



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202222269 A

(43) 公開日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 16 日

(21) 申請案號：109142093

(22) 申請日：中華民國 109 (2020) 年 11 月 30 日

(51) Int. Cl. :

*A61B34/30 (2016.01)**A61B34/10 (2016.01)*

(71) 申請人：財團法人金屬工業研究發展中心 (中華民國) METAL INDUSTRIES RESEARCH & DEVELOPMENT CENTRE (TW)

高雄市楠梓區高楠公路 1001 號

(72) 發明人：黃炳峰 HUANG, BING-FENG (TW)；薛進原 SYUE, JIN-YUAN (TW)；林志隆 LIN, CHIH-LUNG (TW)

(74) 代理人：李世章；秦建譜

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 21 頁

(54) 名稱

手術空間註冊系統與方法

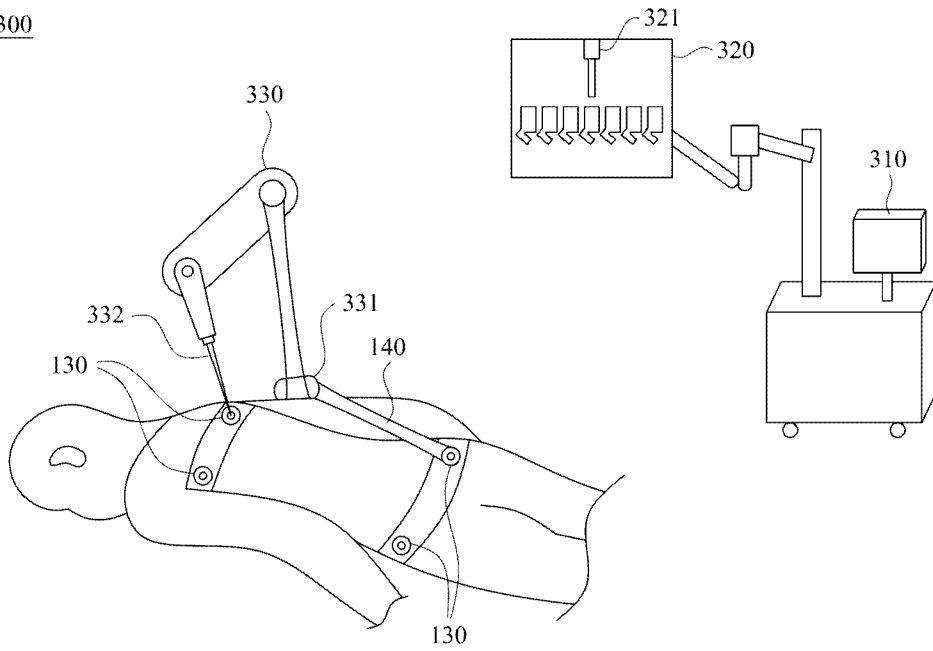
(57) 摘要

本揭露提出一種手術空間註冊系統，包括背架、電腦系統與機械手臂。背架包括多個定位標記，這些定位標記可在電腦斷層影像中成像，背架用以穿戴在患者身上。電腦系統用以計算定位標記在影像空間的影像座標。機械手臂的基座用以在產生電腦斷層影像後在手術空間中連接至背架。機械手臂用以在手術空間接觸定位標記，電腦系統用以取得機械手臂此時在機械手臂空間的機械手臂座標。電腦系統用以根據影像座標與機械手臂座標產生影像空間、手術空間以及機械手臂空間之間的轉換模型。

A system for registering operating space includes a back bracing, a computer system and a robotic arm. The back bracing includes positioning marks which can be imaged in a computer tomography (CT) image, and the back bracing is used to be worn on a patient. The computer system computes image coordinates of the positioning marks in an image space. A base of the robotic arm is connected to the back bracing in an operating space after the CT image is generated. The robotic arm contacts the positioning marks in the operating space and the computer system obtains robotic arm coordinates of the robotic arm in a robotic arm space at this time. The computer system generates conversion models among the image space, the operating space, and the robot arm space according to the image coordinates and the robot arm coordinates.

指定代表圖：

300



符號簡單說明：

- 130:定位標記
- 140:剛性結構
- 300:手術空間註冊系統
- 310:電腦系統
- 320:顯示器
- 321:虛擬物件
- 330:機械手臂
- 331:基座
- 332:尖端

圖 3

【發明摘要】

【中文發明名稱】手術空間註冊系統與方法

【英文發明名稱】METHOD AND SYSTEM FOR REGISTER OPERATING SPACE

【中文】

本揭露提出一種手術空間註冊系統，包括背架、電腦系統與機械手臂。背架包括多個定位標記，這些定位標記可在電腦斷層影像中成像，背架用以穿戴在患者身上。電腦系統用以計算定位標記在影像空間的影像座標。機械手臂的基座用以在產生電腦斷層影像後在手術空間中連接至背架。機械手臂用以在手術空間接觸定位標記，電腦系統用以取得機械手臂此時在機械手臂空間的機械手臂座標。電腦系統用以根據影像座標與機械手臂座標產生影像空間、手術空間以及機械手臂空間之間的轉換模型。

【英文】

A system for registering operating space includes a back bracing, a computer system and a robotic arm. The back bracing includes positioning marks which can be imaged in a computer tomography (CT) image, and the back bracing is used to be worn on a patient. The computer system computes image coordinates of the positioning marks in an image space. A base of the robotic arm is connected to the back bracing in an operating space after the CT image is generated. The robotic arm contacts the

positioning marks in the operating space and the computer system obtains robotic arm coordinates of the robotic arm in a robotic arm space at this time. The computer system generates conversion models among the image space, the operating space, and the robot arm space according to the image coordinates and the robot arm coordinates.

【指定代表圖】圖 3。

【代表圖之符號簡單說明】

1 3 0 : 定位標記

1 4 0 : 剛性結構

3 0 0 : 手術空間註冊系統

3 1 0 : 電腦系統

3 2 0 : 顯示器

3 2 1 : 虛擬物件

3 3 0 : 機械手臂

3 3 1 : 基座

3 3 2 : 尖端

【發明說明書】

【中文發明名稱】手術空間註冊系統與方法

【英文發明名稱】METHOD AND SYSTEM FOR REGISTER OPERATING SPACE

【技術領域】

【0001】 本揭露是關於註冊手術空間、影像空間與機械手臂空間的系統與方法。

【先前技術】

【0002】 隨這老化人口比例增加，再加上現代人生活特性影響，如肥胖、久坐等，其脊椎產生病變比例逐年增長；在保守性治療失效後，往往需要依靠植入物來協助脊椎減輕疼痛感並維持基本功能。脊椎承擔保護中樞神經基本功能，但是可施打植入物部位相當狹窄，如椎弓根骨釘，稍有不慎將損及中樞神經。市場上雖然已經有骨科微創手術，但由於脊椎的位置會隨著人的姿態一起改變，因此如何在手術中準確地追蹤脊椎的位置，為此領域技術人員所關心的議題。

【發明內容】

【0003】 本揭露的實施例提出一種手術空間註冊系統，包括背架、電腦系統與機械手臂。背架包括多個定位標記，這

些定位標記可在電腦斷層影像中成像，背架用以穿戴在患者身上。電腦系統用以辨識電腦斷層影像中的定位標記，計算定位標記在影像空間的多個影像座標。機械手臂包括基座，此基座用以在產生電腦斷層影像後在手術空間中連接至背架。機械手臂用以在手術空間接觸定位標記，電腦系統用以取得機械手臂接觸定位標記時在一機械手臂空間的多個機械手臂座標。電腦系統用以根據影像座標與機械手臂座標產生影像空間、手術空間以及機械手臂空間之間的至少一個轉換模型。

【0004】 在一些實施例中，背架包括多個束帶，這些束帶用以綁在患者的身體部位，每一個定位標記都設置於其中一個束帶之上。

【0005】 在一些實施例中，背架還包括剛性結構，用以連接至基座。

【0006】 在一些實施例中，電腦系統用以提供一導航介面，根據轉換模型將機械手臂在機械手臂空間的即時手臂位置轉換為在影像空間的即時影像位置，並在導航介面中根據即時影像位置顯示關於機械手臂的虛擬物件。

【0007】 在一些實施例中，手術空間註冊系統還包括攝影機、脊椎定位標記與手臂定位標記。脊椎定位標記用以固定在患者的脊椎上，手臂定位標記用以固定在機械手臂上。攝影機用以拍攝影像，電腦系統用以辨識影像中的脊椎定位標記與手臂定位標記以計算在手術空間中脊椎定位標記相對於機械手臂的位置。

【0008】 以另一個角度來說，本揭露的實施例提出一種手術空間註冊方法，適用於手術空間註冊系統，此手術空間註冊系統包括電腦系統。手術空間註冊方法包括：取得電腦斷層影像，辨識電腦斷層影像中的多個定位標記，並計算定位標記在影像空間的多個影像座標，其中定位標記設置於背架上，此背架用以穿戴在患者身上；控制機械手臂用在手術空間接觸定位標記，取得機械手臂接觸定位標記時在機械手臂空間的多個機械手臂座標，其中機械手臂包括基座，在產生電腦斷層影像後並且機械手臂接觸定位標記前基座在手術空間連接至背架；以及根據影像座標與機械手臂座標產生影像空間、手術空間以及機械手臂空間之間的轉換模型。

【0009】 在一些實施例中，上述的手術空間註冊方法更包括：提供一導航介面；根據轉換模型將機械手臂在機械手臂空間的即時手臂位置轉換為在影像空間的即時影像位置；以及在導航介面中根據即時影像位置顯示關於機械手臂的虛擬物件。

【0010】 在一些實施例中，手術空間註冊系統還包括攝影機、脊椎定位標記與手臂定位標記。脊椎定位標記用以固定在患者的脊椎上，手臂定位標記用以固定在機械手臂上，攝影機用以拍攝影像。手術空間註冊方法還包括：辨識影像中的脊椎定位標記與手臂定位標記以計算在手術空間中脊椎定位標記相對於機械手臂的位置。

【0011】 在上述的系統與方法中，透過背架的使用可以簡化

空間註冊的程序。

【圖式簡單說明】

【0012】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

圖 1 是根據一實施例繪示背架的示意圖。

圖 2 是根據一實施例繪示手術空間註冊方法的流程圖。

圖 3 是根據一實施例繪示手術空間註冊系統的示意圖。

圖 4 是根據一實施例繪示多個空間的示意圖。

圖 5 是根據一實施例繪示手術空間註冊系統的示意圖。

【實施方式】

【0013】 在此揭露中提出了一種手術空間註冊系統，包括了電腦系統、機械手臂與一背架，此背架是用以穿戴在患者身上，背架上包括多個定位標記，透過以下提出的方法可以快速的計算出不同空間之間的轉換模型。

【0014】 圖 1 是根據一實施例繪示背架的示意圖。圖 2 是根據一實施例繪示手術空間註冊方法的流程圖。請參照圖 1 與圖 2，在步驟 201 中由患者穿戴背架 100，在圖 1 的實施例中背架 100 包括多個束帶 110、120，這些束帶 110、120 用以綁在患者的身體部位，在此實施例中是綁在軀幹部位，但在其他實施例中也可以綁在患者的手部、腳部等其他部位。束帶 110、120 上設置有多個定位標記 130，定位標記 130 的材料例如包括金屬，可以在電腦斷層影像

中成像。定位標記 130 的位置例如在軀幹的四個角落，避免在電腦斷層影像中遮蔽脊椎。然而，圖 1 的背架 100 僅為範例，在其他實施例中背架 100 可以依照需要而具有任意的材料、形狀、以及 / 或者結構，本揭露也不限制定位標記 130 的個數與位置。當患者穿上背架 100 以後，定位標記 130 與患者之間的相對位置是固定的。在一些實施例中，背架 100 具有剛性的框架，可以協助固定或支撐患者的脊椎。在一些實施例中，背架 100 是可形變的，當患者的姿態改變時這些定位標記 130 的位置也會跟著改變。換言之，藉由偵測定位標記 130 的位置可以計算出脊椎的位置。

【0015】 在步驟 202 中，由患者穿戴背架拍攝電腦斷層影像。接著由電腦系統辨識電腦斷層影像中的定位標記 130，計算這些定位標記 130 在一影像空間的多個影像座標，以下用 \mathbf{X} 來表示這些影像座標，其中 \mathbf{X} 為向量。在此，電腦系統可以透過任意的影像處理或電腦視覺方法來辨識電腦斷層影像中的定位標記 130，舉例來說，定位標記 130 的形狀為已知，因此電腦系統可以根據一預設圖案在電腦斷層影像中尋找定位標記，並且記錄其位置做為上述的影像座標。

【0016】 在步驟 203 中，讓背架連接機械手臂。請參照圖 2 與圖 3，圖 3 是根據一實施例繪示手術空間註冊系統的示意圖。手術空間註冊系統 300 包括了電腦系統 310、顯示器 320 與機械手臂 330。機械手臂 330 上可設置一器具，此器具例如為鑽頭、銼刀、刮刀、鋸子、螺絲刀或其

他通常用於外科手術中，通過鑽孔、打磨、切除或刮除等方式來修復或移除解剖部位的部分組織的工具。機械手臂 330 上可包括但不限於轉動關節、滑動關節、球關節、萬向關節、筒關節或其任意組合，以獲得所需的自由度。醫生可透過合適的裝置(例如具有 6 個自由度的控制器)來控制機械手臂 330 進行手術。機械手臂 330 包括基座 331，此基座 331 用以在手術空間中連接至背架。舉例來說，背架包括了一個剛性結構 140，此剛性結構 140 可連接至基座 331。如此一來，背架與機械手臂 330 之間的相對位置會是固定的。

【0017】 接下來在步驟 204 中，控制機械手臂在手術空間接觸定位標記。在此實施例中機械手臂 330 具有尖端 332，操作人員可以控制機械手臂 330，讓尖端 332 接觸每一個定位標記 130，電腦系統 310 會取得機械手臂 330 接觸定位標記 130 時在機械手臂空間的機械手臂座標，以下表示為向量 \mathbf{Y} 。

【0018】 在步驟 205，根據上述的影像座標與機械手臂座標產生影像空間、手術空間以及機械手臂空間之間的轉換模型。請參照圖 4，圖 4 是根據一實施例繪示多個空間的示意圖。在此實施例中共有三個空間，分別是影像空間 410、機械手臂空間 420 與手術空間 430。上述的影像座標 \mathbf{X} 在影像空間 410 中，上述的機械手臂座標 \mathbf{Y} 在機械手臂空間 420 中。手術空間 430 也是真實世界的空間，定位標記 130 在手術空間 430 中的座標表示為向量 \mathbf{Z} 。首先，透過配對

影像座標 X 與機械手臂座標 Y ，可以計算出影像空間 410 與機械手臂空間 420 之間的轉換模型，表示為矩陣 T_{CR} ，也可表示為以下數學式 1。

[數學式 1]

$$X = T_{CR}Y$$

【0019】 另一方面，由於背架 100 透過剛性結構 140 連接至機械手臂 330，因此背架 100 上定位標記 130 的位置是固定的。由於定位標記 130 在背架 100 上的位置是已知，在此可以設定一個合適的參考點作為真實空間 430 的原點，例如但不限於取四個定位標記 130 的質心位置做為原點，藉此可以計算出定位標記 130 在真實空間 430 中的座標 Z 。當機械手臂 330 接觸定位標記 130 時，便可以根據以下數學式 2 計算出機械手臂空間 420 與手術空間 430 之間的轉換模型，表示為矩陣 T_{RH} 。

[數學式 2]

$$Y = T_{RH}Z$$

【0020】 將數學式 2 代入數學式 1，可求得影像空間 410 與手術空間 430 之間的轉換模型，表示為矩陣 T_{HC} ，如以下數學式 3 所示。

[數學式 3]

$$X = T_{HC}Z$$

$$T_{HC} = T_{CR}T_{RH}$$

【0021】 如此一來，影像空間 410、機械手臂空間 420 與手術空間 430 之間的座標可以任意轉換。請參照圖 3 與圖

4，電腦系統 310 可以根據上述的轉換模型來產生一導航介面，在此可以用任意的虛擬實境、擴增實境、替代實境或混和實境技術來產生導航介面，本揭露並不在此限。在此實施例中導航介面是顯示在顯示器 320 上，但在其他實施例中導航介面也可以顯示在任意的頭戴式裝置、平板電腦、或透明顯示器上。舉例來說，電腦系統可以依據影像處理技術將電腦斷層影像中的脊椎進行分割以產生關於脊椎的虛擬物件，並且在導航介面中顯示此虛擬物件。電腦系統 310 可以根據轉換模型 T_{CR} 將機械手臂 330 在機械手臂空間 420 的即時手臂位置轉換為在影像空間 410 的即時影像位置，然後在導航介面中根據即時影像位置顯示關於機械手臂 330 的虛擬物件 321。如此一來，當機械手臂上的器具進入人體內後，醫生可以透過顯示器 320 上的導航介面得知器具在人體內的位置。在此實施例中，由於背架 100 會固定患者的姿態，而背架 100 透過剛性結構 140 連接至機械手臂 330，因此患者的脊椎不容易移動，在導航介面中可以準確地顯示脊椎的位置。

【0022】 圖 5 是根據一實施例繪示手術空間註冊系統的示意圖。在圖 5 的實施例中，系統還包括攝影機 510、手臂定位標記 520 與脊椎定位標記 530。脊椎定位標記 520 是用以固定在患者的脊椎上，例如在要動手術的脊椎骨上都設置了脊椎定位標記 530。手臂定位標記 520 則是固定在機械手臂 330 上。攝影機 510 用以拍攝影像，在一些實施例中攝影機 510 可包括紅外線發射器、紅外線感測器、

雙攝影機、結構光感測裝置或任意可以感測場景深度的裝置。電腦系統 310 用以辨識影像中的脊椎定位標記 530 與手臂定位標記 520 以計算在手術空間中該脊椎定位標記 530 相對於機械手臂 330 的位置。如此一來，電腦系統 310 也可以在顯示器 320 上顯示關於脊椎定位標記 520 的虛擬物件。在一些實施例中，背架 100 (為了簡化起見未繪示於圖 5) 是可形變的，在圖 5 的實施例中攝影機 510 也會拍攝到背架 100 上的定位標記 130。電腦系統 310 可以辨識出影像中的定位標記 130，藉此重新校正脊椎的位置。舉例來說，電腦系統 310 可以辨識出定位標記 130 的位移，藉此將電腦斷層影像做對應的形變，如此一來電腦斷層影像也可以基於患者的姿態而調整。

【0023】 在上述的例子中手術空間註冊系統是用於脊椎手術，但在其他實施例中也可以用於胸腔手術或是其他合適的首度。換言之，上述圖 2 的各步驟之間也可以加入其他的步驟。

【0024】 在上述的系統與方法中可以便利的註冊機械手臂、電腦斷層影像與患者的身體所屬的空間以提供導航系統，透過背架的使用可以簡化註冊的程序。

【0025】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】**【0026】**

1 0 0 : 背 架

1 1 0 , 1 2 0 : 束 帶

1 3 0 : 定 位 標 記

1 4 0 : 剛 性 結 構

2 0 1 ~ 2 0 5 : 步 驟

3 0 0 : 手 術 空 間 註 冊 系 統

3 1 0 : 電 腦 系 統

3 2 0 : 顯 示 器

3 2 1 : 虛 擬 物 件

3 3 0 : 機 械 手 臂

3 3 1 : 基 座

3 3 2 : 尖 端

4 1 0 : 影 像 空 間

4 2 0 : 機 械 手 臂 空 間

4 3 0 : 手 術 空 間

T_{CR} , T_{RH} , T_{HC} : 矩 陣

5 1 0 : 相 機

5 2 0 : 手 臂 定 位 標 記

5 3 0 : 脊 椎 定 位 標 記

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種手術空間註冊系統，包括：

一背架，包括多個定位標記，該些定位標記可在電腦斷層影像中成像，該背架用以穿戴在一患者身上；

一電腦系統，用以辨識該電腦斷層影像中的該些定位標記，計算該些定位標記在一影像空間的多個影像座標；以及

一機械手臂，包括一基座，該基座用以在產生該電腦斷層影像後在一手術空間中連接至該背架，該機械手臂用以在該手術空間接觸該些定位標記，其中該電腦系統用以取得該機械手臂接觸該些定位標記時在一機械手臂空間的多個機械手臂座標，

其中該電腦系統用以根據該些影像座標與該些機械手臂座標產生該影像空間、該手術空間以及該機械手臂空間之間的至少一轉換模型。

【請求項 2】如請求項 1 所述之手術空間註冊系統，其中該背架包括多個束帶，該些束帶用以綁在該患者的一身體部位，每一該些定位標記設置於該些束帶的其中之一。

【請求項 3】如請求項 1 所述之手術空間註冊系統，其中該背架還包括一剛性結構，用以連接至該基座。

【請求項 4】如請求項 1 所述之手術空間註冊系統，其中

該電腦系統用以提供一導航介面，根據該至少一轉換模型將該機械手臂在該機械手臂空間的一即時手臂位置轉換為在該影像空間的一即時影像位置，並在該導航介面中根據該即時影像位置顯示關於該機械手臂的一虛擬物件。

【請求項 5】如請求項 1 所述之手術空間註冊系統，還包括一攝影機、一脊椎定位標記與一手臂定位標記，該脊椎定位標記用以固定在該患者的一脊椎上，該手臂定位標記用以固定在該機械手臂上，該攝影機用以拍攝一影像，該電腦系統用以辨識該影像中的該脊椎定位標記與該手臂定位標記以計算在該手術空間中該脊椎定位標記相對於該機械手臂的位置。

【請求項 6】一種手術空間註冊方法，適用於一手術空間註冊系統，該手術空間註冊系統包括一電腦系統，該手術空間註冊方法包括：

取得一電腦斷層影像，辨識該電腦斷層影像中的多個定位標記，並計算該些定位標記在一影像空間的多個影像座標，其中該些定位標記設置於一背架上，該背架用以穿戴在一患者身上；

控制一機械手臂用在一手術空間接觸該些定位標記，取得該機械手臂接觸該些定位標記時在一機械手臂空間的多個機械手臂座標，其中該機械手臂包括一基座，在產生該電腦斷層影像後並且該機械手臂接觸該些定位標記前該基

座在該手術空間連接至該背架；以及

根據該些影像座標與該些機械手臂座標產生該影像空間、該手術空間以及該機械手臂空間之間的至少一轉換模型。

【請求項 7】如請求項 6 所述之手術空間註冊方法，其中該背架包括多個束帶，該些束帶用以綁在該患者的一身體部位，每一該些定位標記設置於該些束帶的其中之一。

【請求項 8】如請求項 6 所述之手術空間註冊方法，其中該背架還包括一剛性結構，用以連接至該基座。

【請求項 9】如請求項 6 所述之手術空間註冊方法，更包括：

提供一導航介面；

根據該至少一轉換模型將該機械手臂在該機械手臂空間的一即時手臂位置轉換為在該影像空間的一即時影像位置；以及

在該導航介面中根據該即時影像位置顯示關於該機械手臂的一虛擬物件。

【請求項 10】如請求項 6 所述之手術空間註冊方法，該手術空間註冊系統還包括一攝影機、一脊椎定位標記與一手臂定位標記，該脊椎定位標記用以固定在該患者的一脊椎上，該手臂定位標記用以固定在該機械手臂上，該攝影機

用以拍攝一影像，該手術空間註冊方法還包括：

辨識該影像中的該脊椎定位標記與該手臂定位標記以計算在該手術空間中該脊椎定位標記相對於該機械手臂的位置。

【發明圖式】

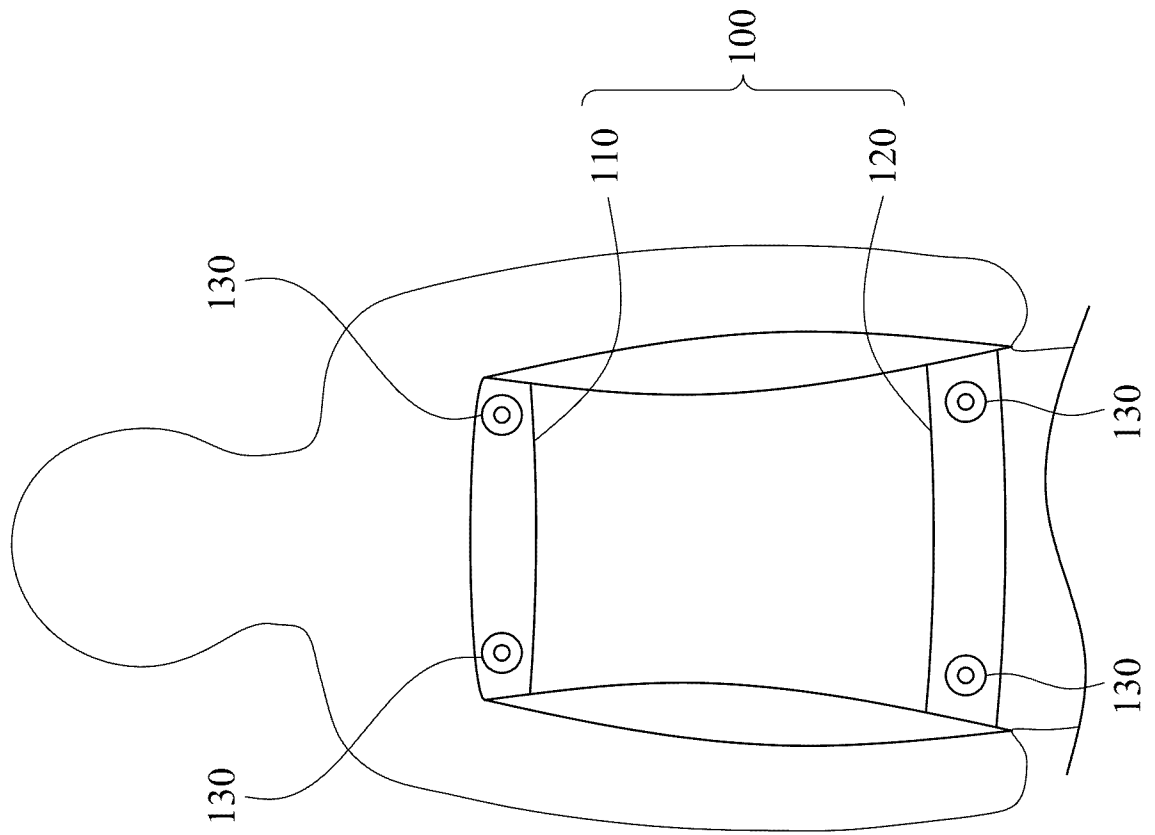


圖 1

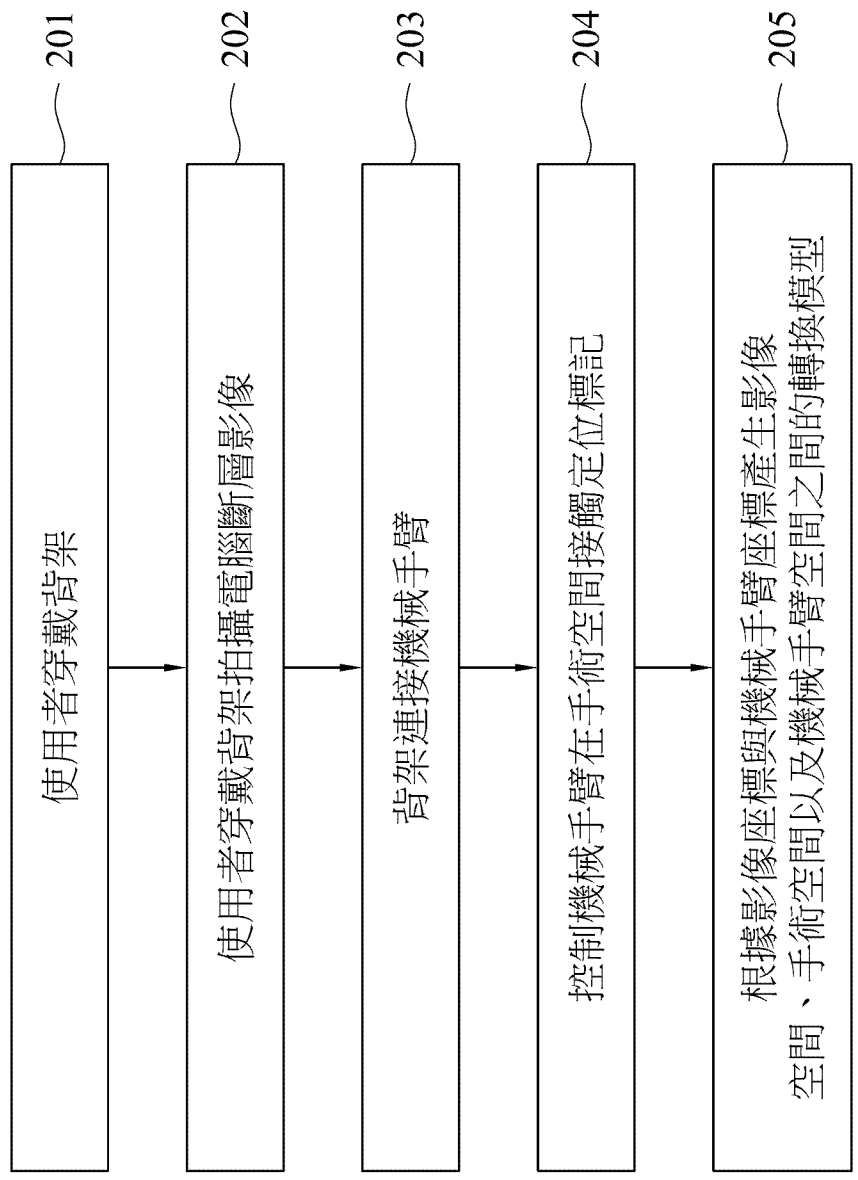


圖 2

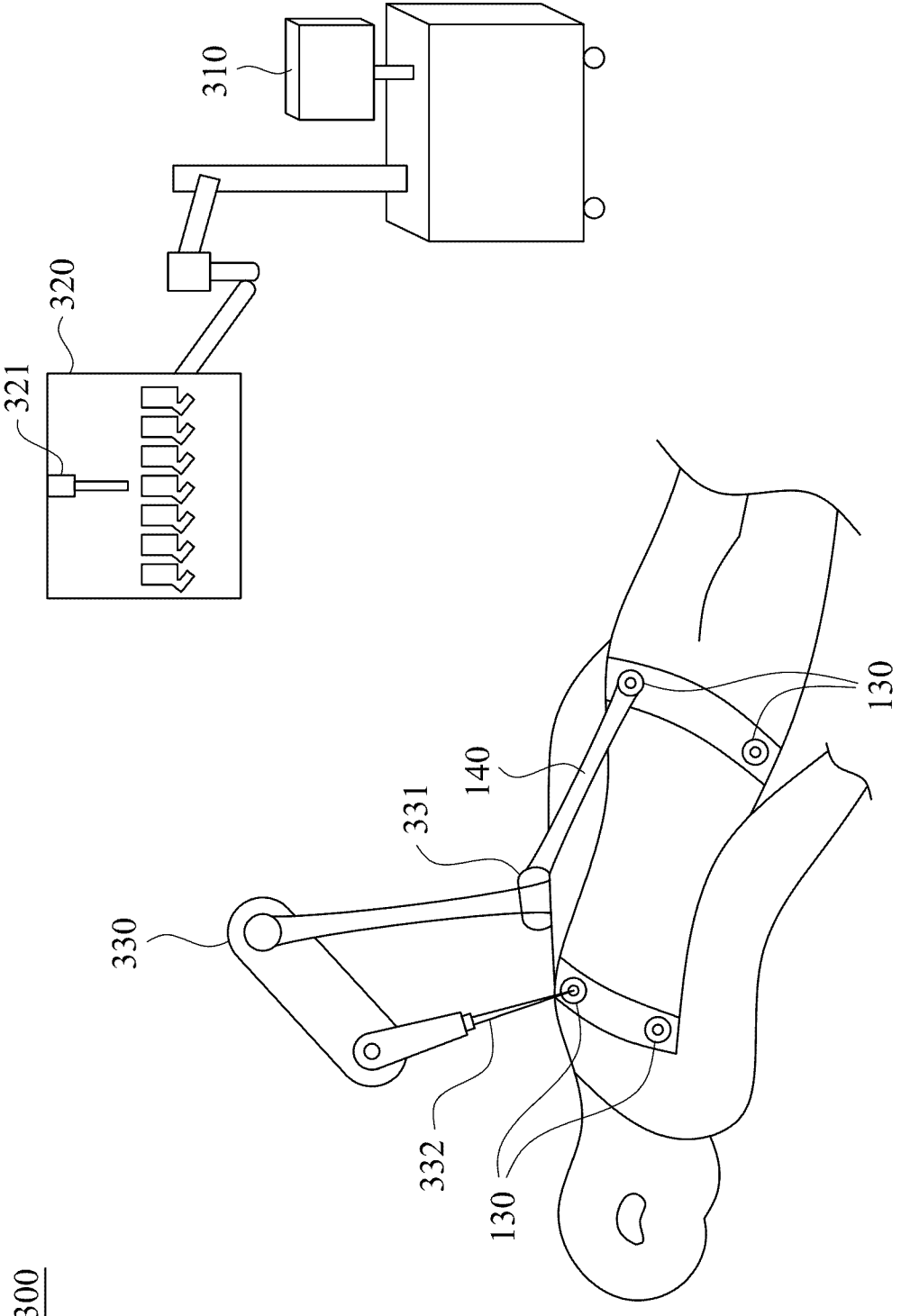


圖 3

300

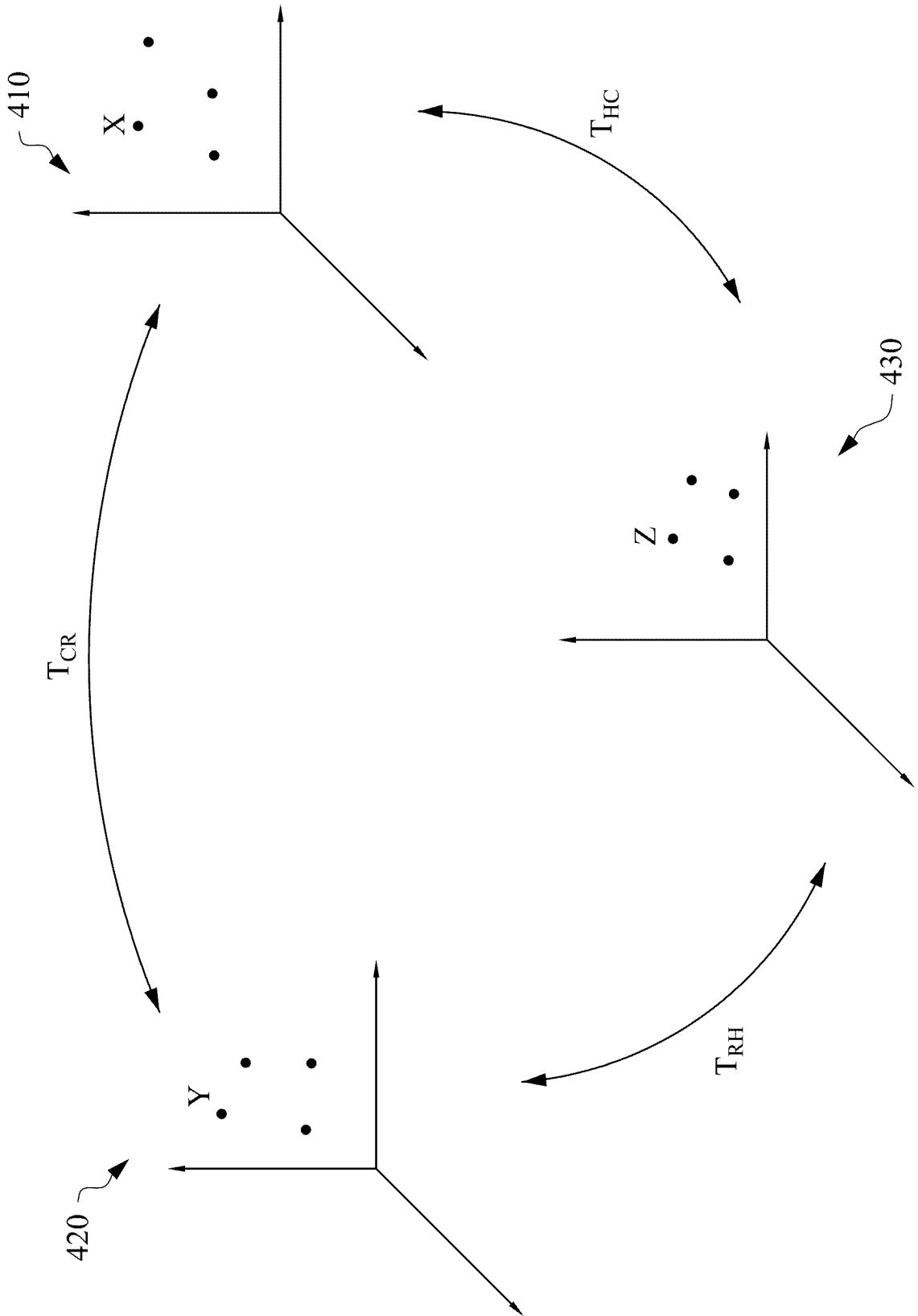


圖 4

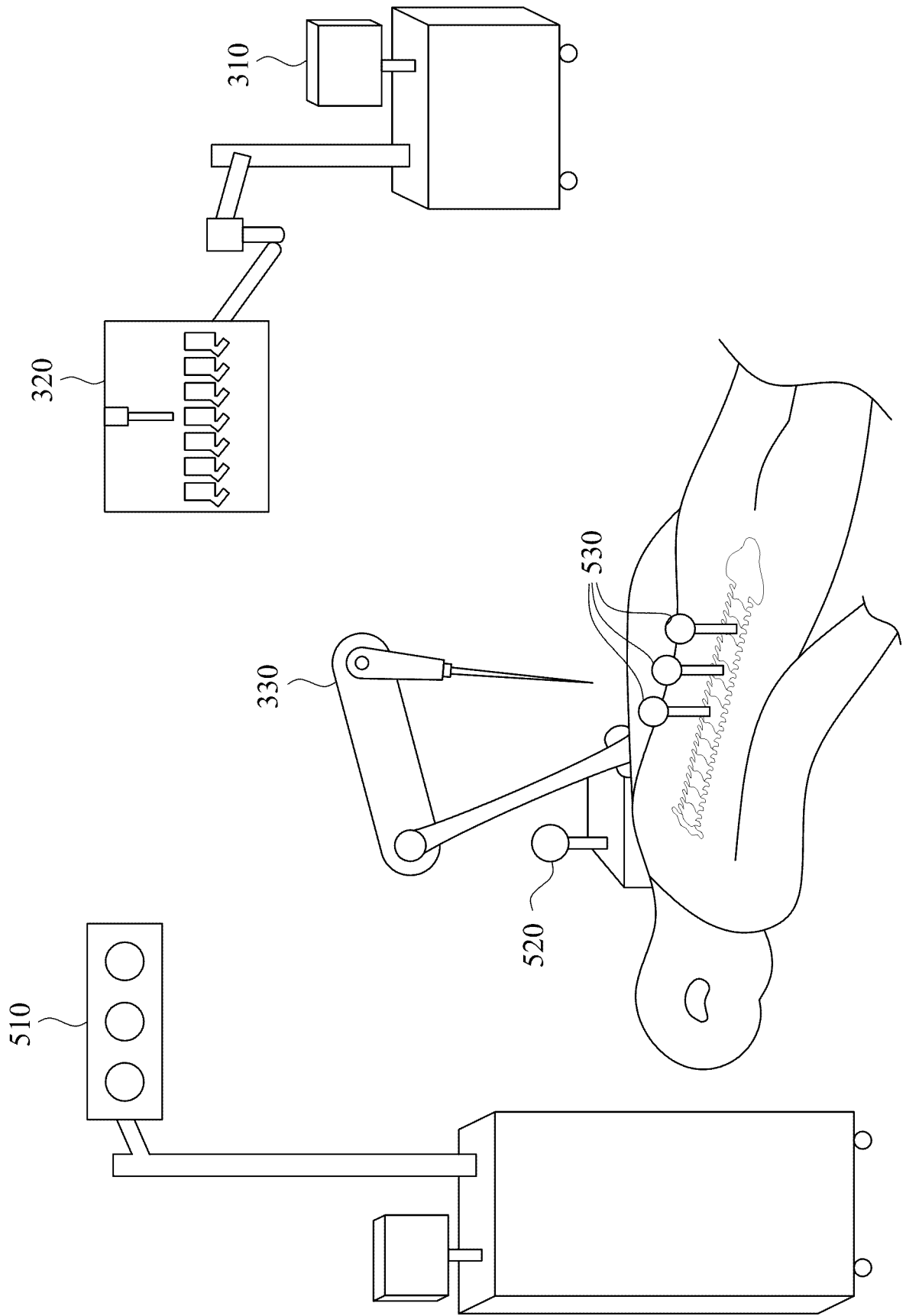


圖 5