外罩 1422 係在輥 1421 上方進行移動。

【0300】 第 15 A 圖圖示水平移動機構 1420，其中外罩 1402 被移除。水平移動機構 1420 具有馬達、驅動機構、感測器、及控制。水平移動機構 1420 具有水平滑動機構 1426，水平滑動機構 1426 係為一者在另一者內側的一對滑動軌道。支撐件 1428 將內部軌道與垂直滑動機構 1427 連接，其中滑動機構形成垂直移動機構 1425 的一部分（參見第 15 圖）。第 15 B 圖圖示處於第一伸出位置的第 15 A 圖的軌道組件，第一伸出位置係為用於進行雷射操作的位置。

【0301】 第 16 A 圖係為具有 3 個監視器的第 14 圖的系統 1400 的平面圖。系統 1400 係位於手術室或患者治療室中。系統 1400 處於完全縮回（例如，停放）的位置。在停放位置中，可伸出組件 1409 不會從底座 1403 伸出。因此，在此位置中，可伸出組件 1409 不會延伸超出系統的佔地面積或外殼（虛線 1480）內（亦即，完全在內側）。相對於患者床 1490 及人來圖示系統 1400。

【0302】 第 16 B 圖圖示處於伸出位置（第一位置或第一伸出位置）的用於執行治療雷射操作的系統。儘管利用相對於患者 90 度的定向角度圖示系統，但應理解，此系統可以利用任何角度相對於患者進行定位。舉例而言，此系統可以利用實例 23 及 24 的任何角度進行定位。可伸出組件

1409 水平延伸超過系統的殼體，以將雷射頭定位在患者上方。

【0303】 第16C圖圖示處於完全伸出位置的用於執行治療雷射操作的系統。利用與患者成135度的定向角度來圖示系統。完全伸出的位置使系統的殼體維持距離患者足夠遠，以提供從業者與患者之間的適當、舒適、及符合人體工程學的進出路徑。可伸出組件1409水平延伸超過系統的殼體，以將雷射頭定位在患者上方。將第16C圖與第16B圖進行比較，圖示第16C圖的完全伸出位置的可伸出組件1409比第16B圖的第一伸出位置更長（亦即，雷射頭更遠離底座）。

【0304】 第17A圖至第17C圖係為一系列照片，展示第14圖的系統的可伸縮組件在伸出及縮回時的特定位置。第17A圖圖示用於雷射系統的測試及校準的中性伸出位置。第17B圖圖示用於治療雷射操作的第一操作伸出位置。第17C圖圖示用於治療雷射操作的第二操作伸出位置（完全伸出）。

【0305】 因此，系統可以具有四個預先確定的位置。在停放位置中，雷射頭及可伸出組件係位於裝置的佔地面積內。在中間位置中，只有雷射頭水平延伸超過裝置的佔地面積。在第一伸出位置中，可以針對患者進行雷射治療活動。在第二或完全伸出位置中，可以針對患者進行雷射治療活動。可以藉由停止件、基於機械、基於控制軟體、及這些的組合及變化來控制四個預先確定的位置。系統亦可

以經配置以具有從中間到完全伸出的任意數量的其他伸出長度（係為預先確定的或單獨由操作者所確定的，以及這些的組合及變化）。

【0306】 殼體包含功率部件、控制部件、操作部件、分析預測及診斷裝置、位置確定及定位裝備、雷射束產生部件、及超音波產生部件。在較佳實施例中，超音波產生部件係為超音波晶體乳化系統的部件，而雷射束產生部件提供具有約 2 p s 及更短的脈衝長度的雷射束。

【0307】 這些部件可能由於以下原因而全部或部分地分佈在兩個殼體 1 4 0 1、1 4 0 2 之間：為了最佳化空間，為了避免部件之間的干擾，為了管理熱及振動，以及為了提供系統 1 4 0 0 的更有效控制及操作。兩個殼體 1 4 0 1、1 4 0 2 可以是在相同的底座或框架上的獨立殼體，可以在其間具有通訊、控制、功率、光學、及其他連接，可以是單一相同的殼體，可以細分或劃分成第三或第四等殼體或子殼體，以及這些的組合及變化。

【0308】 連接器 1 5 0 5 係為將殼體 1 4 0 1 與殼體 1 4 0 6 連接的光學導管。殼體 1 4 0 6 包含用於治療雷射束的掃描裝置及束成形光學裝置，其中掃描裝置、光學裝置、及兩者均可以用於監視及診斷雷射束及光學路徑。（殼體 1 4 0 6 亦包含垂直移動機構。）應理解，在實施例中，殼體 1 4 0 6 的這些部件可以全部或部分地位於另一殼體中的一個，並且同樣地，來自另一殼體的部件可以位於殼體 1 4 0 6 中。殼體 1 4 0 6 可以細分或劃分成一或更多個殼體或子殼體，以及這些的

組合及變化。在當前較佳實施例中，殼體 1406 包含並隔離掃描器及束成形光學裝置。掃描器及束成形光學裝置或可能包含在殼體 1406 中的其他部件係與系統 1400 的控制器及操作系統進行控制通訊。裝置可以彼此直接進行控制通訊，或者可以彼此間接進行控制通訊（例如藉由與中心（例如，可能亦具有控制能力的系統 1400 控制器、監視器 1413）進行控制通訊），以及這些的組合及變化。這些裝置亦可以彼此直接及間接進行控制通訊。

【0309】 光學導管 1405 可以是光管路（例如，具有內部反射表面的中空管或通道，而使得雷射束發射通過中空管內的自由空間，而中空管內的自由空間可以具有部分真空，具有環境中的空氣，包含惰性氣體，及這些的組合及變化）、鉸接式光管路、伸縮式光管路、柔性光管路、光纖、一或更多個光纖、中空導管、束導引器，以及這些及其他雷射束傳輸結構的組合及變化。

【0310】 殼體 1406 係附接至臂 1407。臂 1407 及殼體 1406 係藉由垂直移動機構 1425 沿著垂直方向移動。臂 1407 具有用於確定眼睛的形狀及位置以及眼睛內的結構的組件或裝置 1412。臂 1407 的近端（亦即，沿著雷射束路徑最遠的端部，而因此距離雷射束源最遠，並且位於裝置 1412 下方）具有患者介面裝置（PID）1470。殼體 1406 具有監視器 1413。監視器可以在例如關節臂上移動。監視器可以提供資訊（例如，程序、系統狀況、雷射狀態、超音波狀態、白內障密度、超音波設定、雷射圖案設定），

並且可以接收外科醫生的輸入及指令。監視器係與系統1400控制系統進行控制通訊，監視器亦可以包含系統1400控制系統的一部分或全部。監視器透過系統1400控制系統、透過監視器1413、及這些的組合及變化直接與雷射控制系統及超音波控制系統進行控制通訊。監視器及其關節臂可以位於系統1400中的其他結構上，亦可以單獨設置。可以使用一個、兩個、及額外的監視器。監視器可以具有3D查看或顯示功能。

【0311】 臂1407形成或包含雷射束傳輸結構（例如，中空管），以提供用於雷射束的傳送的自由空間。在實施例中，臂1407可以包含自由空間中的光束路徑，或者用於將雷射束發送至例如掃描器的光纖，光纖位於管的近端而不是遠端（亦即，靠近殼體1406的端部）。臂1407亦可以是或包含描述用於光學導管1405的類型的雷射束傳輸結構。管亦可以包含光學裝置。在第14圖的實施例中，臂1407包含非準直的雷射束，而因此臂1407可以指稱為包含非準直的雷射束及雷射束路徑，換言之，臂1407沿著雷射束路徑包含、圍繞、或容納「非準直空間」。臂1407可以容納或圍繞準直空間，準直空間係為雷射束路徑上的雷射束進行準直的空間。其可以容納包含光學裝置的空間。其可以容納準直及非準直的空間。實施例中的臂1407可以從遠端樞轉、旋轉、伸縮、鉸接、及這些的組合及變化。臂1407中的雷射束路徑的近端包含鏡或光學裝置，以將雷射束引導通過患者介面裝置，並到達及進入患者的眼睛。

【0312】 實例 3 3 A

【0313】 實例 3 3 的毫微微超音波乳化系統具有手術顯微鏡 1 4 5 7。應理解，在此示例所描繪的手術顯微鏡可以與系統的其他實例以及本說明書中的系統的其他實施例一起使用。

【0314】 實例 3 4

【0315】 在實施例中，雷射系統具有外部、內部、或兩者的冷卻。

【0316】 實例 3 5

【0317】 轉至第 1 2 A 圖至第 1 2 J 圖，圖示 P I D（患者介面裝置），該患者介面裝置係附接至本雷射超音波系統中之任一者並與其一起使用，並且亦與獨立式雷射系統一起使用。在第 1 2 A 圖至第 1 2 J 圖中，相同數字係對應於相同結構。如第 1 2 A 圖至第 1 2 J 圖所示，此實例中的患者介面裝置 1 2 0 0 的實施例具有以下部件：

1 2 0 1：患者介面裝置臂

1 2 0 2：上部窗口

1 2 0 4：目鏡

1 2 0 4 a：目鏡外裙部

1 2 0 4 b：目鏡內裙部

1 2 0 5：上部環

1 2 0 6：下部環

1 2 0 7 a：卡扣

1 2 0 7 b：卡扣

- 1 2 0 7 c : 卡 扣
- 1 2 0 8 a : 緩 衝 器
- 1 2 0 8 b : 緩 衝 器
- 1 2 0 8 c : 緩 衝 器
- 1 2 0 9 : 彎 月 形 反 向 器
- 1 2 1 0 : 儲 液 環
- 1 2 1 1 : 上 部 環 側 壁
- 1 2 1 2 : 鹽 水 填 充 通 道
- 1 2 1 3 : 真 空 埠
- 1 2 2 0 : 附 接 方 塊
- 1 2 2 1 : 臂
- 1 2 2 1 a : 臂 的 鎖 定 位 置
- 1 2 2 2 : 接 收 夾 具
- 1 2 2 3 : 接 合 球
- 1 2 2 4 : 狹 槽 (運 動 狹 槽)
- 1 2 2 5 : 用 於 展 示 臂 移 動 的 箭 頭
- 1 2 2 6 : 用 於 展 示 方 塊 接 合 移 動 的 箭 頭
- 1 2 5 0 : 眼 睛
- 1 2 6 0 : 雷 射 超 音 波 裝 置

【0318】 此患者介面裝置係附接至眼睛，以作為單一組件。附接至雷射頭的整個裝置係定位並接合至眼睛的表面。患者介面裝置臂係藉由夾具機構附接至雷射系統。

【0319】 在對接期間，將患者介面裝置臂的吸取杯輕輕定位於角膜表面上方，而使得吸取環與眼睛的表面接觸，然

後啟動真空以限制眼睛的相對運動，藉此穩定相對於PID的位置，以進行精確的雷射治療。

【0320】 患者介面裝置臂上的3個球形特徵係與夾具機構上的運動狹槽特徵接合。在位置接合期間，球將彈簧力施加至患者介面裝置臂。一旦患者介面裝置就位，則控制桿啟動CAM機構，以將球加載到患者介面裝置，並將運動安裝架進行鎖定就位。

【0321】 吸取杯介面或「眼睛杯介面」覆蓋眼睛的前表面並附接至眼睛。玻璃窗口定義患者介面裝置的第一平坦表面。軟體演算法所使用的第一折射表面的位置參考係用於計算從照明或雷射束所發出的光的焦點的精確位置。

【0322】 3個卡扣係用於托持窗口。3個覆蓋成形緩衝器將窗口推動以緊密接合卡扣底切。患者介面裝置臂的流體腔室係設計成具有向窗口的近側延伸的圓形壁。這允許在流體腔室填充期間流體彎月形在與窗口接觸之前進行反向。流體與窗口的適當接觸（亦即，從窗口的中心向外至周邊）有助於防止氣泡滯留於窗口下方，而氣泡可能會破壞雷射束。

【0323】 患者介面裝置臂的流體腔室係延伸至儲液環，其中來自腔室的多餘流體被排出。這亦作為屏障，以防止腔室中的鹽溶液（BSS）接觸患者皮膚，這可能導致其藉由毛細作用而排出。

【0324】 患者介面裝置臂在其底部具有柔性附接環，柔性附接環適於與患者的眼睛的前表面對接。附接環包括由矽

樹脂製成的柔性環形外裙部及內裙部，在眼杯被固定時與眼睛的表面接合。內裙部及外裙部描繪用於真空連通通道的環形抽取通道。

【0325】 在設計的其他態樣中，患者介面裝置臂在其一側具有真空埠，真空埠係用於在環形抽取通道中產生抽取力，而使眼杯介面能夠整齊地附接至患者的眼睛。緊鄰第一埠的第二埠係連接到醫療級管，以利用鹽溶液（BSS）填充眼杯介面腔室。

【0326】 實例 3 5 A

【0327】 轉至第 13 圖，圖示患者介面裝置 1300 的透視圖。患者介面裝置 1300 具有患者介面裝置臂 1301、上部（遠側）窗口 1302、及下部（近側）玻璃窗口 1303，上部（遠側）窗口 1302 可以是玻璃，並且較佳為針對治療雷射具有高透射率，下部（近側）玻璃窗口 1303 可以是玻璃，並且較佳為針對治療雷射具有高透射率。

【0328】 實例 3 6

【0329】 轉至第 18 圖及第 19 圖，分別圖示用於直射光光學組件及路徑以及沿著例如到達眼睛的治療雷射束遞送路徑的一部分的向下管路（DTP），其中光學組件及路徑係利用相機觀看眼睛。在較佳實施例中，直射光學路徑的大部分係與向下管路觀看路徑重合。

【0330】 實例 3 7

【0331】 在實施例中，雷射超音波系統（例如，毫微微超音波乳化系統）具有經配置以用於後囊切開的雷射，以及

針對後水晶體囊的雷射操作。系統進一步具有可以存取及使用並與雷射操作整合及最佳化的預定超音波乳化參數。透過使用具有例如第 2 3 A 圖至第 2 3 D 圖所示的螢幕的 G U I，系統可以具有基於選單的控制系統。

【0332】實例 3 8

【0333】用於雷射、雷射超音波、及毫微微超音波乳化系統的患者定位器裝置系統可以具有獨立標記，獨立標記可以放置在身體、頭枕、或二者上，並且不需要利用視線進行持續追蹤。磁場藉由標記而產生，並輸出位置及定向資料，而不需要進行後期分析計算。精確及高品質的資料係以每個標記的 5 0 H z 的更新速率進行遞送。添加標記（例如，每個系統四個）。系統在表 2 中進一步描述。

【0334】表 2

更新速率	50Hz/標記
延遲	約 20 毫秒
靜態精確度	使用在 30 英吋（76.2cm）處的一個標記及一個接收器的 1.0 度及 0.3 英吋（0.75cm）。精確度取決於安裝，典型的精確度通常可能導致 1 至 3 度以及 1 至 3 英吋（2.54cm 至 7.62cm）。
操作溫度	10%至 95%的相對濕度處的 10C 至 40C，無冷凝
功率要求	100-240VAC，50-60Hz，單相，4W
軟體工具	包括 GUI 及 SDK 包括用於 Microsoft Windows®的 USB 驅動程式
規範	FCC Part 15, class B CE: EN61326-1: 2013 EMC 要求
延遲	約 20 毫秒
靜態精確度	使用在 30 英吋（76.2cm）處的一個標記及一個接收器的 1.0 度及 0.3 英吋（0.75cm）。精確度取決於安裝，典型的精確度通常可能導致 1 至 3 度以及 1 至 3 英吋（2.54cm 至 7.62cm）。

操作溫度（OPERATING TEMPERATURE）	10%至 95%的相對濕度處的 10C 至 40C， 無冷凝
-----------------------------	-----------------------------------

【0335】實 例 3 9

【0336】雷射、雷射超音波、及毫微微超音波乳化系統可以具有與系統整合的外科顯微鏡。顯微鏡可以附接至系統的殼體，並且較佳地整合到系統中。以此方式，顯微鏡係與系統控制系統（例如，毫微微超音波乳化控制系統）進行資訊、資料、及控制通訊。因此，舉例而言，手術顯微鏡與系統針對顯微鏡經配置以接受來自治療雷射系統（特定為光學及資料系統）的命令及視圖（數位重疊），此通訊發生在雷射（例如，毫微微模式）中、在雷射程序（例如，毫微微程序）期間、在超音波乳化模式期間（例如，在超音波乳化程序期間）、在空閒、預熱、或觀察模式期間（超音波乳化、雷射、或二者都處於活動狀態，但並未執行程序）、及這些的組合。

【0337】在實施例中，手術顯微鏡被3D視覺系統替代或增強。3D查看系統可以是向外科醫生或其他從業者或觀察者顯示眼睛的結構（包括例如角膜、水晶體、患者介面裝置與眼睛的對接及接觸、IOL、及這些與其他結構與裝置的組合及變化）的三維圖像的任何系統。3D查看系統可以是例如可穿戴3D可附接輔助器（例如，BEYEONICS外科手術裝置）、3D監視器、監視器與眼鏡式系統、平視顯示系統、及這些的組合及變化。3D查看系統可以利用3D來記錄程序，並且可以即時向遠端（例如，與雷射系統所處的位置不同的位置）提供程序的遠端3D圖像。

【0338】 實例 4 0

【0339】 雷射、雷射超音波（例如，毫微微超音波乳化）系統可以具有與系統相關聯的「智慧型」腳踏開關。腳踏開關係與系統控制系統整合。腳踏開關可以依據系統的模式來打開及關閉雷射與超音波乳化。腳踏開關可以與選單系統、G U I、及語音命令整合，以允許腳踏開關用於選擇程序（例如，G U I上的選單驅動項目）（例如，第23 A圖至第23 D圖所示的選單項目）。腳踏開關亦可以與口說及聽力控制及選單選擇系統（例如，「A L E X A」或其他類型的語音命令系統）整合。

【0340】 腳踏開關可以是有線的（亦即，具有將腳踏開關連接到雷射超音波乳化系統的控制電纜）。較佳地，腳踏開關是無線的，並且與用於雷射、超音波乳化、整合單元、這些中之一或更多者、及所有這些的控制系統進行控制通訊。

【0341】 通訊匯流排可以用於腳踏開關以及其他裝置及系統。如第22 A圖所示，匯流排終止於每一端部處，然後多個裝置可以關閉匯流排，而不需要管理電腦。以此方式，所有裝置可以彼此對話（例如，進行控制通訊、資訊通訊、及二者）。在較佳實施例中，超音波乳化及毫微微電腦都在具有腳踏開關的匯流排上。腳踏開關可以廣播訊息封包，可以藉由用於雷射系統及超音波乳化系統的電腦（例如，控制器）處理訊息封包。主毫微微電腦可以使用一些腳踏開關控制來擊射雷射，或執行模式改變操作。超音波

乳化電腦可以同時使用其他腳踏開關控制來執行其他操作（例如，控制超音波乳化能量、沖洗、或抽吸真空）。

【0342】 在實施例中，匯流排係為廣播類型的匯流排（例如，C a n B u s ）。

【0343】 在實施例中，可以使用T C P / I P。然而，商用腳踏開關通常並非T C P / I P式。亦可以使用藍牙或硬體接線腳踏開關，但較不佳。

【0344】 實例41

【0345】 轉向第20圖、第20A圖、第20B圖，展示患者介面裝置2000的實施例。相較於更複雜的患者介面裝置，患者介面裝置具有四個部件，而大幅降低組裝成本及複雜性，並讓清潔更加容易。患者介面裝置可以是單次使用或是可重複使用。患者介面裝置2000具有整合（例如，單一）臂2001，而具有接合構件（例如，夾具2010），以用於附接至系統（例如，雷射、雷射超音波、毫微微超音波乳化等）。患者介面裝置2000進一步具有二個埠2007、2008，而可以用於流體運輸及真空。較佳地，2008係用於真空，而2007係用於B S S的遞送。患者介面裝置2000具有窗口2002，窗口2002係定位於保持環2003中，並藉由夾具2004a、2004b、20004c托持就位。單一真空圓環2005接合保持環2003的近端。真空圓環2005係與埠2007及2008流體連通。真空圓環2005較佳為單一件。真空圓環2005接合及托持柔性眼睛接合環2006，其與埠2007、2008中之一或二者流體連通。

【0346】 患者介面裝置2000具有窗口支撐及流體管理系統，其具有銷2020a、2020b、2020c（較佳為保持環2003的整合（亦即，單一）零件）。銷係在窗口的近端（下）側支撐窗口2002，而夾具2002a、2002b、2002c係與窗口2002的側邊及遠端（頂部）接合。銷係將窗口保持在二個流體通道、外部流體通道2021、及內部通道2022上方。通道係由環形突出部（例如，環2055或脊）間隔開。在實施例中，高的外部通道2021（以及環2055的高度）略低於銷（例如，低於銷的頂部約1mm、約0.7mm、約0.5mm）。內部及外部通道係作為用於保持與窗口的底部側接觸的流體的流體儲存系統，而允許氣泡逸出以及過量的流體溢流到外部流體通道2021。

【0347】 實例42

【0348】 轉向第21圖、第21A圖、第21B圖、第21C圖、第21D圖、第21E圖，展示毫微微超音波乳化雷射系統2100的實施例的各種視圖及部件。類似的元件符號表示類似的結構。系統2100具有容納在共同殼體內的雷射子系統與超音波晶體乳化子系統。雷射子系統包括治療雷射束源，並且在實施例中包括慢脈衝持續時間與長脈衝持續時間的治療雷射束源。雷射子系統包括用於定義治療雷射束所沿著行進的治療雷射束路徑的雷射以及沿著雷射束路徑定位或放置的光學部件。這些部件包括z方向聚焦光學裝置以及xy掃描器。

【0349】 毫微微超音波乳化系統2100具有第一殼體2101以及光學組件及掃描器殼體2102，其與第一殼體2101可移動地、機械地、及光學地相關聯。殼體2101係為可伸出/可縮回組件2103的一部分，以提供水平移動。組件2103亦包括底座2104，其與殼體2101機械式相關聯，並且無法相對於殼體2101移動。

【0350】 光學組件及掃描器殼體2102具有臂2105，臂2105容納雷射束路徑與光學路徑的部分，而提供雷射束及光學圖像的傳輸。雷射遞送及成像頭2016係與臂2105機械及光學相關聯。雷射遞送及成像頭2016的垂直移動係藉由操縱桿2107控制（並且亦可以單獨或與控制系統組合完成，亦可以透過GUI完成）。垂直移動可以藉由本說明書所揭示的各種裝置中之任一者來完成。

【0351】 雷射遞送及成像頭2016具有定位及確定裝置2108以及患者介面裝置2109。

【0352】 雷射束可移動連接器裝置（例如，鉸接式中空管路2110）將用於殼體2101中的雷射的雷射束發送至殼體2102中的光學及光束處理裝置。

【0353】 系統具有用於托持及儲存超音波乳化托盤組件2112的開口2114。超音波乳化托盤組件具有框架2122，框架2122托持支撐托盤2121及接合銷2113。

【0354】 系統2100具有二個開口2111（左側）及2120（右側），用於接收及托持接合銷2113與超音波乳化托盤組件2112。以此方式，系統2100係為雙手皆可使用，而

可以經配置以在右側及左側以相同的方式使用，而由於可以在系統的左側及右側使用，所以托盤及托盤組件係為雙手皆可使用。

【0355】 系統2100具有用於連接超音波乳化相關部件（例如，空氣、VIT、DIA、控制電纜等）的超音波乳化匣2115及埠2116。

【0356】 系統2100具有二個監視器2117、2118，其較佳為圖形使用者介面（GUI），以顯示資訊及選單，並接收輸入（例如，來自系統的操作者的指令）。GUI可以顯示控制及資訊選單（例如，第23A圖至第23D圖所示者）。

【0357】 系統2100具有緊急停止裝置2119。

【0358】 在此實例的實施例中，定位及確定裝置2108具有5或5個沙姆相機組件（例如，2123、2124、2125、2126）。雷射頭2106具有雷射遞送開口2128。雷射束路徑與圖像路徑係穿過此開口。開口可以具有透明窗口，可以讓雷射束及圖像穿過，亦可以具有蓋、虹膜、或其他關閉裝置，在不使用雷射時（例如，當裝置處於縮回位置時，或當超音波乳化系統正在操作時）關閉窗口。

【0359】 舉例而言，患者介面裝置2109可以是實例41的患者介面裝置。患者介面裝置2109透過患者介面裝置鎖定及接合裝置2127附接至雷射頭2106以及雷射系統2100。裝置2127具有鎖定槓桿突片2129，鎖定槓桿突片2129可以在鎖定位置（如第21E圖所示）與解鎖位置（如第21D圖所示）之間移動。

【0360】 臂 2 1 0 5 容納治療雷射束路徑以及其他光學路徑。在實施例中，臂 2 1 0 5 亦容納或承載用於成像及定位設備的控制及功率電纜以及對接組件（在此圖式中未圖示）。

【0361】 系統 2 1 0 0 具有用於雷射子系統及超音波乳化子系統的共同功率供應器。共同功率供應器針對整個系統提供所有功率，而消除對於輔助功率供應器或多個功率源的需求。此舉允許系統插入手術室中的單一功率供應器。

【0362】 系統 2 1 0 0 具有共同控制系統，其包括緊急停止按鈕或開關 2 1 1 9。共同控制系統具有控制器操作控制軟體或操作指令。在較佳實施例中，共同控制系統係與下列一或更多者（較佳為全部）進行控制通訊：雷射子系統中的控制系統及控制器；超音波乳化子系統中的控制系統及控制器；與操作者介面進行控制通訊；與緊急停止裝置 2 1 1 9 進行控制通訊；以及與例如患者醫療紀錄系統、會計系統、及這些配置的組合及變化的網路進行通訊。

【0363】 在實施例中，對接系統（較佳為具有操縱桿）以及成像及位置確定裝置係藉由雷射子系統控制系統進行控制。在實施例中，可以全部或部分地藉由共同控制系統直接控制。在實施例中，雷射控制系統及超音波控制系統係為部分的，並且可以完全整合進入單一共同控制系統。因此，在實施例中，在毫微微超音波乳化系統中僅存在一個控制系統或單一控制系統。在此實例的實施例中，系統使用實例 4 0 的匯流排通訊系統（亦圖示於第 2 2 A 圖中）。

【0364】 實例 4 3

【0365】 轉向第22A圖，展示實例42的系統2100，其中已經增加腳踏開關2130。腳踏開關係藉由無線通訊線路2131與系統電腦（例如，控制器）及系統的裝置進行控制通訊。

【0366】 此實例的實施例使用實例40的匯流排通訊系統（亦圖示於第22A圖中）。

【0367】 實例44

【0368】 在實施例中，整合雷射超音波系統具有第一殼體、第二殼體、GUI、及用於光學連接第一殼體與第二殼體的構件。第二殼體係與第一殼體可移動地相關聯。雷射超音波系統具有組件，該組件具有用於沿著雷射束遞送路徑提供治療雷射束的治療雷射。雷射具有治療雷射控制系統。雷射超音波系統亦具有用於提供治療超音波能量的超音波晶體乳化系統，而此系統具有超音波晶體乳化系統控制系統。治療雷射及超音波晶體乳化系統的至少一部分（較佳為這兩個系統的全部）係位於第一殼體內。

【0369】 此整合雷射超音波系統具有整合控制系統，整合控制系統係與治療雷射控制系統、超音波晶體乳化系統、及GUI中之至少一者（較佳為全部）進行控制通訊。

【0370】 此整合雷射超音波系統亦具有安全互鎖，由此當超音波晶體乳化系統進行操作時，防止雷射系統擊射治療雷射。安全互鎖係與整合控制系統及雷射控制系統中之一或更多者進行控制通訊。安全互鎖亦可以與超音波晶體乳化控制系統進行控制通訊。

【0371】 此整合雷射超音波系統亦具有包含 z 焦點、掃描器、及透鏡的光束成形及引導組件。此光束成形及引導組件係容納在第二殼體中。較佳地，此組件的整體係容納在第二殼體內。

【0372】 用於光學連接第一殼體及第二殼體的構件係與治療雷射及光束成形及引導組件進行光學通訊。用於光學連接的此構件可以是本說明書所揭示的鉸接的中空光管路、光纖、或用於發送雷射能量的其他構件中之任一者。

【0373】 此整合雷射超音波系統亦具有附接至第二殼體並與光束成形及引導組件進行光學通訊的臂。臂具有遠端及近端，其中遠端係與第二殼體相鄰，並且較佳為機械式附接，並且在實施例中，與第二殼體整合。系統具有與臂的近端相鄰（較佳為附接至臂的近端）的雷射遞送頭。雷射遞送頭具有位於雷射束遞送路徑上的光學元件。此光學元件可以是例如鏡，其沿著雷射束遞送路徑通過雷射遞送頭中的開口接收及引導雷射束。因此，舉例而言，此光學元件可以將光束轉動 90° 度，而從水平轉成垂直。此光學元件亦可以包括接收、成形、及發送雷射束的透鏡。這些透鏡可以在光學路徑上的鏡之前或之後。

【0374】 如較佳地配置，臂包含（例如，容納）雷射束遞送路徑的一部分（特定為從光束成形及引導組件到雷射頭的部分）。以此方式，臂將雷射遞送頭放置成與光束成形及引導組件進行光學通訊。

【0375】 較佳地，此系統具有用於確定眼睛的結構的形狀及位置的構件，其可以是沙姆組件、光學同調斷層掃描組件、或二者。此構件較佳地位於雷射遞送頭中、雷射遞送頭上、或形成雷射遞送頭的一部分。用於確定形狀及位置的構件係與整合控制系統、治療雷射控制系統、超音波晶體乳化控制系統中之一或更多者以及所有這些系統進行控制通訊。較佳地，構件至少與整合控制系統、雷射控制系統、或二者進行通訊。

【0376】 系統亦經配置以利用多個時鐘角度或位置放置在病人周圍。較佳地，此系統係配置成相對於患者位置成一角度進行定位，其中該角度係由臂的縱軸與患者軸所定義；其中該角度包含約 45° 、約 90° 、約 135° 、及約 180° 的角度。

【0377】 在此系統的實施例中，具有下列特徵中之一或更多者：經配置以提供具有不同脈衝持續時間的二個治療雷射束；具有虹膜配準系統；治療雷射係為飛秒雷射、皮秒雷射、或二者。

【0378】 實例 4 4 A

【0379】 實例 4 4 的系統具有腳踏開關，腳踏開關係與整合控制系統、治療雷射控制系統、及超音波晶體乳化控制系統中之一或更多者進行控制通訊。這些系統亦可以經配置以提供具有不同脈衝持續時間的二個治療雷射束。

【0380】 實例 4 4 B

【0381】 實例 4 4 及實例 4 4 A 的系統亦可以具有包含複數個預定雷射遞送圖案的整合控制系統、治療雷射控制系統、或二者。這些預定雷射遞送圖案可以包含在控制系統內，或者可以位於與控制系統相關聯並且可由控制系統存取的記憶體裝置中。此外，此系統的整合控制系統、超音波晶體乳化控制系統、或二者具有複數個預定超音波晶體乳化程序。這些預定超音波晶體乳化程序將包括陳述於超音波 / 超音波晶體乳化（本說明書的一般章節）的例如參數（例如，功率）及程序的類型（例如，切細）。

【0382】 此系統進一步經配置以確定關於眼睛的水晶體中的白內障的資訊。雷射頭上的形狀及位置確定裝置可以提供資料（例如，光學圖像），以形成確定所確定的資訊的基礎。亦可以使用單獨的成像系統來提供此資料。然後，控制系統中之一或更多者係依據資料來做出確定。舉例而言，所確定的此資訊較佳為白內障的等級。舉例而言，這可以是三個等級中之一者，或是四個等級中之一者。

【0383】 該系統經配置以推薦雷射超音波乳化組合治療。此建議係全部或部分依據所確定的關於白內障的資訊。

【0384】 雷射超音波乳化組合治療較佳為二部件治療。因此，具有雷射部件（複數個預定雷射遞送圖案中之至少一者）；以及超音波乳化部件，具有複數個預定超音波晶體乳化產生器中之至少一者。

【0385】 實例 4 5

【0386】 一種使用整合雷射超音波乳化系統來針對白內障眼睛提供雷射超音波乳化組合治療的方法。整合雷射超音波乳化系統具有：G U I；治療雷射，用於沿著雷射束遞送路徑提供治療雷射束，並具有治療雷射控制系統；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量，並具有超音波晶體乳化系統控制系統；整合控制系統，與治療雷射控制系統、超音波晶體乳化系統、及G U I進行控制通訊。

【0387】 因此，該系統可以用於確定關於白內障水晶體中的白內障的資訊。較佳地，所確定的此資訊係為白內障的等級。

【0388】 因此，該系統可以用於確定雷射超音波乳化組合治療。此雷射超音波乳化組合治療較佳為二部件治療。因此，具有雷射部件（複數個預定雷射遞送圖案中之至少一者）；以及超音波乳化部件，具有複數個預定超音波晶體乳化產生器中之至少一者。

【0389】 該系統可以用於針對白內障依據所確定的資訊推薦所確定的雷射超音波乳化組合治療。較佳地，該系統在G U I上顯示所推薦的雷射超音波乳化組合治療；並且較佳為在G U I上顯示成與所推薦的雷射超音波乳化組合治療相關的選單項目。

【0390】 然後，可以指示該系統（較佳為透過G U I選單，但也可以藉由語音或腳踏開關）：所推薦的組合治療；只有組合治療的二個部件中之一者；重新確定組合治療的二

個部件中之一或二者；以及這些的組合及變化。該系統執行這些指令。

【0391】 然後，可以指示該系統針對患者的眼睛的水晶體執行所確定及所推薦的雷射超音波乳化組合治療。因為這是二或更多個部件的治療，所以預期並且可能需要一或更多個指令，以執行該治療的步驟。

【0392】 實例 4 6

【0393】 通常，在使用本雷射超音波的實施例（例如，雷射超音波乳化、毫微微超音波乳化、整合系統）執行程序時，首先執行雷射程序，重新配置系統，然後執行超音波程序，再執行超音波晶體乳化。因此，通常，在患者準備好之後，首先執行雷射程序。這些雷射程序可以包括囊切開、水晶體破碎、及角膜切口及程序，以及本說明書所討論與該領域具有通常知識者已知的其他雷射程序。然後，藉由將臂及雷射頭移動遠離患者，快速重新配置整合系統。因此，將系統從雷射配置轉變成超音波（例如，超音波晶體乳化）配置，然後執行超音波程序（例如，超音波晶體乳化）。以此方式，在眼睛及水晶體材料上執行超音波晶體乳化，其首先被來自相同系統（亦即，整合系統）的雷射進行切割或破碎。一旦超音波晶體乳化程序完成，則患者被移走，而整合系統會迅速重新配置返回到雷射配置。該系統可以在雷射與超音波乳化配置之間快速且重複地轉換（亦即，重新配置）。

【0394】 應理解，儘管目前並非較佳，但是該系統能夠在執行超音波程序（例如，超音波晶體乳化）之後針對相同患者的相同或不同眼睛執行雷射程序。

【0395】 除了上述實例及那些實例的進一步實施之外，亦提供一種雷射系統，具有：治療雷射系統，具有殼體；患者位置確定系統。

【0396】 此外，提供一種雷射超音波系統，具有：治療雷射系統；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量；以及安全互鎖，由此當超音波晶體乳化系統處於操作狀態時，防止雷射系統擊射雷射。

【0397】 更進一步地，提供一種雷射超音波系統，具有：治療雷射系統；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量；以及整合到系統中的顯微鏡。

【0398】 此外，提供一種雷射超音波系統，具有：治療雷射系統；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量；沙姆（Scheimpflug）相機構件，用於確定眼睛的結構的形狀、位置、及兩者。

【0399】 此外，提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：其中雷射系統具有整合超音波系統；其中超音波系統係容納在治療雷射殼體內；其中超音波系統係為超音波晶體乳化系統；具有雷射安全互鎖，由此在使用超音波系統時不能發射雷射；其中治療雷射系統係為飛秒雷射系統；其中超音波系統係為超

音波晶體乳化系統；其中患者位置確定系統具有選自 A / C 電磁追蹤系統、電磁追蹤系統、陀螺儀、加速度計、及磁力計所組成的群組的裝置；其中患者位置確定系統具有選自羅盤、雷射位置確定裝置、音波位置確定裝置、RFID 裝置所組成的群組的裝置；其中治療雷射系統具有從殼體伸出的臂；其中治療雷射系統具有從殼體伸出的臂，並且在該臂的近端處具有雷射遞送頭；其中所確定的相對位置係在二維空間中；其中所確定的相對位置係在3維空間中；其中患者確定系統具有至少95%的精確度；其中患者確定系統具有至少98%的精確度；其中患者確定系統具有至少99%的精確度；其中該系統經配置以確定臂與患者縱向軸線的角度，並且至少部分依據該角度來調整治療雷射束圖案；其中該角度係確定為在精確度的 ± 5 度內；其中該角度係確定為在精確度的 ± 3 度以內；其中該角度係確定為在精確度的 ± 2 度內；其中該系統具有患者介面裝置；其中患者介面裝置具有彎月形反向器；其中患者介面裝置包含臂，且其中該臂定義真空通道及生理鹽水通道；其中該系統具有定義四個瞳孔的光學裝置，且其中雷射束路徑延伸通過瞳孔中的兩個；以及其中在瞳孔處係為共軛端心（telocentric）瞳孔。

【0400】 進一步提供一種雷射超音波系統，具有：組件，該組件具有：治療雷射，用於沿著雷射束路徑提供治療雷射束；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量；臂，附接至組件；該臂具有遠端及近端，其中遠端係附接

至組件；其中近端具有雷射遞送頭；該臂容納雷射束遞送路徑的一部分；其中該組件相對於患者位置成一角度進行定位，其中該角度係由該臂的縱向軸線與患者軸線所定義；該角度係為30度至320度。

【0401】 此外，進一步提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：其中該角度選自由45°、90°、135°、180°、225°、270°、及315°所組成的角度的群組；其中該臂經配置以環繞組件上的樞軸點進行弧形移動；其中該臂經配置以用於水平移動，由此該臂可以從組件伸出及縮回；其中該臂、該雷射頭、或二者經配置以用於垂直移動；其中具有該臂的雷射束路徑中的雷射束並未準直；其中具有該臂的雷射束路徑中的雷射束係在光纖內；具有定義四個瞳孔的光學裝置，且其中雷射束路徑延伸通過四個瞳孔；其中在瞳孔處係為共軛端心瞳孔；具有用於確定相對於組件的患者位置的構件；其中雷射系統與超音波晶體乳化系統是整合的；其中雷射系統與超音波晶體乳化系統係容納在殼體內。其中該組件係容納在殼體內；具有雷射安全互鎖，由此在使用超音波晶體乳化系統時無法發射雷射；以及其中治療雷射係為飛秒雷射。

【0402】 進一步提供一種雷射超音波系統，具有：治療雷射，用於沿著雷射束路徑提供治療雷射束；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量；以及光學裝置，用於定義四個瞳孔，且其中雷射束路徑延伸通過至少兩個瞳孔。

【0403】 此外，提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：其中在瞳孔處係為共軛端心瞳孔；其中治療雷射與超音波晶體乳化系統是整合的；其中治療雷射與超音波晶體乳化系統係容納在殼體內；具有雷射安全互鎖，由此在使用超音波系統時無法發射雷射；以及其中治療雷射系統係為飛秒雷射系統。

【0404】 此外，提供一種雷射超音波系統，具有：用於提供第一及第二治療雷射束的構件；該系統具有用於定義雷射束路徑的光學裝置；第一及第二雷射束路徑沿著雷射束路徑行進；其中第一治療雷射束具有約 1000 fs 至約 2000 fs 的脈衝寬度；該系統具有用於執行利用第一治療雷射束的水晶體切割的雷射束遞送圖案；其中第二治療雷射束具有約 100 fs 至約 500 fs 的脈衝寬度；該系統具有用於利用第二治療雷射束的角膜切割的雷射束遞送圖案；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量。

【0405】 進一步提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：其中第一雷射束的波長係為 1030 nm ；其中第二雷射束的波長係為 1030 nm ；其中第一雷射束的波長係為 1030 nm ，而第二雷射束的波長係為 1030 nm ；其中重複率係為 320 kHz 或更少。

【0406】 進一步提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝

置，具有下列特徵中之一或更多者：其中具有沙姆相機構件；其中沙姆相機構件具有 n 個相機，其中至少 $n - 1$ 個相機在 30 度至 320 度的任何患者角度下都具有患者眼睛的遮擋視圖；其中 n 係為 5 ；其中 n 係為 6 ；以及其中相機具有至少 40 度的間隔。

【0407】 此外，提供一種雷射超音波系統，具有：第一配置，用於向患者提供治療雷射束；以及第二配置，用於針對患者進行超音波晶體乳化程序；以及其中從第一配置到第二配置的轉變花費少於 5 分鐘。

【0408】 進一步提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：其中從雷射到超音波乳化的轉變少於 3 分鐘；其中從雷射到超音波乳化的轉變少於 2 分鐘；其中從雷射到超音波乳化的轉變少於 1 分鐘；其中從雷射到超音波乳化的轉變少於 45 秒；其中從雷射到超音波乳化的轉變係為約 30 秒；其中從雷射到超音波乳化的轉變係為約 1 分鐘至 30 秒。

【0409】 進一步提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：其中從毫微微雷射到超音波乳化的轉變少於 3 分鐘；其中從毫微微雷射到超音波乳化的轉變少於 2 分鐘；其中從毫微微雷射到超音波乳化的轉變少於 1 分鐘；其中從毫微微雷射到超音波乳化的轉變少於 45 秒；其中從毫微微雷射到超音波乳化的轉變係為約 30

秒；其中從毫微微雷射到超音波乳化的轉變係為約1分鐘至30秒。

【0410】 進一步提供一種雷射超音波系統，具有：用於定義佔地面積及體積的組件；該組件具有：治療雷射系統；以及超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量；以及其中佔地面積係小於1500平方英吋。

【0411】 進一步提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：其中佔地面積係為約33英吋×約22英吋；其中佔地面積係為約35英吋或更少×約35英吋或更少；其中佔地面積係為約35英吋或更少×約22英吋或更少；其中佔地面積係為約400平方英吋至約800平方英吋；其中體積小於約40立方英呎；其中體積小於約35立方英呎；其中體積小於約30立方英呎；其中體積小於約25立方英呎；以及其中體積小於約20立方英呎。

【0412】 此外，提供一種雷射超音波系統，具有：治療雷射系統；該治療雷射系統具有：臂，具有近端；雷射頭，附接至該臂的近端；以及電子裝置，用於操作治療雷射系統；超音波晶體乳化系統，用於提供治療超音波能量，並具有用於操作該超音波晶體乳化系統的電子裝置；以及雷射頭與用於超音波晶體乳化系統的電子裝置及用於治療雷射系統的電子裝置電隔離。

【0413】 進一步提供一種雷射系統，具有：治療雷射束，用於提供治療雷射束；以及用於定義雷射束路徑的光學裝

置；其中雷射束路徑大於300mm；由此，雷射束圖案沿著雷射束路徑傳輸，而雷射束圖案不會擴展。

【0414】 此外，提供一種雷射系統，具有：治療雷射束，用於提供治療雷射束；以及用於定義雷射束路徑的光學裝置；其中雷射束路徑大於300mm；由此，雷射束圖案沿著雷射束路徑傳輸，而沒有任何波前誤差。

【0415】 此外，提供一種雷射系統，具有：治療雷射束，用於提供治療雷射束；以及用於定義雷射束路徑的光學裝置；其中雷射束路徑大於300mm；由此，雷射束圖案沿著雷射束路徑傳輸，而沒有像差。

【0416】 進一步，提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：其中雷射係為飛秒雷射，並且進一步具有整合的超音波晶體乳化系統。

【0417】 此外，提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：具有虹膜配準裝置。

【0418】 此外，提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：其中超音波系統與雷射系統之間的資料及資訊進行交換；其中資訊具有白內障的等級；其中來自雷射系統的資訊係用於提供推薦的超音波能量。

【0419】 此外，提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：其中超音波系統與雷射系統之間的資料及資訊進行交換；以及其中資訊具有白內障的等級。

【0420】 此外，提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：具有光學同調斷層掃描成像構件。

【0421】 此外，提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：其中該系統具有佔地面積尺寸；以及其中佔地面積尺寸選自少於35×少於35英吋、少於35×25英吋、約35×25英吋、約33×22英吋、及約400平方英吋至約800平方英吋所組成的尺寸群組。

【0422】 此外，提供這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置，具有下列特徵中之一或更多者：具有定位於雷射束路徑中的雷射頭上的帽，由此當雷射未處於可操作配置時，光學部件得到保護。

【0423】 進一步提供利用這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統中之任一者執行雷射操作及超音波晶體乳化操作的方法。

【0424】 進一步，提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置：其中手術顯微鏡係附接至系統殼體，並與控制系統進行資料通訊、控制通訊、及二者；其中手術顯微鏡係與系統殼體整合；其中手術顯微鏡可以接受來自處於雷射（例如，毫微微）或超音波（例如，超音波乳化）模式或程序的雷射治療系統的命令、視圖（例如，數位重疊）。

【0425】 此外，提供具有下列特徵中之一或更多者的這些雷射系統、雷射超音波系統、雷射超音波乳化系統、毫微微超音波乳化系統、方法、及裝置：其中三維（3D）查看系統係附接至系統殼體，並與控制系統進行資料通訊、控制通訊、及二者；其中3D查看系統係與系統殼體整合；其中3D查看系統可以接受來自處於雷射（例如，毫微微）或超音波（例如，超音波乳化）模式或程序的雷射治療系統的命令、視圖（例如，數位重疊）。

標題及實施例

【0426】 應理解，在本說明書中標題的使用是為了清楚及參考之目的，而不是利用任何方式進行限制。因此，標題所描述的處理組成物及揭示內容應該結合包括各種實施例的整個說明書在上下文中進行閱讀。本說明書中的標題的使用不應限制本發明所提供的保護範圍。

【0427】 應理解，不需要提供或解決新穎及開創性的處理、雷射操作、雷射圖案、增強及改善的視覺、或與本發

明的實施例有關或相關聯的主題的其他有益特徵及性質的理論。然而，在本說明書中，提供各種理論以進一步推進該領域的技術。本說明書所提出的理論，除非另有明確說明，否則並非以任何方式限制或縮限所要求保護的發明的保護範圍。在利用本發明時，不需要或不實踐這些理論。亦應理解，本發明可以導致新的且至今未知的理論來解釋本發明的方法、雷射圖案、雷射操作、眼睛的功能、裝置、及系統的實施例的功能特徵；並且這種後來發展的理論不應限制本發明所提供的保護範圍。

【0428】 除了本說明書所揭示的圖式的那些實施例之外，本說明書所闡述的裝置、系統、雷射射擊圖案、活動、及操作的各種實施例亦可以與各種測量、診斷、外科、及治療雷射系統一起使用，或與其結合使用。本說明書所闡述的裝置、系統、雷射射擊圖案、活動、及操作的各種實施例可以與下列各者一起使用：將來可能開發的其他測量、診斷、外科、及治療系統；可以部分依據本說明書的教示進行修改的現有測量、診斷、外科、及治療雷射系統；以及其他類型的測量、診斷、外科、及治療系統。此外，本說明書所闡述的裝置、系統、雷射射擊圖案、活動、及操作的各種實施例可以利用不同及各種組合彼此一起使用。因此，例如本說明書的各種實施例所提供的配置可以彼此一起使用。舉例而言，根據本說明書的教示，具有A、A'、及B的實施例的部件以及具有A''、C、及D的實施例的部件可以利用各種組合彼此一起使用（例如，A、C、D、及

A、A''、C、及D等)。因此，本發明所提供的保護範圍不應限制在特定實施例、實例或特定圖式中的實施例所闡述的特定實施例、配置、或佈置中。

【0429】 在不悖離本發明的精神或基本特徵的情況下，可以利用不同於本文所具體揭示的其他形式來實施本發明。所描述的實施例在所有態樣中僅視為說明性而非限制性。

【符號說明】

【0430】

1 0 0：系統

1 0 1：殼體

1 0 2：殼體

1 0 3：埠

1 0 4：埠

1 0 5：光學導管

1 0 6：殼體

1 0 7：臂

1 0 7 a：箭頭

1 0 7 b：箭頭

1 0 8：裝置

1 0 9：監視器

1 0 9 a：箭頭

1 1 0：升降器裝置

1 2 0：箭頭

1 2 1：箭頭

1 2 2 : 箭 頭

1 5 0 : 框 架

2 0 0 : 系 統

2 0 1 : 臂

2 0 2 : 雷 射 遞 送 頭

2 0 3 : 成 像 及 定 位 設 備

2 0 4 : 雷 射 子 系 統

2 0 5 : 超 音 波 晶 體 乳 化 子 系 統

2 0 6 : 共 同 殼 體

2 0 7 : 共 同 功 率 供 應 器

2 0 8 : 共 同 控 制 系 統

2 0 9 : 操 作 者 介 面

2 1 0 : 緊 急 停 止 裝 置

2 1 1 : 控 制 系 統 及 控 制 器

2 1 2 : 控 制 系 統 及 控 制 器

3 0 1 : x y 掃 描 器

4 0 0 : 光 學 系 統

4 0 1 : 光 學 系 統

4 0 2 : 光 學 系 統

4 0 3 : 光 學 系 統

4 2 0 : 遠 側 殼 體

4 2 0 a : 遠 側 殼 體

4 2 0 b : 遠 側 殼 體

4 2 1 : 臂

4 2 1 a : 連 接 器

4 2 1 b : 臂

4 2 3 : 近 側 殼 體

4 2 3 a : 雷 射 頭

4 2 3 b : 近 側 殼 體

4 3 0 : 光 學 系 統

4 6 1 : 瞳 孔

4 6 2 : 瞳 孔

4 6 3 : 瞳 孔

4 6 4 : 瞳 孔

4 9 0 : 沙 姆 相 機 組 件

5 0 0 : 系 統

5 0 1 : 殼 體

5 0 2 : 滑 動 機 構

5 0 2 a : 箭 頭

5 0 3 : 可 移 動 殼 體

5 0 4 : 臂

5 0 5 : 雷 射 遞 送 頭

5 0 6 : 位 置 及 形 狀 確 定 設 備

5 0 7 : 光 管 路

5 1 0 : 機 構

5 1 0 a : 位 置 調 整 機 構

5 1 1 : 橫 向 移 動 組 件

5 1 2 : 固 定 柱

5 1 3 : 自由移動組件

5 1 3 a : 箭頭

5 2 0 : 板

5 2 1 : 板

5 2 2 : 馬達

5 2 3 : 馬達

5 3 1 : 橫向移動組件

6 1 0 : 系統

6 1 2 : 頭枕

6 1 3 : 患者支撐件

6 2 0 : 箭頭

6 3 0 : 角度

6 3 0 a : 角度

6 3 1 : 縱向軸線

6 3 2 : 縱向軸線

6 4 1 : 頭上

6 4 2 : 頭側

6 5 0 : 角

6 5 1 : 角

6 5 2 : 角

6 5 3 : 角

6 5 4 : 角

6 5 5 : 角

6 5 6 : 角

1 0 0 0 : 組 件

1 0 0 1 a : 沙 姆 相 機

1 0 1 0 : 自 動 對 接 系 統

1 0 1 1 : 驅 動 組 件

1 0 2 0 : 對 接 環

1 0 4 0 : 臂

1 2 0 0 : 患 者 介 面 裝 置

1 2 0 1 : 患 者 介 面 裝 置 臂

1 2 0 2 : 上 部 窗 口

1 2 0 4 : 目 鏡

1 2 0 4 a : 目 鏡 外 裙 部

1 2 0 4 b : 目 鏡 內 裙 部

1 2 0 5 : 上 部 環

1 2 0 6 : 下 部 環

1 2 0 7 a : 卡 扣

1 2 0 7 b : 卡 扣

1 2 0 7 c : 卡 扣

1 2 0 8 a : 緩 衝 器

1 2 0 8 b : 緩 衝 器

1 2 0 8 c : 緩 衝 器

1 2 0 9 : 彎 月 形 反 向 器

1 2 1 0 : 儲 液 環

1 2 1 1 : 上 部 環 側 壁

1 2 1 2 : 鹽 水 填 充 通 道

- 1 2 1 3 : 真 空 埠
- 1 2 2 0 : 附 接 方 塊
- 1 2 2 1 : 臂
- 1 2 2 1 a : 臂 的 鎖 定 位 置
- 1 2 2 2 : 接 收 夾 具
- 1 2 2 3 : 接 合 球
- 1 2 2 4 : 狹 槽 (運 動 狹 槽)
- 1 2 2 5 : 用 於 展 示 臂 移 動 的 箭 頭
- 1 2 2 6 : 用 於 展 示 方 塊 接 合 移 動 的 箭 頭
- 1 2 5 0 : 眼 睛
- 1 2 6 0 : 雷 射 超 音 波 裝 置
- 1 3 0 0 : 患 者 介 面 裝 置
- 1 3 0 1 : 患 者 介 面 裝 置 臂
- 1 3 0 2 : 上 部 (遠 側) 窗 口
- 1 3 0 3 : 下 部 (近 側) 玻 璃 窗 口
- 1 4 0 0 : 系 統
- 1 4 0 1 : 殼 體
- 1 4 0 2 : 殼 體
- 1 4 0 3 : 底 座
- 1 4 0 5 : 光 學 導 管
- 1 4 0 6 : 殼 體
- 1 4 0 7 : 臂
- 1 4 0 8 : 雷 射 束 遞 送 頭
- 1 4 0 9 : 可 伸 出 組 件

1 4 1 0 : 轉 換 滑 動 平 台

1 4 1 1 : 垂 直 移 動 轉 換 滑 動 平 台

1 4 1 2 : 裝 置

1 4 1 3 : 監 視 器

1 4 2 0 : 水 平 移 動 機 構

1 4 2 1 : 輓

1 4 2 2 : 柔 性 外 罩

1 4 2 3 : 捲 軸

1 4 2 4 : 底 座

1 4 2 5 : 垂 直 移 動 機 構

1 4 2 6 : 水 平 滑 動 機 構

1 4 2 7 : 垂 直 滑 動 機 構

1 4 2 8 : 支 撐 件

1 4 7 0 : 患 者 介 面 裝 置 (P I D)

1 4 8 0 : 虛 線

1 4 9 0 : 患 者 床

1 5 0 5 : 連 接 器

2 0 0 0 : 患 者 介 面 裝 置

2 0 0 1 : 臂

2 0 0 2 : 窗 口

2 0 0 2 a : 夾 具

2 0 0 2 b : 夾 具

2 0 0 2 c : 夾 具

2 0 0 3 : 保 持 環

2 0 0 4 a : 夾 具

2 0 0 4 b : 夾 具

2 0 0 4 c : 夾 具

2 0 0 5 : 真 空 圓 環

2 0 0 6 : 柔 性 眼 睛 接 合 環

2 0 0 7 : 埠

2 0 0 8 : 埠

2 0 1 0 : 夾 具

2 0 2 0 a : 銷

2 0 2 0 b : 銷

2 0 2 0 c : 銷

2 0 2 1 : 通 道

2 0 2 2 : 通 道

2 0 5 5 : 環

2 1 0 0 : 系 統

2 1 0 1 : 殼 體

2 1 0 2 : 殼 體

2 1 0 3 : 組 件

2 1 0 4 : 底 座

2 1 0 5 : 臂

2 1 0 6 : 雷 射 頭

2 1 0 7 : 操 縱 桿

2 1 0 8 : 定 位 及 確 定 裝 置

2 1 0 9 : 患 者 介 面 裝 置

2 1 1 0 : 中 空 管 路

2 1 1 1 : 開 口

2 1 1 2 : 超 音 波 乳 化 托 盤 組 件

2 1 1 3 : 接 合 銷

2 1 1 4 : 開 口

2 1 1 5 : 超 音 波 乳 化 匣

2 1 1 6 : 埠

2 1 1 7 : 監 視 器

2 1 1 8 : 監 視 器

2 1 1 9 : 緊 急 停 止 裝 置

2 1 2 0 : 開 口

2 1 2 1 : 支 撐 托 盤

2 1 2 2 : 框 架

2 1 2 3 : 沙 姆 相 機 組 件

2 1 2 4 : 沙 姆 相 機 組 件

2 1 2 5 : 沙 姆 相 機 組 件

2 1 2 6 : 沙 姆 相 機 組 件

2 1 2 7 : 裝 置

2 1 2 8 : 雷 射 遞 送 開 口

2 1 2 9 : 鎖 定 槓 桿 突 片

2 1 3 0 : 腳 踏 開 關

2 1 3 1 : 無 線 通 訊 線 路

【生物材料寄存】

國 內 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於眼科程序的患者介面裝置(PID)，

該裝置包含：

a. 一整合臂，具有一頂端及一底端；

i. 該底端包含一保持環；

ii. 該保持環具有一頂側、一底側、及經配置以用於治療雷射束的傳輸的一開口；

iii. 一第一及一第二埠；其中該等埠係與該開口、該頂側、及該底側中之至少一者流體連通；

b. 該保持環的該頂側包含：

i. 複數個銷，從該頂側的一表面向上延伸，並定義一銷高度；

ii. 複數個夾具，在該頂側的該表面向上延伸，並具有夾具接合表面，藉此定義一夾具接合表面高度；

iii. 其中該夾具接合表面高度係大於該銷高度；

iv. 一環，從該頂側的該表面向上延伸，並定義一環高度；以及

v. 其中該環部分定義一第一環形通道與一第二環形通道；

c. 一窗口，其中該窗口定義一窗口高度；以及其中該窗口係托持在該等夾具接合表面與該等銷之間；以及其中該窗口係定位於該開口上方；以及

d. 一真空圓環結構，附接至該保持環的該底側；以及

其中該真空圓環結構係與該等埠中之至少一者流體連

通。

【請求項2】 如請求項1所述的患者介面裝置，包含一柔性眼睛接合環，具有一內部環形裙部與一外部環形裙部，以及藉此定義經配置以與一眼睛接合的一柔性環形真空通道；該柔性眼睛接合環係附接至該真空圓環結構的一底側，並與該等埠中之至少一者流體連通。

【請求項3】 如請求項1至2中之任一者所述的患者介面裝置，其中該環高度係稍微低於該銷高度。

【請求項4】 如請求項1至2中之任一者所述的患者介面裝置，其中該環高度係低於該銷高度。

【請求項5】 如請求項1至2中之任一者所述的患者介面裝置，其中該環高度比該銷高度更低約1mm。

【請求項6】 如請求項1至2中之任一者所述的患者介面裝置，其中該整合臂係為一單一結構。

【請求項7】 如請求項1至2中之任一者所述的患者介面裝置，其中該真空圓環結構係為一單一結構。

【請求項8】 如請求項1至2中之任一者所述的患者介面裝置，其中該保持環係為一單一結構。

【請求項9】 如請求項1至2中之任一者所述的患者介面裝置，其中該柔性眼睛接合環係為一單一結構。

【請求項10】 一種雷射超音波系統，包含：

a. 一組件，該組件包含：

i. 一治療雷射，用於沿著一雷射束路徑提供一治療雷射束；

ii. 一超音波晶體乳化子系統，用於提供治療超音波能量；

b. 一臂，附接至該組件；

i. 該臂具有一遠端及一近端，其中該遠端係附接至該組件；

ii. 其中該近端具有一雷射遞送頭；

iii. 其中該臂容納該雷射束遞送路徑的一部分；以及

c. 請求項 1 至 9 的患者介面裝置中之任一者。

【請求項 11】一種雷射超音波系統，包含：

a. 用於提供一第一治療雷射束及一第二治療雷射束的一治療雷射；

b. 該系統具有用於定義一雷射束路徑的光學裝置；

c. 該第一治療雷射束及該第二雷射束沿著該雷射束路徑行進；

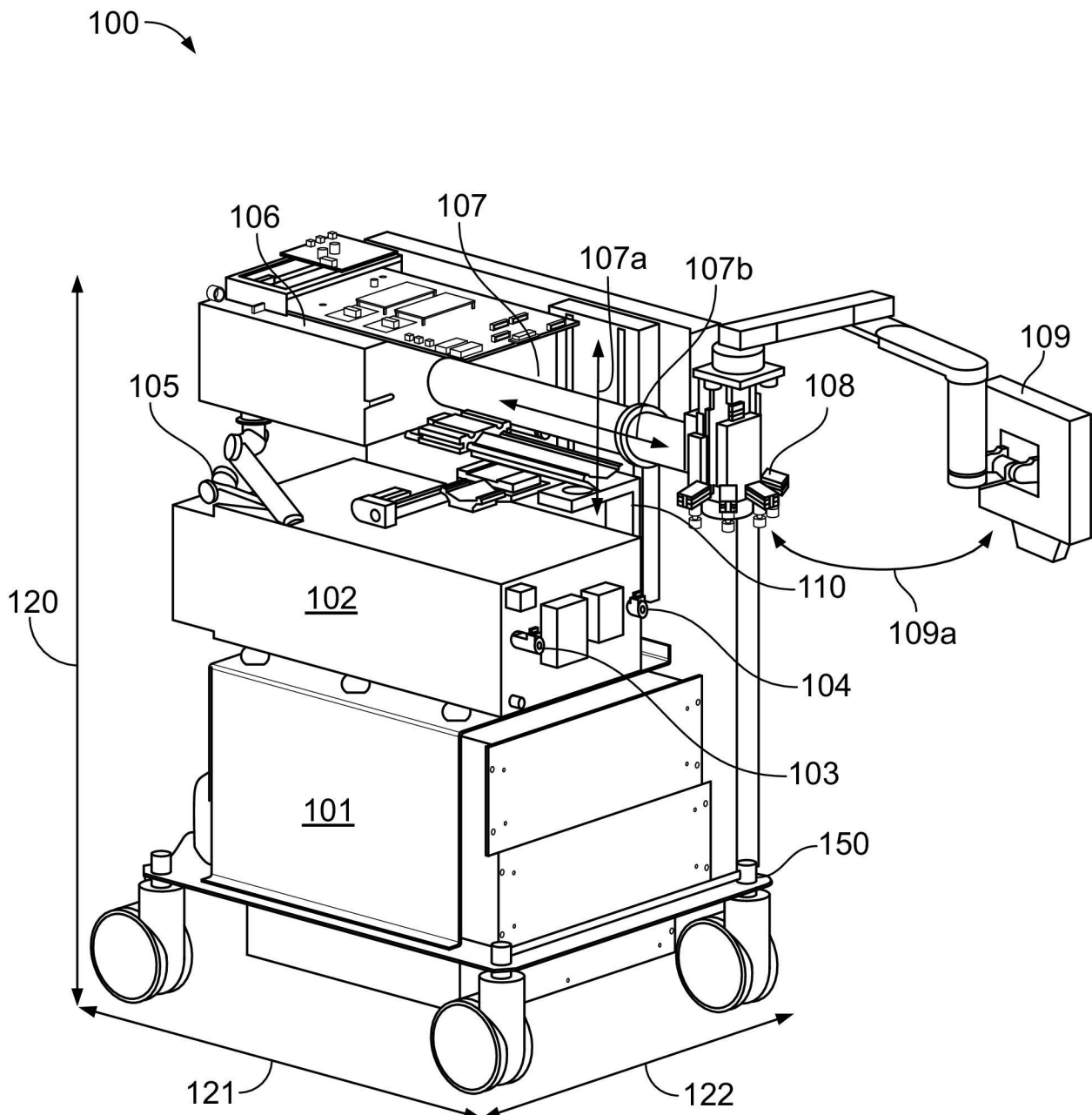
d. 其中該第一治療雷射束具有約 1000 fs 至約 2000 fs 的一脈衝寬度；該系統包含用於執行利用該第一治療雷射束的一水晶體切割的一雷射束遞送圖案；

e. 其中該第二治療雷射束具有約 100 fs 至約 500 fs 的一脈衝寬度；該系統包含用於執行利用該第二治療雷射束的一角膜切割的一雷射束遞送圖案；

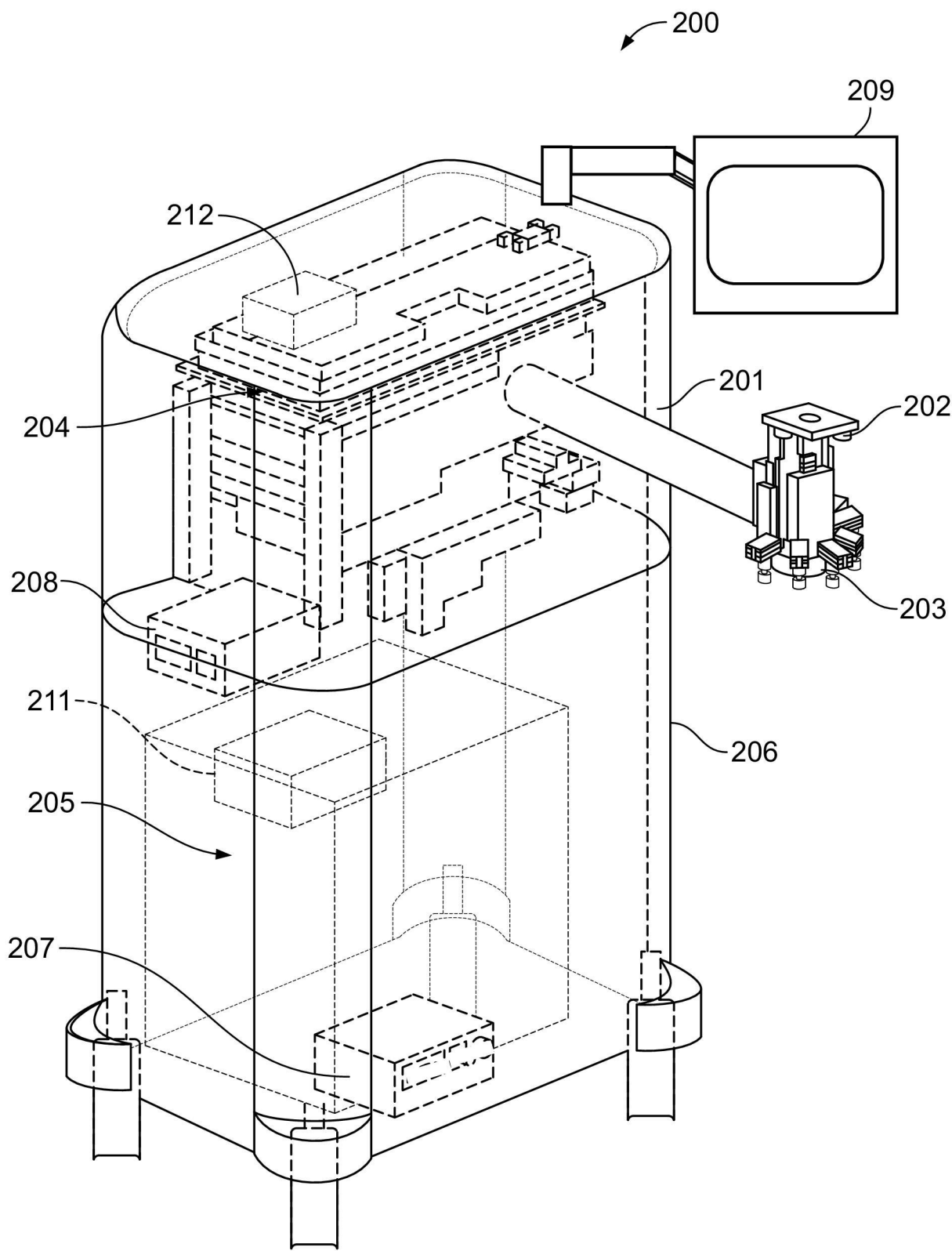
f. 一超音波晶體乳化子系統，用於提供治療超音波能量；以及

g. 請求項 1 至 9 的患者介面裝置中之任一者。

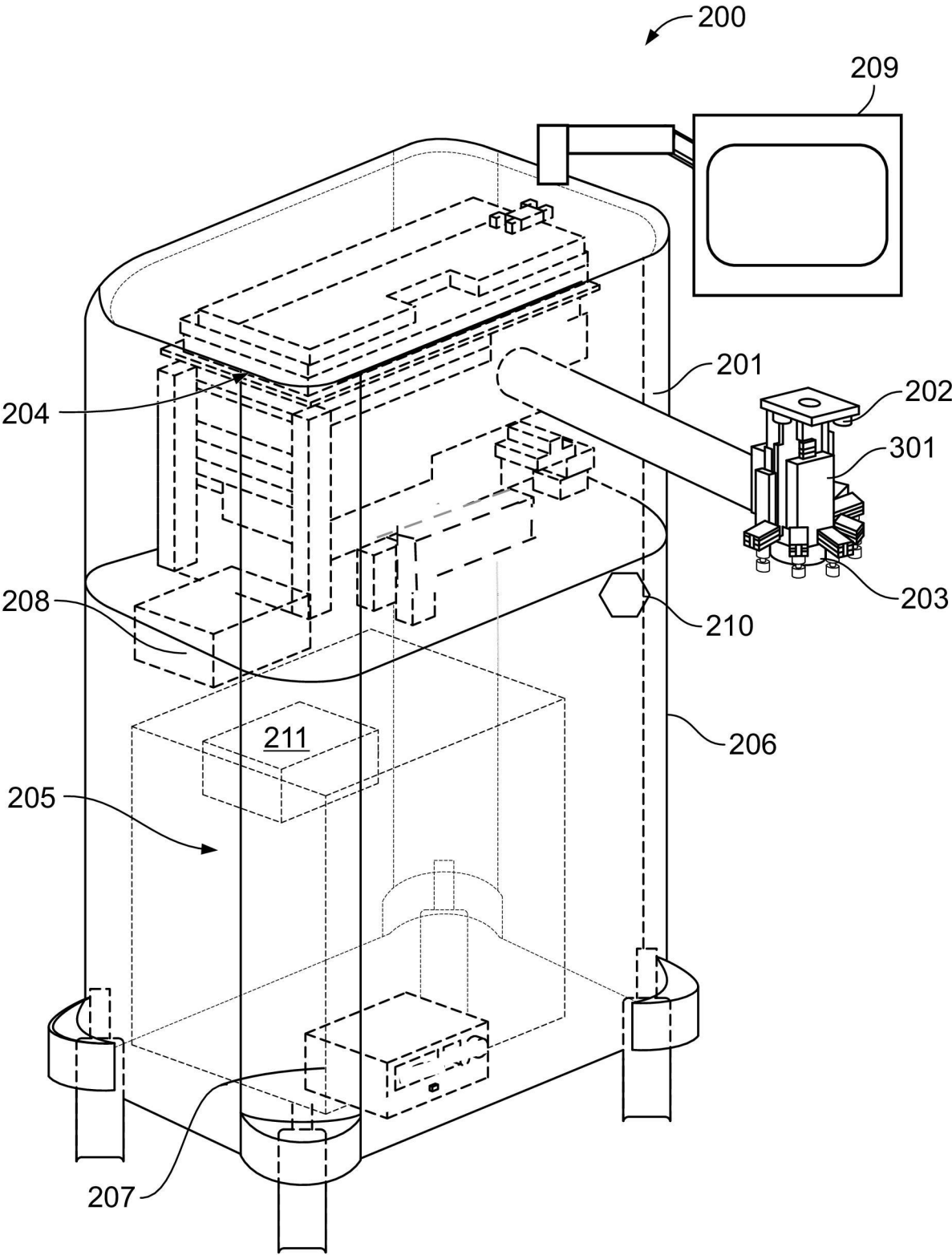
- 【請求項12】如請求項10或11所述的系統，其中該系統係為雙手皆可使用。
- 【請求項13】如請求項10或11所述的系統，其中該系統包含一超音波乳化托盤組件、一超音波乳化匣，並且雙手皆可使用。
- 【請求項14】如請求項10或11所述的系統，包含一無線腳踏開關，經配置以控制該治療雷射、該超音波晶體乳化子系統、或二者。
- 【請求項15】如請求項10或11所述的系統，其中該系統包含定義一開口的一雷射頭，其中一治療雷射束路徑行進通過該開口，並且與該開口相關聯的構件係用於在該超音波晶體乳化子系統的操作期間、當該雷射頭處於一縮回位置時、或二者關閉該開口。
- 【請求項16】一種雷射傳輸方法，該方法包含以下步驟：
透過請求項1至9的患者介面裝置中之任一者的窗口發送一雷射束。



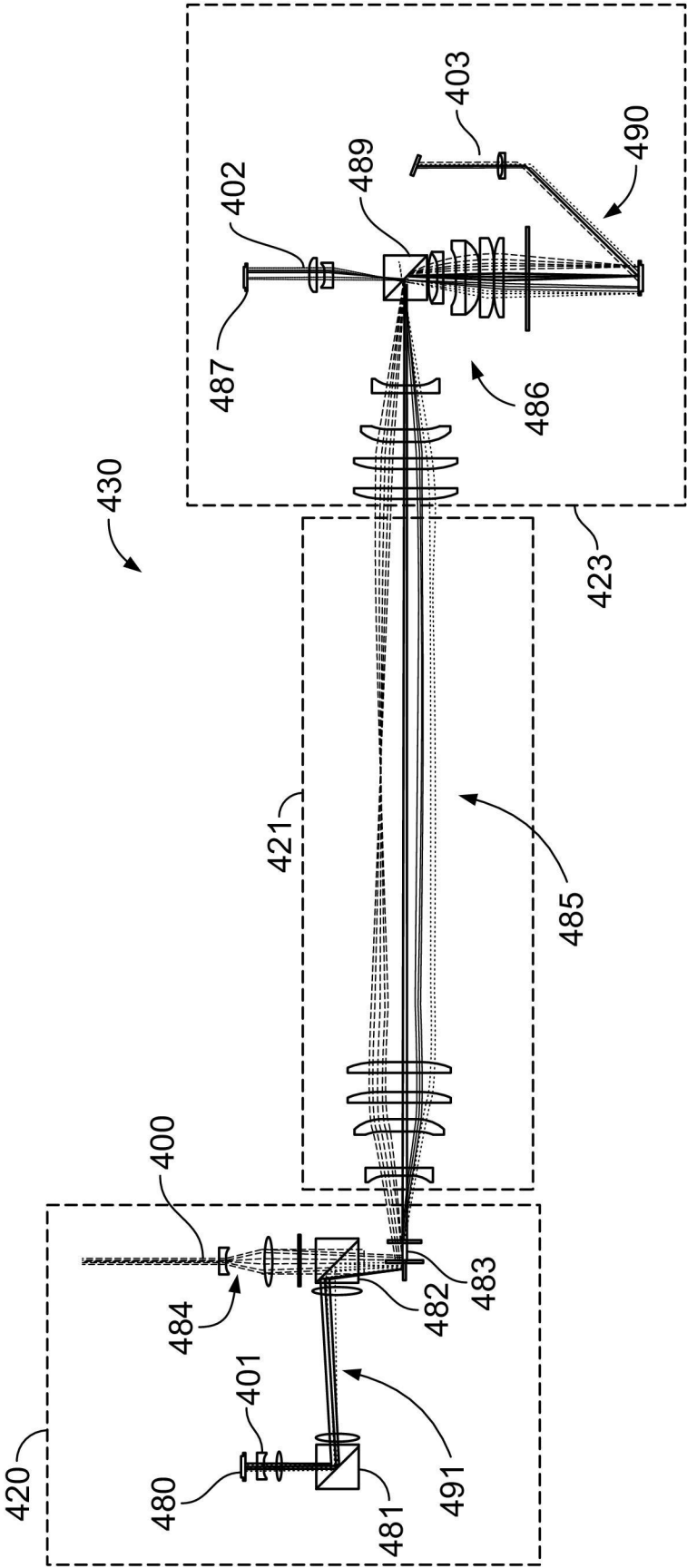
第1圖



第2圖

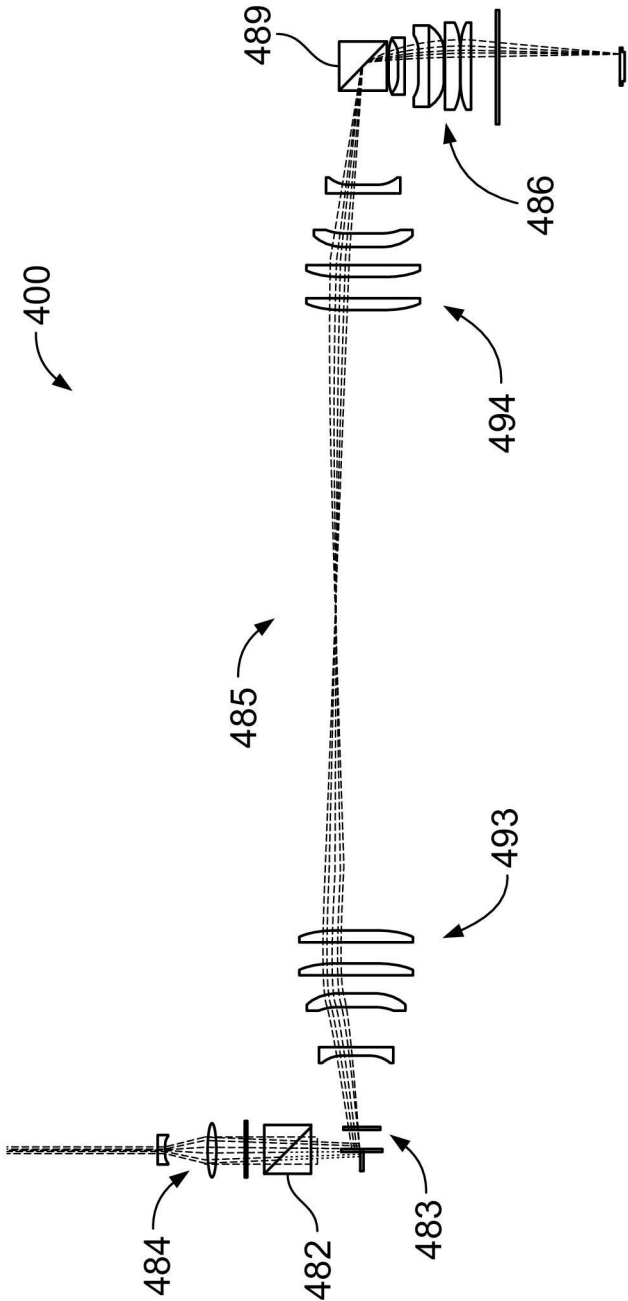


第3圖



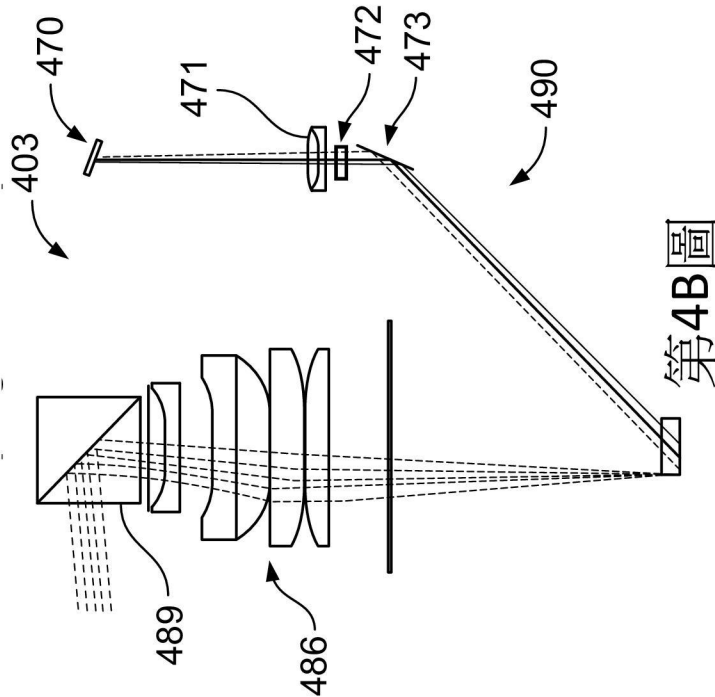
第4圖

雷射/SLD束遞送光學裝置



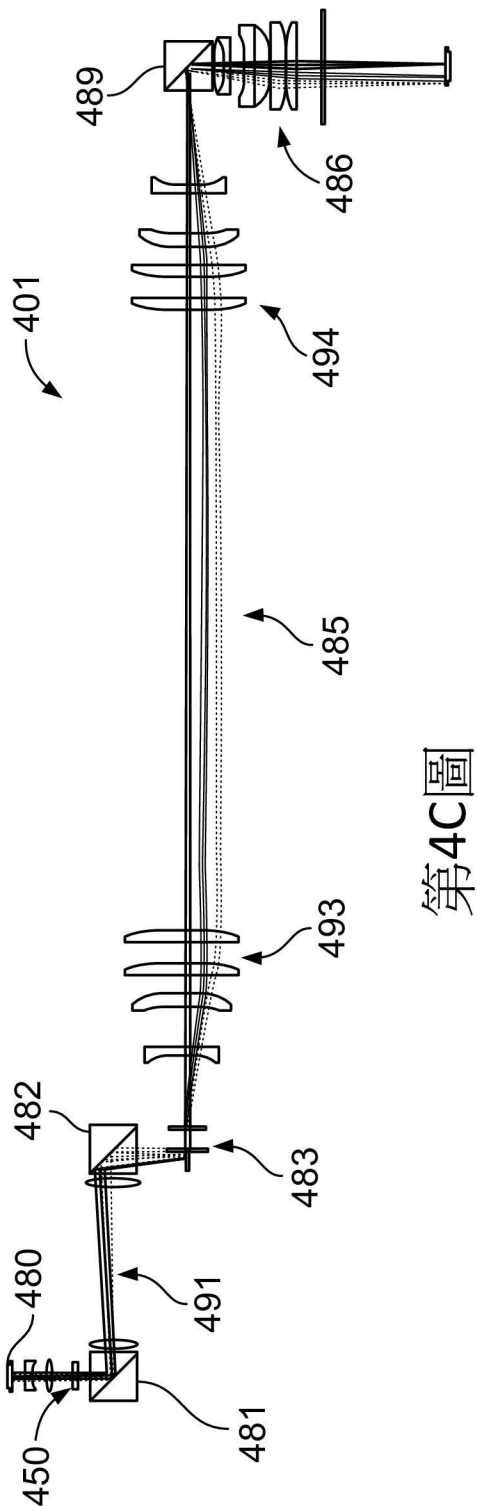
第4A圖

沙姆相機光學裝置



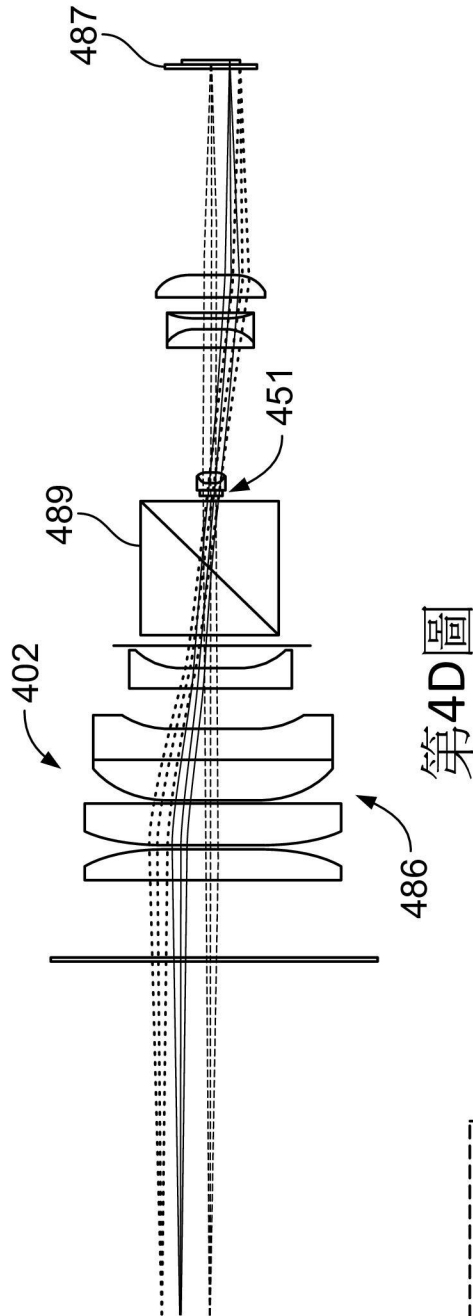
第4B圖

IR DTP 相機光學裝置

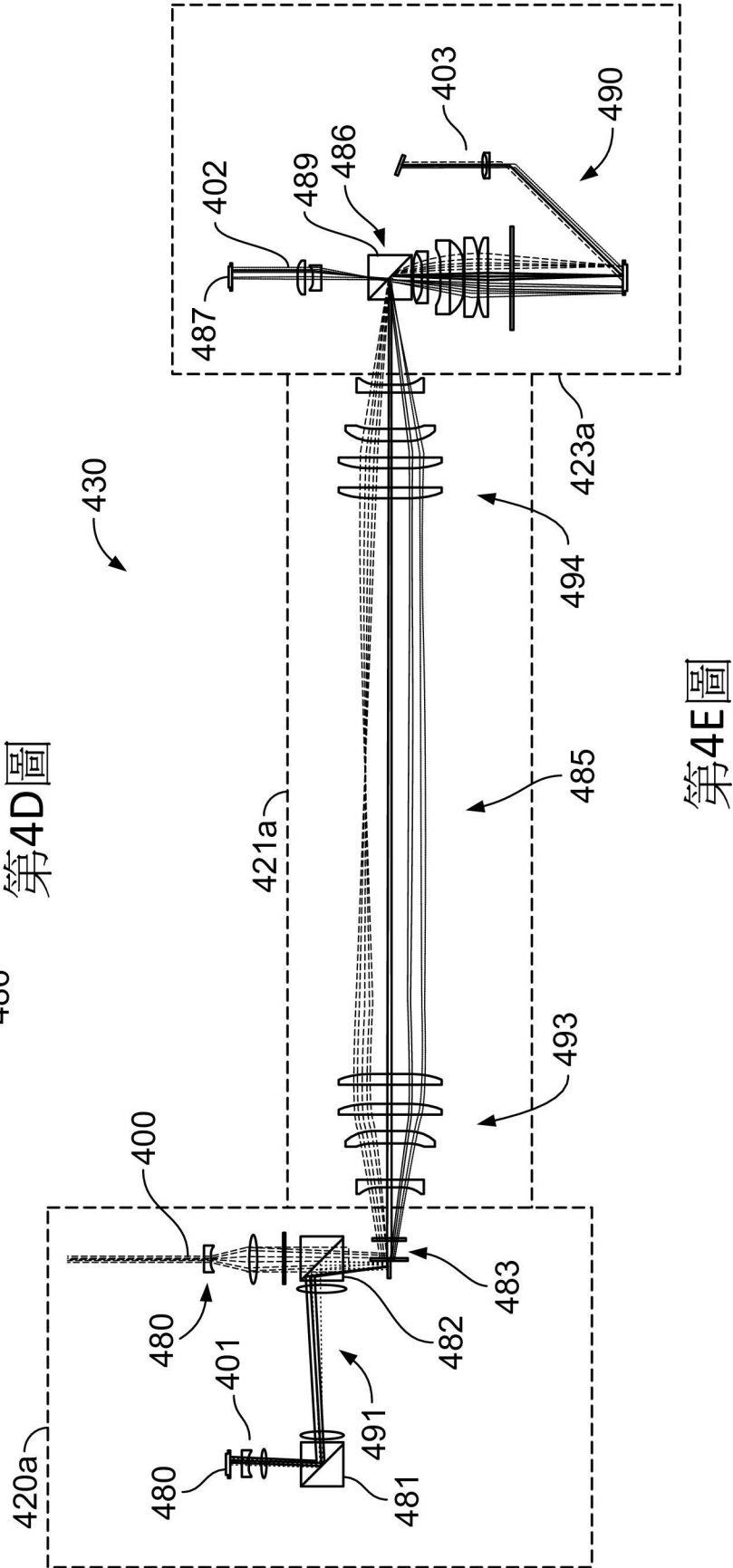


第4C圖

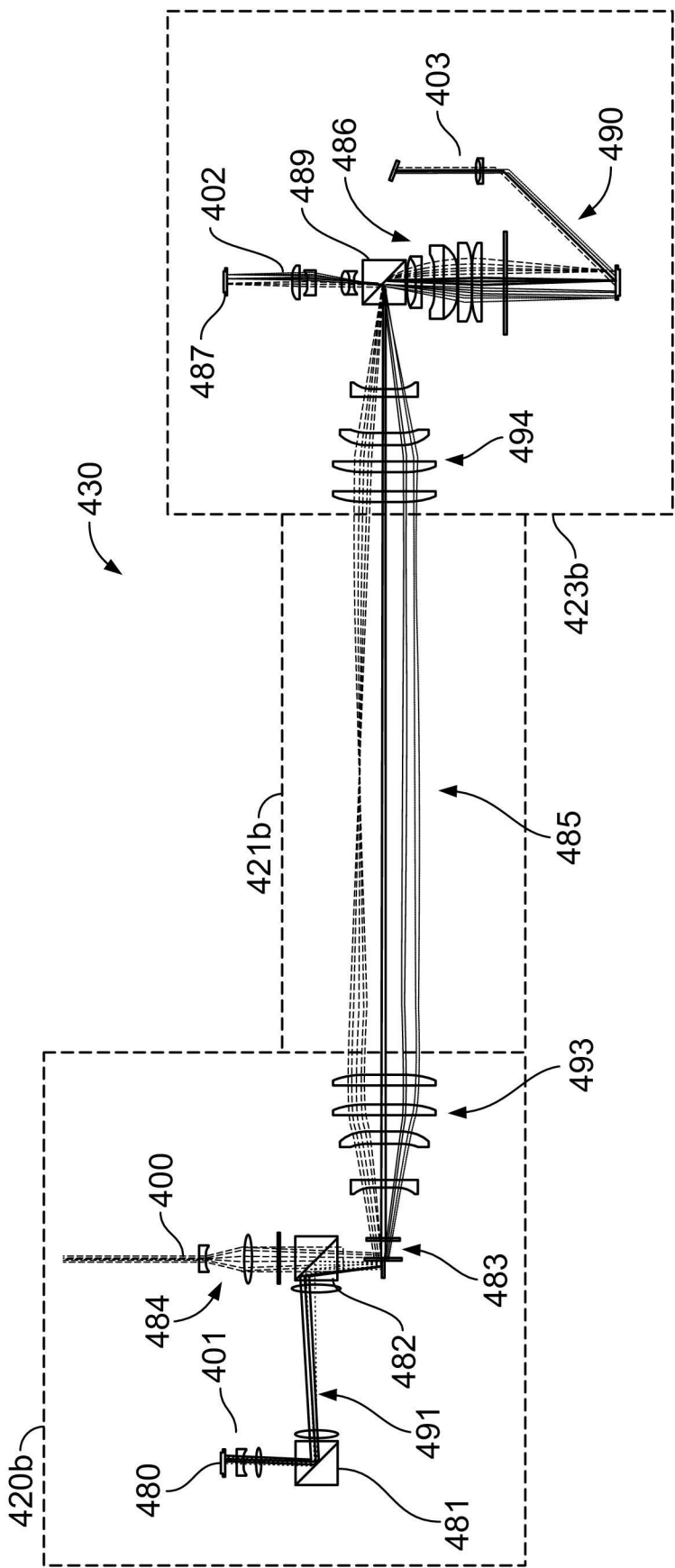
彩色DTP相機光學裝置



第4D圖



第4E圖



第4F圖

共軛遠心瞳孔位置

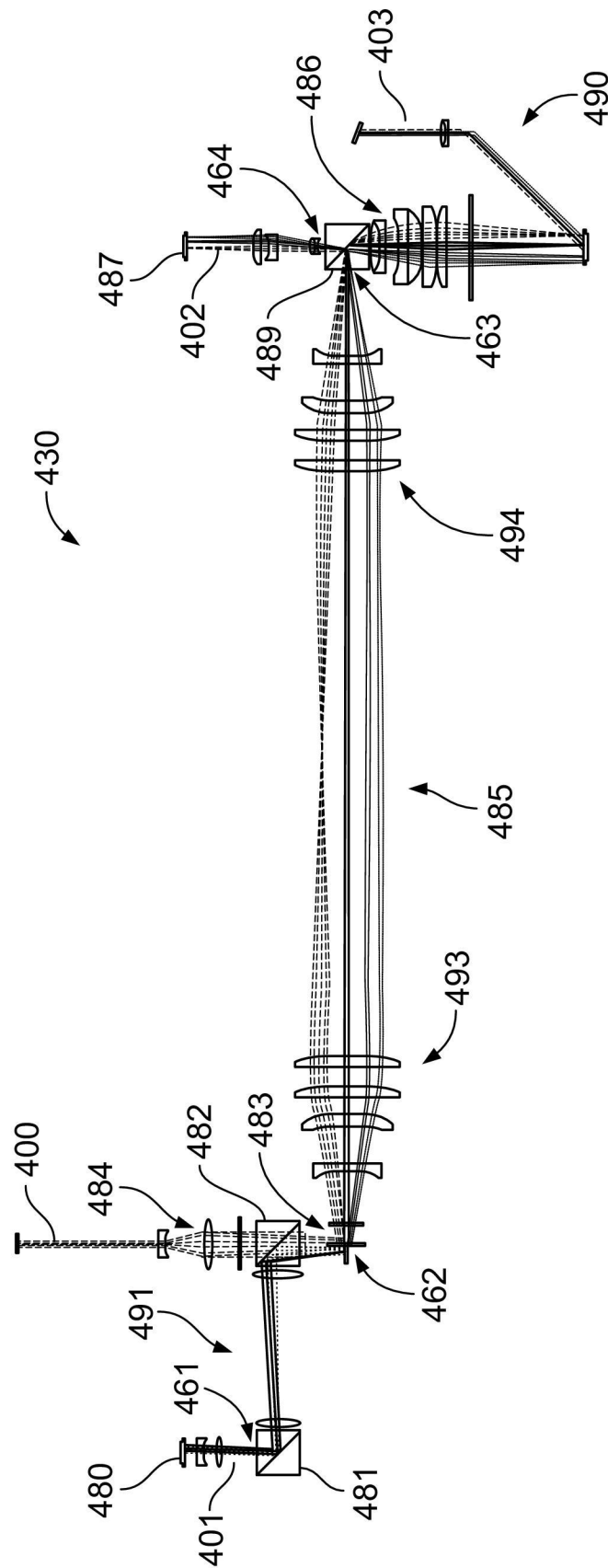
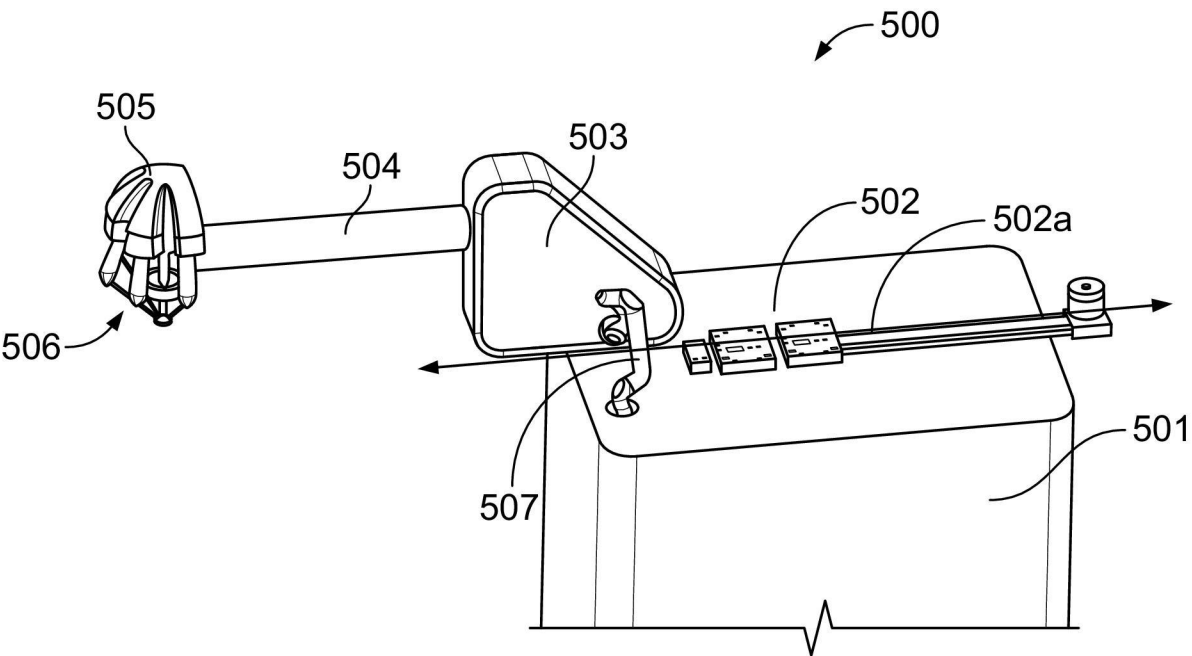
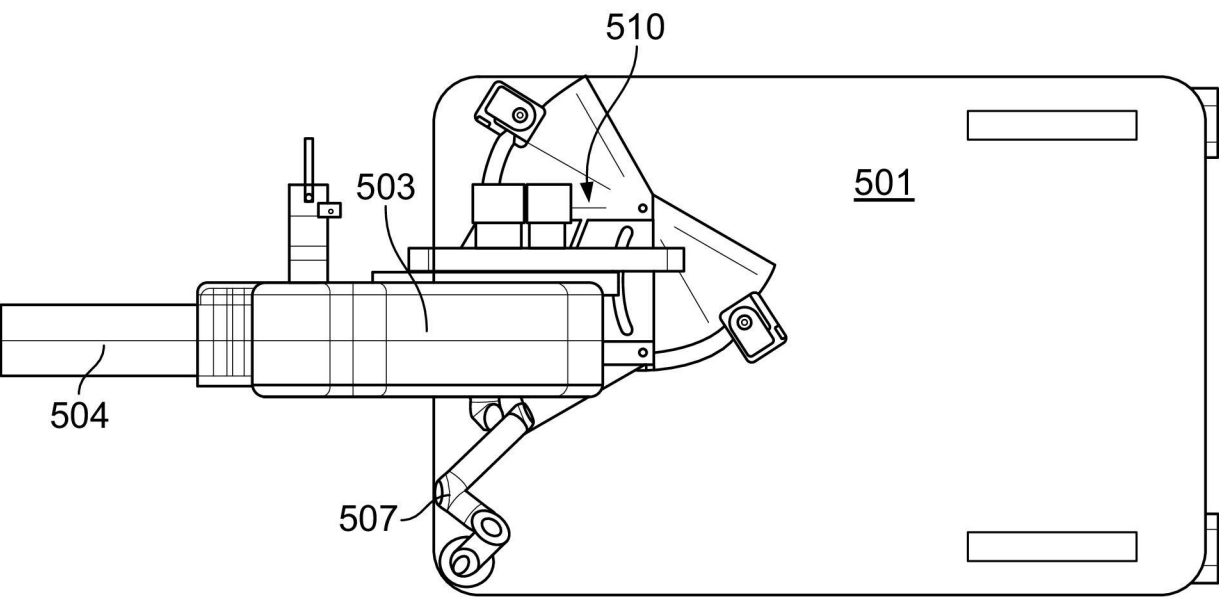


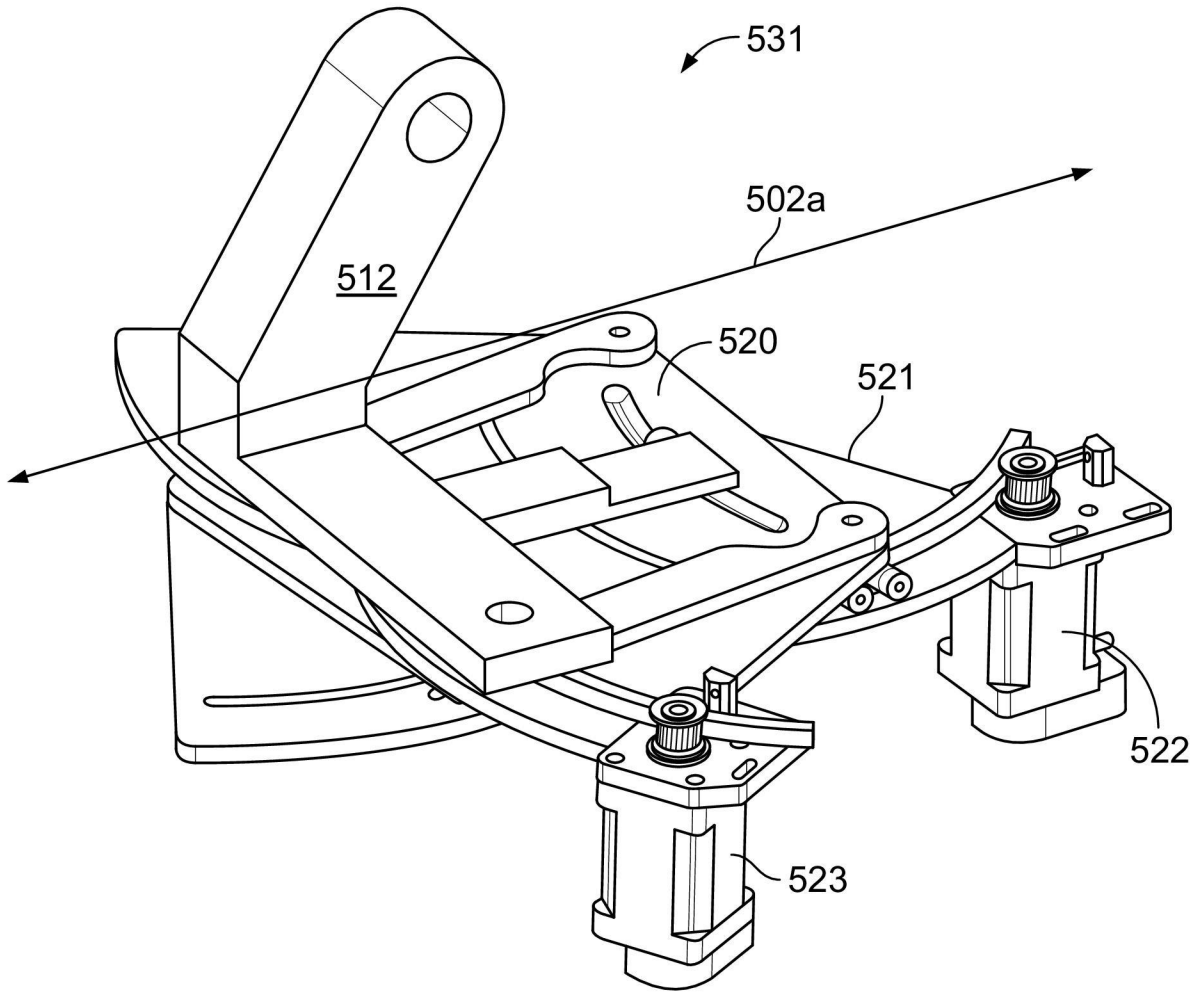
圖 4G 梁



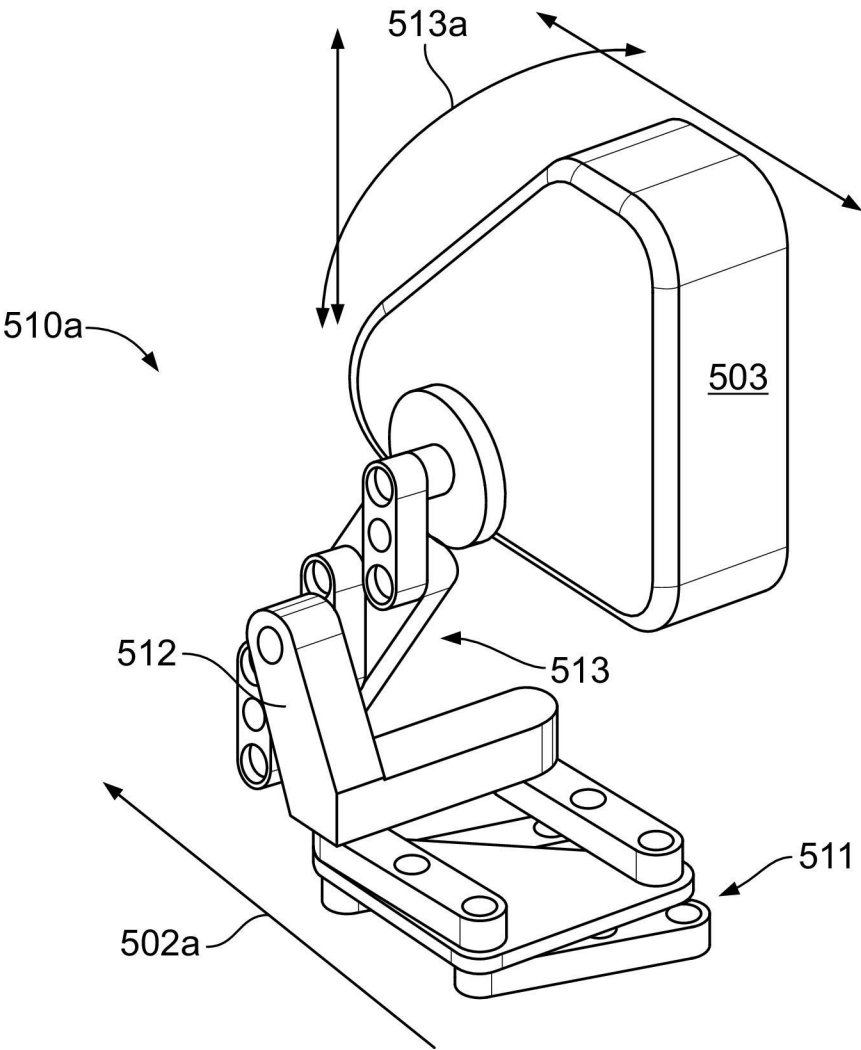
第5圖



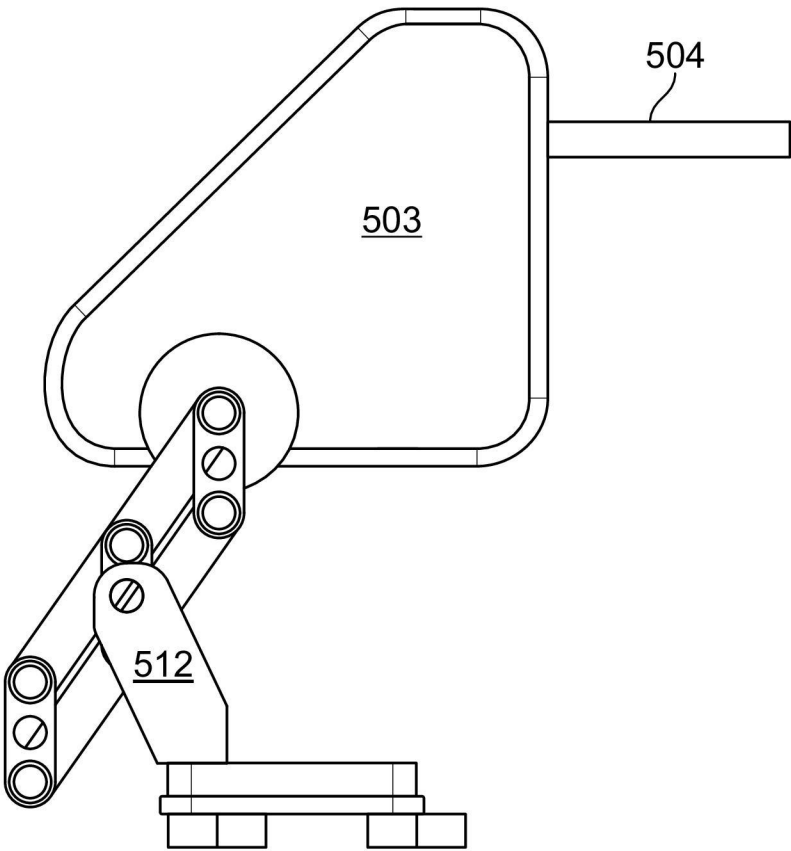
第5A圖



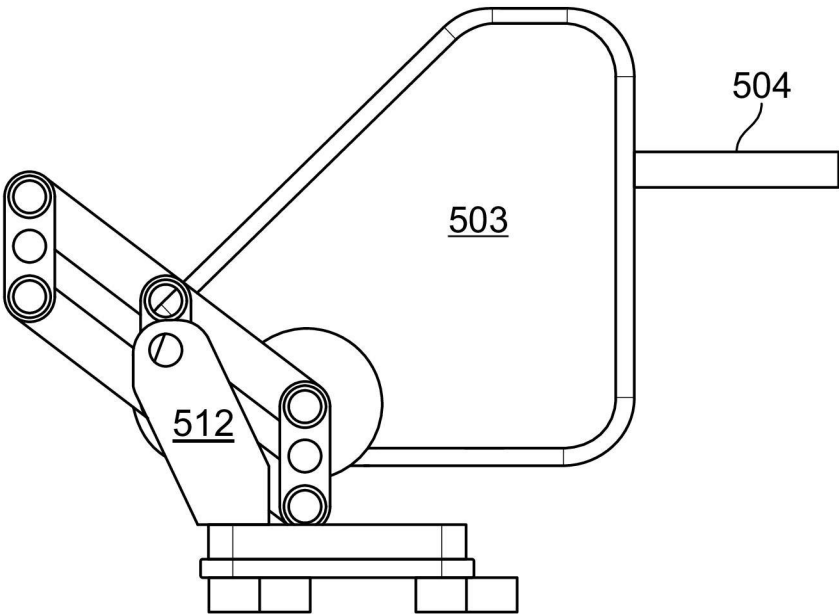
第5B圖



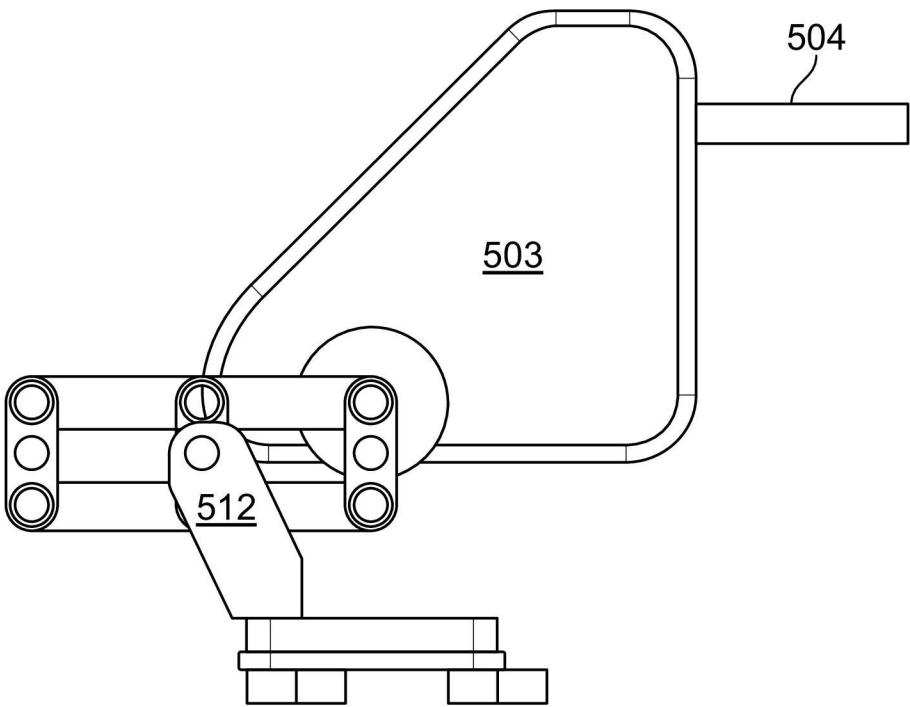
第5C圖



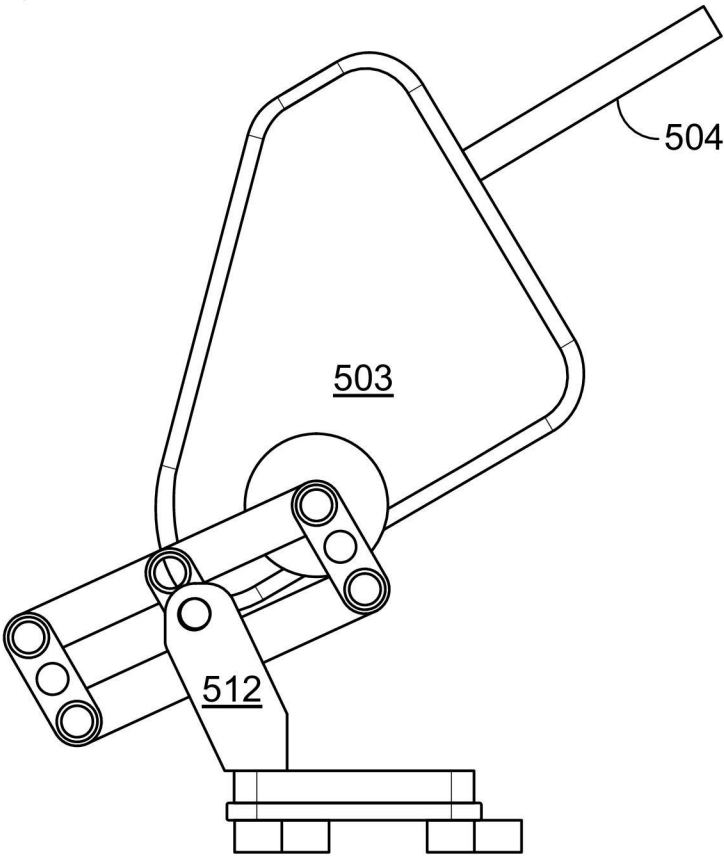
第5D圖



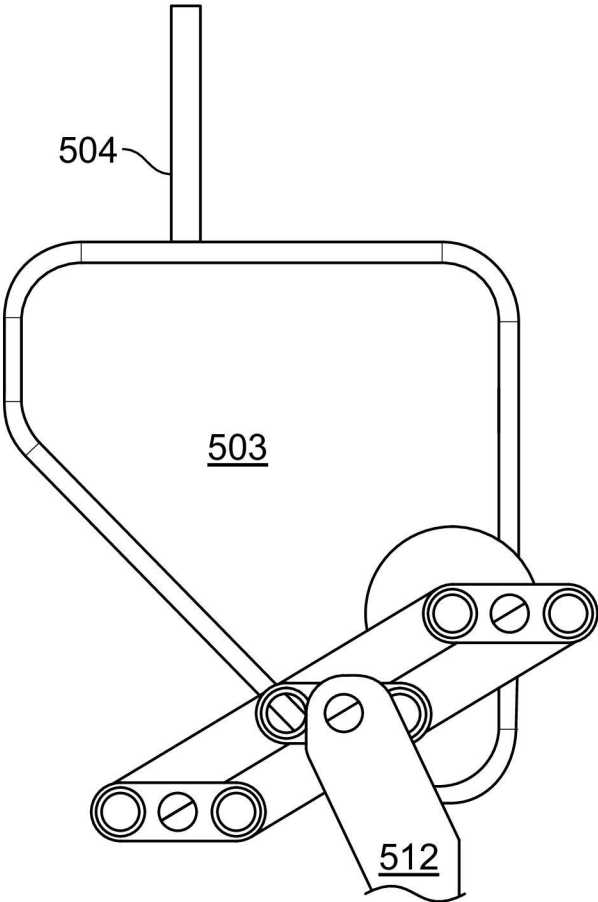
第5E圖



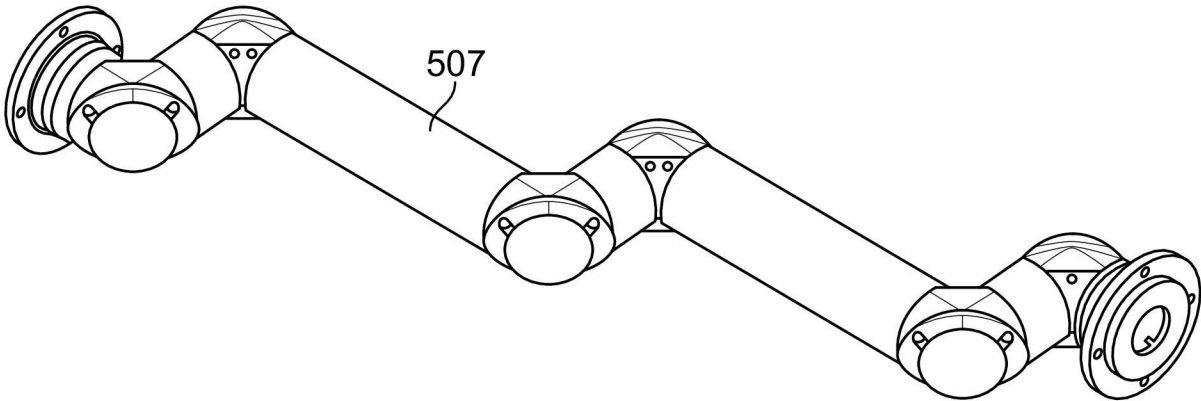
第5F圖



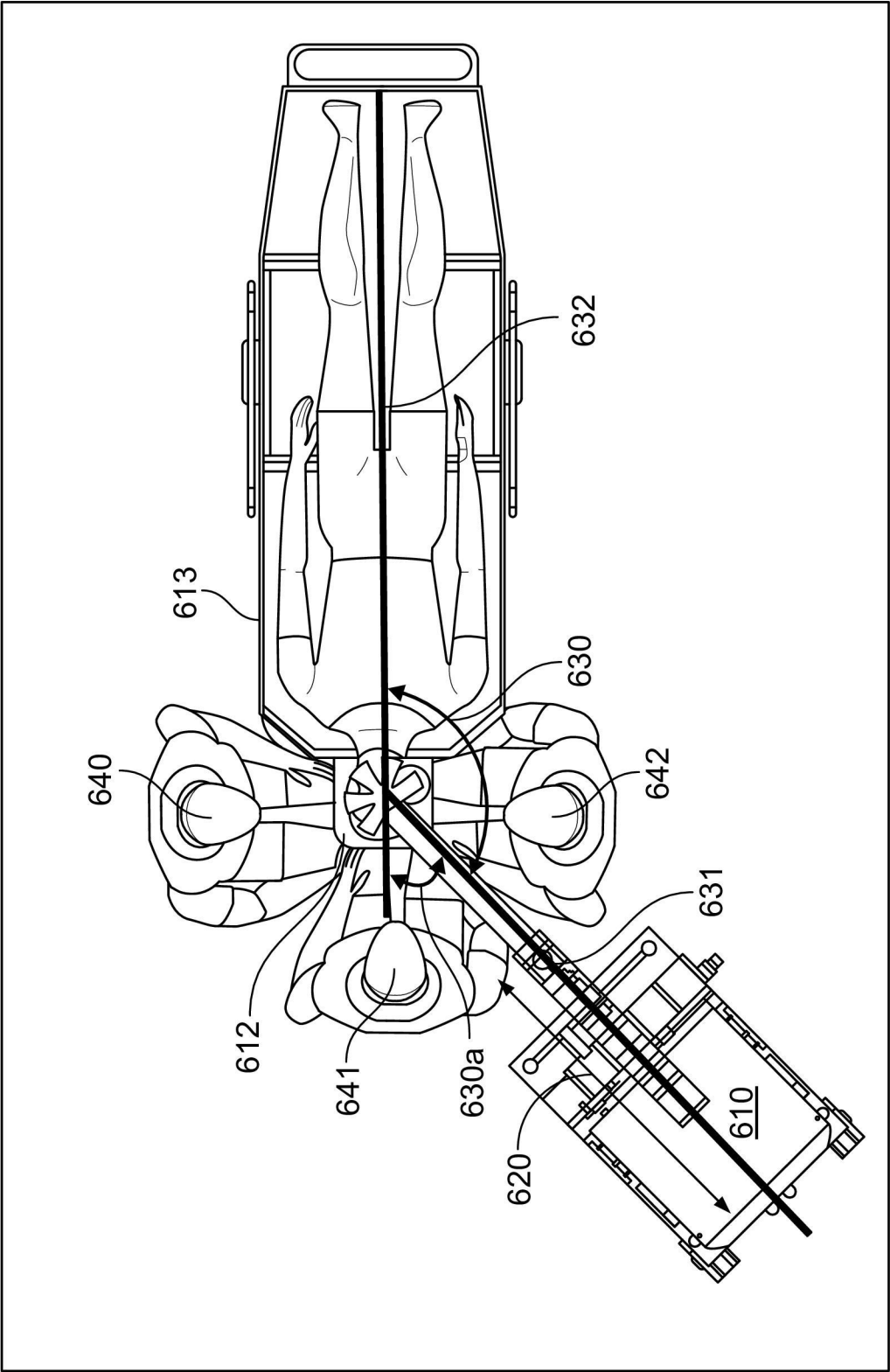
第5G圖



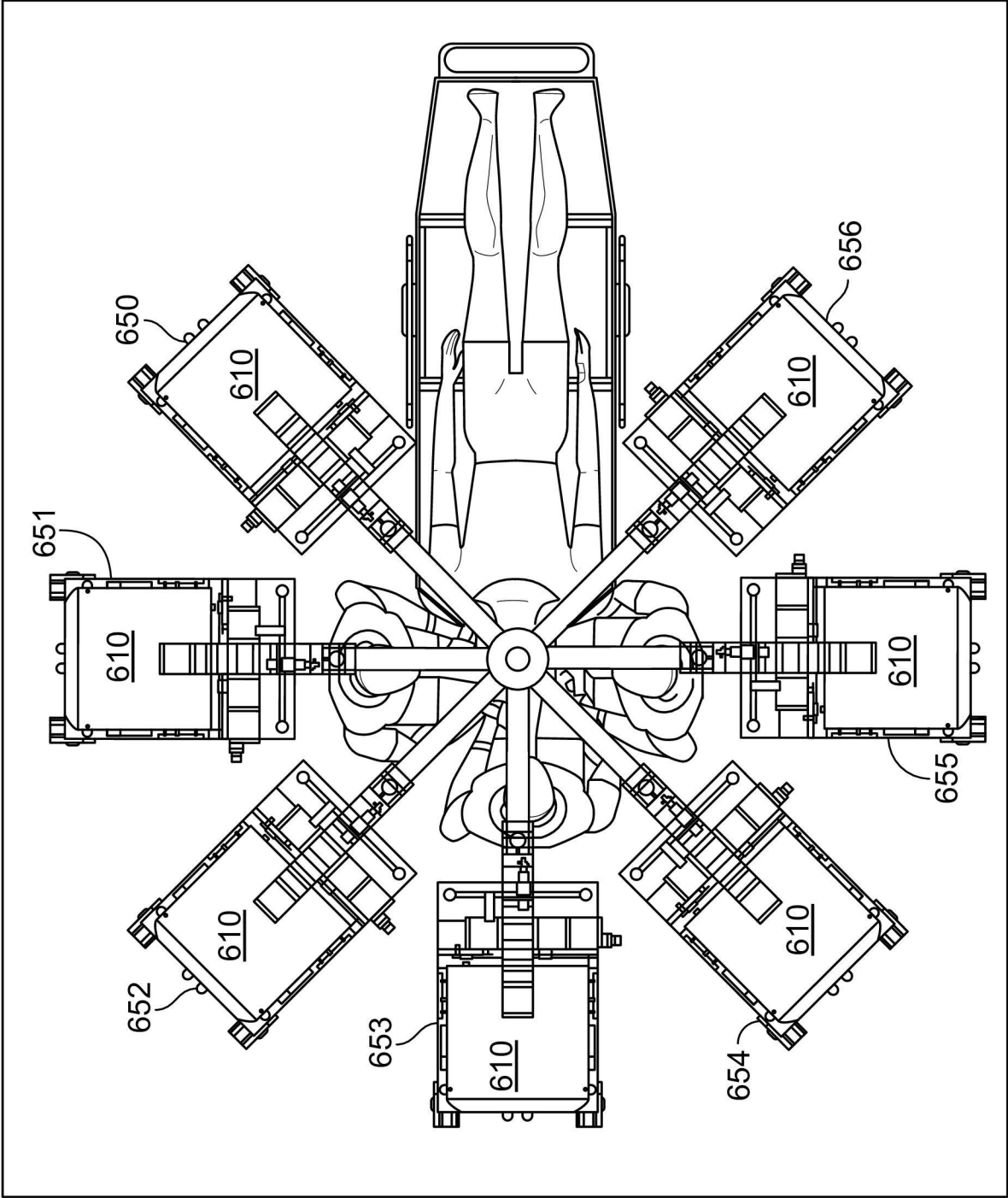
第5H圖



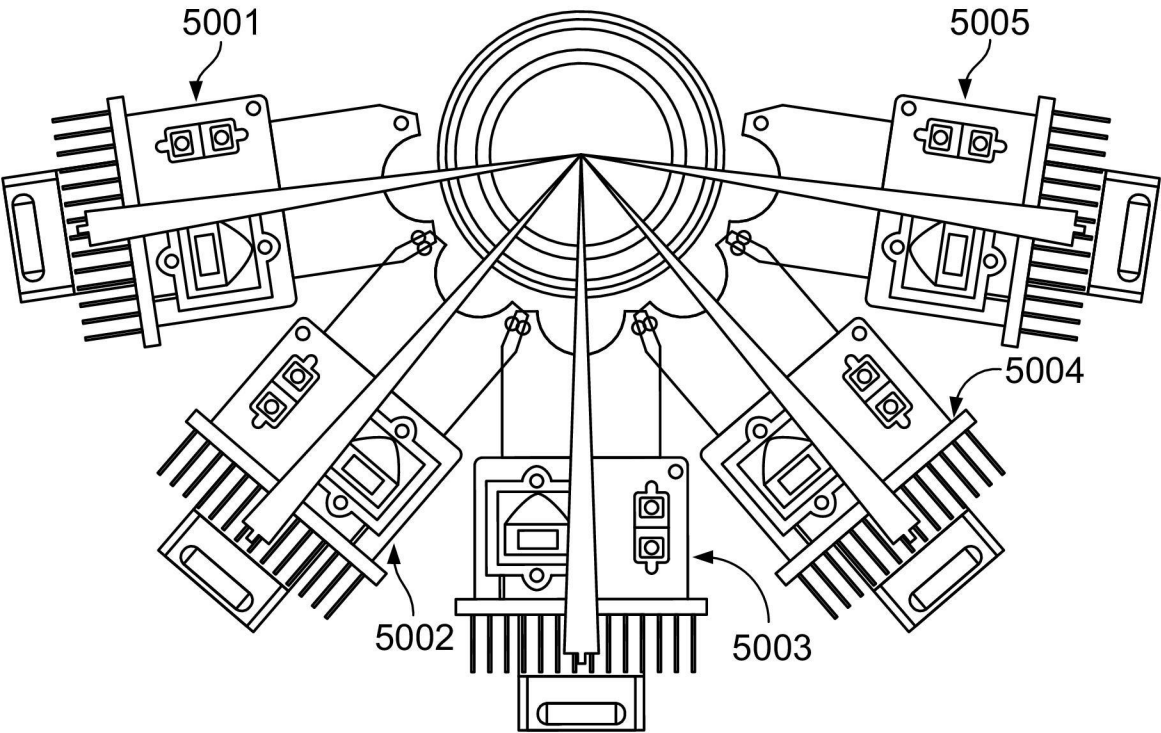
第5I圖



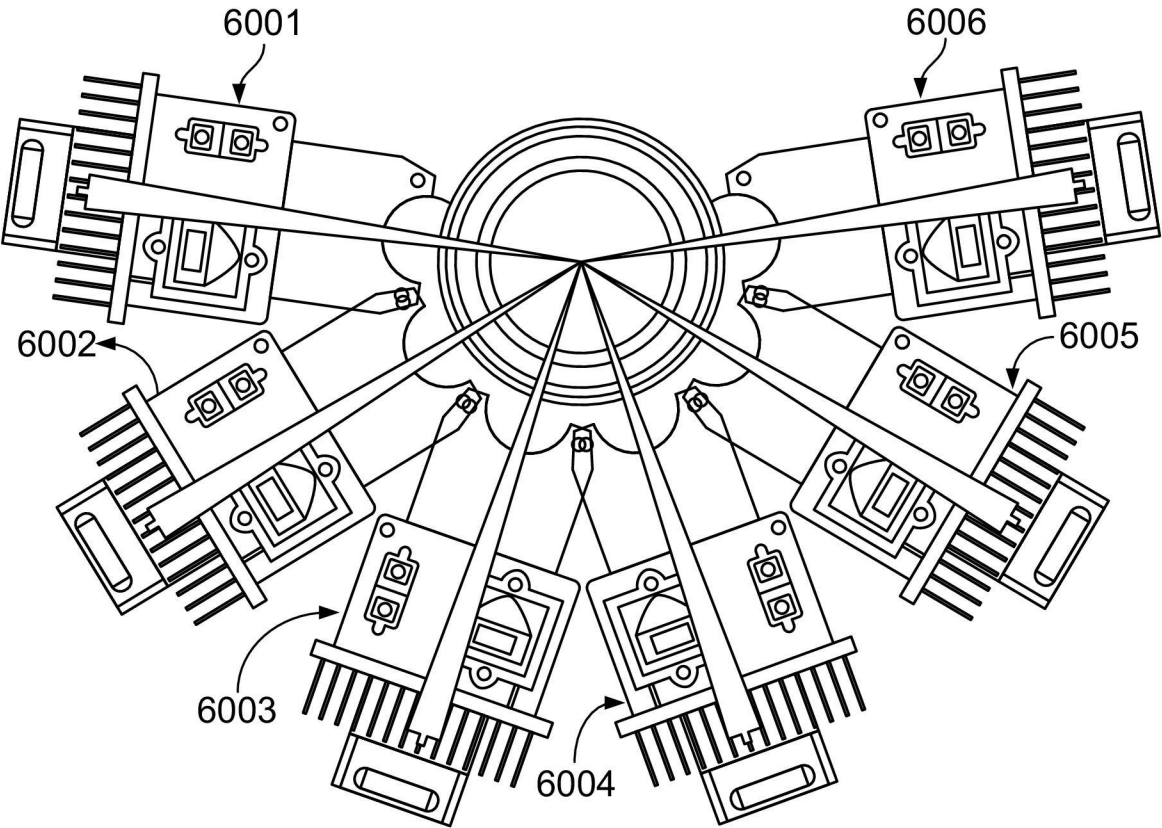
第6圖



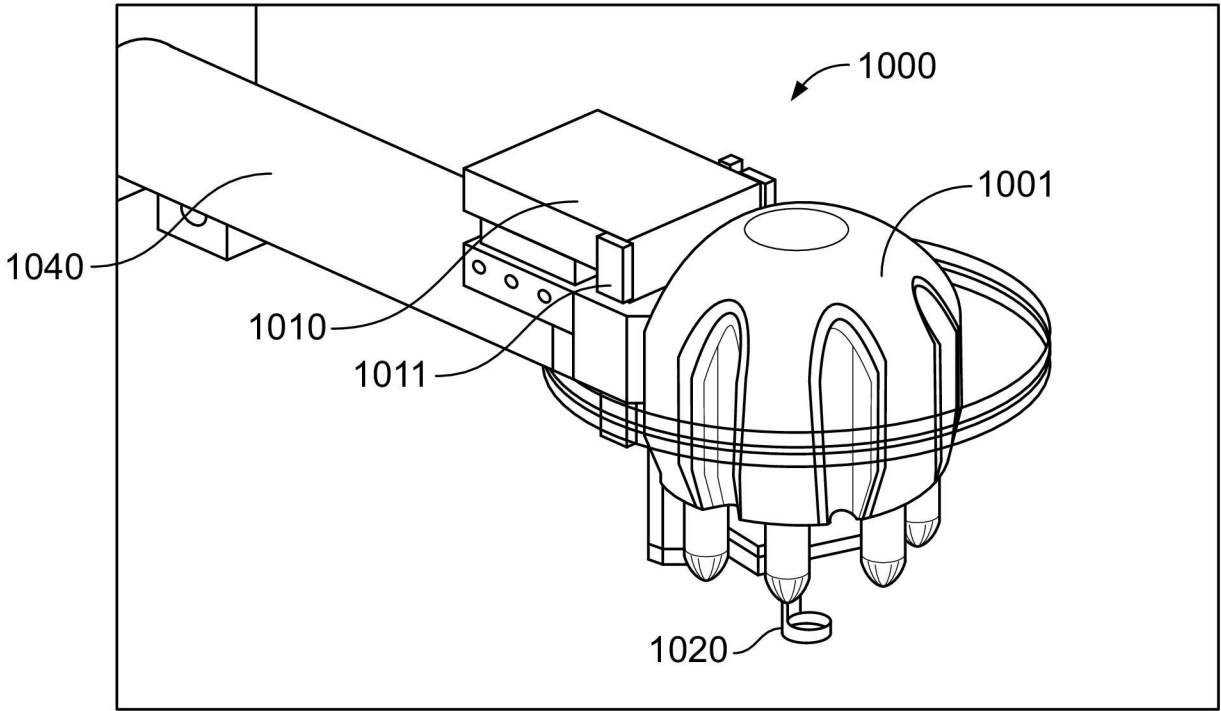
第7圖



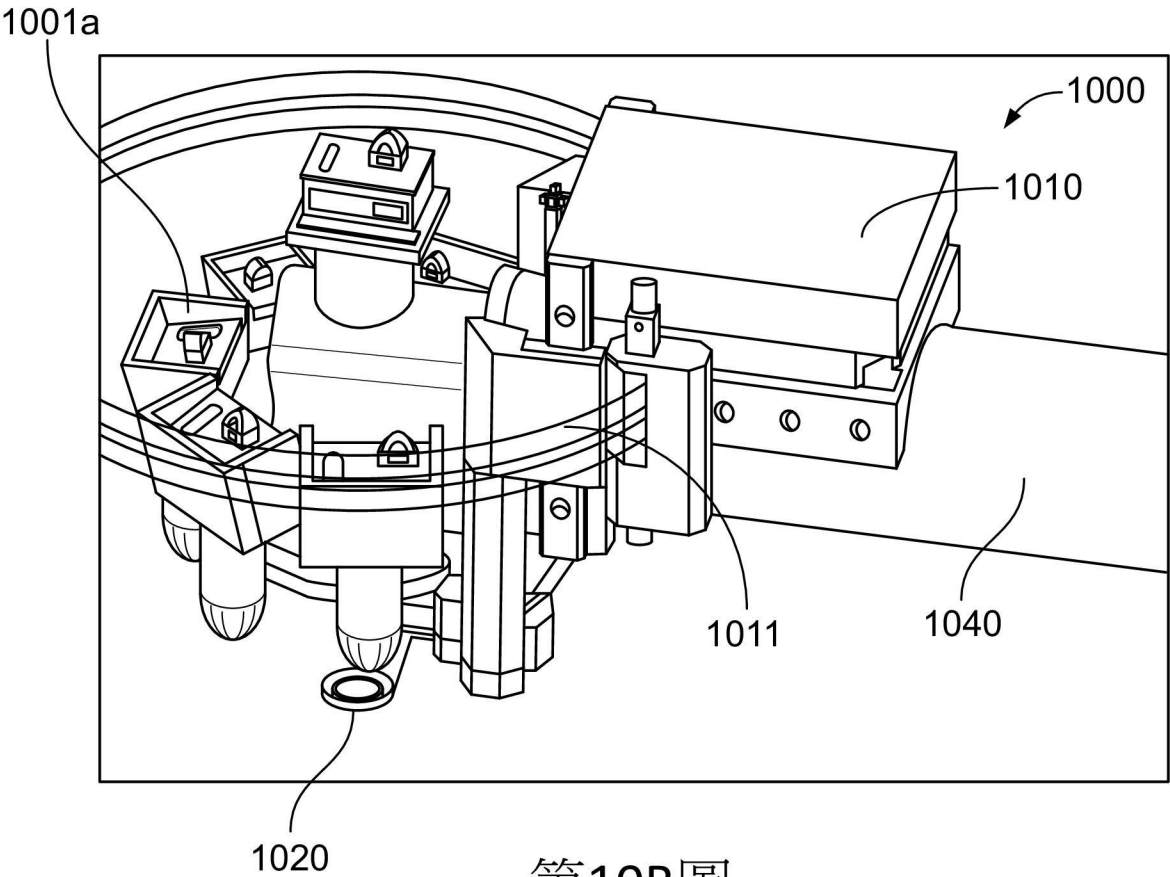
第8圖



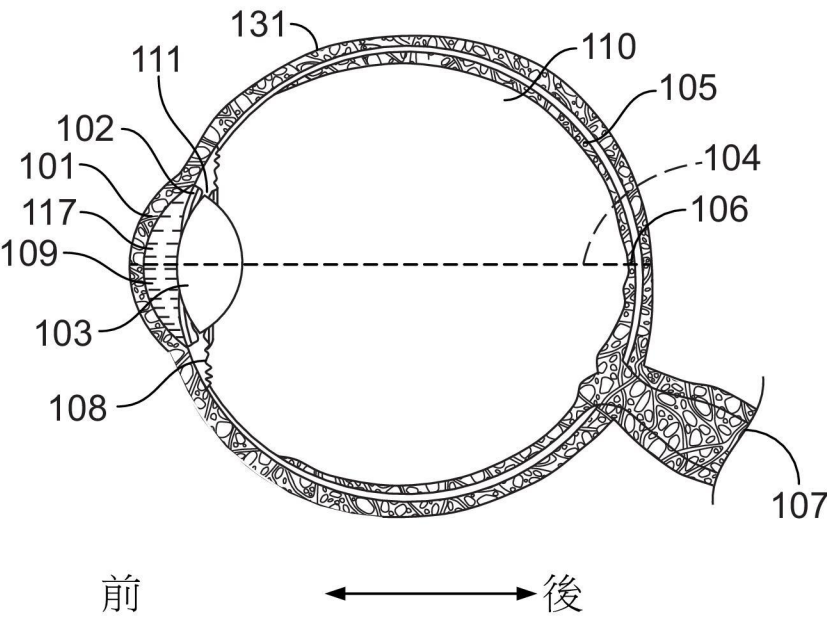
第9圖



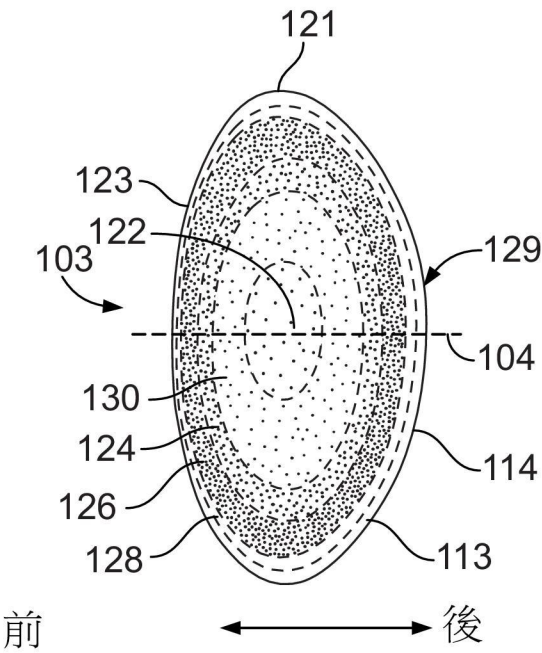
第10A圖



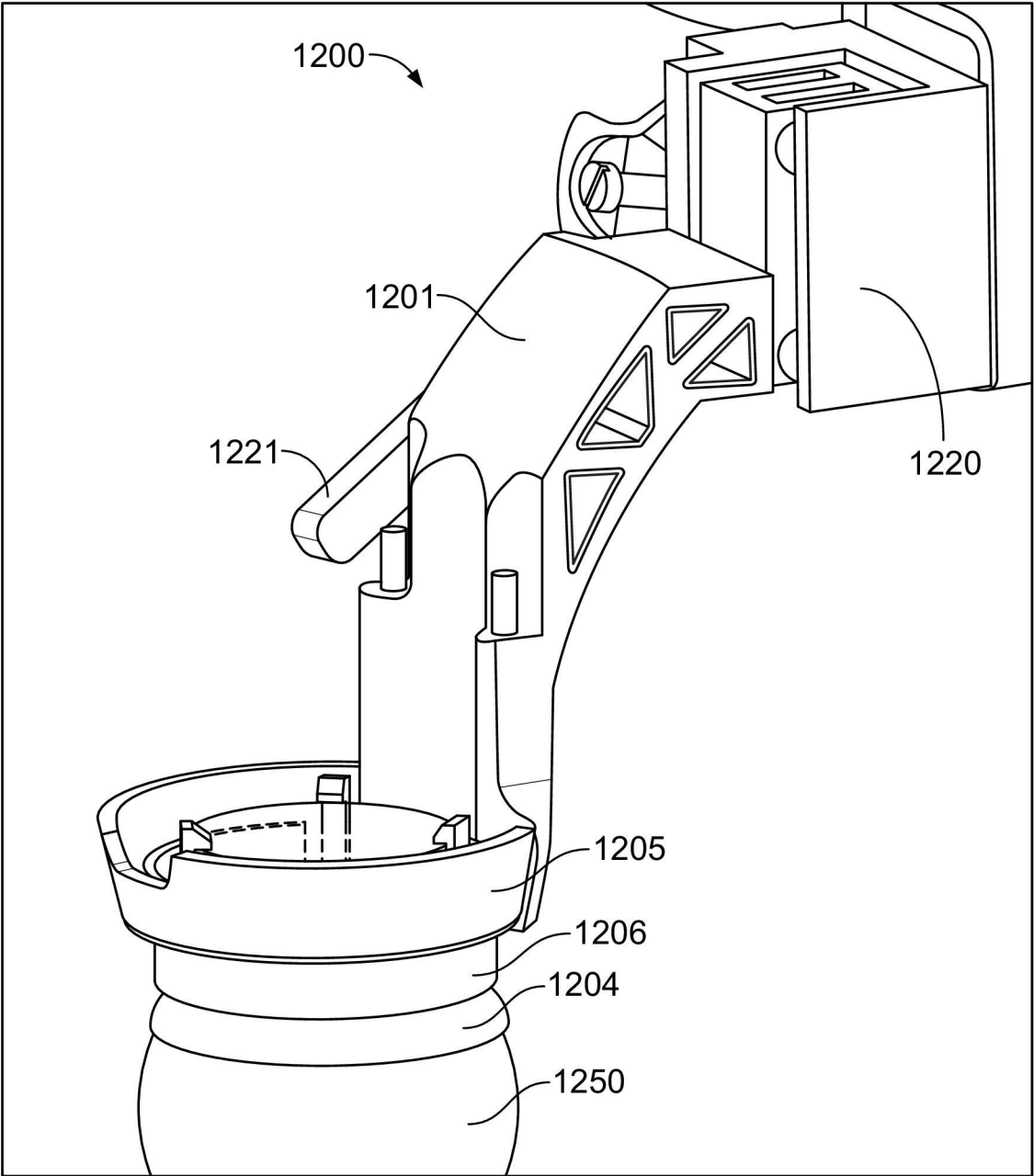
第10B圖



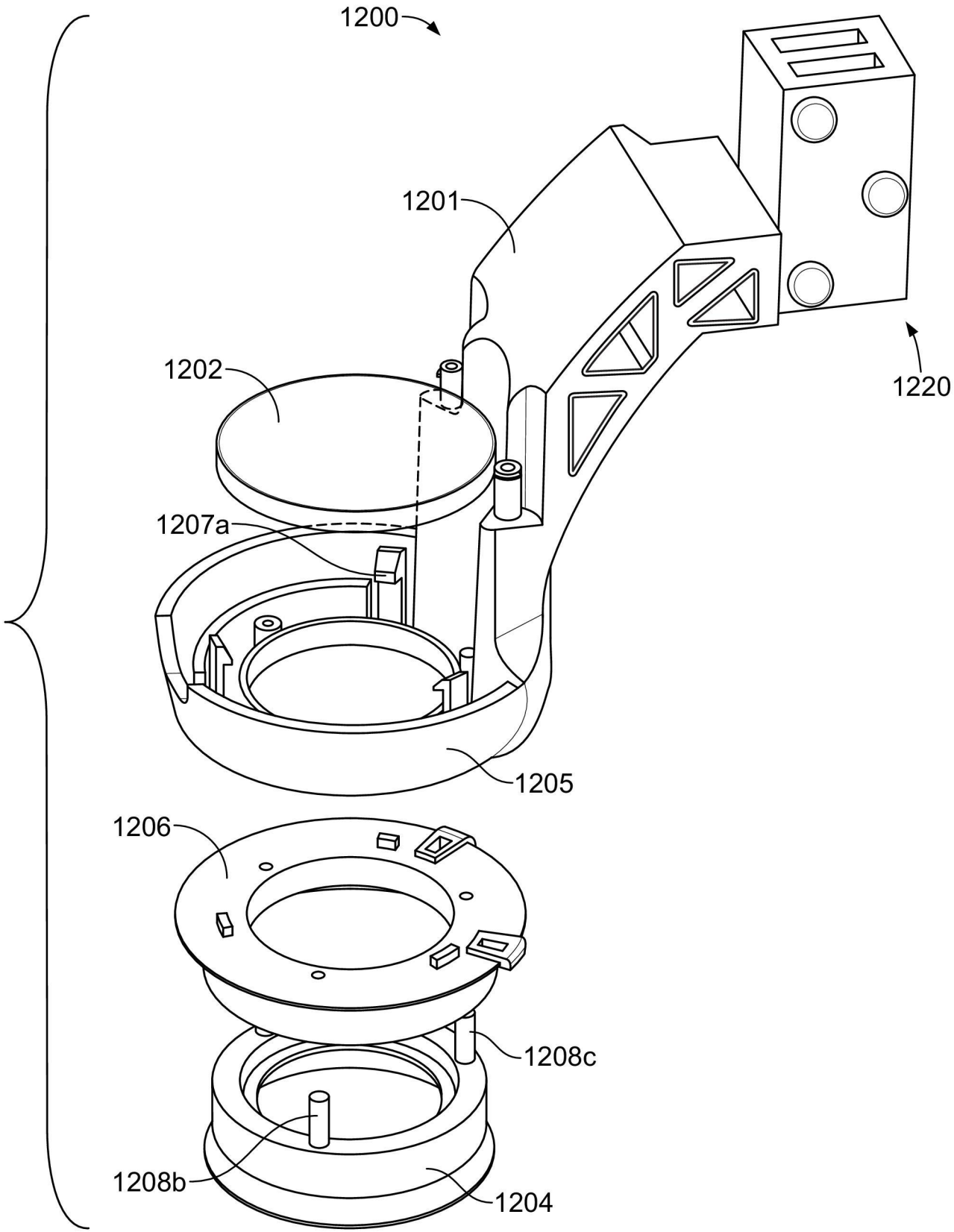
第11圖



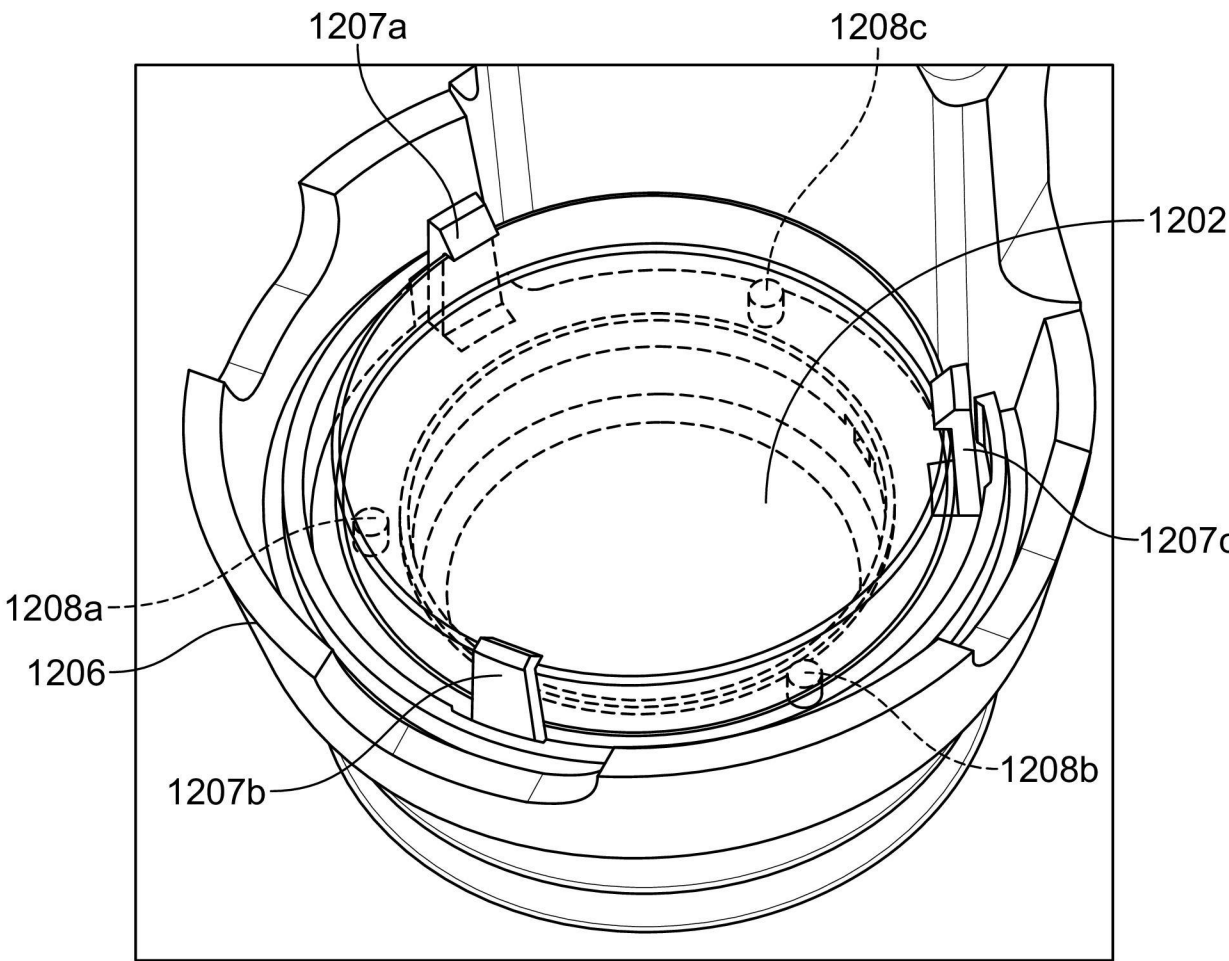
第11A圖



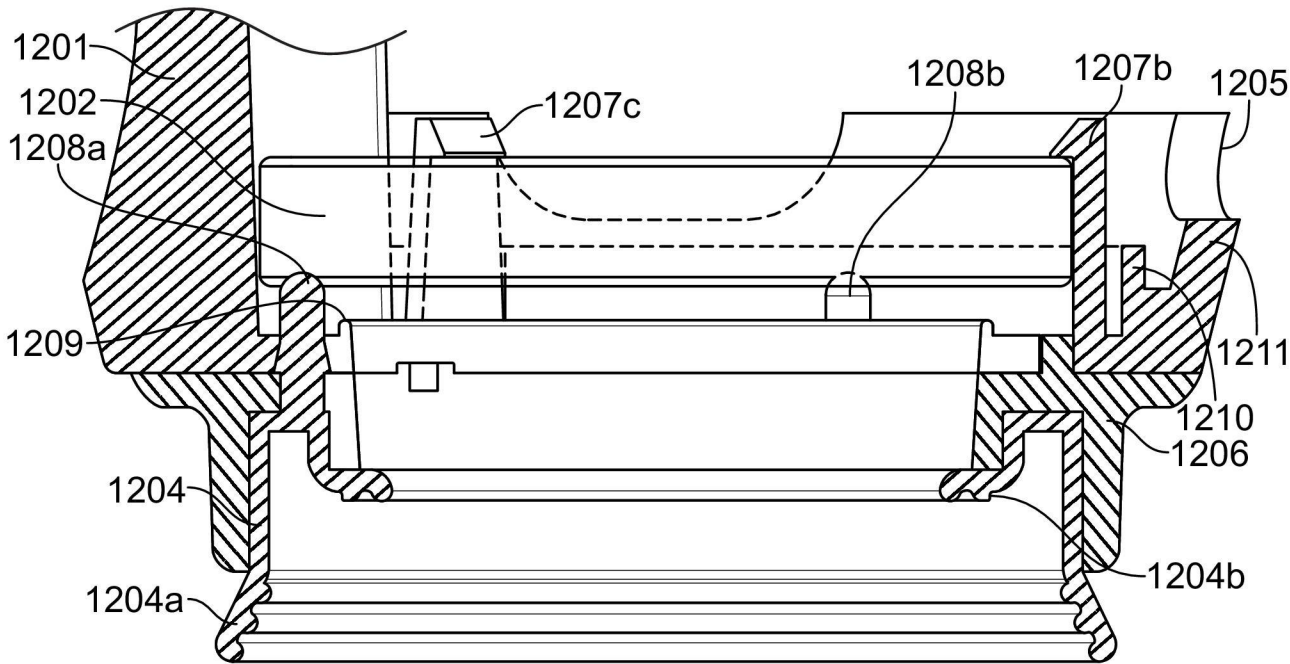
第12A圖



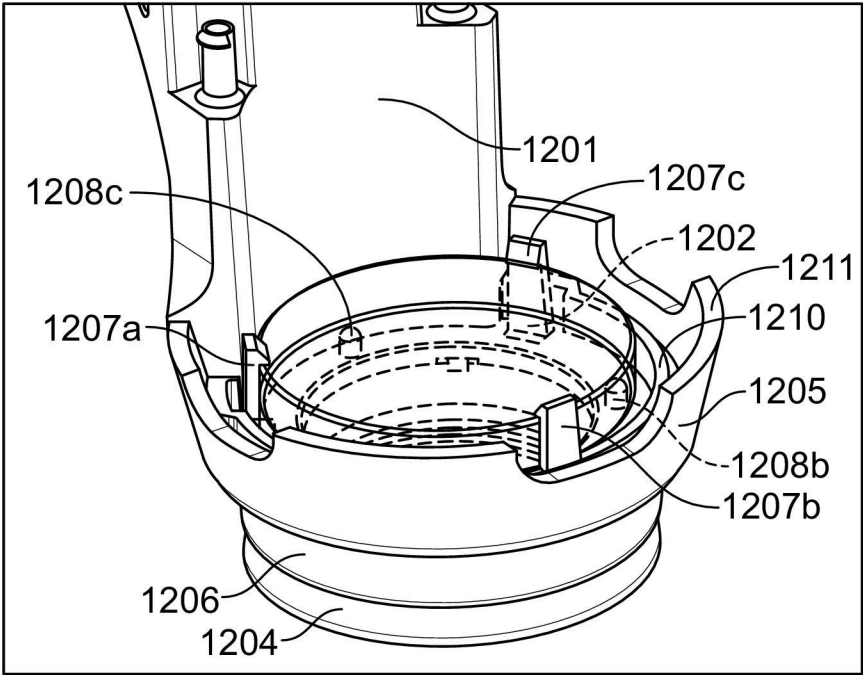
第12B圖



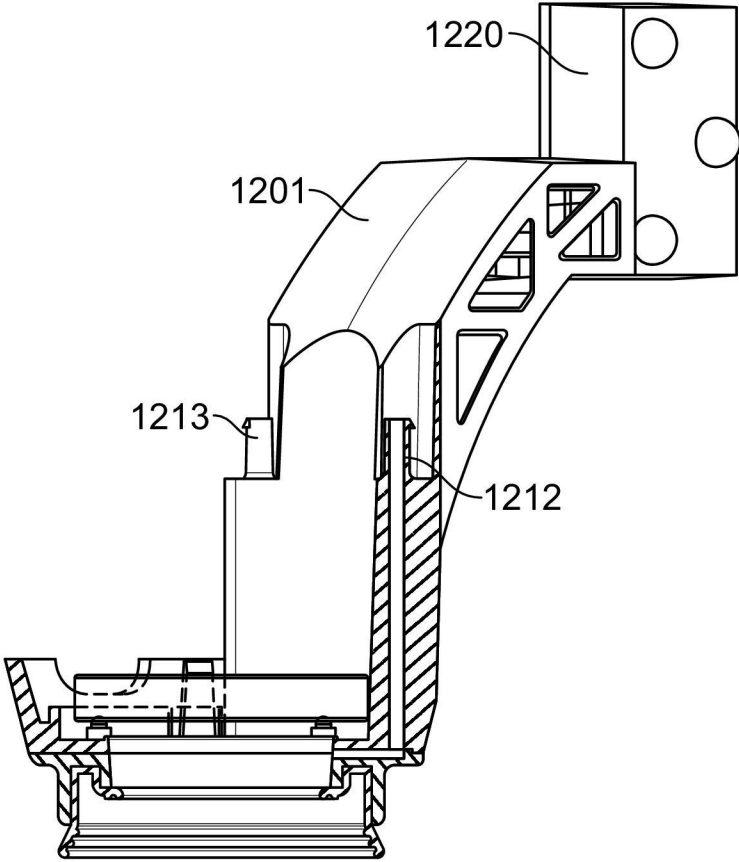
第12C圖



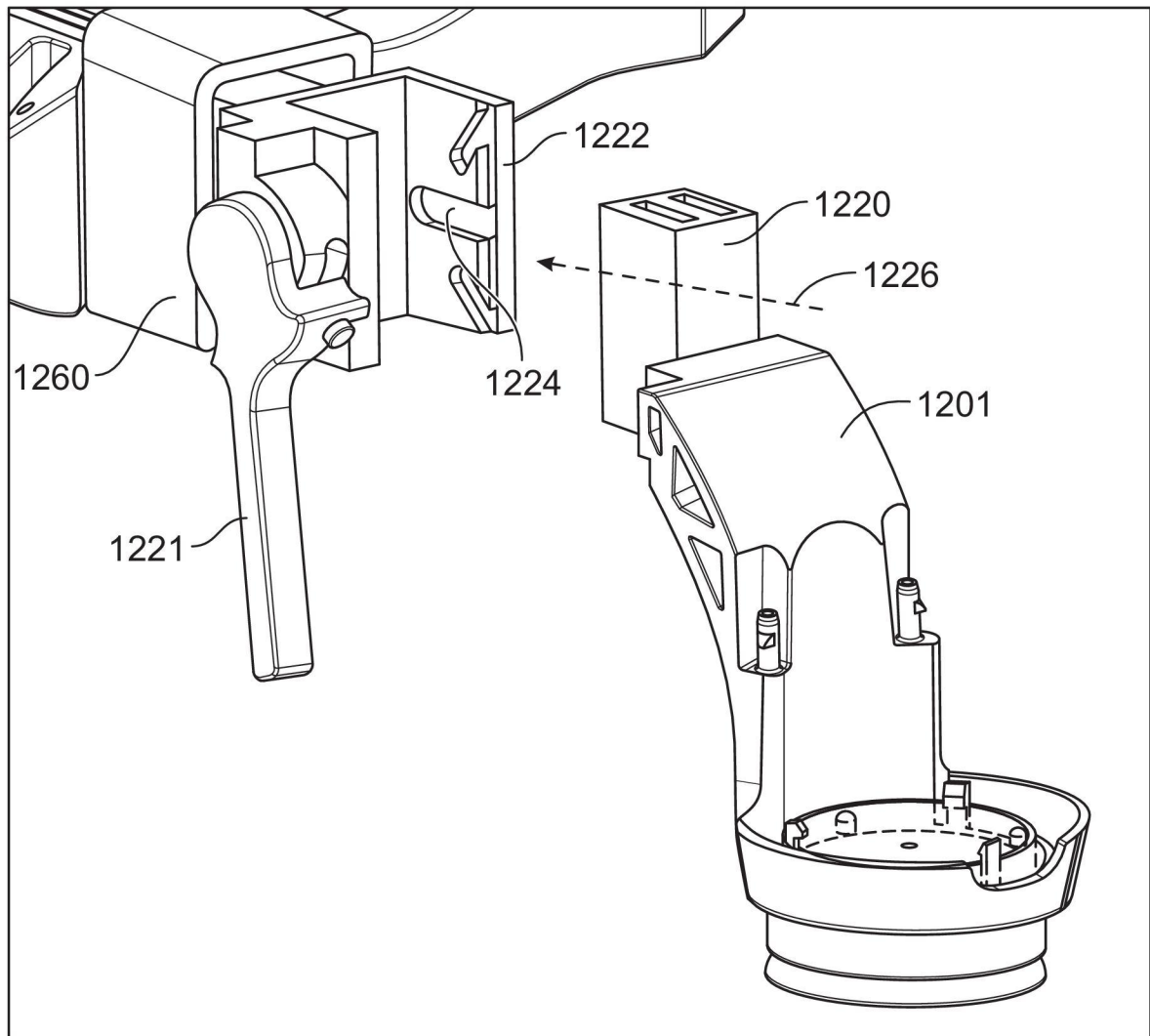
第12D圖



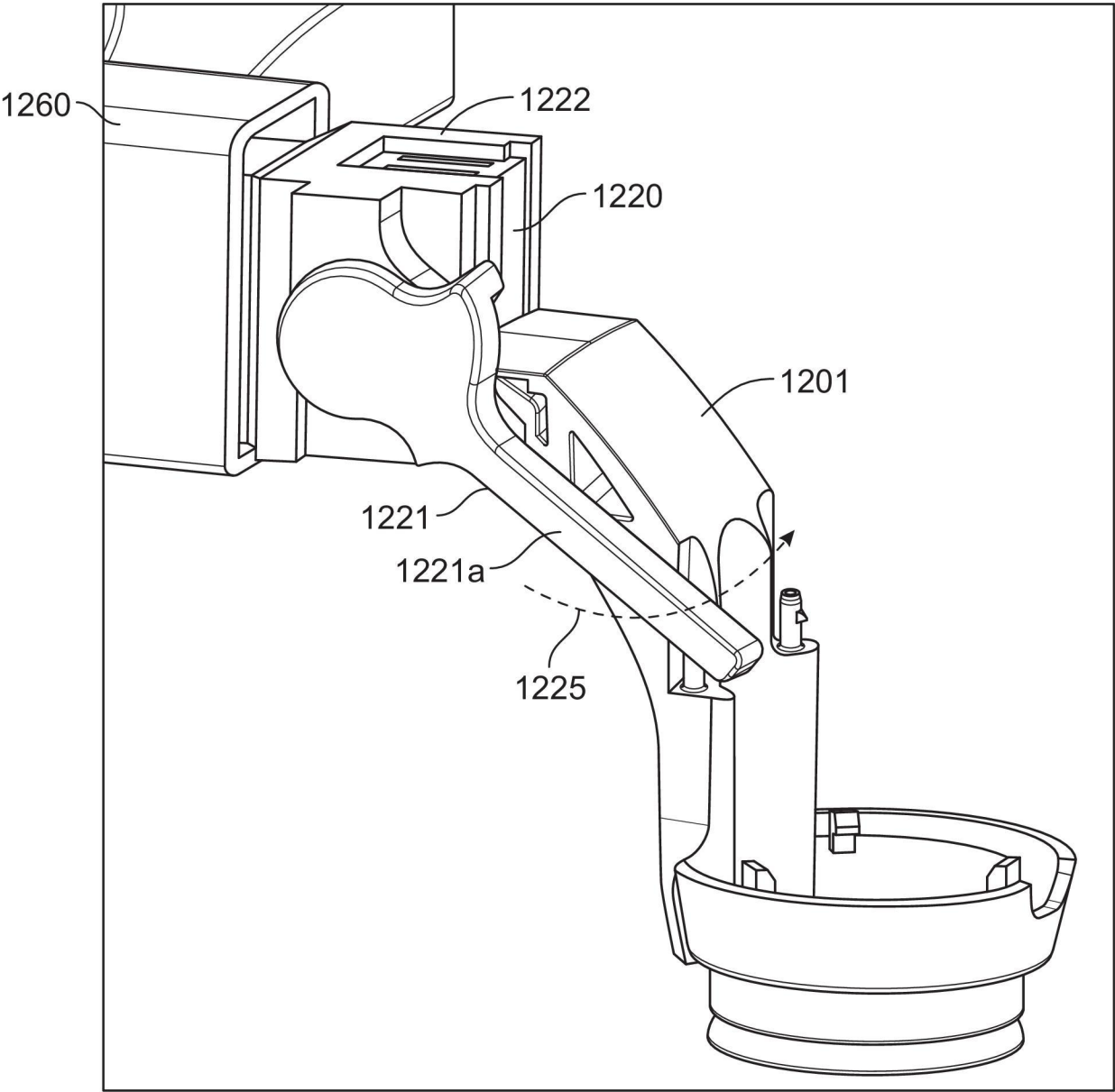
第12E圖



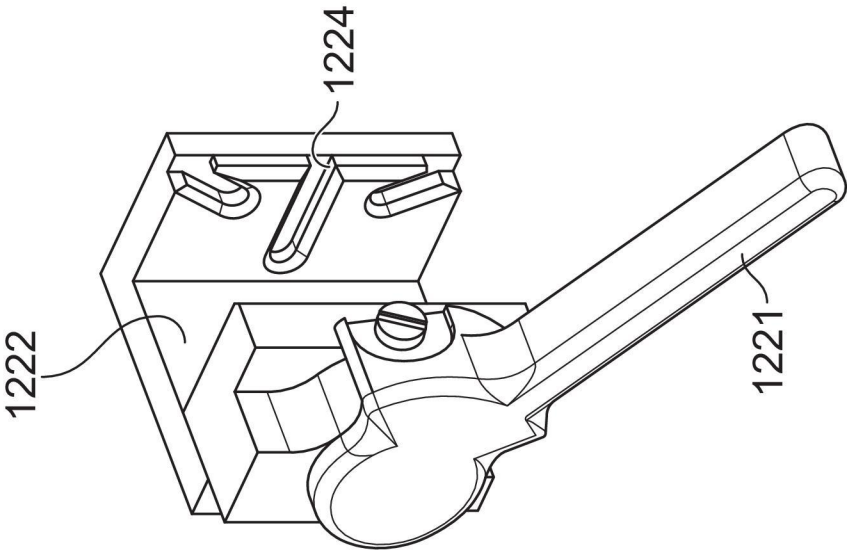
第12F圖



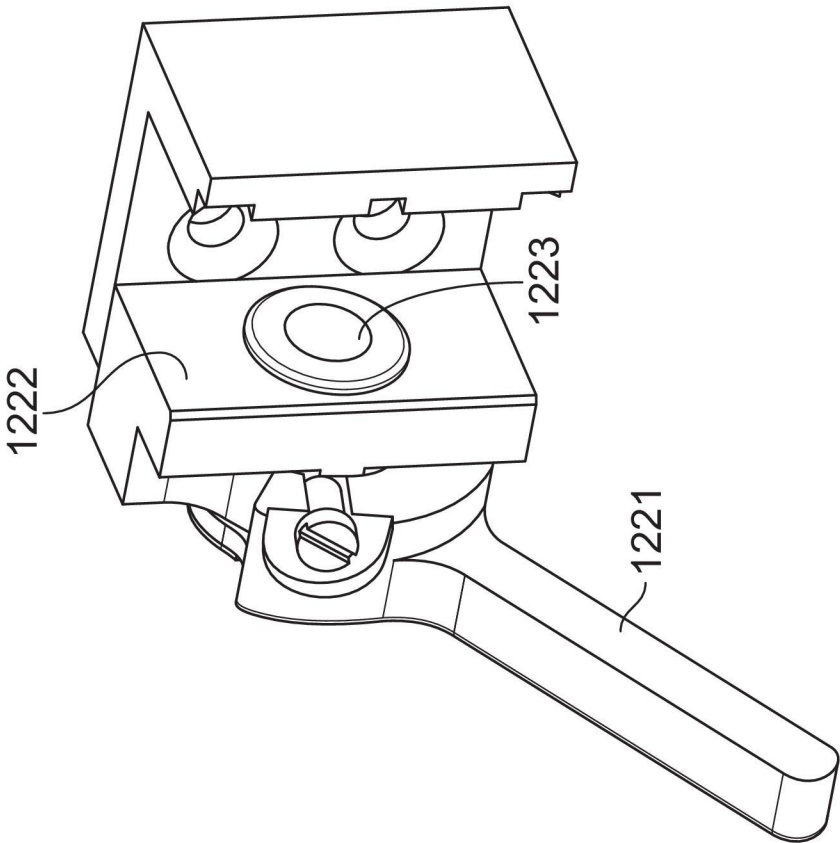
第12G圖



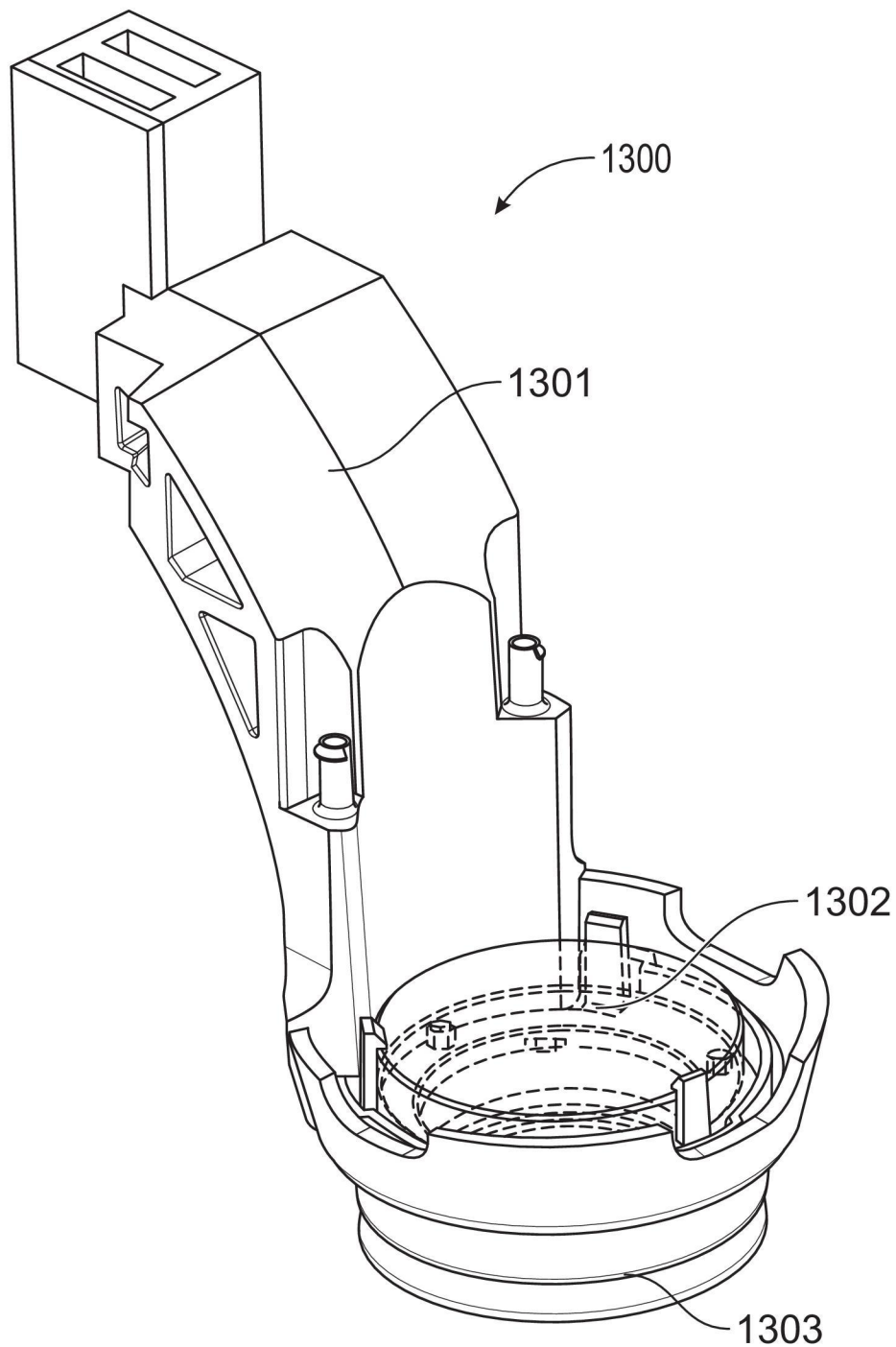
第12H圖



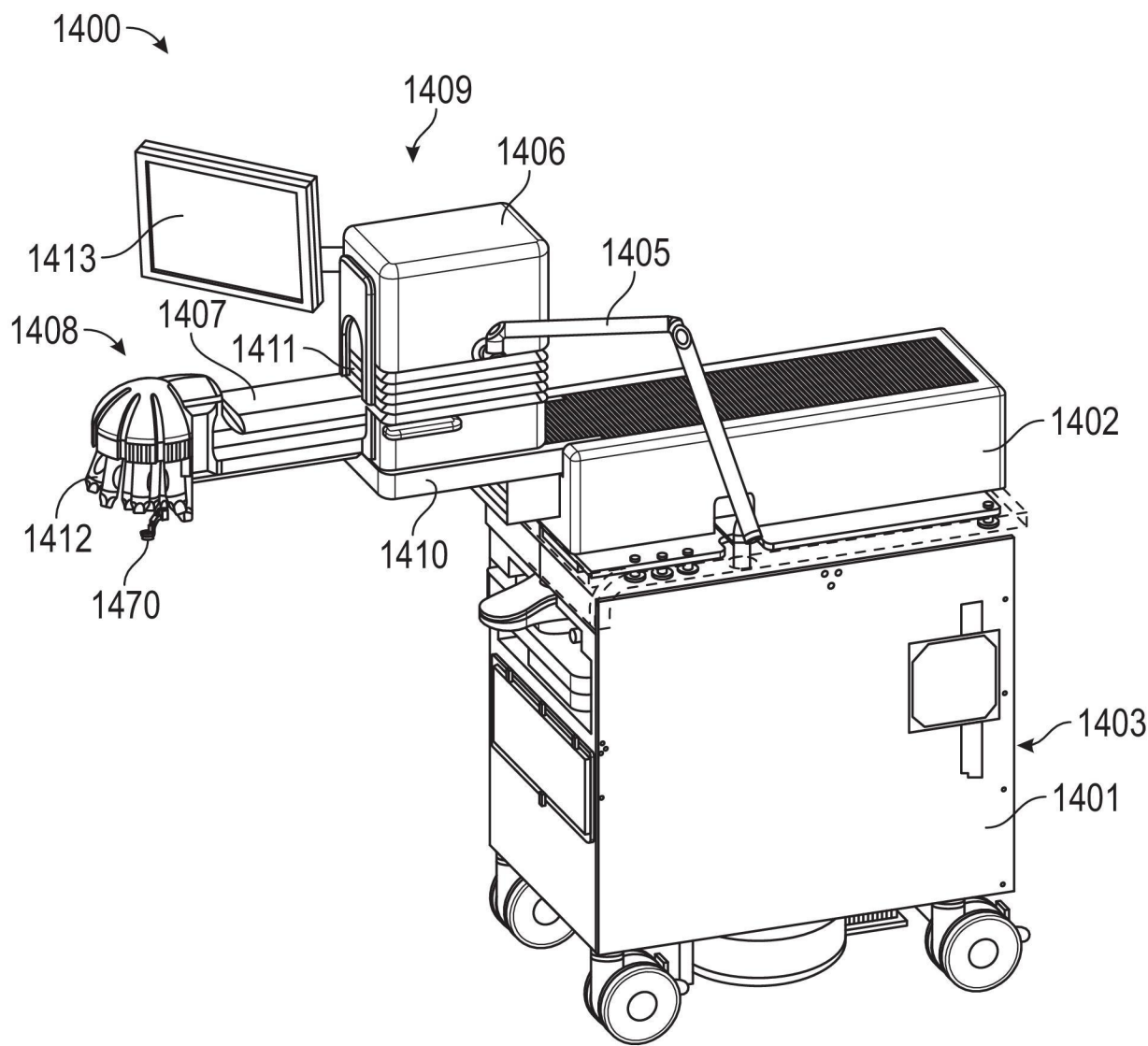
第12J圖



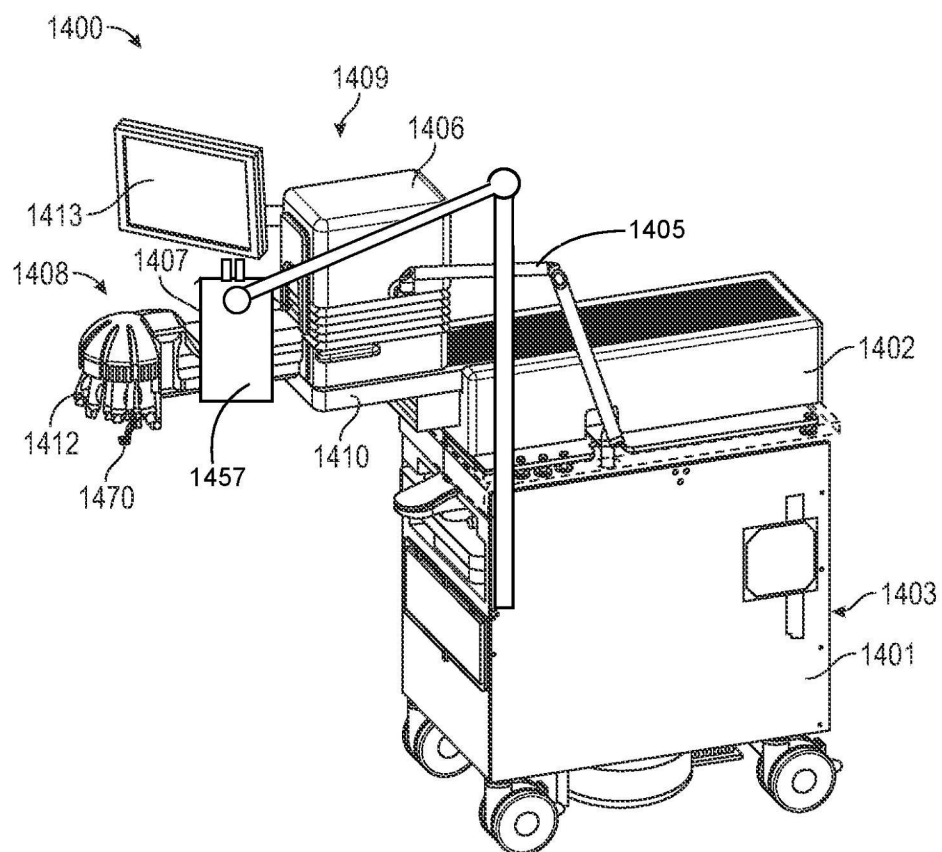
第12I圖



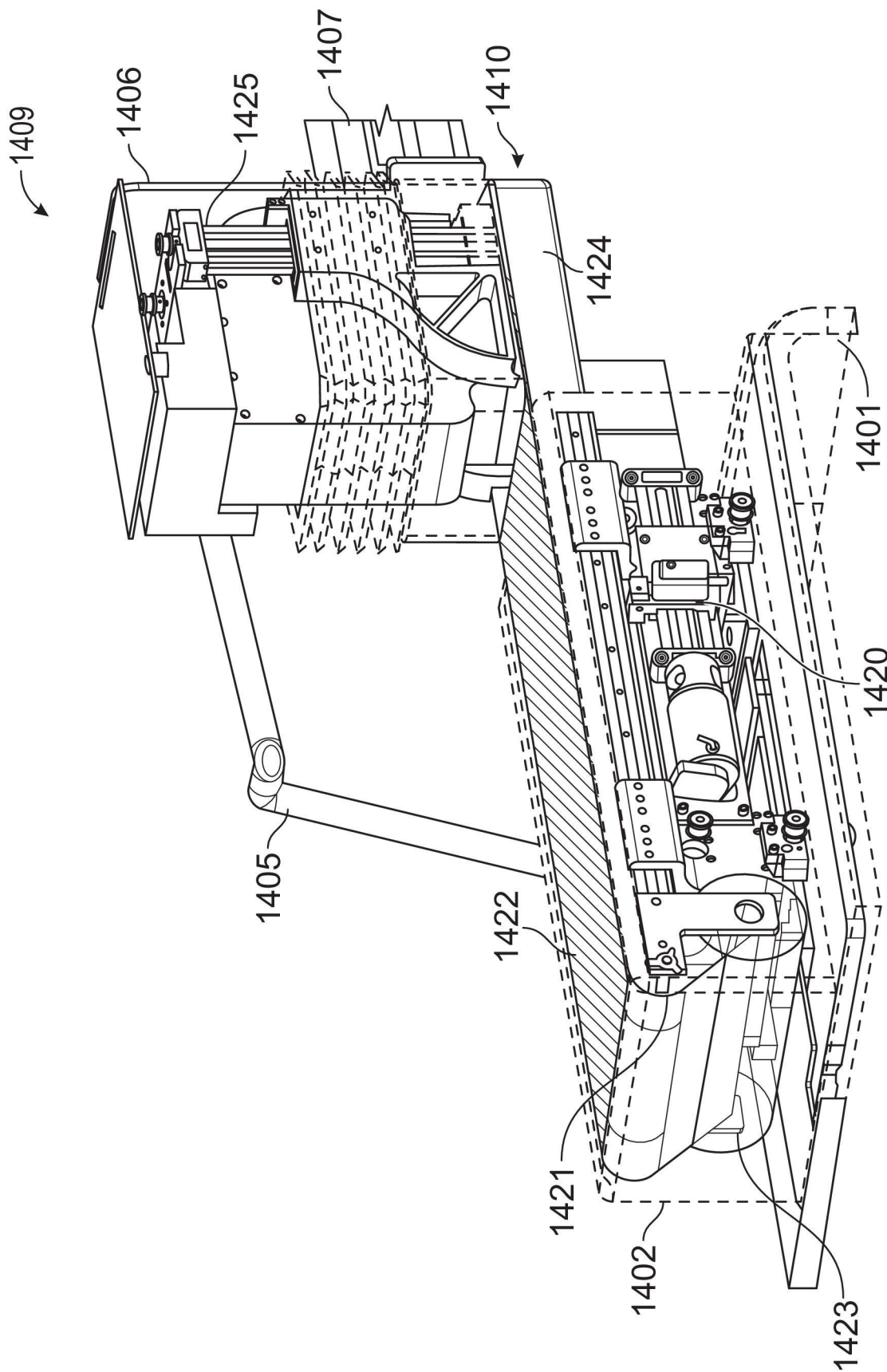
第13圖



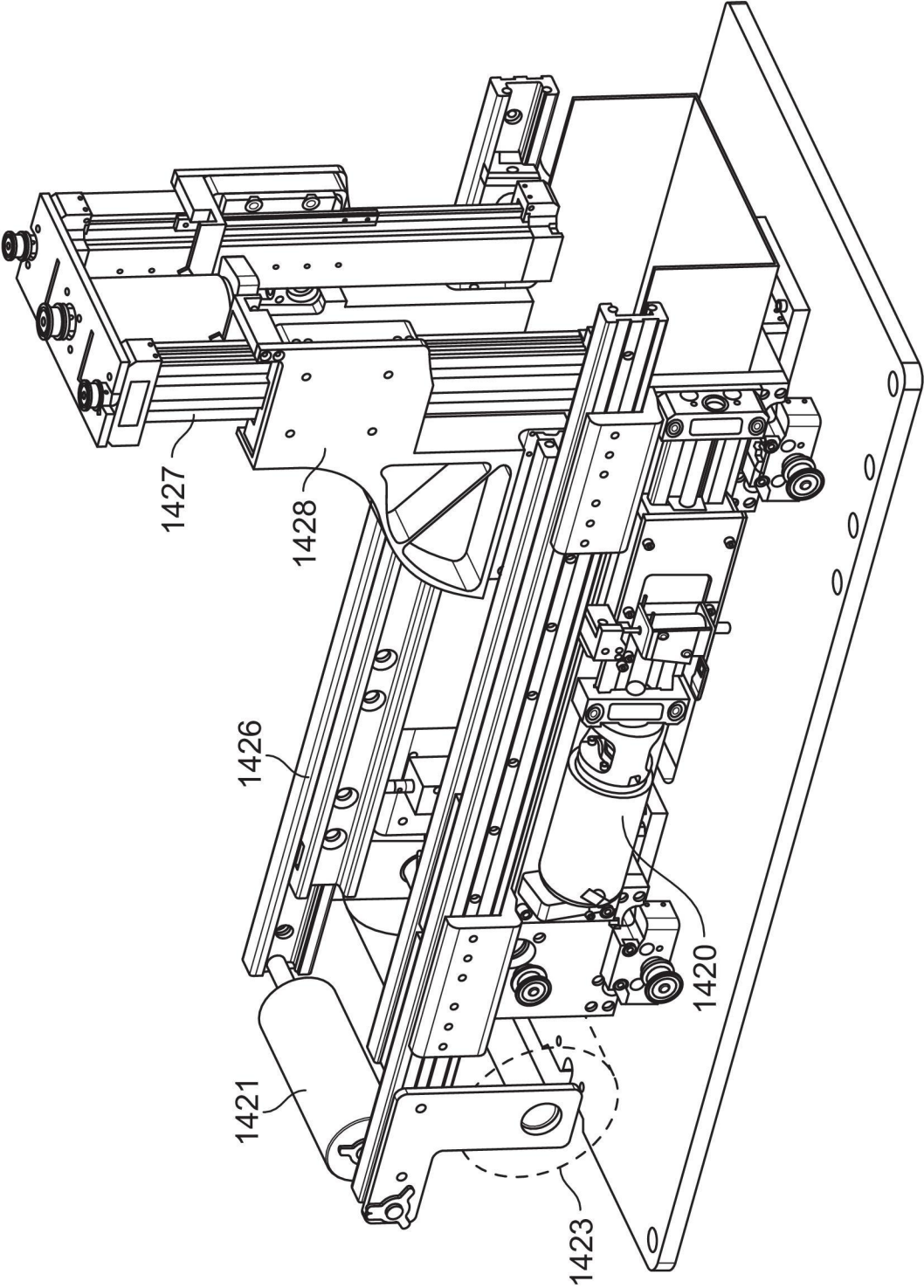
第14圖



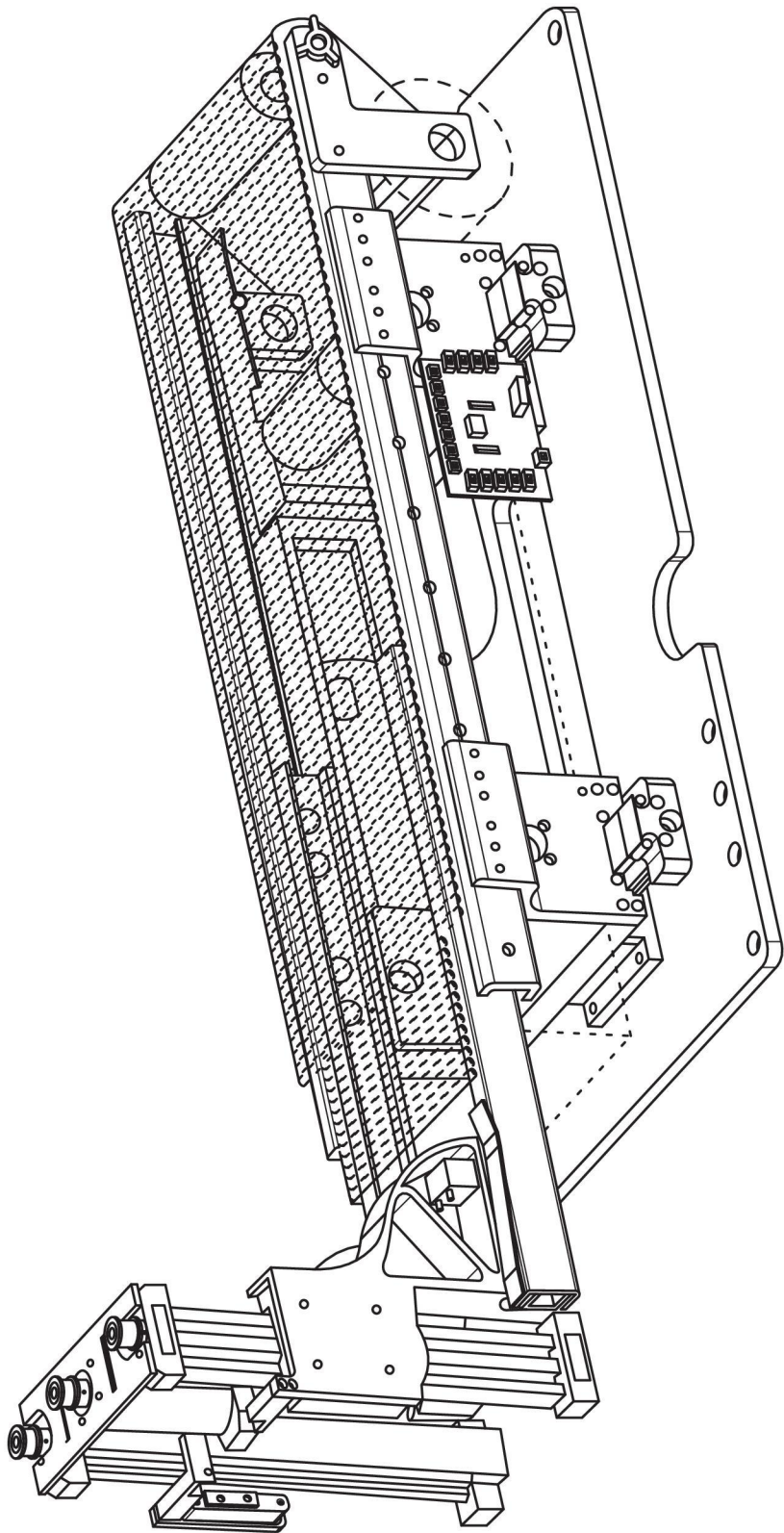
第14A圖



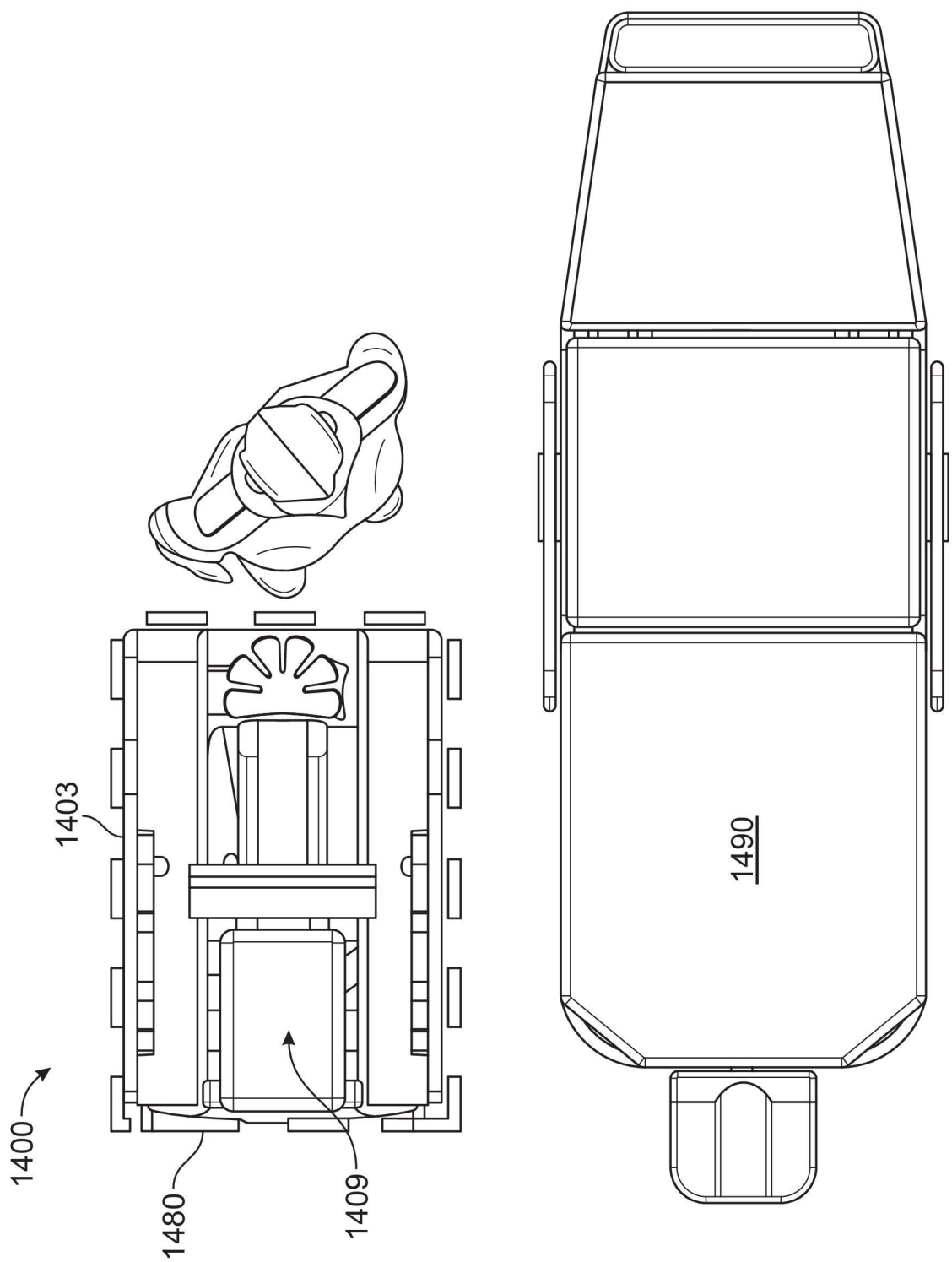
第15圖



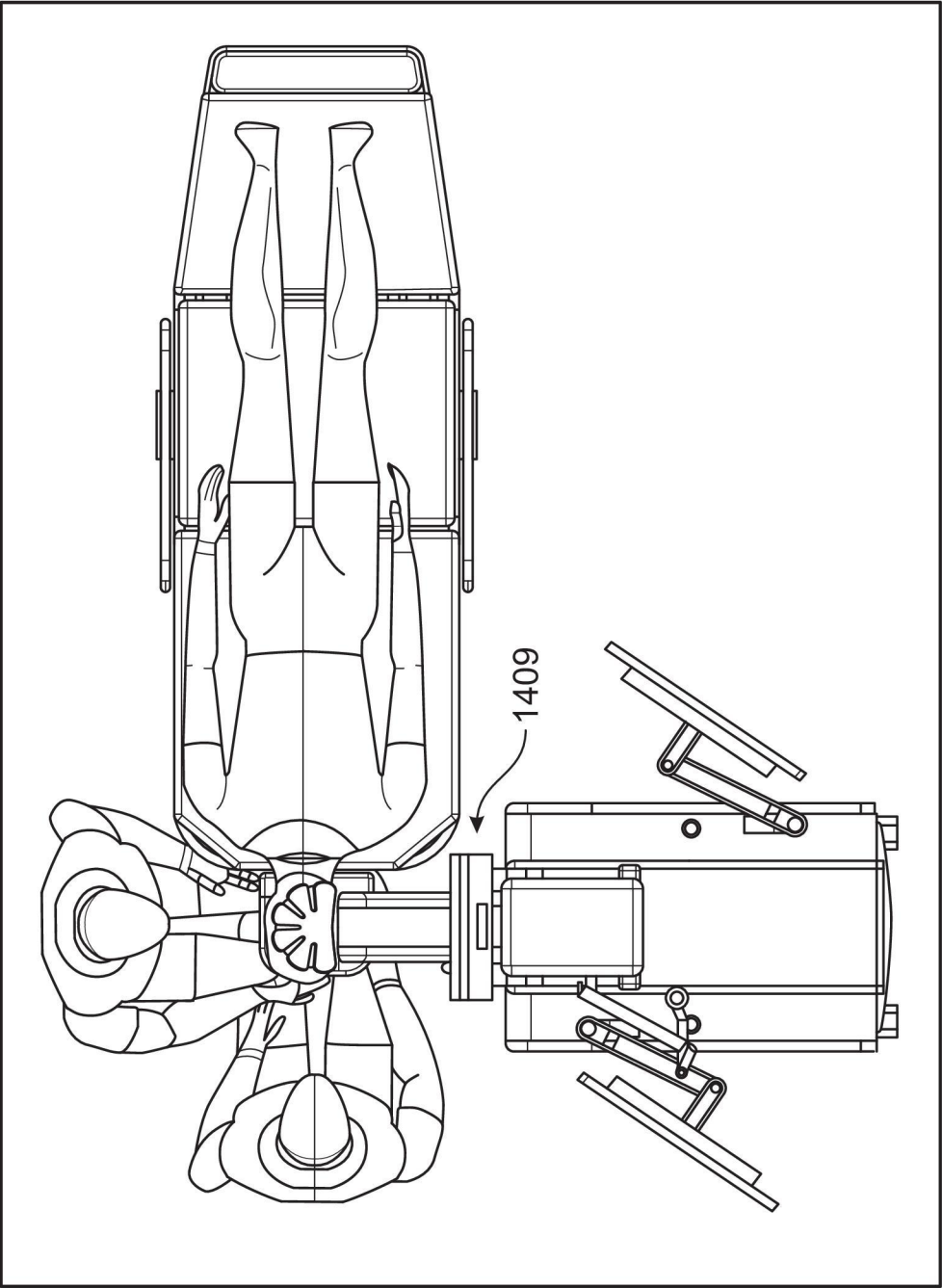
第15A圖



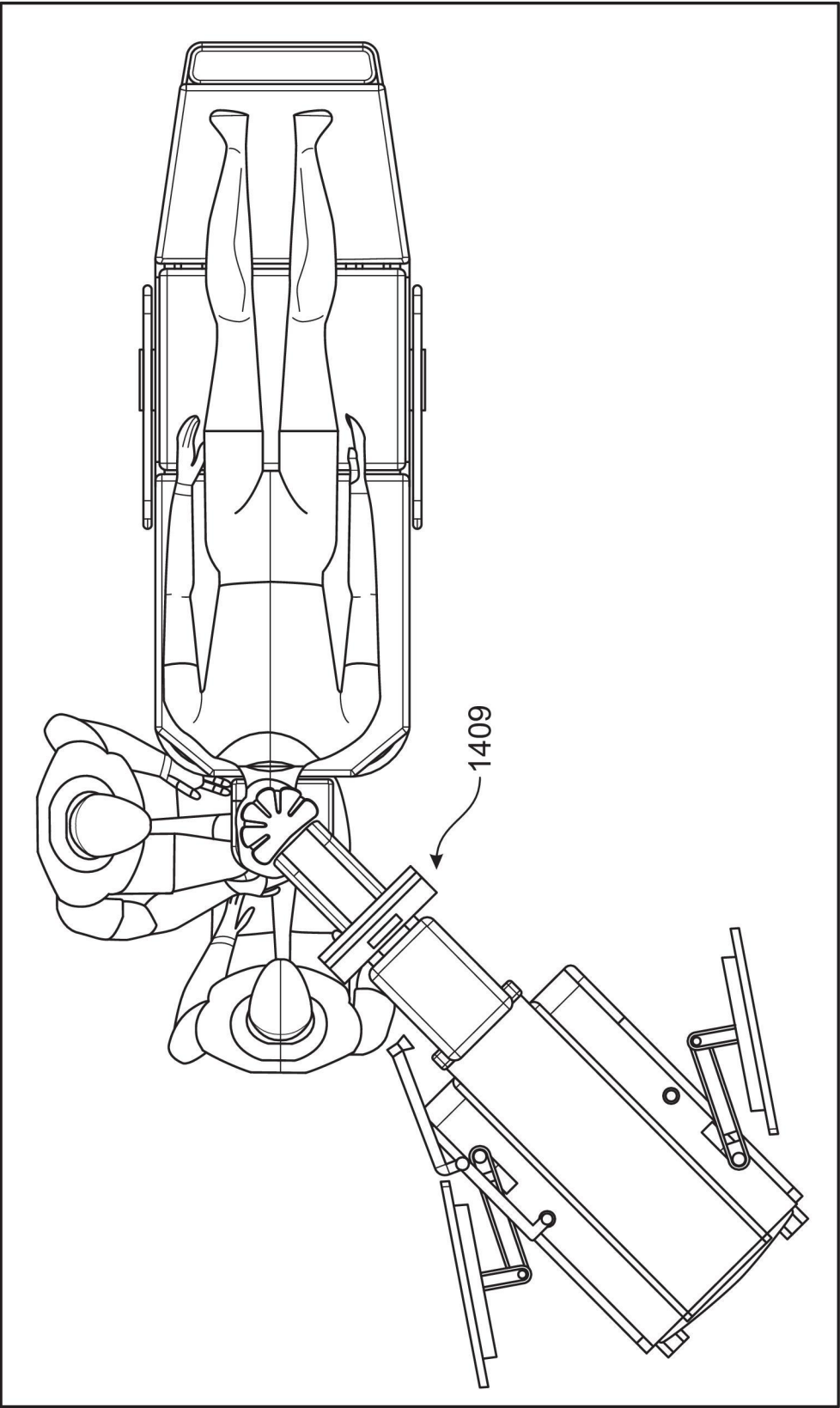
第15B圖



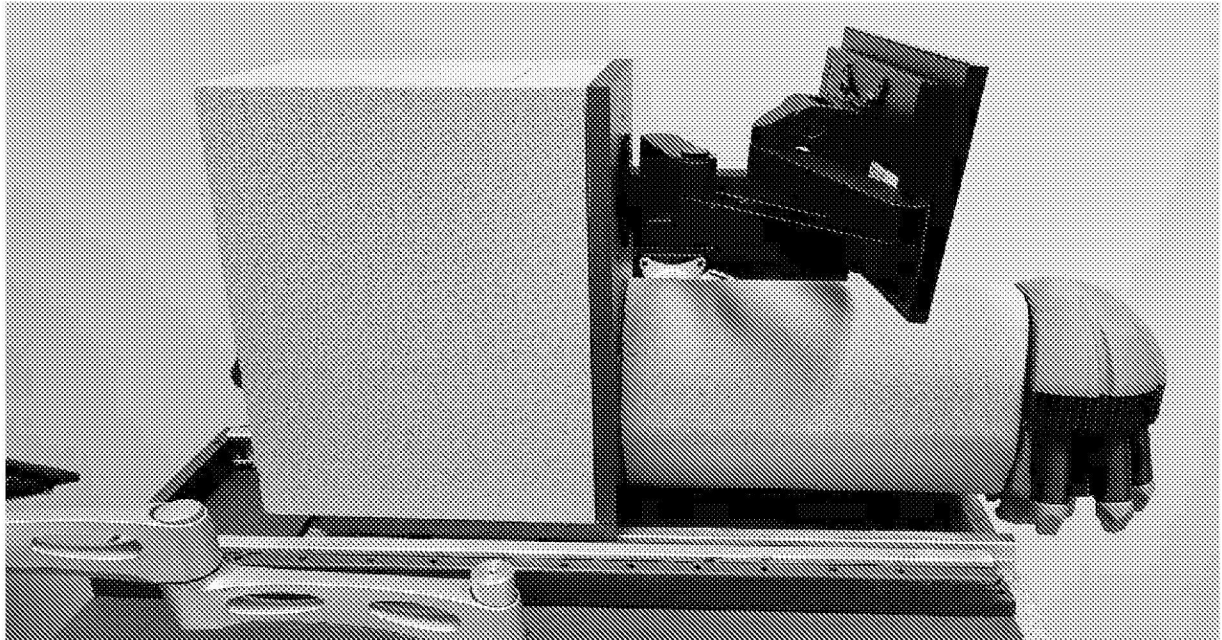
第16A圖



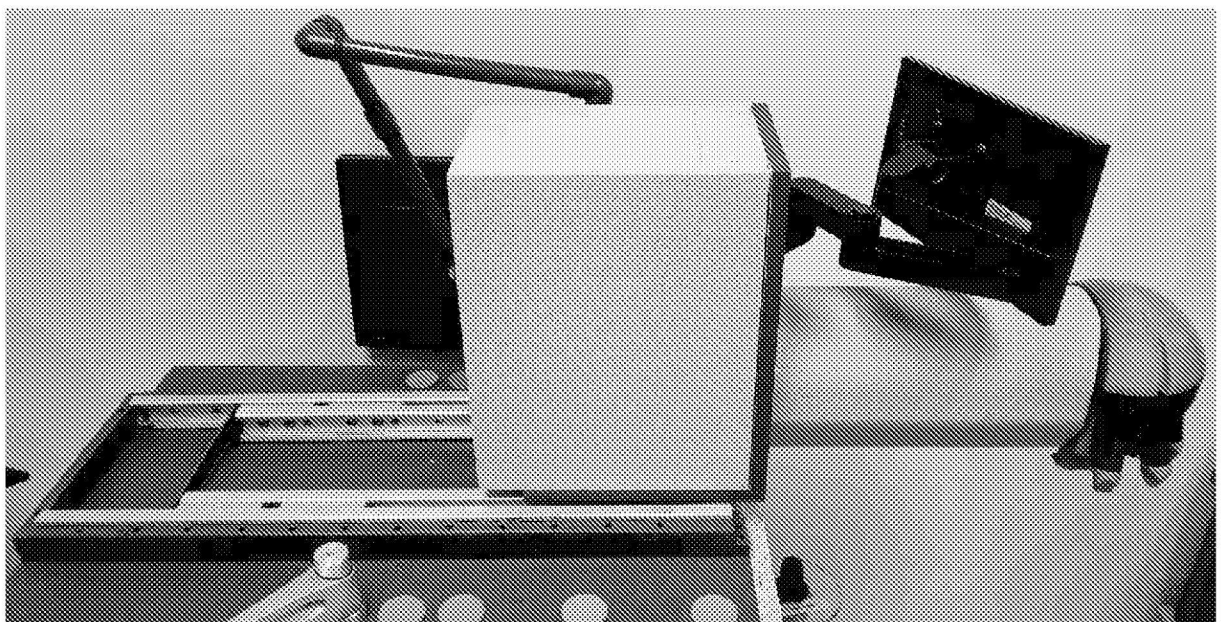
第16B圖



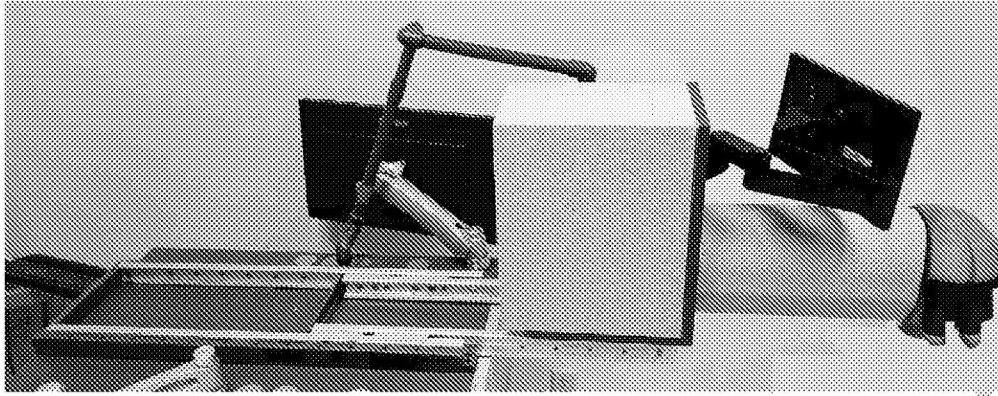
第16C圖



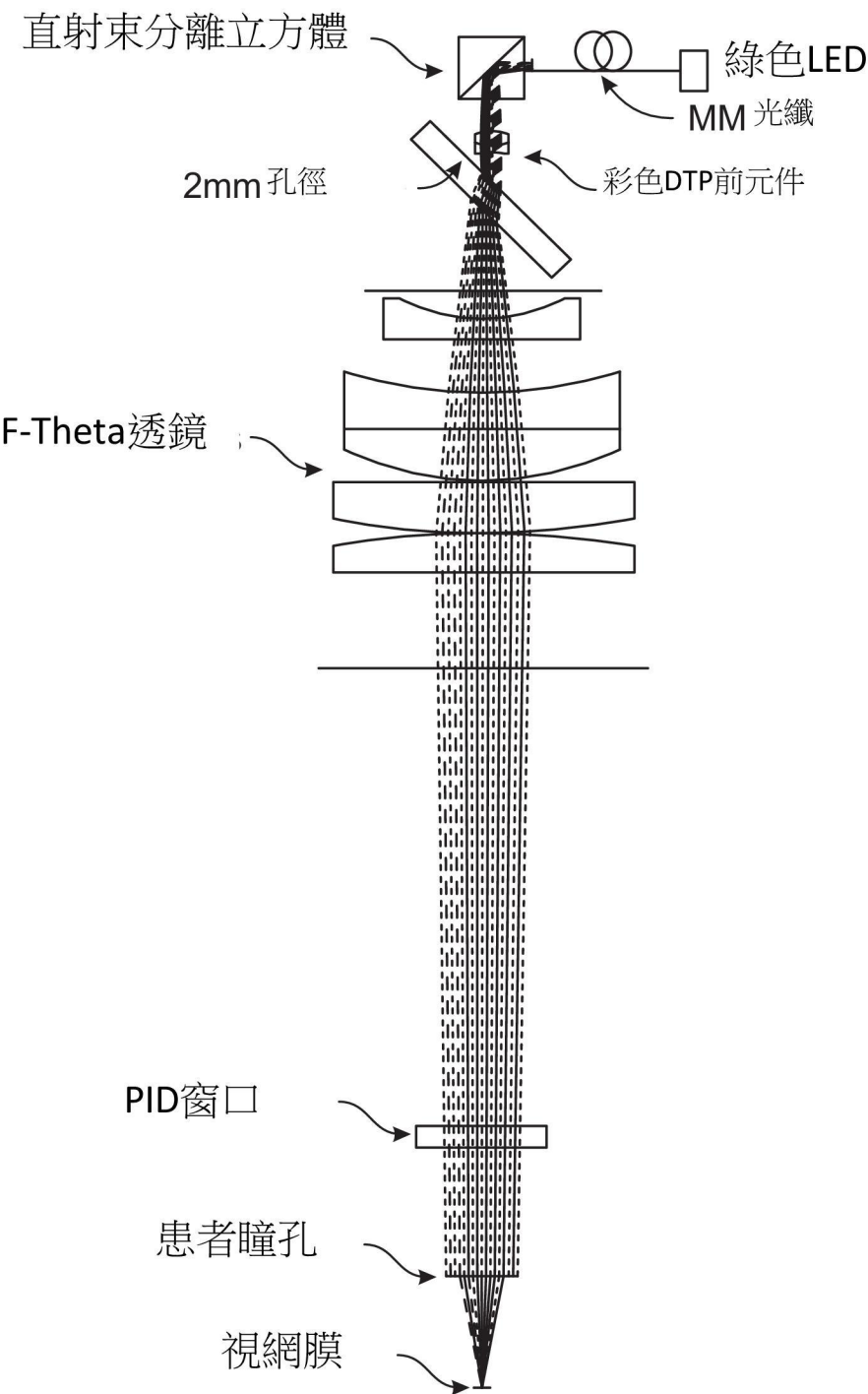
第17A圖



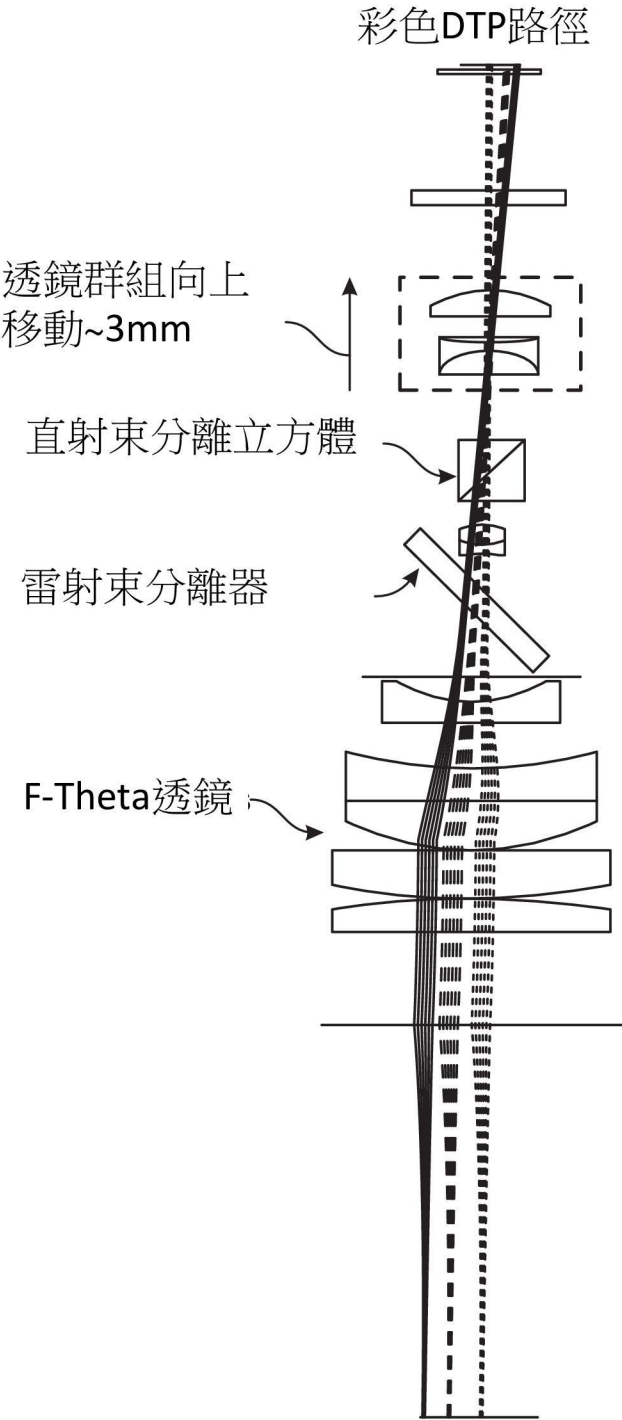
第17B圖



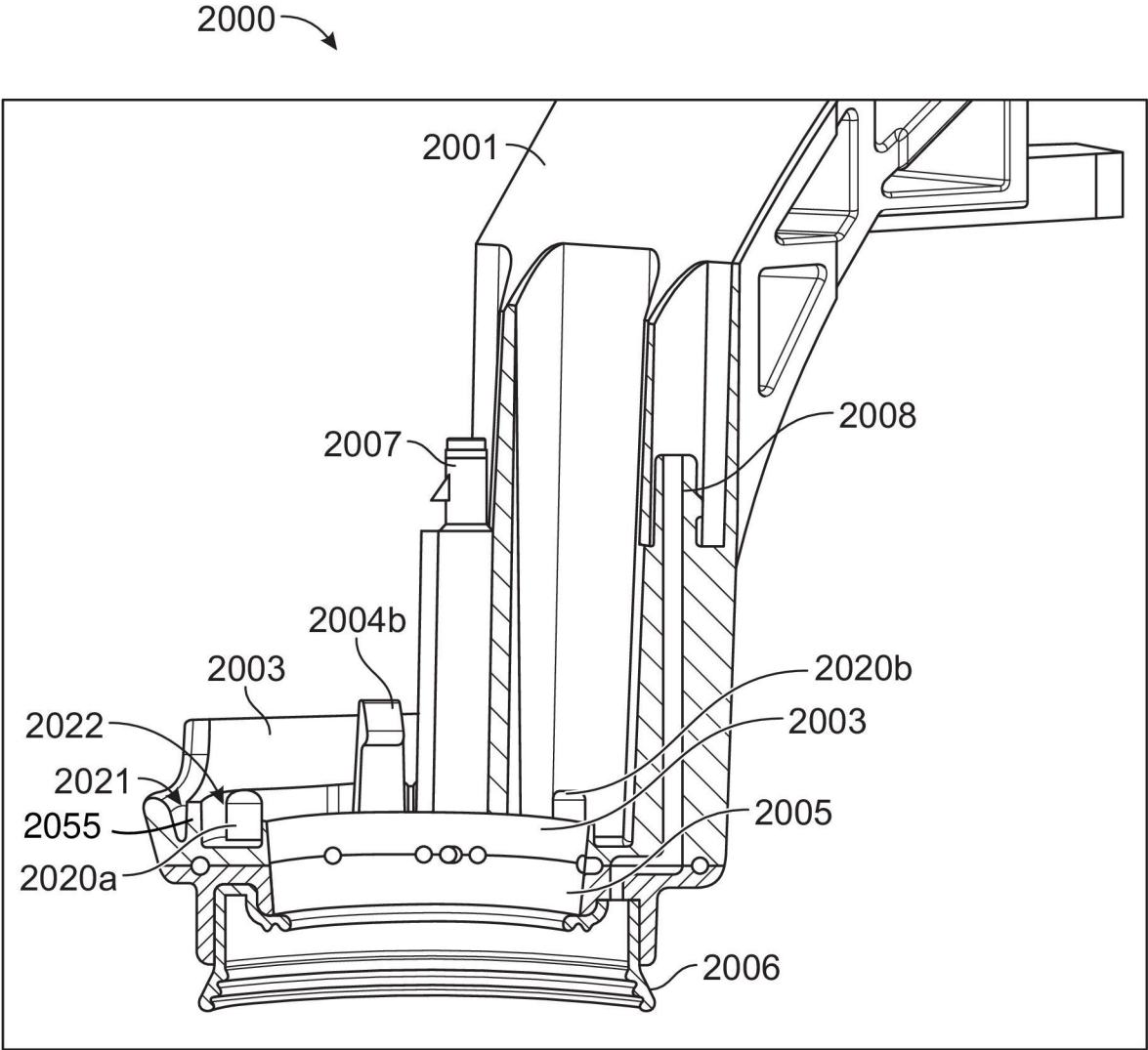
第17C圖



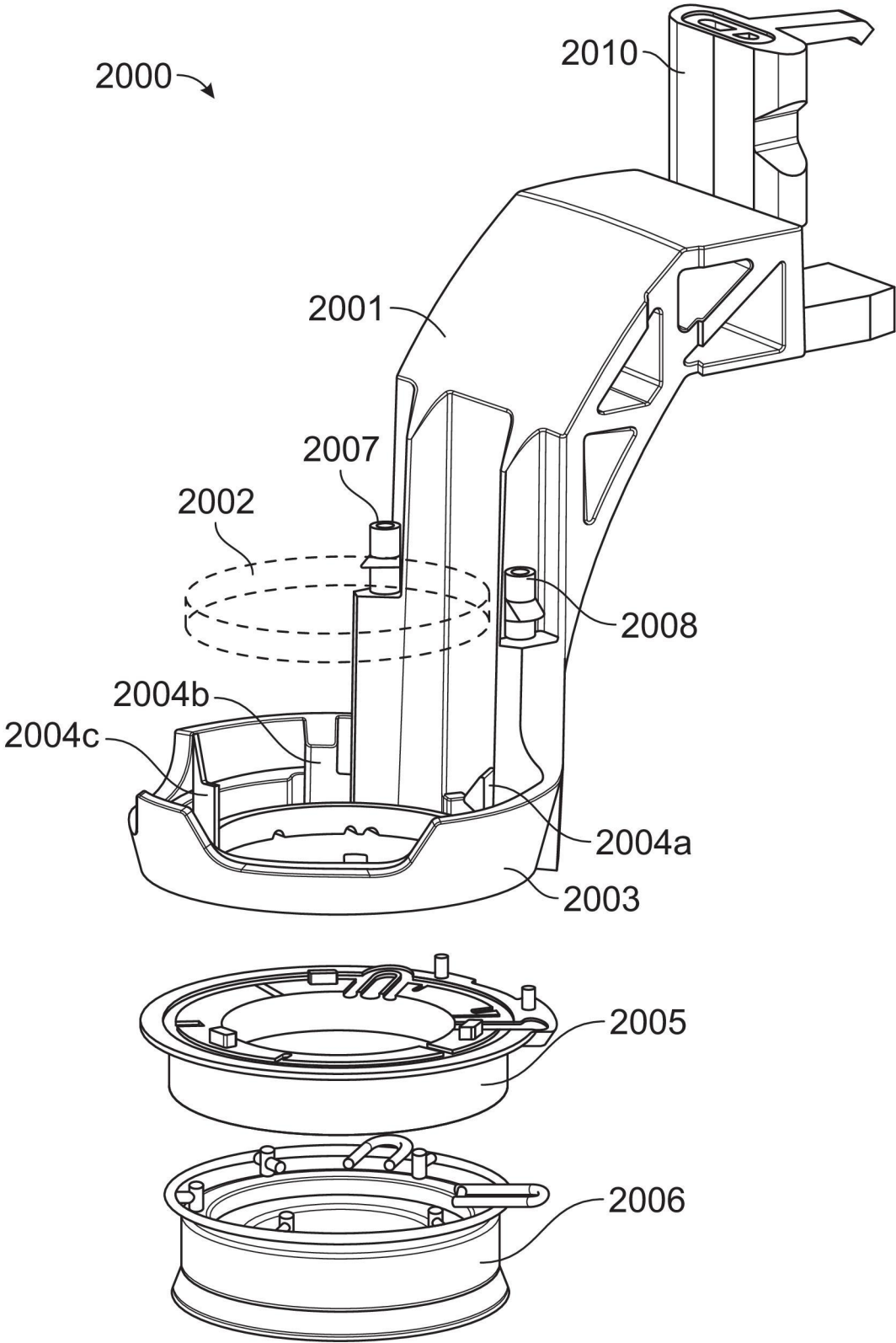
第18圖



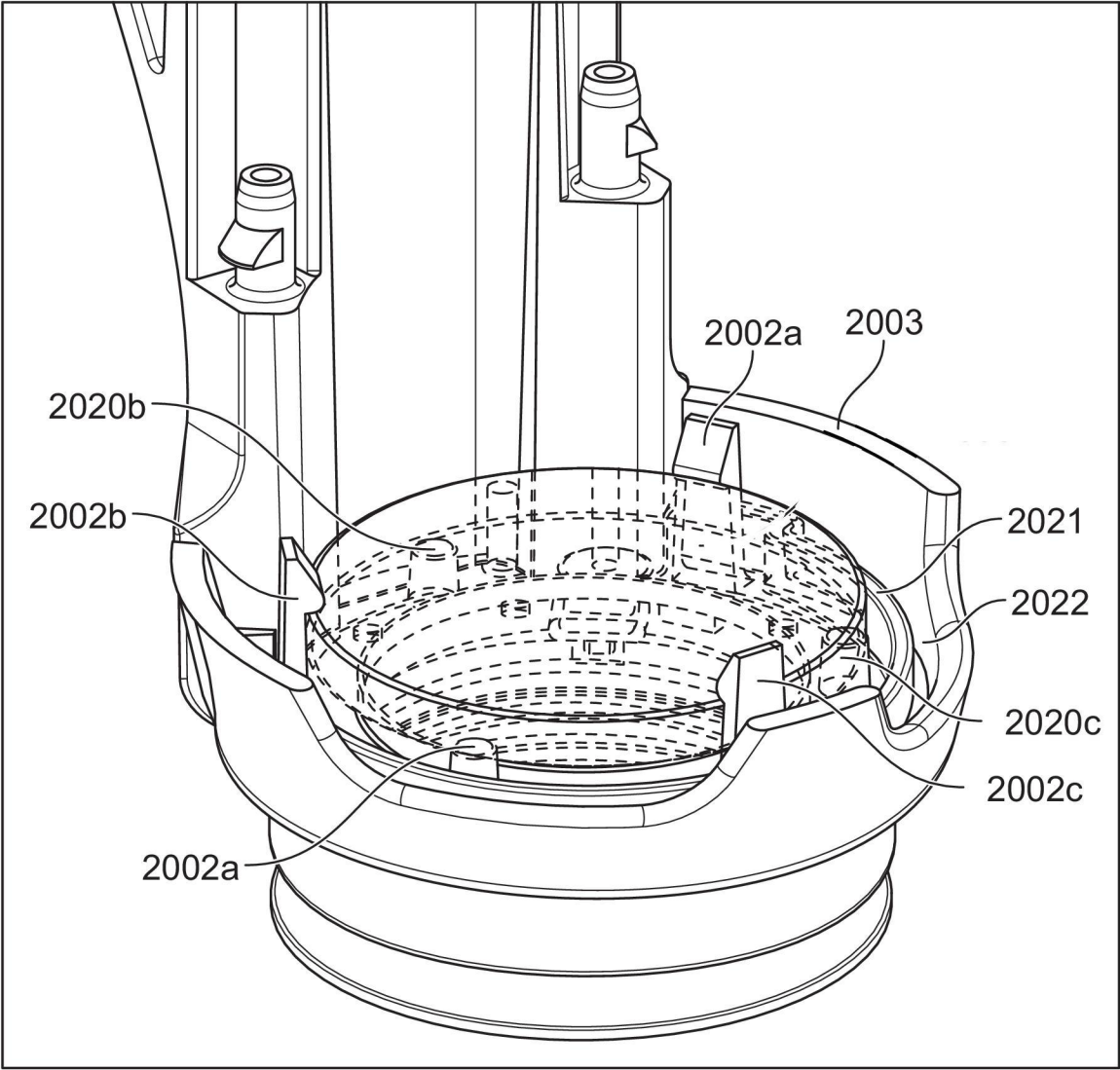
第19圖



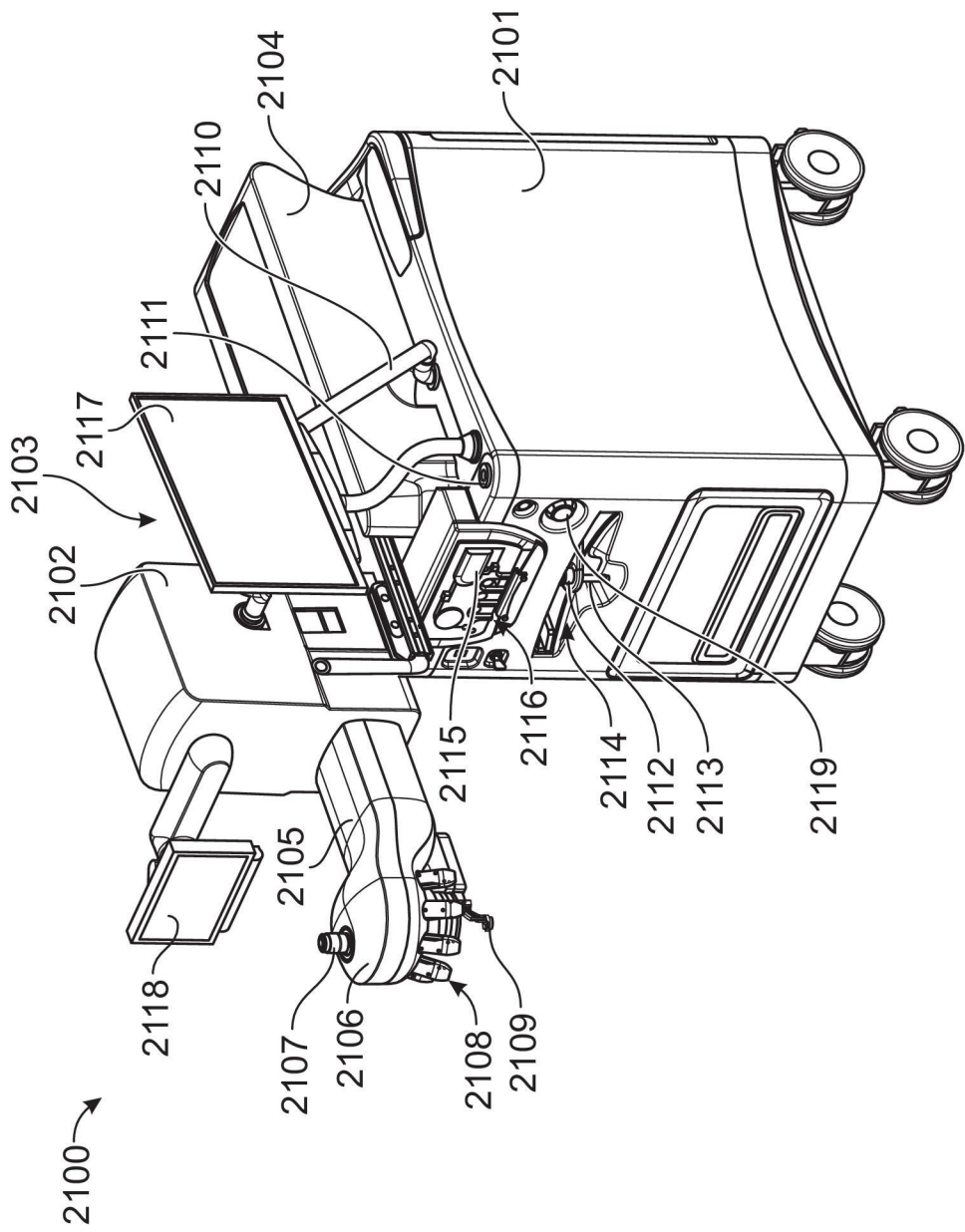
第20圖



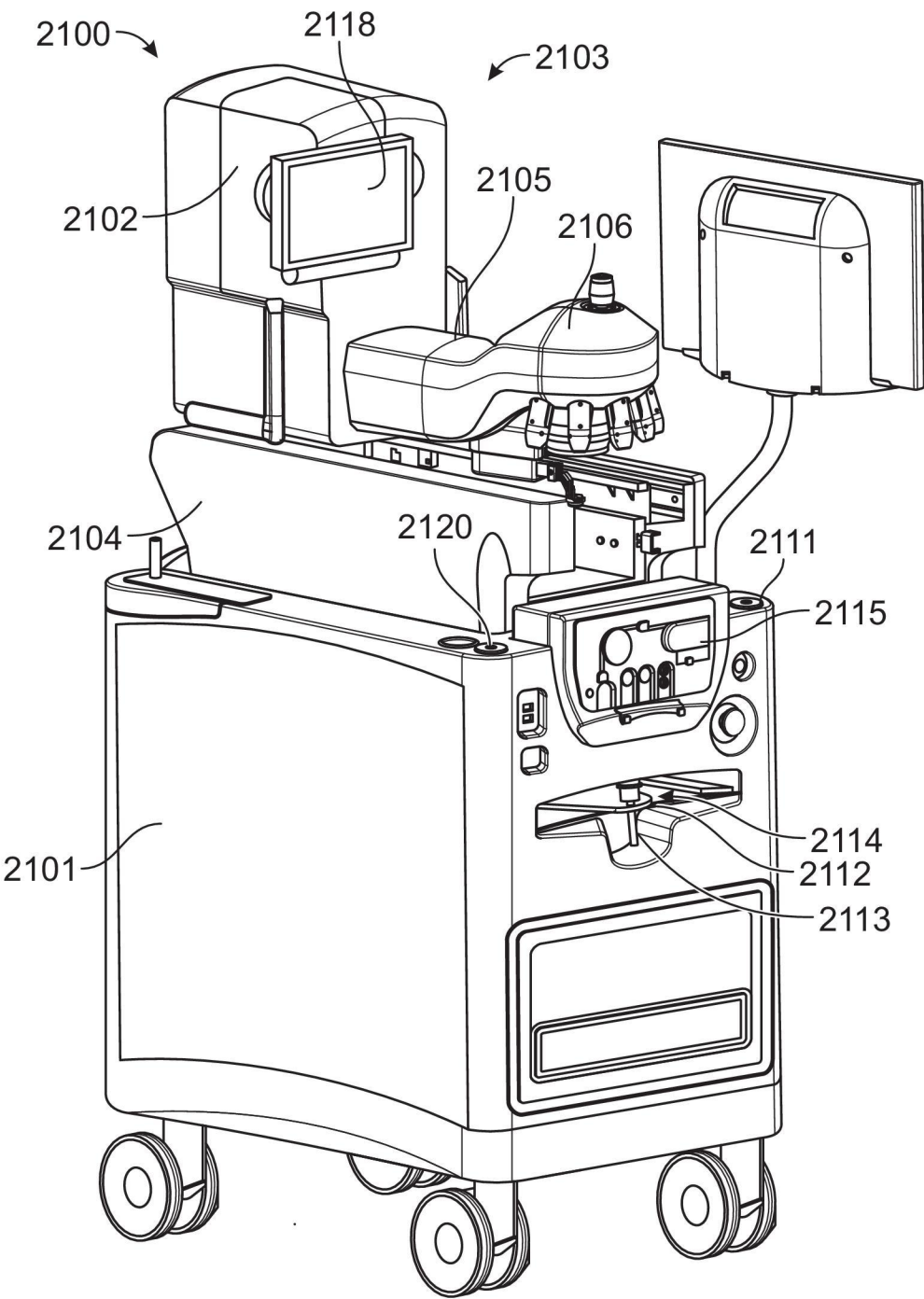
第20A圖



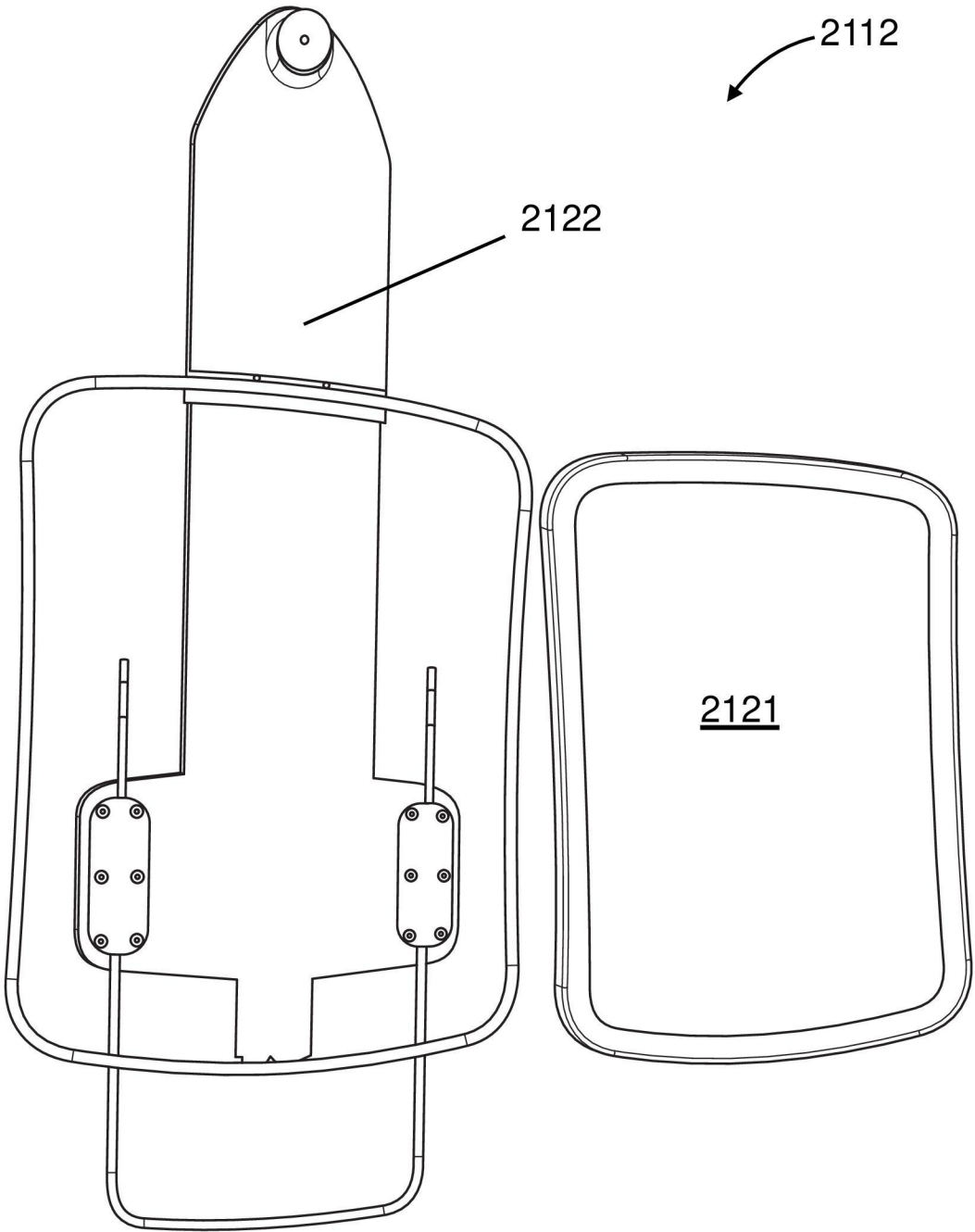
第20B圖



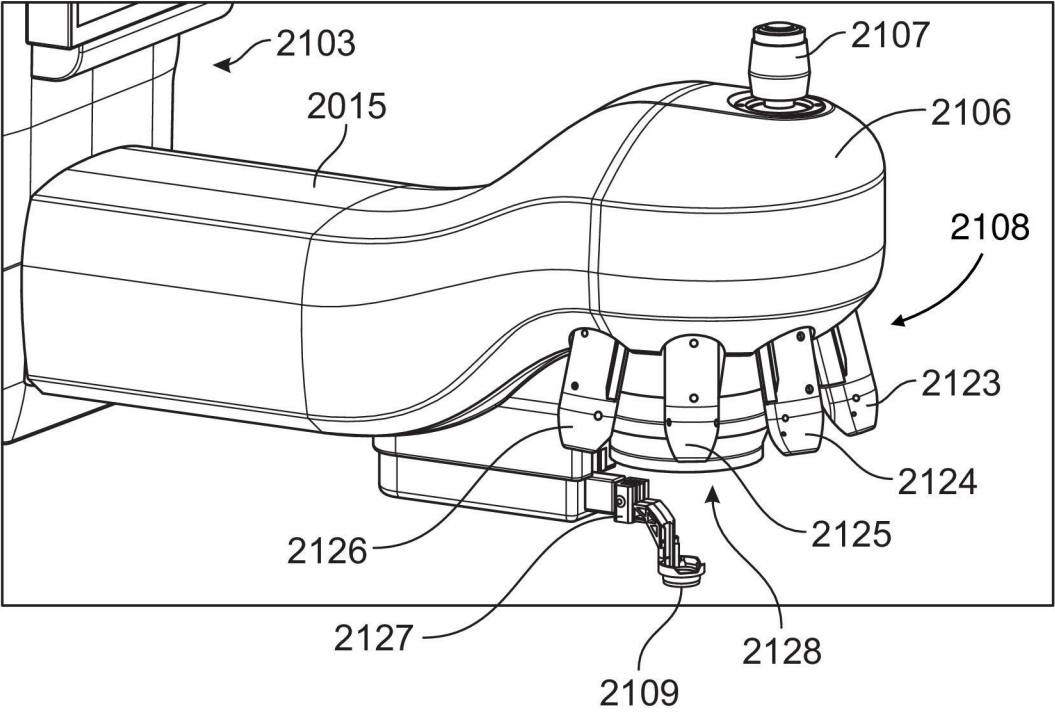
第21圖



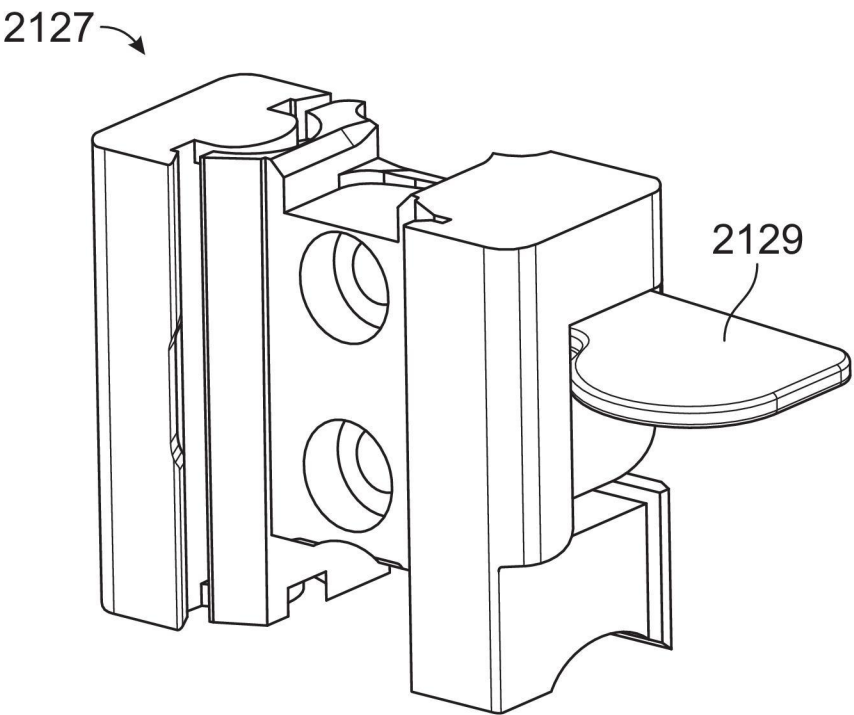
第21A圖



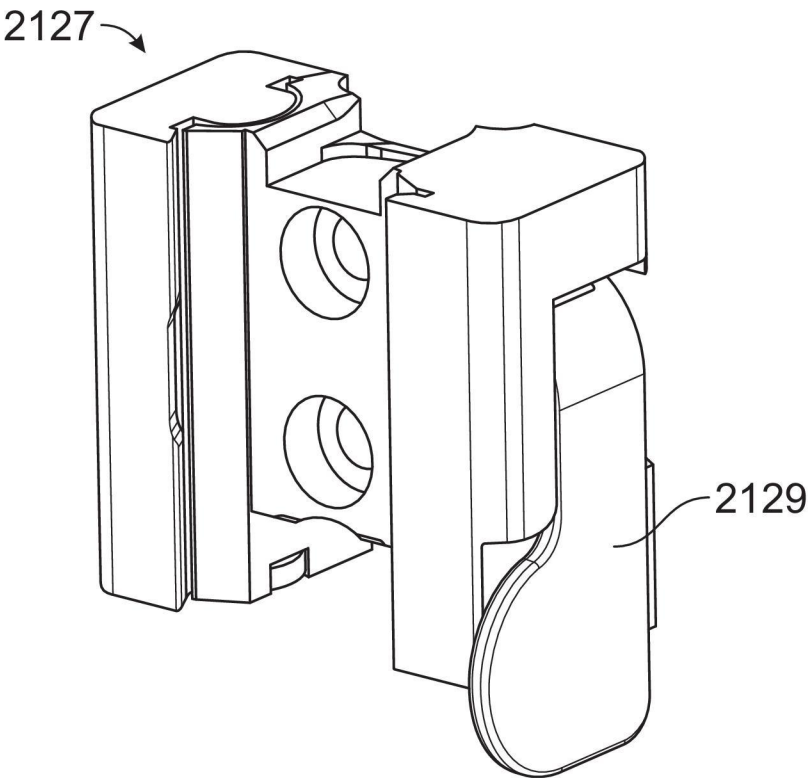
第21B圖



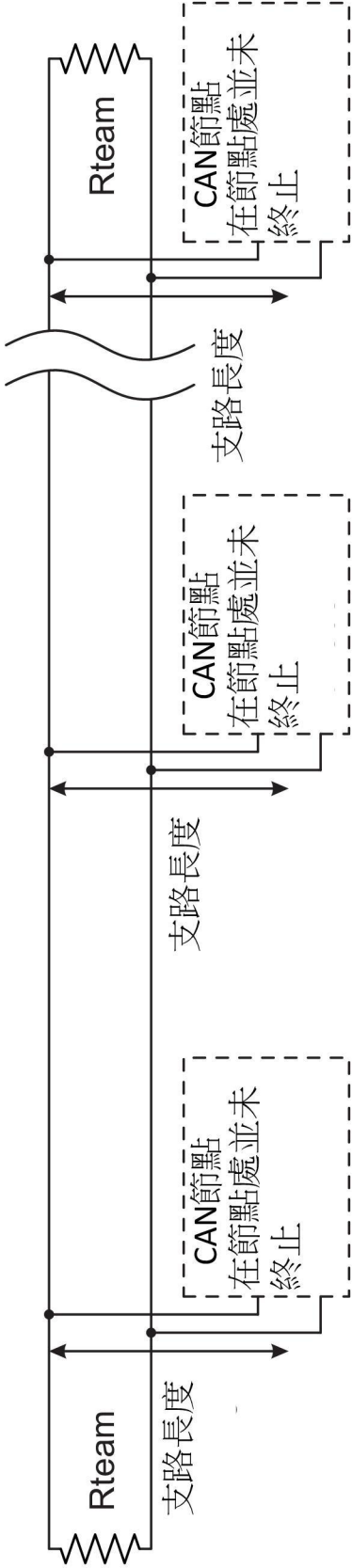
第21C圖



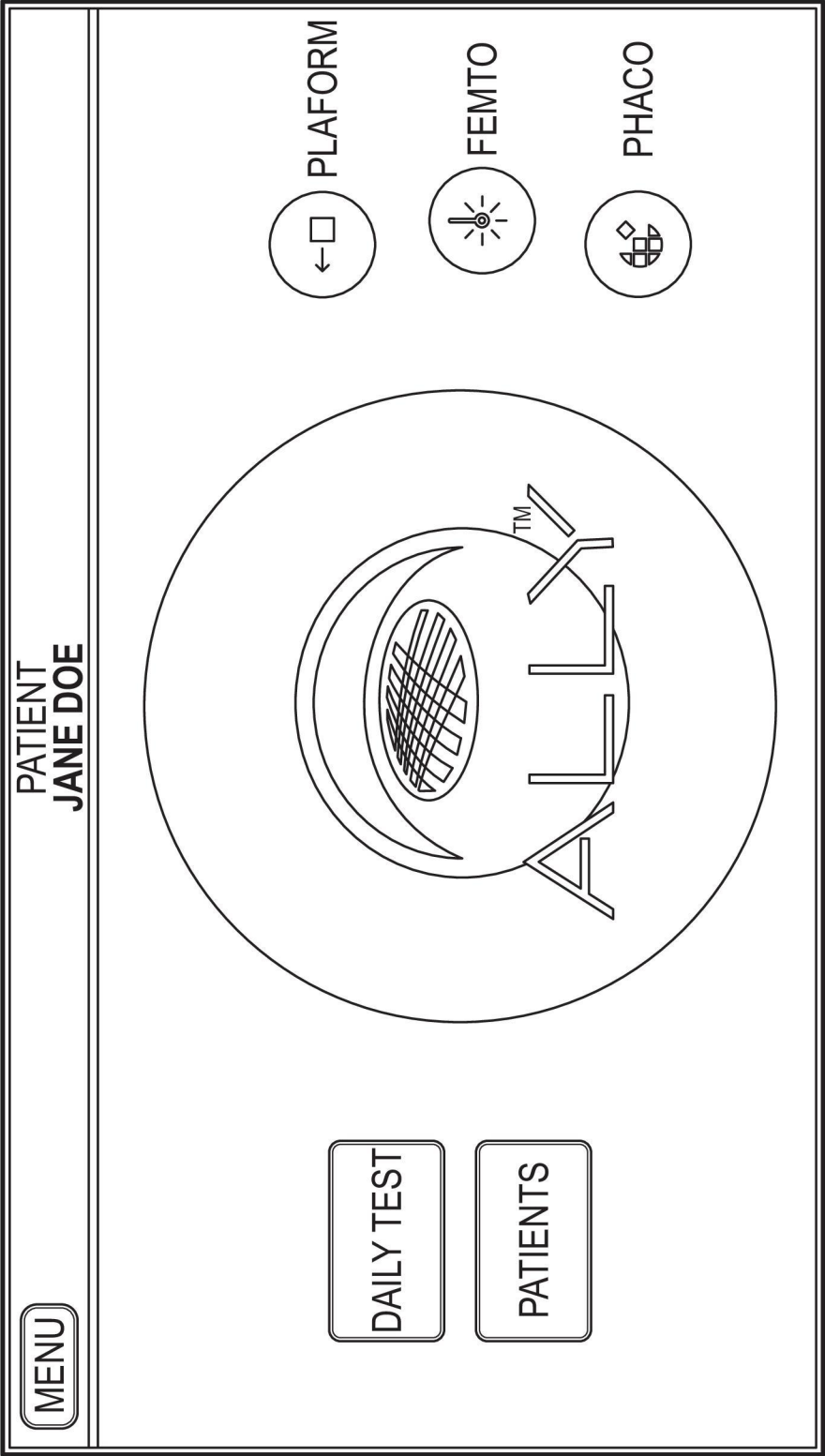
第21D圖



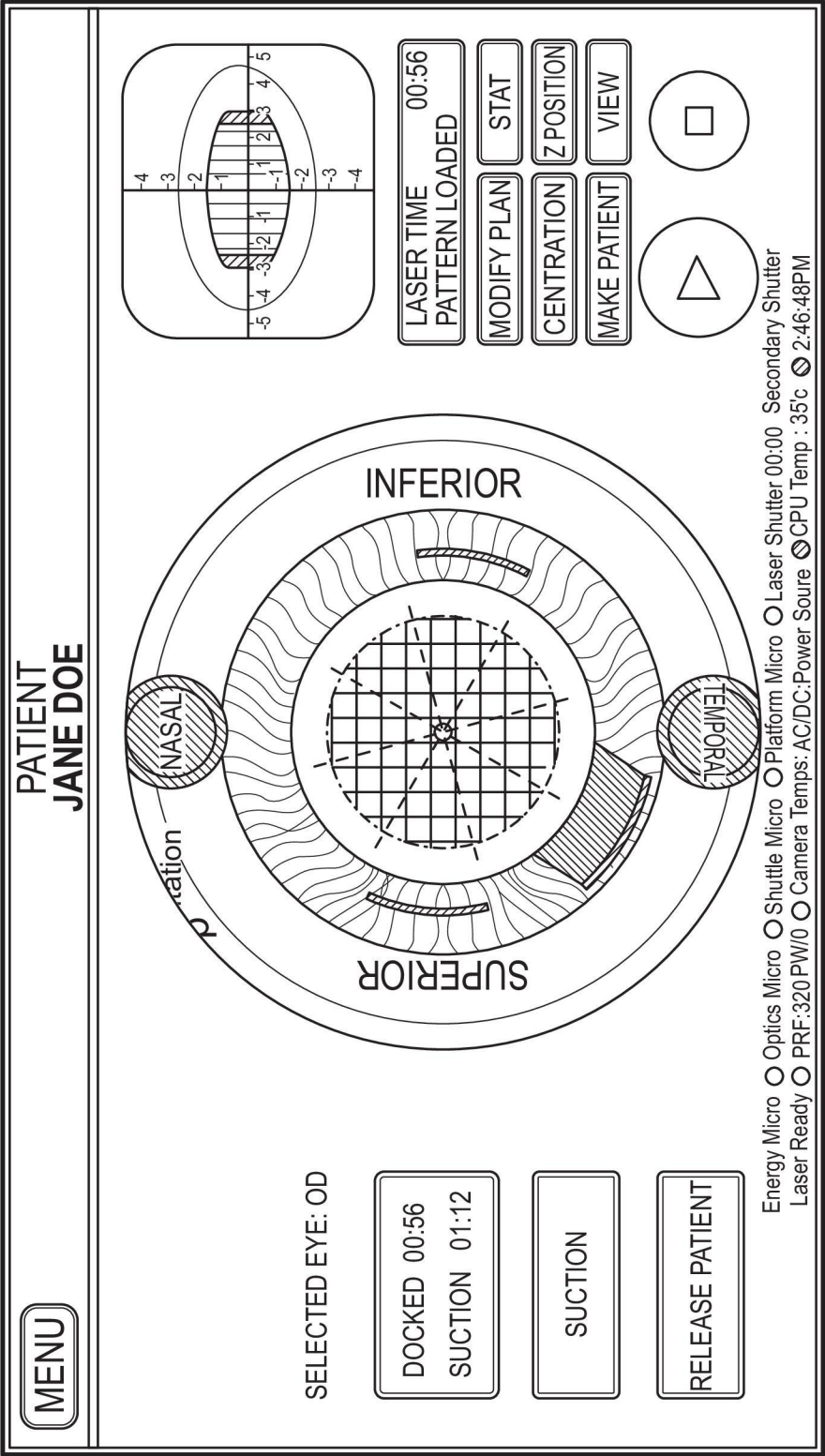
第21E圖



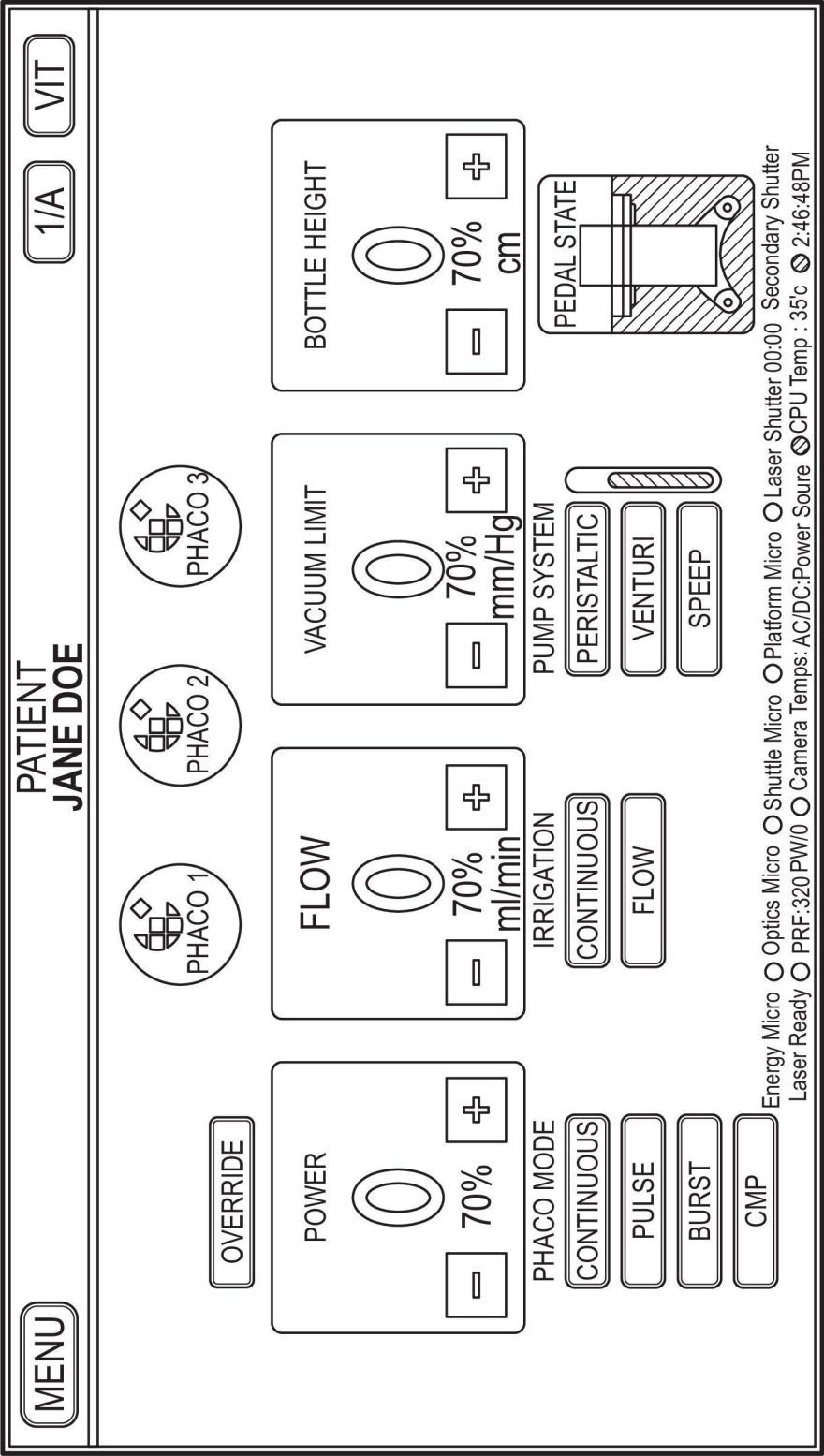
第22A圖



第23A圖



第23C圖



第23D圖