



(21) 申請案號：108136509

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 09 日

(51) Int. Cl. : *A63B53/04 (2015.01)*

(30) 優先權：2018/10/16 美國 16/161,337

(71) 申請人：美商泰勒梅高爾夫有限公司 (美國) TAYLOR MADE GOLF COMPANY, INC. (US)
美國(72) 發明人：葛林史密斯 馬修 GREENSMITH, MATTHEW (ZA)；強森 馬修 大衛
JOHNSON, MATTHEW DAVID (US)；趙 炳靈 CHAO, BING-LING (US)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：56 共 107 頁

(54) 名稱

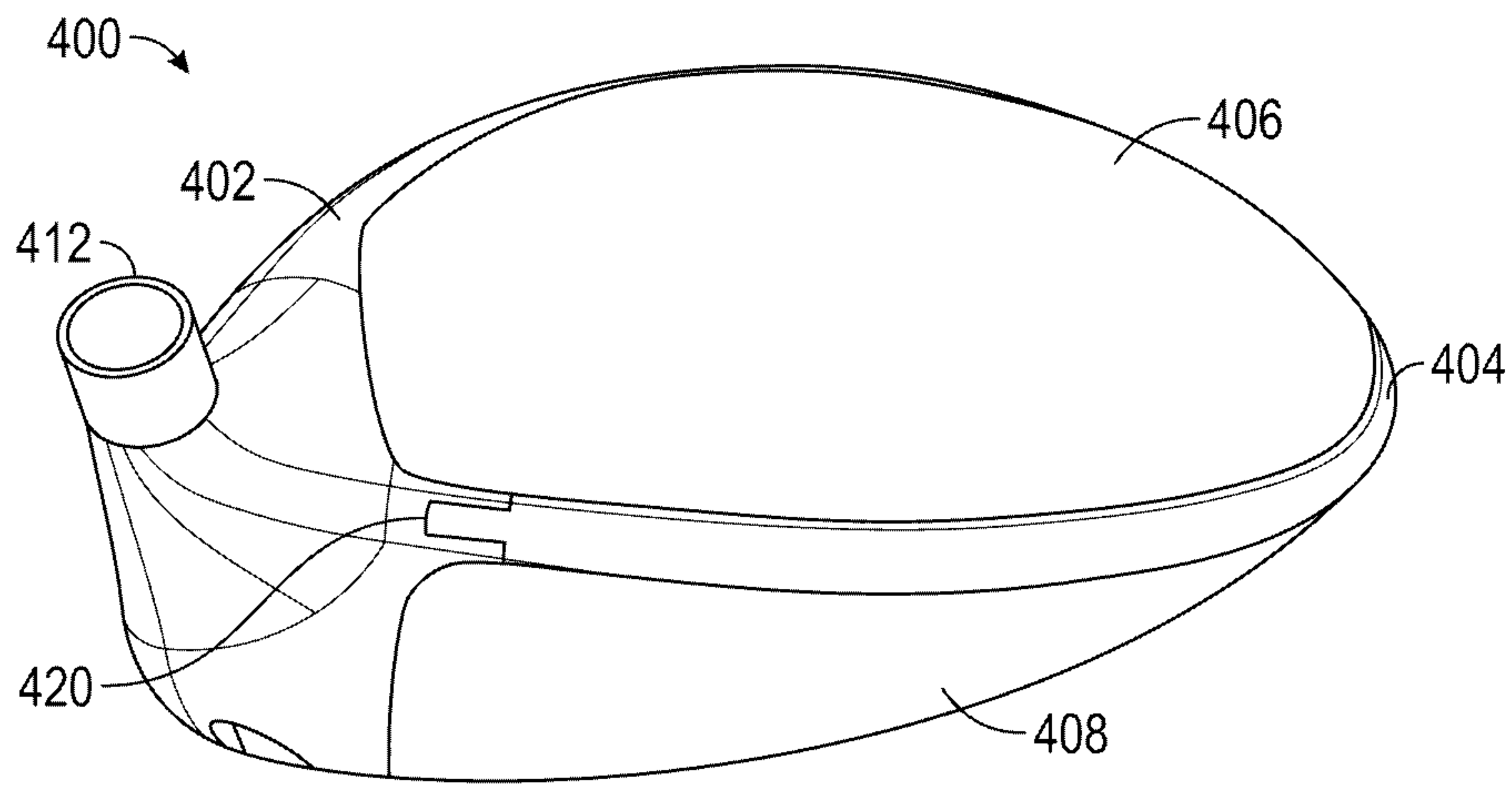
高爾夫球桿頭

(57) 摘要

本發明提供一種鑄造杯，其可包括一高爾夫球桿頭之一前向部分，包括一插鞘、一面部部分及一冠部、底部、跟部及趾部之前向部分。一後部環可與該鑄造杯分開形成且耦接至該鑄造杯之跟部及趾部部分，以形成一金屬球桿頭主體，使得該球桿頭主體定義一中空內部區、一冠部開口及一底部開口。該鑄造杯及後部環可由鈦合金鑄造。複合冠部及底部插入件接著可耦接至該冠部開口及底部開口。該鑄造杯之該面部部分可具有一理想地複雜幾何形狀。該鑄造杯之該面部部分的後表面可在附接該後部環之前經修改。

A cast cup can include a forward portion of a golf club head, including a hosel, a face portion, and forward portions of a crown, sole, heel and toe. A rear ring can be formed separately from the cast cup and coupled to heel and toe portions of the cast cup to form a metallic club head body, such that the club head body defines a hollow interior region, a crown opening, and a sole opening. The cast cup and rear ring can be cast of titanium alloys. Composite crown and sole inserts can then be coupled to the crown opening and sole opening. The face portion of the cast cup can have a desirably complex geometry. The rear surface of the face portion of the cast cup can be modified before the rear ring is attached.

指定代表圖：



符號簡單說明：

400:高爾夫球桿頭

402:杯

404:環

406:冠部插入件

408:底部插入件

412:插鞘

420:接點

【圖37】



202023657

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

高爾夫球桿頭

【英文發明名稱】

GOLF CLUB HEADS

【中文】

本發明提供一種鑄造杯，其可包括一高爾夫球桿頭之一前向部分，包括一插鞘、一面部部分及一冠部、底部、跟部及趾部之前向部分。一後部環可與該鑄造杯分開形成且耦接至該鑄造杯之跟部及趾部部分，以形成一金屬球桿頭主體，使得該球桿頭主體定義一中空內部區、一冠部開口及一底部開口。該鑄造杯及後部環可由鈦合金鑄造。複合冠部及底部插入件接著可耦接至該冠部開口及底部開口。該鑄造杯之該面部部分可具有一理想地複雜幾何形狀。該鑄造杯之該面部部分的後表面可在附接該後部環之前經修改。

【英文】

A cast cup can include a forward portion of a golf club head, including a hosel, a face portion, and forward portions of a crown, sole, heel and toe. A rear ring can be formed separately from the cast cup and coupled to heel and toe portions of the cast cup to form a metallic club head body, such that the club head body defines a hollow interior region, a crown opening, and a sole opening. The cast cup and rear ring can be cast of titanium alloys. Composite crown and sole inserts can then be coupled to the crown opening and sole opening. The face portion of the

cast cup can have a desirably complex geometry. The rear surface of the face portion of the cast cup can be modified before the rear ring is attached.

【指定代表圖】

圖37

【代表圖之符號簡單說明】

400	高爾夫球桿頭
402	杯
404	環
406	冠部插入件
408	底部插入件
412	插鞘
420	接點

【發明說明書】

【中文發明名稱】

高爾夫球桿頭

【英文發明名稱】

GOLF CLUB HEADS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於具有鑄造組件之高爾夫球桿頭及用於製造此類高爾夫球桿頭之相關方法。

【先前技術】

【0002】 隨著高爾夫的普及性及競爭性不斷增長，目前消耗大量的精力及資源來改良高爾夫球桿。許多近期改良活動涉及新的且愈加精密之材料與先進的球桿頭工程技術一起使用的組合。舉例而言，現代「木型」高爾夫球桿(例如，「發球桿」、「球道木桿」、「救援球桿」及「實用或混合球桿」)，其具有精密桿身及非木製球桿頭，與「木型」發球桿、低傾角長鐵桿及數年前使用之較高編號的球道木桿存在極少相似性。此等現代木型球桿大體被稱作「金屬膠合木型桿」或簡稱「木桿」。

【0003】 由強、輕量金屬及其他材料鑄成金屬膠合木球桿頭之當前能力已允許將球桿頭製成中空的。高強度及高破裂韌性之材料的使用亦已允許將球桿頭壁製得較薄，與早期球桿頭相比，其減少總重量且允許增加球桿頭大小而無由增加重量產生之擺動速度損失。較大球桿頭趨向於具有較大面板區域且亦可製成具有高球桿頭慣性，由此使該球桿頭比較小球桿頭更「寬容(forgiving)」。藉由多個變數(包括面板之形狀、輪廓、大小及厚度以及球桿頭之重心(CG)的位置)判定諸如最佳衝擊位置(亦稱為「甜

點」)之大小的特性。

【0004】 例示性金屬膠合木高爾夫球桿通常包括具有下端之桿身，球桿頭附接至該下端。大多數現代版本之此等球桿頭至少部分地由輕量但強硬之金屬(諸如鈦合金)製成。在一些情況下，球桿頭包含稍後附接至面板(在本文中可與術語「面部」或「面部插入件」或「擊球板」或「擊打板」互換地使用)主體，而在其他情況下，主體及面板一起鑄造為整體式結構，使得面板不必稍後附接至主體。面板定義實際上接觸高爾夫球之前表面或擊球面。

【0005】 將金屬膠合木球桿頭之總質量視為球桿頭之質量預算，質量預算中的至少一些必須專用於提供球桿頭的適當強度及結構支撐。此被稱為「結構」質量。預算中剩餘之任何質量被稱作「任意」或「效能」質量，例如，其可分佈於金屬膠合木球桿頭內以解決效能問題。因此，減少金屬膠合木球桿頭之結構質量而不損害強度及結構支撐之能力提供增加任意質量且因此改良球桿效能的可能性。

【0006】 減少球桿頭之總質量的一個機會在於藉由減少面板厚度來減少其質量；然而鑒於面部吸收球之初始衝擊力且因此對其實體及機械性質具有相當嚴格之要求，為進行此操作之機會略受限。給定鈦及鈦合金之輕重量及高強度，球桿製造商已將鈦及鈦合金用於面板製造以及整個球桿頭製造。通常對於給定其相對複雜3D結構之球桿頭，鑄造製程已用於其製造。多個此類面板藉由包模鑄造製程製成，其中將適當金屬熔體鑄造至由脫蠟製程形成之經預加熱陶瓷包模中。包模鑄造亦已用於將面板製備為具有球桿頭主體之其餘部分的整體式結構鑄件或分開形成之面板，該面板隨後通常藉由焊接附接至球桿頭主體的前部。儘管廣泛使用，但此類反應

材料之複雜成形組件的包模鑄造之特徵可在於相對較高成本及低產率。低鑄造產率可歸因於若干因素，包括表面或表面連接之空隙型缺陷及/或特定模腔區(尤其薄模腔區)的不充分填充，及相關聯內部空隙、收縮及類似缺陷。

【0007】 為進一步使包模鑄造面板之缺陷複雜化，球桿頭製造商通常亦將曲率引入至球桿面部上以有助於補償除重心位置以外之命中所引起的方向性問題。因此，代替平坦面板，製造商可能希望形成具有跟部至趾部凸形曲率(被稱作「隆起」)及冠部至底部凸形曲率(被稱作「起伏」)兩者之面部。另外，製造商亦可引入跨越面板之可變面部厚度分佈。改變面板之厚度可增加球桿頭COR區(通常被稱作高爾夫球桿頭之甜點)之大小，當用高爾夫球桿頭擊打高爾夫球時，其允許面板之更大區域一致地輸送高高爾夫球速度及發射寬容性。此外，改變面板之厚度在減少用於再分配至球桿頭之另一區域的面部區中之重量方面可為有利的。

【0008】 為彌補包模鑄造此等更複雜面板結構之缺陷，製造商已轉成形成面板之替代性方法，包括自捲起的鈦薄片雷射切割面板，繼之以後續鍛造以賦予任何所要隆起及起伏，接著在車床上進行機械加工步驟以引入任何所要的面部厚度分佈。此等步驟之劣勢包括以下事實：需要三個單獨的形成步驟，且在車床上之用以形成可變厚度分佈的機械加工製程不僅為浪費的而且亦由於車床之圓周運動將分佈限於圓形區域。

【0009】 因此，使球桿頭面板具有充分實體屬性以允許厚度減少從而導致球桿頭中之更多可用任意重量將為高度理想的。若除具有任何圓形、橢圓形、不對稱或另外的任何可變厚度分佈以外，面板亦能夠呈現任何所要隆起及起伏曲率，則其將亦為理想的。若可採用用於製造此類面板

之簡化製程，其中導致面板具有所需厚度及實體強度性質，該製程亦將導致面板具有任何所要的隆起及起伏以及可變厚度分佈同時要求最少處理步驟且最小化製程中產生之任何浪費，則其將亦為理想的。若球桿頭主體及面部可由相同材料同時鑄造為單一整體式主體，而非必須稍後附接在一起之兩個零件，則其將亦為理想的。若鑄造面板並不要求化學蝕刻以移除或減少 α 硬殼之厚度從而為面板提供適當耐久性性質，則其將亦為理想的。

【發明內容】

【0010】 本文中所揭示之一些高爾夫球桿頭主體可由9-1-1鈦鑄造，其中面板沿冠部、底部、裙部及插鞘鑄造為主體之單體部分。歸因於9-1-1鈦材料，主體之面板及其他部分自模獲取較少氧氣且可具有減少的 α 硬殼厚度，從而導致更大延展性及耐久性。此可消除在鑄造之後使用氫氟酸或其他危險化學蝕刻劑來減少 α 硬殼厚度之需要。鑄造方法可包括將鑄模預加熱至低於常溫及/或塗佈模之內表面，以進一步減少在鑄造期間自模傳送至9-1-1鈦的氧氣量。

【0011】 在一些實施例中，一木型高爾夫球桿頭主體包含一冠部、一底部、裙部、一面板，及一插鞘；該主體定義一中空內部區；該主體實質上完全由9-1-1鈦鑄造；及該主體鑄造為一單一整體式鑄件，其中該面板經整體地形成而具有該冠部、底部、裙部及插鞘。該主體可包含微量氟原子作為鈦合金中存在之摻合雜質，但歸因於在鑄造之後不存在用氫氟酸蝕刻面部，主體中存在之氟的含量可極低。在一些實施例中，面板可實質上不具有氟原子，諸如小於1000 ppm、小於500 ppm、小於200 ppm，及或小於100 ppm。在一些實施例中，主體可具有厚度為0.150 mm或更小、

0.100 mm或更小及/或0.070 mm或更小的 α 硬殼。

【0012】 一些例示性方法包含製備用於鑄造之一模且隨後使用該模來實質上完全由9-1-1鈦鑄造一高爾夫球桿頭主體，其中該鑄造主體包括一冠部、一底部、裙部、一面板及一插鞘，其中該鑄造本體定義一中空內部區域；且其中該主體鑄造為一單一整體式鑄件，其中在鑄造期間該面板經整體地形成而具有該冠部、底部、裙部及插鞘。一些此類方法不包括在鑄造之後蝕刻該面板。在一些方法中，製備該模包含預加熱該模，以使得在進行鑄造時，該模處於800°C或更小、700°C或更小、600°C或更小及/或500°C或更小的溫度下。

【0013】 本文中亦揭示高爾夫球桿頭實施例，其包含形成球桿頭之一前向部分的一金屬鑄造杯，包括一插鞘、一面部部分、一冠部之一前向部分，及一底部之一前向部分。一金屬後部環可與該鑄造杯分開形成且耦接至該鑄造杯之跟部及趾部部分，以形成一球桿頭主體，使得該金屬球桿頭主體定義一中空內部區、一冠部開口及一底部開口。接著可將一複合冠部插入件耦接至該冠部開口。由複合材料、金屬或其他材料製成之一底部插入件可耦接至該底部開口。在一些實施例中，不存在底部開口或底部插入件。該鑄造杯及後部環可由一鈦合金鑄造，且可焊接在一起以形成該球桿頭主體。在一些實施例中，該環及杯由不同金屬材料構成，諸如兩種不同鈦合金，或鈦合金及鋼。該鑄造杯可包括一面部部分，其具有一錯綜複雜的幾何形狀以提供理想的效能性質。該面部部分可具有一扭轉前表面及/或該面部之後表面可具有跨越該面部提供一不對稱可變厚度分佈之一幾何形狀。在該後部環附接之前，該鑄造杯之該面部部分的後表面可經機器加工及/或以其他方式修改以使得存在用工具接近該面部之整個後表面的

增大空間。

【0014】亦揭示使用一蠟焊製程由一蠟杯框架及一分開形成之蠟面形成一蠟杯的方法。此蠟杯接著可用於產生用於鑄造該金屬杯之一模，該金屬杯形成一高爾夫球桿頭之前部部分。該兩件式蠟焊製程可提供製造、原型設計及測試優勢。

【0015】亦揭示具有新穎幾何形狀的鑄造面板，諸如包含鈦合金。

【0016】本發明之前述目標及其他目標、特徵及優勢由以下詳細描述將變得更加明顯，以下詳細描述係參考隨附圖式進行。

【圖式簡單說明】

【0017】

圖1為高爾夫球桿頭之側視圖。

圖2為圖1之高爾夫球桿頭的前視圖。

圖3為圖1之高爾夫球桿頭的底部透視圖。

圖4為展示高爾夫球桿頭原點座標系統之圖1的高爾夫球桿頭的前視圖。

圖5為展示重心座標系統之圖1的高爾夫球桿頭的側視圖。

圖6為圖1之高爾夫球桿頭的俯視平面圖。

圖7為具有可變厚度之例示性面板的後視圖。

圖8為沿圖7之線8-8截取的圖7之面板的橫截面側視圖。

圖9為沿圖7之線9-9截取的圖7之面板的橫截面側視圖。

圖10為展示隆起及起伏量測系統之本發明的高爾夫球桿頭的前視圖。

圖11為在高爾夫球桿頭之朝跟側面上擊打高爾夫球的高爾夫球桿頭

之圖解說明。

圖12為木型球桿頭的例示性初始模式的俯視圖，展示主澆口、輔助澆口及流動通道。

圖13為包含多個模腔之鑄造簇的示意性描繪。

圖14為包含多個模腔之另一鑄造簇的示意性描繪。

圖15為指示用於鑄造高爾夫球桿頭之方法的工作流程圖。

圖16為獲得六個不同鑄造機之鈦合金的鑄造資料的表。

圖17為圖16之表的接續。

圖18為針對鈦合金之製程損失對比澆注材料(熔融金屬)之質量的曲線圖，後者指示用於各種鑄造機之鑄造爐大小。

圖19為用於組態鑄造簇之方法之實施例的流程圖。

圖20為本文中所揭示之又一例示性高爾夫球桿頭的底部透視圖。

圖21為圖20之高爾夫球桿頭的分解底部透視圖。

圖21A為圖20之高爾夫球桿頭的分解側面透視圖。

圖22為圖20之高爾夫球桿頭之主體的俯視圖。

圖23為沿圖22中之線23-23截取之主體的橫截面圖。

圖24為圖20之高爾夫球桿頭的底視圖。

圖25為沿圖24中之線25-25截取的橫截面圖。

圖26為圖20之高爾夫球桿頭的跟部側視圖。

圖26A為圖20之高爾夫球桿頭的趾部側視圖。

圖27為圖22之主體的下部部分的俯視截面圖。

圖28為圖22之主體的趾部部分的橫截面側視圖。

圖29為圖22之主體的底部的前部部分的底視圖。

圖30為大體沿圖29之線30-30截取的邊至邊配重軌道的放大細節橫截面圖。

圖31為大體沿圖29之線31-31截取之邊至邊配重軌道的另一放大細節橫截面圖。

圖32為包括前至後配重軌道之圖22之主體的底部的一部分的底視圖。

圖33為大體沿圖32之線33-33截取的前至後配重軌道的放大細節橫截面圖。

圖34為大體沿圖32之線34-34截取之前至後配重軌道的另一放大細節橫截面圖。

圖35A為移除了冠部之圖20的高爾夫球桿頭的俯視圖，展示定位於主體中之底部部分。

圖35B為圖20之高爾夫球桿頭之底部部分的俯視圖。

圖35C為圖20之高爾夫球桿頭的俯視圖，其中冠部部分處於適當位置。

圖35D為圖20之高爾夫球桿頭的俯視圖，其中移除了冠部部分及底部部分兩者。

圖36A為圖20之高爾夫球桿頭之底部部分的前側視圖。

圖36B為圖20之高爾夫球桿頭之底部部分的底視圖。

圖36C為圖20之高爾夫球桿頭之冠部部分的側視圖。

圖36D為圖20之高爾夫球桿頭之冠部部分的俯視圖。

圖37為另一例示性高爾夫球桿頭的透視圖。

圖38為圖37之球桿頭的不同透視圖，具有頭-桿連接總成。

圖39展示圖37之球桿頭的主體如何由附接在一起之兩個片件形成。

圖40展示組裝狀態下之圖39的主體。

圖41展示冠部插入件及底部插入件如何與圖40之主體一起組裝。

圖42展示主體之杯狀面部分的正面。

圖43展示主體之杯狀面部分的背面。

圖44為主體之前視圖。

圖45為主體之跟部側視圖。

圖46為主體之俯視平面圖。

圖47為主體之底視圖。

圖48為頭-桿連接總成之橫截面圖。

圖49說明兩件式蠟體，其中蠟面與蠟體的其餘部分分開形成。

圖50展示焊接至蠟體之其餘部分的蠟面蠟。

圖51展示該面之後側上的變化的厚度分佈。

圖52展示一面之後側上的另一變化的厚度分佈。

圖53為圖52之該面的透視圖。

圖54展示偏移至跟側之另一變化的厚度分佈。

圖55展示例示性鑄造面板之前側。

圖56展示圖55之鑄造面板的後側。

【實施方式】

【0018】

相關申請案之交叉參考

本申請案為2018年8月9日申請之美國專利申請案第16/059,801號的部分接續申請案，其主張2017年8月10日申請之美國臨時專利申請案第

62/543,778號的權益，其兩者皆以全文引用的方式併入本文中。

【0019】 下文描述用於金屬膠合木型高爾夫球桿之高爾夫球桿頭的實施例，球桿包括發球桿、球道木桿、救援球桿、實用球桿、混合球桿及其類似者。

【0020】 本文中所揭示之發明特徵包括單獨及與任何其他特徵組合的本文中所揭示之所有新穎及非顯而易見的特徵。如本文中所使用，片語「及/或」意謂「及」、「或」，以及「及」及「或」兩者。除非上下文另外明確規定，否則如本文所使用，單數形式「一個(種)(a/an)」及「該(the)」係指一個或多於一個。如本文中所使用，術語「包括(includes)」意謂「包含(comprises)」。

【0021】 下文亦參考形成本文之一部分的附圖。圖式說明特定實施例，但可形成其他實施例且在不脫離本發明之預期範疇的情況下作出結構變化。方向及參考(例如，向上、向下、頂部、底部、左方、右方、向前、朝跟、朝趾等)可用於促進對圖式的論述，但並不意欲為限制性的。舉例而言，可使用特定術語，諸如「向上」、「向下」、「上部」、「下部」、「水平」、「豎直」、「左方」、「右方」及其類似者。此等術語在合適時使用以在處理相對關係時，尤其相對於所說明之實施例提供描述之某清楚性。然而，此類術語並不意欲暗示絕對關係、位置及/或定向。舉例而言，相對於物件，「上部」表面可僅藉由使物件翻轉而成為「下部」表面。儘管如此，其仍為同一物件。因此，以下詳細描述不應被視為限制性意義，且產權尋求之範疇應由所附權利要求書及其等效物限定。

【0022】 除非另外特別陳述，或另外在如所使用的上下文內進行理解，否則條件性語言(諸如，「可(can、could、might或may)」連同其他

者)大體上意欲傳達：某些實施例包括某些特徵、元件及/或步驟，而其他實施例並不包括該等特徵、元件及/或步驟。因此，此條件性語言大體上並非意欲暗示特徵、元件及/或步驟無論如何係一或多個特定實施例所需要的，或一或多個特定實施例必須包括用於在具有或不具有使用者輸入或提示情況下決定此等特徵、元件及/或步驟包括於任一特定實施例中還是有待於在任一特定實施例中執行的邏輯。

【0023】 應強調，本文所描述之實施例僅係實施之可能實例，僅經闡述以用於清楚理解本發明之原理。流程圖中之任何製程描述或區塊應理解為表示模組、片段或程式碼之部分，其包括用於在製程中實施特定邏輯功能或步驟的一或多個可執行指令，且包括可能根本不包括或執行功能之替代性實施，取決於涉及之功能性，該等替代性實施可不按所展示或論述之次序執行，包括實質上同時或以相反次序執行，如本發明之所屬領域的彼等技術人員將理解。可對上文所描述之實施例進行許多變化及修改而實質上不背離本發明之精神及原理。此外，本發明之範疇意欲涵蓋上文所論述之所有元件、特徵及態樣的任何及所有組合及子組合。所有此類修改及變化在本文中意欲包括在本發明之範疇內，且對個別態樣或元件或步驟之組合的所有可能主張意欲由本發明支援。

【0024】 對於參考，在本發明內，對「發球桿型高爾夫球桿頭」的參考意謂意欲主要與球座一起使用的任何金屬膠合木型高爾夫球桿頭。大體而言，發球桿型高爾夫球桿頭具有15度或更小，且通常，12度或更小的傾角。對「球道木型高爾夫球桿頭」的參考意謂意欲用於將球擊離地面，同時亦可用於將球擊離球座的任何木型高爾夫球桿頭。大體而言，球道木型高爾夫球桿頭具有15度或更大，且通常，16度或更大的傾角。大

體而言，球道木型高爾夫球桿頭具有自前邊緣至後邊緣之73 mm至97 mm的長度。各種定義區分球道木型高爾夫球桿頭與混合型高爾夫球桿頭，該混合型高爾夫球桿頭往往會類似於球道木型高爾夫球桿頭但具有更小之自前邊緣至後邊緣的長度。大體而言，混合型高爾夫球桿頭自前邊緣至後邊緣之長度為38 mm至73 mm。混合型高爾夫球桿頭亦可藉由重量、臥角、體積及/或桿身長度的區別於球道木型高爾夫球桿頭。本發明之發球桿型高爾夫球桿頭在各種實施例中可為15度或更小，或在各種實施例中為10.5度或更小。在各種實施例中，本發明之球道木型高爾夫球桿頭可為13度至26度。

【0025】 如圖1至圖6中所說明，木型(例如，發球桿或球道木桿)高爾夫球桿頭，諸如高爾夫球桿頭2，可包括中空主體10。主體10可包括冠部12、底部14、裙部16及定義擊球表面22同時定義內部空腔之面板18(亦被稱作面或面部分)。面板18可與主體分開形成且附接至主體之正面處的開口，且可整體形成為主體10之單體部分。主體10可包括插鞘20，其定義適用於接納高爾夫球桿桿身之插鞘孔24(參見圖6)。主體10進一步包括跟部部分26、趾部部分28、前部部分30及後部部分32。

【0026】 圖4至圖6說明理想撞擊位置/原點23、60、原點x軸70、原點y軸75及原點z軸65，球桿頭的重心50、CG x軸90、CG y軸95及CG z軸85。此等軸線為水平或豎直的，而球桿頭處於正常瞄準位置，如圖所示。原點軸線穿過原點60，且CG軸線穿過CG 50。

【0027】 主體可進一步包括在冠部及/或底部中之開口，該等開口由重量較輕材料(諸如複合材料)所形成的插入件上覆或覆蓋。舉例而言，主體的冠部可包含複合冠部插入件，其覆蓋冠部區域之一大部分且具有製造

主體的金屬的較低密度，由此節省冠部重量。類似地，底部可包括主體中之由底部插入件覆蓋的一或多個開口。底部插入件可由複合材料、金屬材料或其他材料製成。在主體包括冠部或底部中之開口的實施例中，此類開口在製造期間可提供通向球桿頭之內部空腔的入口，尤其在面板在鑄造期間形成為主體之整體部分(且在製造期間在主體中不存在面部開口以提供入口)的情況下。本文中關於圖20至圖36所揭示之球桿頭提供冠部及底部中之開口的實例，該等開口由重量較輕材料(例如，複合材料)所形成的插入件上覆或覆蓋。關於主體中之開口及相關插入件的更多資訊可見於2018年7月5日公佈之美國專利公開案2018/0185719中及2017年6月5日申請之美國臨時申請案第62/515,401號中，其兩者皆以全文引用之方式併入本文中。

【0028】 在一些實施例中，球桿頭可包含可調整配重，諸如可沿形成於球桿頭的底部及/或周邊中之配重軌道移動的一或多個配重。其他例示性配重可藉由旋轉螺紋配重孔內之配重而調整。各種肋片、支柱、質量墊及其他結構可包括在主體內部以提供強化、調整質量分佈及MOI性質、調整聲學性質，及/或用於其他原因。

【0029】 假定任何孔隙皆由實質上平坦之表面密封，木型球桿頭，諸如球桿頭2，具有通常按立方公分(cm^3)計量的等於球桿頭之體積置換的體積。(參見美國高爾夫協會(United States Golf Association)於2003年11月21日的「Procedure for Measuring the Club Head Size of Wood Clubs」修訂版1.0)。就發球桿而言，高爾夫球桿頭可具有在大致 250 cm^3 至大致 600 cm^3 之間，諸如大致 300 cm^3 至大致 500 cm^3 之間的體積，且可具有在大致145 g至大致260 g之間的總質量。就球道木桿而言，高爾夫球

桿頭可具有在大致 120 cm^3 至大致 300 cm^3 之間的體積，且可具有在大致 115 g 至大致 260 g 之間的總質量。就實用球桿或混合球桿而言，高爾夫球桿頭可具有在大致 80 cm^3 至大致 140 cm^3 之間的體積，且可具有在大致 105 g 至大致 280 g 之間的總質量。

【0030】 當球桿頭理想地定位，亦即相對於水平面上之高爾夫球在恰當瞄準位置處時，底部14定義為自球桿頭的最低點向上延伸的球桿頭2之下部部分。在一些實施中，底部14延伸自球桿頭的最低點至冠部12之距離的大致50%至60%，在一些情況下，該距離對於發球桿可為大致 15 mm ，且對於球道木桿在大致 10 mm 至 12 mm 之間。

【0031】 可用於建構包括面板18之主體10之材料可包括複合材料(例如，碳纖維增強聚合物)、鈦或鈦合金、鋼或鋼合金、鎂合金、銅合金、鎳合金，及/或適用於高爾夫球桿頭建構的任何其他金屬或金屬合金。其他材料，諸如油漆、聚合物、陶瓷材料等，亦可包括於主體中。在一些實施例中，包括面板之主體可由金屬材料製成，諸如鈦或鈦合金(包括但不限於9-1-1鈦、6-4鈦、3-2.5、6-4、SP700、15-3-3-3、10-2-3，或其他 α /近 α 、 α - β 及 β /近 β 鈦合金)，或鋁及鋁合金(包括但不限於3000系列合金、5000系列合金、6000系列合金，諸如6061-T6，及7000系列合金，諸如7075)，具有以下化學組成之9級Ti (Ti-3Al-2.5V)： $\leq 3.5\text{-}2.5\%$ Al； $\leq 3.0\text{-}2.0\%$ V； $\leq 0.02\%$ N； $\leq 0.013\%$ H； $\leq 0.12\%$ Fe。

【0032】

包模鑄造之態樣

射出模製用於形成期望鑄件之犧牲「初始」圖案(例如，由鑄造「蠟」製成)。合適的注塑模具可由鋁或其他適合的金屬或金屬合金或其

他材料製成，例如使用鑄造大師藉由電腦控制的機械加工製程。電腦數控 (computer numerical control ; CNC) 機械加工可用於形成模具中之模腔的複雜細節 (intricacies)。空腔尺寸經確立以便補償在鑄造初始圖案期間遭遇之鑄造蠟的線性及體積收縮，且亦補償預期在實際金屬鑄造期間遭遇之任何類似收縮現象，實際金屬鑄造稍後使用由初始圖案形成之包模鑄造「殼」來執行。

【0033】 通常，一組初始圖案組裝在一起且附接至中心蠟注道以形成鑄造「簇」。該簇中之每一初始圖案在稍後圍繞該簇形成之鑄造殼中形成各別模腔。中心蠟注道定義用於將引入注道中之熔融金屬佈線至鑄造殼中之模腔的流道及澆口之位置及組態。流道可包括用於增強進入鑄造殼及鑄造殼中之熔融金屬的平滑層流且用於防止可能滯留在模中之任何浮渣進入殼腔中的一或多個過濾器(例如，由陶瓷製成)。

【0034】 藉由將鑄造簇浸沒至液體陶瓷漿料中，接著浸沒在耐火粒子之床中來建構鑄造殼。此浸沒順序視需要重複以圍繞鑄造簇累積陶瓷材料的足夠壁厚，由此形成包模鑄造殼。例示性浸沒順序包括鑄造簇在液體陶瓷漿料中之六次浸漬及在耐火粒子之床中的五次浸漬，從而得到包含陶瓷漿料及耐火材料之交替層的包模鑄造殼。耐火材料之前兩層理想地包含氧化鋯微粒(300目)，且耐火材料之第三至第五層可包含氧化鋁粗粒(200目至35目)。在施加後續層之前，每一層在受控制溫度($25\pm 5^{\circ}\text{C}$)及相對濕度($50\pm 5\%$)下得以乾燥。

【0035】 將包模鑄造殼置放在壓強迅速地增大至 7 kg/cm^2 至 10 kg/cm^2 之密封蒸汽高壓釜中。在此條件下，使用注入蒸汽熔出殼中之蠟。隨後在溫度上升至 1000°C 至 1300°C 之烘箱中烘烤該殼，以移除殘餘蠟且

增加殼之強度。現在該殼準備好用於包模鑄造。

【0036】 在設計出球桿頭且製成初始圖案之後，製造精力轉移至金屬鑄造機。為製作包模鑄造殼，金屬鑄造機首先對包含用於個別球桿頭之多個初始圖案的簇進行組態。對簇進行組態亦涉及對金屬輸送系統(用於稍後輸送熔融金屬之澆口及流道)進行組態。在完成此等任務之後，鑄造機工具製造鑄造殼。

【0037】 對簇進行組態之重要態樣為判定置放澆口之位置。用於個別球桿頭之模腔通常具有一個主澆口，熔融金屬通過該主澆口流動至模腔中。額外輔助(「輔助(assistant)」)澆口可藉由流動通道連接至主澆口。在使用此殼進行包模鑄造期間，熔融金屬通過各別主澆口、通過流動通道且通過輔助澆口流動至模腔中之每一者中。此流動方式要求用於形成球桿頭之初始圖案的模亦定義主澆口及任何輔助澆口。在模製球桿頭之蠟初始圖案之後，自該模移除初始圖案，且藉由「膠合」(使用相同蠟)澆口之間的蠟塊而定義流動通道之位置。參考圖12，其描繪用於金屬膠合木球桿頭之初始圖案150。展示了主澆口152及三個輔助澆口154。流動通道156使輔助澆口154及主澆口152彼此互連。

【0038】 用於各別球桿頭之多個初始圖案隨後組裝至該簇中，其包括將個別主澆口附接至「韌帶」。韌帶包括簇之注道及流道。「接收器」，通常由石墨或其類似者製成，置放於簇之中心處，其稍後將用於接納熔融金屬並將金屬導引至流道。接收器理想地具有「漏斗」組態以協助熔融金屬之進入流動。可添加額外支架(例如，由石墨製成)以加固簇結構。

【0039】 通常，整體蠟簇足夠大(尤其若將用於形成殼之爐室較大)以允許蠟塊首先「膠合」至簇之個別分支，接著在個別分支一起組裝至簇

中之前分別膠合至該等分支之陶瓷塗層。隨後，在將分支組裝在一起之後，將簇傳送至殼鑄造室。

【0040】 兩個例示性簇分別展示於圖13及圖14中。在圖13中，所描繪之簇160包含石墨接收器162、石墨交叉輻條164、流道166及模腔168。每一模腔168用於各別球桿頭。坩堝170中之熔融金屬使用澆注杯172倒入簇160中，該澆注杯172將熔融金屬導引至接收器162中，至分支166中，且隨後至模腔168中。在圖14中，所描繪之簇180包含耦接至殼流道184之接收器182。在此組態中模腔屬於兩種類型，「直饋」空腔186及「側饋」空腔188。坩堝170中之熔融金屬使用澆注杯172倒入簇180中，該澆注杯172將熔融金屬導引至接收器182中，至殼流道184中，且隨後至模腔186、188中。

【0041】 加固之蠟簇隨後塗佈有多層漿料及陶瓷粉末，其中乾燥在塗佈之間執行。在形成所有層之後，所得包模鑄造殼經高壓處理以熔融其內部之蠟(陶瓷及石墨部分並不熔融)。在自殼移除蠟之後，殼經燒結(燒製)，此實質上提高其機械強度。若殼將用於相對較小之金屬鑄造爐中(例如，能夠保持僅一個分支之簇)，則殼現可用於包模鑄造。若殼將用於相對較大的金屬鑄造爐中，則殼可與其他殼分支一起組裝以形成大的多分支簇。

【0042】 通常在以離心方式旋轉鑄造殼以利用及採用藉由經受此運動之殼的 $\omega^2 r$ 加速度生成的力的同時執行金屬合金之現代包模鑄造，其中 ω 為殼之角速度，且 r 為角運動之半徑。在負壓下使用位於鑄造室內部之轉盤執行此旋轉。藉由殼之 $\omega^2 r$ 加速度生成的力推動熔融金屬至模腔中之流動而不留下空隙。包模鑄造殼(包括其構成簇及流道)大體組裝在鑄造室外

部且在作為整體單元置放於該腔室中之轉盤上之前加熱至預設溫度。在將殼安裝至轉盤之後，鑄造室經密封及抽空至預設負壓(「真空」)水平。隨著該腔室被抽成真空，用於鑄造之熔融合金得以製備，且轉盤開始旋轉。當熔融金屬準備好澆注至殼中時，鑄造室處於恰當真空度下，且鑄造殼處於合適溫度下，且轉盤以所要角速度自旋。因此，熔融金屬澆注至鑄造殼之接收器中且在整個殼中流動以填充殼中之模腔。

【0043】 隨著熔融金屬流動至殼腔中且接觸空腔表面，高溫環境(來自熔融金屬及經預加熱殼兩者)促進殼材料中之元素(諸如氧氣)的擴散。雖然鈦鑄造始終在負壓(真空)下進行且氧氣在周圍環境中不可用，但氧氣仍可存在於該殼中(由於該殼由多層「氧化物」組成)。將氧氣引入至熔融鈦引起富氧層(α 硬殼)在待鑄造之鈦物件之表面上的形成。通常， α 硬殼的厚度為物件之厚度的約1至4%。

【0044】 由於 α 硬殼「富含」氧氣，故其為脆性的(氧氣為增加鈦合金之強度的最有效元素之一，但在強度增加的同時延展性極大地減小)且在負載後可易於破裂。為減少形成 α 硬殼之傾向，需要降低氧氣的擴散率，且為降低擴散率，需要降低溫度。然而，不可能降低熔融鈦的溫度。因此，降低經預加熱殼之溫度為降低氧氣擴散率，因此減少 α 硬殼之形成的一種方式。

【0045】 通常，在傳送至鑄造爐之前，鑄造殼將經加熱(被稱作預加熱)以協助熔融鈦之流動。殼之預加熱溫度愈高，鈦之流動愈容易。此為薄壁鈦鑄造所必需的，且預加熱溫度可高達1100°C至1200°C。另一方面，此類高溫趨向於產生厚 α 硬殼層(朝向1至4%壁厚範圍的上端)。因此，若 α 硬殼之形成成為問題，則鑄造殼之預加熱溫度可降低。通常，對

於非流動關鍵性鈦鑄件，鑄造殼之預加熱溫度低於 1000°C ，或較佳地，低於 900°C ，其中 α 硬殼之形成為非所需的。

【0046】

簇鑄造方法

如參考圖15所見，製造高爾夫球桿頭的方法涉及如本發明中之其他地方所揭示如參考步驟361所示製備簇。在各種實施例中，製備簇之步驟可包括如本文中其他地方所揭示的預加熱步驟。本發明之一個態樣在於簇預加熱可能低於傳統包模鑄造技術所需。舉例而言，利用傳統包模鑄造技術，預加熱可為約 1000°C 至 1400°C ；利用本發明之離心鑄造，預加熱溫度在一些實施例中可小於 $1,000^{\circ}\text{C}$ ；在一些實施例中小於 800°C ；或在一些實施例中為約 500°C 或更小。在一些實施例中，不需要預加熱，且鑄造可在室溫下與殼一起發生。當簇經製備時，其可根據步驟362有角度地加速。金屬可在簇製備及/或簇加速的同時加熱至熔融狀態，或可為中間步驟。然而，金屬可根據步驟363加熱至熔融狀態。熔融金屬根據步驟364引入至簇中。如由自步驟362引導至步驟364之虛線所指示，簇可在熔融金屬引入至簇之前、之後或同時有角度地加速。根據步驟365使熔融金屬冷卻。在步驟366中自簇殼移除簇鑄件，且根據步驟367及超出其的步驟進行後處理。

【0047】 在一些實施例中，步驟363包括將金屬加熱至熔融狀態。在各種實施例中，取決於施用，加熱溫度可更高或更低。在一些實施例中，步驟362包括使簇有角度地加速至角速度，例如，約360轉/分鐘。在各種實施例中，角速度可在250轉/分鐘至450轉/分鐘範圍內。在各種實施例中，低至150 rpm及高達600 rpm之角速度可為合適的。

【0048】 由於較低鑄造溫度，使熔融金屬在模簇中冷卻之步驟包括與傳統包模鑄造製程相比減少的等待時間。結果為改良之產率及更佳的週期時間。在依賴於重力之各種傳統包模鑄造方法中，僅6至8個最大零件之鑄造係可能的。使用離心鑄造，在一個週期中可鑄造18至25個零件或更多，由此提高單個鑄造週期之生產能力。另外，亦提高產率/克澆注。對於傳統包模鑄造方法，特定質量之金屬用於鑄造特定數目的高爾夫球桿頭。利用本發明之自旋鑄造技術，相同質量之金屬可用於生產更多高爾夫球桿頭。在本發明中技術之改良及搪磨可進一步減輕此金屬質量/每頭。取決於特定方法亦可存在減少的週期時間。另外，本文中所描述之方法導致降低之相同生產需求所要求的工具及資本支出。因此，本文中所描述之方法降低成本且改良生產品質。

【0049】 另外，根據本文中所描述的之方法的鑄造導致材料節省且獲得更大輸貫量，此係由於鑿於增加之加速度且由此施加至鑄件之力，材料可更易於流動至更大數目個頭。最終，通常使用其他方法製造之合金可更易於鑄造為類似幾何形狀。

【0050】

澆口及簇組態

對澆口及簇進行組態涉及考慮多個因素。此等因素包括(但未必限於)：(a)金屬鑄造爐之鑄造室的尺寸限制，(b)處置要求，尤其在形成包模鑄造殼之漿料浸漬步驟期間，(c)獲得熔融金屬在包模鑄造殼中之最佳流動模式，(d)以使簇在金屬鑄造期間耐受旋轉運動所要求之至少最小強度提供包模鑄件殼之簇，(e)實現熔融金屬流動至模腔中之最小抗性(藉由提供具有足夠大之橫截面的流道)與達成最小金屬浪費(例如，藉由提供具有

小橫截面之流道)的平衡，及(f)實現簇圍繞鑄造殼之中心軸線的機械平衡。項目(e)可為重要的，此係由於在鑄造之後，流道中剩餘之任何金屬並不形成產品而實際上可「被污染」(其之一部分通常再循環)。此等組態因素與金屬鑄造參數耦合，諸如殼預加熱溫度及時間、金屬鑄造室中之真空度，及轉盤產生實際鑄造結果之角速度。由於球桿頭壁製得愈來愈薄，此等參數之謹慎選擇及平衡為必需的以產生適當包模鑄造結果。

【0051】 如在金屬鑄造機處執行之包模鑄造的細節趨向於專用的。但，以往在各種鈦鑄造機處之實驗已顯露一些一致性及一些一般趨勢。舉例而言，在六個鈦鑄造機(具有在10 kg至80 kg容量範圍內之各別金屬鑄造爐)中之每一者處製造特定球桿頭(具有460 cm³的體積、0.6 mm之冠部厚度，及0.8 mm之底部厚度)，從而產生在圖16及圖17中製成表之資料。

圖16及圖17中列出的參數包括以下：

「最大R」為簇之最大半徑

「最小R」為簇之最小半徑

「濕潤周邊」為流道之總周長

「R (流半徑)」為流道之橫截面積/濕潤周邊

「急劇轉角」為流道系統中之90度或更大轉角

「製程損失率」為澆注材料之製程損失的比率

「最大速度」為最大半徑處之速度

「最小速度」為最小半徑處之速度

「最大加速度」為最大半徑處之加速度

「最小加速度」為最小半徑處之加速度

「最大力」為最大半徑處之力(應注意，此為在澆口處施加至熔融金

屬之力的幅度的近似。歸因於每一特定簇設計，真實力幾乎始終低於計算值，其中更複雜簇呈現更大的力減少。)

「最小力」為最小半徑處之力(應注意，此為在澆口處施加至熔融金屬之力的幅度的近似。歸因於每一特定簇設計，真實力幾乎始終低於計算值，其中更複雜簇呈現更大的力減少。)

「最大壓力」為流道中之熔融金屬在最大半徑處的壓力(=最大力/流道橫截面積)

「最小壓力」為流道中之熔融金屬在最小半徑處的壓力(=最小力/流道橫截面積)

「最大動能」為熔融金屬在最大半徑處之動能

「密度」為熔融金屬(鈦合金)在1650°C之熔點下的密度

「黏度」為熔融鈦在1650°C下之黏度

「最大Re數」為在最大半徑處之管流的雷諾數(Reynolds number)

「最小Re數」與最大Re數一致地定義，但係在最小半徑處。

【0052】

最小力要求

【0053】 圖16及圖17提供資料表，該資料指示至少最小力(且因此至少最小壓力)應施加至進入每一簇之鑄造殼的熔融金屬以獲得良好鑄造產率。施加至熔融金屬之力藉由進入簇中之模腔的實際熔融金屬的質量且藉由鑄造爐之旋轉轉盤產生的離心力部分地生成。減少的最小力為合乎需要的，此係由於較低力大體允許減少每球桿頭之鑄造所需之熔融金屬的量。然而，其他因素趨向於指示增加此力，包括：正鑄造之物品中的更薄壁截面、更複雜之簇(且因此更複雜之熔融金屬流動模式)、降低之殼預加

熱溫度(在熔融金屬流動至包模鑄造殼時中引起來自熔融金屬之更大熱能損失)，及不夠標準的殼品質，諸如粗糙模腔壁及其類似者。圖16及圖17中之資料指示鑄造鈦合金球桿頭要求之最小力為大致160 Nt，該鈦合金球桿頭之壁的至少一部分為0.6 mm厚。鑄造機1獲得此最小力。

【0054】 可自最小力要求導出澆注至殼中所需之熔融金屬的量的較低臨限值。排除不可避免之澆注損耗，對於各自具有大致200 g之質量(包括澆口及某一流道)的球桿頭，最佳金屬用量(如藉由鑄造機1達成)為386 g (0.386 kg)。此等同於 $200/386=52\%$ 之材料用量的比率。藉由鑄造機2至6施加至包模鑄造殼之加速度(最大)均高於藉由鑄造機1施加的加速度，但鑄造機2至6中之每一者需要更多熔融金屬以產生等同於藉由鑄造機1達成之產率的各別鑄造產率。

【0055】 一些製程損失(濺射，黏著至供應液體鈦合金之坩堝及杯之側壁的冷卻金屬，恢復清潔損失及其類似者)為不可避免的。製程損失對可藉由更小鑄造爐達成之效率強加上限，亦即，隨著爐大小減小，製程損失之百分比迅速地增加，如圖18中所說明。

【0056】 另一方面，更小鑄造爐有利地具有更簡單操作及維護要求。更小爐之其他優勢為：(a)其趨向於處理更小及更簡單的模腔簇，(b)更小簇趨向於具有饋入每一模腔之單獨各別流道，其提供用於熔融金屬進入模穴中之更佳介面澆口比，(c)爐在鑄造之前更易於且更迅速地經預加熱，(d)爐提供潛在更可實現的殼預加熱溫度，及(e)更小簇趨向於具有更短流道，其具有更低雷諾數且因此形成用於破壞性擾流之減小勢能。雖然更大鑄造爐並不趨向於具有此等優勢，但更小鑄造爐與更大爐相比具有每模腔之熔融金屬的更多不可避免的製程損失。

【0057】鑒於上文，具成本效益的鑄造系統(爐、簇、產率、淨材料成本)似乎包括中等大小的系統，只要適當簇設計及澆口設計考慮因素併入在此類爐中使用之包模鑄造殼的組態中即可。此自比較鑄造機1、4及5可見。藉由此等三個鑄造機之材料的整體用量(在不考慮製程損失的情況下)非常接近(664 g/空腔至667 g/空腔)。鑄造機1之材料用量(考慮到製程損失)為386g，而鑄造機4及5之材料用量為510 g。因此，儘管鑄造機4及5仍可改良，但就此而言鑄造機1似乎已達至其極限。

【0058】

流場考慮因素

施加至進入包模鑄造殼之熔融金屬的至少最小臨限力可藉由改變質量或提高熔融金屬進入殼之速度來達成，通常藉由減小一者並增加另一者達成。存在對「澆注材料」(熔融金屬)之質量可減小的程度的實際限制。由於澆注材料之質量減小，對應地需要更大加速度以生成足夠的力來將熔融金屬有效地移動至包模鑄造殼中。但，提高加速度會增加產生進入殼之熔融金屬的擾流的機率。擾流為非所需的，此係由於其破壞熔融金屬之流動模式。破壞的流動模式可能需要甚至更大之力來將金屬「推動」穿過主澆口進入模腔。

【0059】可藉由改變流道的形狀及/或尺寸來易於修改雷諾數。舉例而言，改變R(流動半徑)將直接影響雷諾數。更小R(流動半徑)將導致更少的最小力(兩者幾乎具有互逆關係)。因此，有利考慮因素為首先減少雷諾數以維持熔融金屬之穩定流場，且隨後藉由調整澆注材料的量而滿足最小力的要求。

【0060】

其他因素

一個額外因素為在將熔融金屬引入至包模鑄造殼之前預加熱該包模鑄造殼。鑄造機1以最小雷諾數及最少量之澆注材料(且因此最低力)獲得94%產率，此係部分地由於鑄造機1具有最高殼預加熱溫度。另一因素為簇的複雜度。評估複雜簇為極困難的，且通常藉由此類簇呈現之高雷諾數並非待控制以減少此類簇中之熔融金屬的破壞性擾流之唯一變數。舉例而言，簇之流道及模腔中之「急劇」轉角(90度轉角或更大)的數目亦為一因素。關於圖16及圖17，由鑄造機1使用之包模鑄造殼具有一個急劇轉角(及另一較不急劇轉角)，而由鑄造機6使用之殼具有三個急劇轉角。可能的係，鑄造機6需要以更高角速度旋轉其殼以僅克服由此等急劇轉角造成的流動阻力。但，此將並未減輕由急劇轉角造成之破壞的流動模式。因此，包含更簡單簇之包模鑄造殼(具有更少急劇轉角以允許熔融金屬之更「自然」流動途徑)為所要的。

【0061】 另一因素為匹配流道及澆口。與來自其他鑄造機之實質上較差資料相比，鑄造機1之介面澆口比最接近於100%(指示最佳澆口)。

「最差」為鑄造機3，其包模鑄造殼具有幾乎低至鑄造機1之雷諾數的雷諾數，但鑄造機3獲得僅78%之產率，此係由於不佳介面澆口比(大致23%)。藉由鑄造機3之殼呈現的低介面澆口比增加判定鑄造機3之低產率的原因是否為填充澆口之澆注材料不足的難度或「二相流動液體及空位」的出現率。在任何情況下，流道及澆口之整體橫截面積可儘可能保持為幾乎彼此相等(且恆定)以在澆注期間的任何時刻處在整個殼中獲得液態金屬的恆定流速。對於薄壁鈦合金鑄件，此原理尤其應用於流道與主澆口之間的介面，其中介面澆口比應不小於一個單位(1.0)。

【0062】 又一因素為流道之橫截面形狀。比較鑄造機4及5以及鑄造機2及5，三角形截面流道與圓形或矩形流道相比似乎產生更低雷諾數。雖然使用三角形截面流道可導致介面澆口比的問題(隨著金屬自此流道流動至直線截面或圓形截面澆口中)，但使用三角形截面流道獲得之雷諾數的明顯減少值得實行為由鑄造機2及5使用之澆注材料之差值指示的(39 kg與32 kg)。

【0063】 圖19中展示用於對包模鑄造殼之簇進行組態的流程圖。在第一步驟301中，得到所預期簇的整體考慮因素，諸如尺寸、處置及平衡。接下來，藉由最小化急劇轉角及流道橫截面中之任何不必要(當然任何頻繁)變化來降低簇之複雜度(步驟302)。將介面澆口比維持為儘可能接近一個單位(步驟303)。此外，將雷諾數最小化為如可實行的一般多(步驟304)。轉盤之角速度(RPM)經微調，且殼預加熱溫度升高以產生可能的最高產品產率(步驟305)。步驟304、305之迭代(306)通常為達成令人滿意之產率所需的。在步驟308中，在達成令人滿意之產率(307)之後，澆注材料(熔融金屬)之質量逐漸減小以減少促使熔融金屬在整個簇中之流動所要求的力，但不降低產品產率且同時維持其他鑄造參數。

【0064】 關於用於使用鈦合金及其他材料鑄造薄壁球桿頭之包模鑄造方法及裝置的更多資訊可見於2009年4月7日發佈之美國專利第7,513,296號中及2016年6月23日公佈之美國公開案第2016/0175666號中，其兩者以全文引用之方式併入本文中。雖然此等併入參照案揭示用於鑄造不包括面板之球桿頭主體(面板稍後附接至主體)的方法及系統，但可使用具有相同或類似益處及優勢之相同或類似方法及系統，以鑄造本文中所示之球桿頭主體，其中主體之整體鑄造部分中的面部並未分開形成且

稍後附接至主體。

【0065】 關於用於鑄造鈦合金之模上的塗層及用於產生具有氧化鈣面部塗層之用於鑄造鈦合金的模之方法的更多資訊可見於1998年6月16日發佈之美國專利第5,766,329號中，其以全文引用的方式併入本文中。

【0066】

包含鑄造鈦合金主體/面部之球桿頭

與經形成用於薄片機械加工或鍛造製程之鈦高爾夫球桿面部相比，鑄造面部可具有成本更低及完全的設計自由度之優勢。然而，自習知鈦合金(諸如6-4 Ti)鑄造之高爾夫球桿面部需要化學蝕刻以移除一個或兩個側面上之 α 硬殼，使得面部為耐用的。此類蝕刻要求施加氫氟酸(HF)，其為難以處置之、對人類及其他材料極其有害的環境污染物及昂貴的化學蝕刻劑。

【0067】 自包含鋁(例如，8.5-9.5% Al)、釩(例如，0.9-1.3% V)及鉬(例如，0.8-1.1% Mo)、任選地具有其他較小合金元素及雜質之鈦合金(本文中共同地指代「9-1-1 Ti」鑄造之面部可具有較不明顯的 α 硬殼，其使得與由習知6-4 Ti及其他鈦合金製成的面部相比HF酸蝕刻為不必要的或至少不太必要的。

【0068】 此外，9-1-1 Ti可具有820 MPa屈服強度、958 MPa抗張強度及10.2%伸長率的最小機械性質。此等最小性質可顯著優於典型的鑄造鈦合金，諸如6-4 Ti，其可具有812 MPa屈服強度、936 MPa抗張強度及~6%伸長率之最小機械性質。

【0069】 與其中面部經形成分開且稍後附接(例如，焊接或栓固)至球桿頭主體中之正面開口的球桿頭相比，經鑄造包括面部作為主體(例

如，與單個鑄造物件同時鑄造)之整體部分的高爾夫球桿頭可提供優良的結構性質。然而，具有整體地鑄造之Ti面部的優勢藉由移除鑄造Ti面部之表面上的 α 硬殼的需要而減低。

【0070】 在本文中所揭示之球桿頭包含整體鑄造之9-1-1 Ti面部及主體單元的情況下，可消除或至少實質上減少必須移除 α 硬殼之缺陷。對於鑄造9-1-1 Ti面部，使用1000°C或更高之習知模預加熱溫度， α 硬殼的厚度可為約0.15 mm或更小，或約0.20 mm或更小，或約0.30 mm或更小，諸如在一些實施例中在0.10 mm至0.30 mm之間，而對於鑄造6-4 Ti面部， α 硬殼的厚度可大於0.15 mm，或大於0.20 mm，或大於0.30 mm，諸如在一些實例中為約0.25 mm至約0.30 mm。

【0071】 在一些情況下，9-1-1 Ti面板之 α 硬殼的減少厚度(例如，0.15 mm或更小)可能不夠薄以提供面板所需的足夠耐久性且避免用苛刻之化學蝕刻劑(諸如HF酸)蝕刻掉 α 硬殼中的一些的需要。在此類情況下，在將熔融鈦合金澆注至模中之前，模之預加熱溫度可降低(諸如至小於800°C、小於700°C、小於600°C及/或小於或等於500°C)。此可進一步減少自模傳送至鑄造鈦合金之氧氣的量，從而導致更薄 α 硬殼(例如，小於0.15 mm、小於0.10 mm及/或小於0.07 mm)。此為鑄造主體/面部單元提供更佳的延展性及耐久性，其對於面板為尤其重要的。

【0072】 鑄造9-1-1 Ti面部中之更薄 α 硬殼有助於提供增強的耐久性，使得面部足夠耐用，不需要經由化學蝕刻自面部移除 α 硬殼之部分。因此，當主體及面部使用9-1-1 Ti一體鑄造時，尤其當使用具有較低預加熱溫度之模時，可自製造製程消除氫氟酸蝕刻。此可簡化製造製程、降低成本、降低安全風險及操作危險，且消除HF酸污染環境之可能性。此

外，由於HF酸並未引入至金屬中，主體/面部，或甚至整個球桿頭，可包含極少或實質上無氟原子，其可定義為小於1000 ppm、小於500 ppm、小於200 ppm及或小於100 ppm，其中氟原子歸因於用於鑄造主體之金屬材料中的雜質而存在。

【0073】

可變面部厚度及面部之隆起及起伏性質

在某些實施例中，可變厚度面部分佈可實施於面板上，例如如美國專利申請案第12/006,060號及美國專利第6,997,820號、第6,800,038號、第6,824,475號、第7,731,603號及第8,801,541號中所描述，該等專利中之每一者的全部內容以引用的方式併入本文中。改變面板之厚度可增加球桿頭COR區(通常被稱作高爾夫球桿頭之甜點)之大小，當用高爾夫球桿頭擊打高爾夫球時，其允許面板之更大區域一致地輸送高高爾夫球速度及發射寬容性。此外，改變面板之厚度在減少用於再分配至球桿頭之另一區域的面部區中之重量方面可為有利的。舉例而言，如圖9中所示，面板18具有定義在外部表面22與面向高爾夫球桿頭之內部空腔的內表面40之間的厚度 t 。面板18可包括鄰接外表面22上之理想撞擊位置23定位的中心部分42。中心部分42可具有類似於面板之周邊處的厚度或略微更大或更小的厚度。面板18亦可包括自中心部分42徑向向外延伸之漸粗部分44，其可為橢圓形。內表面40關於一或多個軸線可對稱及/或關於一或多個軸線可不對稱。漸粗部分44之厚度 t 在自中心部分42徑向向外的方向上增加。面板18包括經由過渡部分48自漸粗部分44延伸之漸縮部分46。漸縮部分46之厚度 t 自過渡部分48隨徑向向外位置實質上減小。在某些個例中，過渡部分48為漸粗部分44與漸縮部分46之間的頂點。在其他實施中，過渡部

分48自漸粗部分44徑向向外延伸且具有實質上恆定的厚度 t (參見圖7至圖9)。

【0074】 在一些實施例中，面板18沿垂直於理想撞擊位置23處之面板延伸的任何軸線的橫截面分佈與圖7至圖9中實質上類似。在其他實施例中，橫截面分佈可改變，例如，為非對稱的。舉例而言，在某些實施中，面板18沿頭原點 z 軸之橫截面分佈可包括中心、過渡；如上文所描述之漸粗及漸縮部分(參見圖7至圖9)。然而，面板18沿頭原點 x 軸之橫截面分佈可包括自漸縮部分46徑向延伸且經由過渡部分耦接至漸縮部分之第二漸粗部分。在替代性實施例中，面板18沿頭原點 z 軸之橫截面分佈可包括自漸縮部分徑向延伸且耦接至漸縮部分之第二漸粗部分，如上文關於沿頭原點 x 軸之變化所描述。

【0075】 在具有帶突起之面板的高爾夫球桿頭之一些實施例中，最大面板厚度大於約4.8 mm，且最小面板厚度小於約2.3 mm。在某些實施例中，最大面板厚度在約5 mm至約5.4 mm之間，且最小面板厚度在約1.8 mm至約2.2 mm之間。在更特定的實施例中，最大面板厚度為約5.2 mm，且最小面板厚度為約2 mm。面部厚度應具有在面部上至少25%之厚度改變(最厚部分與最薄部分相比)，以便節省重量且獲得偏心擊球之更高球速。

【0076】 在具有帶突起之面板及薄底部建構或薄裙部建構的高爾夫球桿頭之一些實施例中，最大面板厚度大於約3.0 mm，且最小面板厚度小於約3.0 mm。在某些實施例中，最大面板厚度在約3.0 mm至約4.0 mm之間、在約4.0 mm至約5.0 mm之間、在約5.0 mm至約6.0 mm之間或大於約6.0 mm，且最小面板厚度在約2.5 mm至約3.0 mm之間、約2.0 mm至約

2.5 mm之間、約1.5 mm至約2.0 mm之間或小於約1.5 mm。

【0077】 圖10及圖11展示具有桿身3之高爾夫球桿頭4。球桿頭4包括中心面部5a、跟部5b、趾部5c、冠部5d及底部5e。球桿頭4進一步包含球桿面部6，其包括自跟部5b至趾部5c之彎曲，通常被稱作隆起8。球桿面部6亦包括自冠部5d至底部5e之彎曲，通常被稱作起伏9。在至少一個實施例中，彎曲的組合可提供具有實質上環形形狀或類似於環形截面之形狀的球桿面部6。球桿面部6進一步包括：X軸X，其水平地穿過中心面部5a自跟部5b延伸至趾部5c；Z軸Z，其豎直地穿過中心面部5a自冠部5d延伸至底部5e；及Y軸Y，其水平地穿過中心面部延伸且進入圖10中之頁面。X軸X、Y軸Y及Z軸Z彼此相互正交。

【0078】 如圖11中所示，球桿頭4另外具有在球桿頭內部之重心(CG) 5f。球桿頭4具有CG X軸、CG Y軸及CG Z軸，其彼此相互正交且穿過CG 5f以定義CG座標系統。CG X軸及CG Y軸處於平行於平坦地表面之水平面中。CG Z軸處於正交於平坦地表面之豎直平面中。在一個實施例中CG Y軸可與Y軸Y重合，但在大部分實施例中，該等軸線不重合。

【0079】 圖11為在球桿頭之跟部5b上擊打高爾夫球B的球桿頭4之放大描述。此使高爾夫球B順時針自旋，其致使高爾夫球在飛行期間向右成曲線飛行。如上文所論述，在球桿頭4之跟部5b上擊打高爾夫球B將致使高爾夫球相對於球桿頭4之CG Y軸以角度 Θ 離開球桿頭4。將理解，角度 Θ 僅描繪球將離開球桿頭之一般角度且並不意欲描繪或暗示相對於中心線之實際角度，或將量測該角度之點。角度 Θ 進一步說明在球桿之跟部上擊打的球最初將在中心線向左之飛行路徑上行進。

【0080】 在本發明中用於獲得值之方法為光學比較器方法。返回參

考圖10，球桿面部6包括一系列刻痕線11，其大體沿球桿頭4之X軸X橫穿球桿面部之寬度。在光學比較器方法中，球桿頭4面向下安裝且在安放在光學比較器上之V區塊上大體水平。球桿頭4經定向使得刻痕線11大體平行於光學比較器之X軸。亦可使用更精確之定向步驟。隨後在球桿面部上之幾何中心點5a處獲取量測值。隨後在與球桿面部6之幾何中心點5a相距20毫米處在幾何中心點5a之任一側面上且沿球桿頭的X軸X以及在與球桿面部之幾何中心點相距30毫米處在中心點之任一側面上且沿球桿頭的X軸X獲取其他量測值。弧線擬合此等五個量測點，例如藉由使用機器上之半徑函數。此弧線對應於具有給定半徑之圓的周長。半徑之此量測值為隆起半徑之含義。

【0081】 為量測起伏，球桿頭4旋轉90度，使得球桿頭之Z軸Z大體平行於機器之X軸。在球桿面部之幾何中心點5a處獲取量測值。隨後在與幾何中心點5a相距15毫米處且在幾何中心點5a之任一側面上沿球桿面部6之Z軸Z以及在與幾何中心點相距20毫米處且在中心點之任一側面上沿球桿面部之Z軸獲取其他量測值。弧線擬合此等五個量測點。此弧線對應於具有給定半徑之圓的周長。半徑之此量測值為起伏半徑之含義。

【0082】 曲率定義為 $1/R$ ，其中R為對應於隆起或起伏之量測弧線的圓的半徑。作為實例，具有 0.020 cm^{-1} 之曲率的隆起對應於藉由隆起量測弧線量測之隆起，該隆起量測弧線為具有50 cm之半徑之圓的部分。具有 0.050 cm^{-1} 之曲率的起伏對應於藉由起伏量測弧線量測之起伏，該起伏量測弧線為具有20 cm之半徑之圓的部分。

【0083】 在一些實施例中，所揭示球桿頭之面板可具有以下性質：

- i) 起伏曲率在約 0.033 cm^{-1} 至約 0.066 cm^{-1} 之間，且隆起曲率大於

0 cm^{-1} 且小於約 0.027 cm^{-1} ；及

- ii) 隆起曲率之倒數比起伏曲率之倒數大至少 7.62 cm ；及/或
- iii) 隆起曲率除以起伏曲率的比 R_o 大於約 0.28 且小於約 0.75 。

【0084】 使用真空壓鑄產生本文中所描述的球桿頭導致改良之品質及減少的廢料。另外，因高孔隙度所致之排斥反應幾乎消除，此係由於其為任何二次處理之後的排斥反應。在增加產品密度且強度提高時產生極佳表面品質，且因此製得可能的更大、更薄且更複雜鑄件。根據處理觀點，要求較小鑄造壓力，且工具壽命及模壽命得以延長。因驟沸所致之金屬或合金的浪費亦減少或消除。

【0085】 藉由利用真空壓鑄製程，已意外地發現，所揭示球桿頭之鈦主體及面板呈現比通常針對藉由包模鑄造製成之類似鈦物件觀察到的粒度小得多的粒度，其中約 $100 \text{ }\mu\text{m}$ (微米)的粒度對比包模鑄造鈦面板之約 $750 \text{ }\mu\text{m}$ 之粒度。更特定言之，本文中所揭示之鈦主體/面板可具有小於約 $400 \text{ }\mu\text{m}$ ，較佳地小於約 $300 \text{ }\mu\text{m}$ ，更佳地小於約 $200 \text{ }\mu\text{m}$ 且甚至更佳地小於約 $150 \text{ }\mu\text{m}$ ，且最佳地小於約 $120 \text{ }\mu\text{m}$ 之粒度。

【0086】 本文中所揭示之鈦主體及面板亦可呈現比通常針對藉由包模鑄造製成之類似分開形成之鈦面板觀察到的孔隙度低得多的孔隙度。更特定言之，本文中所揭示之鈦面板可具有小於 1% ，較佳地小於 0.5% ，更佳地小於 0.1% 之孔隙度。

【0087】 本文中所揭示之鈦主體/面板亦可呈現如藉由 ASTM E8 量測之比通常針對藉由包模鑄造製成之類似鈦面板觀察到的屈服強度高得多的屈服強度。

【0088】 本文所揭示之鈦面板亦可呈現與通常針對藉由包模鑄造製

成之類似鈦面板觀察到的破裂韌性類似的破裂韌性，且高於由鍛造軋延退火產品製成之類似面板的破裂韌性。

【0089】 本文中所揭示之鈦面板亦可呈現如藉由抗張測試中報告之伸長百分比所量測的延展性，該伸長百分比定義為標距除以自約10%至約15%之原始標距的最大伸長率。

【0090】 本文中所揭示之鈦面板亦可呈現如藉由ASTM E-111量測之100 GPa \pm 10%，較佳地 \pm 5%，且更佳地 \pm 2%的楊氏模量。

【0091】 本文中所揭示之鈦面板亦可呈現如藉由ASTM E8量測之970 MPa \pm 10%，較佳地 \pm 5%，且更佳地 \pm 2%的極限抗張強度。

【0092】 上文描述之各種性質的組合允許製造具有鈦面板之金屬膠合木鈦球桿頭，該鈦面板可比藉由習知包模鑄造製成之類似面板薄10%，同時在無更佳強度性質的情況下良好維持。

【0093】 除本發明的高爾夫球桿頭之強度性質以外，在某些實施例中，高爾夫球桿頭之形狀及尺寸可經形成以便如根據Willett等人在2012年12月18日申請的美國專利公開案第2013/0123040 A1號產生空氣動力形狀，該美國專利公開案的全部內容以引用之方式併入本文中。高爾夫球桿頭之空氣動力學亦詳細論述於美國專利第8,777,773號、第8,088,021號、第8,540,586號、第8,858,359號、第8,597,137號、第8,771,101號、第8,083,609號、第8,550,936號、第8,602,909號及第8,734,269號中，該等美國專利之教示以全文引用的方式併入本文中。

【0094】 除主體後部之強度性質及球桿頭之空氣動力學性質以外，球桿頭之必須受控制之另一組性質為聲學性質或高爾夫球桿頭打在高爾夫球上時發出的聲音。在球桿頭/高爾夫球撞擊處，球桿擊球面變形，使得

球桿頭之與球桿冠部、底部或擊球面相關聯的振動模式得以激發。大部分高爾夫球桿之幾何形狀為複雜的，由具有各種曲率、厚度及材料的表面組成，且精確計算球桿頭模式可為困難的。可使用電腦輔助模擬工具計算球桿頭模式。對於本發明的球桿頭，球/球桿撞擊產生之聲學信號可如2013年3月15日申請之共同未決的美國申請案第13/842,011號中所描述的評估，該美國申請案的全部內容以引用的方式併入本文中。

【0095】 在本發明之某些實施例中，高爾夫球桿頭可經由如2012年11月6日發佈之美國專利第8,303,431號中更詳細描述的可拆卸式頭-桿連接總成附接至桿身，該美國專利之全部內容以引用的方式併入本文中。進一步在某些實施例中，高爾夫球桿頭亦可併入有為高爾夫球桿頭及/或高爾夫球桿提供能力之特徵，該能力為不僅將桿身可替代地連接至頭部，而且亦藉由採用可拆卸式頭-桿連接總成來調整球桿之傾角及/或臥角。此類可調整臥角/傾角連接總成更詳細地描述於2011年9月27日發佈之美國專利第8,025,587號、2012年8月7日發佈之美國專利第8,235,831號、2012年12月25日發佈之美國專利第8,337,319號，以及2011年6月22日申請的共同未決的美國公開案第2011/0312437A1號、2012年6月20日申請的美國公開案第2012/0258818 A1號、2011年12月29日申請的美國公開案第2012/0122601A1號、2011年3月22日申請的美國公開案第2012/0071264 A1號以及2012年11月27日申請的共同未決的美國申請案第13/686,677號中，該等專利、公開案及申請案之全部內容以全文引用之方式併入本文中。

【0096】 在某些實施例中，高爾夫球桿頭可以設置於底部部分上以「解耦」面角與插鞘/桿身傾角之間的關係，從而允許單獨調整高爾夫球

桿之直傾角及面角的可調整機構為特徵。舉例而言，高爾夫球桿頭之一些實施例可包括可調整底部部分，其可相對於球桿頭主體經調整以相對於地面抬升及降低球桿頭之後端。有關可調整底部部分之其他細節提供於2012年12月25日發佈之美國專利第8,337,319號、2009年12月23日申請的美國專利公開案第US2011/0152000 A1號、2011年6月22日申請的US2011/0312437、2011年12月29日申請的US2012/0122601A1及2012年11月27日申請的共同未決之美國申請案第13/686,677號中，其中之每一者的全部內容以引用的方式併入本文中。

【0097】 在一些實施例中，可藉由製造商及/或使用者調整可移動配重以調整球桿之重心的位置，從而得到在高爾夫球桿頭中可使用的所要效能特性。此特徵更詳細地描述於在以下美國專利第6,773,360號、第7,166,040號、第7,452,285號、第7,628,707號、第7,186,190號、第7,591,738號、第7,963,861號、第7,621,823號、第7,448,963號、第7,568,985號、第7,578,753號、第7,717,804號、第7,717,805號、第7,530,904號、第7,540,811號、第7,407,447號、第7,632,194號、第7,846,041號、第7,419,441號、第7,713,142號、第7,744,484號、第7,223,180號及第7,410,425號中，該等美國專利中之每一者的全部內容以全文引用之方式併入本文中。

【0098】 根據本文中所描述的高爾夫球桿頭之一些實施例，高爾夫球桿頭亦可包括定位於球桿頭之底部及/或裙部部分中的以可滑動方式可復位的配重。除其他優勢以外，以可滑動方式可復位的配重有助於高爾夫球桿之終端使用者在與可復位配重之位置相關的位置範圍內調整球桿頭之CG的位置的能力。有關以可滑動方式可復位之配重特徵的其他細節更詳

細地提供於美國專利第7,775,905號及第8,444,505號及2013年5月20日申請的美國專利申請案第13/898,313號及2013年10月7日申請的美國專利申請案第14/047,880號中，其中之每一者的全部內容在此以引用的方式併入本文中，以及對應於2013年7月31日申請的美國專利申請案第13/956,046號之美國專利公開案第2014/0080622號的段落[430]至[470]及圖93至圖101的內容，以及2014年7月3日申請的共同未決的美國專利申請案第62/020,972號及2014年10月17日申請的美國專利申請案第62/065/552號，其中之每一者的內容在此以引用的方式併入本文中。

【0099】 根據本文中所描述的高爾夫球桿頭之一些實施例，高爾夫球桿頭亦可包括回彈特徵之係數，其定義球桿之主體中的間隙，例如位於底部部分上且鄰近面部。回彈特徵之此類係數更全面地描述於2010年6月1日申請之美國專利申請案第12/791,025號及2011年12月27日申請之美國專利申請案第13/338,197號及2013年3月15日申請之美國專利申請案第13/839,727號(美國公開案第2014/0274457A1號)及2014年8月12日申請之美國專利申請案第14/457,883號以及2014年12月17日申請之美國專利申請案第14/573,701號中，該等美國專利申請案中之每一者的全部內容以全文引用的方式併入本文中。

【0100】

額外例示性球桿頭

圖20至圖36D說明另一例示性木型高爾夫球桿頭200，其可包括本文中所揭示之特徵的任何組合。舉例而言，球桿頭主體202及面部270可由鈦合金鑄造為單體結構，如本文中所論述。頭200包括升高的底部建構(參見US 2018/0185719中論述之權益)，且亦包括具有以可滑動方式可調整

之配重總成210、212的兩個配重軌道214、216。頭200進一步包含冠部插入件206及底部插入件208兩者(參見圖21及圖22中之分解圖)，該等插入件可由具有以所要的定向模式配置之纖維增強之多層之各種輕量材料建構(參見US 2018/0185719中之其他細節)。

【0101】 頭200包含主體202、可調整之頭-桿連接總成204、附接至主體之上部部分的冠部插入件206、安裝在主體之下部部分的頂部上的主體內部之底部插入件208、以可滑動方式安裝於前配重軌道214中之前配重總成210，及以可滑動方式安裝於後配重軌道216中之後配重總成212。頭200包括在前軌道214與面部270之間的前座墊或地面接觸表面226，及在主體至後軌道216之跟側的後部處的後座墊或地面接觸表面224，其中底部的其餘部分在處於正常瞄準位置中時升高高出地面。

【0102】 頭200具有由主體202及底部插入件208的組合定義之升高底部。如圖22及圖27中所示，舉例而言，主體202之下部部分包括趾側開口240、跟側開口242，及後軌道開口244，其均由底部插入件208覆蓋。後配重軌道216位於底部插入件208下方。

【0103】 頭200亦包括自後配重軌道216圍繞周邊延伸之趾側懸臂式凸耳232或圍繞趾部區鄰接面部之後座墊224，其中凸耳232與自前座墊226朝趾延伸之主體的趾部部分230接合。一或多個視情況選用之肋片236可將趾部部分230接合至升高底部鄰接主體中之趾側開口240的前端。圖20及圖26A中說明三個此類三角形肋片。

【0104】 頭200亦包括自插鞘區附近向後延伸至後座墊224或延伸至後配重軌道216之後端的跟側懸臂式凸耳234。在一些實施例中，兩個懸臂式凸耳232及234可相接及/或形成圍繞頭之後部延伸的連續凸耳。後座

墊224可視情況包括凹陷的後部部分222 (如圖26中所示)。

【0105】 形成底部之部分的主體202之下部部分可包括各種特徵、厚度變化、肋片等，以在必要時提供增強剛度且在剛度低於所要時提供重量節省。主體可包括較厚區238，例如，在兩個配重軌道214、216之交叉點附近。主體亦可包括圍繞開口240、242之薄凸耳或基座260，其中凸耳260經組態以接納底部插入件208且與其配合。主體之下部表面亦可包括各種內部肋片以增強剛度及聲學，諸如圖27及圖28中展示的肋片262、263、265及267。

【0106】 主體之上部部分亦可包括各種特徵、厚度變化、肋片等，以在必要時提供增強剛度且在剛度低於所要時提供重量節省。舉例而言，主體包括圍繞上開口以接納冠部插入件206之較薄基座區250。如圖21A中所示，用於冠部及底部插入件之基座250及260可彼此接近，甚至圍繞主體之外部周邊共用公共邊緣。

【0107】 圖35A至35D展示頭200在各種狀態下之俯視圖，其中冠部及底部插入件處於適當位置及/或經移除。圖36A至圖36D更詳細地展示冠部及底部插入件。如圖36A及圖36B中所示，底部插入件208可具有帶凹形上表面及凸形下表面之不規則形狀。底部插入件208亦可包括在後跟部端處的缺口209以容納圍繞後座墊224區域之配件，其中歸因於地面接觸力，需要增強的剛度。在各種實施例中，底部插入件可覆蓋底部之表面積的至少約50%、底部之表面積的至少約60%、底部之表面積的至少約70%，或底部之表面積的至少約80%。在另一實施例中，底部插入件覆蓋底部之表面積的約50%至80%。底部插入件有助於足夠強及堅固以耐受強加於其上之大動態負載的球桿頭結構，同時保持相對輕量以釋放在球桿頭

內之其他地方可戰略上分配之任意質量。

【0108】 底部插入件208具有經選擇以至少覆蓋主體之底部中的開口240、242、244之幾何形狀及大小，且可藉由黏著力或其他安全緊固技術固定至框架。在一些實施例中，凸耳260可具備凹口以接納底部插入件之底側上的匹配突起或凸塊，從而進一步將底部插入件固定及對準於框架上。

【0109】 類似於底部，冠部亦具有開口246，其減少主體202之質量，且更顯著地，減少冠部(頭區)之質量，其中增加質量對升高(不合需要地)頭之CG具有最大影響。沿開口246之周邊，框架包括凹陷凸耳250以安放且支撐冠部插入件206。冠部插入件206 (參見圖36C及圖36D)具有與冠部開口246相容之幾何形狀及大小且藉由黏著力或其他安全緊固技術固定至主體以便覆蓋開口246。凸耳260可具備沿其長度之凹口以接納冠部插入件之底側上的匹配突起或凸塊，從而將冠部插入件進一步固定及對準於主體上。冠部插入件亦可包括延伸至主體之前向冠部部分252中的前向突出部207。

【0110】 在各種實施例中，接納冠部及底部插入件之主體的凸耳(例如，凸耳250及260)可由與主體相同的金屬材料(例如，鈦合金)製成，且因此，可向高爾夫球桿頭添加顯著質量。在一些實施例中，為了控制凸耳對高爾夫球桿頭之質量貢獻，可調整凸耳之寬度以達成所要質量貢獻。在一些實施例中，若凸耳向高爾夫球桿頭添加過多質量，則其可減損底部及冠部插入件之減少重量益處，底部及冠部插入件可由較輕材料(例如，碳纖維或石墨複合物及/或聚合物)製成。在一些實施例中，凸耳之寬度可在約3 mm至約8 mm範圍內，較佳地自約4 mm至約7 mm，且更佳地自約

4.5 mm至約5.5 mm。在一些實施例中，凸耳之寬度可為各別插入件之厚度的至少四倍寬。在一些實施例中，凸耳之厚度可在約0.4 mm至約1 mm範圍內，較佳地自約0.5 mm至約0.8 mm，且更佳地自約0.6 mm至約0.7 mm。在一些實施例中，凸耳之厚度可在約0.5 mm至約1.75 mm範圍內，較佳地自約0.7 mm至約1.2 mm，且更佳地自約0.8 mm至約1.1 mm。儘管凸耳可沿各別插入件與主體之間的整個介面邊界延伸或延行，但在替代性實施例中，凸耳可僅部分地沿介面邊界延伸。

【0111】 冠部開口246之周邊可為接近於且緊密地追蹤頭200之趾側、後側及跟側上之冠部的周邊。相比之下，冠部開口246之面部側可與頭之面部270區隔開得更遠。以此方式，頭可具有額外框架質量及冠部區域252中的僅面部270後端的增強。此區域及沿趾部、跟部及底部鄰接於面部之其他區域支撐該面部且經受相對較高之衝擊負載及因在面部上擊球所致的應力。如本文中其他地方所描述，框架可由廣泛範圍的材料製成，包括高強度鈦、鈦合金及/或其他金屬。開口246可具有在前側處之缺口，該缺口以配合方式對應於冠部插入件突出部207以有助於將冠部插入件對準及安放於主體上。

【0112】 前及後配重軌道214、216位於球桿頭之底部中安裝且定義分別用於安裝兩件式可滑動重量總成210、212之軌道，兩件式可滑動配重總成210、212可藉由諸如螺絲之緊固構件緊固至配重軌道。配重總成可採用除如圖21A中所示以外的形式，可以其他方式安裝，且可採取單件式設計或多件式設計的形式。配重軌道允許鬆開配重總成以用於沿軌道可滑動調整且隨後在適當的位置擰緊以調整球桿頭之有效CG及MOI特性。舉例而言，藉由經由後配重總成212向前或向後或經由前配重總成210朝

跟或朝趾移位球桿頭之CG，球桿頭之效能特性可經修改以影響高爾夫球之飛行，尤其高爾夫球之自旋特性。在其他實施例中，前配重軌道214可實際上為無可移動配重之前通道。

【0113】主體202之底部較佳地與前配重軌道214一體地形成，該前配重軌道214大體平行於球桿頭之面部且在其附近延伸且大體上垂直於後配重軌道216，該後配重軌道216自前軌道的中部附近朝向頭之後部向後延伸。

【0114】在所說明實施例中，配重軌道各自僅包括一個配重總成。在其他實施例中，兩個或多於兩個配重總成可安裝於配重軌道中之任一者或兩者中以提供球桿頭之替代性質量分佈能力。

【0115】藉由經由前配重軌道214朝跟或朝趾調整CG，球桿頭之效能特性可經修改以影響球之飛行，尤其球左曲或右曲之趨勢及/或抵消球斜擊或鉤擊之趨勢。藉由經由後配重軌道216向前或向後調整CG，球桿頭之效能特性可經修改以影響球之飛行，尤其球向上移動或在飛行期間抵抗歸因於後旋之下降的趨勢。在配重軌道中使用兩個配重總成可允許兩個配重之間的替代性調整及相互作用。舉例而言，相對於前軌道214，兩個獨立地可調整配重總成可完全位於趾側上，完全在跟側上，與完全在趾側上的一個配重及完全在跟側上的另一者間隔開最大距離，一起定位在配重軌道之中部中，或處於其他配重位置模式。利用軌道中之單一配重總成，如所說明，配重調整選項進一步受限，但頭部之有效CG仍可沿連續區調整，諸如朝跟或朝趾或在配重居中於前配重軌道中的中間位置處。

【0116】如圖29至圖34中所示，配重軌道214、216中之每一者較佳地具有凹部，其可為大體上矩形形狀，以提供凹陷軌道來安放及導引配

重，此係由於該配重沿軌道可調整地滑動。每一軌道包括一或多個周邊導軌或凸耳以定義細長通道，其寬度尺寸較佳地小於置放於通道中之配重的寬度。舉例而言，如圖29及圖30中所示，前軌道214包括相對的周邊導軌288及284，且如圖33及圖34中所示，後軌道216包括相對的周邊導軌290及292。以此方式，配重可在配重軌道中滑動，而導軌防止該等配重離開軌道。同時，凸耳之間的通道准許配重總成之螺絲穿過外部配重元件之中心，穿過通道，且隨後與內部配重元件螺紋嚙合。凸耳用於提供軌道或導軌，接合之配重總成在軌道或導軌上自由滑動同時有效地防止配重總成無意滑出軌道，即使在鬆開時。在前軌道214中，總成210之內部配重部件位於內凹部280及286中之導軌284及288上方，同時外部配重部件部分地安放在前向導軌284與前座墊226之懸垂唇緣228之間的凹部282中(圖30、圖31)。在後軌道216中，總成212之內部配重部件位於內凹部296及298中之導軌290及292上方，同時外部配重部件可部分地安放在跟側導軌290與後座墊224之懸垂唇緣225之間的凹部294中。

【0117】 可藉由鬆開螺絲且沿軌道將配重移動至所需位置來調整配重總成，隨後螺絲可擰緊以將配重總成固定在適當位置。配重總成亦可經換出且由具有不同質量之其他配重總成替換，從而提供其他質量調整選項。若將第二或第三配重添加至配重軌道，則多個額外配重位置及分佈選項可用於頭部之有效CG位置在跟部-趾部方向及前後方向及其組合上的額外精細調諧。此亦提供對球桿頭之MOI性質之調整的極大範圍。

【0118】 配重總成210、212中之任一者或兩者可包含三件式總成，其包括內部配重部件、外部配重部件，及將兩個配重部件耦接在一起的緊固件。利用充足的夾持力來在整個高爾夫回合中相對於主體使總成保持靜

止，總成可藉由擰緊緊固件夾在配重軌道之前凸耳、後凸耳或側凸耳上，使得內部部件接觸凸耳之內側且外部配重部件接觸凸耳之外側。與在配重軌道的一端(其中配重總成並未經組態以固定在適當位置)處的放大開口處插入內部配重相對，配重部件及總成可經成形及/或經組態以藉由在配重軌道之可用部分處穿過凸耳將內部配重部件插入內部通道中而插入配重軌道中。此可允許消除軌道的末端處的比較寬非功能性開口，且允許軌道更短或具有可將配重總成固定於其上之較長功能性凸耳寬度。為允許內部配重部件(例如)穿過凸耳在軌道中部中插入軌道中，內部配重部件可以並非垂直於凸耳之角度插入，例如成角度的插入。配重部件可以一定角度插入且逐漸旋轉至內部通道中以允許穿過夾持凸耳之插入。在一些實施例中，內部配重部件可具有圓形、橢圓形、長橢圓形、弓形、曲形或以其他方式特定成形的結構，以更佳地允許配重部件在軌道之可用部分處穿過凸耳插入至通道中。

【0119】 在本發明之高爾夫球桿頭中，結合藉由鈦合金材料使用及輕量冠部插入件及/或底部插入件之併入來達成的重量節省，進一步結合由升高之底部組態提供的任意質量，調整以可滑動方式調整之配重及/或可螺紋調整之配重的相對位置及質量的能力可允許球桿頭部之多個性質的較大變化範圍，該等性質均影響最終球桿頭效能，包括球桿頭之CG的位置、球桿頭之MOI值、球桿頭之聲學性質、球桿頭之美學外觀及主觀感覺性質，及/或其他性質。

【0120】 在某些實施例中，前配重軌道及後配重軌道具有特定軌道寬度。舉例而言，軌道寬度可量測為第一軌道壁與第二軌道壁之間的水平距離，第一軌道壁及第二軌道壁在接納配重總成之內部配重部件的軌道之

內部部分的相對側上大體彼此平行。參考圖29至圖31，前軌道214之寬度可為內凹部280及286之相對壁之間的水平距離。參考圖32至圖34，後軌道216之寬度可為內凹部296及298之相對壁之間的水平距離。對於前軌道及後軌道兩者，軌道寬度可在約5 mm至約20 mm之間，諸如約10 mm至約18 mm之間，或諸如約12 mm至約16 mm之間。根據一些實施例，軌道之深度(亦即，軌道中之最上部內壁與含有鄰接軌道之最外部側向邊緣的底部區的虛平面之間的豎直距離)可在約6 mm至約20 mm之間，諸如約8 mm至約18 mm之間，或諸如約10 mm至約16 mm之間。對於前軌道214，軌道之深度可為自懸垂唇緣228之內表面至內凹部280之上表面的豎直距離(圖30)。對於後軌道216，軌道之深度可為自懸垂唇緣225之內表面至內凹部296之上表面的豎直距離(圖34)。

【0121】 另外，前軌道及後軌道兩者具有特定軌道長度。軌道長度可量測為軌道之相對縱向端壁之間的水平距離。對於前軌道及後軌道兩者，其軌道長度可在約30 mm至約120 mm之間，諸如約50 mm至約100 mm之間，或諸如約60 mm至約90 mm之間。另外或替代地，前軌道之長度可表示為擊球面長度之百分比。舉例而言，前軌道可在擊球面長度之約30%至約100%之間，諸如約50%至約90%之間，或諸如擊球面長度之約60%至約80% mm之間。

【0122】 上文描述的軌道深度、寬度及長度性質亦可類似地亦應用於球桿頭10之前通道36。

【0123】 在圖30及圖34中可見，前及後座墊之唇緣228、225延伸超過或懸垂於各別配重軌道，從而限制軌道開口且有助於保留軌道內之配重。

【0124】 參考圖34，當頭部相對於地平面處於瞄準位置時，後軌道216之跟側上之後座墊224上的底部區域比趾側上之底部區域(凸耳292的底部)低一顯著豎直距離。此可被認為係頭部具有「下降底部」或「升高底部」建構，其中底部之一部分(例如，在跟側上)相對於底部之另一部分(例如，在趾側上)定位得更低。換言之，底部之一部分(例如，除了後座墊224以外的大部分底部)相對於底部之另一部分(例如，後座墊)升高。在前軌道214處亦應用相同情況，其中前座墊226及其唇緣228在正常瞄準位置中顯著地低於前軌道之後側(如圖30中所示)。

【0125】 在一個實施例中，座墊之地面接觸表面的水平面與升高底部部分之鄰接表面之間的豎直距離可在約2 mm至12 mm範圍內，較佳地約3 mm至9 mm，更佳地約4 mm至7 mm，且最佳地約4.5 mm至6.5 mm。在一個實例中，豎直距離為約5.5 mm。

【0126】 圖37至圖48說明另一例示性高爾夫球桿頭400，其具有整體地鑄造為單一單元之具有球桿頭主體之前向部分的面部部分，從而形成包括面部部分、插鞘及冠部、底部、趾部及跟部之前向部分的杯狀單元(在本文中被稱作杯402)。然而，主體之後部部分(在本文中被稱作環404)分開地形成且稍後附接至杯402以形成球桿頭主體。杯402及環404的組合在本文中被稱作球桿頭400之主體。冠部插入件406及底部插入件408接著可附接至主體以形成球桿頭400。在一些實施例中，不存在底部開口或底部插入件，且後部環完全圍封底部。在一些實施例中，底部插入件由金屬材料、複合材料及/或其他材料構成。

【0127】 圖37及圖38展示經組裝球桿頭400，其包含杯402、環404、冠部插入件406及底部插入件408。頭-桿連接總成410可耦接至插鞘

412。杯402及環404可包含金屬材料，諸如鈦合金或鋼，而插入件406及408可包含低密度材料，諸如碳纖維增強複合材料。本文中所揭示之其他材料中之任一者亦可在球桿頭400中使用。杯及環可由相同材料構成(例如，相同鈦合金)，或環可由與杯不同的材料構成(例如，鋼環及鈦合金杯，或兩種不同的鈦合金)。

【0128】 圖39及圖40說明環404在趾部及跟部接點420處如何耦接至杯402，從而形成具有上冠部開口及下底部開口之環形主體。環404可包括向前延伸的趾部及跟部嚙合端424，其與杯402之向後延伸的趾部及跟部嚙合端422配合以形成接點420。在所說明之實例中，環具有與杯中之凹形缺口配合的凸形突出部。然而，此等接點可與杯上之凸形突出部及環中之凹形缺口反向。在其他實施例中，任何其他合適的嚙合幾何形狀可用於接點420以將環耦接至杯。接點420可經由任何適合的方式形成，諸如焊接、銅焊、黏著劑、機械緊固件等。

【0129】 在一些實施例中，接點420可位於距擊球面足夠的距離，以避免在擊打高爾夫球時因高爾夫球桿經受之嚴重衝擊所致的潛在故障。舉例而言，在一些實施例中，接點420可與球桿頭之中心面部後端隔開至少20 mm、至少30 mm、至少40 mm、至少50 mm、至少60 mm及/或20 mm至70 mm，如沿y軸(前後方向)所量測。

【0130】 圖41展示插入件406及408可如何與主體接合以覆蓋冠部開口及底部開口且圍封球桿頭之內腔。冠部插入件406可耦接至圍繞冠部開口延伸之主體的冠部凸耳426，而底部插入件408可耦接至圍繞底部開口延伸之主體的底部凸耳428。凸耳426及428可由杯402及環404兩者的組合形成，其中杯包括凸耳之前向部分，且環包括凸耳之後部部分。凸耳426

及428可自周圍的外表面向內偏移，使得存在用以接納插入件之空間，其中插入件之外表面與杯/環主體之周圍的外表面取平或齊平。環404亦可包括突出部430，其自環之後部朝下及向前延伸且形成底部凸耳428之部分以有助於支撐底部插入件408且提供增加的剛度。

【0131】 在一些實施例中，環404可包括具有增加厚度之質量墊，諸如在突出部430中或其他地方，從而為高爾夫球桿提供後配重且向後移動質心且增加繞z及x軸線之MOI。此後部配重亦可藉由添加耦接至後部環之配重部件來實現，配重部件諸如耦接至環之後部部分之可拆卸的、可調換的及/或可調整的配重部件。舉例而言，突出部430或環404之其他部分可包括開口，諸如螺紋開口、軌道，或接納特徵之其他配重部件。圖47展示可接納此類可調整配重部件之兩個配重孔431及433之實例。兩個或多於兩個配重部件亦可同時耦接至後部環。質量墊或配重部件可包含相對較高密度材料，諸如鎢或鋼。

【0132】 在一些實施例中，杯402可包括質量墊，諸如圖式中展示的質量墊432，其在底部區域處以降低質心及/或向前移動質心。在一些實施例中，杯402可包括耦接至杯之底部部分的一或多個添加之配重部件，諸如在質量墊432中或附近及/或狹槽418後端，諸如耦接至杯之一或多個可拆卸的、可調換的及/或可調整的配重部件。舉例而言，質量墊432或杯402之其他部分可包括一或多個開口，諸如螺紋開口、軌道，或接納特徵之其他配重部件。兩個或多於兩個配重部件亦可同時耦接至杯。配重部件可包含鑄造杯材料之相對較高密度材料，諸如鎢或鋼。在一些實施例中，杯及環可具有匹配配重孔，其可允許在後部環位置與下杯位置之間交換配重部件，從而提供可調整性選項來改變球桿頭之質量性質。在一些此等實

例中，可為球桿頭提供一組可調換配重，諸如包括1 g至3 g配重及8 g至15 g配重，其可耦接至後部環中之配重孔或耦接至杯之底部部分中的配重孔，其可允許更高MOI (後部中之配重較重)或下自旋(低前向位置中之配重較重)，或其他組合及質量性質。

【0133】 圖44至圖47自若干觀點更詳細地展示由接合杯402及404形成之主體，而無需插入件406及408。圖44為前視圖，其展示整體面部434。圖45為跟部側視圖。圖46為俯視圖，其展示為杯402之部分的前向冠部部分436、前向趾部部分440及前向跟部部分442，以及趾部及跟部接點420及接納冠部插入件406之冠部凸耳426。圖47為底視圖，展示前向底部部分438，其包括延伸至球桿頭之內部空腔中的底部狹槽418以及接納底部插入件408之凸耳428。圖47中亦展示位於環突出部430中之例示性後配重孔431及位於杯402中之在質量墊433之區中的狹槽418後端的例示性底部配重孔。在其他實施例中，此類配重孔可位於杯或環之其他部分中，諸如在環之極後部中，且可存在多於兩個此類配重孔。配重孔可為帶螺紋的且可接納可調整配重部件，從而允許球桿頭之質心及MOI性質的可調整性。

【0134】 在圖42及圖43中更詳細地說明杯402。面部434之後表面展示於圖43中。如本文中其他地方所描述，面部434之後部可經形成具有各種複雜形狀及厚度分佈，且可易於在環404附接至杯402之前自後部進入以用於機械加工、蝕刻、材料移除，及/或其他鑄造後處理。圖43亦展示在杯之底部部分438上的質量墊432。質量墊432可包含具有增加質量之底部的增厚部分，其顯著地影響球桿頭之總質量性質。質量墊432可具有中心缺口，對來增強之質量及MOI性質，該中心缺口具有比中心之趾側及跟

側更大的質量。關於質量墊432、替代性質量墊幾何形狀及實施例之更多資訊及相關性質可見於2018年5月10日公佈之美國公開案2018/0126228中，其以全文引用之方式併入本文中。

【0135】 圖48說明頭桿連接總成410，其允許頭部400之插鞘412在多個可選定向上耦接至桿身，從而允許調整處於正常瞄準位置之經組裝高爾夫球桿的傾角、臥角，及/或面角。總成410可包含各種組件，諸如展示於圖48中之套筒450、套圈452、插鞘插入件454、緊固件456及洗滌器458。關於可調整的頭-桿連接總成之更多資訊可見於2015年5月19日發佈之美國專利9,033,821中，其以全文引用的方式併入本文中。

【0136】 圖49及圖50說明用於製造高爾夫球桿頭之方法的部分，且特定言之，用於製造用於鑄造球桿頭400之前部杯402之模的方法的部分。圖49展示蠟杯500，其為蠟杯框架502及蠟面504的組合。蠟杯框架502及蠟面504分開地形成，且隨後蠟面置放於蠟杯框架502中之略微更大大小的面部開口中。接著可藉由將熱的液態蠟添加至環形接點506中且使其冷卻來圍繞該接點蠟焊兩個蠟塊並將面融合至框架。所添加之熱蠟填充接點506且將蠟杯框架503及蠟面504接合為單一整體式蠟杯500。在蠟冷卻之後，可自焊接點506之前部及後部移除多餘蠟。在一些實施例中，蠟面504可包括叉尖508，其朝外徑向延伸且接觸蠟杯框架502之前表面以有助於相對於蠟杯框架設定蠟面504之深度，使得所得蠟杯500之前部表面在接點506上為平坦且平滑的。可在蠟焊製程之後移除蠟叉尖508。

【0137】 圖50展示藉由經由圍繞接點516添加之蠟將蠟杯框架512及蠟面514蠟焊在一起而形成之蠟杯510的另一實例，視情況使用蠟面上之蠟叉尖518以有助於設定蠟面在蠟杯框架之開口中的深度。在此實例中，

蠟杯510包括額外突起520，其在所得模中產生額外澆口以有助於輔助熔融金屬朝向模之面部部分均勻流動。蠟杯500及510亦可包括處於其他位置之澆口產生部分，諸如在插鞘附近之跟側處，如所說明，在面部之背側中，及/或在其他位置處。

【0138】 由兩個單獨蠟塊形成蠟杯(例如，如在圖49及圖50中)可促進蠟杯之更錯綜複雜的幾何形狀之產生，且可促進以簡化且更快速且具成本效益的方式形成若干不同幾何形狀之實施例。以兩個單獨蠟塊開始致使用於蠟框架之工具及形成製程與用於蠟面之工具及形成製程分離。關於蠟杯500，相同蠟杯框架502 (及相同工具)可與若干不同成形之蠟面504中之任一者組合，以產生對應數目個不同蠟杯，意謂僅需要改變用於蠟面之工具來產生不同蠟杯。舉例而言，製造商可產生兩個相同蠟框架502，且隨後可組合一個蠟框架與第一蠟面，且可組合第二蠟框架與具有不同於第一蠟面之厚度分佈的第二蠟面。此等兩種不同蠟杯及所得模及製成品金屬杯接著可得以量測、比較、受測試等。參見圖51至圖54之各種例示性面部厚度分佈及本文中之相關論述。因此，使用兩件式蠟杯形成製程可提供快速原型設計之優勢及其他製造及研發效率。

【0139】 以兩個單獨蠟塊開始亦允許形成較大數目個蠟塊之效率，此係由於每一蠟塊較小且在相同樹型上可以每批次更大數目而產生。

【0140】 一旦蠟杯(例如，500或510)產生，蠟杯即可用於形成用於鑄造金屬杯(例如，杯402)之模。模可包含陶瓷材料及/或用於鑄造金屬杯之任何其他合適的材料。一旦模形成於蠟杯周圍，蠟即可熔融且自該模排出。各種後續步驟接著可應用於製備用於鑄造之模，包括向模添加澆口及/或表面處理。另外，若干杯模可組合為一個用於同時鑄造若干金屬杯之

模樹。在製備模之後，熔融金屬接著可引入至模中以鑄造金屬杯。接著可打開/移除模以接近鑄造金屬杯。鑄造金屬杯可由任何適合的金屬或金屬合金形成，包括鈦合金(本文中所揭示之任何適合的金屬材料可用於鑄造杯)。

【0141】 在鑄造金屬杯之後，鑄造杯之部分可經機器加工或修改以視需要移除鑄造杯之部分。對於一個實例，杯之面部部分的前表面可經機器加工以添加水平刻痕線及/或產生更精確紋理、曲率及扭轉。對於另一實例，杯之面部部分的後表面可經機器加工以修改跨越面部部分之高度及寬度的厚度分佈，從而跨越面部部分產生所要的可變厚度分佈。鑄造杯之面部部分的前表面及/或後表面亦可經機器加工或化學蝕刻(例如，使用氫氟酸)以移除在鑄造製程(例如，對於鈦合金)期間形成之 α 硬殼層的部分或全部，以便使面部部分較不脆性且增加面部部分之耐久性。

【0142】 在材料自杯之面部部分的鑄造後移除之預期中，杯之面部部分可經鑄造具有特厚材料，使得所要材料量及所要厚度分佈在鑄造後材料移除之後得以保留。

【0143】 如圖39及圖40中所示，且如上文所論述，杯402及環404可分開形成(例如，鑄造)，且隨後在接點420處組合在一起(例如，焊接、銅焊、膠合黏接、機械緊固件等)以形成金屬球桿頭主體，其充當接納其他組件以形成高爾夫球桿頭400之剛性框架。自單獨杯402及環404產生球桿頭主體之此方法的一個優勢在於：不存在後部環部分會允許更佳地接近杯402之面部部分的後表面以供鑄造後機械加工、化學蝕刻及/或對面部部分之後表面的其他鑄造後修改。舉例而言，在不存在環404之情況下，存在用於切割工具、銑床、CNC機器、鑽頭或用以接近杯402之面部部分的整

個後表面之其他工具的更大空間。在對杯402執行此類鑄造後修改之後，環404可附接至杯，且球桿頭之其餘部分可經組裝。

【0144】 分開地鑄造杯及環之另一優勢在於：其允許鑄造較大數目個環及杯件中之每一者的效率，此係由於每一鑄造件小於組合之主體且在相同樹型上可以每批次更大數目而產生。此外，相同環件可以與不同成形之杯件一起使用，因此僅需要改變用於杯件之工具以適應球桿頭主體之變化或產生具有不同杯/面部幾何形狀之球桿頭的若干不同變體。

【0145】 圖51說明類似於杯402之鑄造杯600之面部部分的例示性後表面，如自具有向左之插鞘/跟部及向右之趾部的後部觀察。圖52及圖53說明具有可變厚度分佈之另一例示性面部部分700，且圖54說明具有可變厚度分佈之又一例示性面部部分800。作為鑄造製程及視情況選用之對面部部分之鑄造後修改的結果，鑄造杯之面部部分可具有大量新穎厚度分佈。藉由將面部鑄造成所要幾何形狀，而非以傳統製程自平坦的金屬軋製薄板形成面板，面部可經產生具有大量幾何形狀且可具有不同材料性質，諸如不同紋理方向及化學雜質含量，其可為高爾夫效能及製造提供優勢。

【0146】 在傳統製程中，面板由具有均勻厚度之平坦金屬薄片形成。此金屬薄片通常沿一個軸線經軋製以跨越薄片將厚度減少至特定均勻厚度。此軋製製程可在薄片賦予紋理方向，其在軋製軸線方向上產生與垂直於軋製方向之方向不同的材料性質。材料性質之此變化可為非所需的且可藉由實際上使用所揭示之鑄造方法來產生面部部分而避免。

【0147】 此外，由於習知面板作為均勻厚度之平坦薄片而起始，整個薄片之厚度必須至少與所要的製成品面板的最大厚度一樣大，意謂大量起始薄片材料必須移除且浪費，從而增加材料成本。相比之下，在所揭示

之鑄造方法中，面部部分最初形成為更接近於最終形狀及質量，且必須移除及浪費之材料少得多。此節約時間及成本。

【0148】再者，在習知製程中，初始平坦金屬薄片在特殊製程中必須彎曲以賦予面板所要的隆起及起伏曲率。當使用所揭示之鑄造方法時不需要此彎曲製程。

【0149】圖51至圖54中所說明的唯一厚度分佈使用所揭示之鑄造方法而成為可能，且此前使用習知製程不可能達成，其中具有均勻厚度之金屬薄片安裝於車床或類似機器中且轉動以跨越面板後部產生可變厚度分佈。在此轉動製程中，所賦予之厚度分佈必須關於中心轉動軸線對稱，其將厚度分佈限制於在自中心點之任何給定半徑處各自具有均勻厚度的同心圓環形狀的組成物。相比之下，使用所揭示之鑄造方法不強加此類限制，且可產生更複雜之面部幾何形狀。

【0150】藉由使用本文中所揭示之鑄造方法，可更快且更有效地製造較大數目個所揭示之球桿頭。舉例而言，在單一鑄造樹上可同時鑄造50個或更多個杯402，而其將耗時更長且要求更多資源來使用習知研磨方法使用車床在面板上一次一個地產生新穎面部厚度分佈。

【0151】在圖51中，鑄造杯600之後面表面包括非對稱可變厚度分佈，其說明使用所揭示之鑄造方法而成為可能的廣泛各種可變厚度分佈之僅一個實例。面部中心602可具有中心厚度，且面部厚度可跨越內部混合區603自中心朝外徑向移動逐漸增加至最大厚度環604，其可為圓形。面部厚度可跨越可變混合區606自最大厚度環604朝外徑向移動逐漸減小至第二環608，其可為非圓形，諸如橢圓形。面部厚度可跨越外部混合區609自第二環608朝外徑向移動逐漸減小至恆定厚度之跟部及趾部區610

(例如，面部部分之最小厚度)，及/或移動至定義面部過渡至鑄造杯600之其餘部分的面部部分的範圍之徑向周邊區612。

【0152】 第二環608自身可具有可變厚度分佈，使得第二環608之厚度隨圍繞中心602之圓周位置的變化而變化。類似地，可變混合區606可具有隨圍繞中心602之圓周位置的變化而變化之厚度分佈且提供自最大厚度環604至第二環608之可變且較小厚度的厚度過渡。舉例而言，至第二環608之可變混合區606可劃分成在圖51中標記為A至H的八個扇區，包括頂部區A、頂部趾區B、趾區C、底部趾區D、底部區E、底部跟區F、跟區G，及頂部跟區H。此等八個區可具有如圖所示之不同角幅，或可各自具有相同角幅(例如，360度的八分之一)。八個區中之每一者自身可具有厚度差異，分別在鄰接環604之共有最大厚度至第二環608處之不同最小厚度的範圍內。舉例而言，第二環可在區A及E中較厚，且在區C及G中較薄，在區B、D、F及H中具有中等厚度。在此實例中，區B、D、F及H的厚度可沿徑向方向(朝外徑向薄化移動)及沿圓周方向(自區A及E朝向區C及G薄化移動)兩者改變。

【0153】 鑄造杯600之一個實例可具有以下厚度：在中心602處3.1 mm，在環604處3.3 mm，第二環608可在以下範圍內變化：區A中之2.8 mm至區C中之2.2 mm至區E中之2.4 mm至區G中之2.0 mm，及跟部及趾部區610中之1.8 mm。

【0154】 圖52及圖53展示包括非對稱可變厚度分佈之另一例示性鑄造面部部分700的後面表面。面部中心702可具有中心厚度，且面部厚度可跨越內部混合區703自中心朝外徑向移動逐漸增加至最大厚度環704，其可為圓形。面部厚度可跨越可變混合區705自最大厚度環704朝外徑向

移動逐漸減小至外部區706，該外部區706由具有不同厚度之多個楔形扇區A至H構成。如圖53中最佳展示，扇區A、C、E及G可相對較厚，而扇區B、D、F及H可相對較薄。外部區域706周圍的外部混合區708的厚度自可變扇區向下過渡至具有相對較小但恆定之厚度的周邊環710。外部區706亦可包括在扇區A至H中之每一者之間的厚度自一個扇區逐漸過渡至鄰接扇區的混合區。

【0155】 面部部分700之一個實例可具有以下厚度：在中心702處3.9 mm，在環704處4.05 mm，在區A中3.6 mm，在區B中3.2 mm，在區C中3.25 mm，在區D中2.05 mm，在區E中3.35 mm，在區F中2.05 mm，在區G中3.00 mm，在區H中2.65 mm，及在周邊環710處1.9 mm。

【0156】 圖54展示另一例示性鑄造面部部分800之後面，其包括具有朝向跟側(左側)偏移之目標厚度的非對稱可變厚度分佈。面部中心802具有中心厚度，且對於趾部/頂部/底部，厚度跨越內部混合區803逐漸增加至在中心處具有更大厚度的內環804。厚度隨後跨越第二混合區805朝外徑向移動減小至厚度小於內環804之厚度的第二環806。厚度隨後跨越第三混合區807朝外徑向移動減小至厚度小於第二環806之厚度的第三環808。厚度隨後跨越第四混合區810朝外徑向移動減小至厚度小於第三環808之厚度的第四環811。趾端區812跨越外部混合區813混合至具有相對較小厚度之外部周邊814。

【0157】 對於跟側，厚度以設定量(例如，0.15 mm)偏移成相對於趾側上之其對應物區域略厚。增厚區820 (虛線)提供過渡，其中所有厚度朝向跟側處之較厚偏移區822 (虛線)逐漸增加。在偏移區822中，環823比跟側上之環806厚一設定量(例如，0.15 mm)，且環825比環808厚同一設

定量。混合區824及826的厚度朝外徑向移動逐漸減小，且各自比趾側上之其對應物混合區807及810更厚。在增厚區820中，內環804之厚度朝向跟部移動逐漸增加。

【0158】 面部部分800之一個實例可具有以下厚度：在中心802處3.8 mm，在內環804處4.0 mm且跨越增厚區820增厚至4.15 mm，在第二環806處3.5 mm及在環823處3.65 mm，在第三環808處2.4 mm及在環825處2.55 mm，在第四環811處2.0 mm，及在周邊環814處1.8 mm。

【0159】 圖54中所展示之目標偏移厚度分佈可有助於跨越面部提供合乎需要的特性時間(CT)分佈。增厚跟側可能有助於避免在面部之跟側處具有CT峰值，例如，其可有助於避免跨越面部具有非一致CT分佈。此類偏移厚度分佈可類似地應用於面部之趾側，或應用於面部之趾側及跟側兩者，以在面部之跟側及趾側兩者處避免CT峰值。在其他實施例中，偏移厚度分佈可應用於面部之上側及/或朝向面部之底側。

【0160】 可使用所揭示之方法產生各種其他不同之面部厚度分佈，方法包括美國專利申請案第12/006,060號及美國專利第6,997,820號、第6,800,038號、第6,824,475號、第7,731,603號、第8,801,541號、第9,943,743號及第9,975,018號中所揭示之彼等，該等專利中之每一者的全部內容以全文引用之方式併入本文中。舉例而言，美國專利第9,975,018號揭示擊球面之實例，該擊球面包括局部加強區，諸如自面部中心偏移之倒錐形或「圓環」形厚度分佈，其以全部或部分地補償、克服或防止向右/向左偏離的出現之方式來改變藉由球桿頭擊打高爾夫球之發射條件。特定言之，局部加強區位於擊球面上，使得在典型條件下擊打高爾夫球將並未賦予高爾夫球左傾及/或右傾側旋。

【0161】 所有所揭示之面部厚度分佈可藉由本文中所揭示之鑄造方法而成為可能。此類組態在使用自最初平坦之面部板的後部以同心圓模式移除材料之習知轉動製程時將為不可能的。

【0162】 在一些高爾夫球桿頭實施例中，面板可個別地鑄造，且隨後焊接至球桿頭之框架中的前部開口中。當面板焊接至框架之前部開口時，額外材料通常圍繞焊接區產生，且此額外材料必須在焊接製程之後移除以使面板與框架之間的過渡平滑。此製程可藉由將整個杯(包括面部及前端框架)鑄造為單一鑄造單元而避免，如本文中所揭示。

【0163】 然而，分開地鑄造面板可提供優於將整個杯鑄造為一單元之優勢。舉例而言，當鑄造面板為杯之部分時，鑄造面板之後處理比面部表面之後處理容易得多。圖55及圖56展示例示性鑄造面板900之前部902及後部904。特定言之，與鑄造杯之後面表面相比，更易於接近鑄造面板之後表面的所有部分。存在以用於任何所要鑄造後製程之工具靠近鑄造面板之無限空間，此係由於底部、冠部、趾部、跟部、插鞘等之部分不會起阻礙作用。此外，鑄造面板可經鑄造更接近於面板之確切最終形狀，使得必須移除之材料較少且在鑄造之後修改面部所需要的工作較少。舉例而言，面板可經鑄造具有在鑄造之後待移除之在面部的每一側上的小於0.5 mm、小於0.4 mm、小於0.3 mm及/或小於0.2 mm之多餘材料。此等同於與自捲起金屬之平坦薄片機械加工面板相比移除更少的浪費材料。鑄造面部之前表面可經機器加工以移除 α 硬殼層中的一些或全部，獲得精確隆起、起伏及扭轉曲率，及/或添加刻痕線。鑄造面部之後部可經機器加工以移除 α 硬殼層中的部分或全部，及/或獲得跨越面部之精確可變厚度分佈。如本文中其他地方所描述，與習知面部薄片轉動製程所要求的所需

360度同心圓對稱性相反，鑄造製程允許更錯綜複雜的且不對稱之厚度分佈。

【0164】與其中面部經形成分開且稍後附接(例如，焊接或栓固)至球桿頭主體中之正面開口的球桿頭相比，經鑄造包括面部作為主體(例如，與單個鑄造物件同時鑄造)之整體部分的高爾夫球桿頭可提供優良的結構性質。然而，具有整體地鑄造之Ti面部的優勢藉由移除鑄造Ti面部之表面上的 α 硬殼的需要而減低。

【0165】在本文中所揭示之球桿頭包含整體鑄造之鈦合金面部及主體單元(例如，鑄造杯)的情況下，可消除或至少實質上減少必須移除 α 硬殼之缺陷。對於鑄造9-1-1 Ti面部，使用1000°C或更高之模預加熱溫度， α 硬殼之厚度可為約0.10 mm或更小，0.15 mm或更小，或約0.20 mm或更小，或約0.30 mm或更小，諸如在一些實施例中在0.10 mm至0.30 mm之間，而對於6-4 Ti面部， α 硬殼之厚度可大於0.10 mm，大於0.15 mm，或大於0.20 mm，或大於0.30 mm，諸如在一些實施例中自約0.25 mm至約0.30 mm。在一些實施例中， α 硬殼厚度可低至0.1 mm且高達0.15 mm，同時提供跨越面部具有理想地高CT時間之足夠耐用產品。在一些實施例中，在面部之幾何中心處的面部之後部上的 α 硬殼可具有小於0.30 mm及/或小於0.20 mm之厚度，且此無需形成之後化學蝕刻該表面即可實現。

【0166】可用於形成本文中所描述的擊球面及/或球桿頭中之任一者的其他鈦合金可包含鈦、鋁、鉬、鉻、釩及/或鐵。舉例而言，在一個代表性實施例中，合金可為 α - β 鈦合金，其包含6.5重量%至10重量%之Al、0.5重量%至3.25重量%之Mo、1.0重量%至3.0重量%之Cr、0.25重量%至1.75重量%之V，及/或0.25重量%至1重量%之Fe，其中其餘部分包含Ti

(一個實例有時被稱作「1300」鈦合金)。

【0167】 在另一代表性實施例中，合金可包含6.75重量%至9.75重量%之Al、0.75重量%至3.25重量%或2.75重量%之Mo、1.0重量%至3.0重量%之Cr、0.25重量%至1.75重量%之V，及/或0.25重量%至1重量%之Fe，其中其餘部分包含Ti。

【0168】 在另一代表性實施例中，合金可包含7重量%至9重量%之Al、1.75重量%至3.25重量%之Mo、1.25重量%至2.75重量%之Cr、0.5重量%至1.5重量%之V，及/或0.25重量%至0.75重量%之Fe，其中其餘部分包含Ti。

【0169】 在另一代表性實施例中，合金可包含7.5重量%至8.5重量%之Al、2.0重量%至3.0重量%之Mo、1.5重量%至2.5重量%之Cr、0.75重量%至1.25重量%之V，及/或0.375重量%至0.625重量%之Fe，其中其餘部分包含Ti。

【0170】 在另一代表性實施例中，合金可包含8重量%之Al、2.5重量%之Mo、2重量%之Cr、1重量%之V，及/或0.5重量%之Fe，其中其餘部分包含Ti。此類鈦合金可具有式Ti-8Al-2.5Mo-2Cr-1V-0.5Fe。如本文中所示使用，對「Ti-8Al-2.5Mo-2Cr-1V-0.5Fe」之參考係指以上文給出的比例中之任一者包括所提及元素之鈦合金。某些實施例亦可包含K、Mn及/或Zr之痕量，及/或各種雜質。

【0171】 Ti-8Al-2.5Mo-2Cr-1V-0.5Fe可具有1150 MPa屈服強度、1180 MPa極限抗張強度及8%伸長率之最小機械性質。此等最小性質可顯著地優於其他鑄造鈦合金，包括6-4 Ti及9-1-1 Ti，其可具有上述之最小機械性質。在一些實施例中，Ti-8Al-2.5Mo-2Cr-1V-0.5Fe可具有自約

1180 MPa至約1460 MPa之抗張強度、自約1150 MPa至約1415 MPa之屈服強度、自約8%至約12%之伸長率、約110 GPa之彈性模數、約4.45 g/cm³之密度，及在洛氏C標度(43 HRC)上約43之硬度。在特定實施例中，Ti-8Al-2.5Mo-2Cr-1V-0.5Fe合金可具有約1320 MPa之抗張強度、約1284 MPa之屈服強度，及約10%之伸長率。

【0172】 在一些實施例中，擊球面及/或具有面部部分之杯可由Ti-8Al-2.5Mo-2Cr-1V-0.5Fe鑄造。在一些實施例中，取決於所要的特定特性，擊球表面及球桿頭主體可由Ti-8Al-2.5Mo-2Cr-1V-0.5Fe整體形成或鑄造在一起。

【0173】 上文給出的Ti-8Al-2.5Mo-2Cr-1V-0.5Fe之機械參數可提供與其他現有鈦合金相比出人意料地優良的效能。舉例而言，歸因於Ti-8Al-2.5Mo-2Cr-1V-0.5Fe之相對較高抗張強度，當擊打高爾夫球時，包含此合金之鑄造擊球面與其他合金相比可呈現更少的每單位厚度之偏轉。此可尤其有益於經組態用於以較高速度擊打球之金屬膠合木型球桿，此係由於Ti-8Al-2.5Mo-2Cr-1V-0.5Fe之較高抗張強度導致擊球面之更少偏轉，且減少擊球面在重複使用之情況下平化的趨勢。此允許擊球面歷經長期使用(包括藉由先進的及/或專業的高爾夫球員，其趨向於以尤其高之球桿速度擊打球)仍保留其原始隆起、起伏及「扭轉」尺寸。

【0174】 本文中所揭示實施例中之任一者可包括具有擊球表面之面部部分，該擊球表面扭轉以使得擊球表面之上部趾部部分比擊球面之下部趾部部分更開放，且使得擊球表面之下部跟部部分比擊球表面之上部跟部部分更閉合。關於具有扭轉的擊球表面之高爾夫球桿頭的更多資訊可見於美國專利9,814,944、2018年6月19日申請之美國臨時專利申請案第

62/687,143號、2018年10月15日申請之美國專利申請案第16/160,884號中，此處其均以全文引用的方式併入本文中。此等併入參照案中所揭示之此等扭轉面部技術中之任一者可以與本文中所揭示之技術的任何組合在本文中所揭示的球桿頭中實施。

【0175】 本文中所揭示之技術可經實施用於任何類型的高爾夫球桿頭，不僅為所揭示之實例，包括發球桿、球道木桿、救援球桿、混合球桿、實用球桿、鐵桿、楔形桿及推桿。

【0176】 出於此描述之目的，在本文中描述了本發明之實施例的某些態樣、優勢及新穎特徵。所揭示之方法、設備及系統應不以任何方式被視為限制性的。實情為，本發明涉及各種所揭示實施例之所有新穎且非顯而易見的特徵及態樣，單獨地及以各種組合以及彼此的子組合。方法、設備及系統不限於任何特定態樣或特徵或其組合，所揭示實施例亦不需要任何一或多個特定優勢存在或問題得到解決。

【0177】 儘管所揭示之實施例中之一些的操作以特定依序次序描述以便於呈現，但應理解，此描述方式涵蓋重新配置，除非下文闡述之特定語言要求特定排序。舉例而言，依序描述之操作在一些情況下可經重新配置或同時執行。此外，為簡單起見，附圖可能不展示其中所揭示之方法可結合其他方法使用之各種方式。

【0178】 除非上下文以其他方式清楚地規定，否則如本申請案及申請專利範圍中所使用，單數形式「一(a/an)」及「該(the)」包括複數形式。另外，術語「包括」意謂「包含」。此外，術語「耦接」及「相關聯」大體意謂電性地、電磁地及/或實體地(例如，機械地或化學地)耦接或鏈接且並不排除缺乏特定相反語言之在耦接或相關聯物品之間的中間元件

的存在。

【0179】 在一些實例中，值、程序或設備可被稱為「最低」、「最佳」、「最小」或其類似者。應瞭解，此類描述意欲指示，可在許多替代例中進行選擇，且此類選擇無需較佳、較小或以其他方式優於其他選擇。

【0180】 在描述中，可使用特定術語，諸如「向上」、「向下」、「上部」、「下部」、「水平」、「豎直」、「左方」、「右方」及其類似者。此等術語在合適時使用以在處理相對關係時提供描述之某清楚性。但，此等術語並不意欲暗示絕對關係、位置及/或定向。舉例而言，相對於物件，「上部」表面可僅藉由使物件翻轉而成為「下部」表面。儘管如此，其仍為同一物件。

【0181】 鑒於本發明之原理可應用至的許多可能實施例，應認識到，所說明之實施例僅為較佳實例，且不應被視為限制本發明之範疇。將顯而易見的是，在不脫離如所闡述之本發明的較寬廣的精神及範疇的情況下，可對其進行各種修改。因此，應在說明性意義上而非限制性意義上看待說明書和圖式。因此，本發明之範疇至少與以下申請專利範圍一樣廣。因此吾人主張所有在此等申請專利範圍之範疇內者。

【符號說明】

【0182】

- | | |
|----|--------|
| 2 | 高爾夫球桿頭 |
| 3 | 桿身 |
| 4 | 高爾夫球桿頭 |
| 5a | 中心面部 |
| 5b | 跟部 |

5c	趾部
5d	冠部
5e	底部
5f	重心
6	球桿面部
8	隆起
9	起伏
10	中空主體
11	刻痕線
12	冠部
14	底部
16	裙部
18	面板
20	插鞘
22	擊球表面
23	理想撞擊位置/原點
24	插鞘孔
26	跟部部分
28	趾部部分
30	前部部分
32	後部部分
40	內表面
42	中心部分

44	漸粗部分
46	漸縮部分
48	過渡部分
50	重心
60	理想撞擊位置/原點
65	原點z軸
70	原點x軸
75	原點y軸
85	CG z軸
90	CG x軸
95	CG y軸
150	初始圖案
152	主澆口
154	輔助澆口
156	流動通道
160	簇
162	石墨接收器
164	石墨交叉輻條
166	流道
168	模腔
170	坩堝
172	澆注杯
180	簇

182	接收器
184	殼流道
186	模腔
188	模腔
200	木型高爾夫球桿頭
202	球桿頭主體
204	頭-桿連接總成
206	冠部插入件
207	面部
208	底部插入件
209	缺口
210	配重總成
212	配重總成
214	配重軌道
216	配重軌道
222	後部部分
224	後座墊
225	懸垂唇緣
226	前座墊
228	懸垂唇緣
230	趾部部分
232	凸耳
234	凸耳

- 236 肋片
- 238 較厚區
- 240 趾側開口
- 242 跟側開口
- 244 後軌道開口
- 246 開口
- 250 基座
- 252 前向冠部部分
- 260 凸耳
- 262 肋片
- 263 肋片
- 265 肋片
- 267 肋片
- 270 面部
- 280 凹部
- 282 凹部
- 284 周邊導軌
- 286 凹部
- 288 周邊導軌
- 290 周邊導軌
- 292 周邊導軌
- 294 凹部
- 296 凹部

- 298 凹部
- 301 步驟
- 302 步驟
- 303 步驟
- 304 步驟
- 305 步驟
- 306 步驟
- 307 步驟
- 308 步驟
- 361 步驟
- 362 步驟
- 363 步驟
- 364 步驟
- 365 步驟
- 366 步驟
- 367 步驟
- 400 高爾夫球桿頭
- 402 杯
- 404 環
- 406 冠部插入件
- 408 底部插入件
- 410 頭-桿連接總成
- 412 插鞘

418	底部狹槽
420	接點
422	嚙合端
424	嚙合端
426	冠部凸耳
428	底部凸耳
430	突出部
431	配重孔
432	質量墊
433	配重孔
434	整體面部
436	前向冠部部分
438	前向底部部分
440	前向趾部部分
442	前向跟部部分
450	套筒
452	套圈
454	插鞘插入件
456	緊固件
458	洗滌器
500	蠟杯
502	蠟杯框架
504	蠟面

506	接點
508	叉尖
510	蠟杯
512	蠟杯框架
514	蠟面
516	接點
518	蠟叉尖
520	突起
600	鑄造杯
602	中心
603	內部混合區
604	最大厚度環
606	可變混合區
608	第二環
609	外部混合區
610	跟部及趾部區
612	徑向周邊區
700	面部部分
702	面部中心
703	內部混合區
704	最大厚度環
705	可變混合區
706	外部區

708	外部混合區
710	周邊環
800	面部部分
802	面部中心
803	內部混合區
804	內環
805	第二混合區
806	第二環
807	第三混合區
808	第三環
810	第四混合區
811	第四環
812	趾端區
813	外部混合區
814	外部周邊
820	增厚區
822	偏移區
823	環
824	混合區
825	環
826	混合區
900	鑄造面板
902	前部

- 904 後部
- A 頂部區
- B 高爾夫球/頂部趾區
- C 趾區
- D 底部趾區
- E 底部區
- F 底部跟區
- G 跟區
- H 頂部跟區
- X X軸
- Y Y軸
- Z Z軸
- ⊖ 角度

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種製作一高爾夫球桿頭之的方法，該方法包含：

鑄造一杯，其由一鈦合金製成且包含該高爾夫球桿頭之一面部部分的一整體、僅該高爾夫球桿頭之一冠部的一前向部分、僅該高爾夫球桿頭之一底部的一前向部分、僅該高爾夫球桿頭之一趾部的一前向部分、僅該高爾夫球桿頭之一跟部的一前向部分及一插鞘，使得 α 硬殼之一層在該面部部分的一後向表面上形成；及

對該面部部分之該後表面進行機械加工以自該面部部分之該後表面移除 α 硬殼之該層的至少一部分。

【第2項】

如請求項1之方法，其進一步包含：

與鑄造該杯之步驟分開地形成一環；及

將該環附接至該杯，使得該環定義該高爾夫球桿頭之一後部部分的一最外部周邊；

其中對該面部部分之該後表面進行機械加工之步驟在將該環附接至該杯之步驟之前進行。

【第3項】

如請求項2之方法，其中該環由不同於該杯之該鈦合金的一金屬材料形成。

【第4項】

如請求項2之方法，其進一步包含：

將由一複合材料製成之一冠部插入件附接至該環及由該杯定義之該

高爾夫球桿頭的該冠部之該前向部分；及

將由一複合材料製成之一底部插入件附接至該環及由該杯定義之該高爾夫球桿頭的該底部之該前向部分。

【第5項】

如請求項1之方法， α 硬殼之該層的該至少一部分自該面部部分之該後表面移除而無需化學蝕刻該面部部分的該後表面。

【第6項】

如請求項1之方法，其中：

鑄造該杯之步驟導致在與該後向表面相對之該面部部分的一前向表面上形成 α 硬殼之一層；且

該方法進一步包含對該面部部分之該前向表面進行機械加工以自該面部部分之該前向表面移除 α 硬殼之該層的至少一部分。

【第7項】

一種高爾夫球桿頭，其包含：

一杯，其具有一單一整體式主體，由一鈦合金製成且包含該高爾夫球桿頭之一面部部分的一整體、僅該高爾夫球桿頭之一冠部的一前向部分、僅該高爾夫球桿頭之一底部的一前向部分、僅該高爾夫球桿頭之一趾部的一前向部分、僅該高爾夫球桿頭之一跟部的一前向部分及一插鞘，其中由該杯定義之該高爾夫球桿頭的該面部部分之一後表面為一機器加工表面；

一環，其附接至該杯且定義該高爾夫球桿頭之一後部部分的一最外部周邊；及

一冠部插入件，其由一複合材料製成且附接至該環及由該杯定義之

該高爾夫球桿頭的該冠部之該前向部分。

【第8項】

如請求項7之高爾夫球桿頭，其中該環由不同於該杯之該鈦合金的一金屬材料製成。

【第9項】

如請求項7之高爾夫球桿頭，其中：

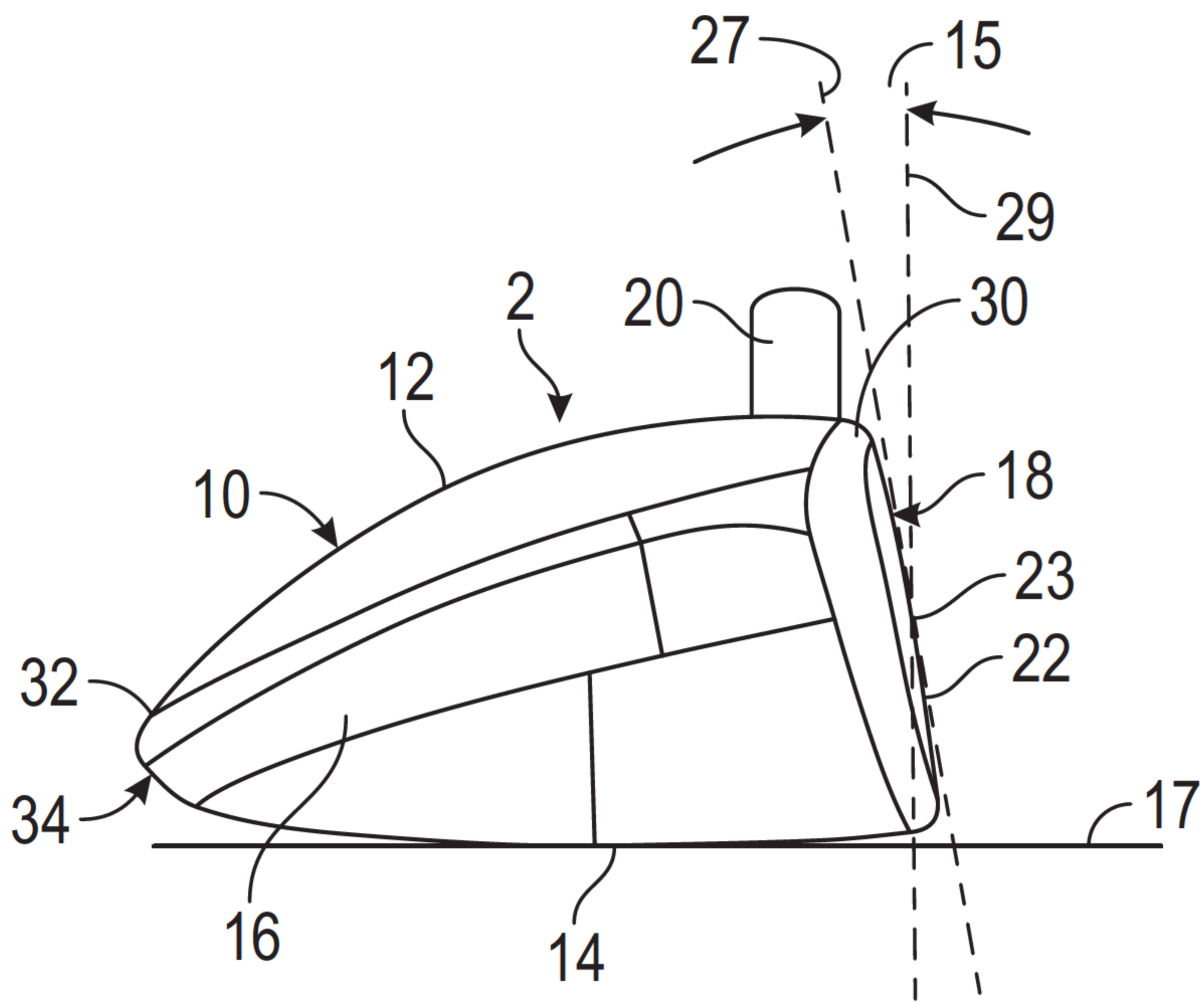
該杯進一步包含形成於由該杯定義之該高爾夫球桿頭之該冠部的該前向部分中之一凸耳；且

該冠部插入件接納於該凸耳上，使得該凸耳位於該冠部插入件內部。

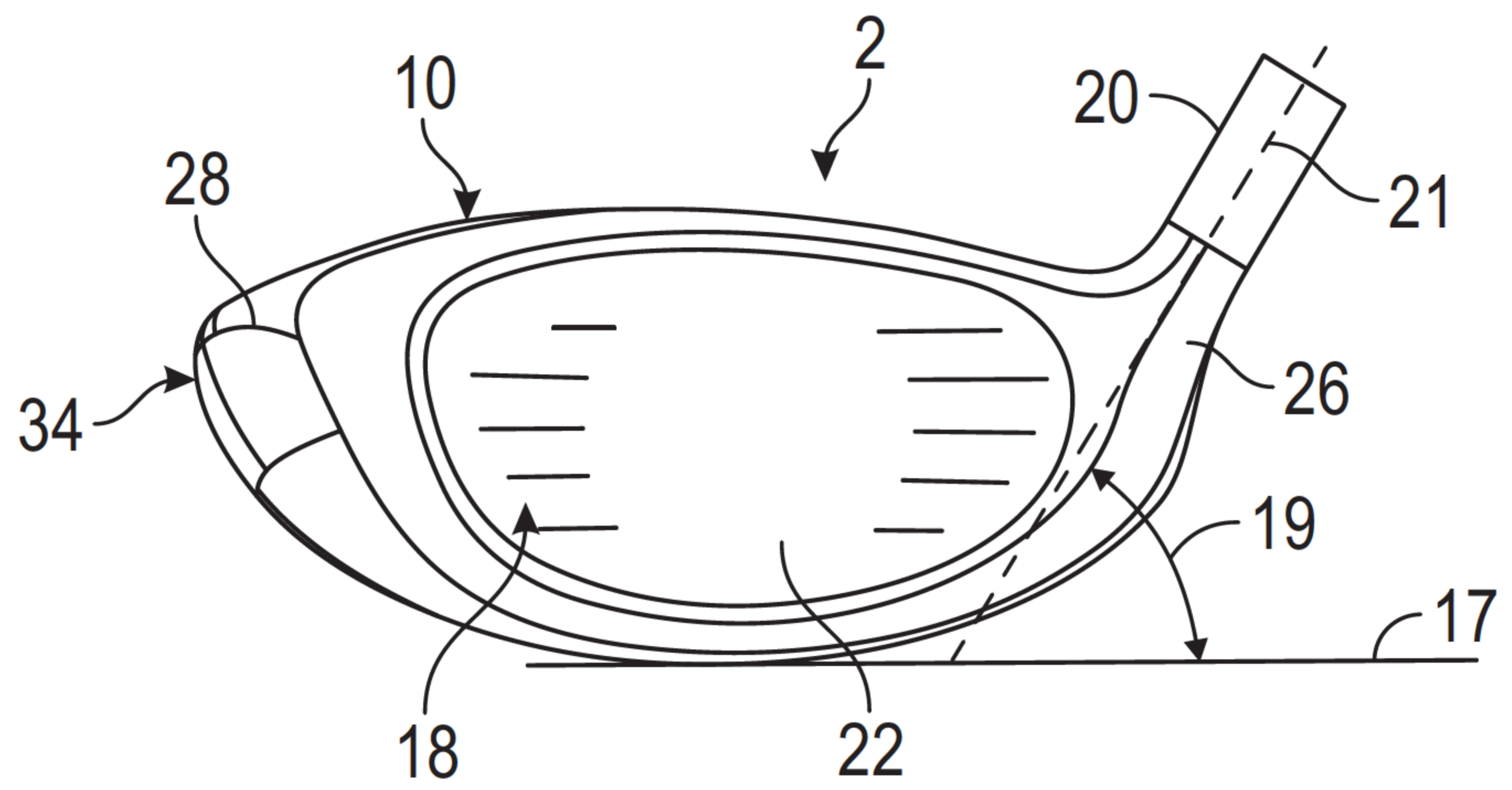
【第10項】

如請求項7之高爾夫球桿頭，其進一步包含一底部插入件，其由一複合材料製成且附接至該環及由該杯定義之該高爾夫球桿頭之該底部的該前向部分。

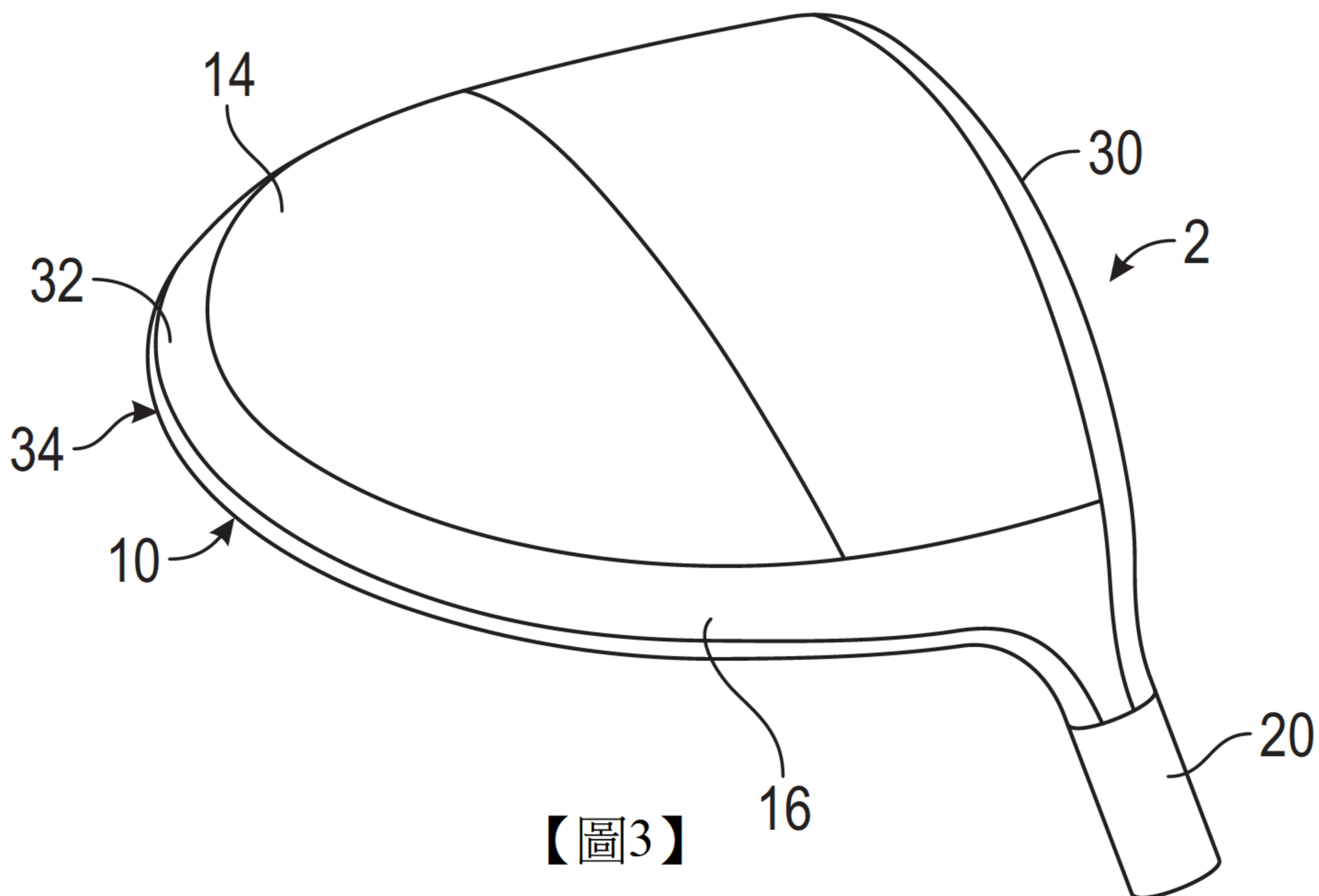
【發明圖式】



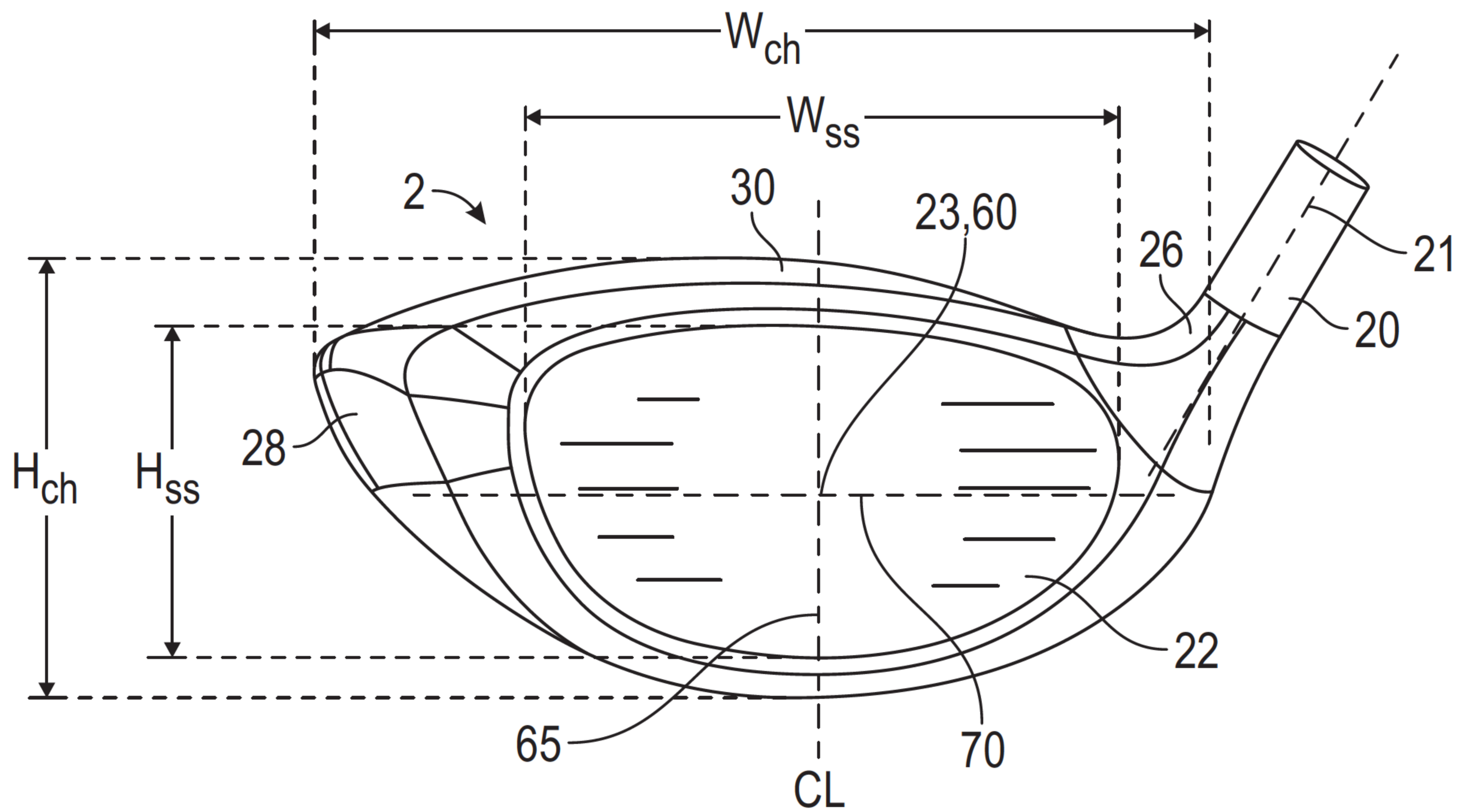
【圖1】



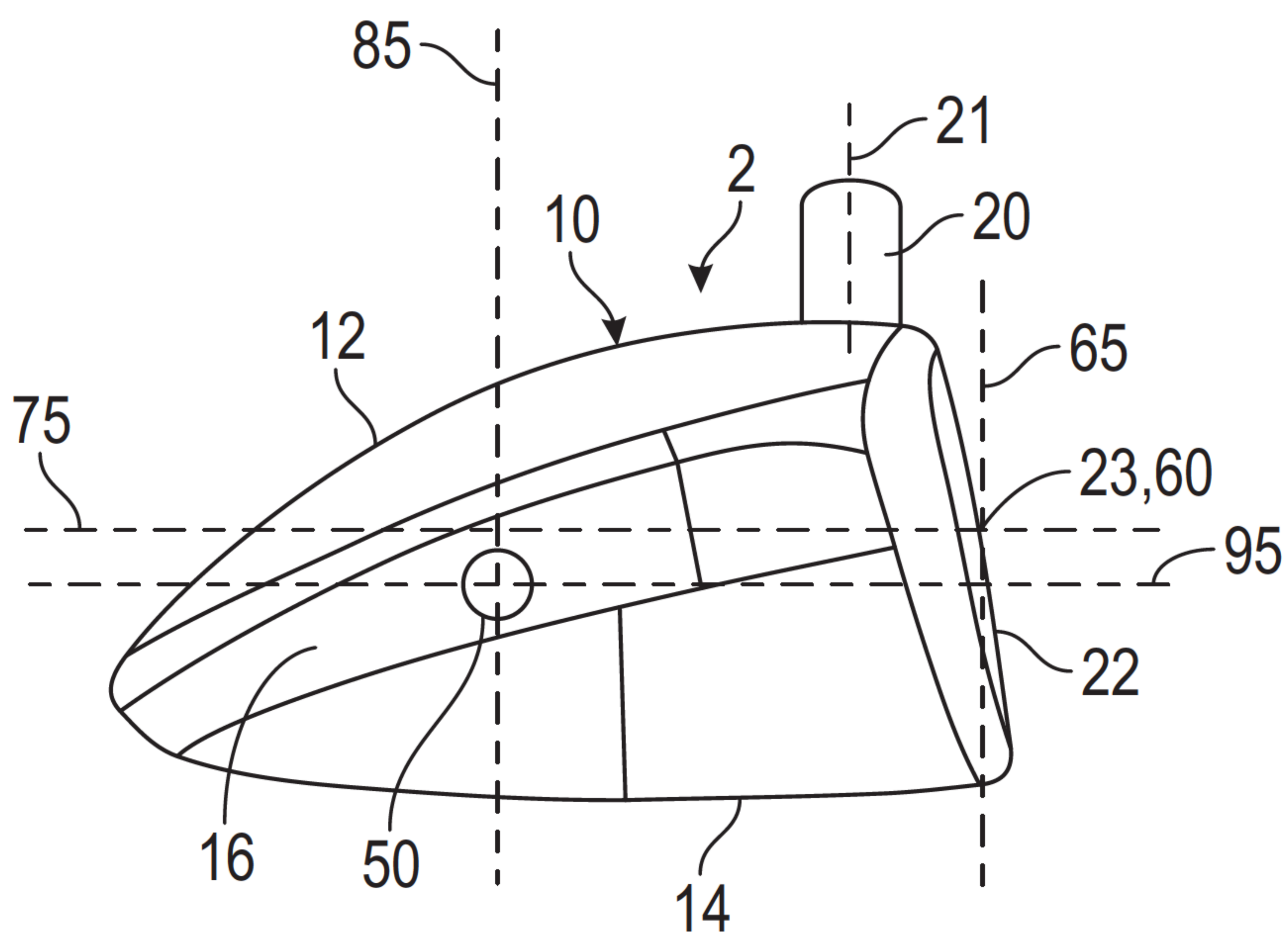
【圖2】



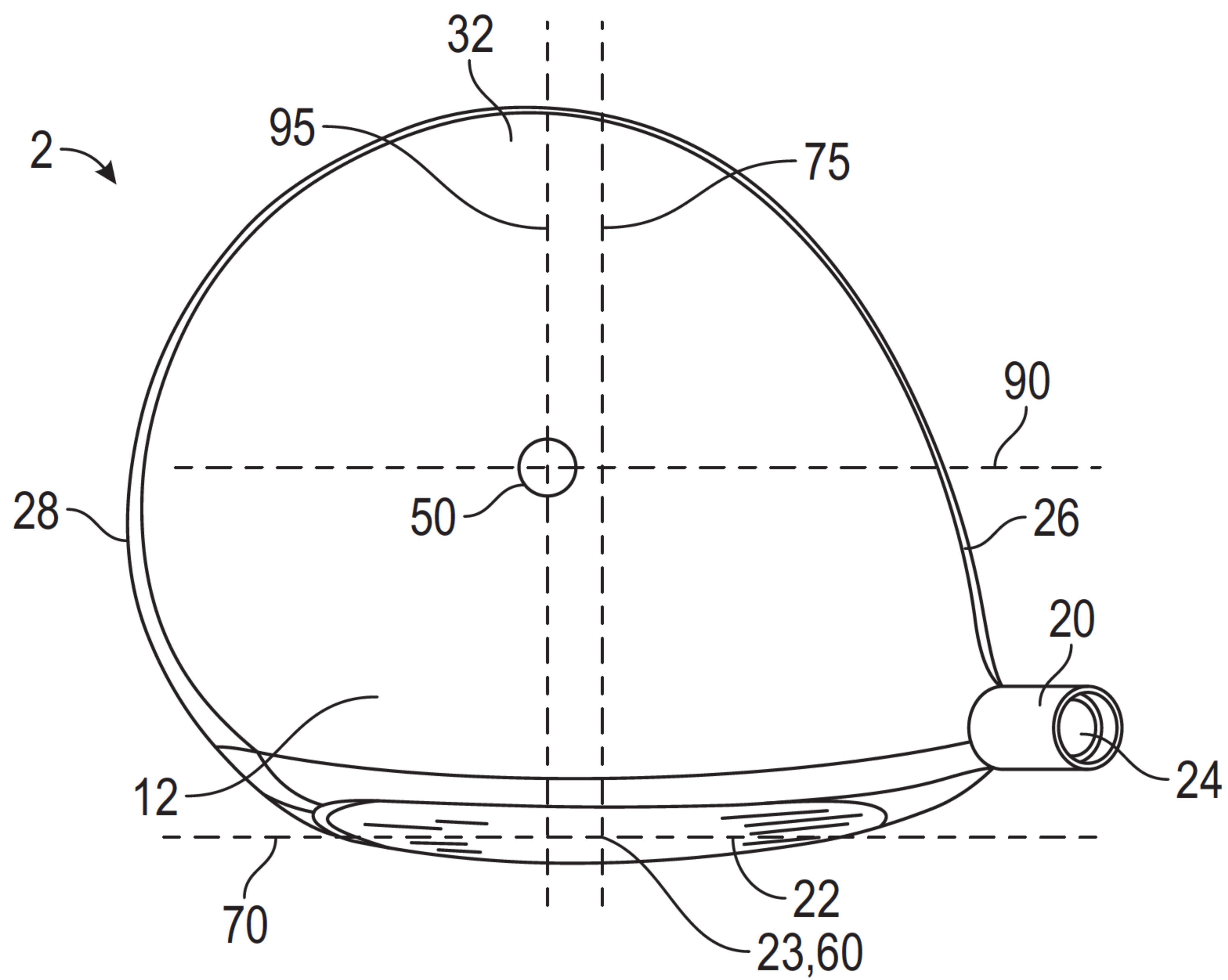
【圖3】



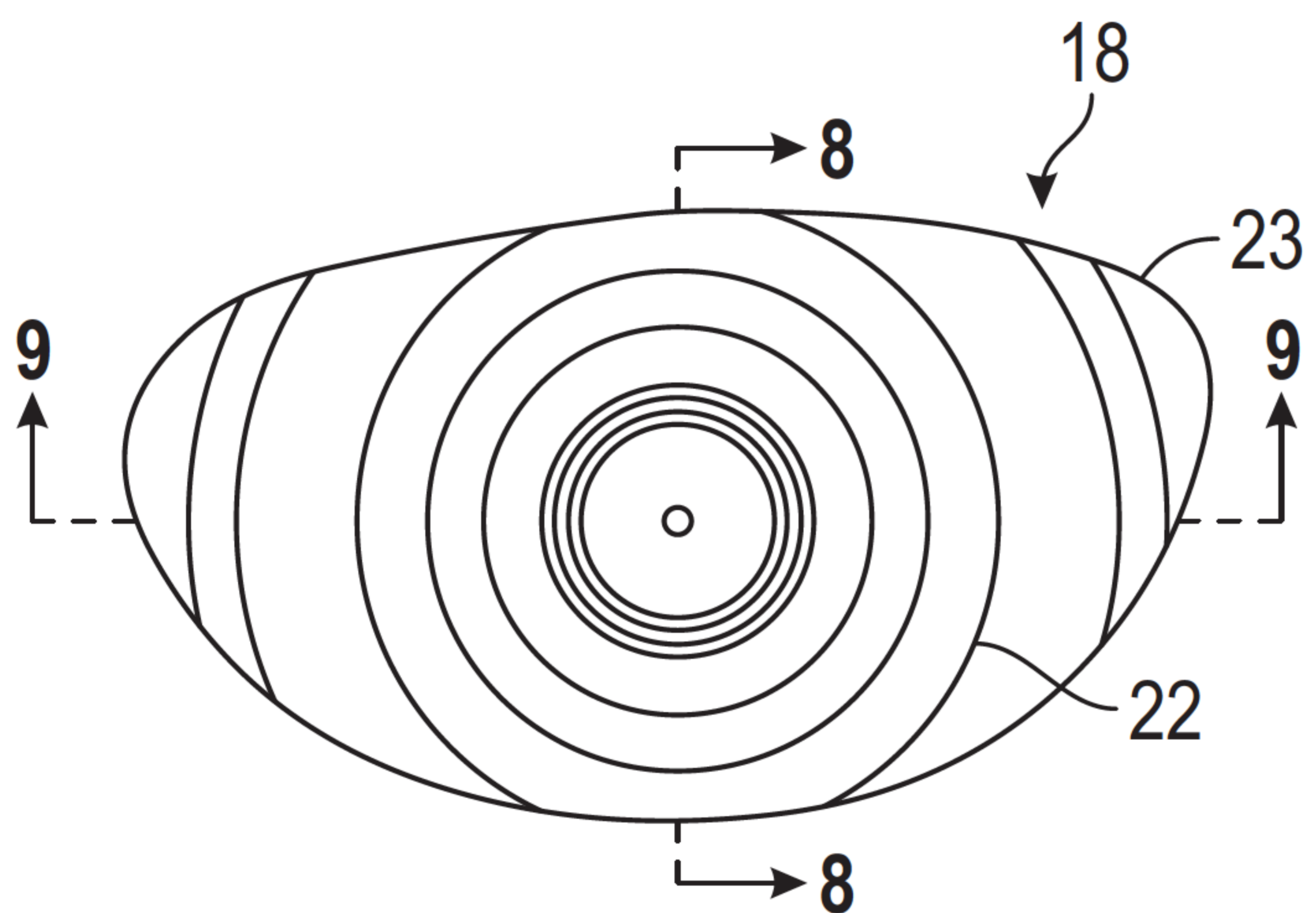
【圖4】



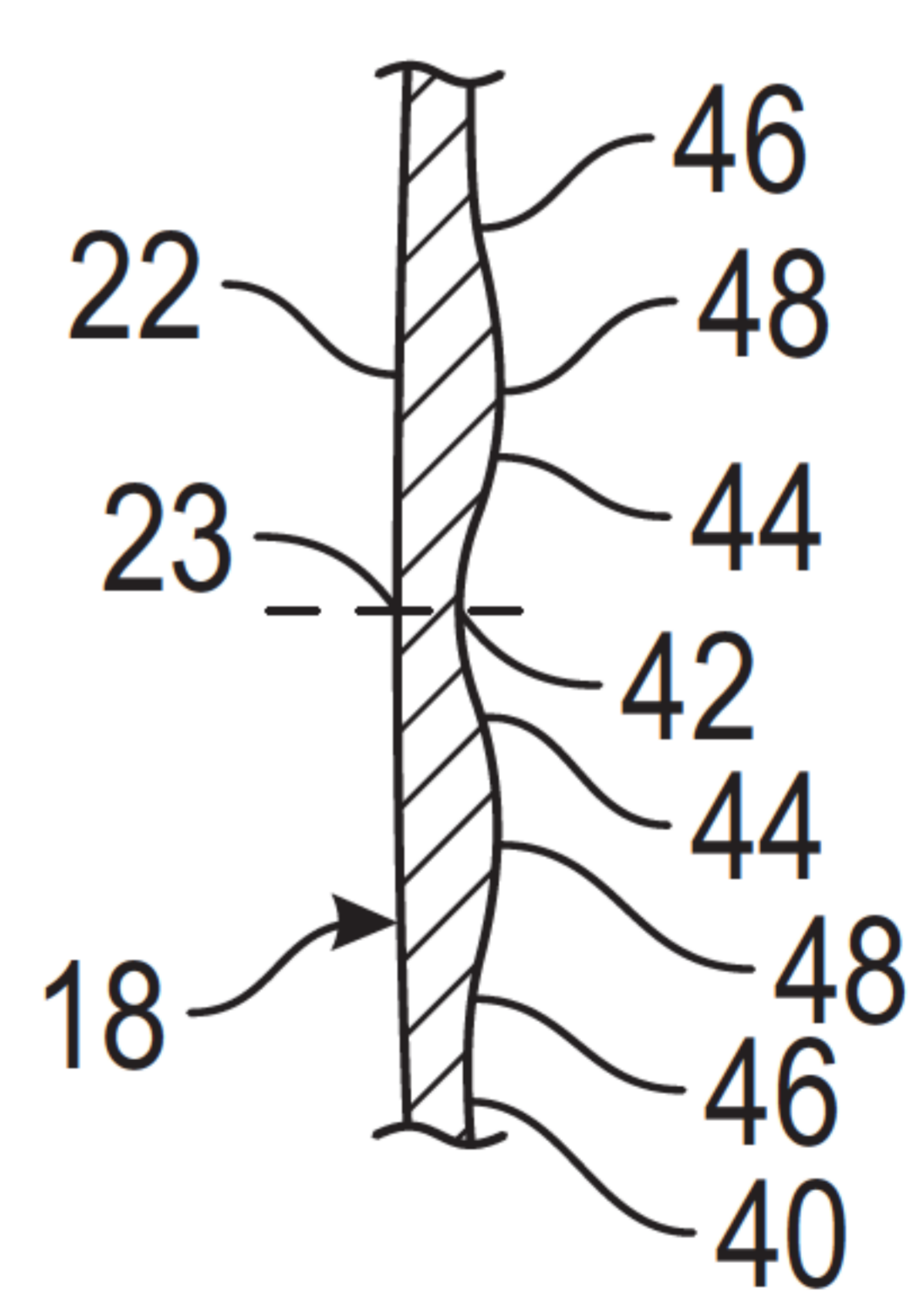
【圖5】



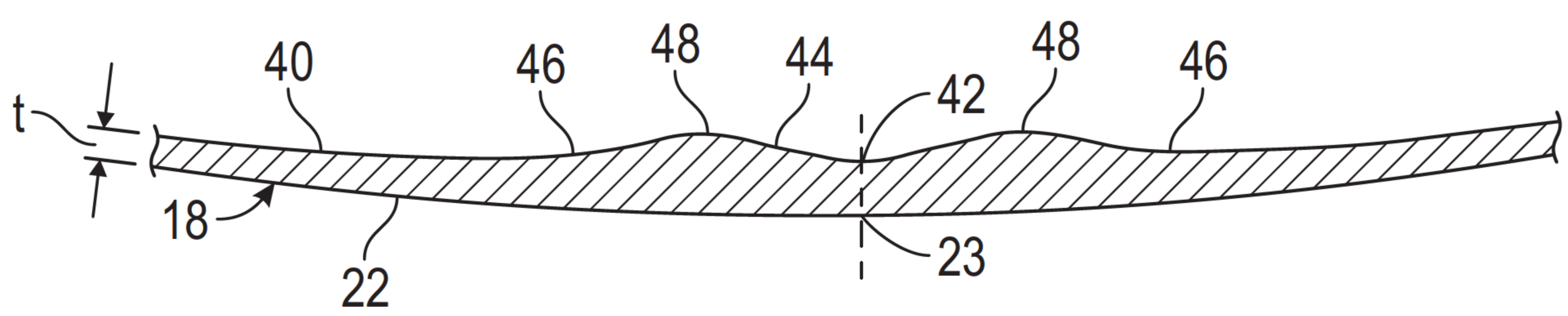
【圖6】



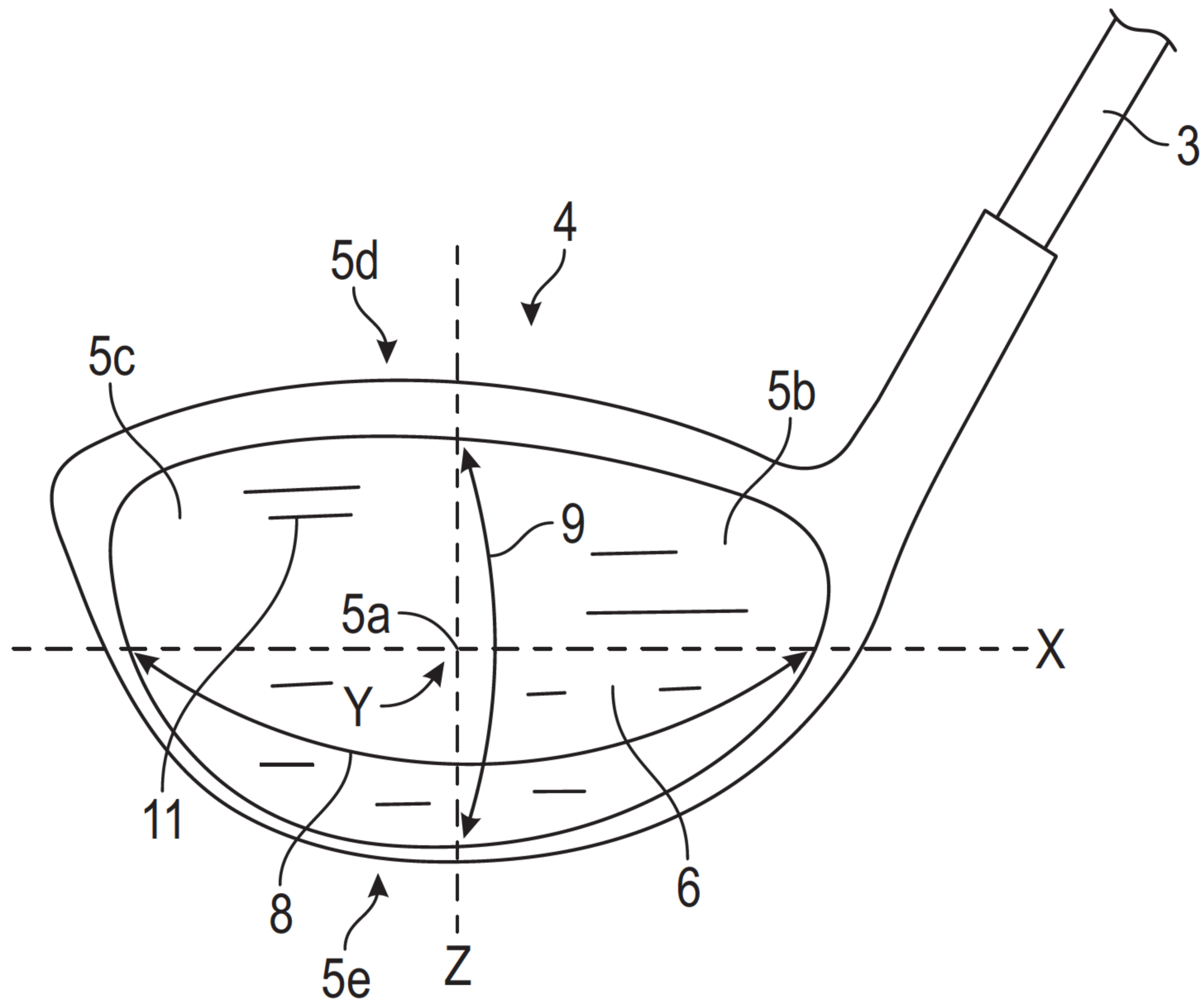
【圖7】



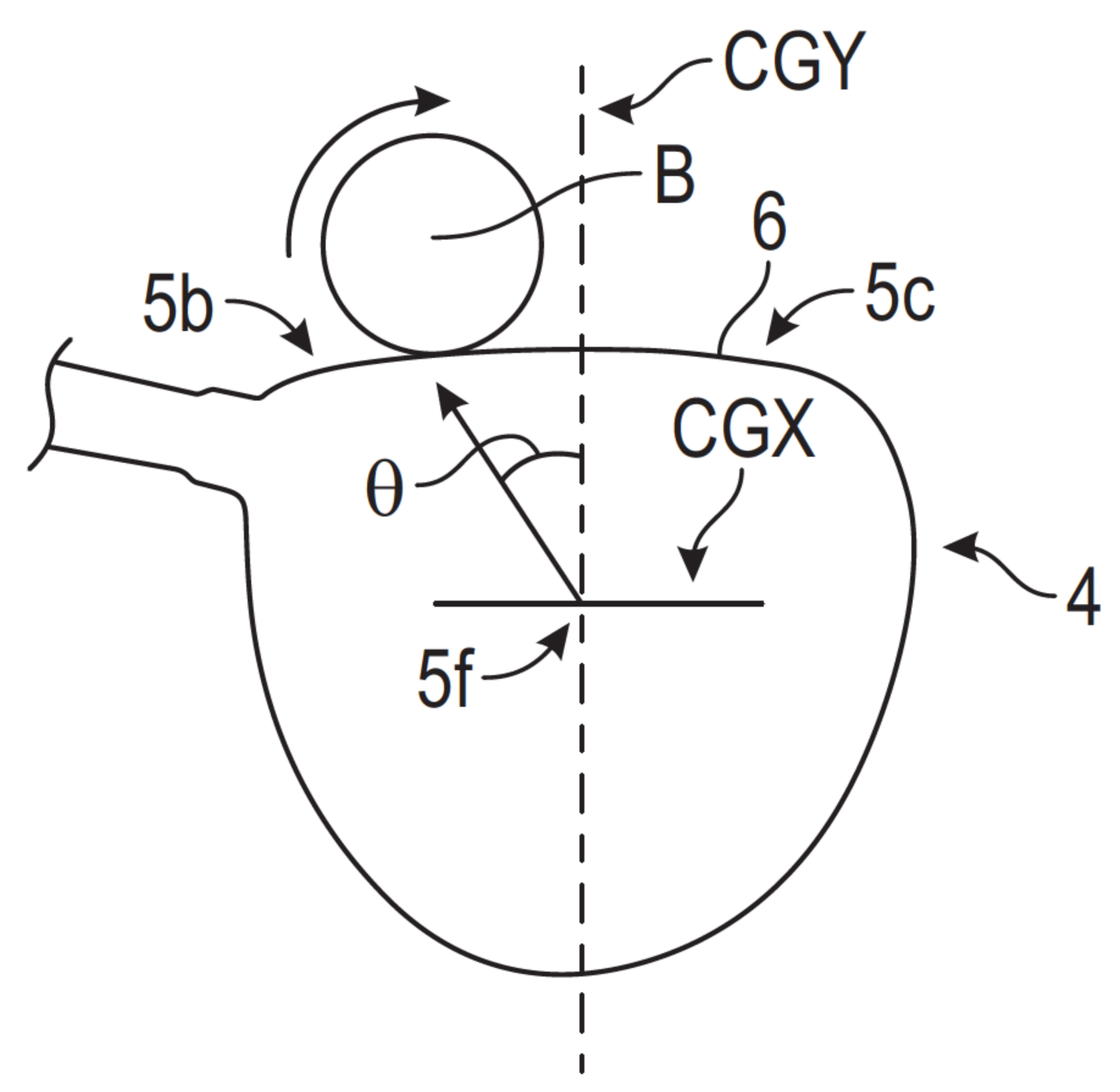
【圖8】



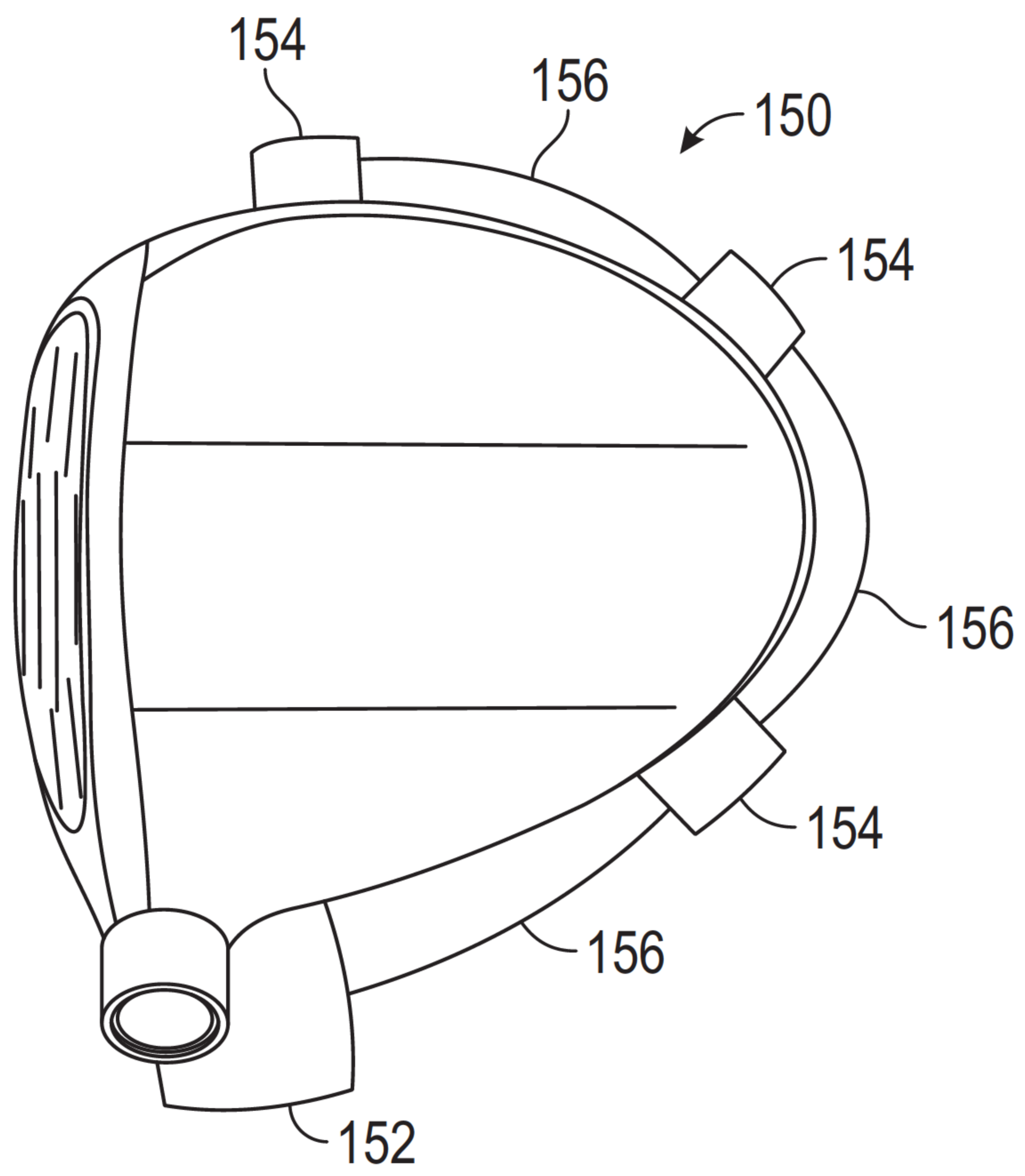
【圖9】



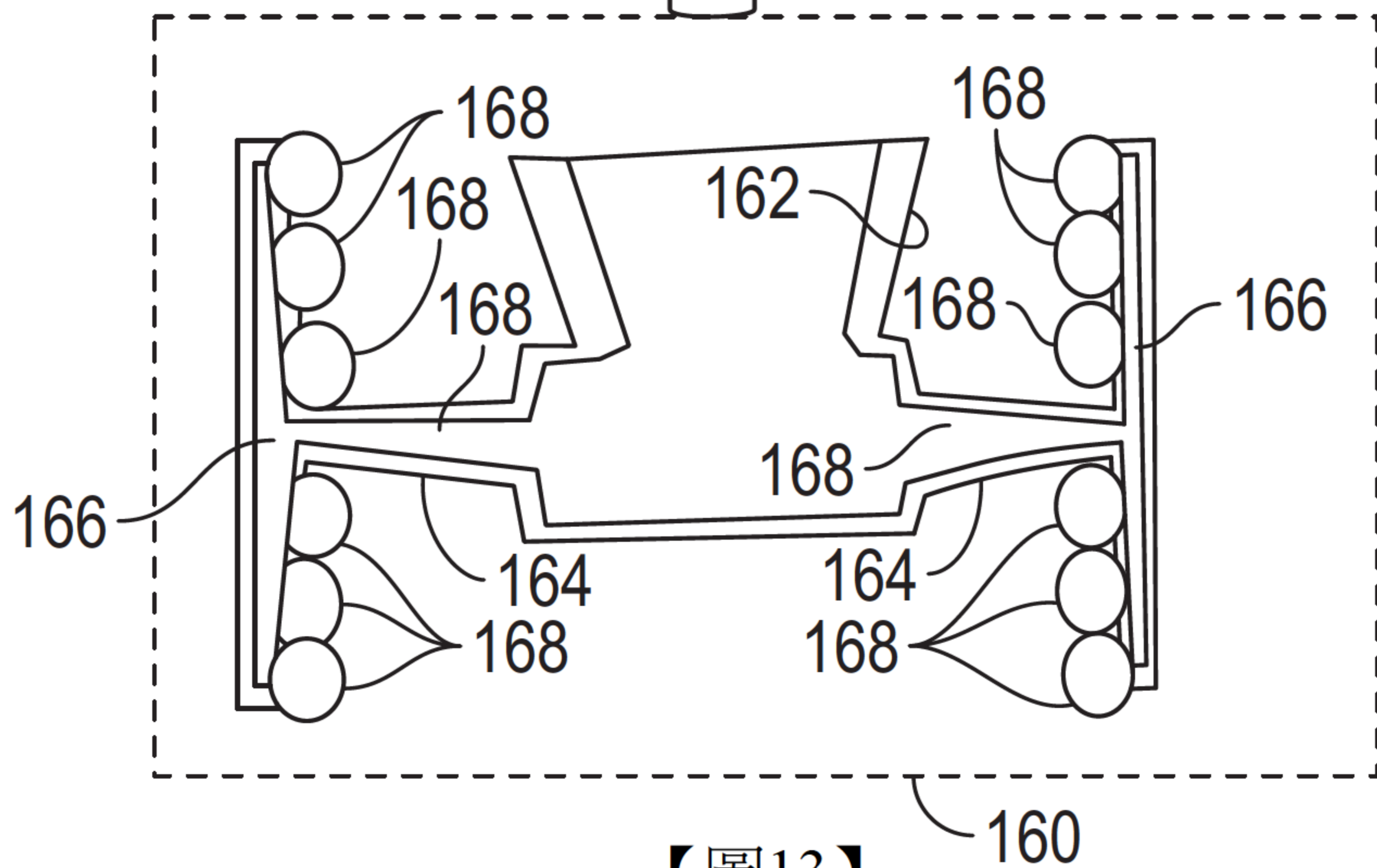
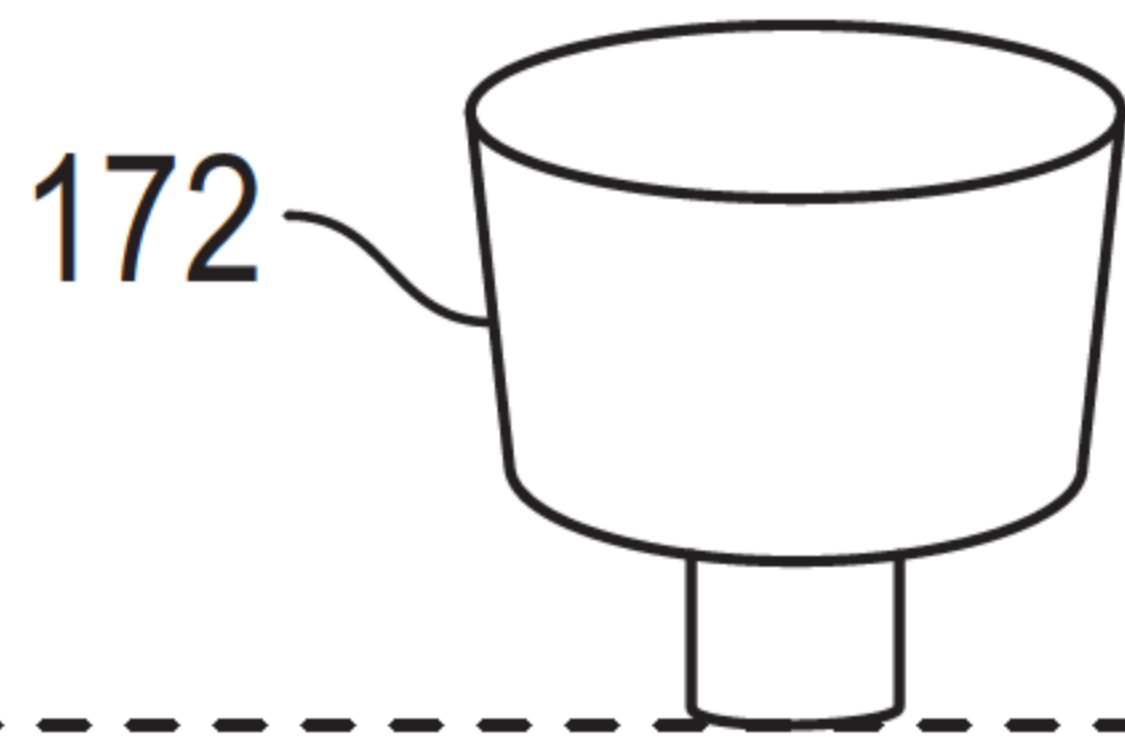
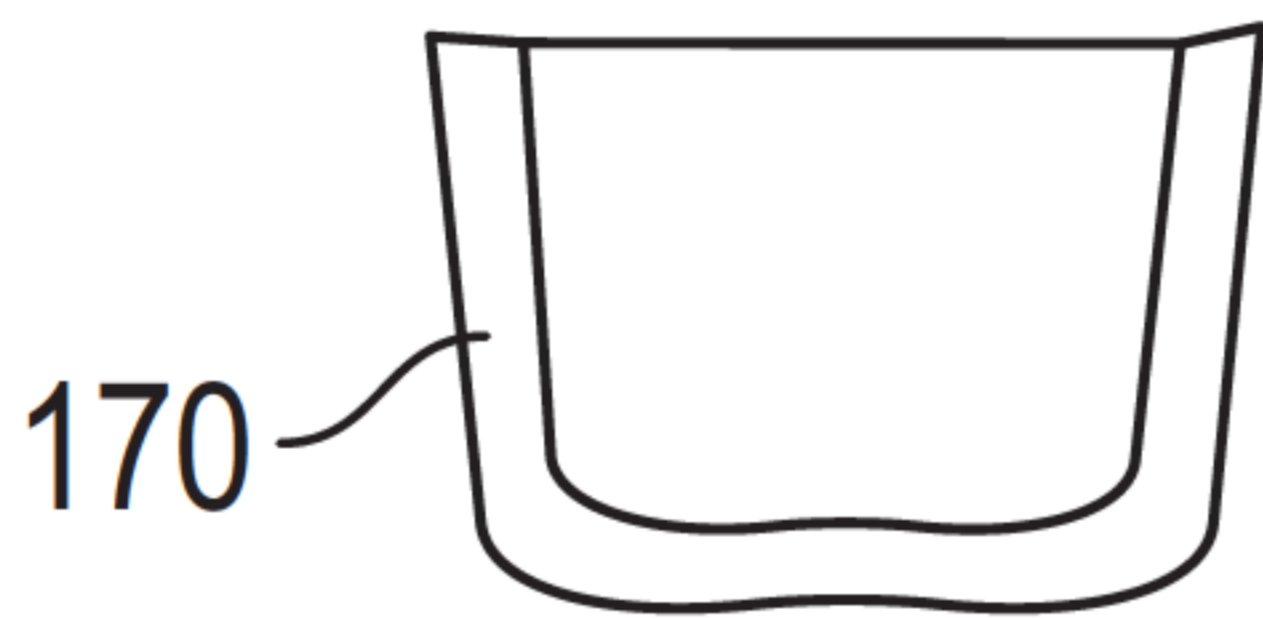
【圖10】



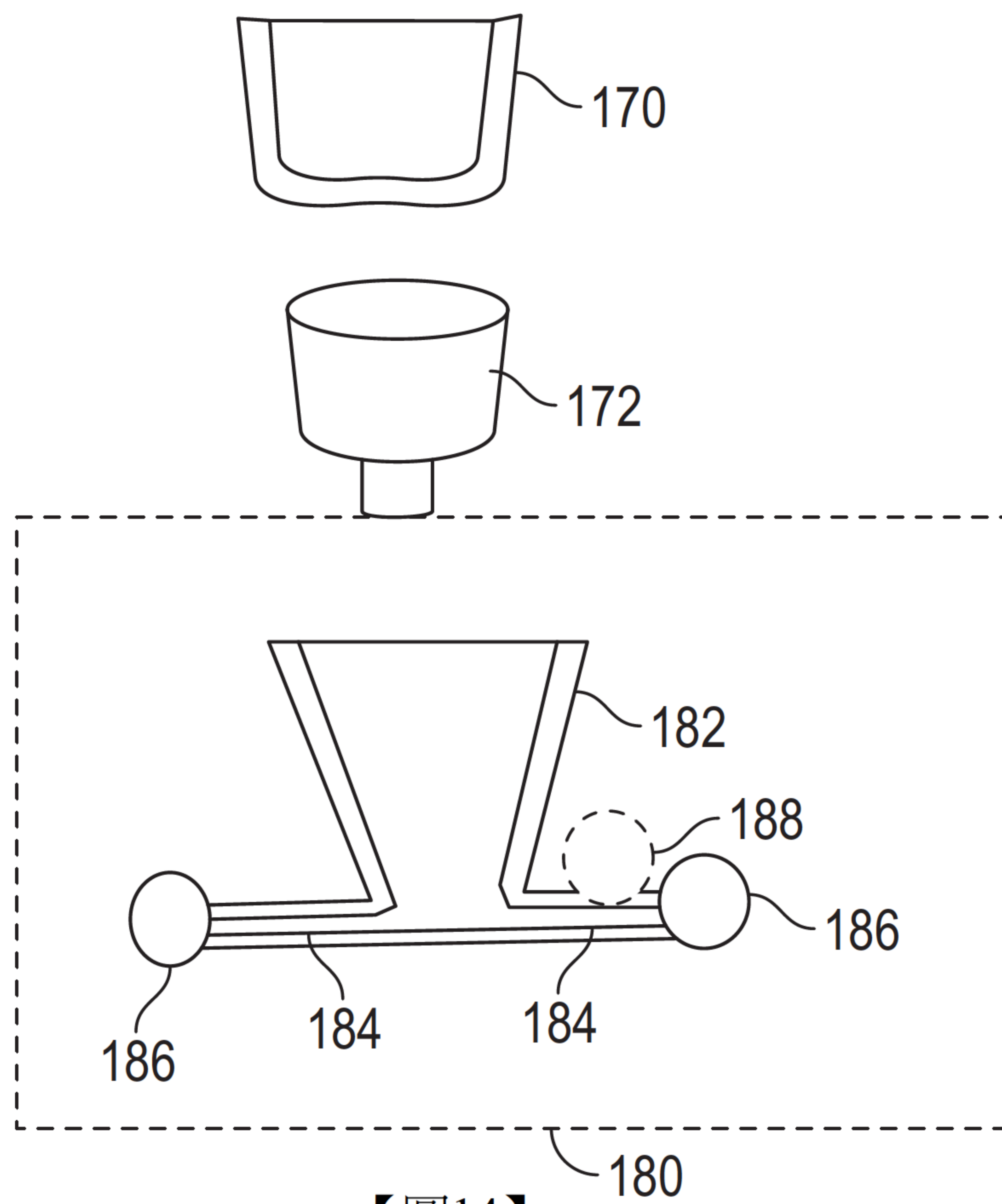
【圖11】



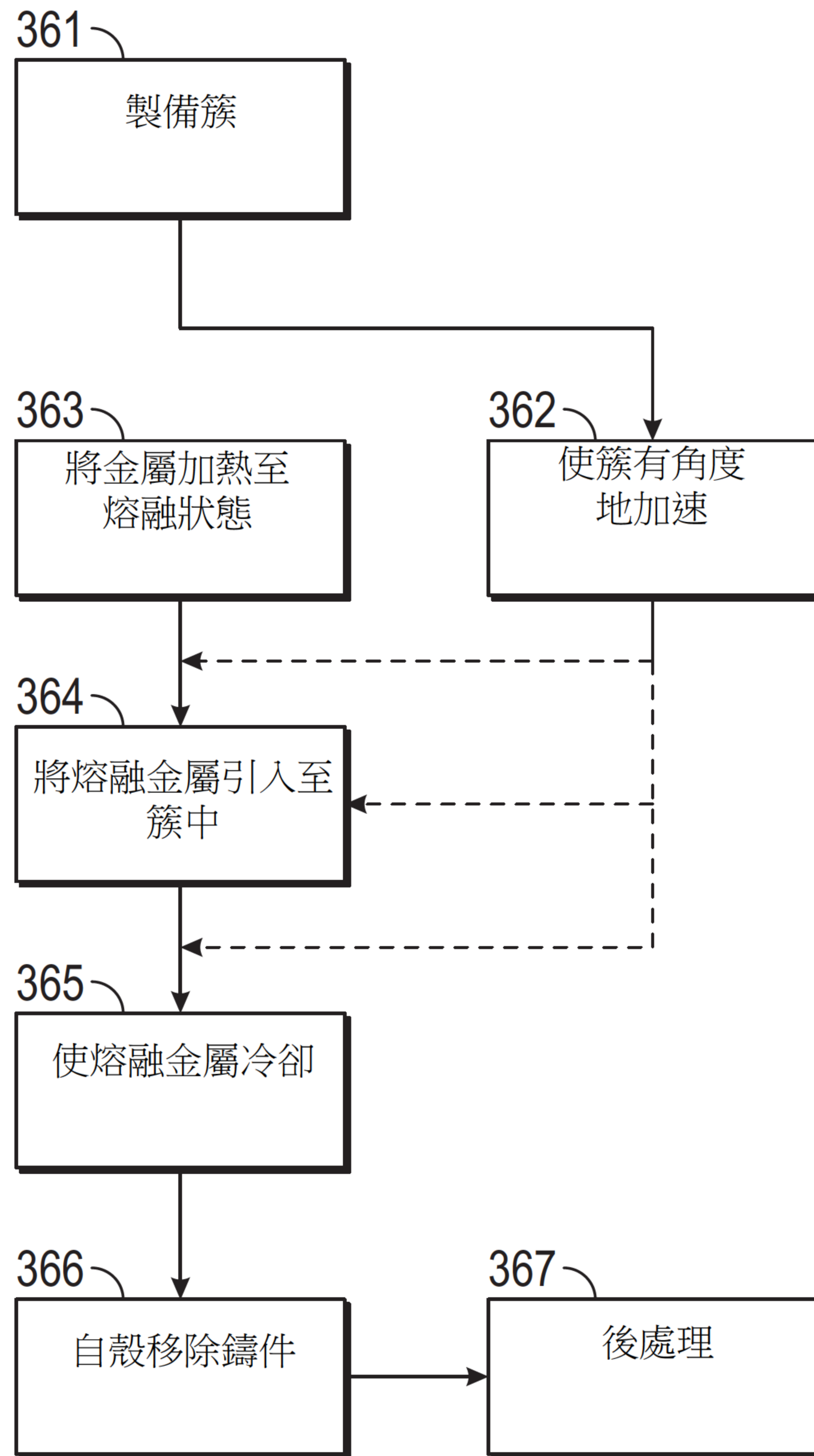
【圖12】



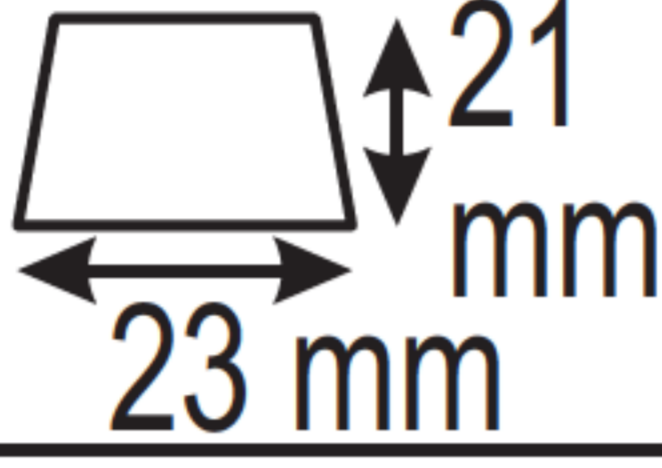
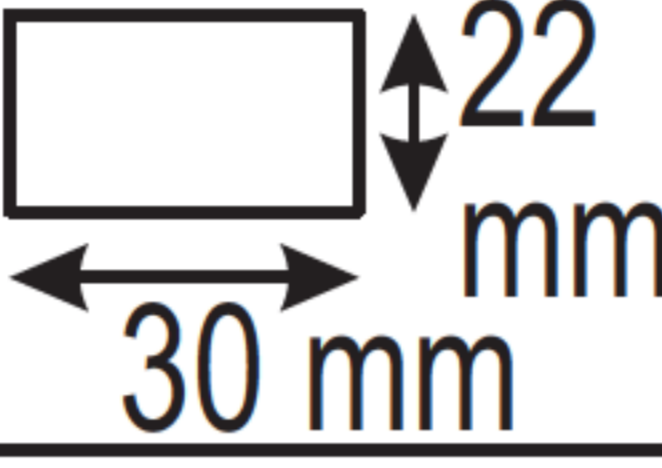

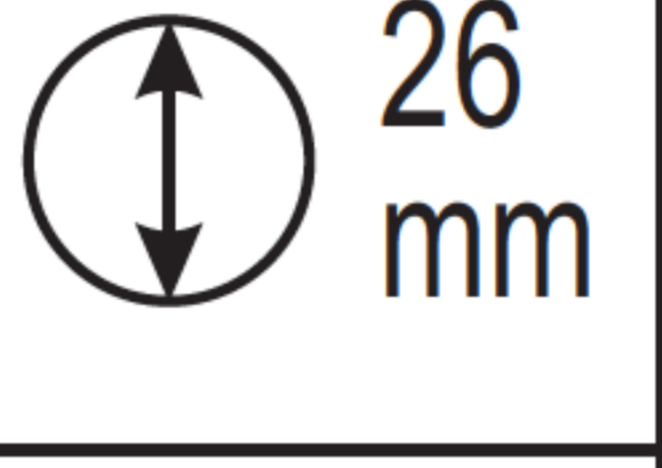

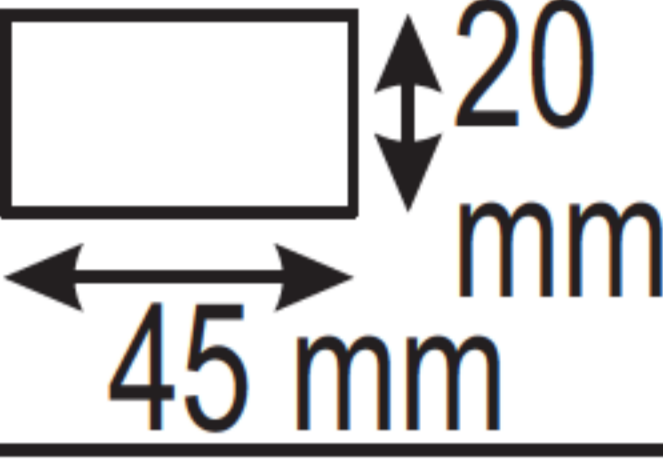
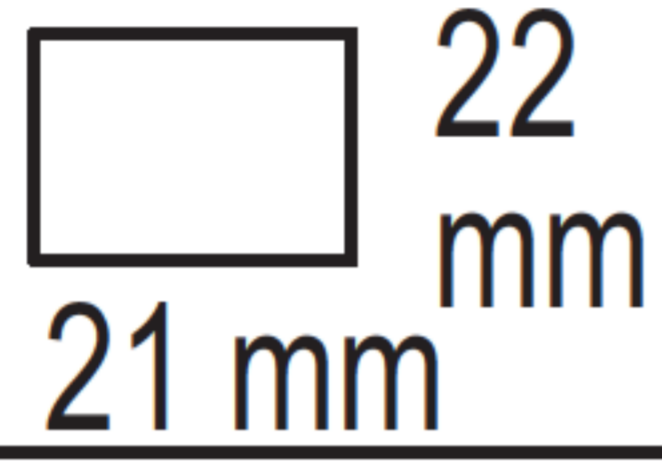
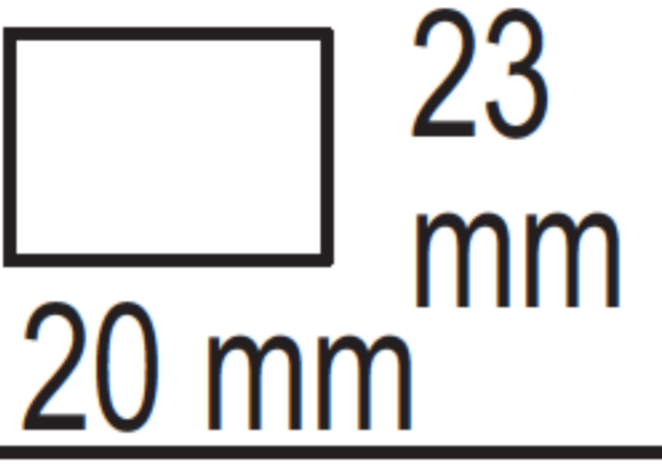
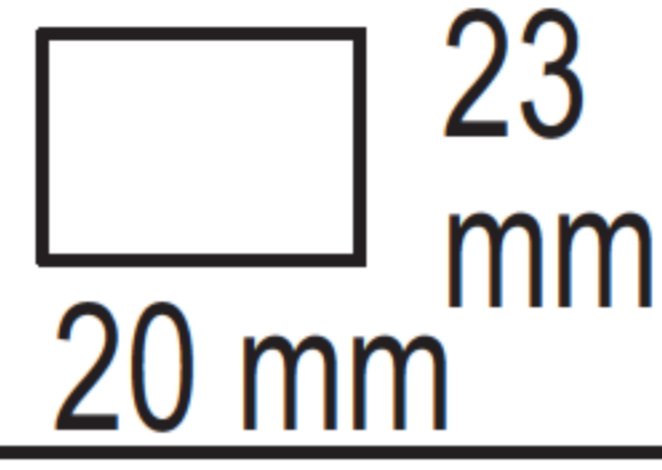
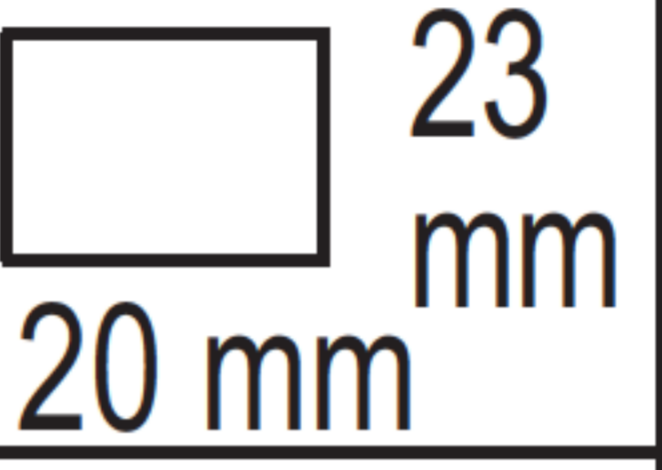
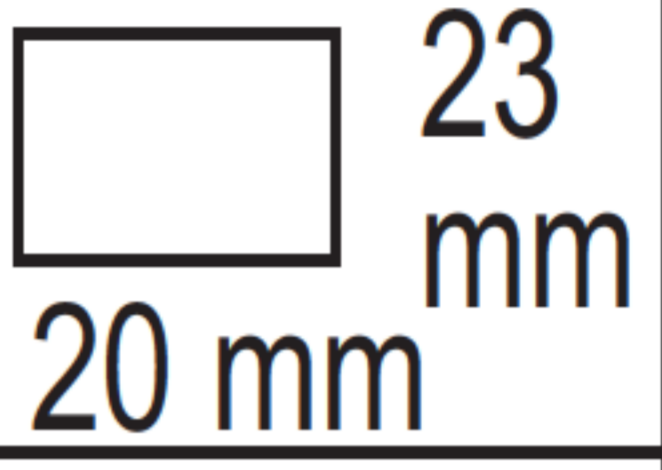
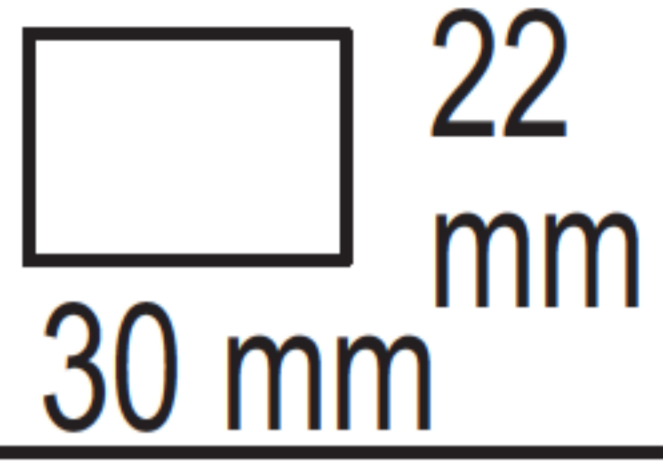
【圖13】



【圖14】



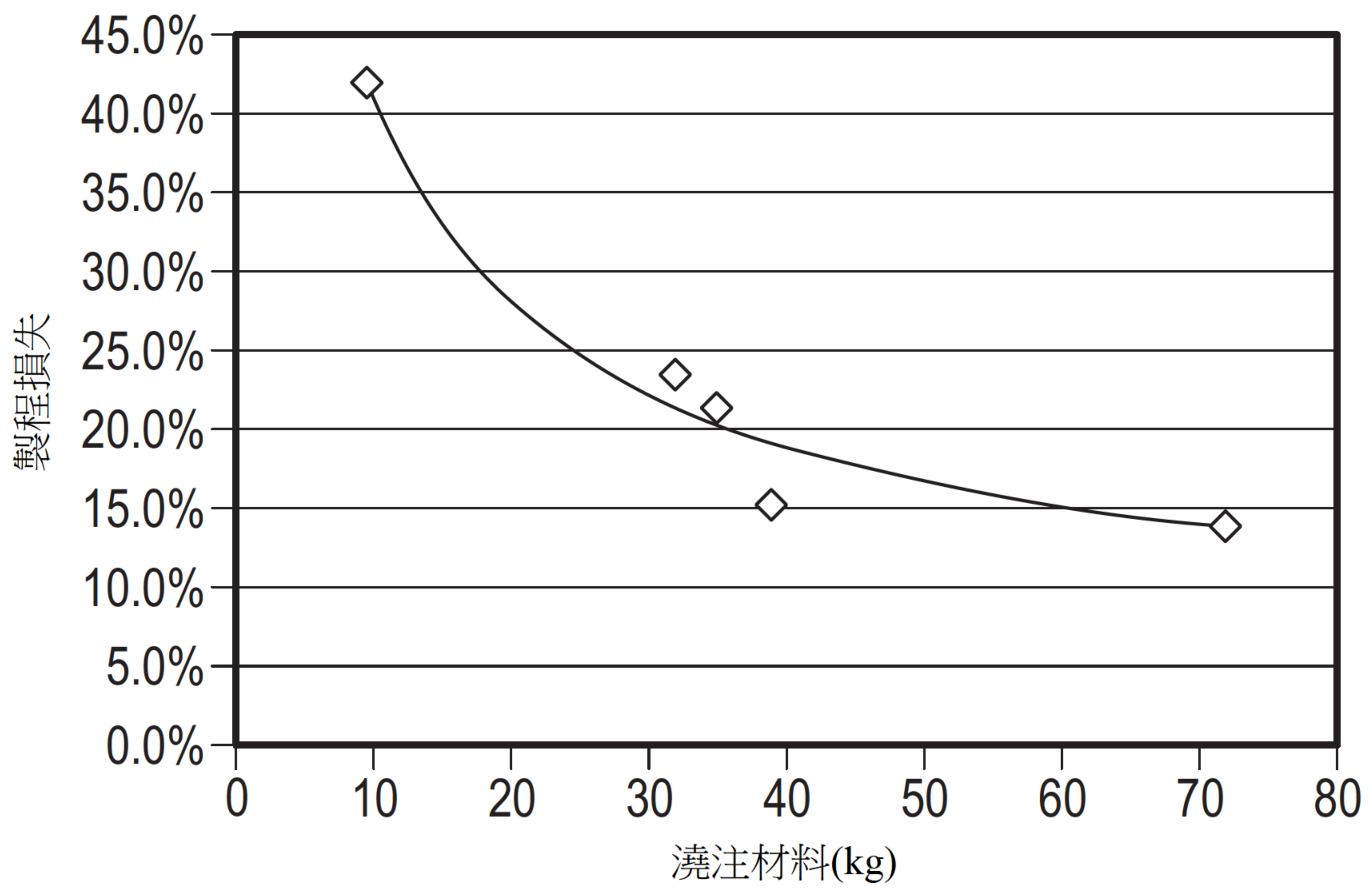
【圖15】

	鑄造機1	鑄造機2	鑄造機3	鑄造機4	鑄造機5	鑄造機6
簇的複雜度	1	3	2	2	2	5
最大A (m)	0.15	0.38	0.42	0.42	0.42	0.6
最小A (m)	NA	0.28	0.24	0.24	0.24	0.3
主要流道 橫截面						
主澆口 橫截面						
流道橫截面積 (m ²)	0.000483	0.00066	0.000209	0.000616	0.000471	0.0009
濕潤周邊(m)	0.088	0.104	0.066	0.067962	0.999000	0.13
澆口橫截面積 (m ²) ⁰²	0.000462	0.00092	0.00092	0.00092	0.00092	0.00132
流道比澆口之 介面澆口比 (%) ⁰³	104.55%	71.74%	22.72%	86.93%	51.24%	68.16%
流道之R (流動半徑) (m)	0.0054	0.0063	0.0032	0.0070	0.0048	0.0059
急劇轉角	1	2	2	2	2	3
旋轉(mm)	505	370	380	380	380	340
殼預加熱溫度 (°C)	900	750	750	750	750	500
角速度 ω (rad/sec)	52.88	36.75	39.79	39.79	35.79	35.60
澆注材料(kg)	9.3	39.2	35	32	32	72.2
鑄件	14	48	48	48	48	96
製程損失(kg)	3.9	6	7.5	7.5	7.5	10

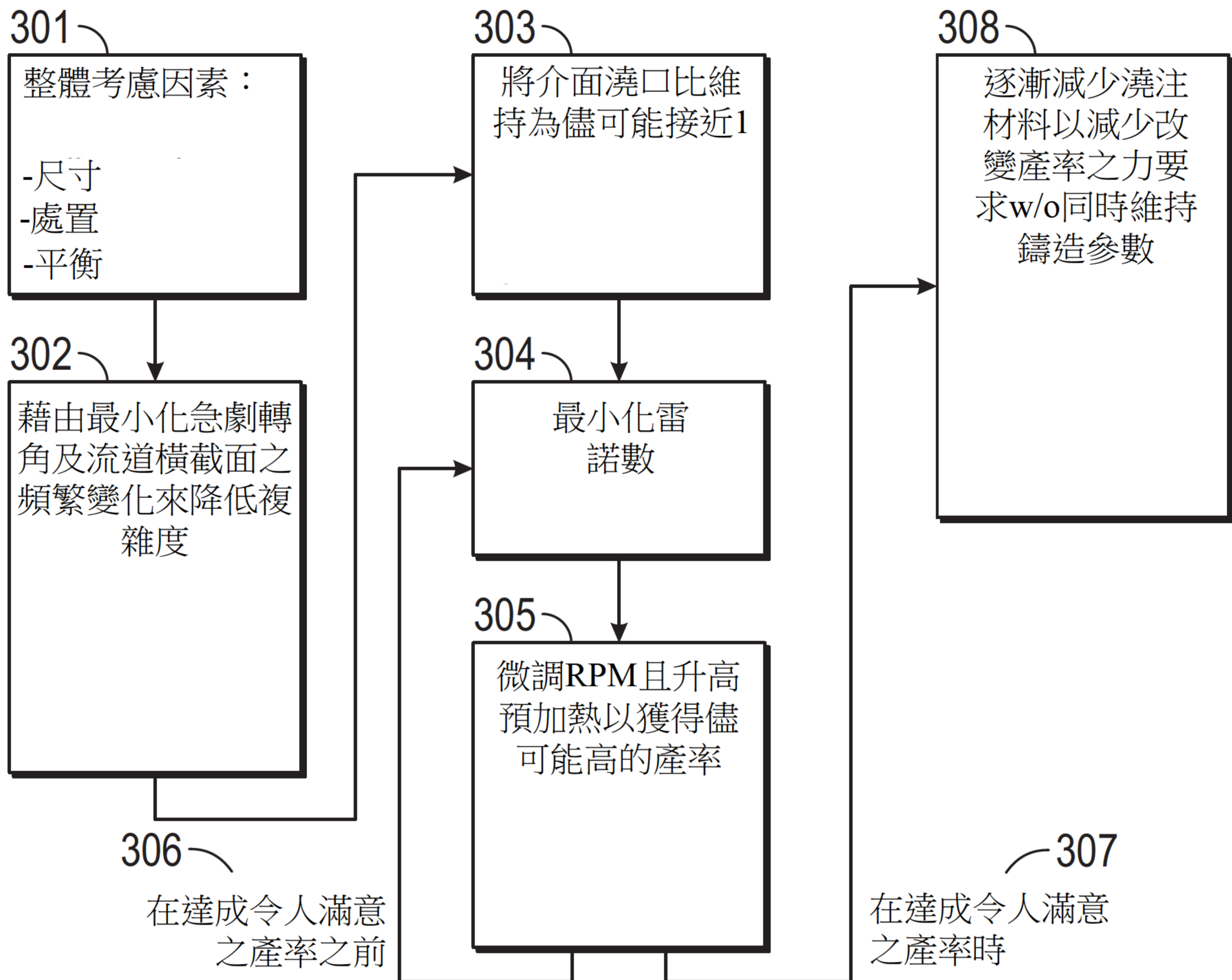
【圖16】

實際可用填充材料(kg)	5.4	33.2	27.5	24.5	24.5	62.2
材料用量(kg/pc) (w/o製程損失)	0.664	0.817	0.729	0.667	0.667	0.752
材料用量(kg/pc) (w/製程損失)	0.386	0.692	0.573	0.510	0.510	0.648
製程損失率	41.9%	15.3%	21.4%	23.4%	23.4%	13.9%
最大速度(m/s)	7.93	14.72	16.71	16.71	16.71	14.24
最小速度(m/s)	NA	10.85	9.55	9.55	9.55	9.61
最大加速度(m/s ²)	419.47	570.45	665.04	655.04	665.04	507.05
最小加速度(m/s ³)	NA	420.33	380.02	380.02	380.02	342.26
最大力(N1)	161.80	394.56	381.01	339.45	339.45	328.53
最小力(N1)	NA	290.73	217.72	193.97	193.97	221.75
最大壓力(Pa)	334984.13	597821.56	1823027.72	551289.62	720076.71	365027.92
最小壓力(Pa)	NA	316010.94	236653.91	210837.12	210637.12	157995.81
最大動能(J)	12.13	74.97	80.01	71.28	71.23	65.71
密度(MP) (g/cm ²)	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11
黏度(MP) (g/cm ² sec)	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
最大雷諾數	212075.72	455478.47	263556.77	582820.22	395456.52	491181.21
最小雷諾數	NA	342884.14	150681.01	333040.13	226548.68	331547.32
鑄造產率	94%	93%	78%	94%	94%	89%

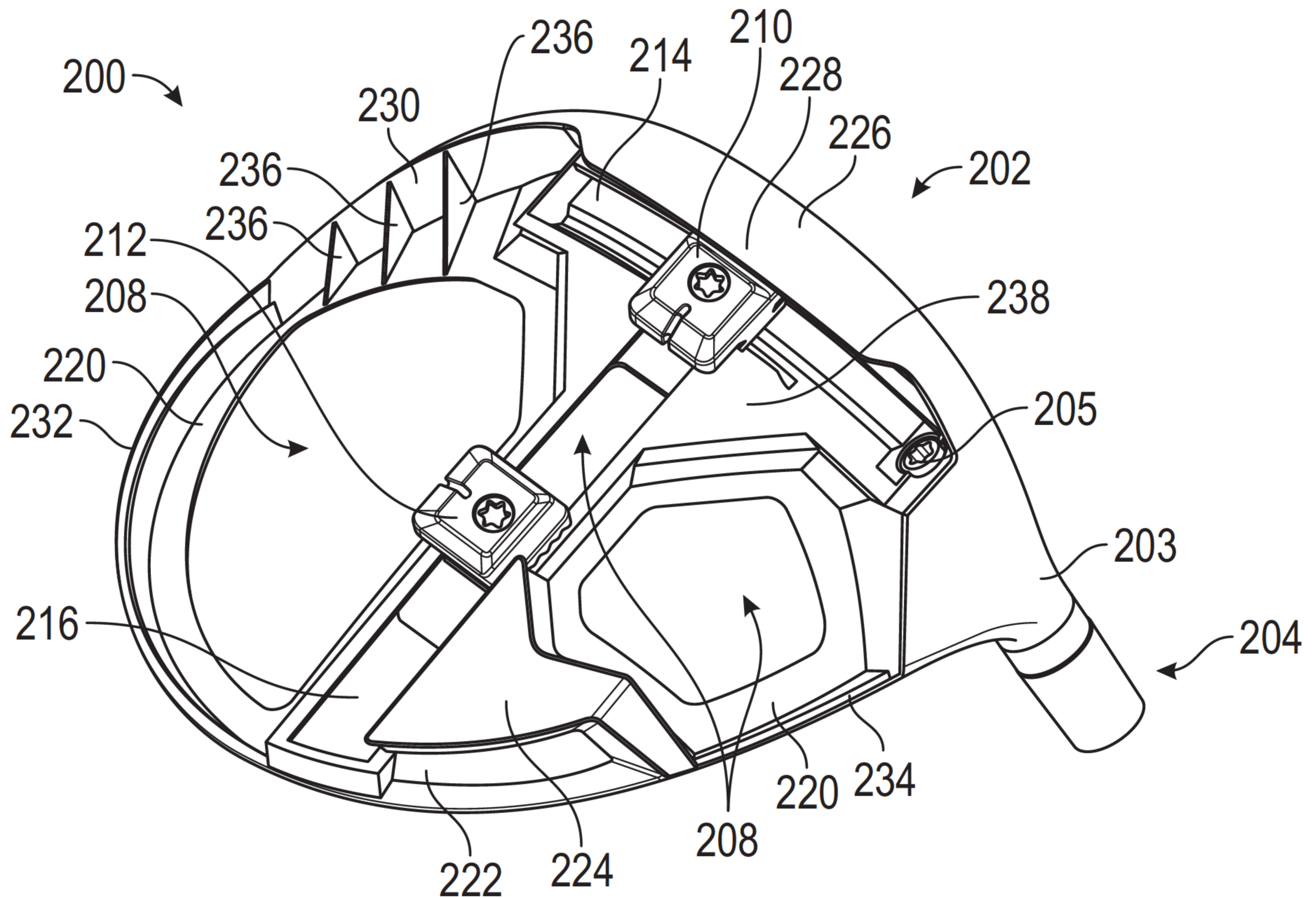
【圖17】



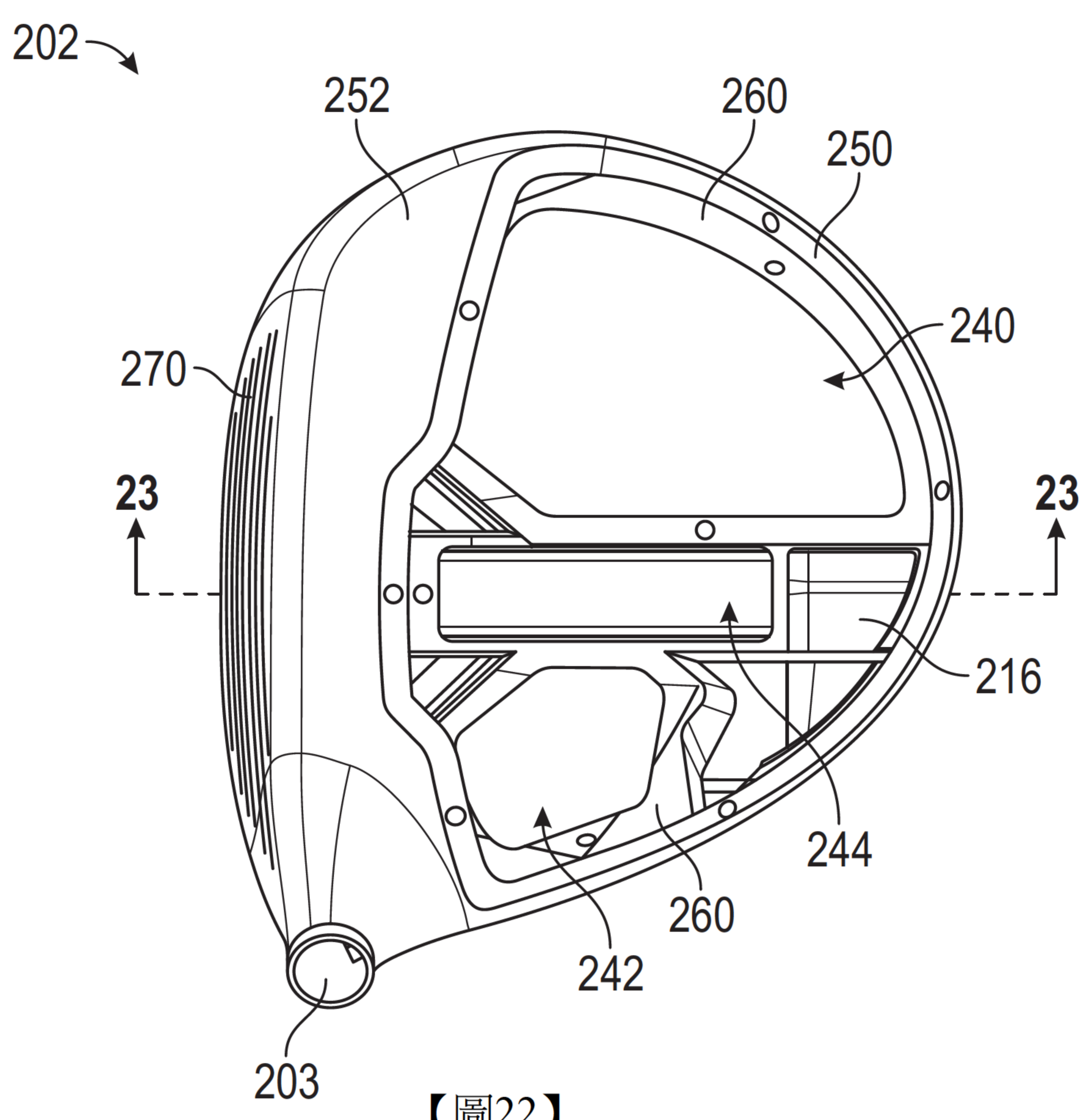
【圖18】



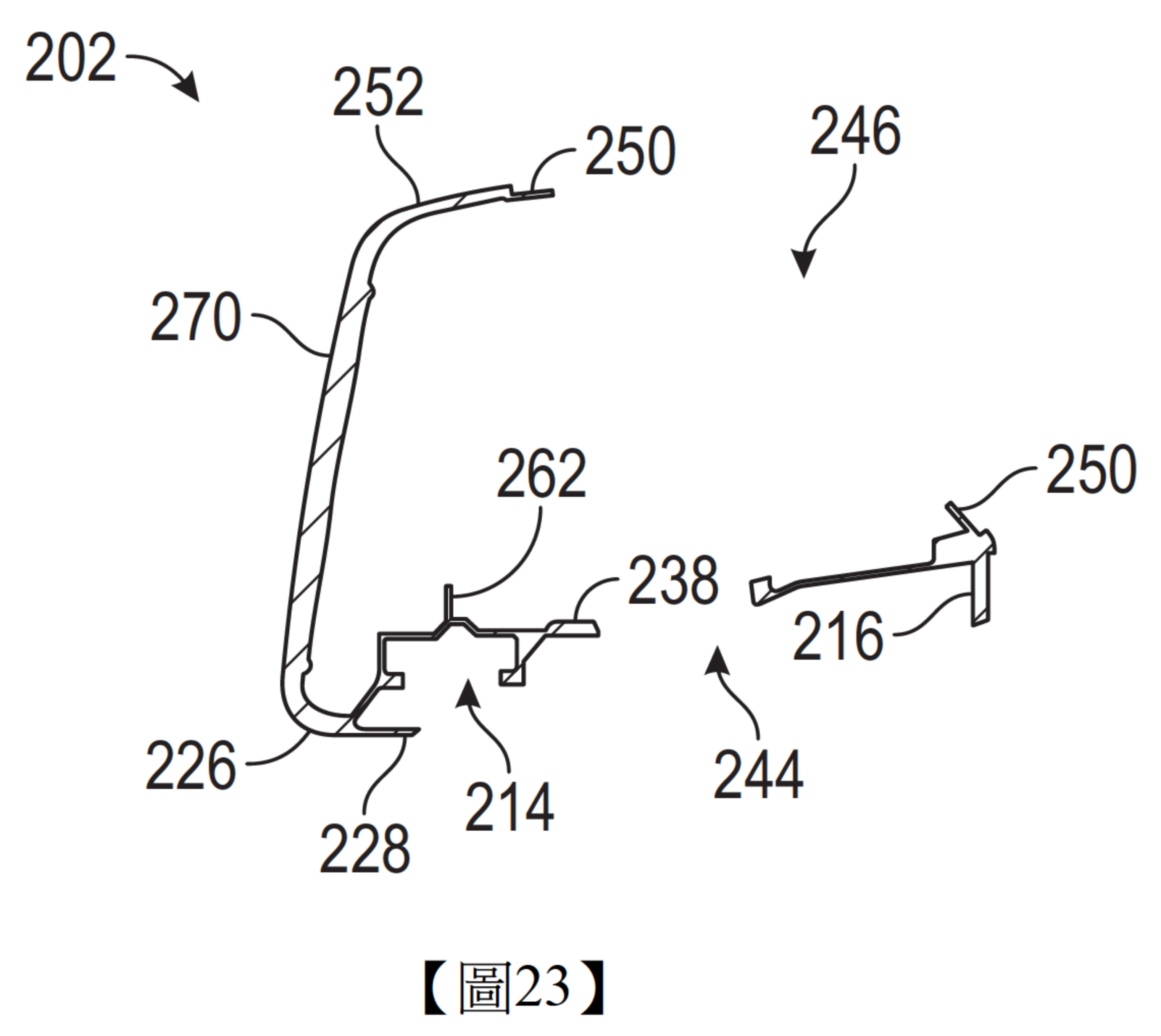
【圖19】



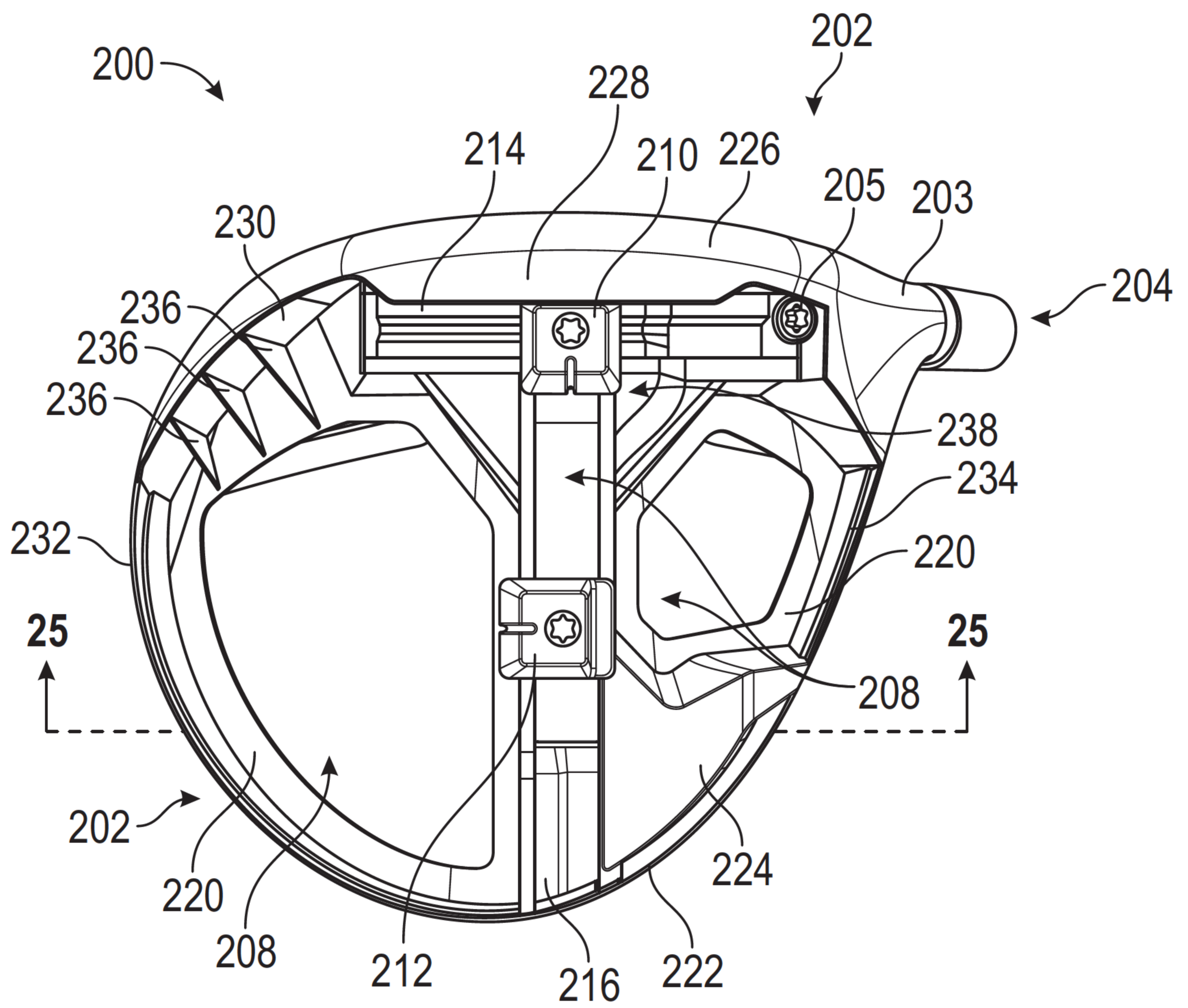
【圖20】



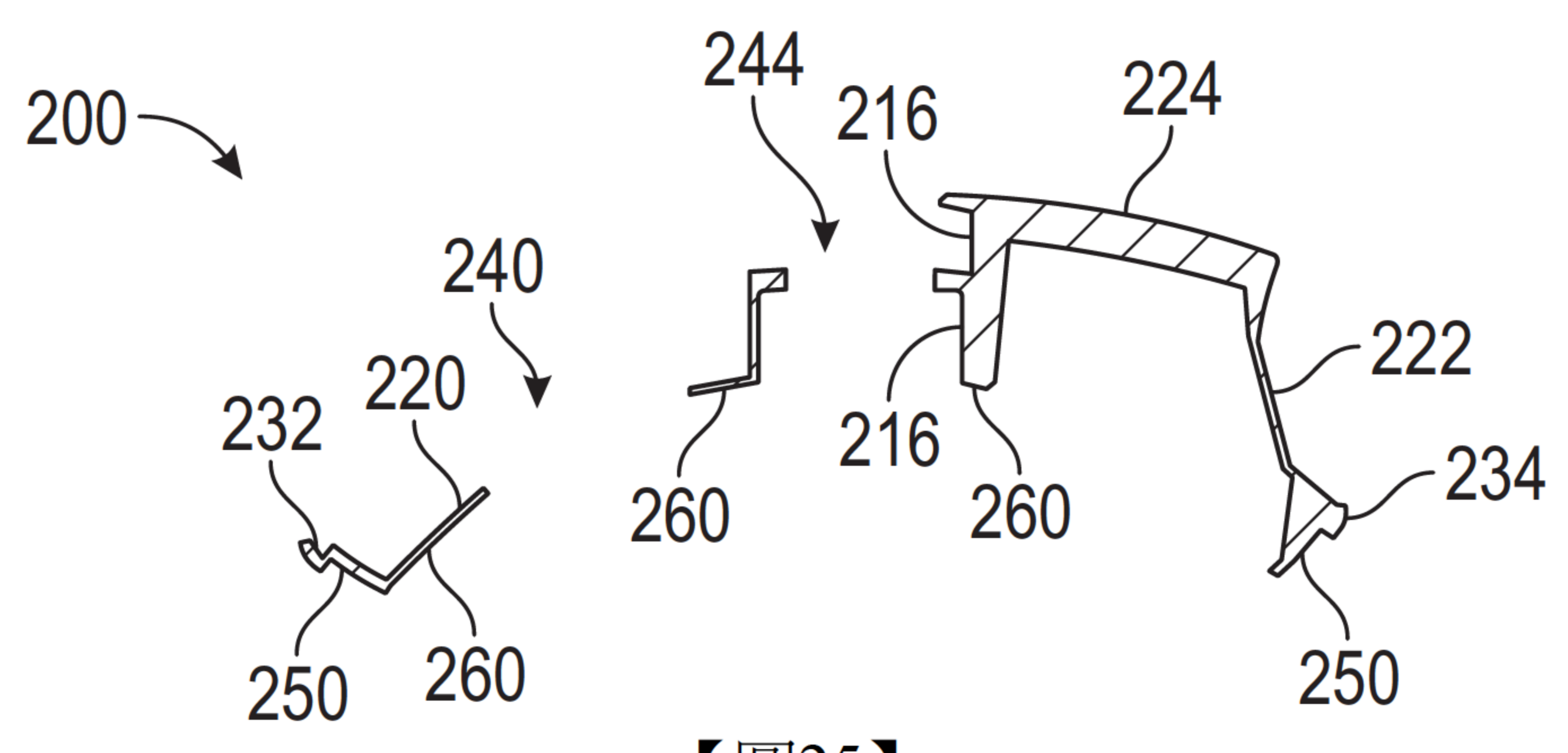
【圖22】



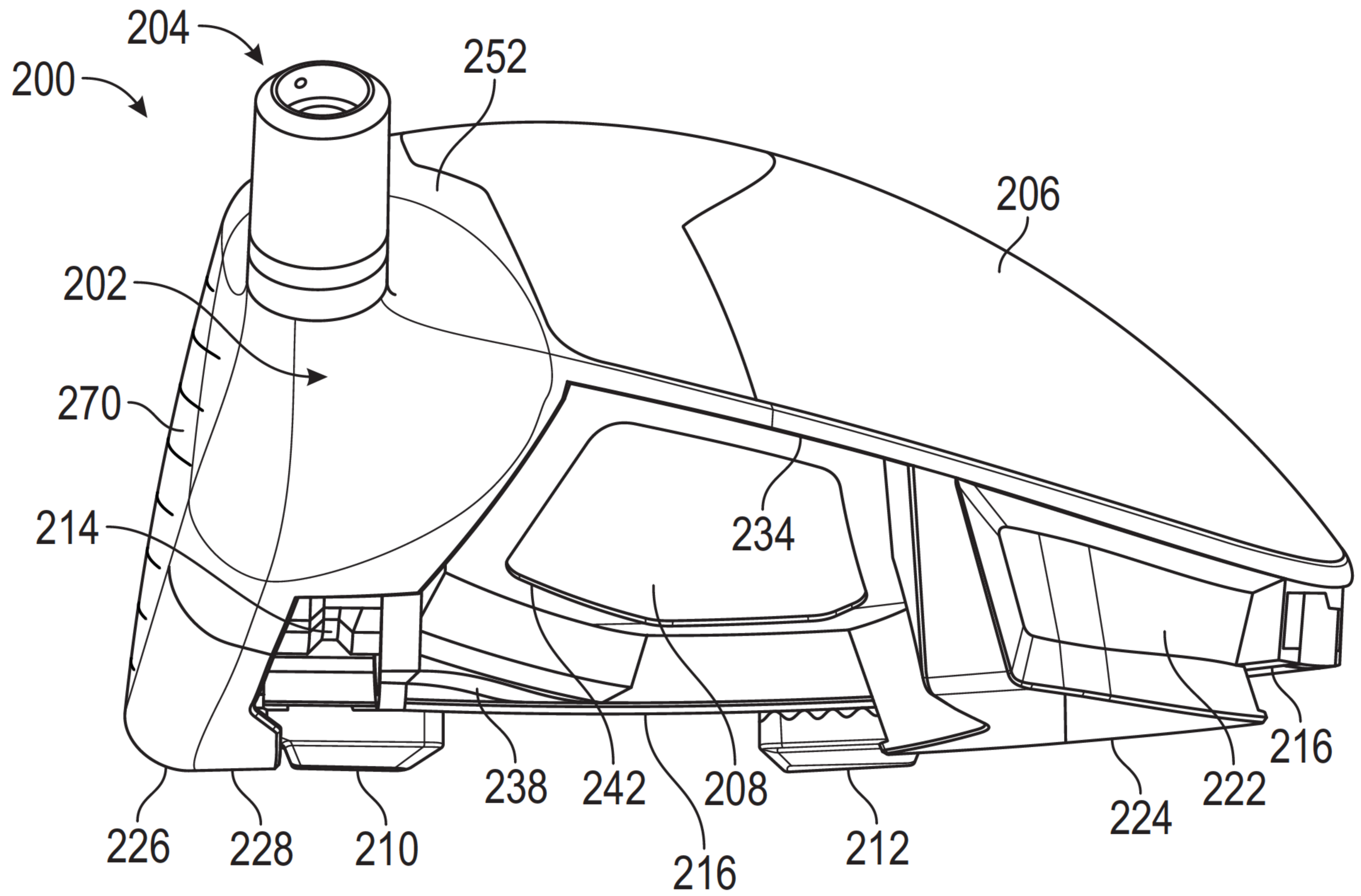
【圖23】



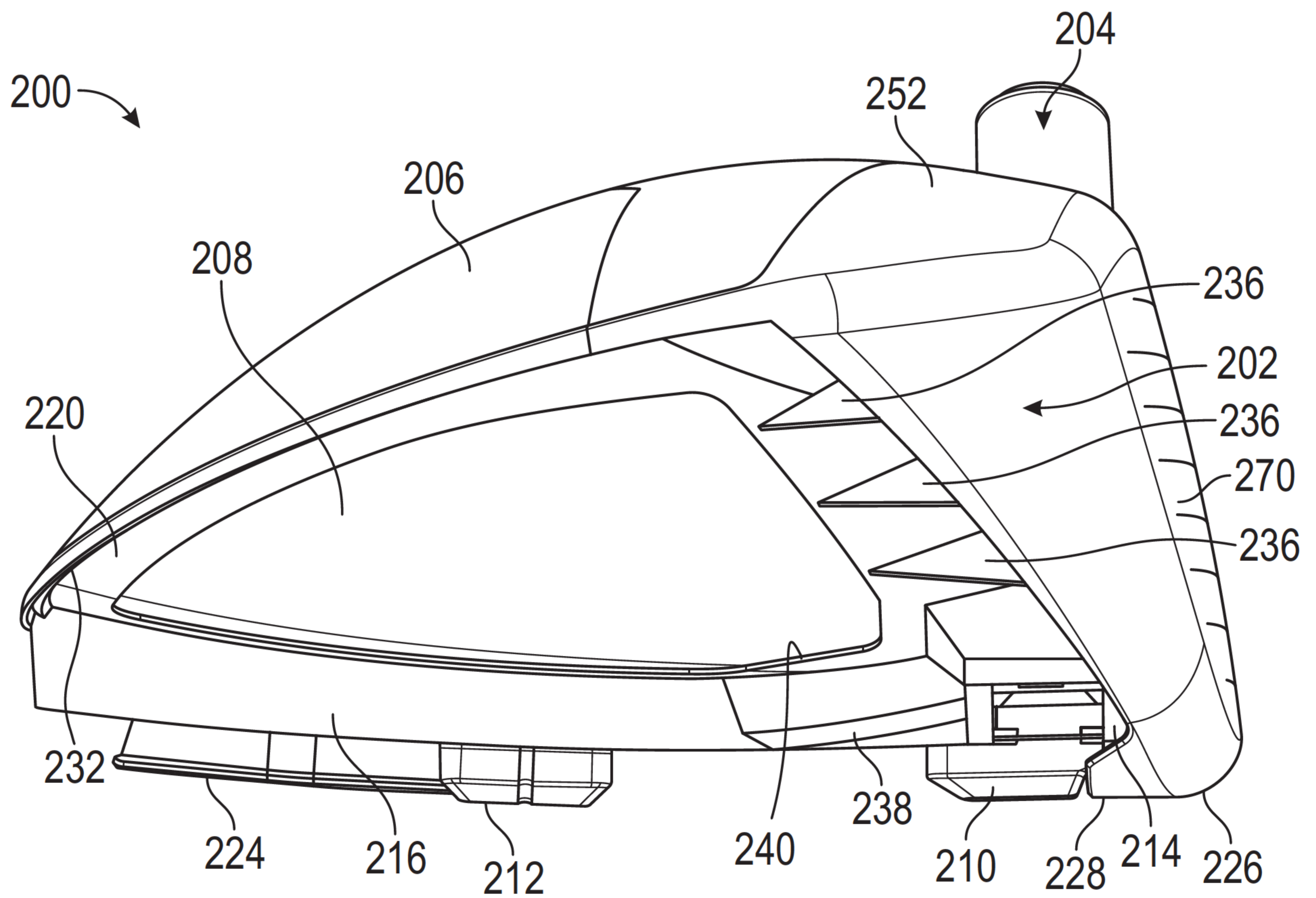
【圖24】



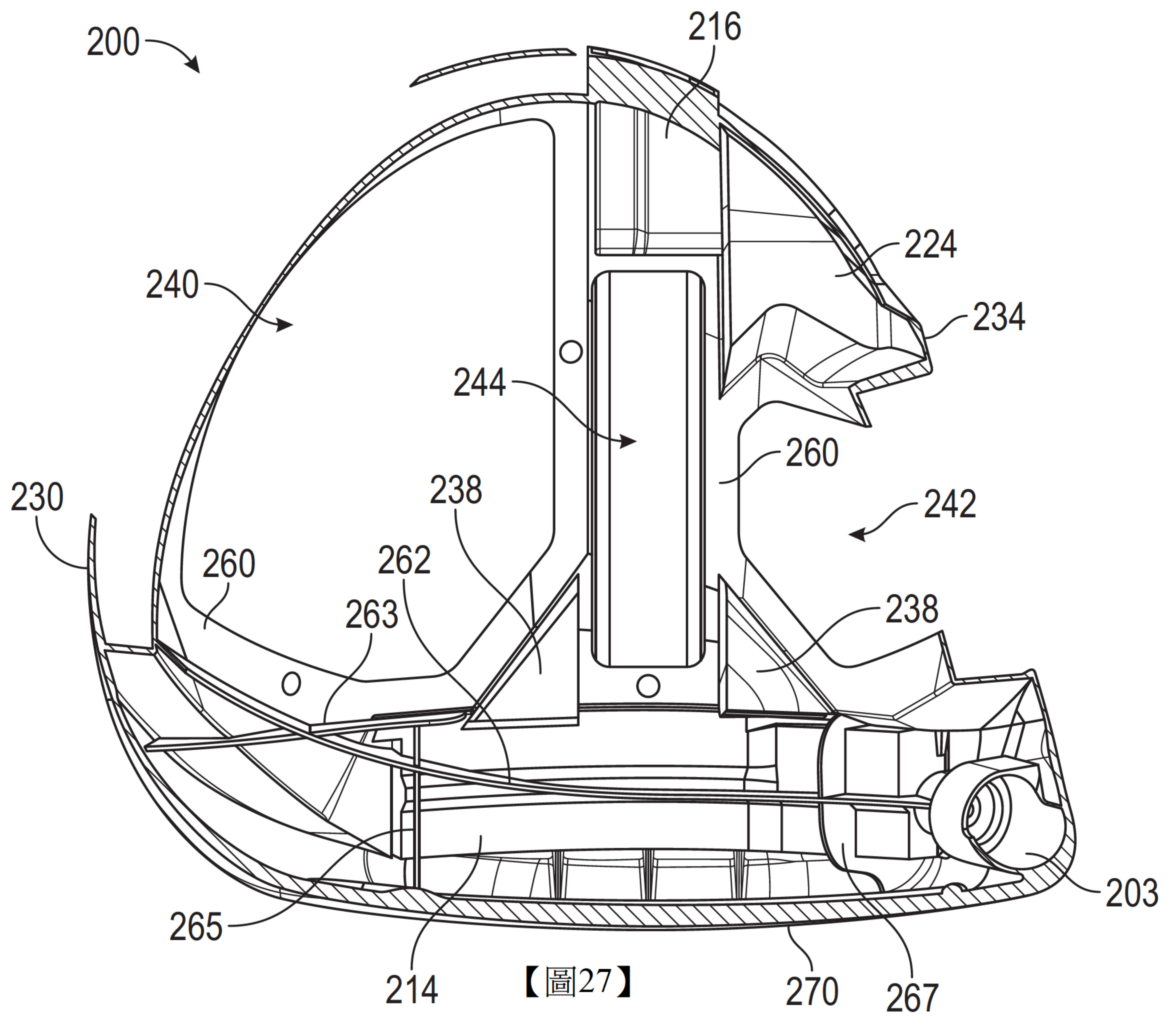
【圖25】



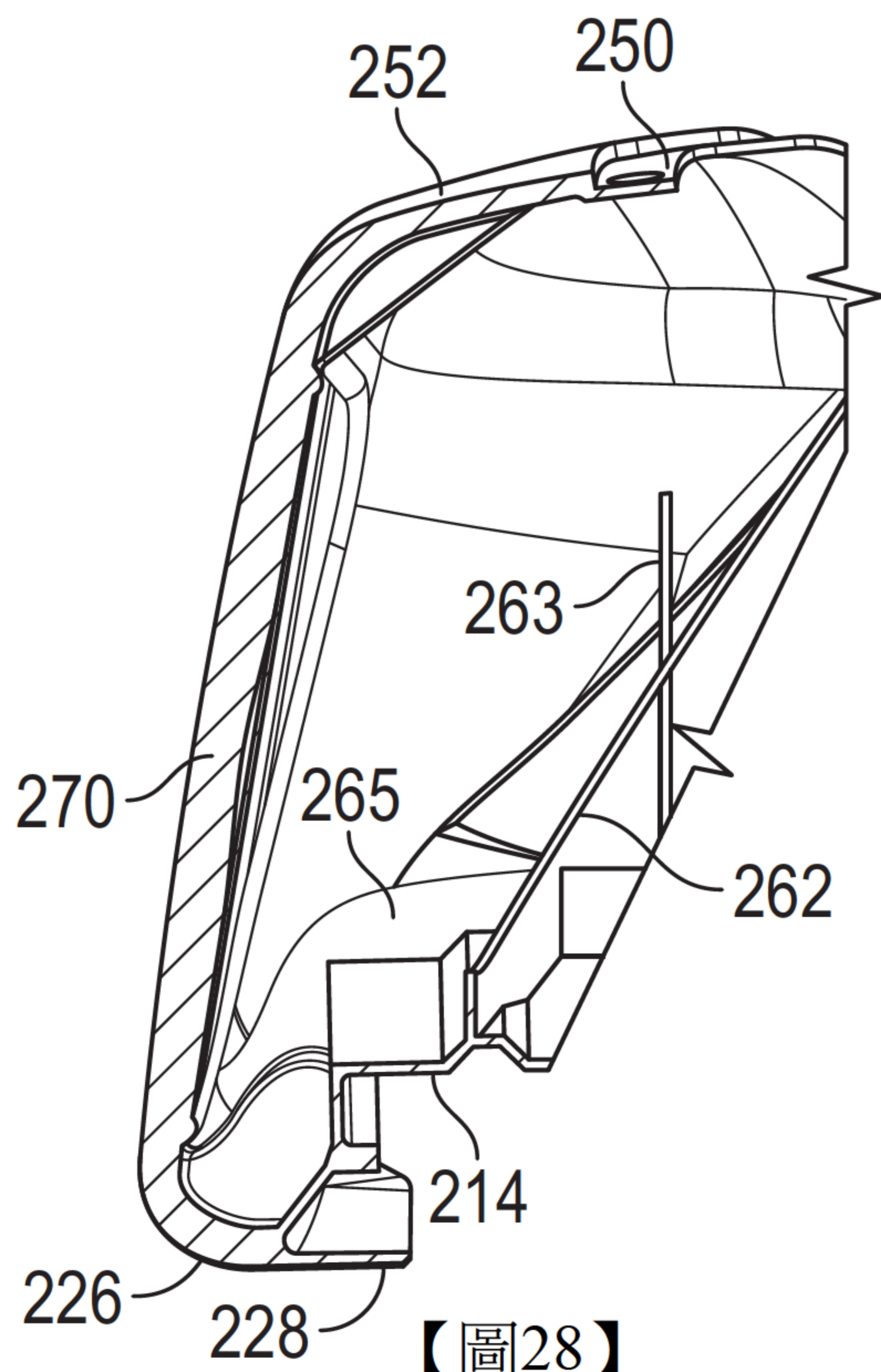
【圖26】



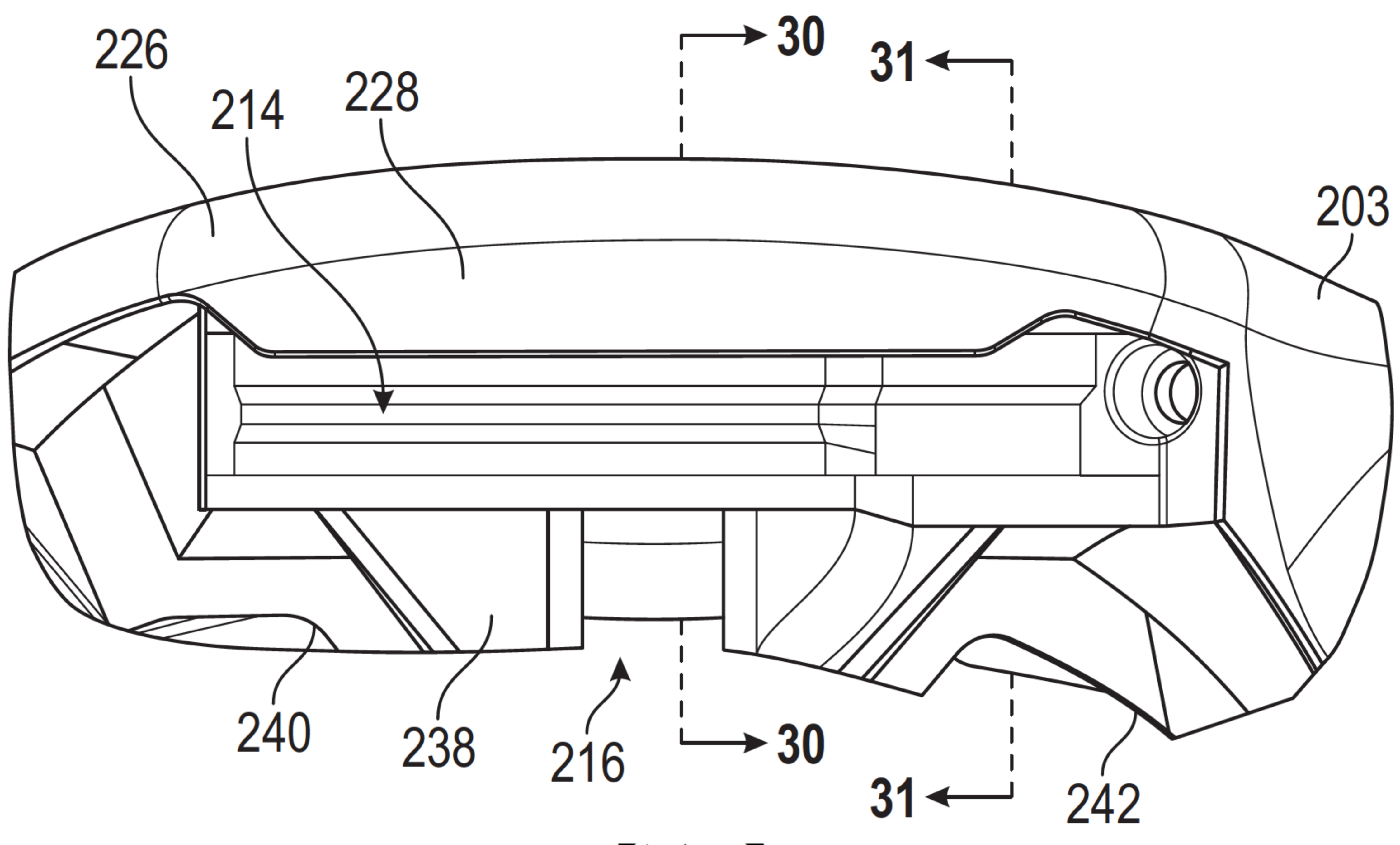
【圖26A】



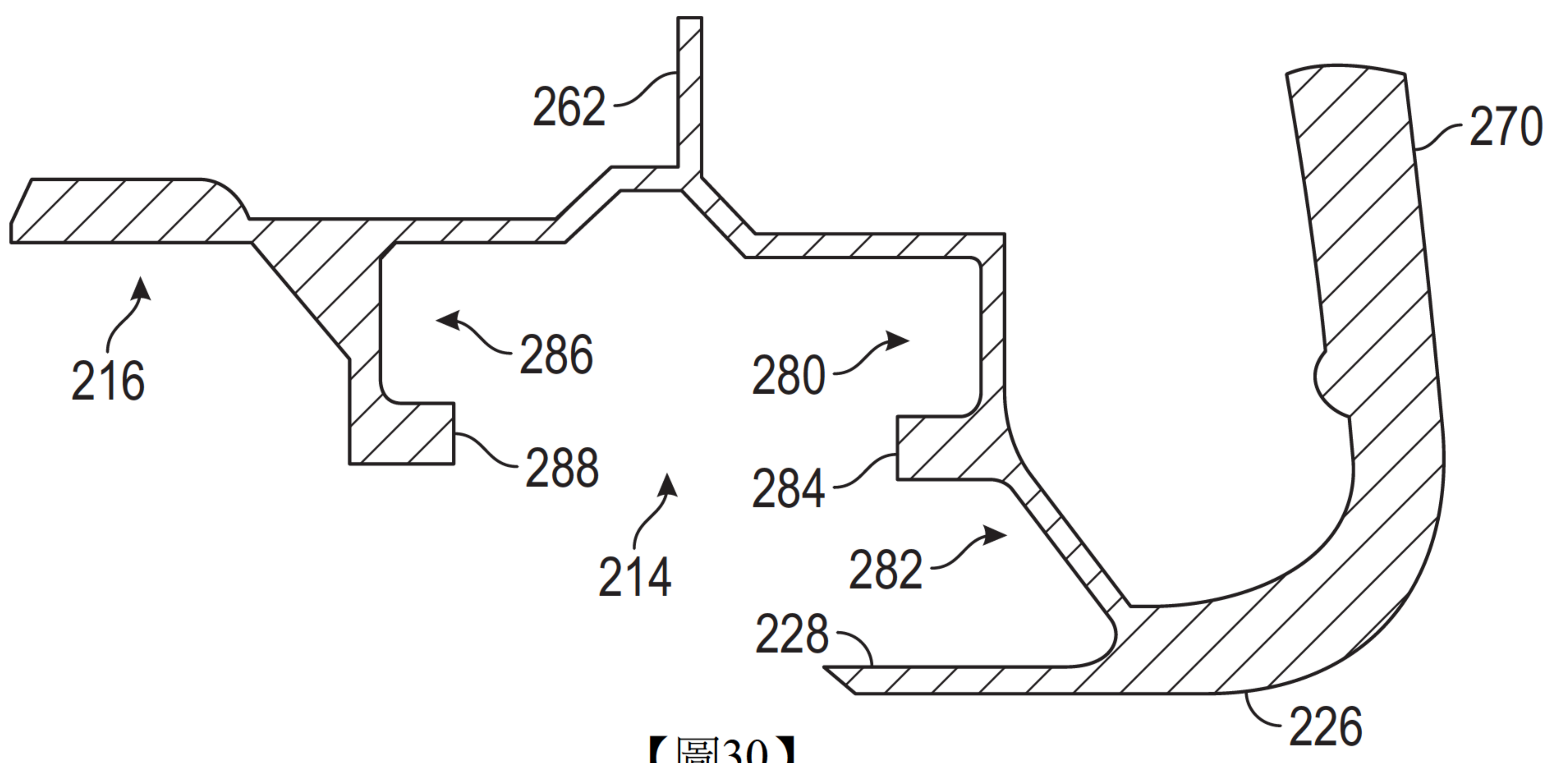
【圖27】



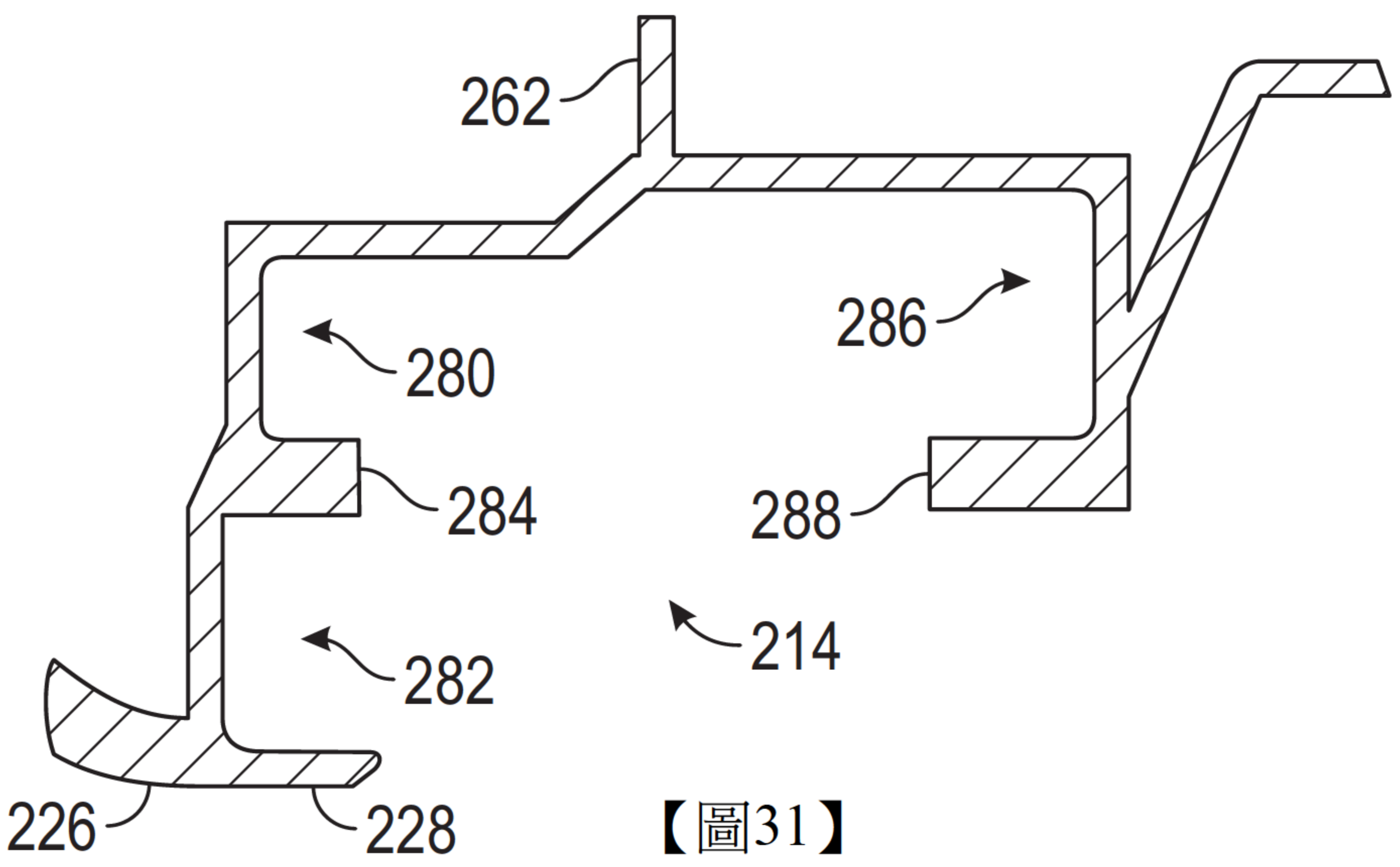
【圖28】



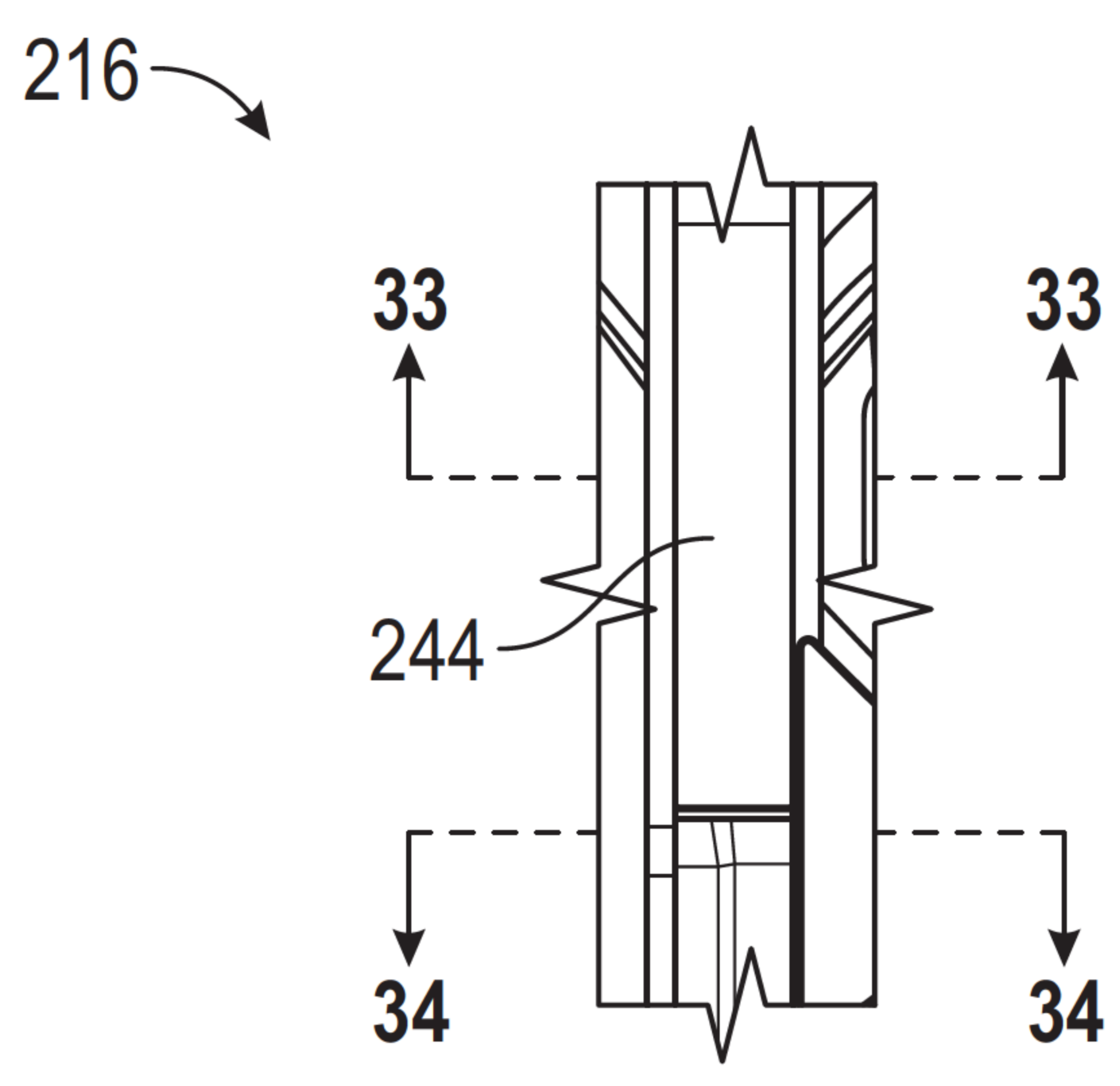
【圖29】



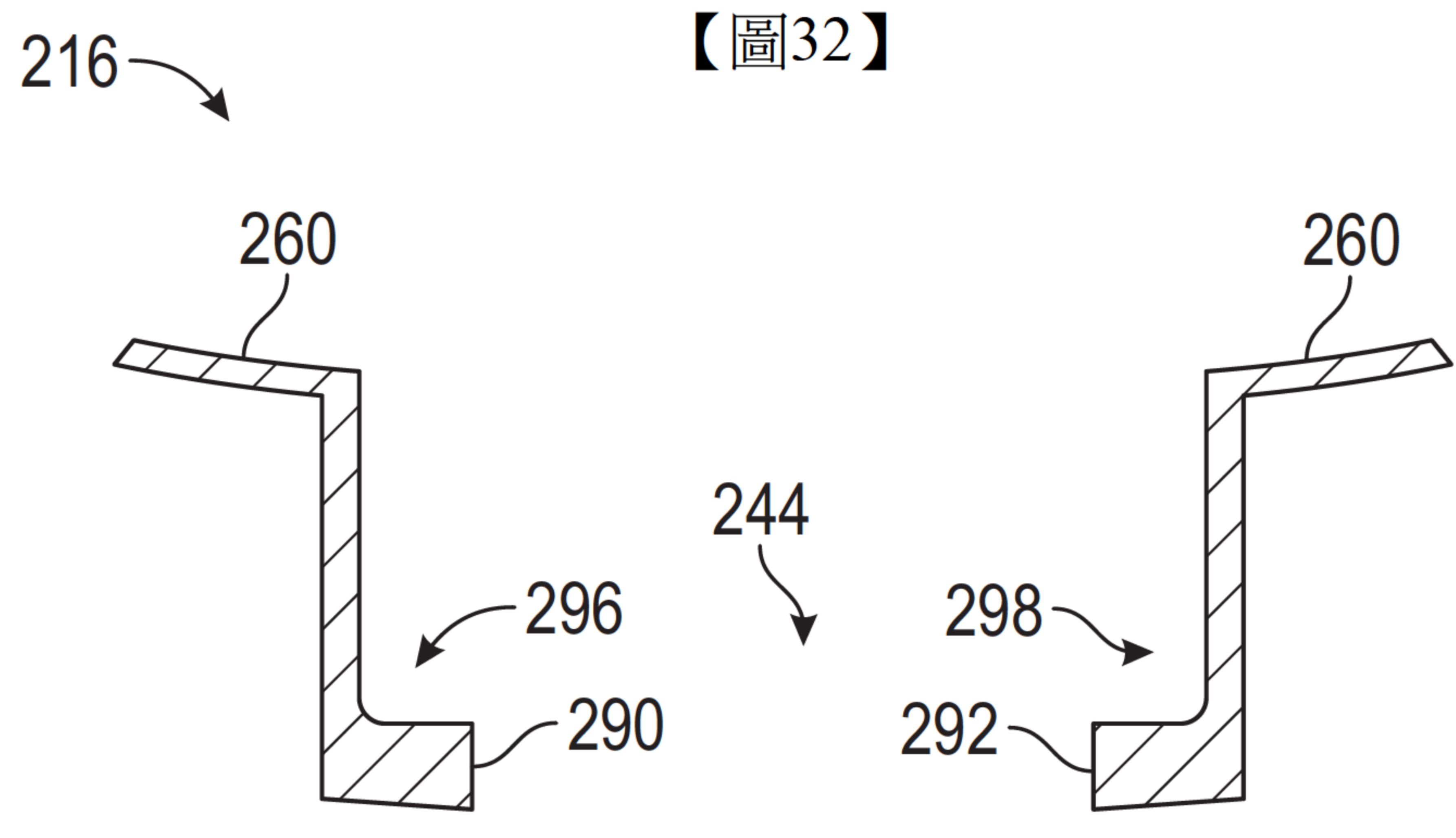
【圖30】



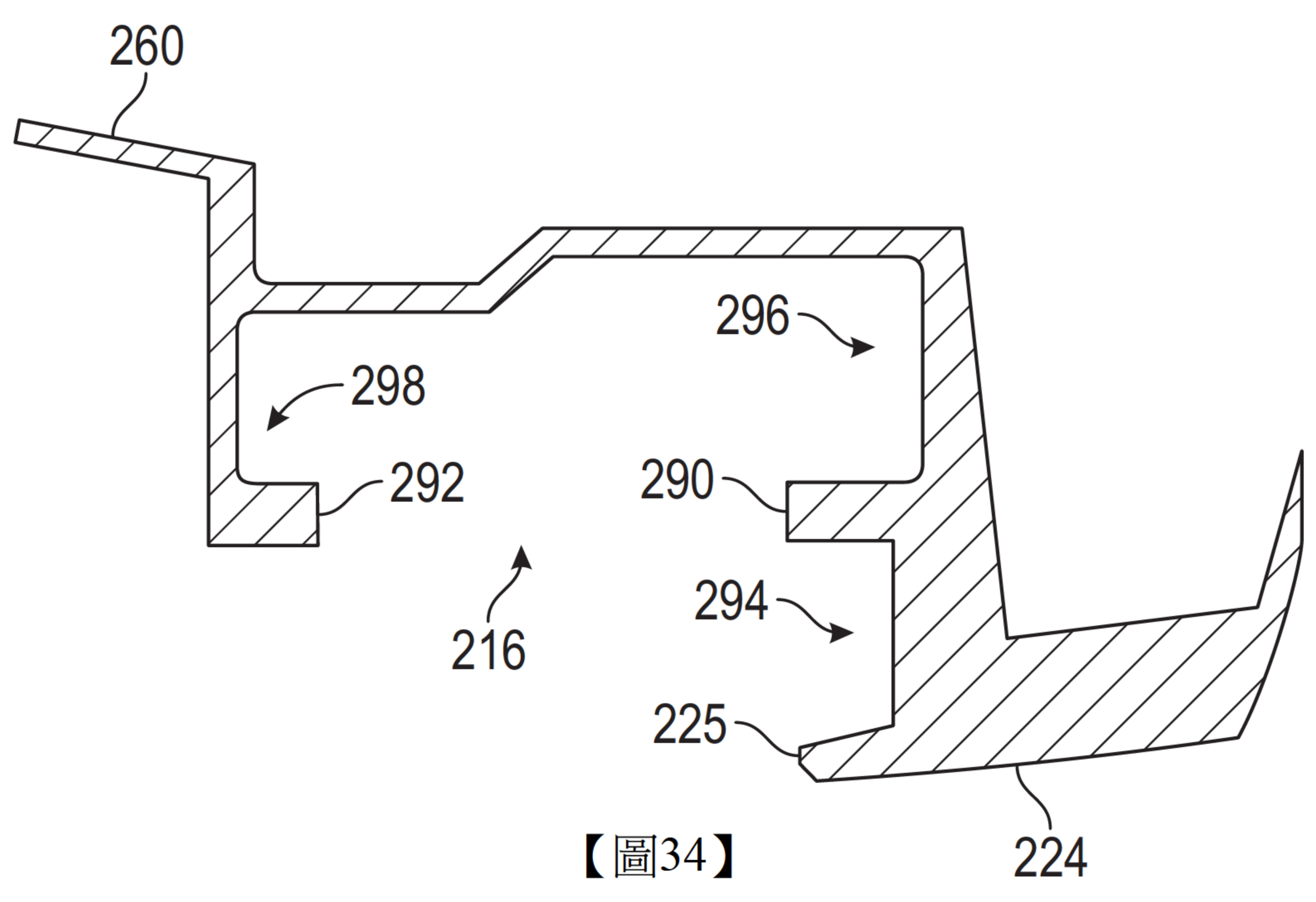
【圖31】



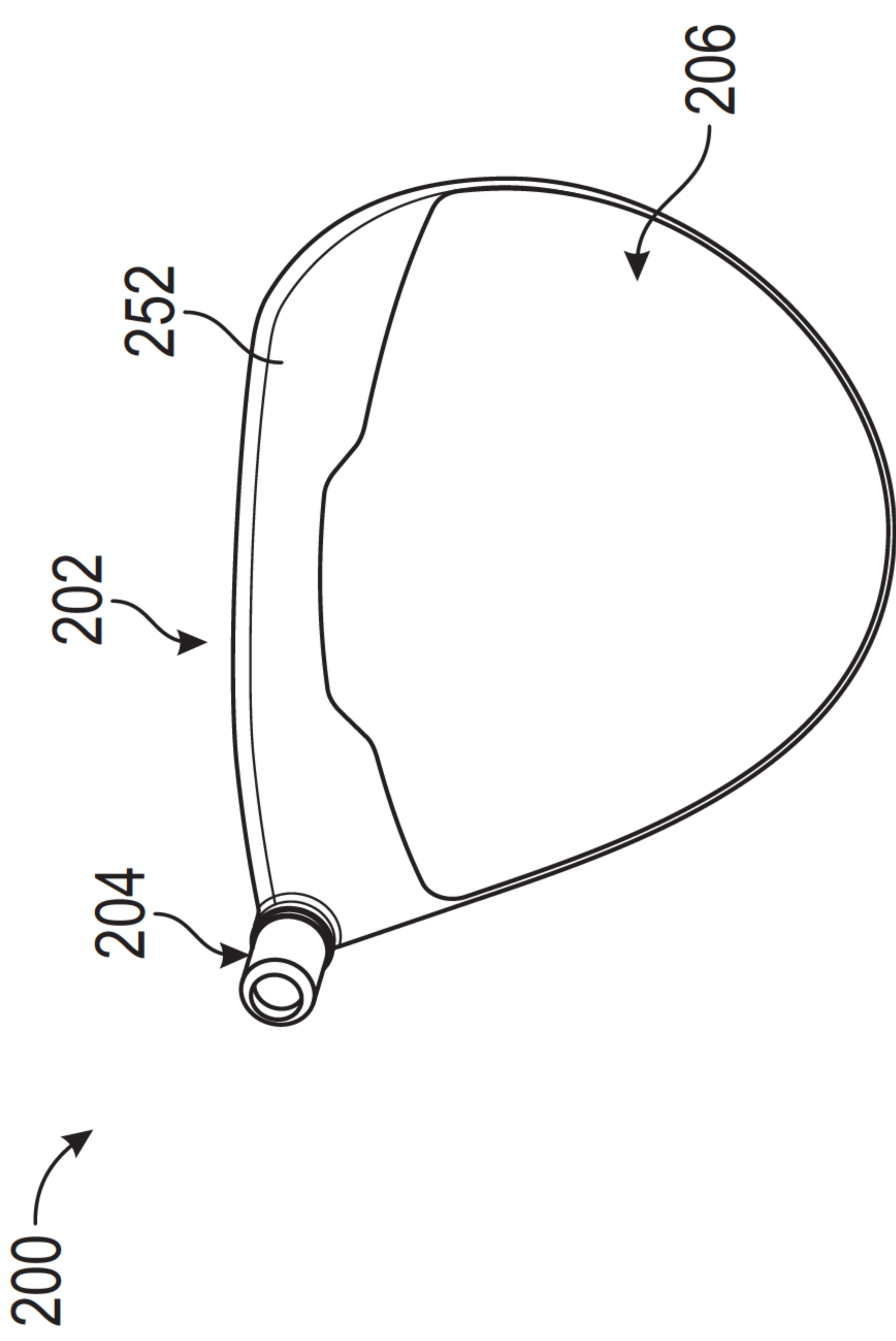
【圖32】



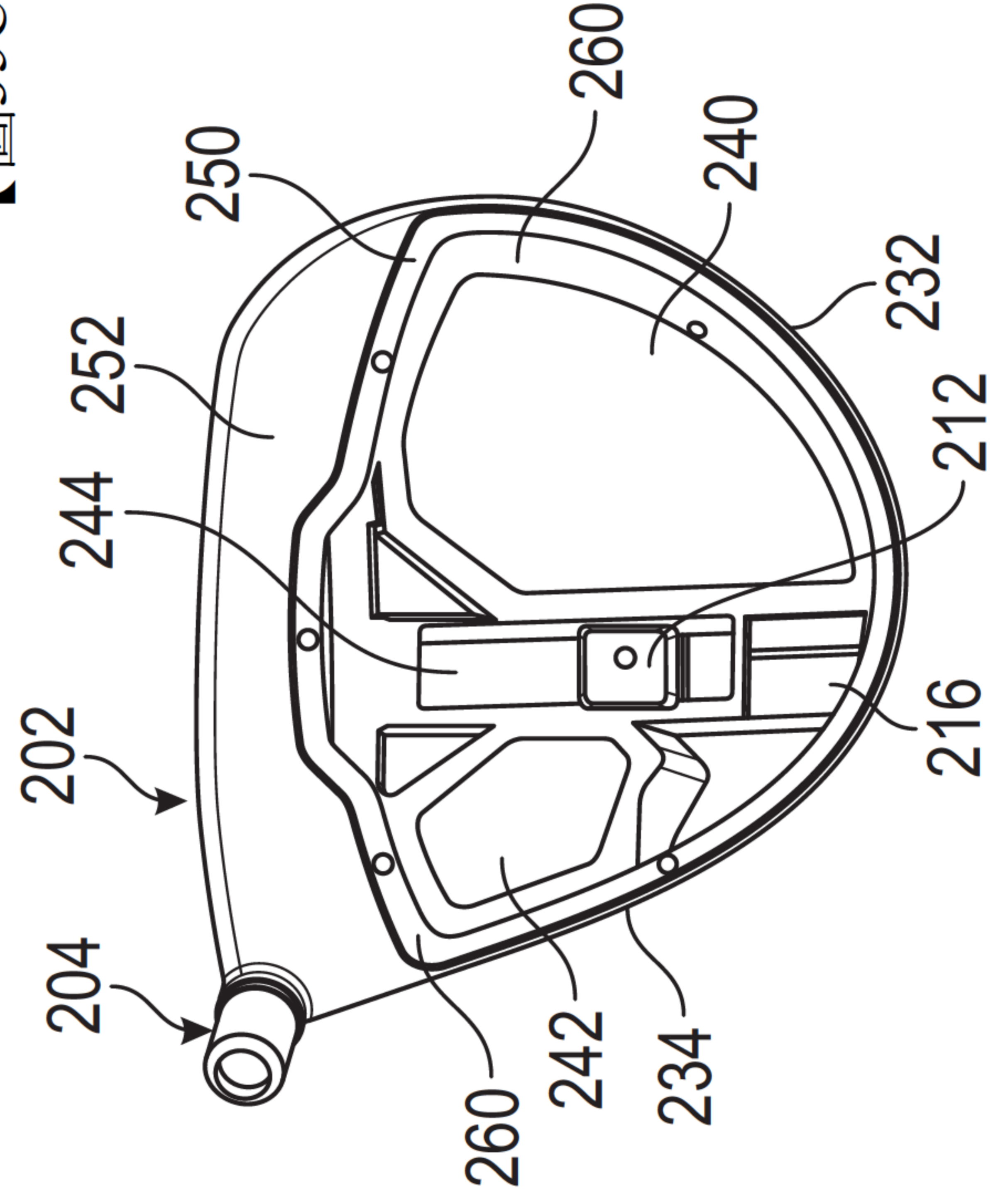
【圖33】



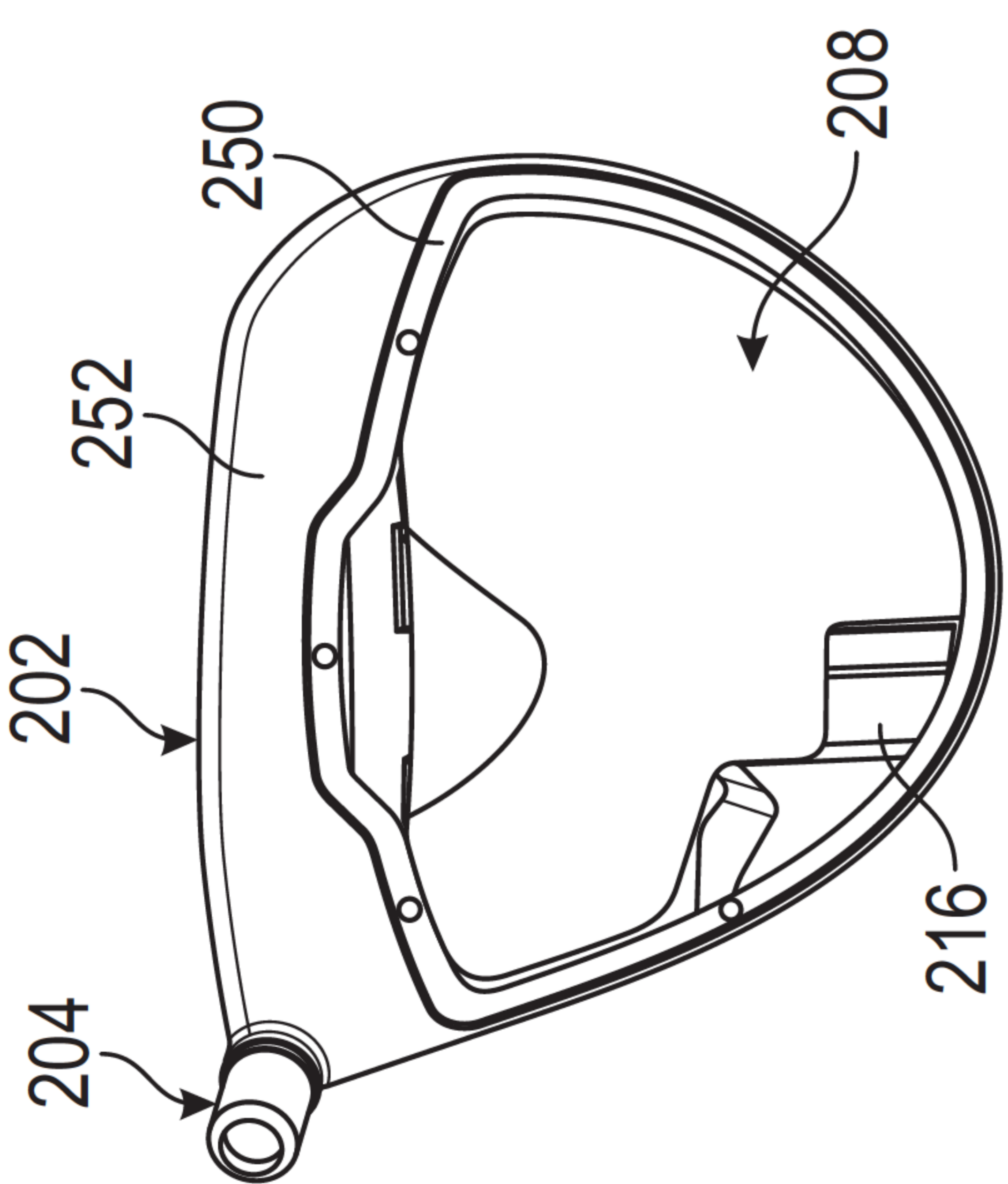
【圖34】



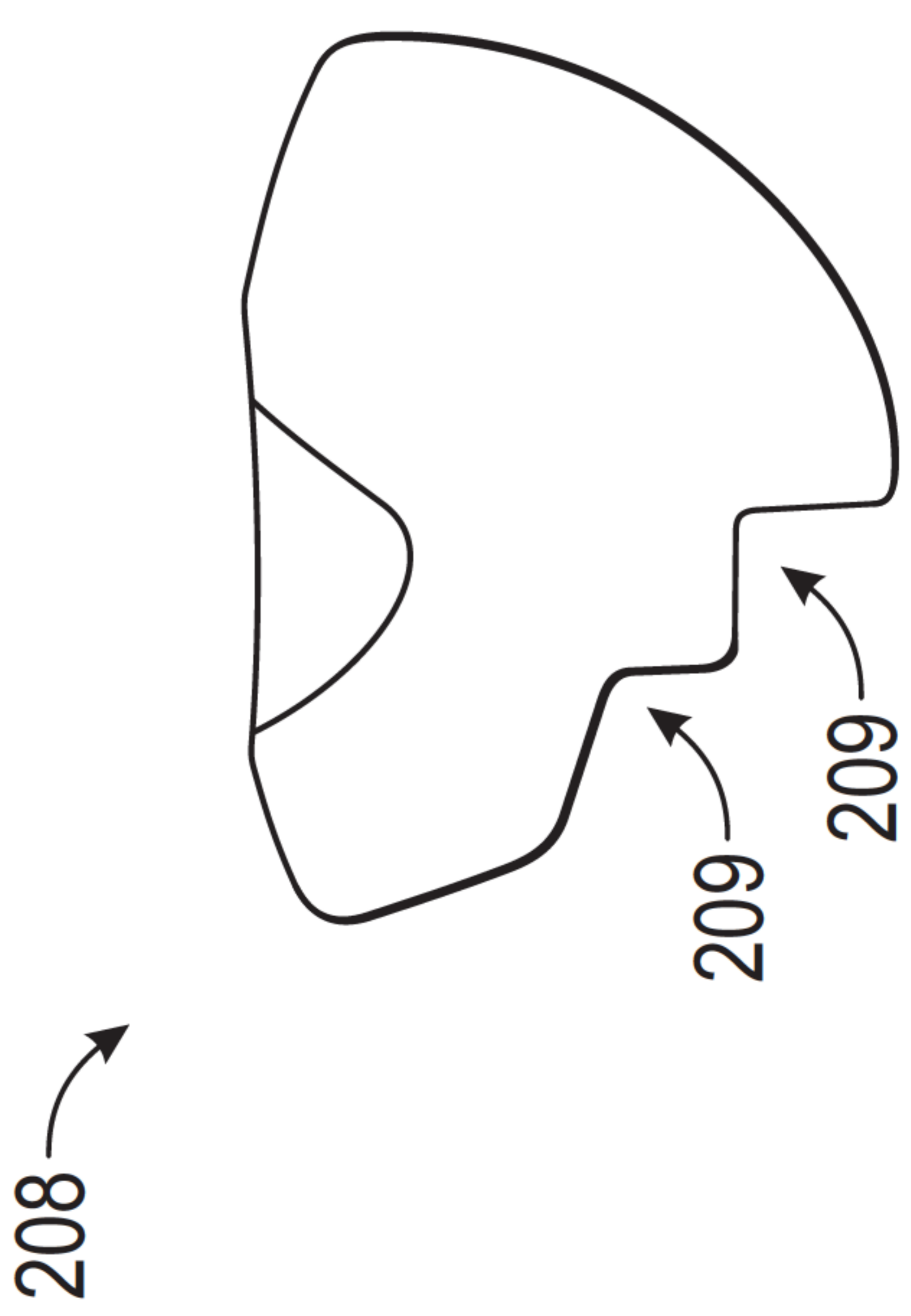
【圖35C】



【圖35D】



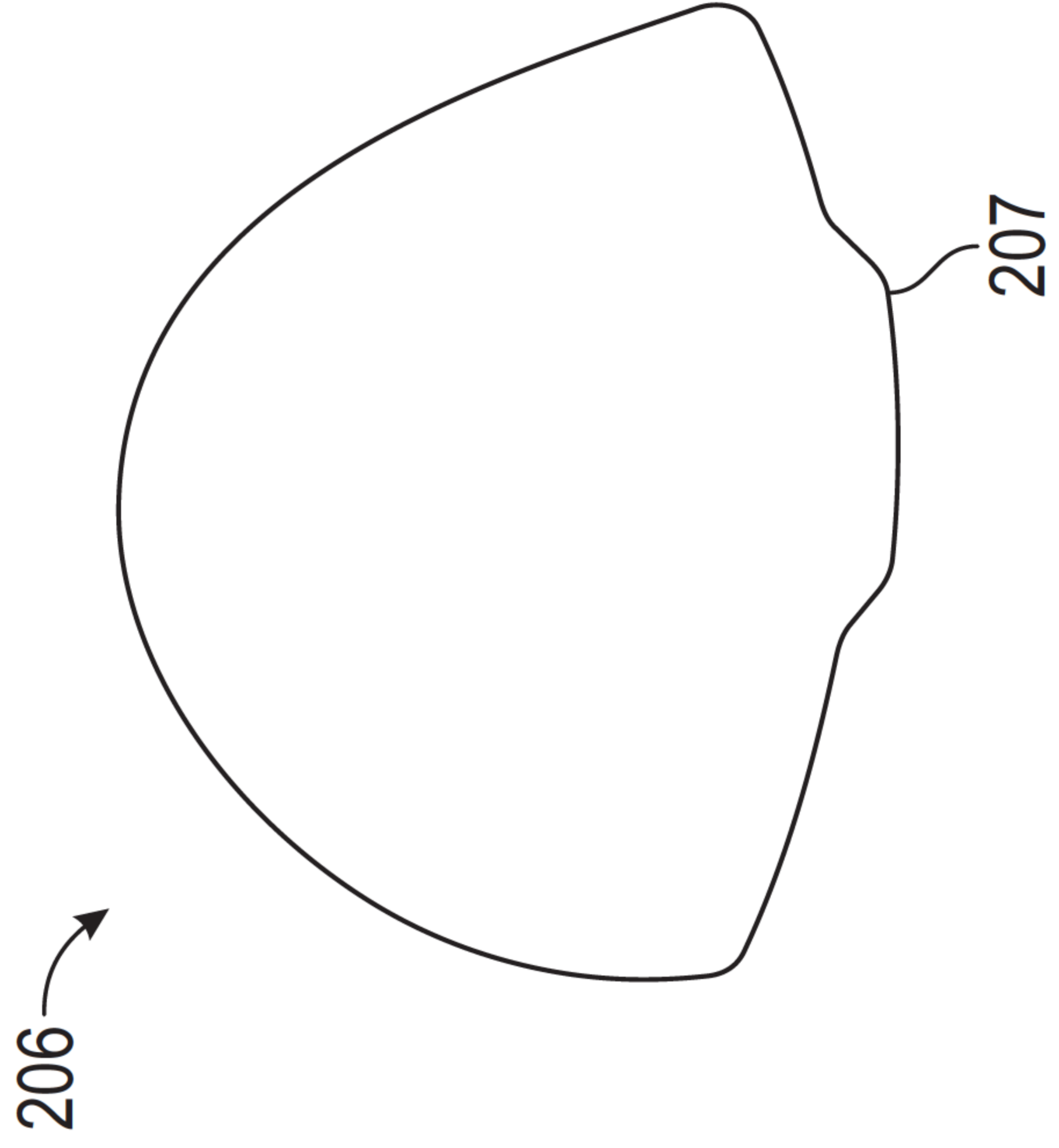
【圖35A】



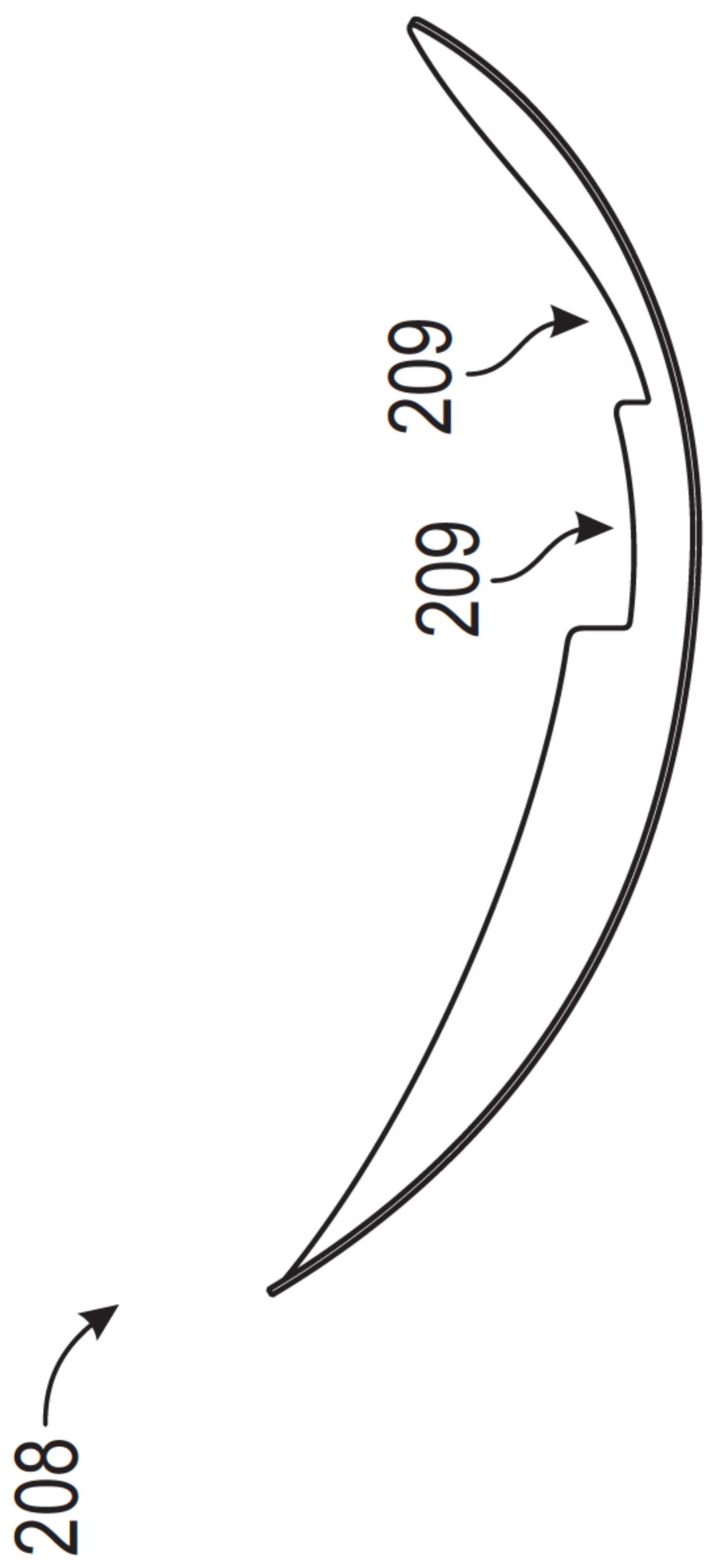
【圖35B】



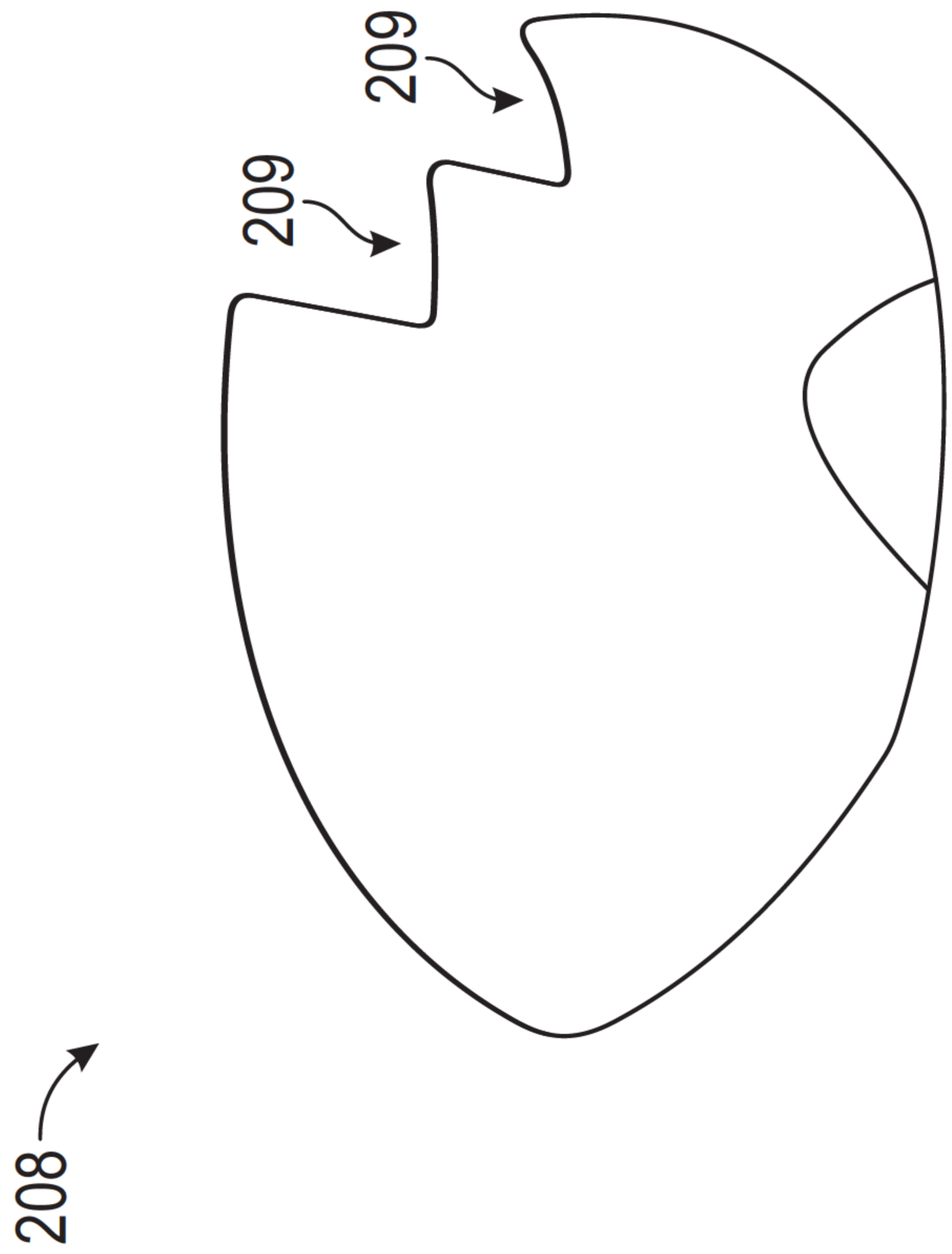
【圖36C】



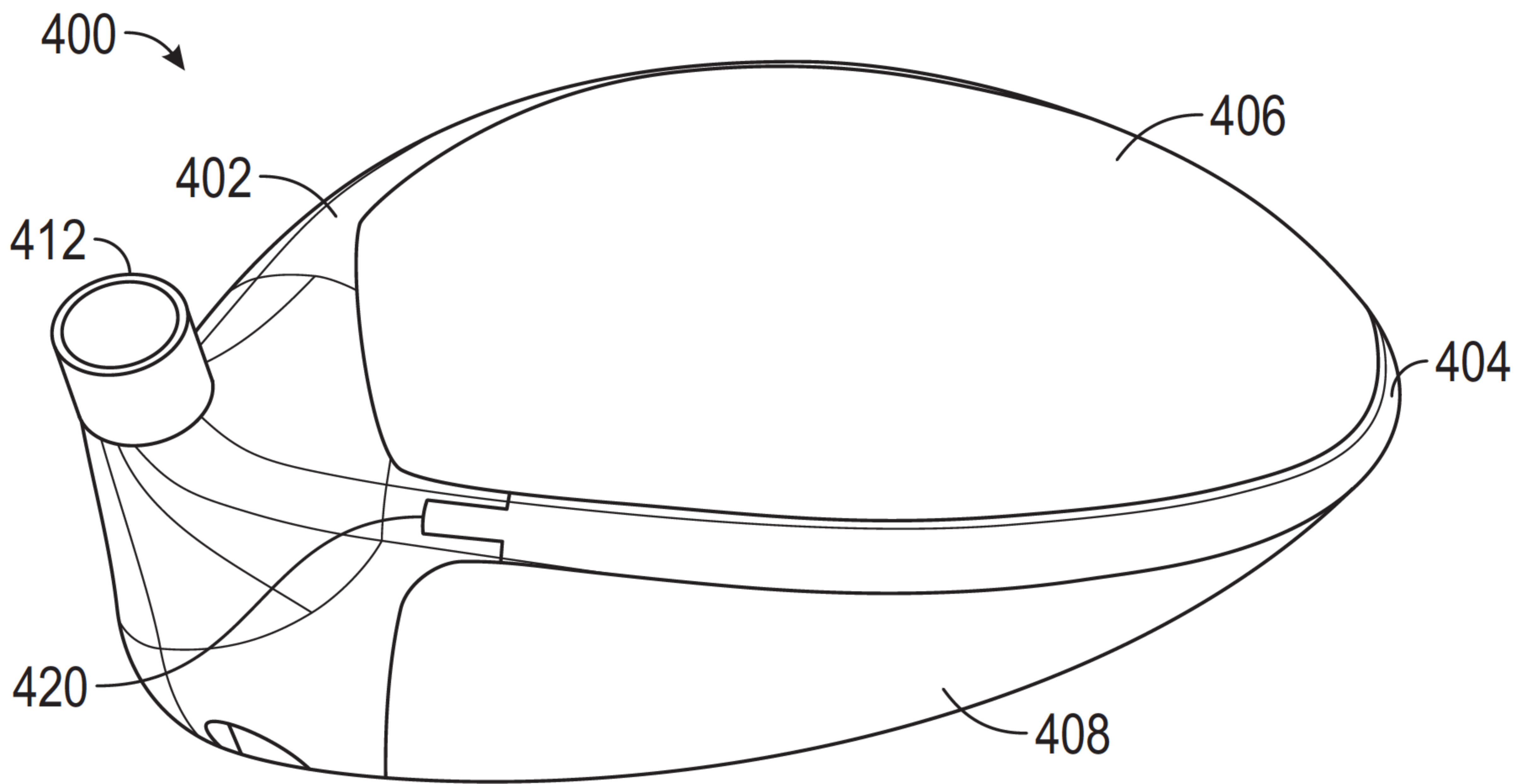
【圖36D】



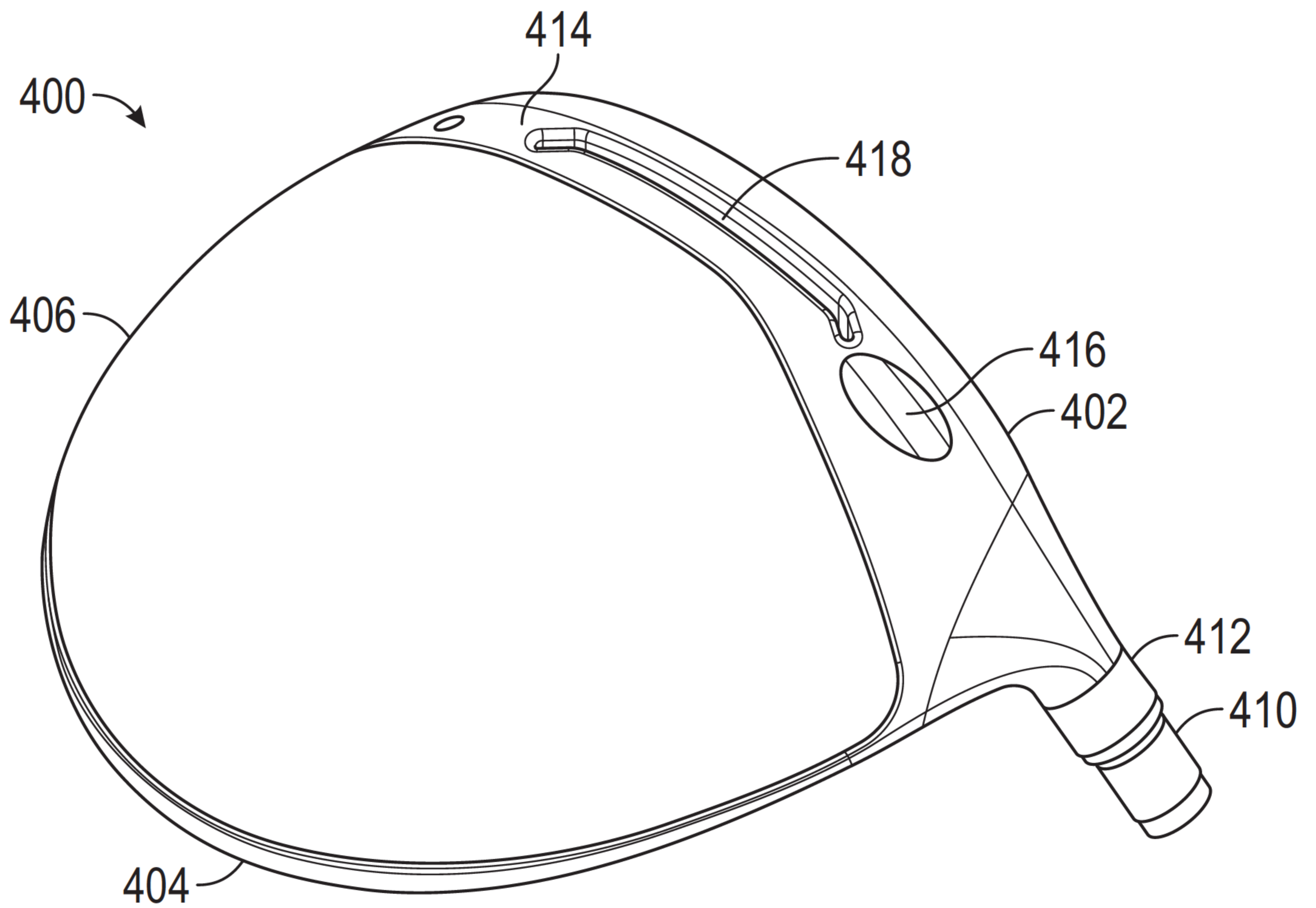
【圖36A】



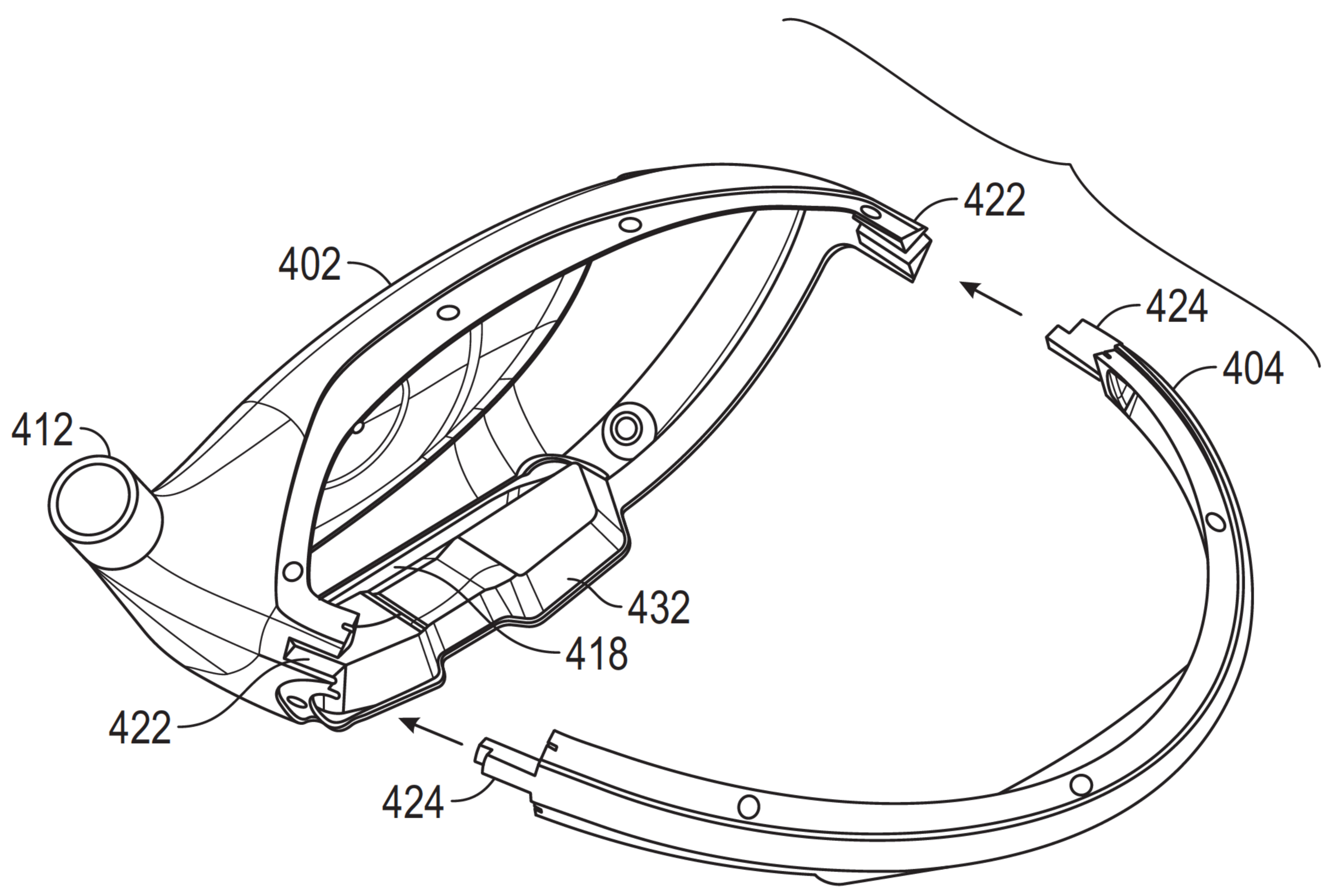
【圖36B】



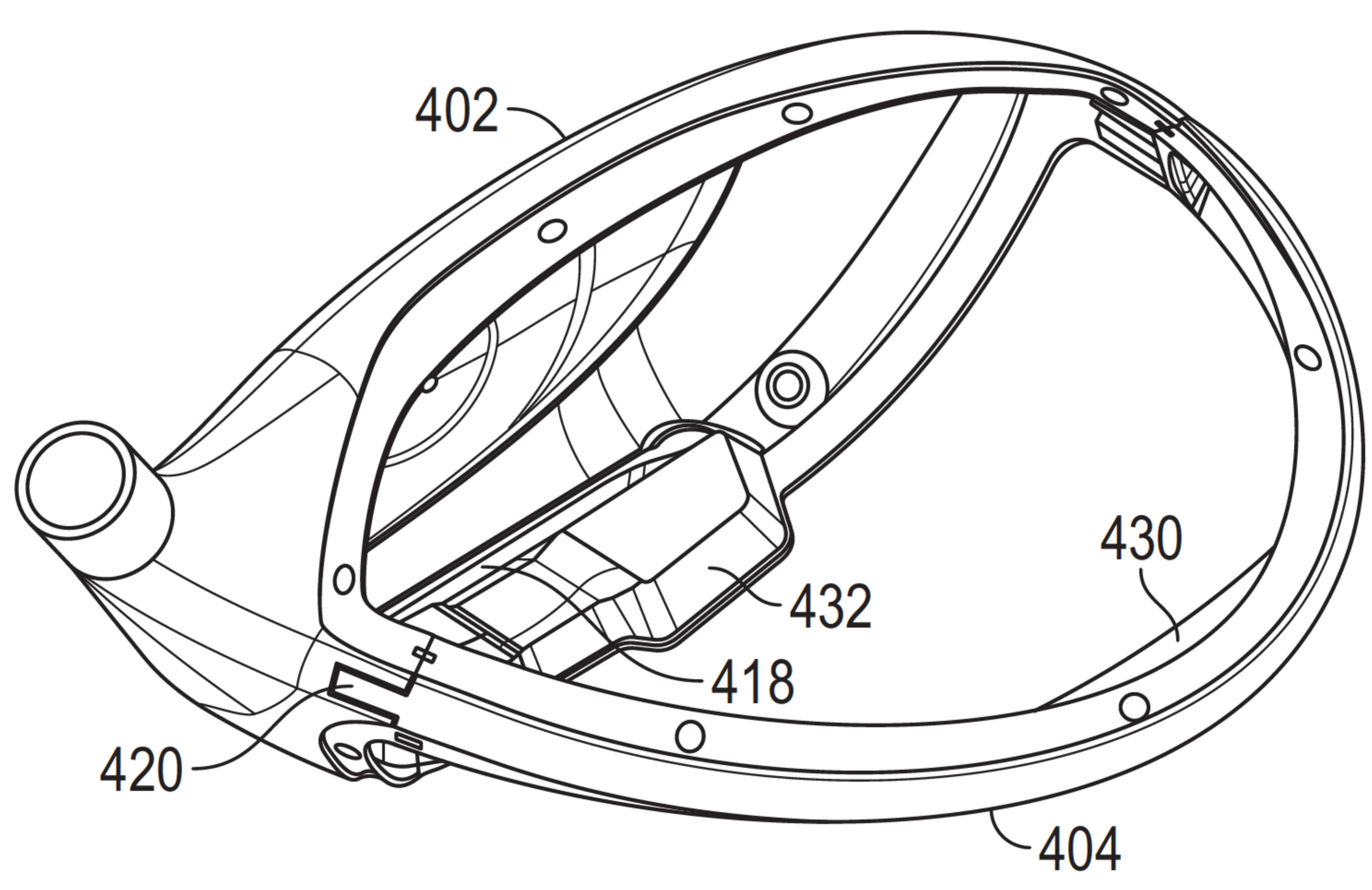
【圖37】



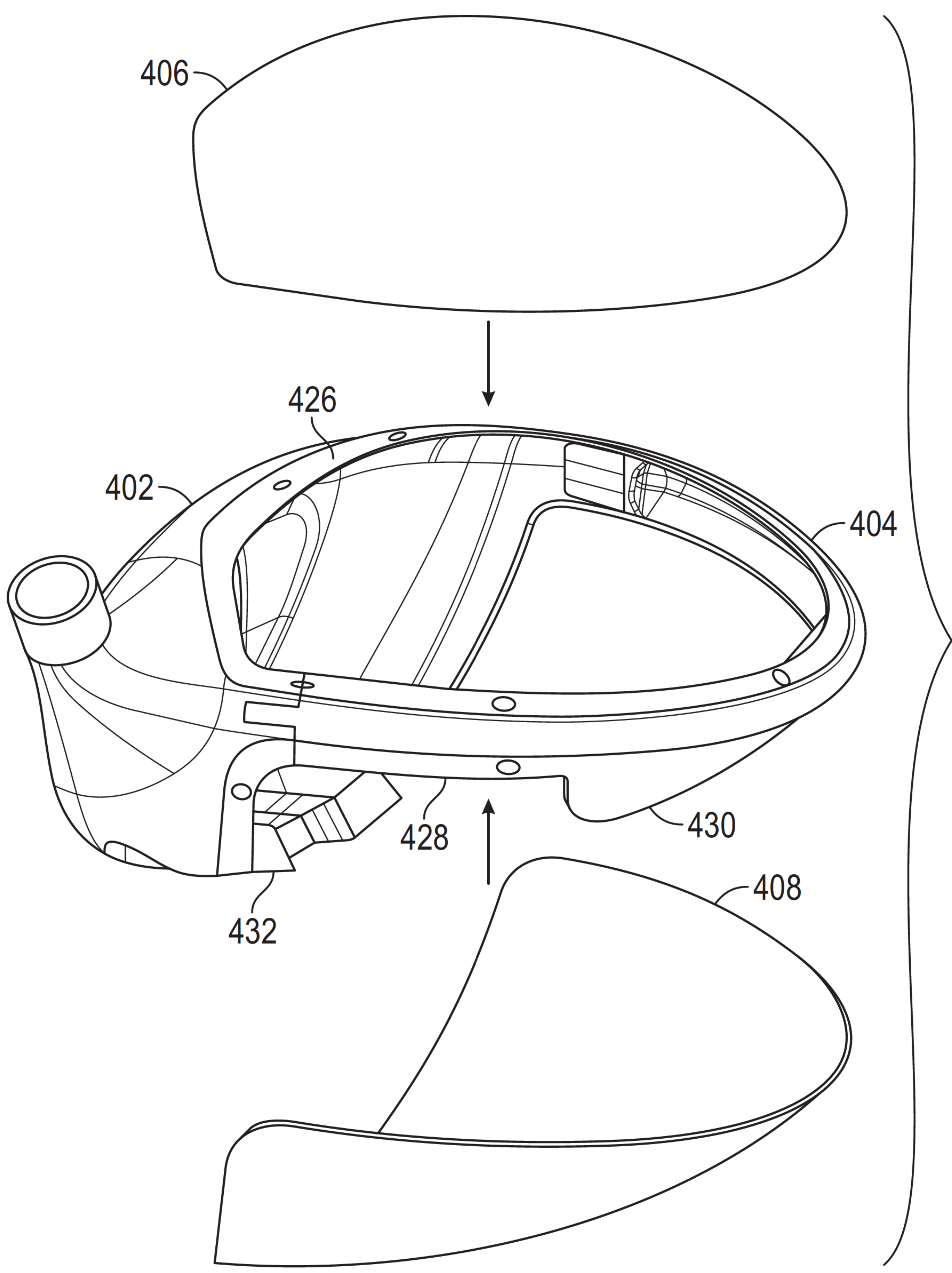
【圖38】



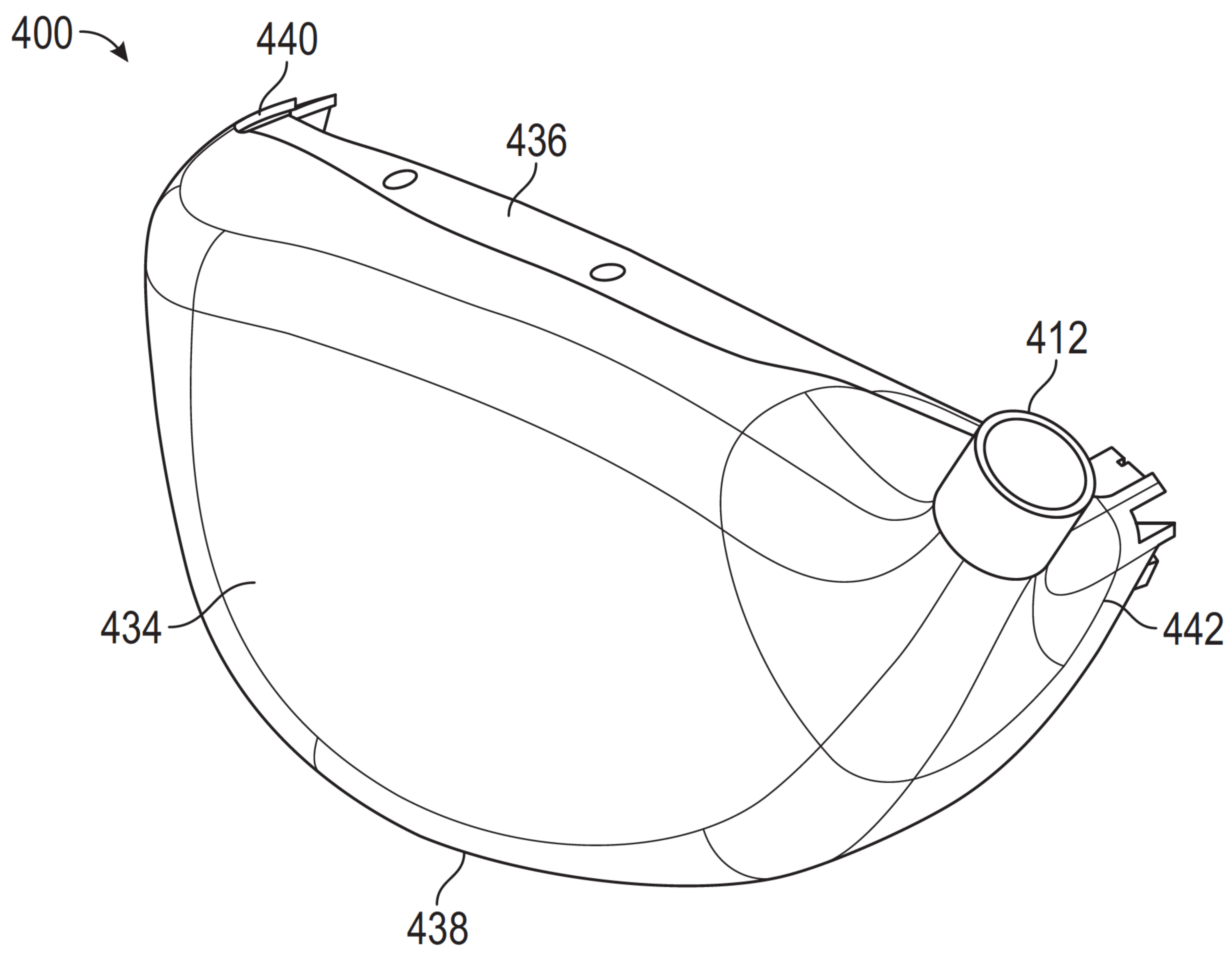
【圖39】



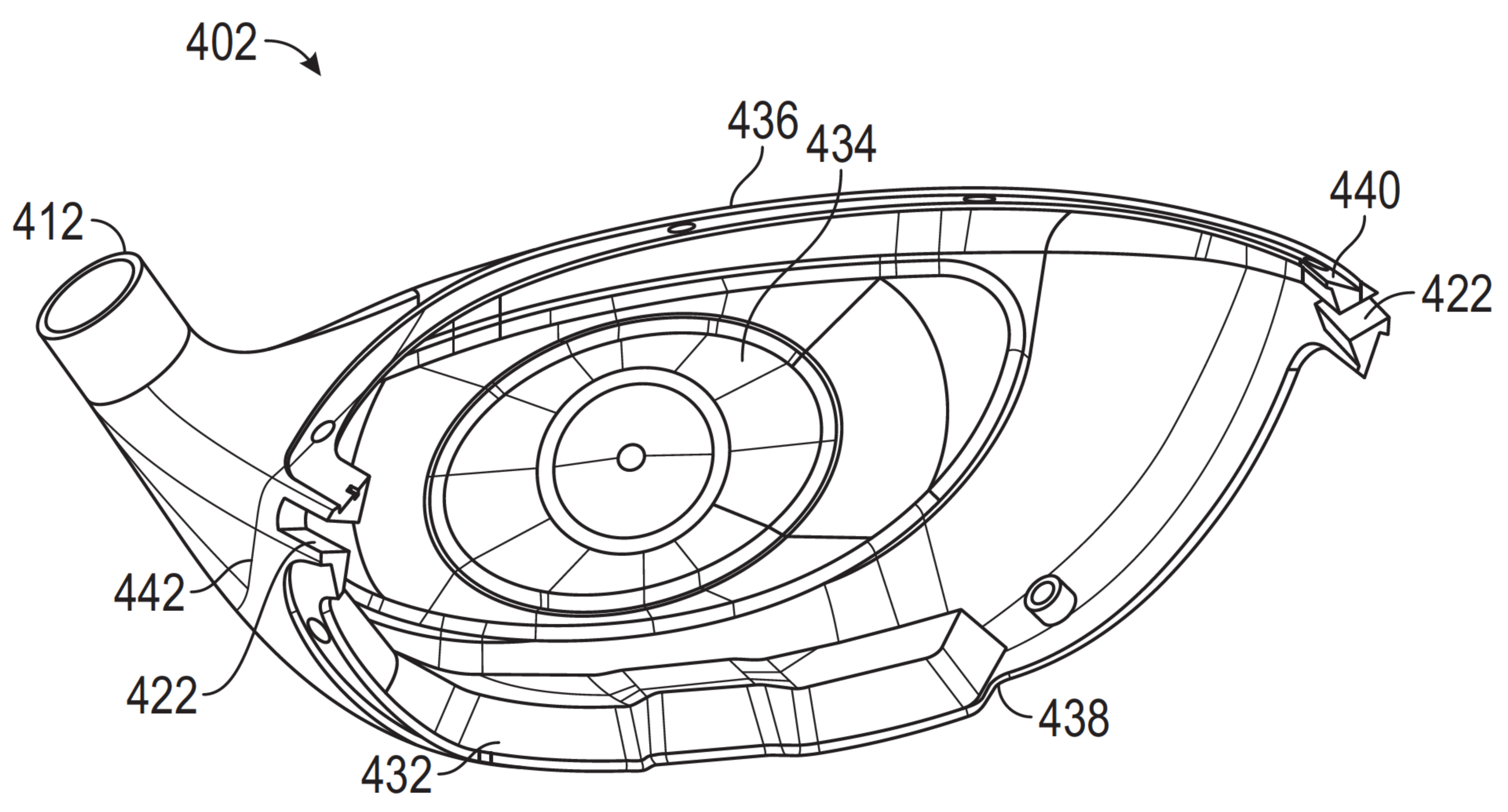
【圖40】



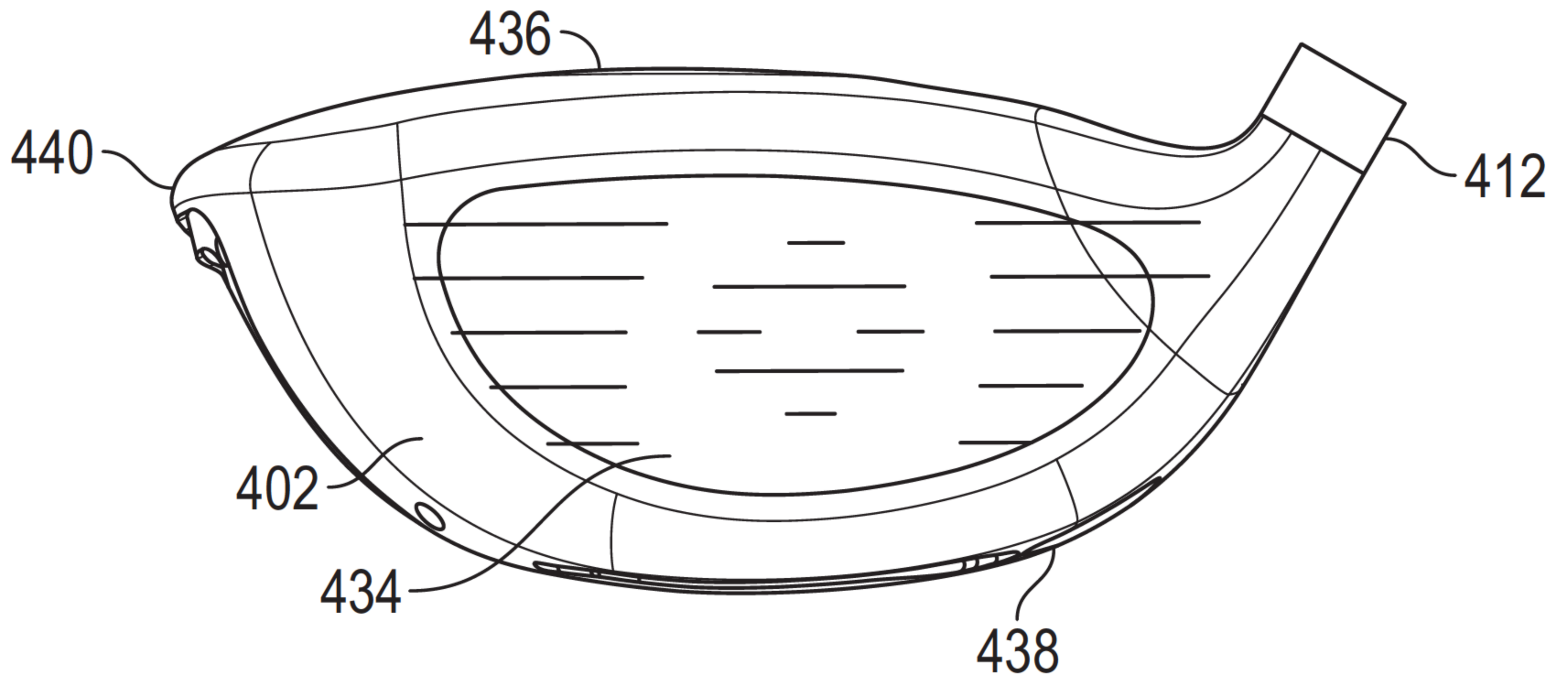
【圖41】



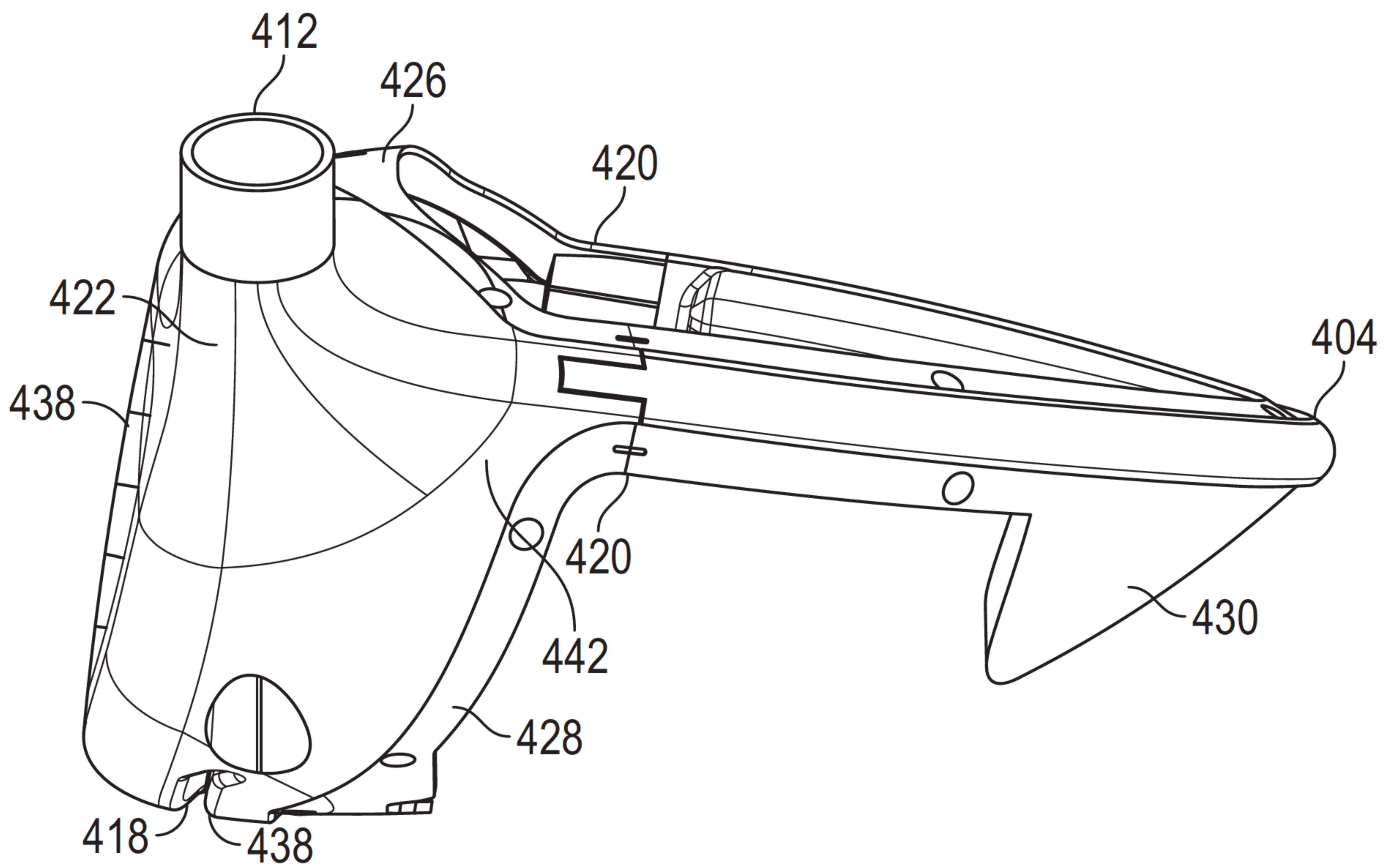
【圖42】



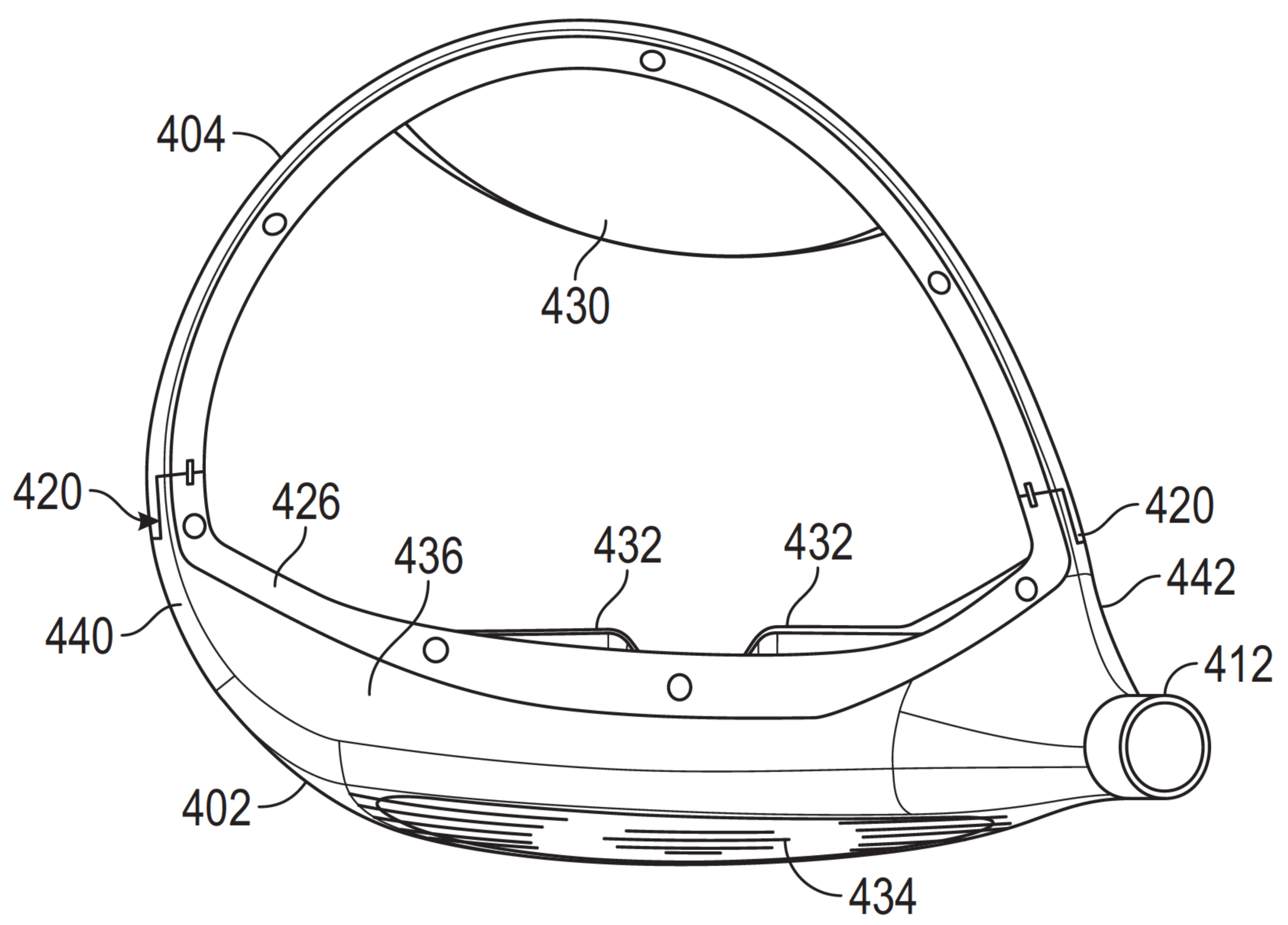
【圖43】



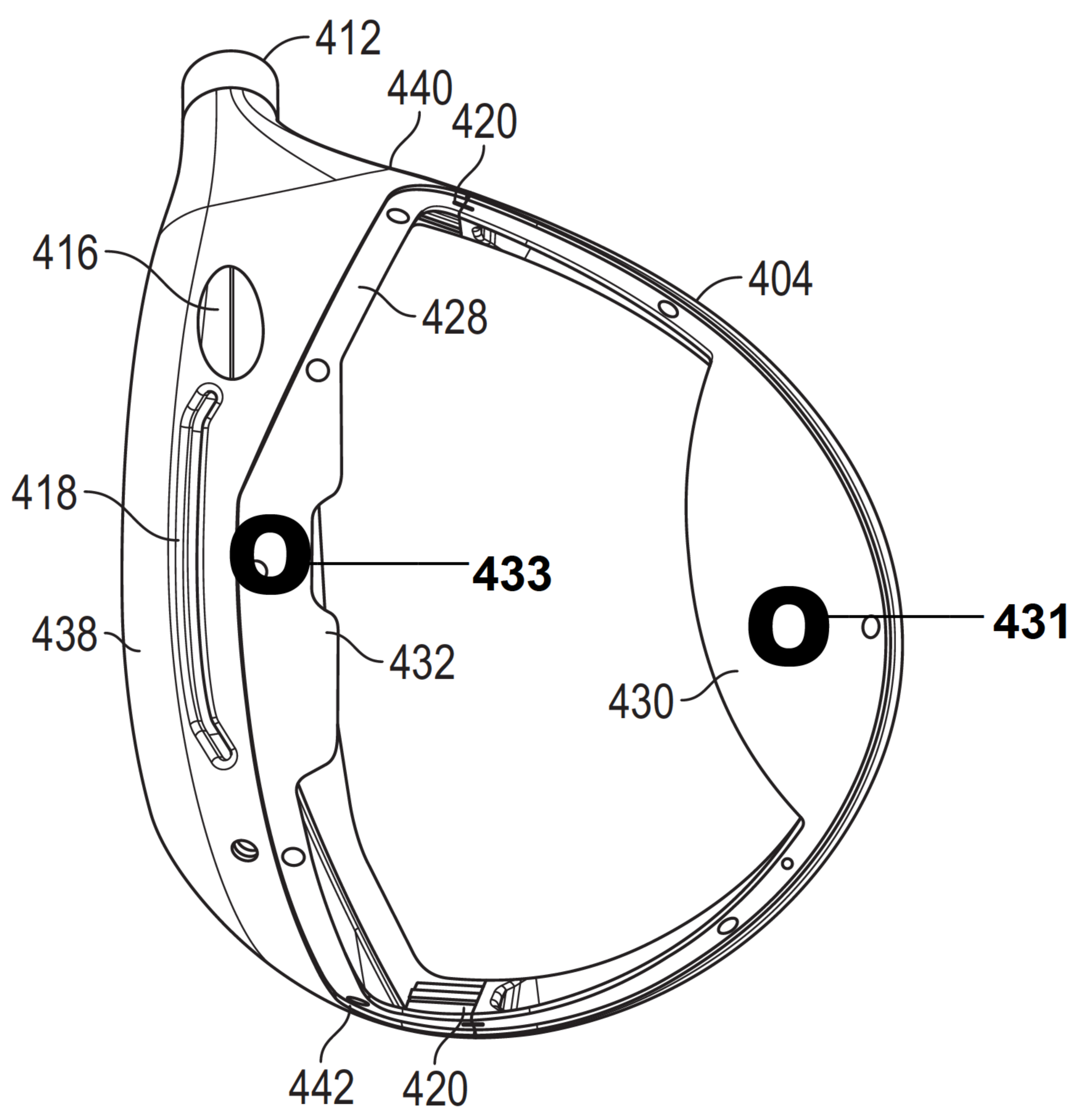
【圖44】



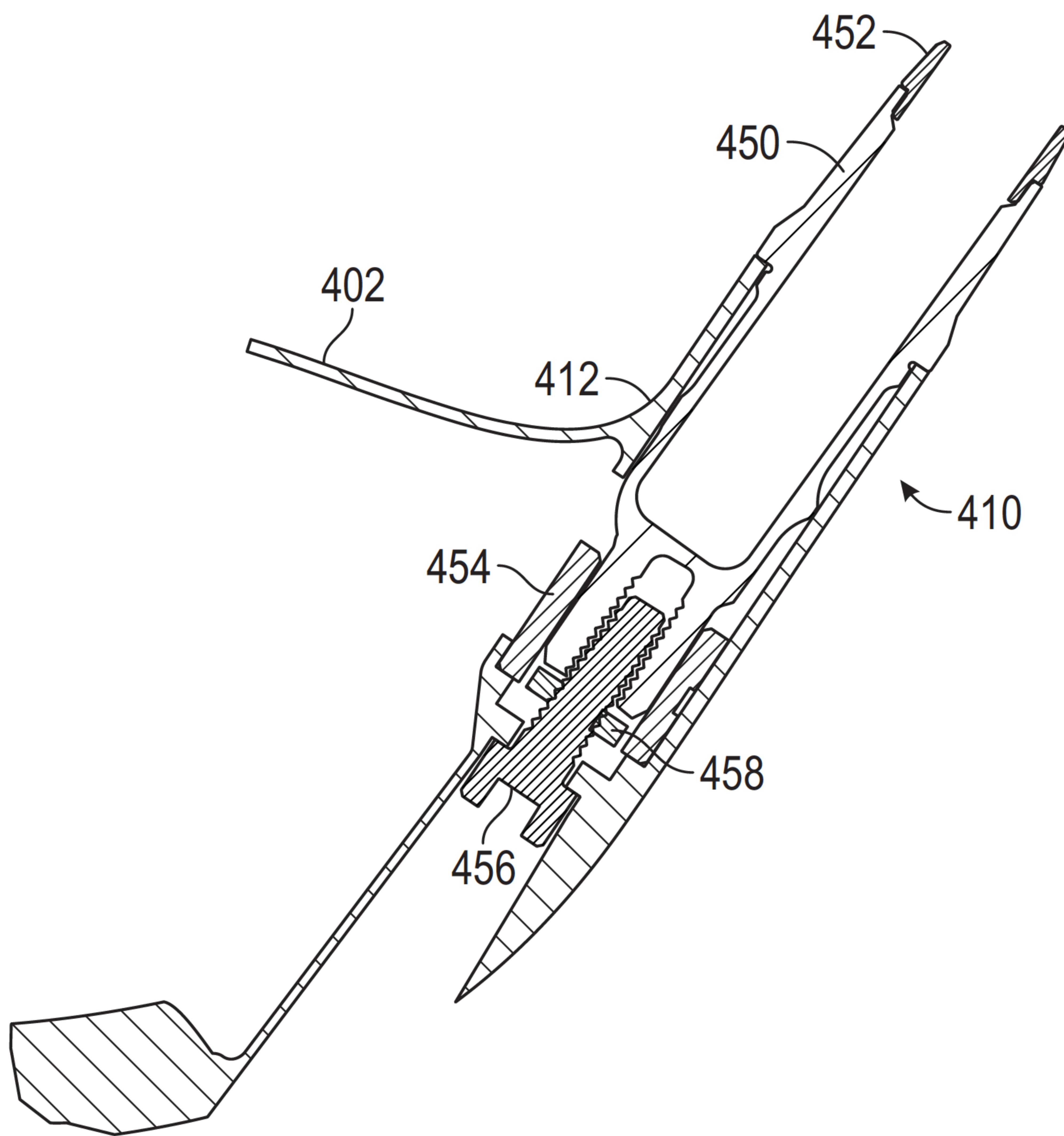
【圖45】



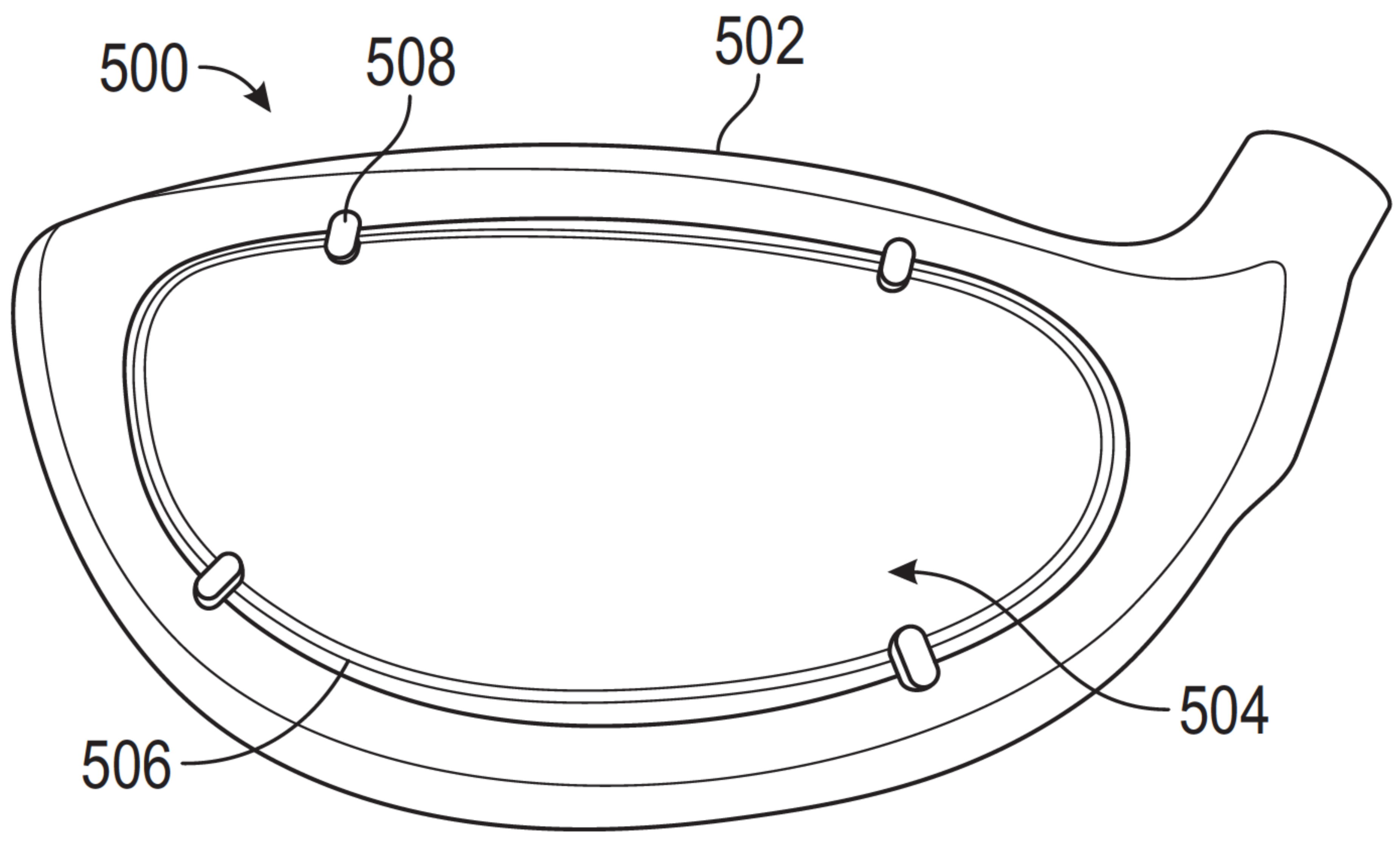
【圖46】



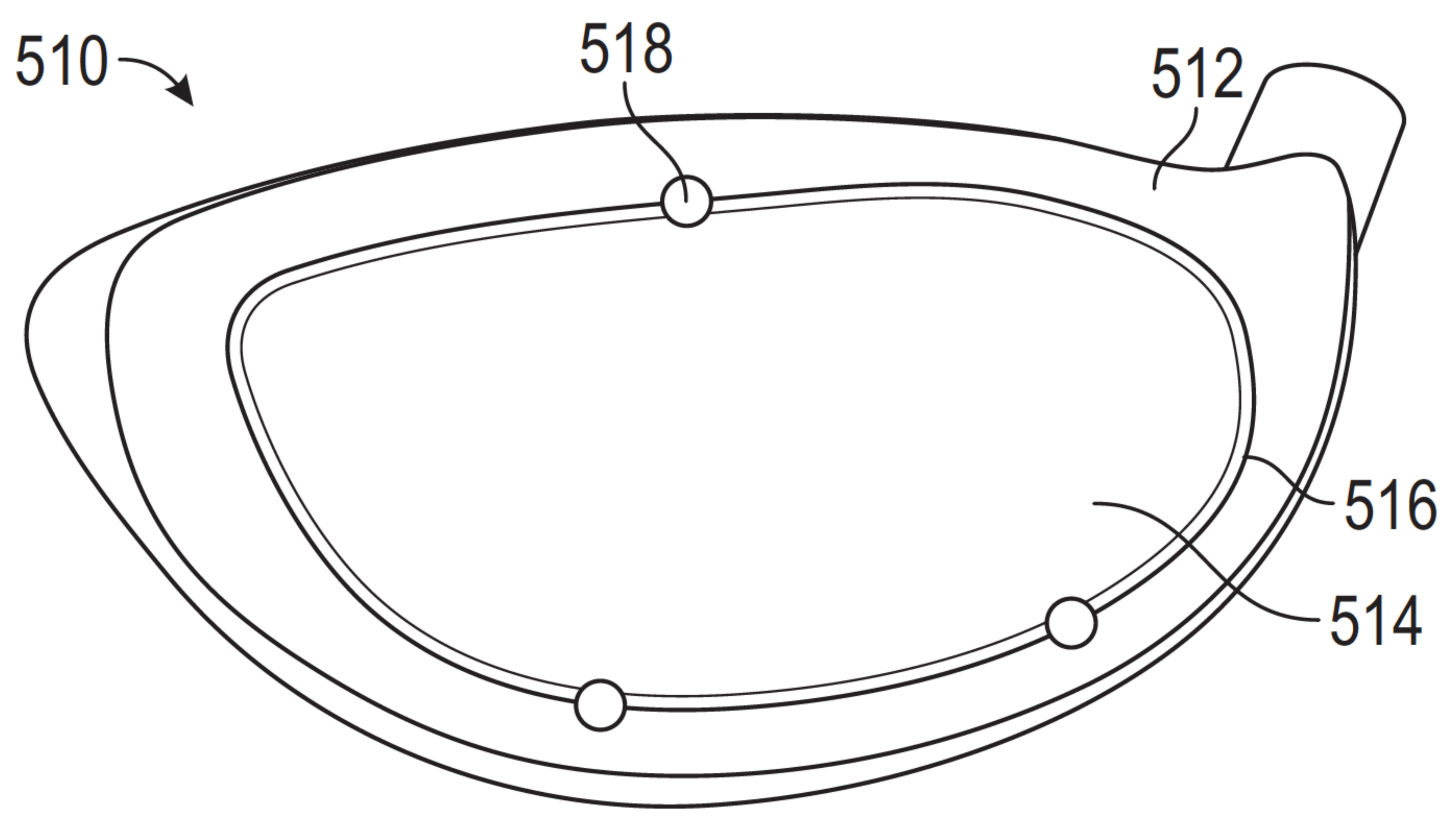
【圖47】



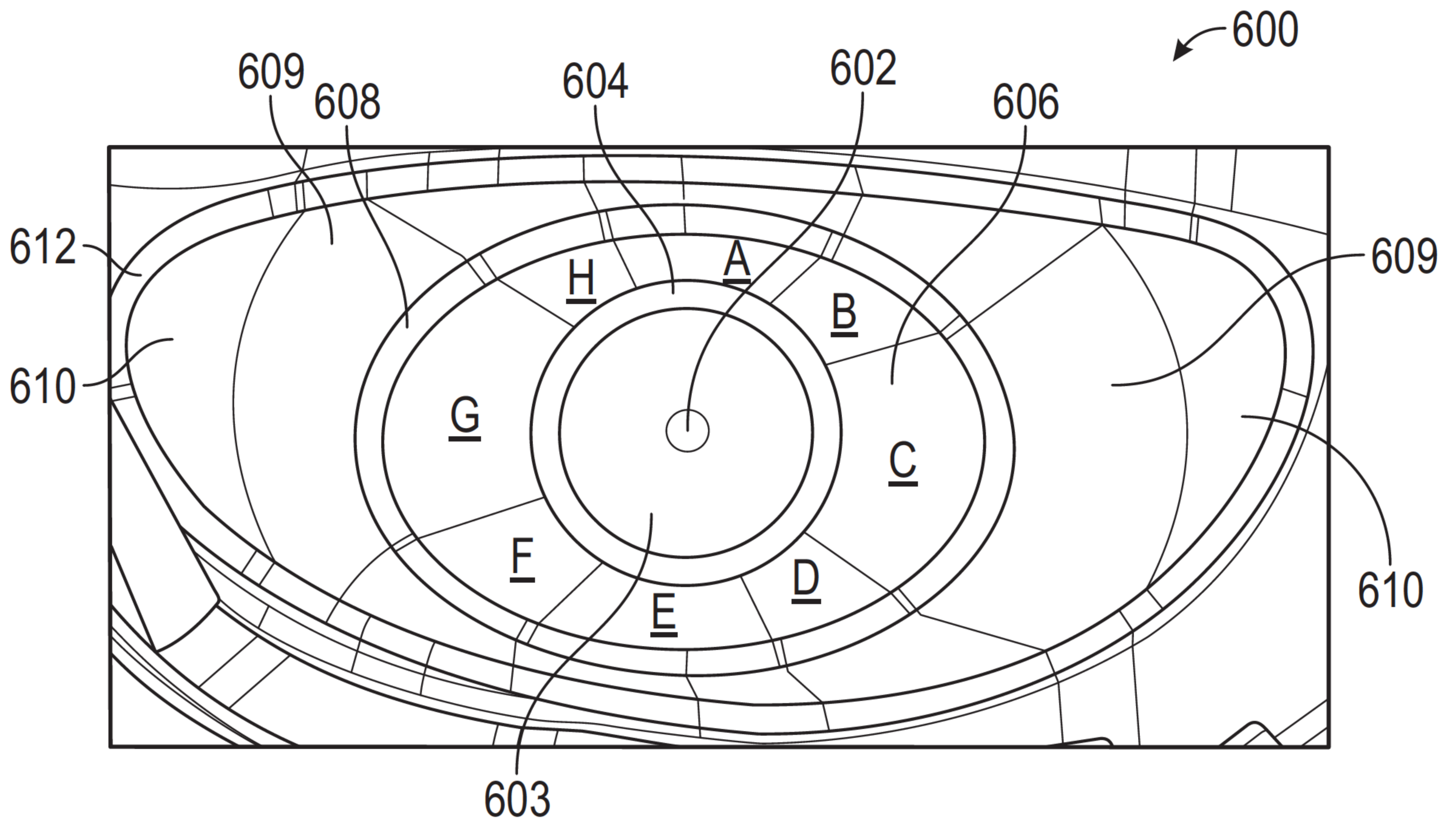
【圖48】



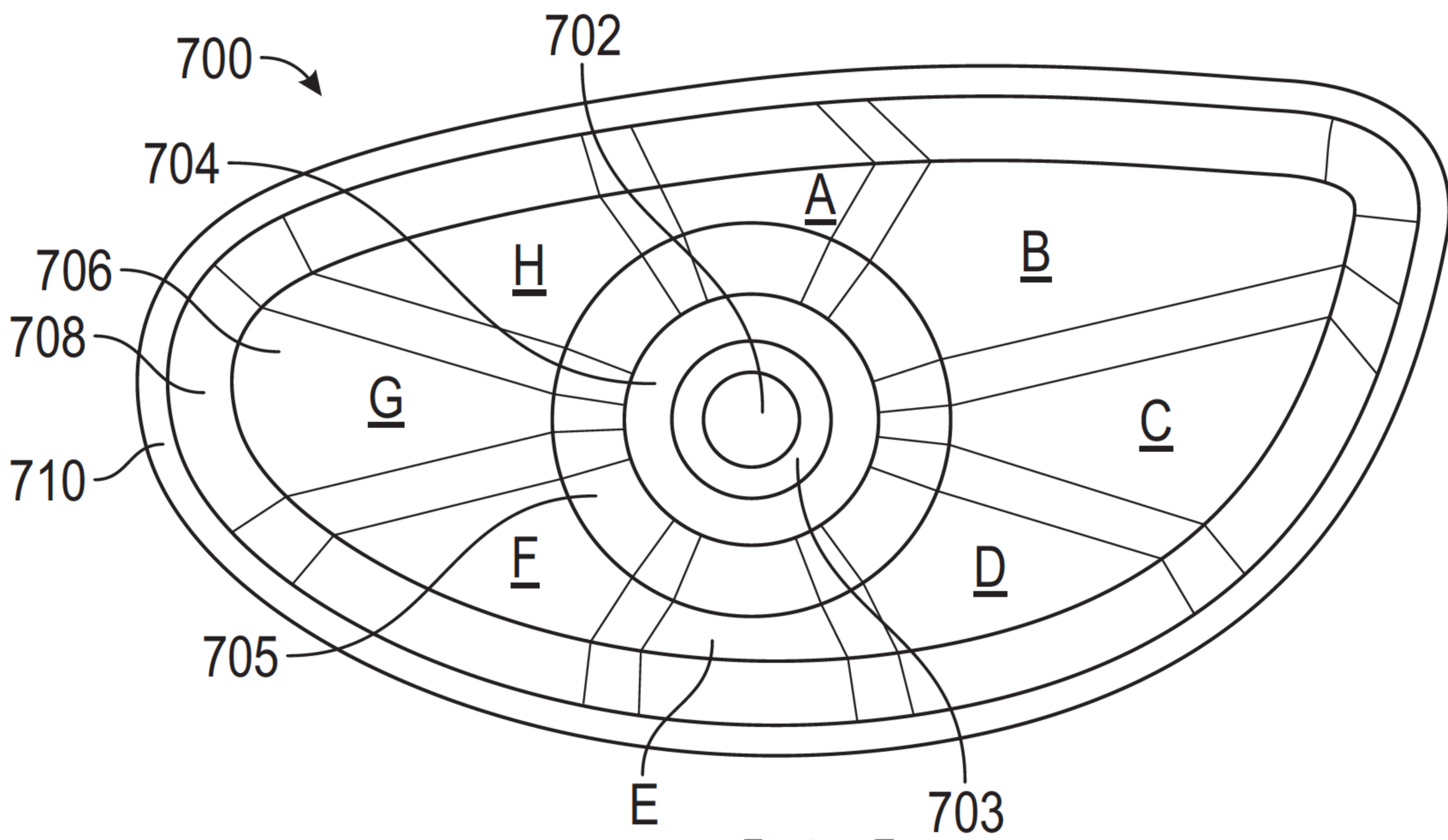
【圖49】



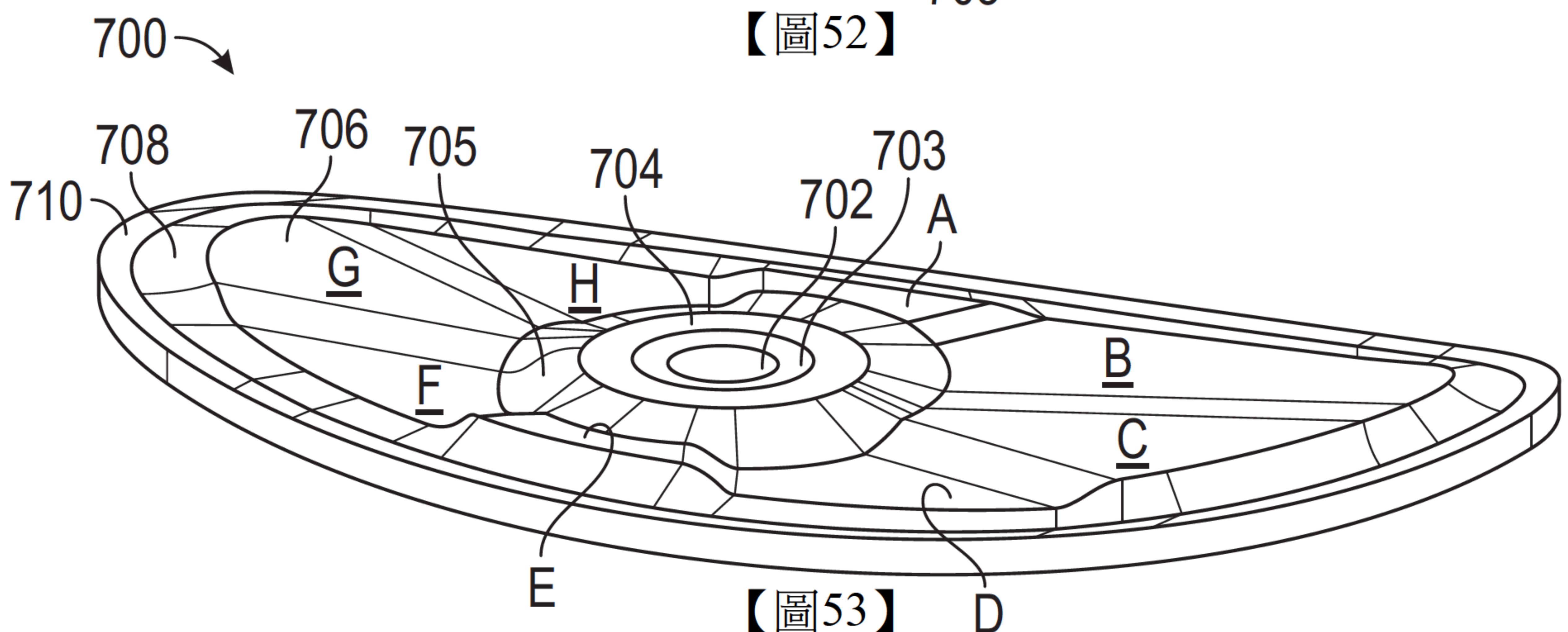
【圖50】



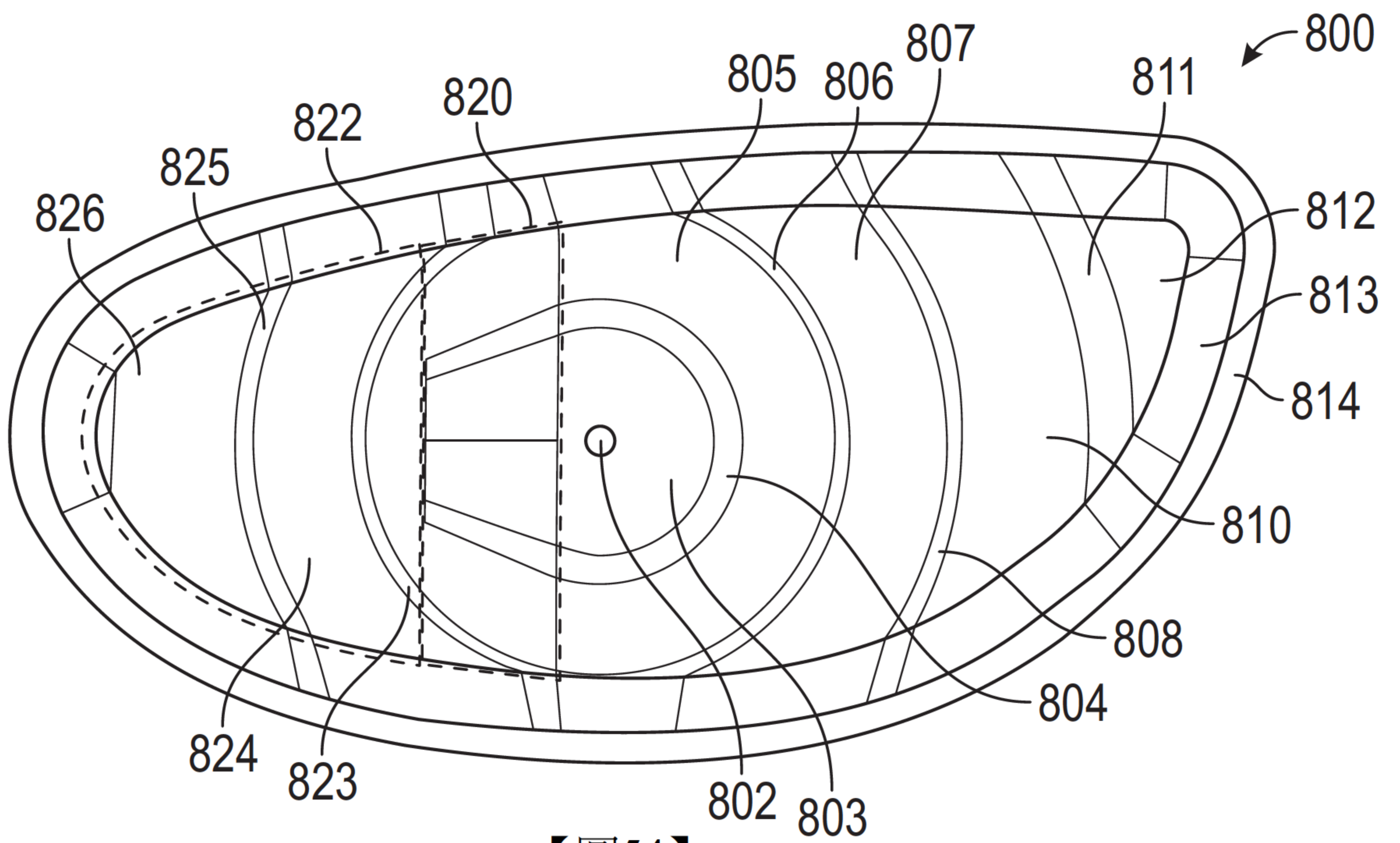
【圖51】



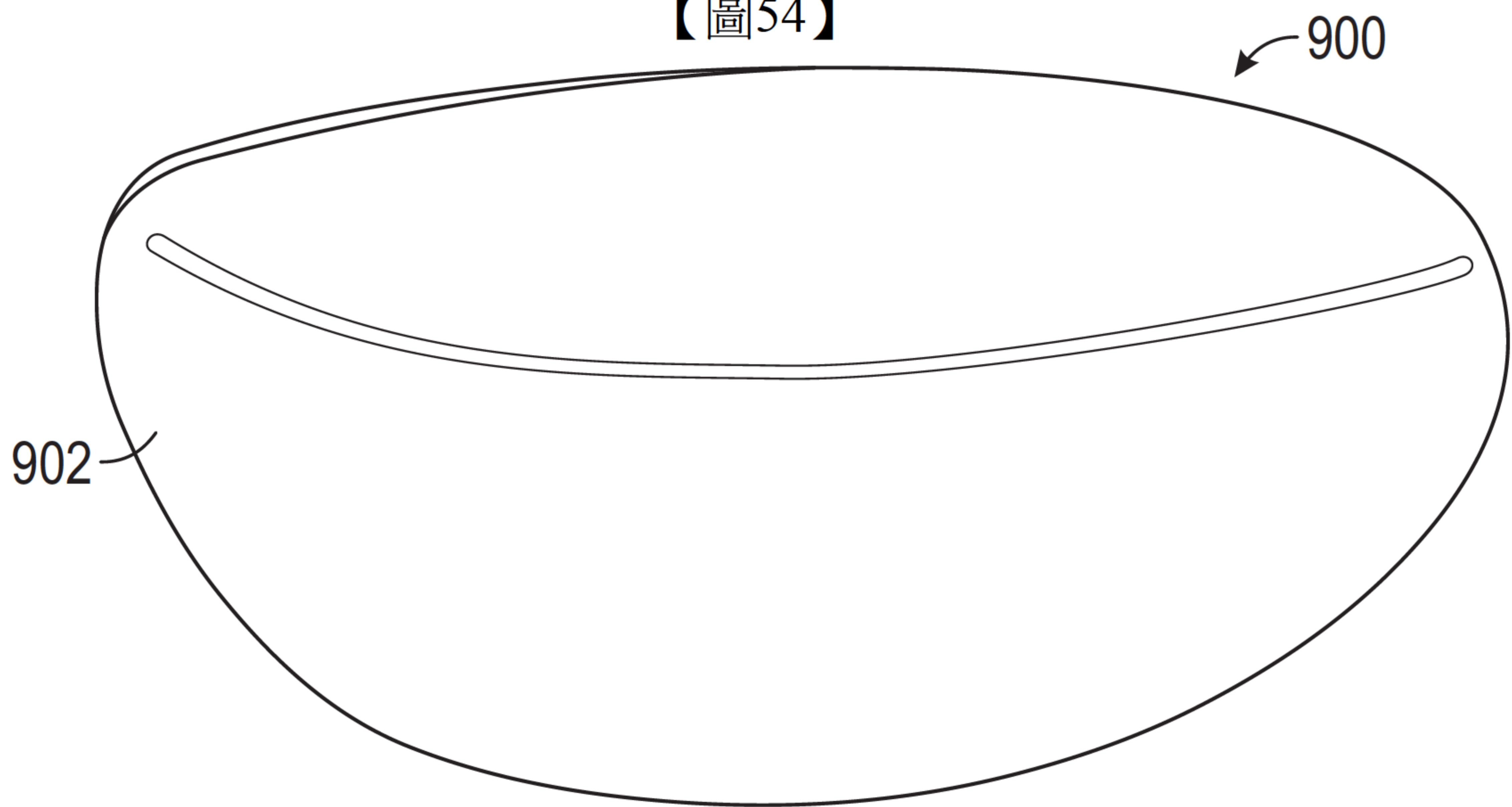
【圖52】



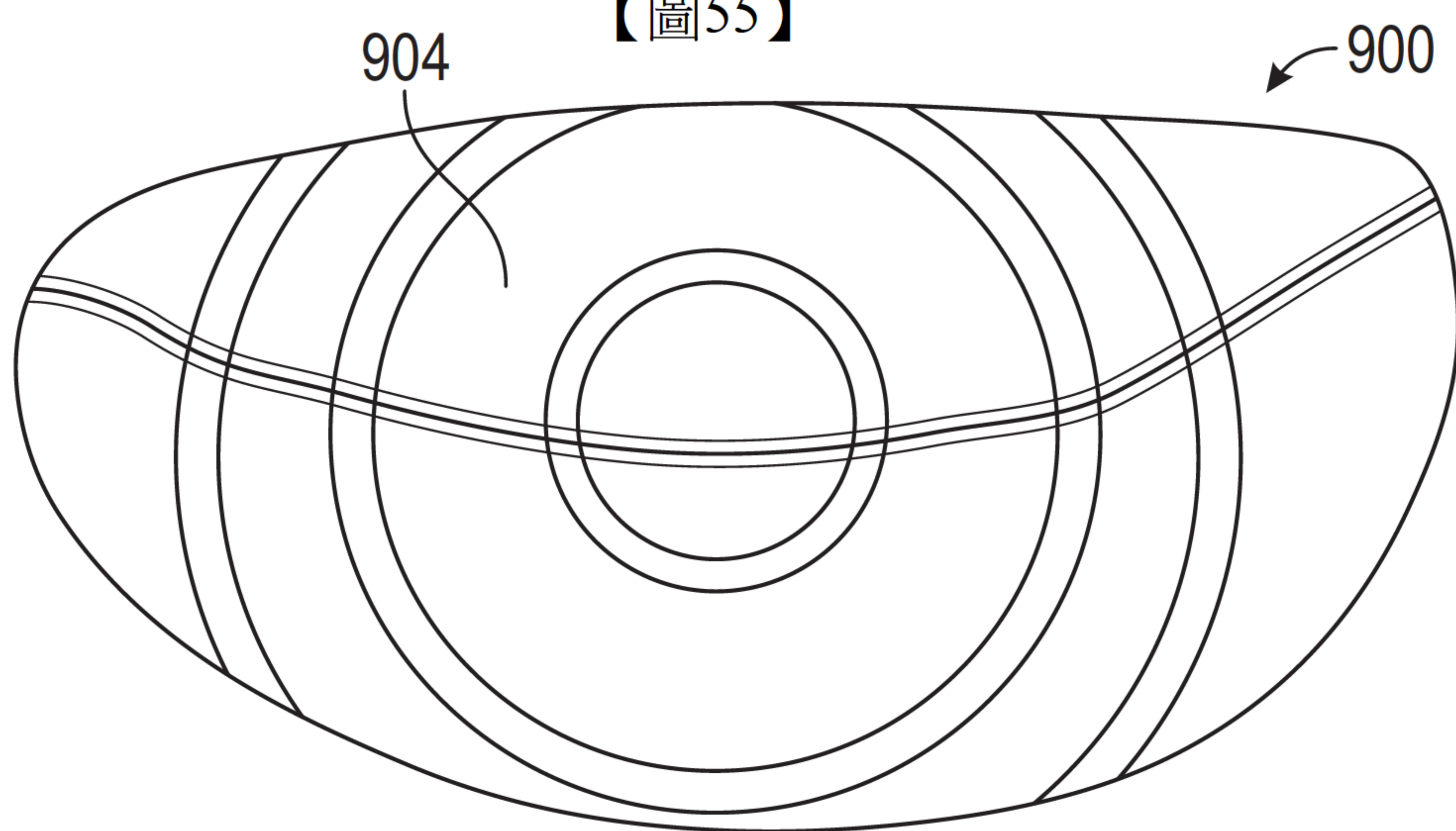
【圖53】



【圖54】



【圖55】



【圖56】