



(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 I731408 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：108132402

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 09 月 09 日

(51)Int. Cl. : A61C8/00 (2006.01)

A61B34/32 (2016.01)

A61B34/10 (2016.01)

(30)優先權：2018/09/09 美國

62/728,861

(71)申請人：鈦隼生物科技股份有限公司(中華民國) BRAIN NAVI BIOTECHNOLOGY CO. LTD.  
(TW)

新竹縣竹北市生醫路二段 6-2 號 5 樓 5C 室

(72)發明人：陳階曉 CHEN, CHIEH-HSIAO (TW)；王冠茹 WANG, KUAN-JU (TW)；安治宇  
AN, CHIH-YU (TW)；黃士瑋 HUANG, SHIH-WEI (TW)；陳文玲 CHEN, WEN-  
LING (TW)

(74)代理人：呂紹凡

(56)參考文獻：

TW 201438673

CN 104354041A

CN 107595418A

CN 201256993Y

CN 207539214U

US 2017/0000572A1

審查人員：賴冠宇

申請專利範圍項數：34 項 圖式數：18 共 59 頁

(54)名稱

植牙系統及其導航方法

(57)摘要

本發明提供一種植牙系統及其導航方法，該系統包括一多軸向機器手臂，於其一作用端處係連結一植牙裝置；以及至少一光學裝置，耦接於該多軸向機器手臂，以於植牙過程中擷取一待植牙者之一待植牙部位的一即時影像資訊；其中，該多軸向機器手臂係根據一植牙前規劃與該即時影像資訊之一關聯結果，驅動該植牙裝置於該待植牙部位上依一設定路徑作動；其中，該植牙前規劃係與該待植牙部位的一三維模型相關聯，並且包含與該設定路徑關聯之一設定進入點、至少一設定中繼點和一設定目標點，該三維模型係自該待植牙部位的一植牙前影像資訊建構而成。

指定代表圖：





I731408

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 植牙系統及其導航方法

【中文】

本發明提供一種植牙系統及其導航方法，該系統包括一多軸向機器手臂，於其一作用端處係連結一植牙裝置；以及至少一光學裝置，耦接於該多軸向機器手臂，以於植牙過程中擷取一待植牙者之一待植牙部位的一即時影像資訊；其中，該多軸向機器手臂係根據一植牙前規劃與該即時影像資訊之一關聯結果，驅動該植牙裝置於該待植牙部位上依一設定路徑作動；其中，該植牙前規劃係與該待植牙部位的一三維模型相關聯，並且包含與該設定路徑關聯之一設定進入點、至少一設定中繼點和一設定目標點，該三維模型係自該待植牙部位的一植牙前影像資訊建構而成。

【指定代表圖】 第一圖

【代表圖之符號簡單說明】

10 待植牙者

100 植牙系統

120 支架

121 標記裝置

130 床架

140 機器手臂

142 光學裝置

143 光學裝置

147 支臂

- 148 支臂
- 149 支臂
- 150 植牙裝置
- 152 植牙裝置的作用端/尖點

【特徵化學式】 無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 植牙系統及其導航方法

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種植牙系統及其導航方法，特別係關於一種藉由機器手臂實施之植牙系統及其導航方法。

【先前技術】

【0002】 目前的傳統植牙方式係由醫師手動進行植牙，其中在待植牙者的待植牙部位（例如齒骨）上進行植牙鑽孔時，均須醫師本身憑藉其手感及經驗來實施。然而，此種做法容易因經驗不足或醫師當下狀況較差而產生不良操作，進而導致手術的失誤。有鑑於此，需要一個可協助進行植牙的植牙系統及其方法。

【發明內容】

【0003】 鑑於前述，本發明提出一種植牙系統及其導航方法，除由藉由機器手臂進行自主式植牙操作以外，更可於植牙過程中將待植牙者之待植牙部位的即時資訊反饋予植牙系統及操作者（例如醫師），以利於植牙過程中適時適性地調整整體植牙規劃或進程。

【0004】 根據本發明之一第一構想，係提出一種植牙系統，其包括：一多軸向機器手臂，於其一作用端處係連結一植牙裝置；以及至少一光學裝置，耦接於該多軸向機器手臂，以於植牙過程中擷取一待植牙者之一待植牙部位的一即時影像資訊；其中，該多軸向機器手臂係根據一植牙前規劃與該即時影像資訊之一關聯結果，驅動該植牙裝置於該待植牙部位上依一設定路徑作動；其

中，該植牙前規劃係與該待植牙部位的一三維模型相關聯，並且包含與該設定路徑關聯之一設定進入點、至少一設定中繼點和一設定目標點，該三維模型係自該待植牙部位的一植牙前影像資訊建構而成。

【0005】 基於前述構想，其中該植牙前影像資訊包括一電腦斷層（Computed Tomography，CT）掃描影像資訊、一磁性共振（Magnetic Resonance Imaging，MRI）影像資訊和一X射線（X-Ray Imaging）影像資訊中之一或多者。

【0006】 基於前述構想，其中該至少一光學裝置包括一第一光學裝置和一第二光學裝置，其中該第一光學裝置係耦接於該多軸向機器手臂之該作用端以擷取該即時影像資訊，該第二光學裝置係耦接於該多軸向機器手臂之一基部端以擷取一標記位置資訊。

【0007】 基於前述構想，所述植牙系統進一步包括一標記裝置，該標記裝置係剛性連結於該待植牙者，其中該第二光學裝置係擷取與該標記裝置關聯之該標記位置資訊。

【0008】 基於前述構想，其中該設定路徑係至少依據該植牙前影像資訊中所標記之齒槽神經位置與鼻竇位置中其一而定。

【0009】 基於前述構想，其中該至少一設定中繼點係至少依據該待植牙部位之骨質密度和該設定路徑之長度而定。

【0010】 基於前述構想，其中該植牙裝置受驅動於該待植牙部位上依該設定路徑作動前進，並且在抵達該至少一設定中繼點時自該設定路徑退出。

【0011】 基於前述構想，所述植牙系統更包括一溫度感測器，係設於該植牙裝置上，其中該植牙裝置係回應於該溫度感測器之感測結果而自該設定路徑退出。

【0012】 基於前述構想，其中當該植牙裝置自該設定路徑退出，該植牙系統進一步調整該植牙前規劃中的該至少一設定中繼點。

【0013】 基於前述構想，所述植牙系統進一步包括一植體鎖固裝置，其受該多軸向機器手臂驅動而將一植體依該設定路徑鎖固至該待植牙部，其中當關聯於該植體的一即時扭矩值達一預設扭矩閾值時，該植體鎖固裝置即停止作動。

【0014】 基於前述構想，所述植牙系統進一步包括一處理裝置，其與該多軸向機器手臂和該至少一光學裝置通訊連接，以依據該植牙前規劃和該即時影像資訊之該關聯結果，指示該多軸向機器手臂驅動該植牙裝置於該待植牙部位上依該設定路徑作動。

【0015】 基於前述構想，所述植牙系統進一步包括一穿戴式顯示裝置，係與該處理裝置通訊連接，以對操作者顯示該即時影像資訊、該植牙前影像資訊、該設定路徑、該設定進入點、該至少一設定中繼點、該設定目標點、該待植牙部位之骨質密度、該植牙裝置的即時溫度、該植牙裝置的作動速度、植體的即時扭矩、以及與植牙過程相關聯之一虛擬影像中至少其一。

【0016】 根據本發明之一第二構想，係一種植牙系統，其包括：一多軸向機器手臂；以及一植牙裝置，係連結於該多軸向機器手臂之一作用端；其中，該多軸向機器手臂係根據一植牙前規劃，驅動該植牙裝置於一待植牙者之一待植牙部位上依一設定路徑往復作動至完成植牙鑽孔；其中，該植牙前規劃包含與該設定路徑關聯之至少一設定中繼點，該至少一設定中繼點係至少依據該待植牙部位之骨質密度與該設定路徑之長度而定。

【0017】 基於前述構想，所述植牙系統進一步包括：一第一光學裝置，係耦接於該多軸向機器手臂之該作用端，以於該植牙裝置作動期間擷取該待植牙部位的一即時影像資訊；一標記裝置，剛性連結於該待植牙者；以及一第二

光學裝置，係耦接於該多軸向機器手臂之一基部端以擷取該標記裝置之一標記位置資訊。

【0018】 基於前述構想，所述植牙系統進一步包括一處理裝置，其與該多軸向機器手臂、該第一光學裝置和該第二光學裝置通訊連接，以依據該植牙前規劃和該即時影像資訊之該關聯結果，指示該多軸向機器手臂驅動該植牙裝置於該待植牙部位上依該設定路徑往復作動。

【0019】 基於前述構想，所述植牙系統進一步包括一穿戴式顯示裝置，係與該植牙系統通訊連接，以對操作者顯示該即時影像資訊、該植牙前規劃之關聯資訊、該設定路徑、該待植牙部位之骨質密度、該植牙裝置的即時溫度、該植牙裝置的作動速度、以及與植牙鑽孔過程相關聯之一虛擬影像中至少其一。

【0020】 基於前述構想，其中該植牙前規劃係與該待植牙部位的一三維模型相關聯，且該三維模型係自該待植牙部位的一植牙前影像資訊建構而成。

【0021】 基於前述構想，其中該植牙前影像資訊包括一電腦斷層（Computed Tomography，CT）掃描影像資訊、一磁性共振（Magnetic Resonance Imaging，MRI）影像資訊和一X射線（X-Ray Imaging）影像資訊中之一或多者。

【0022】 基於前述構想，其中該設定路徑係至少依據該植牙前影像資訊中所標記之齒槽神經位置與鼻竇位置中其一而定。

【0023】 基於前述構想，其中該植牙裝置受驅動於該待植牙部位上依該設定路徑作動前進，並且在抵達該至少一設定中繼點時自該設定路徑退出。

【0024】 基於前述構想，所述植牙系統更包括一溫度感測器，係設於該植牙裝置上，其中該植牙裝置係回應於該溫度感測器之感測結果而自該設定路徑退出。

【0025】 基於前述構想，其中當該植牙裝置自該設定路徑退出，該植牙系統進一步調整該植牙前規劃中的該至少一設定中繼點。

【0026】 基於前述構想，其中該植牙裝置係一可伸縮的鑽牙裝置。

【0027】 根據本發明之一第三構想，係提供一種植牙用之可伸縮鑽牙裝置。所提供之可伸縮鑽牙裝置包括：一套筒，於其一第一端部處係設有一安裝部供安裝於一植牙裝置，且於與該安裝部相對的一第二端部處係形成有一螺孔；一鑽針構件，其具有一抵接頭部和自該抵接頭部延伸之一鑽針本體，該鑽針本體上係形成有外螺紋部，該鑽針構件係以該外螺紋部螺接該套筒之該螺孔；其中該抵接頭部在一第一位置處係於該第一端部近側抵接於該套筒之一內壁，且當該植牙裝置受驅動而帶動該套筒旋轉時，與該套筒螺接之該鑽針係自該第一位置移動至一第二位置而自該套筒伸出，直到該抵接頭部在該第二位置處於該第二端部近側為抵接於該套筒之內壁為止。

【0028】 根據本發明之一第四構想，係提供一種植牙用之可伸縮鑽牙裝置。所提供之可伸縮鑽牙裝置包括：一套筒，於其一第一端部處係設有一安裝部供安裝於一植牙裝置，且於與該安裝部相對的一第二端部處係形成有一孔；以及一鑽針組件，係位於該套筒內部，該鑽針組件包括：一柱形基座，其輪廓係與該套筒內部相應而以其一外圍抵接於該套筒之內壁，該柱形基座於靠近該安裝部之一側係形成有一錐面凹部；一鑽針本體，其一端係連接於該柱形基座，另一端係自該套筒的該孔伸出一第一長度；一彈簧，係套設於該鑽針本體之位於該套筒內部的部分，其一端抵接於該柱形基座，另一端係於該第二端部近側處抵接於該套筒之內壁；及至少一滾珠，置於該錐面凹部中；其中，該柱形基座與該鑽針本體係一體成形，且其中，當該植牙裝置受驅動而帶動該可伸縮鑽牙裝置旋轉時，該至少一滾珠係沿該錐面凹部自該錐面凹部中心向外滾動

而於該錐面凹部產生一作用力，該柱形基座受該作用力作用而將該鑽針本體自該套筒的該孔進一步推出至一第二長度。

【0029】 根據本發明之一第五構想，提供一種植牙導航方法，用以於一植牙系統中引導一植牙裝置於一待植牙部位上依一設定路徑作動，該方法包括：該植牙系統取得該待植牙部位之一植牙前影像資訊；基於該植牙前影像資訊，該植牙系統建構該待植牙部位的一三維模型；該植牙系統根據該植牙前影像資訊和該三維模型產生一植牙前規劃，其中該植牙前規劃包含與該設定路徑關聯之一設定進入點、至少一設定中繼點和一設定目標點；該植牙系統取得該待植牙部位之一即時影像資訊；該植牙系統根據該植牙前影像資訊所含的至少一初始特徵點與該即時影像資訊上的至少一第一特徵點產生一位置轉換資訊，以將該即時影像資訊上顯示之一第一位置對應至該植牙前影像資訊上顯示之一第二位置；以及根據該植牙前影像資訊、該即時影像資訊、該位置轉換資訊與該植牙前規劃，該植牙系統驅動該植牙裝置於該待植牙部位上依該設定路徑作動，其中，當該植牙裝置依據該植牙前規劃而作動至該至少一設定中繼點處或該設定目標點處，該植牙裝置即受該植牙系統而自該設定路徑中退出。

【0030】 根據前述構想，所述方法進一步包括：該植牙系統偵測該植牙裝置之一即時溫度值；及回應於該即時溫度值之偵測，該植牙系統驅動該植牙裝置自該設定路徑中退出。

【0031】 根據前述構想，所述方法進一步包括：

【0032】 該植牙系統取得一標記裝置之一標記位置資訊，其中該標記裝置係剛性連結於該待植牙部位；

【0033】 該植牙系統比較該標記位置資訊與一預定移動閾值，判斷該待植牙部位的位置是否變化；以及

【0034】 若該待植牙部位的位置產生變化，該植牙系統根據該標記位置資訊、對應於該待植牙部位的位置變化而調整該植牙裝置的一當前位置。

【0035】 根據前述構想，所述方法進一步包括：校正該植牙裝置的一作用端位置。

【0036】 根據前述構想，所述方法進一步包括：根據該待植牙部位的骨質密度和該設定路徑的長度，決定該至少一設定中繼點。

【0037】 根據前述構想，其中，所述取得該待植牙部位之一植牙前影像資訊包括於該植牙前影像資訊上標示該待植牙部位之一齒槽神經位置和一鼻竇位置中至少其一。

【0038】 根據前述構想，所述方法進一步包括：藉由一可穿戴顯示裝置，對操作者提供下列資訊中至少其一：該即時影像資訊、該植牙前規劃之關聯資訊、該設定路徑、該待植牙部位之骨質密度、該植牙裝置的即時溫度、該植牙裝置的作動速度、以及與植牙過程相關聯之一虛擬影像。

#### 【圖式簡單說明】

【0039】 為能更進一步瞭解本發明之特徵與技術內容，請參閱下述有關本發明實施例之詳細說明及如附圖式。惟所揭詳細發明及如附圖式係僅提供參考與說明之用，並非用以對本發明加以限制；其中：

第一圖係根據本發明一例示實施例之植牙系統與待植牙者之間的配置示意圖；

第二圖為以本發明之植牙系統實施植牙的主要流程圖；

第三圖為一流程圖，係根據本發明例示實施例說明植牙系統之植牙前規劃的建立過程；

第四A圖為本發明一具體實施例中於進行手術規劃時繪製牙弓線的示意圖；

第四B圖為本發明一具體實施例中根據牙弓線建立全口影像的示意圖；

第五圖為本發明一具體實施例中將CT坐標轉換至光學坐標的示意圖；

第六圖為本發明中計算轉換資訊的一具體實施例流程圖；

第七圖為本發明中植牙過程的一具體實施例流程圖；

第八圖為本發明中鑽牙過程的一具體實施例流程圖；

第九圖為本發明一具體實施例中鑽牙機制的示意圖；

第十圖為本發明中鎖固植體的一具體實施例流程圖；

第十一圖為本發明一具體實施例中鎖固植體的示意圖。

第十二圖為本發明一具體實施例中校正系統的示意圖。

第十三圖為本發明一具體實施例中在x-z平面上找出器械尖端位置的示意圖。

第十四圖為本發明一具體實施例中在y-z平面上找出器械尖端位置的示意圖。

第十五A圖為本發明一具體實施例中植牙裝置的伸縮鑽頭的示意圖。

第十五B圖為本發明另一具體實施例中植牙裝置的伸縮鑽頭的示意圖。

第十六圖為本發明一具體實施例中標記的示意圖。

第十七圖為本發明中根據標記以偵測患者是否移動的一具體實施例流程圖。

第十八圖為本發明一具體實施例中結合虛擬實境裝置的手術視覺化內容示意圖。

## 【實施方式】

【0040】 下文係參照圖式、並且以示例實施例說明本發明之概念，在圖式或說明中，相似或相同的部分係使用相同的元件符號；再者，圖式係為利於理解而繪製，圖式中各層之厚度與形狀並非元件之實際尺寸或成比例關係。需特別注意的是，圖式中未繪示、或說明書中未描述之元件，可為熟習發明所屬領域技藝之人士所知之形式。

【0041】 請參閱第一圖，其例示說明了本發明一例示實施例之植牙系統與待植牙者之間的配置示意圖。如第一圖所示，植牙系統100之主要構成包含多軸向機器手臂140、植牙裝置150、以及第一光學裝置142和第二光學裝置143，其中多軸向機器手臂是由支臂147、148、149連結而成。植牙裝置150和光學裝置142係耦接於機器手臂140之一作用端，光學裝置143係耦接於機器手臂140（例如耦接於機器手臂140之一基部端）。在本發明實施例中，光學裝置142、143可包含2D相機或2D相機模組，其中相機模組亦可包含投影機。可替代地，在不同實施例中，2D相機可包含紅外線（IR）相機、彩色（RGB）相機或是灰階相機。

【0042】 在本發明中，光學裝置142、143與多軸向機器手臂140之間的位置資訊轉換關係可以透過預先的校正方式而得。此外，植牙裝置150之作用端（例如尖點）152與多軸向機器手臂140之間的位置資訊轉換關係的一具體實施例將於下文中進一步說明（第十二圖至第十四圖）。

【0043】 在本發明中，植牙系統100進一步包括支架120以及標記裝置121。標記裝置121為經設計的特殊標記裝置，其可由光學裝置143捕捉擷取其影像資訊。在本發明中，透過標記裝置121即可與待植牙者10之間做位置上的連結。舉例而言，當待植牙者10的頭部靠置於支架120時，可透過支架120而將進一步使待植牙者的頭部與標記裝置121產生剛性連結，藉此偵測待植牙者10是否移動而導致待植牙部位發生位置變化。較佳為，

可透過第二光學裝置143擷取標記裝置121的新位置來更新植牙路徑。可替代地，在不同實施例中，支架120可連結在待植牙者10的頭部、或是其口腔、抑或是支撐待植牙者10的床架130上。

【0044】 請參閱第二圖，其例示說明了以本發明之植牙系統實施植牙的主要流程圖200。如第二圖所示，在以本發明之植牙系統實施植牙時，首先，輸入待植牙部位的植牙前影像資訊（例如斷層掃描之影像資訊），並根據此影像資訊建構出三維模型（步驟210）。在此具體實施例中，植牙前影像資訊可包含牙科電腦斷層（Computed Tomography，CT）掃描資訊、核磁共振成像（Magnetic Resonance Imaging，MRI）影像資訊、及/或X射線掃描成像（X-ray Imaging）影像資訊。

【0045】 接著，根據前述植牙前影像資訊和建構的三維模型，建立植牙前規劃（步驟220）。在本發明中，植牙前規劃係包括植牙裝置之設定路徑（或稱植牙路徑）、以及與植牙路徑關聯的設定進入點、至少一設定中繼點和設定目標點（即植牙完成之位置），其中設定中繼點是指植牙裝置在進行植牙鑽孔時必須先行退出路徑、停止繼續作動的位置點，其係根據待植牙部位的骨質密度和植牙路徑的路徑長度而決定。在一例示實施例中，植牙裝置係退出路徑而回到設定進入點；但在其他實施例中，亦可退回植牙路徑中的任何適當位置。在本發明中，植牙前影像資訊包括待植牙者的牙齒切面資訊、牙齒牙弓線資訊等；此外，植牙前規劃係可進一步依待植牙者的鼻竇位置資訊、齒槽神經位置資訊、牙齒骨質密度資訊以及預計植入的植體資料（包含廠牌形狀與大小）等而決定，下文將進一步說明（第三圖、第四A圖、第四B圖）。

【0046】 接著，透過光學裝置142拍攝待植牙者的3D局部表面資訊，例如牙齒表面資訊，亦即取得待植牙部位的即時影像資料（步驟230）。接著進入影像資料的坐標轉換過程。

【0047】 於步驟210所建立的三維模型上選擇一至多個特徵點，並相應地於步驟230所取得的即時影像資料（例如牙齒表面資訊）上依序選擇選擇一個至多個特徵點（即依於步驟210中所建立的三維模型上選擇特徵點的順序）以準備進行兩套資料之間的坐標轉換（將於下文中說明，第五圖）（步驟240）。在此實施例中，選擇的特徵點數量為三個，但本發明並不限於此。

【0048】 接著，對應三維模型與牙齒表面資訊上的特徵點，計算轉換矩陣（步驟250）。利用步驟250中計算所得的轉換矩陣，將植牙前影像資料（例如斷層掃描之牙科CT）的坐標轉換至光學系統（即時影像資料）的坐標上（步驟260），以利於將植牙路徑（斷層掃描CT坐標）相關資訊轉換至光學系統坐標，轉換細節將於下文中進一步說明（第六圖）。

【0049】 接著，進一步將植牙路徑相關資訊轉換到機器手臂的坐標系統，以驅動機器手臂和植牙裝置依循植牙路徑作動（步驟270），即開始實施植牙（步驟280），其細節將於下文中進一步說明（第七圖）。

【0050】 參閱第三圖，係根據本發明例示實施例說明植牙系統之植牙前規劃的建立流程圖300。如第三圖所示，植牙前規劃的建立流程包含下述步驟。

【0051】 首先，讀取植牙前影像資料及與待植牙部位相關之資料，例如待植牙部位的錐狀射束電腦斷層掃描（Cone Beam Computed Tomography，CBCT）資料（步驟310）。接著，根據前述影像資料拉取牙弓線（步驟320）。併參第四A圖，拉取牙弓線的方式係在植牙前影像資

料斷層切面410中的牙齒上選取複數個選擇點421~429，選取完後系統即根據選取點之間的位置產生牙弓線430並顯示在切面410中。在此實施例中，選擇點的數量為9個，但本發明並不限於此；亦即在其他具體實施例中，亦可根據實際需求而選取不同數量的選擇點。

【0052】 接著，根據步驟320中所產生的牙弓線建立待植牙者的全口影像（Panoramic，PANO）和三維模型（步驟330），所建立的全口影像如第四B圖所示（標示為440）。進一步偵測鼻竇並且於第四B圖所示之全口影像標示出鼻竇452、454及/或齒槽神經462、464的位置（步驟340），並將資訊顯示於切面資訊中。

【0053】 接著，於資料庫中選取一植體3D模型470置於切面中（步驟350），並且調整植體3D模型470的規劃位置（步驟360），使植體經過路徑不受其他牙齒位置或是骨頭位置干擾。根據本發明，倘植體規劃位置過於靠近鼻竇452、454或齒槽神經462、464，即發出警示訊息通知操作者（步驟370）。最後，系統輸出植牙路徑，包括設定進入點（Entry）480和設定目標點（Target）490。

【0054】 關於坐標系統的轉換，請參閱第五圖和第六圖，其分別示意說明了如何將CT坐標系統轉換至光學坐標系統、以及如何計算坐標轉換矩陣。在本實施例中，係依據於第五圖中選出的特徵點P1、P2、P3、P1'、P2'、P3'來進行如第六圖所示流程圖600之轉換計算。然應了解，第五圖和第六圖在此僅為例示，在不同具體實施例中，係可根據需求選擇不同數量的特徵點以進行轉換矩陣的計算。

【0055】 參閱第六圖，首先計算初對正轉換矩陣（步驟610）。在此實施例中，需先計算出第一初始矩陣 $T_{CT}$ 以及第二初始矩陣  $T_{camera}$ 。透過

以下公式可以滿足第一初始矩陣 $T_{CT}$ 以及第二初始矩陣  $T_{camera}$ 的計算，首先，在CT的計算如下：

$$T_{CT} = \begin{vmatrix} Vector_{X_x} & Vector_{Y_x} & Vector_{Z_x} & P_{1x} \\ Vector_{X_y} & Vector_{Y_y} & Vector_{Z_y} & P_{1y} \\ Vector_{X_z} & Vector_{Y_z} & Vector_{Z_z} & P_{1z} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (1)$$

其中，

$$\begin{aligned} \overrightarrow{P_1P_{2norm}} \times \overrightarrow{P_1P_{3norm}} &= Vector_Y \\ \overrightarrow{P_1P_{2norm}} \times Vector_Y &= Vector_Z \\ \overrightarrow{P_1P_{2norm}} &= Vector_X \end{aligned}$$

其中，向量 $Vector_{X_x}$ 是向量 $Vector_X$ 的x分量，向量 $Vector_{X_y}$ 是向量 $Vector_X$ 的y分量，向量 $Vector_{X_z}$ 是向量 $Vector_X$ 的z分量，以此類推。向量 $Vector_{Y_x}$ 是向量 $Vector_Y$ 的x分量，向量 $Vector_{Y_y}$ 是向量 $Vector_Y$ 的y分量，向量 $Vector_{Y_z}$ 是向量  $Vector_Y$ 的z分量，而向量 $Vector_{Z_x}$ 是向量  $Vector_Z$ 的x分量，向量 $Vector_{Z_y}$ 是向量 $Vector_Z$ 的y分量，向量 $Vector_{Z_z}$ 是向量 $Vector_Z$ 的z分量。其中 $P_{1x}$ 是點P1的x值， $P_{1y}$ 是點 P1的y值，而 $P_{1z}$ 是點 P1的z值。

【0056】 而在光學裝置的計算如下：

$$T_{camera} = \begin{vmatrix} Vector_{X'_x} & Vector_{Y'_x} & Vector_{Z'_x} & P_{1'x} \\ Vector_{X'_y} & Vector_{Y'_y} & Vector_{Z'_y} & P_{1'y} \\ Vector_{X'_z} & Vector_{Y'_z} & Vector_{Z'_z} & P_{1'z} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (2)$$

其中，

$$\begin{aligned} \overrightarrow{P_{1'}P_{2'norm}} \times \overrightarrow{P_{1'}P_{3'norm}} &= Vector_{Y'} \\ \overrightarrow{P_{1'}P_{2'norm}} \times Vector_{Y'} &= Vector_{Z'} \end{aligned}$$

$$\overline{P_1, P_2}_{norm} = Vector_x,$$

其中，向量 $Vector_{x',x}$ 是向量 $Vector_{x'}$ 的x分量，向量 $Vector_{x',y}$ 是向量 $Vector_{x'}$ 的y分量，向量 $Vector_{x',z}$ 是向量 $Vector_{x'}$ 的z分量，以此類推。向量 $Vector_{y',x}$ 是向量 $Vector_{y'}$ 的x分量，向量 $Vector_{y',y}$ 是向量 $Vector_{y'}$ 的y分量，向量 $Vector_{y',z}$ 是向量 $Vector_{y'}$ 的z分量，而向量 $Vector_{z',x}$ 是向量 $Vector_{z'}$ 的x分量，向量 $Vector_{z',y}$ 是向量 $Vector_{z'}$ 的y分量，向量 $Vector_{z',z}$ 是向量 $Vector_{z'}$ 的z分量。其中， $P1'_x$ 是點 $P1'$ 的x值， $P1'_y$ 是點 $P1'$ 的y值，而 $P1'_z$ 是點 $P1'$ 的z值。

【0057】 接著，根據轉換矩陣 $T_{camera} T_{CT}^{-1}$ 而可將CT坐標資訊上的特徵點 $P1$ 、 $P2$ 、 $P3$ 轉換至光學系統坐標系上而變成 $P1_{transformed}$ 、 $P2_{transformed}$ 以及 $P3_{transformed}$ （步驟620）。

【0058】 接著，透過計算 $P1_{transformed}$ 、 $P2_{transformed}$ 、 $P3_{transformed}$ 與 $P1'$ 、 $P2'$ 、 $P3'$ 之間的距離來確認是否滿足閾值（步驟630）；若距離不滿足閾值，則流程回到步驟620並透過 $P1_{transformed}$ 、 $P2_{transformed}$ 、 $P3_{transformed}$ 以更新 $T_{camera}$ 矩陣以及 $T_{camera} T_{CT}^{-1}$ 矩陣，並再轉換出 $P1_{transformed}'$ 、 $P2_{transformed}'$ 以及 $P3_{transformed}'$ 。接著重複進行與 $P1'$ 、 $P2'$ 、 $P3'$ 之間的距離計算直至滿足閾值為止。據此，最終可得到轉換矩陣如下：

$$T_{camera} T_{CT}^{-1}。$$

【0059】 接著，透過光學裝置142（第一圖）以及機器手臂140（第一圖）已知的轉換關係 $T_{camera2robot}$ 而可將光學系統坐標轉換到機器手臂上（步驟610）。配合步驟640中的轉換矩陣 $T_{camera} T_{CT}^{-1}$ 即可得到轉換公式

為 $T_{camera2Robot}T_{camera}T_{CT}^{-1}$ 。藉此，即可將CT坐標系轉換到機器手臂坐標系上。

【0060】 接著請參閱第七圖，其說明了本發明中機器手臂與植牙裝置進行植牙過程的示意流程圖700。如第七圖所示，當植牙裝置到達植牙路徑中設定進入點的位置時，本發明之植牙過程準備開始。

【0061】 首先，於開始進行植牙之前，由操作者（醫師）確認並手動切割牙齦（翻瓣手術），或是利用機器手臂結合特殊器械在牙齦上打洞，藉此方便後續的植牙過程（步驟710）。處理完牙齦之後進行步驟720，步驟720為機器手臂與植牙裝置在進行植牙鑽孔時的動作。由於待植牙者的牙齒組織不能因為鑽牙溫度過高而壞死，因此在步驟720中會另外實施相對應的流程以避免鑽牙過程中溫度過高而傷害牙齒組織（將於第八圖和第九圖中做相應說明）。

【0062】 在根據植牙路徑完成鑽牙之後，機器手臂將規劃中的植體鎖入已鑽好的孔中（步驟730）。在此步驟中，係根據設定好的扭矩值穩定地將植體鎖入，相關細節將於後在第十圖和第十一圖中進一步說明。

【0063】 參閱第八圖，其例示說明了本發明中機器手臂鑽牙過程的示意流程圖800。如第八圖所示，此流程的一項重要目標是要在鑽牙過程中避免細胞因高熱而損傷。是以在本發明中，植牙系統係搭配設有冷卻裝置（例如噴水裝置）來降低鑽牙溫度，並且設有感測器以即時讀取相關感測數值，進以判斷鑽牙位置點是否需重新計算。利用本發明之植牙系統進行之鑽牙過程包括下列步驟：

【0064】 首先，從植牙前影像資訊或掃描資訊讀取植牙路徑中的Hu（Hounsfield Unit，HU）值（步驟810）。接著，處理HU值並計算出相對應的待植牙部位之骨質密度值等級（步驟820）。舉例而言，在此具體

實施例中，係將骨質密度等級分成 N1至N5等之等級，其中數值越小代表骨質密度越小、骨頭較軟；而數字越大則代表骨質密度越大、骨頭較硬。

【0065】 接著，根據前揭骨質密度等級來設定鑽牙工具（鑽頭、鑽針）每一次的移動距離（步驟830）。舉例而言，在此實施例中，骨質密度等極為0至N1的等級單位移動距離為3.5mm；骨質密度等級為 N1至N2的等級單位移動距離為3.0mm；骨質密度等級為N2至N3的等級單位移動距離為2.5mm；骨質密度等級N3至N4的等級單位移動距離為 2.0mm；骨質密度等級N4至N5的等級單位移動距離為 1.5mm（前揭移動單位距離值皆為經驗設計值）。

【0066】 接著，根據植牙路徑的長度和步驟830中所得之單位移動距離值，計算本發明之植牙系統的多軸向機器手臂在整個植牙路徑中會有幾個單位移動位置點（步驟840），此單位移動位置點即設定中繼點。

【0067】 接著，根據步驟840中所計算的設定中繼點的位置，驅動多軸向機器手臂和植牙裝置開始進行鑽牙並啟動冷卻裝置進行灑水降溫（步驟850）。根據本發明，當機器手臂移動至每一個設定中繼點的位置時，機器手臂將驅動植牙裝置自植牙路徑中退出，系統並啟動冷卻裝置灑水降溫，以確保鑽牙溫度不會過高而導致牙齒骨頭壞死。在一例示實施例中，植牙裝置係退出路徑而回到設定進入點；但在其他實施例中，亦可退回植牙路徑中的任何適當位置。此外，於鑽牙過程，亦可透過附加在機器手臂或植牙裝置上的溫度感測器或壓力感測器來偵測植牙裝置的即時溫度和壓力（步驟860），藉此判斷目前的進程和情況（步驟870）；其中，當感測數值超過閾值時，機器手臂即驅動植牙裝置自植牙路徑中退回到設定進入點位置，並回到步驟830，重新計算鑽牙單位移動距離並更新單位移動位置點（即設定中繼點）後再持續鑽牙。若感測器資訊沒有超過閾值，則機器

手臂操縱植牙裝置以繼續移動到下個位置點直到到達植牙路徑的設定目標點為止，亦即完成鑽牙過程。

【0068】 請參閱第九圖，其例示說明了本發明中機器手臂鑽牙過程的示意圖。如圖所示，在對待植牙部位進行翻瓣作業後，牙齦910已經翻開而露出下方的齒骨930；植牙路徑上包括有設定進入點940、至少一個（圖示為三個）設定中繼點（或單位移動位置點）962、964、966以及設定目標點950。鑽針920自設定進入點940開始進入植牙路徑中作動，並且在移動到每一個設定中繼點962、964、966時停止前進、往回退至退出植牙路徑，系統此時啟動冷卻裝置進行灑水降溫，以避免齒骨930因溫度過高而壞死。在一例示實施例中，植牙裝置係退出植牙路徑而回到設定進入點；但在其他實施例中，亦可退回植牙路徑中的任何適當位置。在本發明中，設定中繼點（或單位移動位置點）是根據植牙路徑的長度和待植牙部位的齒骨骨質密度決定。在本發明中，植牙裝置（即鑽針920）係連結在多軸向機器手臂的作用端部處，受機器手臂的帶動而作動。

【0069】 在一具體實施例中，在讀取植牙路徑的HU數值之後，進行鑽牙過程相關位置點計算，例如設定進入點、設定中繼點和設定目標點。此外，在鑽牙過程中係搭配噴水裝置降低鑽牙溫度，進以避免待植牙部位的細胞損傷；同時即時讀取溫度或壓力感測器之數值，即時判斷鑽牙相關位置點是否重新計算。在不同實施例中，感測器可加掛在機器手臂或植牙裝置上，供系統讀取其數值。在一實施例中，在開始鑽牙前，系統讀取植牙路徑及HU值，對照相對應的移動單位距離，並且計算/決定植牙路徑中的設定中繼點（計算移動頻率）。

【0070】 請參閱第十圖，其例示說明了本發明之植體鎖固流程圖1000。如第十圖所示，本發明之植體鎖固流程包括如下步驟：

【0071】 首先，將植牙機（即植體鎖固裝置）連接至本發明之植牙系統（步驟1010）。在此實施例中，可使用市售的植牙機，其已備有植體的轉速或是扭矩等相關資料。本發明之植牙系統連接植牙機取得植體的相關扭矩資訊來進行機器手臂之回饋控制。

【0072】 接著，設定稍後將鎖上植體時的扭矩值（torque）（步驟1020）。扭矩值的數值會根據植體大小、待植牙部位的骨質密度而有所不同。在此具體實施例中，扭矩值係醫師根據其經驗值而設定至系統中。在本發明之植牙裝置上安裝好鎖固植體之鑽針（步驟1030），系統開始驅動機器手臂至植牙路徑的設定進入點（步驟1040）。接著將植體固定於鑽針上（步驟1050），開始鎖固植體並且即時偵測目前的扭矩值（步驟1060）。根據扭矩值的即時偵測結果，判斷扭矩值是否超出植牙機於步驟1020中所設定的扭矩值以及植體是否已到達定位（步驟1070）：如否，流程即回到步驟1060，植牙裝置持續往復進行植體的鎖固與鬆開鎖植體；如即時偵測到扭矩值達到步驟1020中所設定的值並且到達植牙路徑的設定目標點，即完成本發明之植體鎖固流程。

【0073】 請參閱第十一圖，其說明本發明一實施例之鎖固植體示意圖。如圖所示，植牙機1120係連接於本發明之植牙系統的機器手臂1110和在機器手臂1110作用端上的植牙裝置，植牙裝置上連接有植體1130。在植體鎖固過程1140中，植牙裝置係自植牙路徑的設定進入點1142開始進入待植牙部位之齒骨1141，系統沿植牙路徑執行前揭關於第十圖所述之相關步驟，直至到達植牙路徑中的設定目標點1143。在本發明中，係利用植牙機1120設定植體扭矩值，將植牙裝置及鑽針連接於機器手臂1110作用端處，即時偵測目前扭矩值變化以及植體是否到達定位，藉由反覆執行動作以將植體鎖固定位，直至植體到達預設植牙位置為止。

【0074】 請參閱第十二圖，其例示說明了本發明一具體實施例中校正系統的示意圖。如第十二圖所示，校正流程的目的在於校正植牙裝置的作用端（尖點）位置並轉換到機器手臂坐標上。在此具體實施例中，植牙裝置固定於機器手臂法蘭盤上。此系統配置上包含了機器手臂的法蘭盤1212、植牙裝置支撐座1210、植牙裝置1211、植牙裝置前端器械（例如鑽針）1220、器械尖端1221、第一光源1232、第二光源1234、第一相機1242、第二相機1244以及計算電腦1260，計算電腦1260透過有線或無線方式連線控制機器手臂。在一些具體實施例中，第一光源1232與第二光源1234可為垂直設置在平面1250上的背光板。在一些具體實施例中，平面1250由機器手臂坐標系透過校準方法使用附接在法蘭盤1212上的標準器械來進行校正。平面1250經過校正後，可將第一光源1232的x和z方向坐標與機器手臂的x和z坐標對應，並將第二光源1234的y和z方向坐標與機器手臂的y和z坐標對應。

【0075】 在一些具體實施例中，第一光源1232和第二1234相對於彼此垂直。在一些其他具體實施例中，第一相機1242設置在平面1250上並垂直於第二光源1234，第二相機1244設置在平面1250上並垂直於第一光源1232。前端器械1220可設置在第一光源1232與第二光源1234中，並且被第一相機1242和第二相機1244所拍攝。

【0076】 請參閱第十三圖，其例示說明了本發明一具體實施例中在x-z平面上找出器械尖端位置的過程示意圖。如第十三圖所示，前端器械1220可投影至第一背光板1232上而被第一相機1242所拍攝。在某些具體實施例中，前端器械1220影像出現在影像1301、1302、1303中。進一步地，在影像1301中找出前端器械1220與前端器械尖端1221。由於投影平面已經與機器手臂坐標（x, z）做校正。因此將前端器械尖端1221移動至

影像中央，如1302中所示。接著透過影像將前端器械1220方向轉正如1303所示。到此即完成前端器械在機器手臂x-z坐標方向的校正。

【0077】 請參閱第十四圖，其例示說明了本發明一具體實施例中在y-z平面上找出器械尖端位置的過程示意圖。如第十四圖所示，前端器械1220可投影至第二背光板1234上而被第二相機1244所拍攝。在某些具體實施例中，前端器械1220影像出現在影像1401、1402、1403中。進一步地，在影像1401中找出前端器械1220與前端器械作用端（即尖點）1221。由於投影平面已經與機器手臂坐標（y, z）做校正，因此將前端器械尖點1221移動到影像中央，如1402中所示。接著透過影像將前端器械1220方向轉正如1403所示。到此即完成前端器械在機器手臂y-z坐標方向的校正。

【0078】 根據本發明，不斷重複第十三圖與第十四圖所示過程中的步驟，直到前端器械尖端1221的x-z投影影像與y-z投影影像上距離中心點的相數值小於預設之閾值，即完成校正。

【0079】 本發明亦提供了一種可伸縮的鑽牙裝置，適用於例如對後排臼齒等空間有限的待植牙部位之植牙鑽孔用。

【0080】 請參閱第十五A圖以及第十五B圖，其分別根據本發明兩個不同具體實施例，說明可用於本發明之植牙裝置的可伸縮鑽牙裝置（鑽頭）的結構示意圖；其中第十五A圖所示實施例為使用離心力驅使方式進行伸縮之鑽頭，第十五B圖所示實施例為使用螺接推動方式進行伸縮的鑽頭。

【0081】 如第十五A圖所示，本發明之可伸縮的鑽牙裝置1510主要包括套筒1511和容置在套筒1511內部的鑽針組件。套筒1511於其一第一端部處係設有一安裝部1512而供安裝於一植牙裝置（圖中未示），且於與該

安裝部1512相對的一第二端部處係形成有一孔1513。鑽針組件是由柱形基座1514、鑽針本體1515、至少一個滾珠1516、1517以及彈簧1518所組成；其中，柱形基座1514的輪廓係與套筒1511內部相應而以其外圍抵接於套筒1511之內壁，柱形基座1514於靠近套筒安裝部1511之一側係形成有一錐面凹部1519；鑽針本體1515的一端係連接於柱形基座1514，其另一端係自套筒1511的孔1513伸出一第一長度；彈簧1518係套設於鑽針本體1515之位於套筒1511內部的部分，彈簧1518的一端抵接於柱形基座1514，另一端係於該第二端部近側處（即靠近孔1513的一端）抵接於套筒1511之內壁；至少一滾珠（在此實施例中為兩個滾珠）1516、1517係置於錐面凹部1519中。此時鑽針係呈現回縮狀態，即如第十五A圖之左圖所示。

【0082】 當本發明之植牙裝置受驅動而帶動可伸縮鑽牙裝置1510旋轉時，滾珠1516、1517即沿著錐面凹部1519的凹面而自錐面凹部1519中心向外滾動，從而對錐面凹部1519產生一作用力（離心力）；柱形基座1514受此作用力作用而將鑽針本體1515自套筒1511的孔1513進一步推出至一第二長度（大於第一長度）。此時，鑽針係呈現伸出狀態，即如第十五A圖之右圖所示。

【0083】 較佳地，柱形基座1514與鑽針本體1515係一體成形。

【0084】 又如第十五B圖所示，在另一實施例中，本發明之可伸縮鑽牙裝置1520主要包括套筒1521和鑽針構件。套筒1521於其一第一端部處係設有一安裝部1522而供安裝於一植牙裝置（未示），且於與該安裝部相對的一第二端部處係形成有一螺孔1523。鑽針構件具有一抵接頭部1524和自該抵接頭部1524延伸之一鑽針本體1525，鑽針本體1525上係形成有外螺紋結構1526；鑽針構件係以外螺紋結構1526螺接於套筒1521之螺孔

1523。當抵接頭部1524在一第一位置處（如第十五B圖之左圖所示位置），係於該第一端部（即靠近安裝部1522）近側抵接於套筒1521之內壁，此時鑽牙裝置1520係呈現回縮狀態，如第十五B圖之左圖所示。當植牙裝置受驅動而帶動套筒1521旋轉時，與套筒1521螺接之鑽針本體1525係自該第一位置移動至一第二位置而自套筒1521伸出，直到抵接頭部1524在該第二位置處（如第十五B圖之右圖所示位置）於該第二端部近側為抵接於套筒1521之內壁為止。此時，鑽牙裝置1520係呈現伸出狀態，如第十五B圖之右圖所示。根據本發明之鑽牙裝置1510、1520係因應鑽牙時口腔內部空間狹小時而設計，可減少醫師因鑽牙空間變化而需更換鑽頭的次數。

【0085】 請參閱第十六圖，其例示說明了一具體實施例中之標記裝置的示意圖。如第十六圖所示，標記裝置1600可對應第一圖中的標記裝置121。在一些具體實施例中，標記裝置1600包括特徵點1601、1602、1603、1604、1605以及識別圖案1609。在一實施例中，標記裝置1600的特徵點1601、1602、1603、1604、1605與識別圖案1609可以發射具有特定波長的光，且此光可以由設於本發明之植牙系統中的光學裝置（例如，光學裝置143）所捕獲；與之相比，標記裝置1600的其他部分則發射非常少的這種光，因此可能幾乎不被光學裝置所捕獲。在其他具體實施例中，標記裝置1600的特徵點1601、1602、1603、1604、1605與識別圖案1609可反射由具有特定波長的光源產生的光，此光可由設於本發明之植牙裝置中的光學裝置（例如，光學裝置143）所捕獲；與之相比，標記1600的其他部分則可以吸收此光，因此可能幾乎不被光學裝置所捕獲。

【0086】 當系統找尋到標記裝置影像中的特徵點1601、1602、1603、1604、1605和識別圖案1609的位置時，透過一些二維對三維的坐

標轉換方法（例如，PNP 演算法），即可知特徵點1601、1602、1603、1604、1605與識別圖案1609在空間中的三維位置，並可得到轉換關係。另由於在第一圖所示配置中，係將標記裝置121與待植牙者10之間做剛性連結（透過支架120將待植牙者頭部與標記裝置121做一剛性連結），因此可藉此偵測待植牙者（或待植牙部位）是否發生移動。

【0087】 請參閱第十七圖，其例示說明了本發明中根據標記裝置來偵測待植牙者（或待植牙部位）是否發生移動的方法流程圖1700。在本發明中，係於第二圖所示的步驟270至步驟 280之間不斷地以此方法偵測待植牙者（或待植牙部位）的位置，進以決定是否更新路徑。如第十七圖所示，方法流程係包括下列步驟：

【0088】 首先，註冊初始偵測到的標記位置（步驟1710），並計算轉換關係T。接著，根據目前偵測到的標記影像中的點1601、1602、1603、1604、1605和識別圖案1609的位置，透過轉換關係T 投影回影像中，藉此比較目前標記點位置與初始標記點位置的距離（步驟1720）。接著，計算目前投影回影像中的距離是否大於設定的閾值（步驟1730）：若沒有，則回到步驟 1710 並且不斷地計算；若距離大於設定的閾值，則判斷待植牙者或待植牙部位已發生移動（步驟1740），此時系統相應地更新轉換關係T'，並且更新手術路徑資訊（步驟1750）。

【0089】 本發明之植牙系統係進一步連接一可穿戴顯示裝置（例如可穿戴式的虛擬實境顯示裝置），以對操作者（醫師）顯示植牙過程中的相關訊息。請參閱第十八圖，其例示說明了本發明一具體實施例中結合虛擬實境裝置的手術視覺化內容之示意圖。如第十八圖所示，操作者（醫師）1810在利用本發明之植牙裝置1830對一待植牙者1820實施植牙時係穿戴上虛擬實境顯示裝置1840，虛擬實境顯示裝置1840可用來顯示植牙過

程中的相關內容，並結合相關視覺化資訊介面1850而對操作者1810顯示。在此具體實施例中，視覺化資訊介面1850可包含植牙前規劃相關資訊，包括植牙前斷層掃描所得到的切面、骨質密度的HU值（顯示資訊1854）、牙齒齒槽神經（顯示資訊1855）、包含設定進入點（顯示資訊1859）與設定目標點（顯示資訊1858）之植體植牙路徑。同時，此視覺化資訊介面1850還可結合植牙過程中所得到的相關訊息，包含鑽針溫度（顯示資訊1851）、目前鑽頭轉速（顯示資訊1852）、鑽頭受力值（顯示資訊1853）與目前鑽針深度（顯示資訊1856）等，並可將即時影像資訊（顯示資訊1857）在視覺化資訊介面1850中疊加到待植牙者的影像上。在其他具體實施例中，植牙過程中的即時資訊可能包含其他感應器之偵測資訊，例如扭矩、警示訊息、鑽針或植體碰觸到齒槽神經或是鼻竇的警示區域等。視覺化資訊介面1850也可顯示以包含其他的植牙前資訊，例如全口影像（PANO）、牙弓線資訊等；但本發明不以此為限。在其他具體實施例中，虛擬實境顯示裝置1840可不限於頭戴式或是其他相關形式。

【0090】 至此，前述實施方式已透過使用區塊圖、流程圖及/或示例闡述該等裝置及/或程序之各種具體實施例。在這樣的區塊圖、流程圖及/或示例含有一個或多個功能及/或操作的範圍內，此領域技術者將能理解這樣的區塊圖、流程圖或示例內的每個功能及/或操作，皆可透過廣泛硬體、軟體、韌體或幾乎其任何組合個別及/或集體實行。在一些具體實施例中，文中所說明之該標的之幾個部分可能係透過專用積體電路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC）、場可編程閘陣列（Field Programmable Gate Array，FPGA）、數位訊號處理器（Digital signal processor，DSP）或其他積體格式實行。然而，熟習此領域技術者將能認可，文中所揭示該等具體實施例之一些態樣可全部或部分在積體電路中等

效實行為在一部或多部電腦上運行的一個或多個電腦程式（如在一個或多個電腦系統上運行的一個或多個程式）、在一個或多個處理器上運行的一個或多個程式（如在一個或多個微處理器上運行的一個或多個程式）、韌體或幾乎其任何組合，並且設計該電路及/或編寫該軟體及/或韌體的該代碼將根據此所揭示內容完全在熟習此領域技術者之技術範圍內。此外，熟習此領域技術者將能瞭解，文中所說明之該標的之該等機制能夠以多種形式分散（distributed）為程式產品，並且文中所說明之該標的之例示性具體實施例不論用於實際執行該經銷的訊號承載媒體之該特定類型為何皆適用。訊號承載媒體之示例包括，但不限於，下列：一可記錄類型媒體，例如軟式磁碟、硬碟機、光碟（Compact Disc，CD）、數位影音光碟（Digital Versatile Disk，DVD）、數位磁帶、電腦記憶體等；以及一傳輸類型媒體，例如數位及/或類比通訊媒體（如光纖電纜、波導、有線通訊連結、無線通訊連結等）。

【0091】 本發明之植牙系統及其方法已經由上述說明及圖式加以說明。然應了解，本發明各具體實施例僅是做為說明之用，在不脫離本發明申請專利範圍與精神下可進行各種改變，且均應包含於本發明之專利範圍中。因此，本說明書所描述的各具體實施例並非用以限制本發明，本發明之真實範圍與精神揭示於以下申請專利範圍。

【符號說明】

【0092】

- 10 待植牙者
- 100 植牙系統
- 120 支架
- 121 標記裝置

- 130 床架
- 140 機器手臂
- 142 光學裝置
- 143 光學裝置
- 147 支臂
- 148 支臂
- 149 支臂
- 150 植牙裝置
- 152 植牙裝置的作用端/尖點
- 200 流程圖
- 210-280 步驟
- 300 流程圖
- 310-380 步驟
- 410 斷層切面
- 421-429 選擇點
- 430 牙弓線
- 440 全口影像（PANO）
- 452 鼻竇
- 454 鼻竇
- 462 齒槽神經
- 464 齒槽神經
- 470 植體3D模型
- 480 設定進入點
- 490 設定目標點

- 600 流程圖
- 610-640 步驟
- 700 流程圖
- 710-730 步驟
- 800 流程圖
- 810-880 步驟
- 910 牙齦
- 920 鑽針
- 930 齒骨
- 940 設定進入點
- 950 設定目標點
- 962、964、966 設定中繼點
- 1000 流程圖
- 1010-1080 步驟
- 1110 機器手臂
- 1120 植牙機
- 1130 植體
- 1140 植體鎖固過程
- 1141 齒骨
- 1142 設定進入點
- 1143 設定目標點
- 1210 植牙裝置支撐座
- 1211 植牙裝置
- 1212 法蘭盤

- 1220 前端器械（鑽針）
- 1221 器械前端
- 1232 第一光源
- 1234 第二光源
- 1242 第一相機
- 1244 第二相機
- 1250 平面
- 1260 計算電腦
- 1301-1303 影像
- 1401-1403 影像
- 1510 鑽牙裝置
- 1511 套筒
- 1512 安裝部
- 1513 孔
- 1514 柱形基座
- 1515 鑽針本體
- 1516 滾珠
- 1517 滾珠
- 1518 彈簧
- 1519 錐形凹部
- 1520 鑽牙裝置
- 1521 套筒
- 1522 安裝部
- 1523 螺孔

- 1524 抵接頭部
- 1525 鑽針本體
- 1526 外螺紋結構
- 1600 標記裝置
- 1601-1605 特徵點
- 1609 識別圖案
- 1700 流程圖
- 1710-1750 步驟
- 1810 操作者
- 1820 待植牙者
- 1830 植牙裝置
- 1840 顯示裝置
- 1850 視覺化資訊介面
- 1851-1859 顯示資訊
- P1-P3 特徵點
- P1’-P3’ 特徵點

【生物材料寄存】

【0093】 無

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種植牙系統，包括：

一多軸向機器手臂，於其一作用端處係連結一植牙裝置；  
以及

至少一光學裝置，耦接於該多軸向機器手臂，以於植牙過程中擷取一待植牙者之一待植牙部位的一即時影像資訊；

其中，該多軸向機器手臂係根據一植牙前規劃與該即時影像資訊之一關聯結果，驅動該植牙裝置於該待植牙部位上依一設定路徑作動；

其中，該植牙前規劃係與該待植牙部位的一三維模型相關聯，並且包含與該設定路徑關聯之一設定進入點、至少一設定中繼點和一設定目標點，該三維模型係自該待植牙部位的一植牙前影像資訊建構而成。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述之植牙系統，其中該植牙前影像資訊包括一電腦斷層（Computed Tomography，CT）掃描影像資訊、一磁性共振（Magnetic Resonance Imaging，MRI）影像資訊和一X射線（X-Ray Imaging）影像資訊中之一或多者。

【第3項】 如申請專利範圍第1項所述之植牙系統，其中該至少一光學裝置包括一第一光學裝置和一第二光學裝置，其中該第一光學裝置係耦接於該多軸向機器手臂之該作用端以擷取該即時影像資訊，該第二光學裝置係耦接於該多軸向機器手臂以擷取一標記位置資訊。

- 【第4項】 如申請專利範圍第3項所述之植牙系統，其中該多軸向機器手臂具有不同於該作用端之一基部端，且其中該第二光學裝置係耦接於該基部端。
- 【第5項】 如申請專利範圍第3項所述之植牙系統，進一步包括一標記裝置，該標記裝置係剛性連結於該待植牙者，其中該第二光學裝置係擷取與該標記裝置關聯之該標記位置資訊。
- 【第6項】 如申請專利範圍第1項所述之植牙系統，其中該設定路徑係至少依據該植牙前影像資訊中所標記之齒槽神經位置與鼻竇位置中其一而定。
- 【第7項】 如申請專利範圍第1項所述之植牙系統，其中該至少一設定中繼點係至少依據該待植牙部位之骨質密度和該設定路徑之長度而定。
- 【第8項】 如申請專利範圍第1項所述之植牙系統，其中該植牙裝置受驅動於該待植牙部位上依該設定路徑作動前進，並且在抵達該至少一設定中繼點時自該設定路徑退出。
- 【第9項】 如申請專利範圍第1項所述之植牙系統，更包括一溫度感測器，係設於該植牙裝置上，其中該植牙裝置係回應於該溫度感測器之感測結果而自該設定路徑退出。
- 【第10項】 如申請專利範圍第8項所述之植牙系統，其中當該植牙裝置自該設定路徑退出，該植牙系統進一步調整該植牙前規劃中的該至少一設定中繼點。

【第11項】如申請專利範圍第1項所述之植牙系統，進一步包括一植體鎖固裝置，其受該多軸向機器手臂驅動而將一植體依該設定路徑鎖固至該待植牙部，其中當關聯於該植體的一即時扭矩值達一預設扭矩閾值時，該植體鎖固裝置即停止作動。

【第12項】如申請專利範圍第10項所述之植牙系統，進一步包括一警示裝置，其耦接於該植牙裝置，以於該植體偏離該設定路徑時發出一警示資訊。

【第13項】如申請專利範圍第1項所述之植牙系統，進一步包括一處理裝置，其與該多軸向機器手臂和該至少一光學裝置通訊連接，以依據該植牙前規劃和該即時影像資訊之該關聯結果，指示該多軸向機器手臂驅動該植牙裝置於該待植牙部位上依該設定路徑作動。

【第14項】如申請專利範圍第12項所述之植牙系統，進一步包括一穿戴式顯示裝置，係與該處理裝置通訊連接，以對操作者顯示該即時影像資訊、該植牙前影像資訊、該設定路徑、該設定進入點、該至少一設定中繼點、該設定目標點、該待植牙部位之骨質密度、該植牙裝置的即時溫度、該植牙裝置的作動速度、植體的即時扭矩、以及與植牙過程相關聯之一虛擬影像中至少其一。

【第15項】一種植牙系統，包括：

一多軸向機器手臂；以及

一植牙裝置，係連結於該多軸向機器手臂之一作用端；

其中，該多軸向機器手臂係根據一植牙前規劃，驅動該植牙裝置於一待植牙者之一待植牙部位上依一設定路徑往復作動至完成植牙鑽孔；

其中，該植牙前規劃包含與該設定路徑關聯之至少一設定中繼點，該至少一設定中繼點係至少依據該待植牙部位之骨質密度與該設定路徑之長度而定。

**【第16項】** 如申請專利範圍第14項所述之植牙系統，進一步包括：

一第一光學裝置，係耦接於該多軸向機器手臂之該作用端，以於該植牙裝置作動期間擷取該待植牙部位的一即時影像資訊；

一標記裝置，剛性連結於該待植牙者；以及

一第二光學裝置，係耦接於該多軸向機器手臂之一基部端以擷取該標記裝置之一標記位置資訊。

**【第17項】** 如申請專利範圍第15項所述之植牙系統，進一步包括一處理裝置，其與該多軸向機器手臂、該第一光學裝置和該第二光學裝置通訊連接，以依據該植牙前規劃和該即時影像資訊之該關聯結果，指示該多軸向機器手臂驅動該植牙裝置於該待植牙部位上依該設定路徑往復作動。

**【第18項】** 如申請專利範圍第16項所述之植牙系統，進一步包括一穿戴式顯示裝置，係與該植牙系統通訊連接，以對操作者顯示該即時影像資訊、該植牙前規劃之關聯資訊、該設定路徑、該待植牙

部位之骨質密度、該植牙裝置的即時溫度、該植牙裝置的作動速度、以及與植牙鑽孔過程相關聯之一虛擬影像中至少其一。

【第19項】如申請專利範圍第14項所述之植牙系統，其中該植牙前規劃係與該待植牙部位的一三維模型相關聯，且該三維模型係自該待植牙部位的一植牙前影像資訊建構而成。

【第20項】如申請專利範圍第14項所述之植牙系統，其中該植牙前影像資訊包括一電腦斷層（Computed Tomography，CT）掃描影像資訊、一磁性共振（Magnetic Resonance Imaging，MRI）影像資訊和一X射線（X-Ray Imaging）影像資訊中之一或多者。

【第21項】如申請專利範圍第19項所述之植牙系統，其中該設定路徑係至少依據該植牙前影像資訊中所標記之齒槽神經位置與鼻竇位置中其一而定。

【第22項】如申請專利範圍第14項所述之植牙系統，其中該植牙裝置受驅動於該待植牙部位上依該設定路徑作動前進，並且在抵達該至少一設定中繼點時自該設定路徑退出。

【第23項】如申請專利範圍第14項所述之植牙系統，更包括一溫度感測器，係設於該植牙裝置上，其中該植牙裝置係回應於該溫度感測器之感測結果而自該設定路徑退出。

【第24項】如申請專利範圍第22項所述之植牙系統，其中當該植牙裝置自該設定路徑退出，該植牙系統進一步調整該植牙前規劃中的該至少一設定中繼點。

【第25項】如申請專利範圍第14項所述之植牙系統，其中該植牙裝置係一可伸縮的鑽牙裝置。

【第26項】一種植牙用之可伸縮鑽牙裝置，包括：

一套筒，於其一第一端部處係設有一安裝部供安裝於一植牙裝置，且於與該安裝部相對的一第二端部處係形成有一螺孔；

一鑽針構件，其具有一抵接頭部和自該抵接頭部延伸之一鑽針本體，該鑽針本體上係形成有外螺紋部，該鑽針構件係以該外螺紋部螺接該套筒之該螺孔；

其中該抵接頭部在一第一位置處係於該第一端部近側抵接於該套筒之一內壁，且當該植牙裝置受驅動而帶動該套筒旋轉時，與該套筒螺接之該鑽針係自該第一位置移動至一第二位置而自該套筒伸出，直到該抵接頭部在該第二位置處於該第二端部近側為抵接於該套筒之內壁為止。

【第27項】一種植牙用之可伸縮鑽牙裝置，包括：

一套筒，於其一第一端部處係設有一安裝部供安裝於一植牙裝置，且於與該安裝部相對的一第二端部處係形成有一孔；  
以及

一鑽針組件，係位於該套筒內部，該鑽針組件包括：

一柱形基座，其輪廓係與該套筒內部相應而以其一外圍抵接於該套筒之內壁，該柱形基座於靠近該安裝部之一側係形成有一錐面凹部；

一鑽針本體，其一端係連接於該柱形基座，另一端係自該套筒的該孔伸出一第一長度；

一彈簧，係套設於該鑽針本體之位於該套筒內部的部分，其一端抵接於該柱形基座，另一端係於該第二段部近側處抵接於該套筒之內壁；及

至少一滾珠，置於該錐面凹部中；

其中，該柱形基座與該鑽針本體係一體成形，且

其中，當該植牙裝置受驅動而帶動該可伸縮鑽牙裝置旋轉時，該至少一滾珠係沿該錐面凹部自該錐面凹部中心向外滾動而於該錐面凹部產生一作用力，該柱形基座受該作用力作用而將該鑽針本體自該套筒的該孔進一步推出至一第二長度。

【第28項】一種植牙導航方法，用以於一植牙系統中引導一植牙裝置於一待植牙部位上依一設定路徑作動，該方法包括：

該植牙系統取得該待植牙部位之一植牙前影像資訊；

基於該植牙前影像資訊，該植牙系統建構該待植牙部位的一三維模型；

該植牙系統根據該植牙前影像資訊和該三維模型產生一植牙前規劃，其中該植牙前規劃包含與該設定路徑關聯之一設定進入點、至少一設定中繼點和一設定目標點；

該植牙系統取得該待植牙部位之一即時影像資訊；

該植牙系統根據該植牙前影像資訊所含的至少一初始特徵點與該即時影像資訊上的至少一第一特徵點產生一位置轉換資訊，以將該即時影像資訊上顯示之一第一位置對應至該植牙前影像資訊上顯示之一第二位置；以及

根據該植牙前影像資訊、該即時影像資訊、該位置轉換資訊與該植牙前規劃，該植牙系統驅動該植牙裝置於該待植牙部位上依該設定路徑往復作動，

其中，當該植牙裝置依據該植牙前規劃而作動至該至少一設定中繼點處或該設定目標點處，該植牙裝置即受該植牙系統而自該設定路徑中退出。

**【第29項】** 如申請專利範圍第27項所述之方法，進一步包括：

該植牙系統偵測該植牙裝置之一即時溫度值；及

回應於該即時溫度值之偵測，該植牙系統驅動該植牙裝置自該設定路徑中退出。

**【第30項】** 如申請專利範圍第27項所述之方法，進一步包括：

該植牙系統取得一標記裝置之一標記位置資訊，其中該標記裝置係剛性連結於該待植牙部位；

該植牙系統比較該標記位置資訊與一預定移動閾值，判斷該待植牙部位的位置是否變化；以及

若該待植牙部位的位置產生變化，該植牙系統根據該標記位置資訊、對應於該待植牙部位的位置變化而調整該植牙裝置的一當前位置。

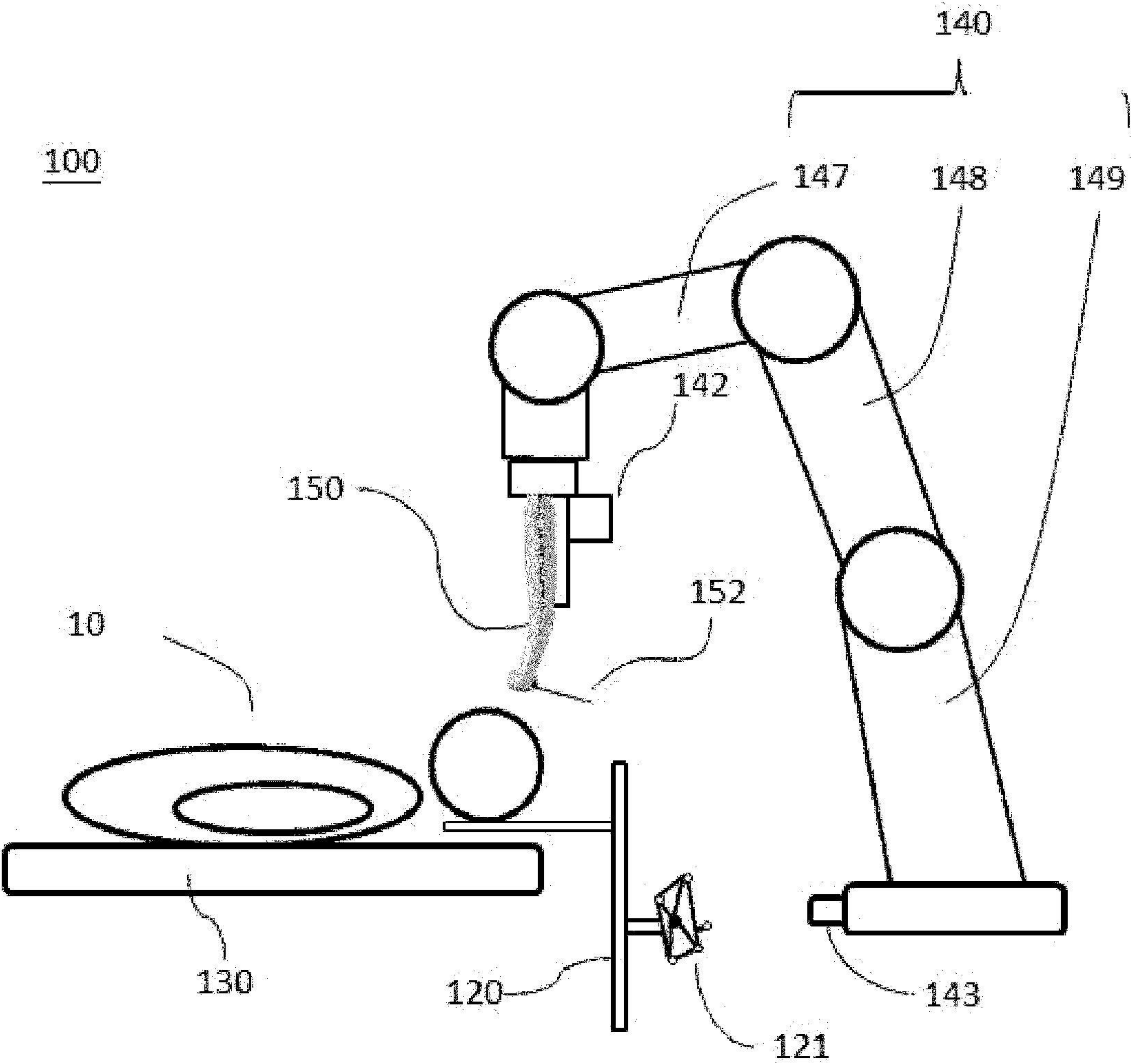
【第31項】如申請專利範圍第27項所述之方法，進一步包括：校正該植牙裝置的一作用端位置。

【第32項】如申請專利範圍第27項所述之方法，進一步包括：根據該待植牙部位的骨質密度和該設定路徑的長度，決定該至少一設定中繼點。

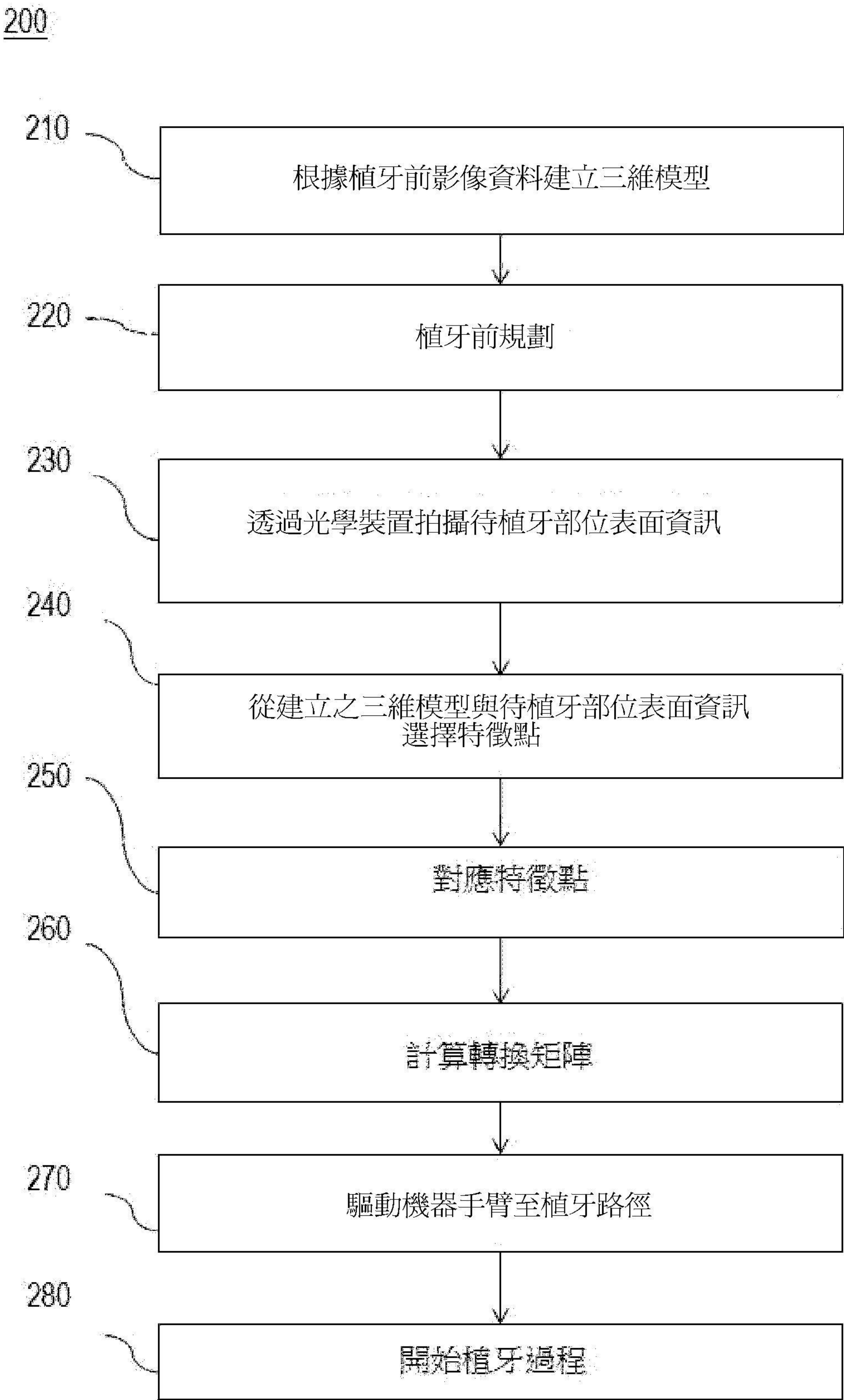
【第33項】如申請專利範圍第27項所述之方法，其中，所述取得該待植牙部位之一植牙前影像資訊包括於該植牙前影像資訊上標示該待植牙部位之一齒槽神經位置和一鼻竇位置中至少其一。

【第34項】如申請專利範圍第27項所述之方法，進一步包括：藉由一可穿戴顯示裝置，對操作者提供下列資訊中至少其一：該即時影像資訊、該植牙前規劃之關聯資訊、該設定路徑、該待植牙部位之骨質密度、該植牙裝置的即時溫度、該植牙裝置的作動速度、以及與植牙過程相關聯之一虛擬影像。

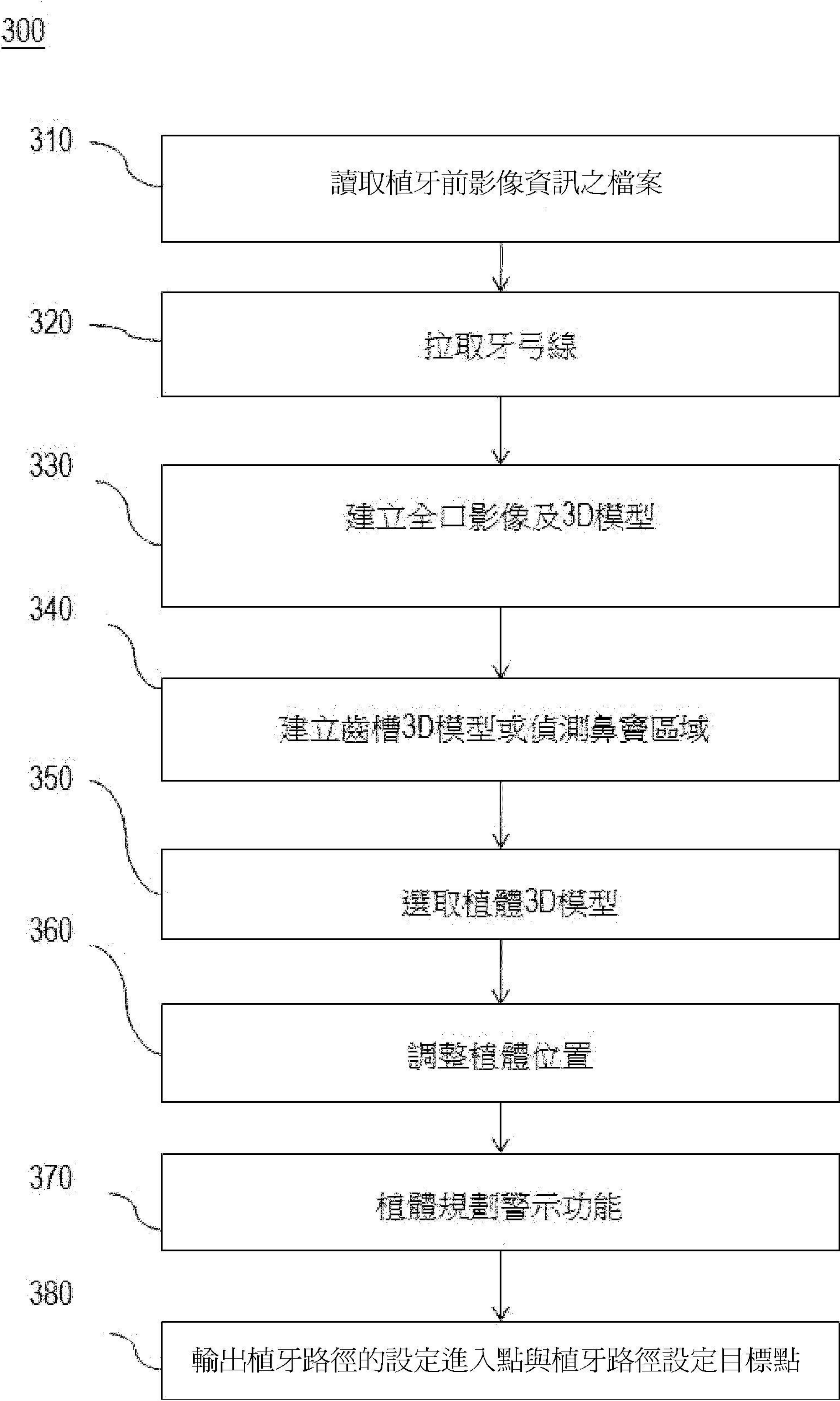
【發明圖式】



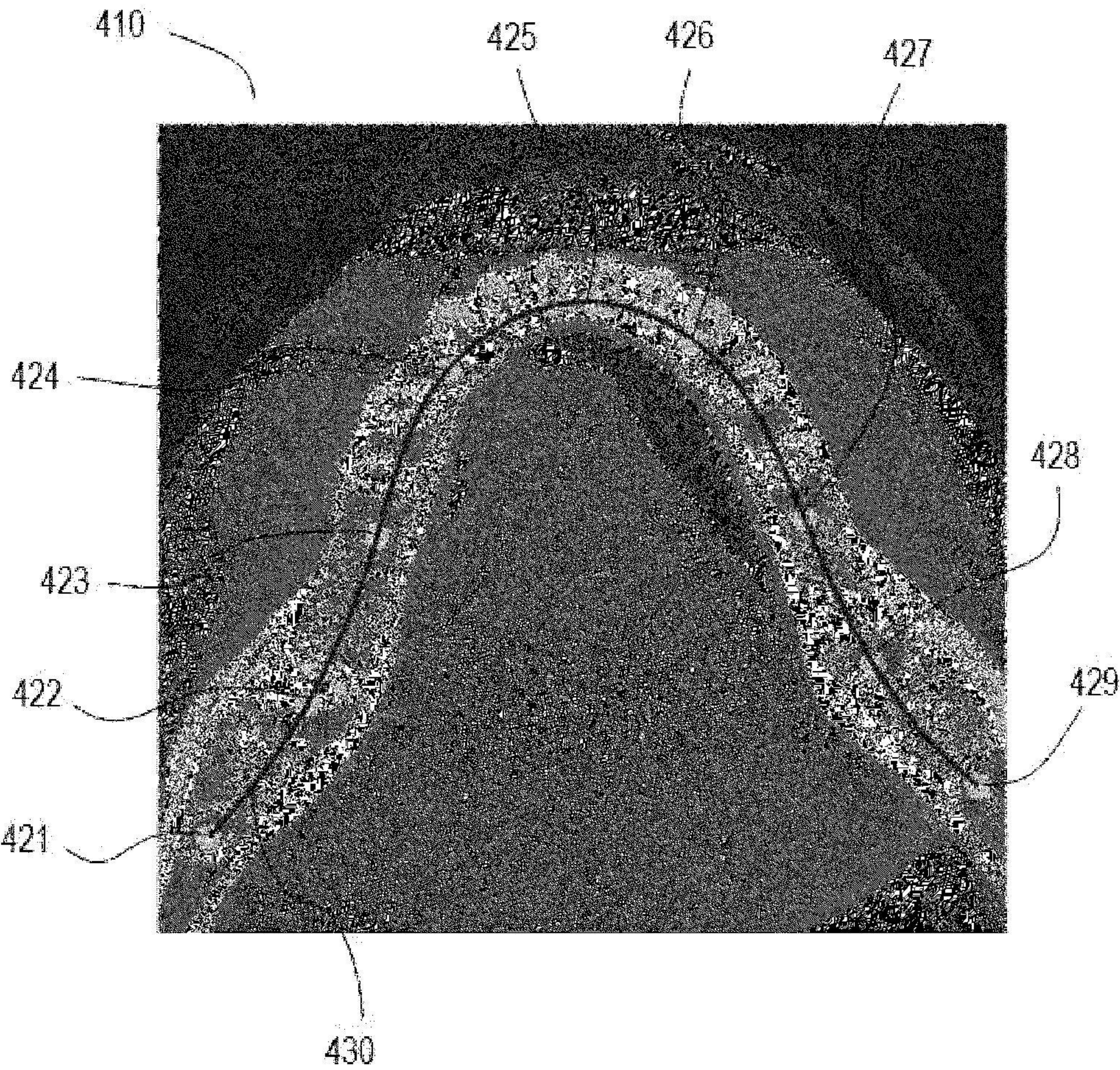
【第一圖】



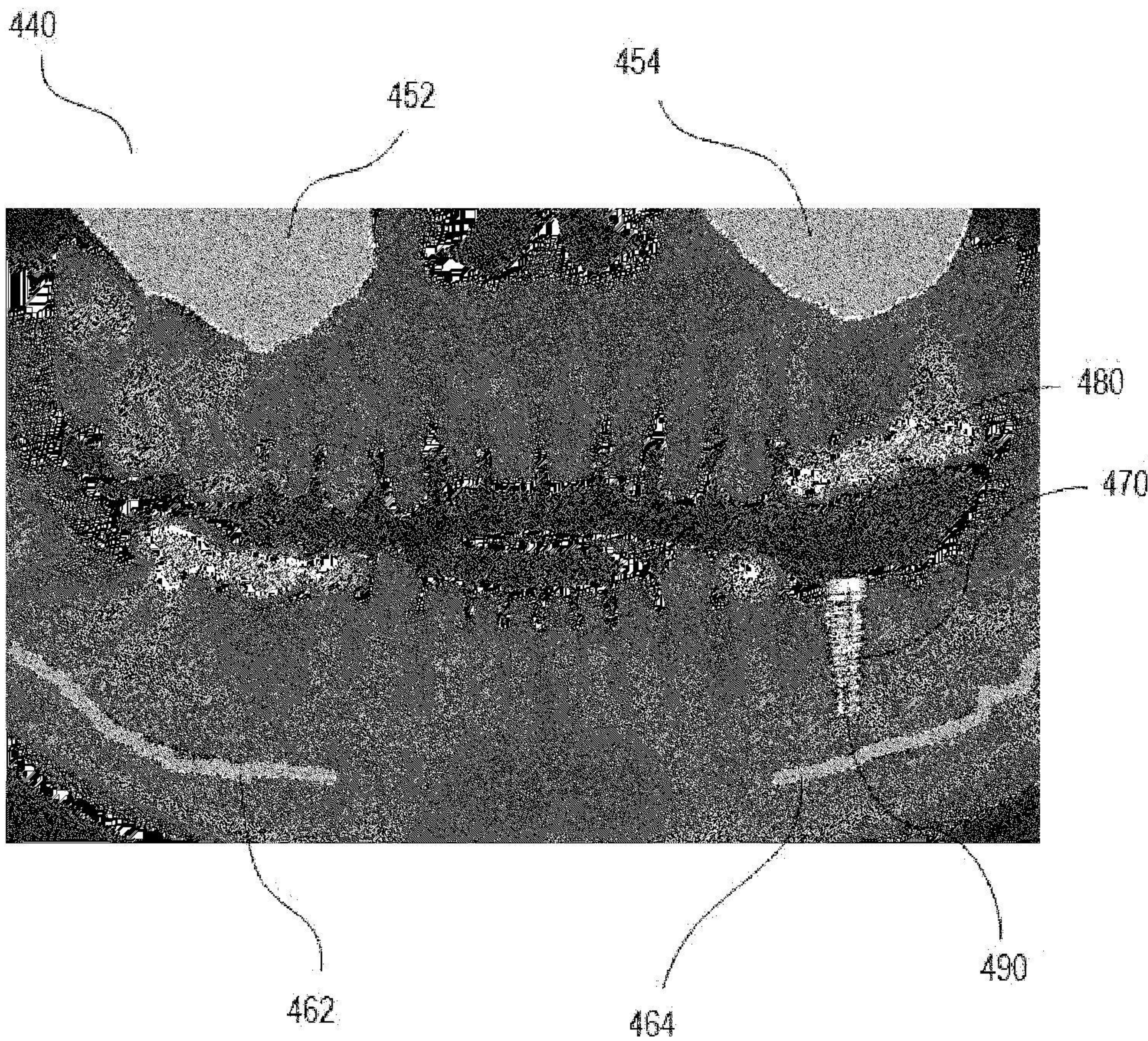
【第二圖】



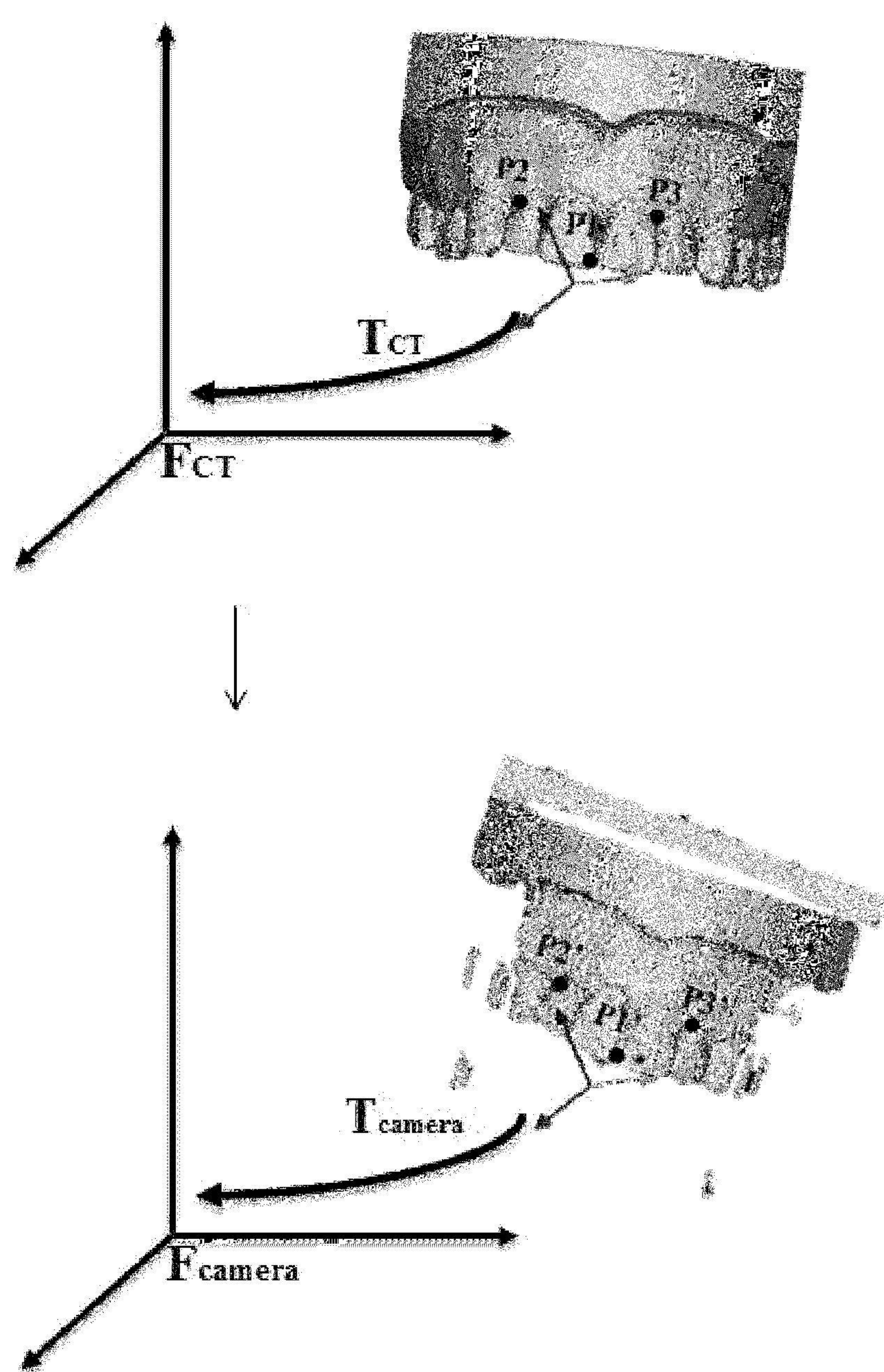
【第三圖】



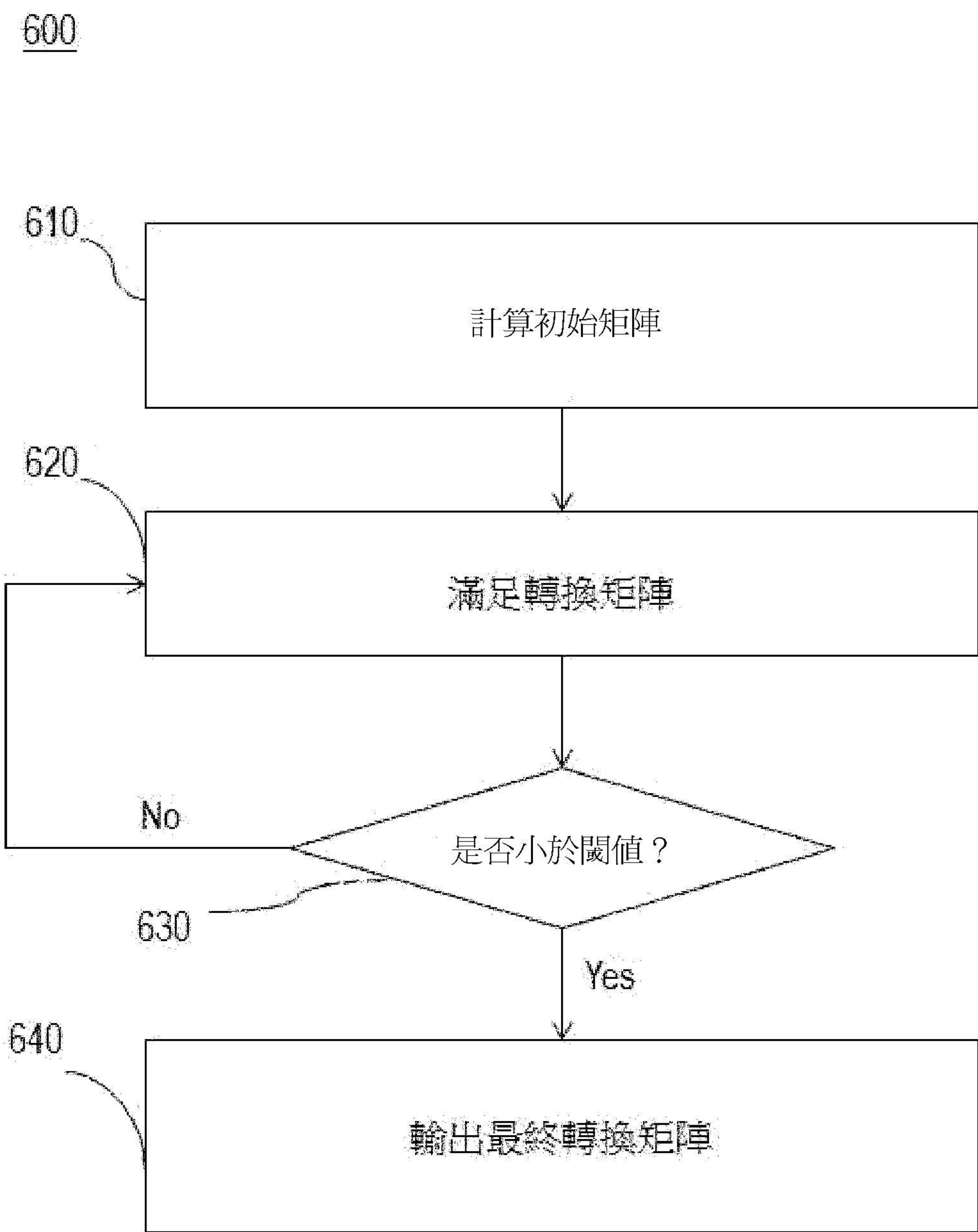
【第四 A 圖】



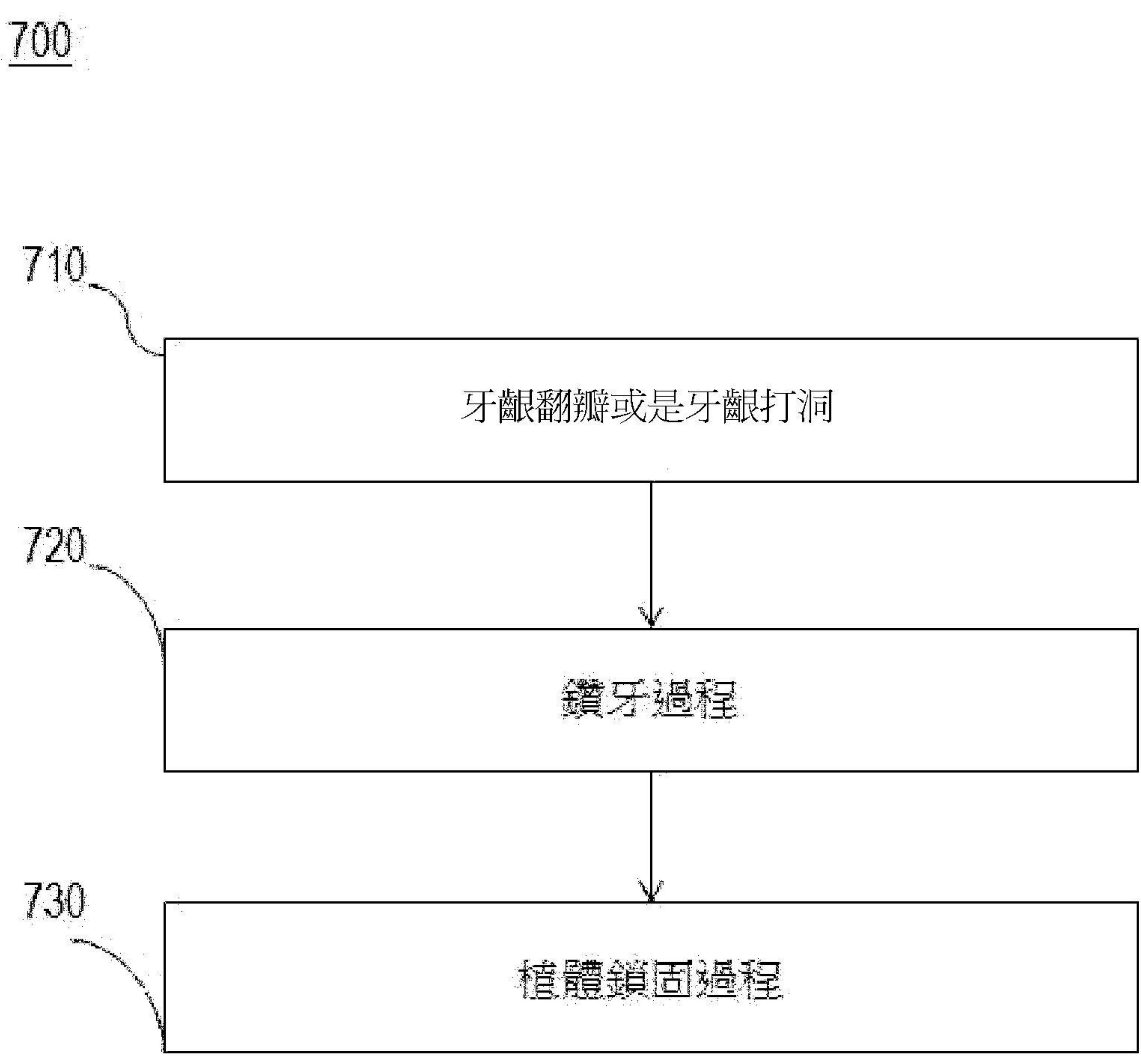
【第四 B 圖】



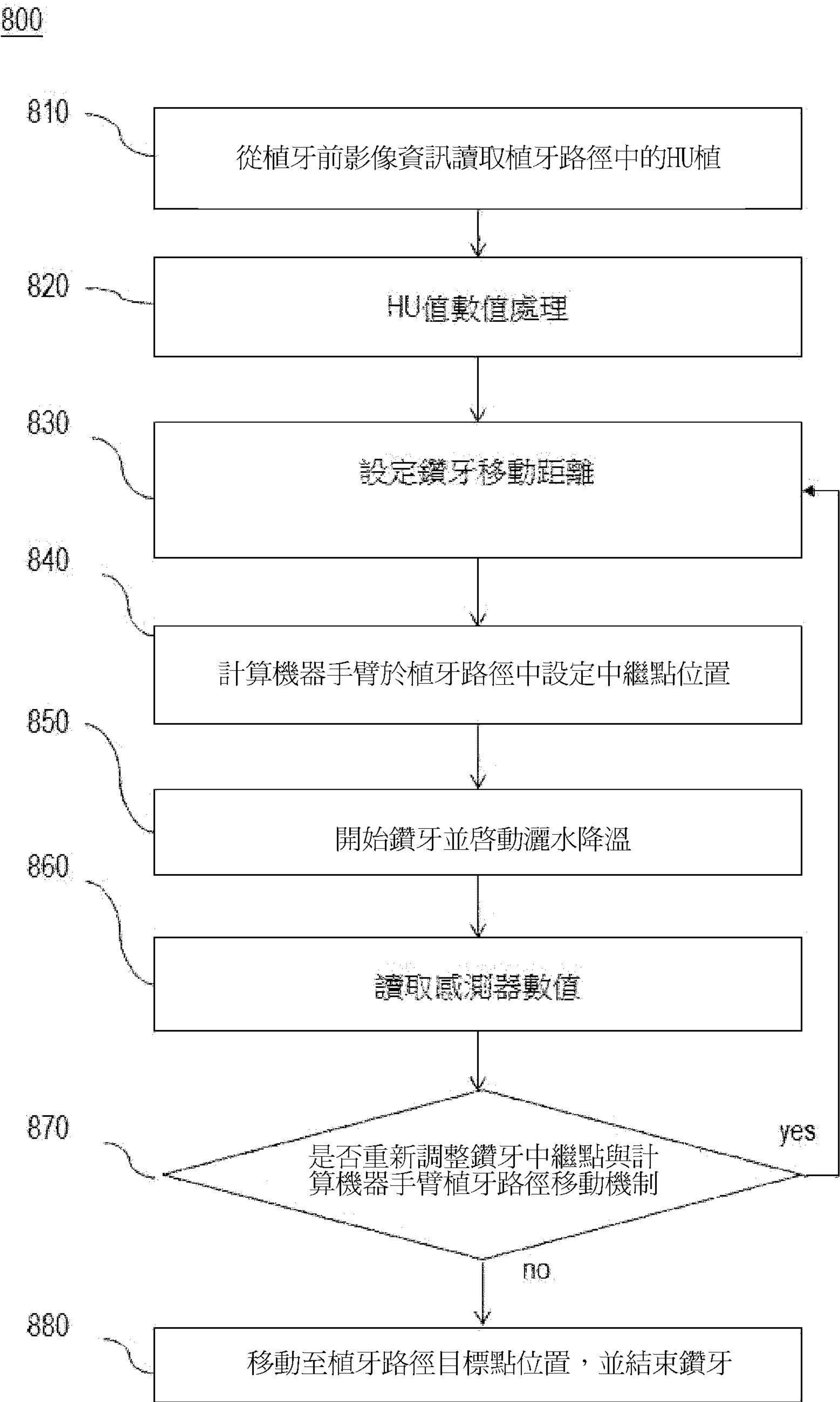
【第五圖】



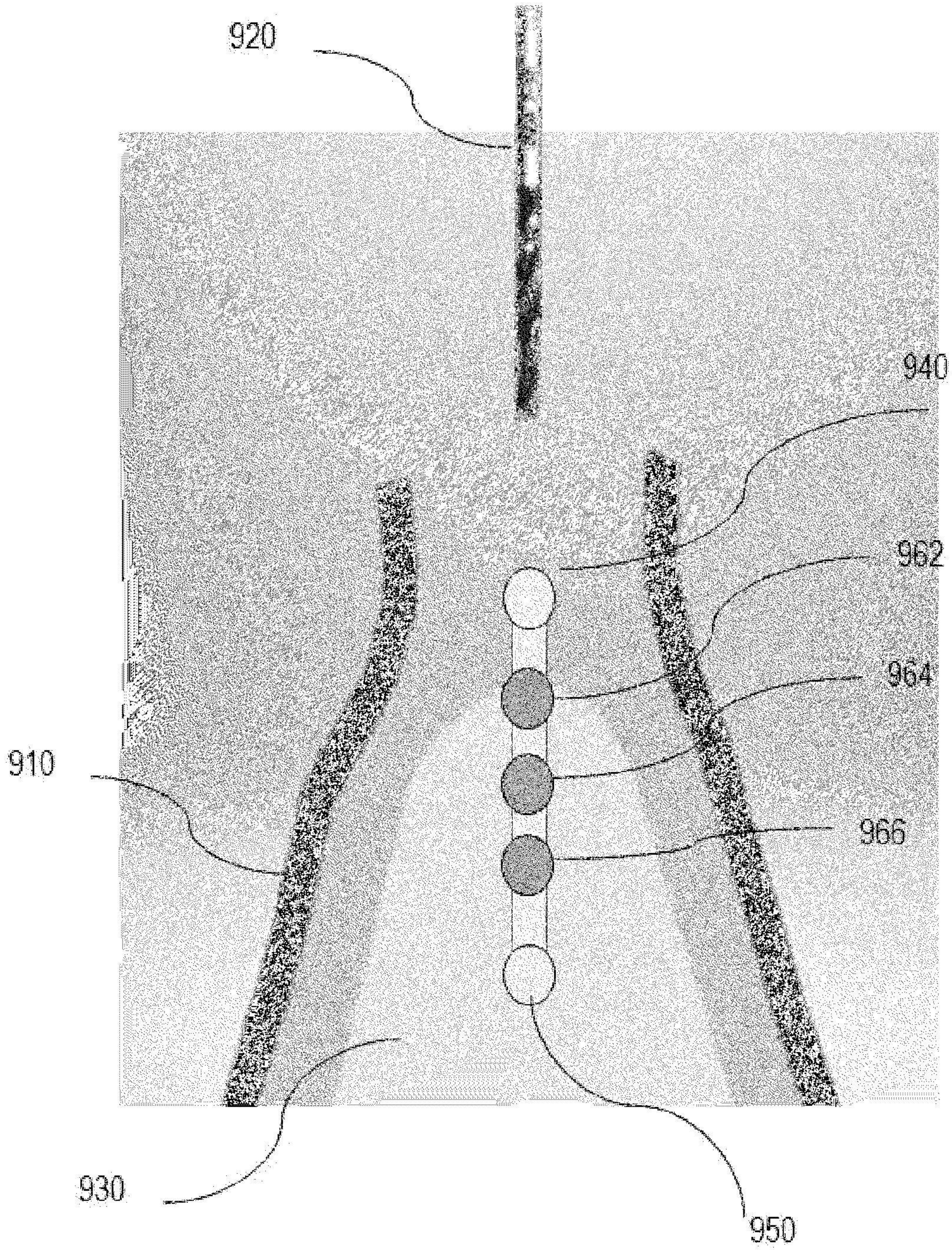
【第六圖】



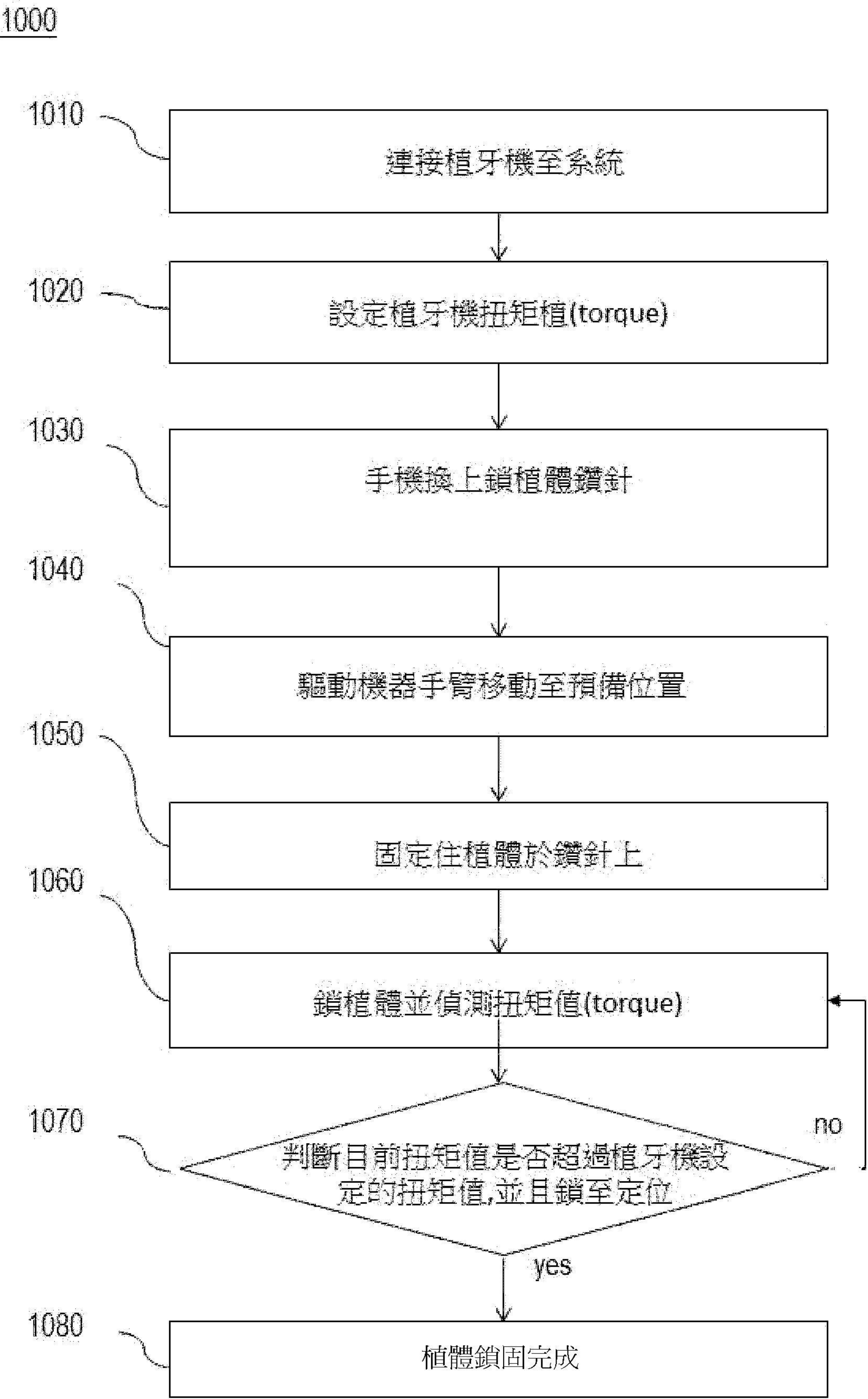
【第七圖】



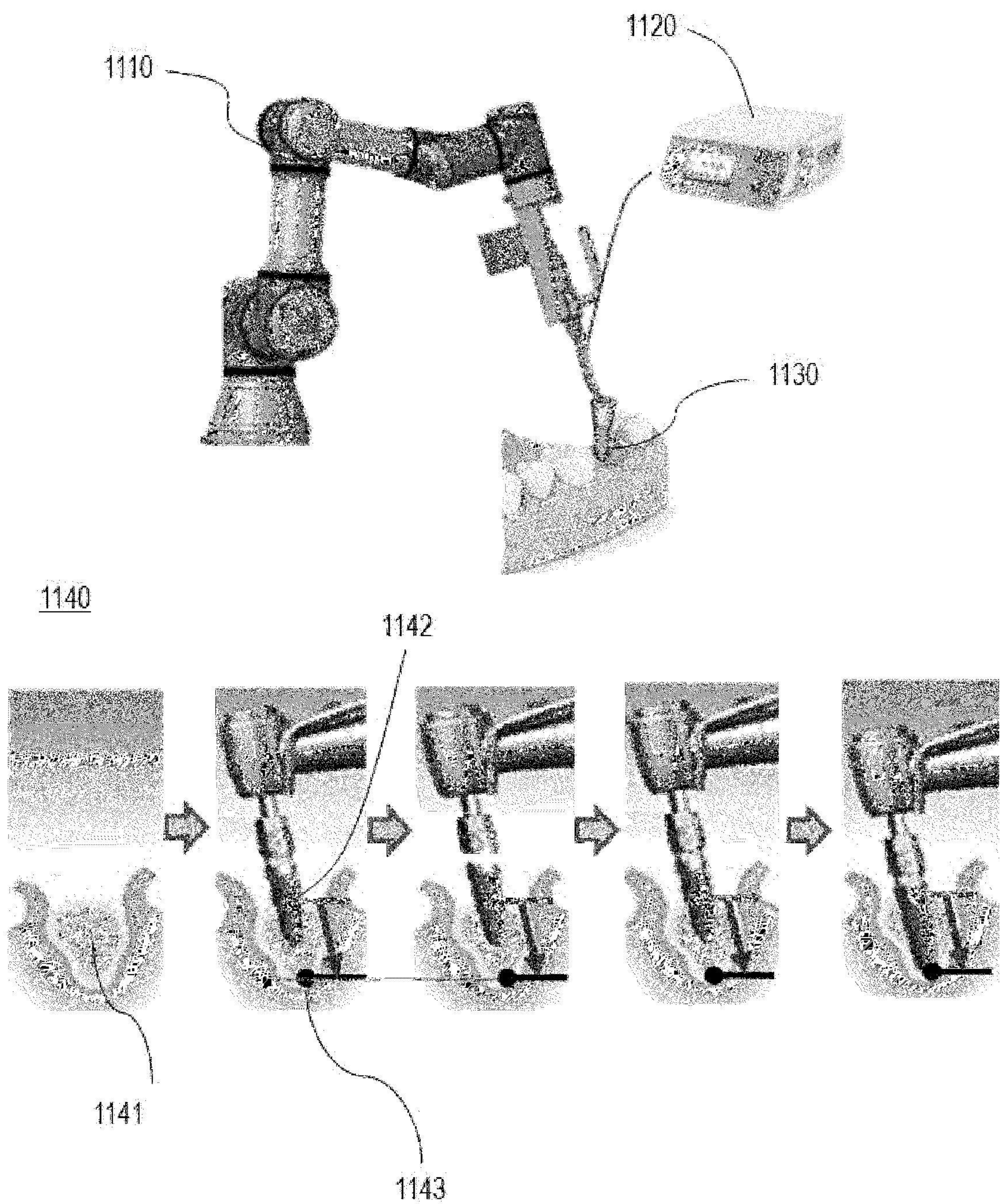
【第八圖】



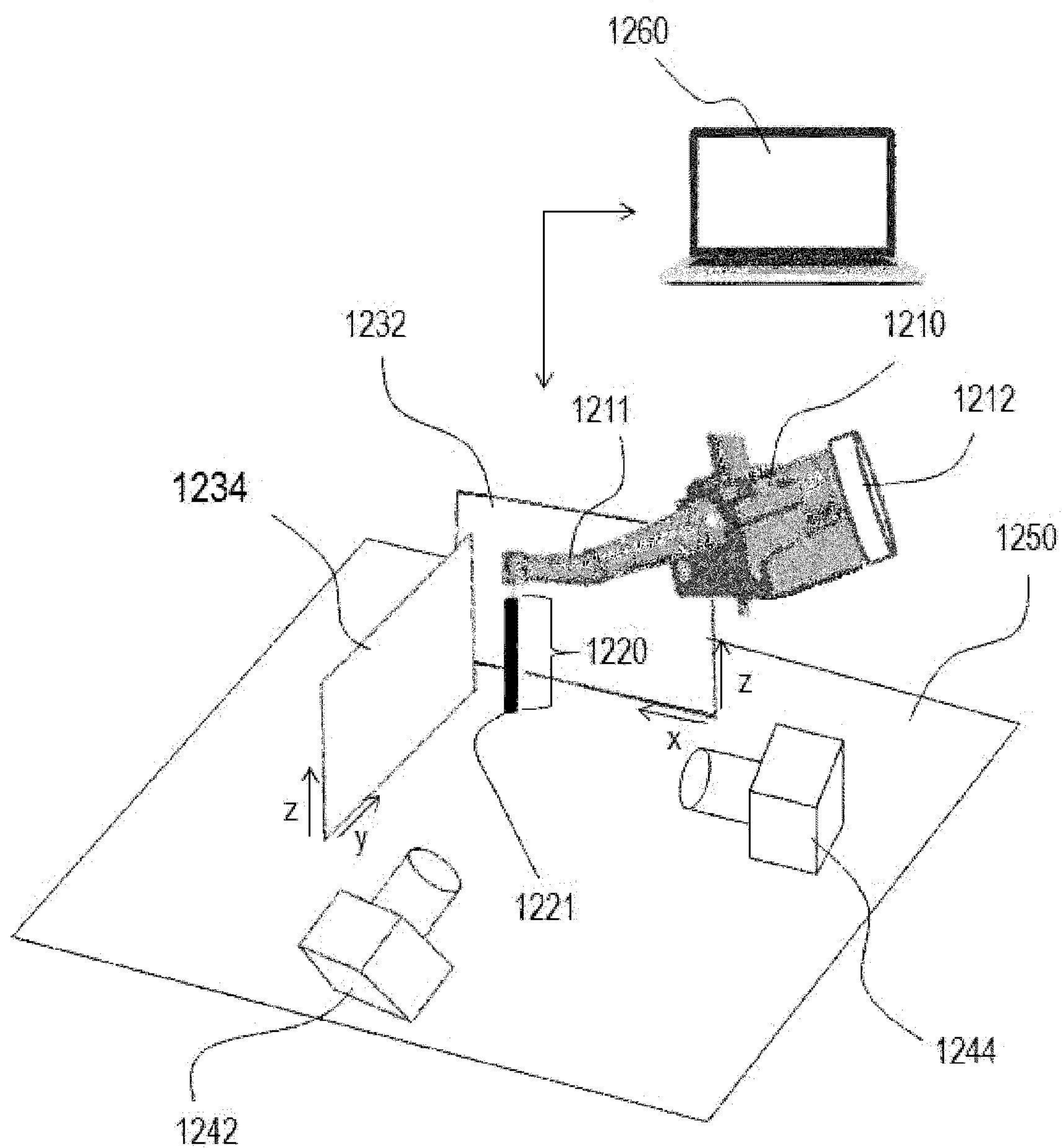
【第九圖】



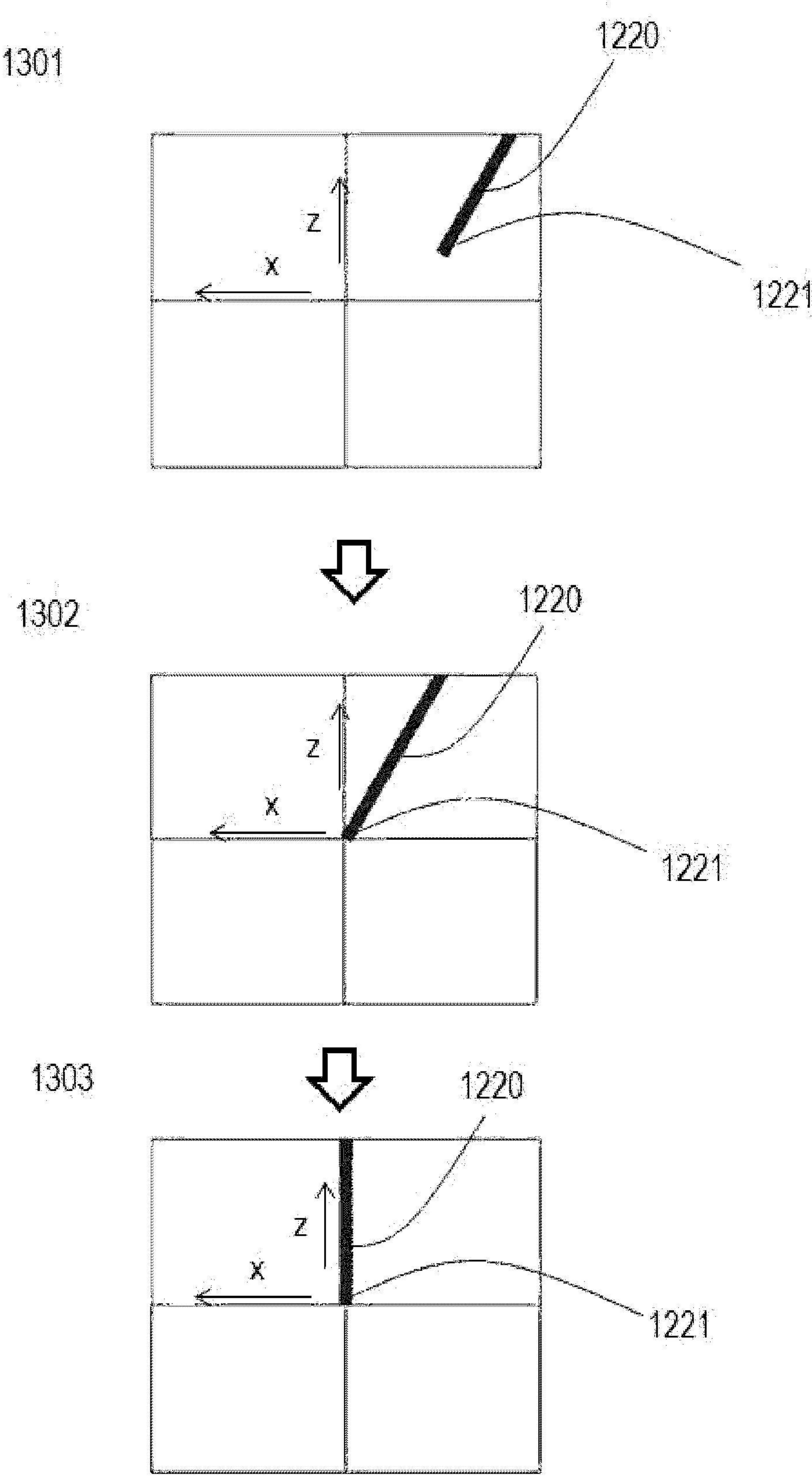
【第十圖】



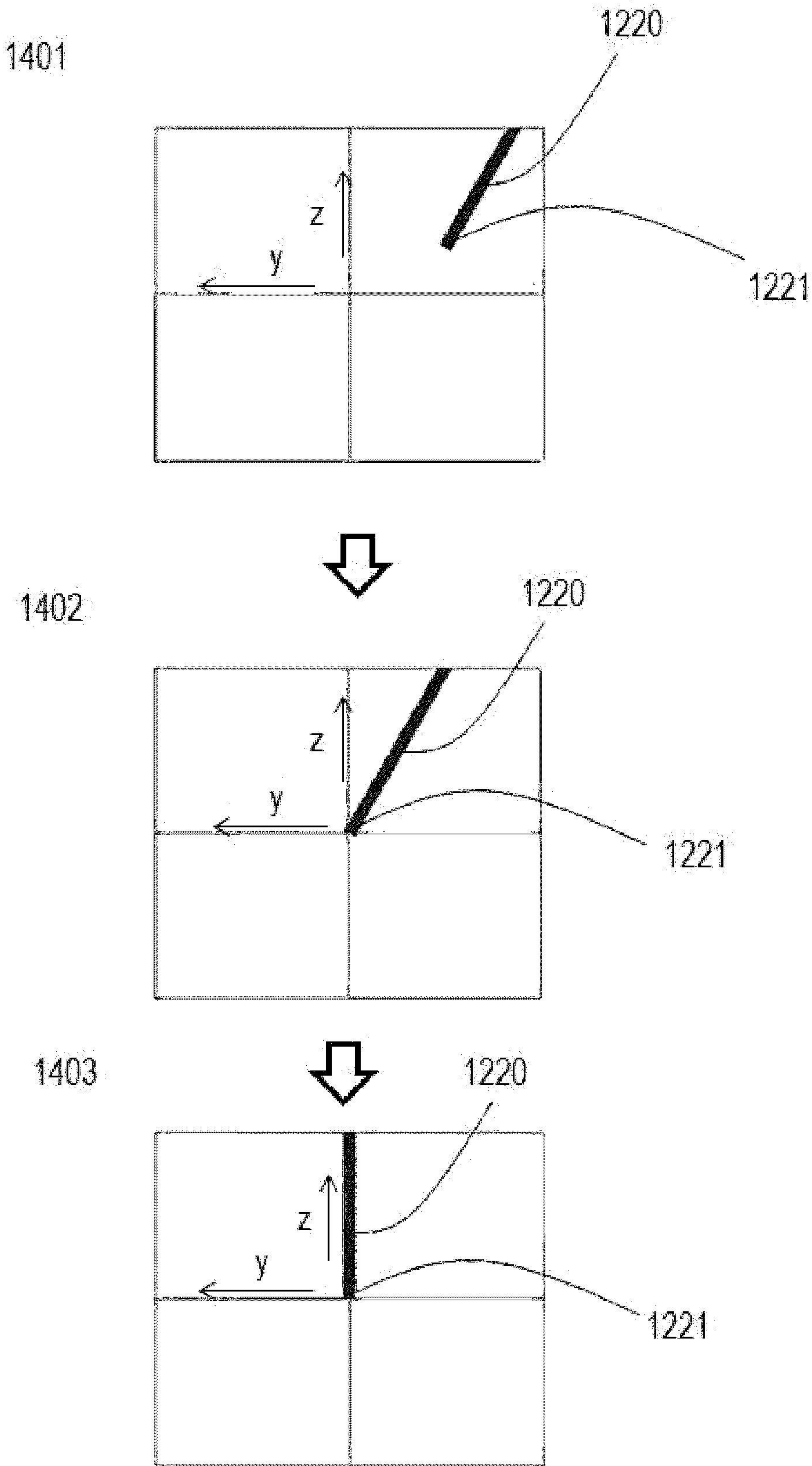
【第十一圖】



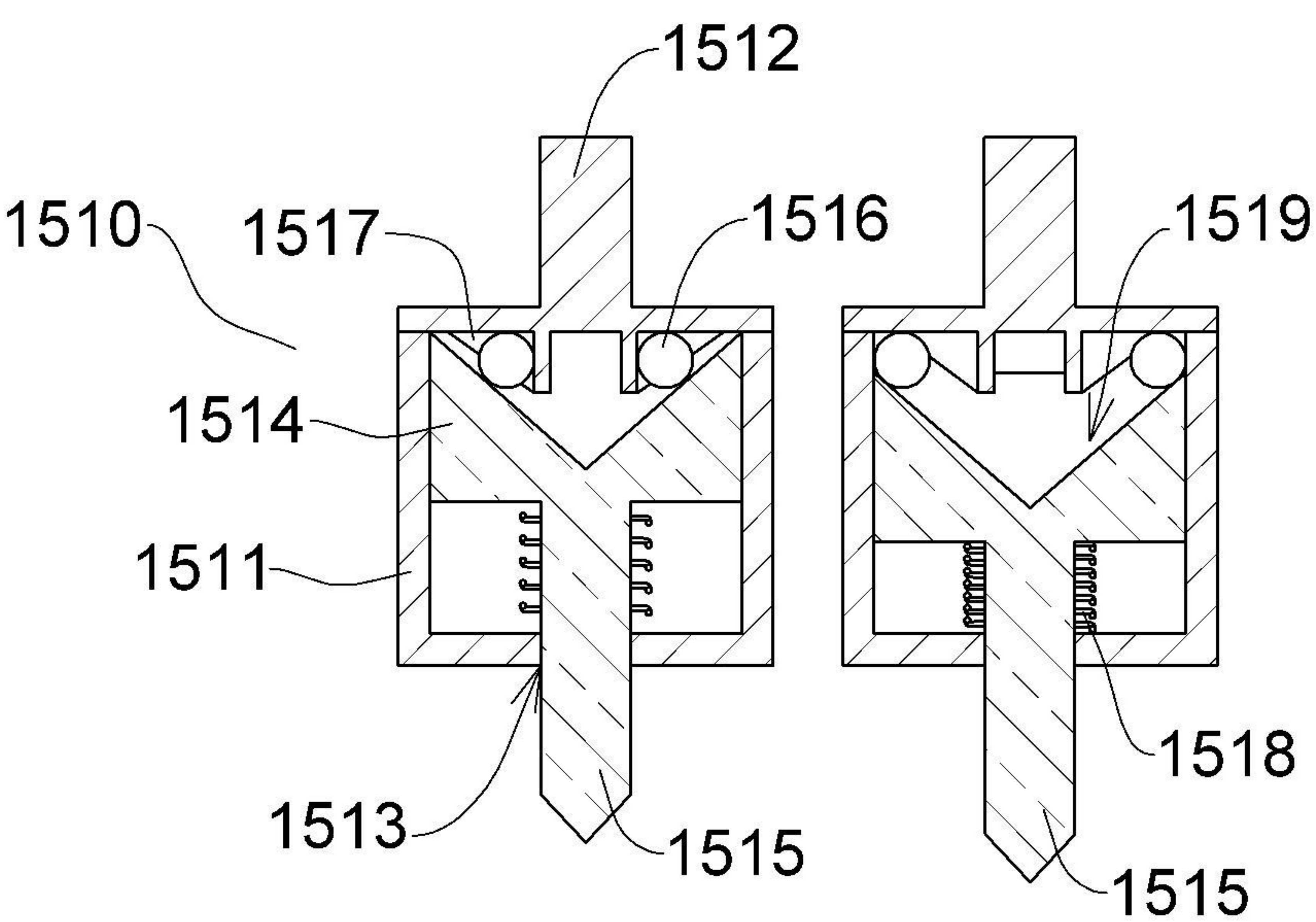
【第十二圖】



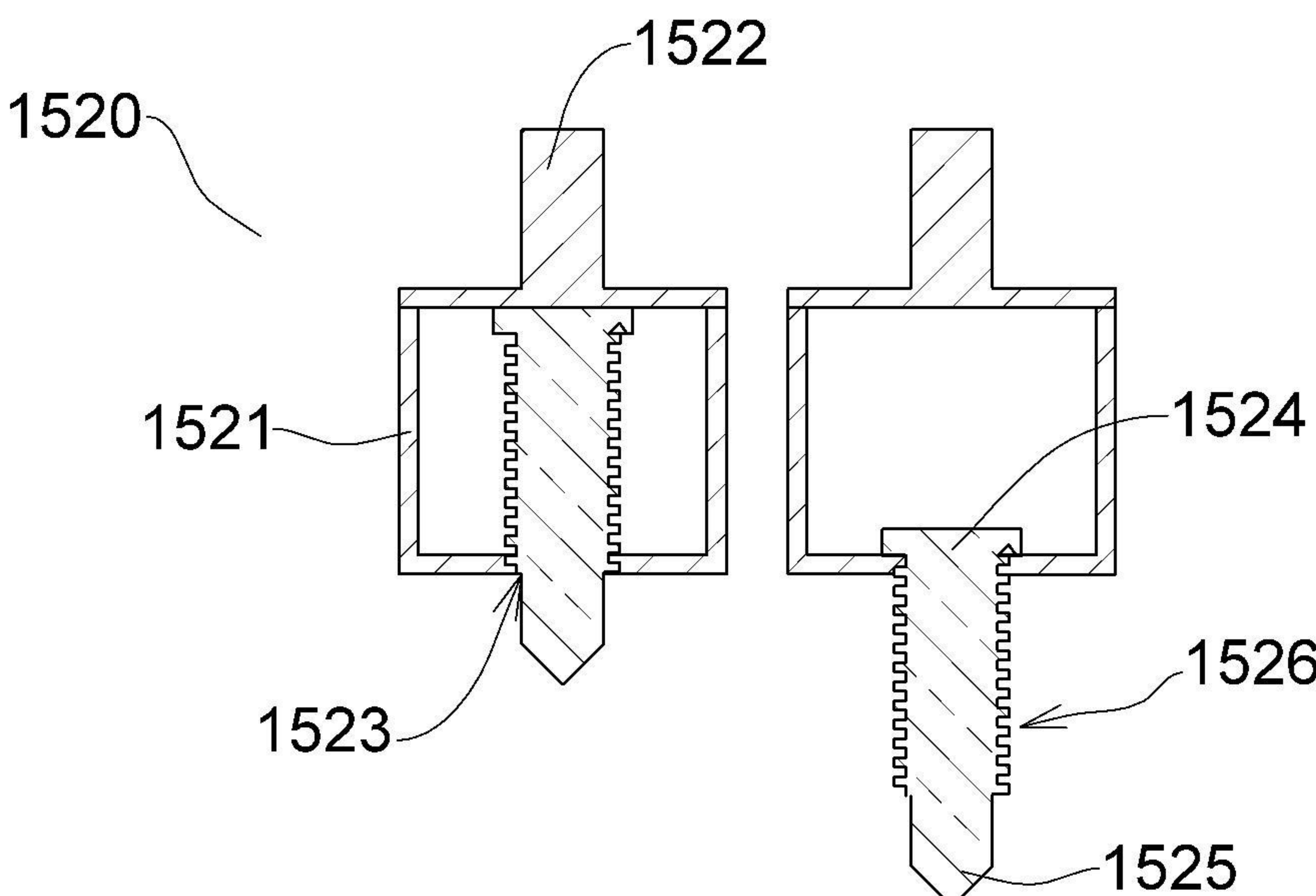
【第十三圖】



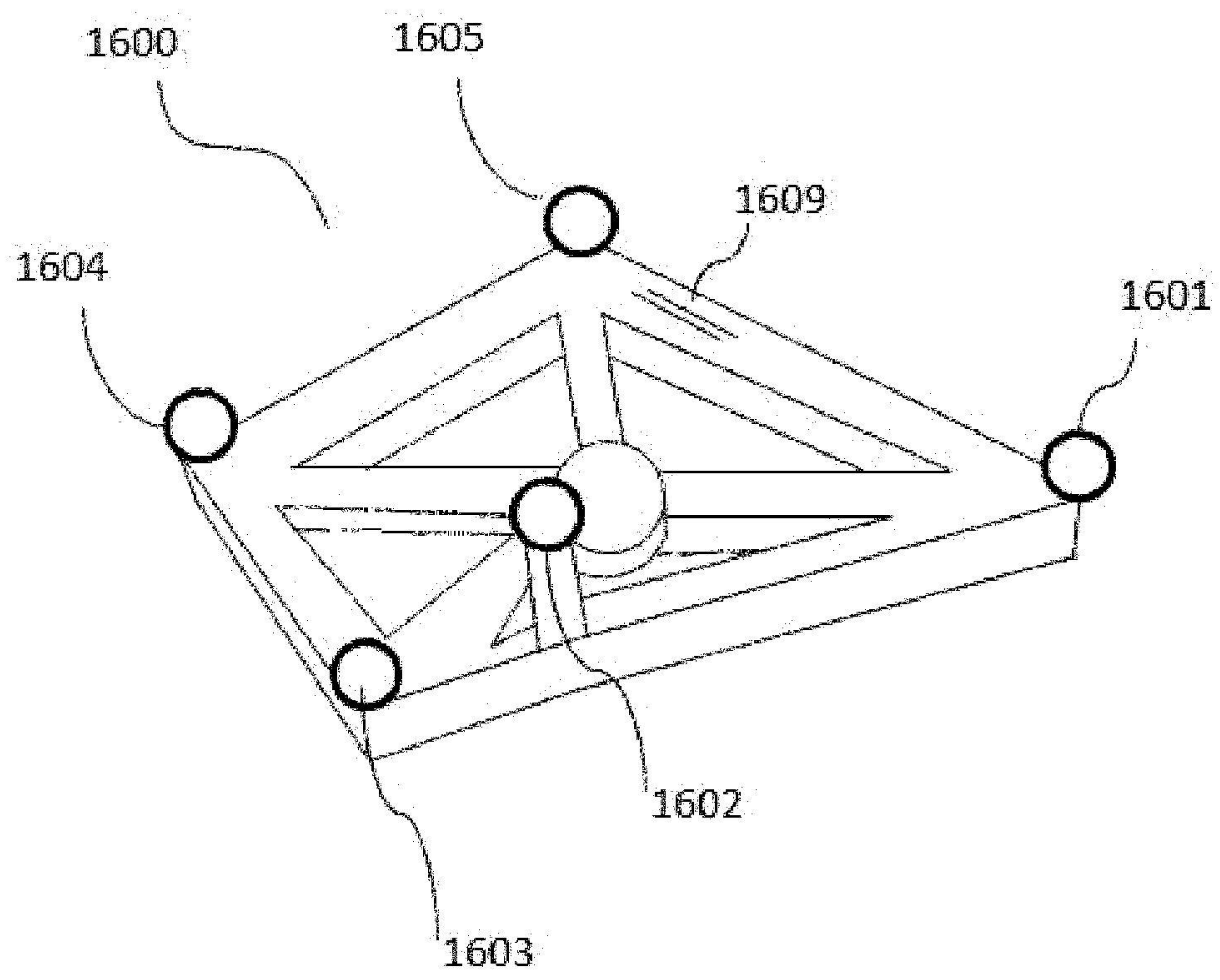
【第十四圖】



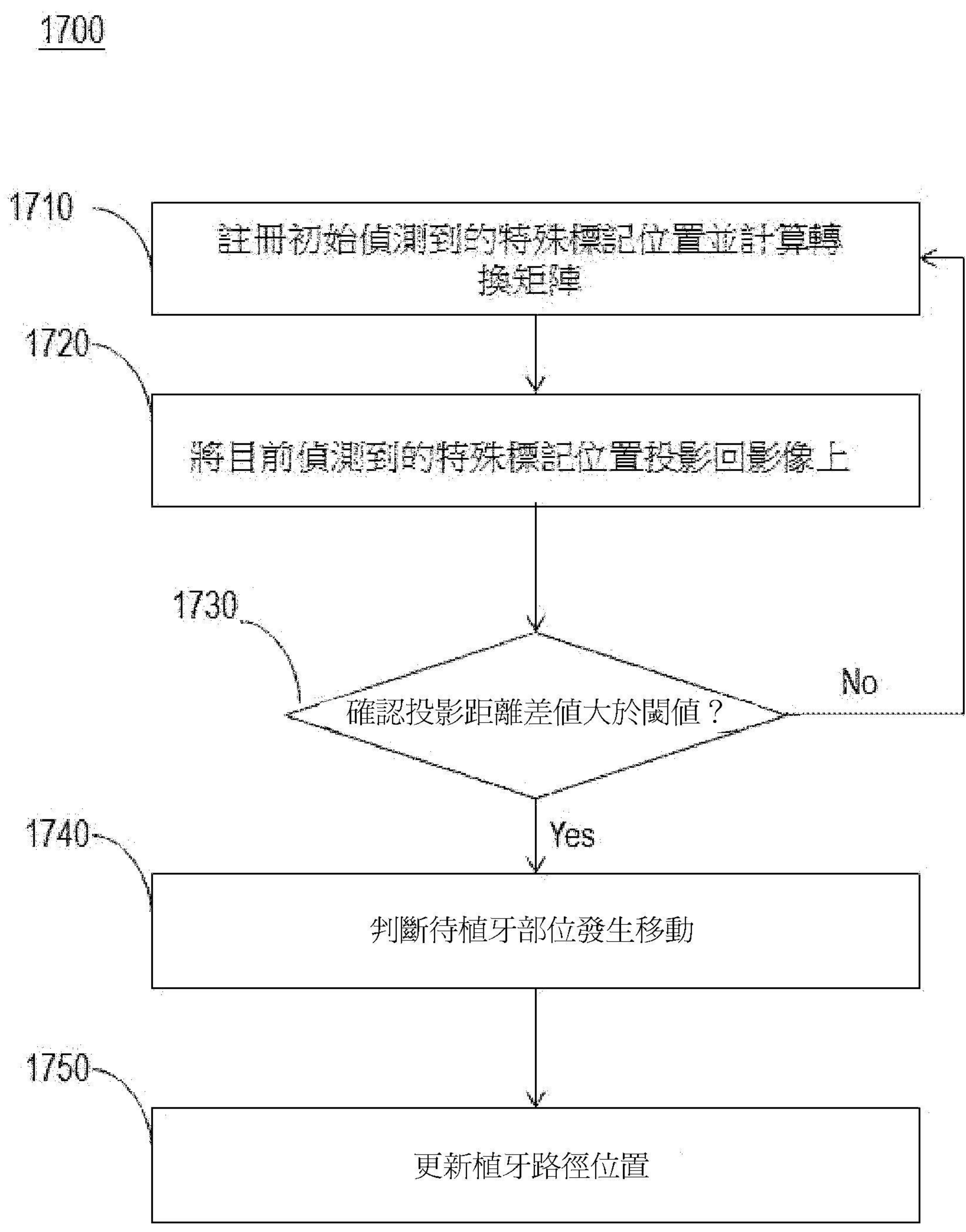
【第十五A圖】



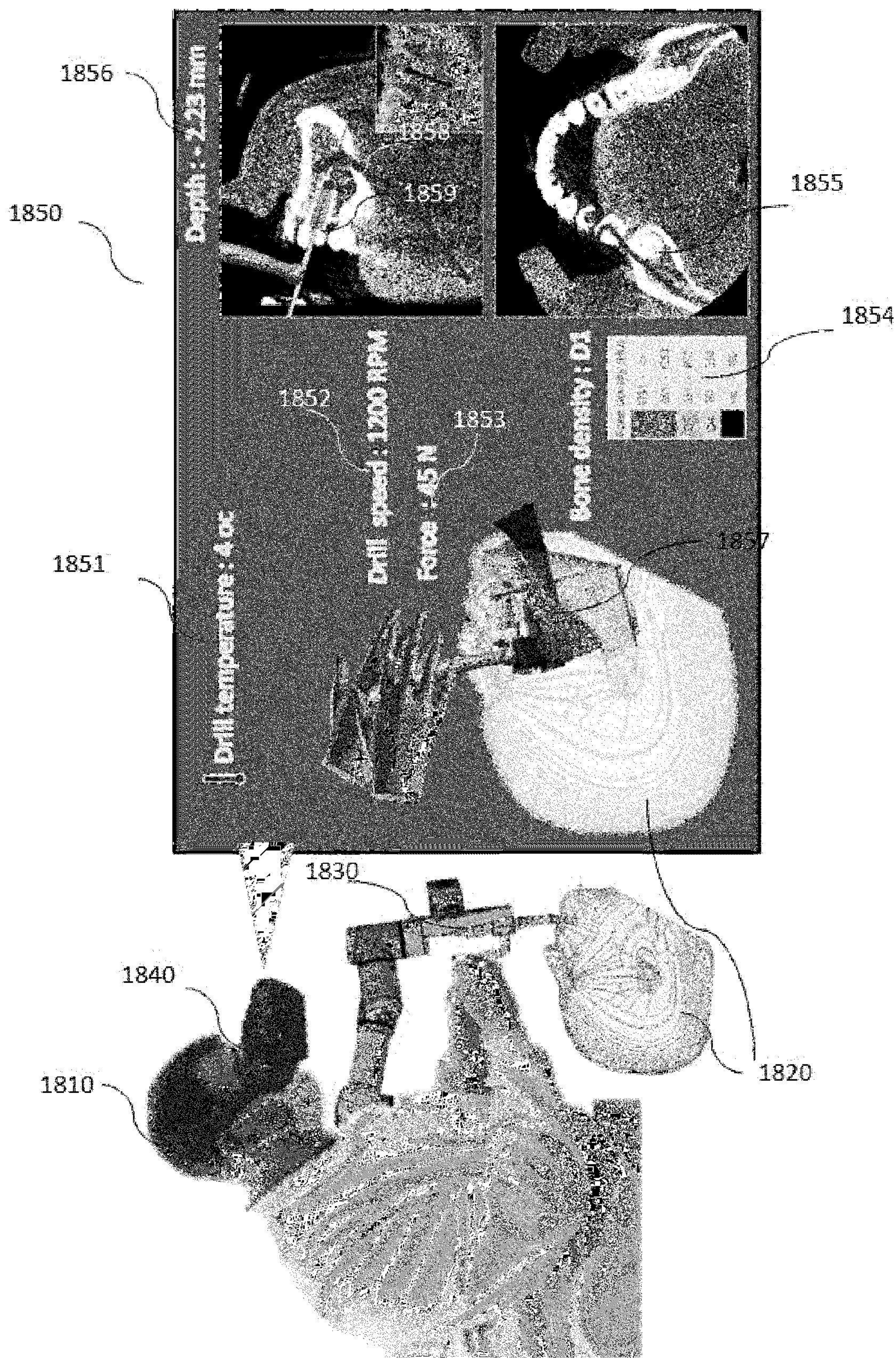
【第十五B圖】



【第十六圖】



【第十七圖】



【第十八圖】