



(21) 申請案號：105127055

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 24 日

(51) Int. Cl. : **G05D3/12 (2006.01)** **B25J5/00 (2006.01)**(30) 優先權：2016/06/24 世界智慧財產權組織 PCT/JP2016/003064
2015/08/25 日本 JP2015-165479(71) 申請人：川崎重工業股份有限公司 (日本) KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA
(JP)

日本

美好羅伯特有限公司 (日本) MEDICAROID CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：東條剛史 TOJO, TSUYOSHI (JP)

(74) 代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：7 共 36 頁

(54) 名稱

機器人系統

(57) 摘要

本發明之機器人系統具備：機器人本體，其具備機械臂、及安裝於上述機械臂之末端效應器；操作裝置，其具有操作部，且若對操作部進行操作則輸出與該操作相應之操作資訊；動作控制部，其按照自上述操作裝置輸出之操作資訊控制上述機器人本體之動作；速度檢測手段，其檢測上述末端效應器之前端之速度；假想反作用力資訊生成器，其將包含相對於上述末端效應器前端之速度具有正相關之第 1 力成分之力資訊作為假想反作用力資訊輸出；及力賦予裝置，其對上述操作部賦予力以使上述操作者感覺到與自上述假想反作用力資訊生成器輸出之上述假想反作用力資訊相應之力。

指定代表圖：

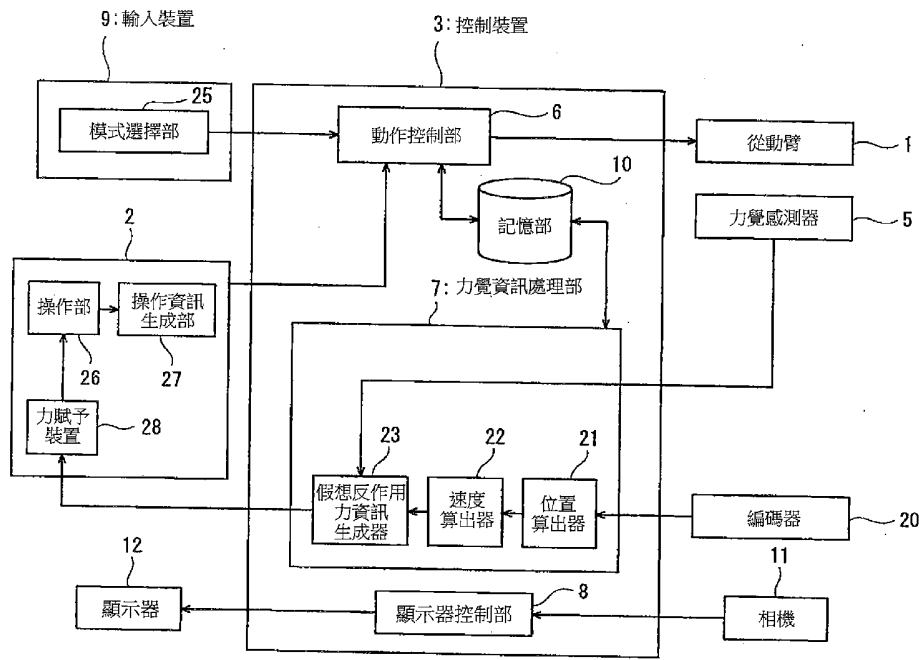


圖3

符號簡單說明：

- 1 . . . 從動臂
- 2 . . . 主動臂
- 3 . . . 控制裝置
- 5 . . . 力覺感測器
- 6 . . . 動作控制部
- 7 . . . 力覺資訊處理部
- 8 . . . 顯示器控制部
- 9 . . . 輸入裝置
- 10 . . . 記憶部
- 11 . . . 相機
- 12 . . . 顯示器
- 20 . . . 編碼器
- 21 . . . 位置算出器
- 22 . . . 速度算出器
- 23 . . . 假想反作用力資訊生成器
- 25 . . . 模式選擇部
- 26 . . . 操作部
- 27 . . . 操作資訊生成部
- 28 . . . 力賦予裝置

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

機器人系統

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種機器人系統。

【先前技術】

【0002】 自習知以來，已知有於機器人系統中利用觸覺資訊之技術。例如，於專利文獻 1 中揭示有如下機器人系統，即，一面於控制桿與可移動機器人之間獲得力覺回饋一面操作可移動機器人。近年來，將機器人系統應用於要求較高之精度之各種作業。例如，作為主從式之機器人系統之應用例，可列舉零件之嵌合作業、外科手術系統等。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 [專利文獻 1]日本專利特開 2009-282720 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0004】 然而，於利用上述習知之機器人系統之作業中將與從動臂自作業對象物受到之力相應之力成分提示給主動臂之情形時，若操作者自主動臂放開手，則因該力而主動臂自身移動。因此，對操作性造成不良影響，

其結果為，作業精度降低。此種問題於將機器人系統應用於零件之嵌合作業等必需較高之精度之作業之情形時共通。

【0005】 因此，本發明之目的在於：於機器人系統中能夠實現高精度之作業。

[解決課題之技術手段]

【0006】 本發明之一態樣之機器人系統具備：機器人本體，其具備機械臂、及安裝於上述機械臂之末端效應器；操作裝置，其具有操作部，且若對操作部進行操作，則輸出與該操作相應之操作資訊；動作控制部，其按照自上述操作裝置輸出之操作資訊控制上述機器人本體之動作；速度檢測手段，其檢測上述末端效應器之前端之速度；假想反作用力資訊生成器，其將包含相對於上述末端效應器前端之速度具有正相關之第 1 力成分之力資訊作為假想反作用力資訊輸出；及力賦予裝置，其對上述操作部賦予力以使上述操作者感覺到與自上述假想反作用力資訊生成器輸出之上述假想反作用力資訊相應之力。

【0007】 根據上述構成，若由操作者對操作部進行操作，則操作裝置輸出與該操作相應之操作資訊。於是，動作控制部按照自操作裝置輸出之操作資訊控制機器人本體之動作。於機器人本體之動作中，速度檢測手段檢測安裝於機械臂之末端效應器之前端之速度。假想反作用力資訊生成器將包含相對於末端效應器前端之速度具有正相關之第 1 力成分之力資訊作為假想反作用力資訊輸出。於是，力賦予裝置對操作部賦予力以使操作者感覺到與自假想反作用力資訊生成器輸出之假想反作用力資訊相應之力。操作者可感覺到與對操作部賦予之假想反作用力資訊相應之力。亦即，操

作者可一面自操作部感到黏性阻力被加強後之假想反作用力，一面對操作部進行操作以便以機器人對作業對象物進行適當之作業之方式操作機器人。因此，能夠實現高精度之作業。

【0008】 於上述機器人系統中，亦可為，上述機器人本體為從動臂，上述操作裝置為主動臂，藉由上述主動臂對上述從動臂進行遠距離操作。

【0009】 上述假想反作用力資訊生成器亦可將僅由上述第 1 力成分所構成之力資訊作為上述假想反作用力資訊輸出。

【0010】 根據上述構成，將僅由第 1 力成分所構成之力資訊作為假想反作用力資訊輸出，力賦予裝置對操作部賦予力以使操作者感覺到與僅由第 1 力成分所構成之力資訊相應之力。藉此，即便於操作者自操作部放開手之情形時，操作部亦不會隨意動作，因此，不會對操作性帶來不良影響。

【0011】 上述假想反作用力資訊生成器亦可判定上述末端效應器之前端之速度之正負，於上述末端效應器之前端之速度為正之情形時，輸出上述假想反作用力資訊，於上述末端效應器之前端之速度為負之情形時輸出零值。

【0012】 根據上述構成，於末端效應器之前端之速度為正之情形時，力賦予裝置對操作部賦予與黏性阻力被加強後之假想反作用力資訊相應之力，另一方面，於末端效應器之前端之速度為負之情形時，力賦予裝置不對操作部賦予任何力。例如，於外科手術系統中，於如將手術器具自切開部取出之情形時，實施手術者不會自手術器具感到黏性阻力，因此，能夠進行流暢之操作。

【0013】 具備偵測上述機器人本體施加於上述末端效應器之前端之

力之力偵測裝置，上述假想反作用力資訊生成器亦可將於上述第 1 力成分加上與上述力偵測裝置所偵測之力相應之第 2 力成分所得之力資訊作為上述假想反作用力資訊輸出。此處，藉由力偵測裝置偵測之力包含相互正交之 3 軸之各方向之力及繞該等各軸作用之力矩。

【0014】 根據上述構成，若力偵測裝置偵測施加於末端效應器之前端之力，則假想反作用力資訊生成器將於第 1 力成分加上與力偵測裝置所偵測之力相應之第 2 力成分所得之力資訊作為假想反作用力資訊輸出。於是，力賦予裝置對操作部賦予力以使操作者感覺到與由第 1 及第 2 力成分所構成之力資訊相應之力。此處，對操作部賦予之力係於操作者自操作部放開手時，處於允許操作部移動之範圍之程度之力。藉此，操作者可自操作部感覺到黏性阻力被進一步加強後之假想反作用力。

【0015】 上述力偵測裝置亦可為安裝於上述末端效應器之基端且以偵測施加於該末端效應器之前端之力之方式構成之力覺感測器。

【0016】 上述第 1 力成分亦可為與上述末端效應器前端之速度成正比之力成分。

【0017】 亦可為，上述機器人之遠距離操作系統進而具備模式選擇部，該模式選擇部構成為可使控制上述機器人本體之動作之上述動作控制部之運轉模式選擇如下模式之任一種：自動模式，其不使上述操作資訊反映至上述機器人本體之動作而使用預先設定之既定之程式控制上述機器人本體之動作；修正自動模式，其在能將上述操作資訊反映至上述機器人本體之動作之狀態下，使用預先設定之既定之程式控制上述機器人本體之動作；及手動模式，其不使用上述既定之程式而使用上述操作資訊控制上述

機器人本體之動作；且上述動作控制部於上述運轉模式為上述修正自動模式時，於上述機器人本體使用上述既定之程式動作之中途接收上述操作資訊，且以進行自關於上述既定之程式之動作修正後之動作之方式控制上述機器人本體。

【0018】 根據上述構成，可利用模式選擇部選擇自動模式作為動作控制部之運轉模式，因此，於無需機器人之動作修正之情形時，可選擇自動模式來防止意外地對操作裝置進行操作而動作被修正之情況。又，由於可利用模式選擇部選擇手動模式作為動作控制部之運轉模式，故而可不使用既定之程式而對機器人本體進行操作。

【0019】 亦可為，將上述機器人系統應用於外科手術系統，上述末端效應器為手術器具。

[發明之效果]

【0020】 根據本發明，於機器人系統中能夠實現高精度之作業。

【0021】 本發明之上述目的、其他目的、特徵、及優勢可參照隨附圖式由以下之較佳之實施態樣之詳細說明而明確。

【圖式簡單說明】

【0022】 圖 1 係表示第 1 實施形態之機器人系統之構成例之示意圖。

圖 2 係表示圖 1 之從動臂前端之構成例之示意圖。

圖 3 係表示圖 1 之主動臂及控制裝置之構成之方塊圖。

圖 4 係根據作業階段示意性地表示作用於圖 2 之機器手之前端之力之圖。

圖 5 係表示第 1 實施形態之變形例之機器人系統之主動臂及控制裝置之構成之方塊圖。

圖 6 係表示第 2 實施形態之機器人系統之構成之示意圖。

圖 7 係根據實施施術階段示意性地表示作用於圖 6 之手術器具之前端之力之圖。

【實施方式】

【0023】 以下，一面參照圖式一面對本發明之實施形態進行說明。以下，於所有圖式中，對相同或相當之要素附註相同之符號並省略重複之說明。

【0024】 (第 1 實施形態)

【0025】 圖 1 係表示本發明之第 1 實施形態之機器人系統之構成例之示意圖。如圖 1 所示，本實施形態之機器人系統 100 係由從動臂 1 藉由主動臂 2 而遠距離操作之主從式之機器人之遠距離操作系統構成。

【0026】 機器人之遠距離操作系統 100(以下簡稱為遠距離操作系統)具備由第 1 機器人所構成之從動臂 1、由第 2 機器人所構成之主動臂 2、控制裝置 3、力覺感測器 5、輸入裝置 9、相機 11、及顯示器 12。從動臂 1 可由任意類型之機器人構成。從動臂 1 相當於本發明之「機器人本體」。於本實施形態中，從動臂 1 例如由眾所周知之多關節機器人所構成，且具備基台 1a、設置於基台 1a 之多關節之臂 1b、及設置於臂 1b 之前端之手腕 1c。多關節之臂 1b 之各關節具備驅動用之伺服馬達、及檢測伺服馬達之旋轉角度位置之編碼器、及檢測於伺服馬達流動之電流之電流感測器(均未圖

示)。於手腕 1c 安裝末端效應器 4。於末端效應器 4 安裝力覺感測器 5。

【0027】 主動臂 2 可由任意類型之機器人構成。主動臂 2 相當於本發明之「操作裝置」。主動臂 2 具有操作部 26，且以若對操作部 26 進行操作則將與該操作相應之操作資訊輸出至控制裝置 3 之方式構成。於本實施形態中，操作部 26 具有與從動臂 1 之多關節臂 1b 相似之構造，但若可藉由操作者進行操作而操作從動臂 1，則例如可為開關、調整柄、操作桿或輸入板等移動終端，亦可為如操縱桿之簡易者。

【0028】 輸入裝置 9 係由觸控面板、鍵盤等人機介面所構成。輸入裝置 9 主要用於從動臂 1 之下述自動模式、修正動作模式、及手動模式之 3 種模式之切換、及輸入各種資料等。輸入至輸入裝置 9 之資訊被發送至控制裝置 3。

【0029】 於遠距離操作系統 100 中，處於遠離從動臂 1 之作業區域之位置（作業區域外）之操作者藉由移動主動臂 2 並輸入操作資訊而使從動臂 1 進行與操作資訊對應之動作，從而可進行既定之作業。又，於遠距離操作系統 100 中，從動臂 1 亦可無需由操作者對主動臂 2 操作而自動地進行既定之作業。

【0030】 於本說明書中，將按照經由主動臂 2 而輸入之操作資訊使從動臂 1 動作之運轉模式稱為「手動模式」。再者，於上述「手動模式」中亦包含如下情形，即，基於藉由操作者對主動臂 2 進行操作而輸入之操作資訊對動作中之從動臂 1 之動作之一部分自動地進行動作修正。又，將按照預先設定之既定之程式使從動臂 1 動作之運轉模式稱為「自動模式」。

【0031】 進而，於本實施形態之遠距離操作系統 100 中，以如下方式

構成，即，可於從動臂 1 自動地動作之中途使主動臂 2 之操作反映至從動臂 1 之自動之動作，對自動地進行之動作進行修正。於本說明書中，將於能夠反映經由主動臂 2 而輸入之操作資訊之狀態下按照預先設定之既定之程式使從動臂 1 動作之運轉模式稱為「修正自動模式」。再者，上述之「自動模式」於當使從動臂 1 動作之運轉模式為自動模式時不將主動臂 2 之操作反映至從動臂 1 之動作之方面與「修正自動模式」區別。

【0032】 相機 11 以能夠拍攝從動臂 1 之可動範圍之全部或一部分中之該從動臂 1 之動作之方式設置。相機 11 所拍攝之圖像資訊被發送至控制裝置 3，控制裝置 3 以顯示與該圖像資訊對應之圖像之方式控制顯示器 12。

【0033】 圖 2 係表示從動臂 1 前端之構成例之示意圖。如圖 2 所示，於手腕 1c 前端之安裝面 1d 安裝末端效應器 4。於本實施形態中，末端效應器 4 係能夠抓持嵌合零件 200 之機器手。機器手具備：手本體，其安裝於手腕 1c 前端之安裝面 1d；及 2 根手指部，其等係由例如由馬達所構成之致動器（未圖示）驅動。若致動器動作，則 2 根手指部相對於手本體移動。亦即，機器手之 2 根手指部能夠以相互接近或分離之方式移動，且可利用 2 根手指部抓持嵌合零件 200。於本實施形態之遠距離操作系統 100 中，將保持於機器手（4）之軸（200）藉由從動臂 1 之作動而插入至齒輪（210）之孔（211）。於齒輪（210）之表面及孔（211）之側面塗佈有潤滑油 212。由於該作業必需較高之精度，故而尤其於組裝作業中要求操作者熟練操作。

【0034】 力覺感測器 5 安裝於手腕 1c 前端之安裝面 1d 與末端效應器 4 之間。力覺感測器 5 相當於本發明之「力偵測裝置」。於本實施形態中，力覺感測器 5 安裝於末端效應器 4 之基端，且以感測施加於末端效應器 4

之前端之力之方式構成。於本實施形態中，力覺感測器 5 係能夠檢測出於手腕座標系統中定義之 XYZ 軸方向之力、及繞各軸作用之力矩之六軸力覺感測器。此處，所謂手腕座標系統係以手腕 1c 為基準之座標系統。於圖 2 中，與手腕 1c 之安裝面 1d 平行地定義 X 軸及 Y 軸，於與安裝面 1d 垂直之方向定義 Z 軸。力覺感測器 5 藉由無線或有線將檢測信號發送至控制裝置 3。

【0035】 圖 3 係表示主動臂 2 及控制裝置 3 之構成之方塊圖。如圖 3 所示，主動臂 2 具備操作部 26、操作資訊生成部 27、及力賦予裝置 28。操作部 26 由與從動臂 1 相似之多關節臂所構成（參照圖 1），且由操作者操作並且藉由力賦予裝置 28 對各關節軸賦予力（轉矩）。操作資訊生成部 27 以如下方式構成，即，若由操作者對操作部 26 進行操作，則生成與該操作相應之操作資訊，並將其輸出至動作控制部 6。力賦予裝置 28 以對多關節臂（操作部 26）之各關節軸賦予力（轉矩）之方式構成。

【0036】 控制裝置 3 包含動作控制部 6、力覺資訊處理部 7、顯示器控制部 8、記憶部 10、及介面部（未圖示）。控制裝置 3 由電腦、微控制器、微處理器等具有運算處理功能之裝置構成。動作控制部 6、力覺資訊處理部 7、及顯示器控制部 8 藉由利用控制裝置 3 之運算處理部（未圖示）執行儲存於控制裝置 3 之記憶部 10 之既定之程式而實現。控制裝置 3 之硬體上之構成為任意，控制裝置 3 可與從動臂 1 等其他裝置獨立地設置，亦可與其他裝置一體地設置。

【0037】 動作控制部 6 按照自主動臂 2 發送之操作資訊及自輸入裝置 9 輸入之資訊控制從動臂 1 之動作。此處，輸入裝置 9 之模式選擇部 25 係用於供操作者選擇上述「自動模式」、「修正自動模式」及「手動模式」中

之任一者作為使從動臂 1 動作之運轉模式者。關於由操作者選擇之模式之資訊自模式選擇部 25 被輸入至動作控制部 6。記憶部 10 係可讀寫之記錄媒體，預先記憶有用以使從動臂 1 自動地進行既定之動作之既定之程式及各種資料。既定之程式例如係藉由教示作業以進行既定之作業之方式使從動臂 1 動作並記憶之教示資訊。於本實施形態中，教示資訊可為藉由操作主動臂 2 而指示從動臂 1 之動作並使之記憶之資訊，亦可為藉由直接教示而記憶之資訊。再者，記憶部 10 係與控制裝置 3 設為一體，但亦可與控制裝置 3 分開設置。具體而言，動作控制部 6 基於來自主動臂 2 之操作資訊、及預先記憶之資訊之至少任一資訊控制驅動從動臂 1 之各關節軸之伺服馬達。動作控制部 6 生成從動臂 1 之各關節軸之位置指令值，並基於所生成之位置指令值與編碼器之檢測值（實際值）之偏差而生成速度指令值。然後，基於所生成之速度指令值與速度當前值之偏差而生成轉矩指令值（電流指令值），並基於所生成之電流指令值與電流感測器之偏差之檢測值（實際值）而控制伺服馬達。

【0038】 力覺資訊處理部 7 具備位置算出器 21、速度算出器 22、及假想反作用力資訊生成器 23。

【0039】 位置算出器 21 取得編碼器 20 之檢測信號，且可根據從動臂 1 之各關節軸之旋轉角度位置及構成從動臂 1 之連桿之尺寸，而既定出共通之基礎座標系統中之從動臂 1 之手腕 1c 之位置及姿勢。然後，位置算出器 21 藉由預先記憶以手腕 1c 為基準之手腕座標系統中之手腕 1c 之位置至末端效應器 4 之前端之向量，而算出以基礎座標系統為基準之末端效應器 4 之前端之位置，並將其輸出至速度算出器 22。再者，亦可為，遠距離操作

系統 100 具備測量空間上之任意之點且能夠生成其座標資料之測量裝置(未圖示)，位置算出器 21 藉由將測量點之座標資料自測量裝置之既定之座標系統座標轉換為基礎座標系統，而算出以基礎座標系統為基準之末端效應器 4 之前端之位置。

【0040】 速度算出器 22 取得自位置算出器 21 輸出之末端效應器 4 之前端之位置，且自每既定時間之移動量算出末端效應器 4 之前端之速度成分，並將其輸出至假想反作用力資訊生成器 23。

【0041】 假想反作用力資訊生成器 23 取得力覺感測器 5 之檢測信號、及利用速度算出器 22 算出之末端效應器 4 之前端之速度成分，並基於該等資訊生成假想反作用力資訊，並將其輸出至主動臂 2。此處，假想反作用力資訊生成器 23 基於力覺感測器 5 之檢測信號判定施加於末端效應器 4 之前端之力是否隨時間經過而增加。而且，於施加於末端效應器 4 之前端之力增加之情形時，將包含相對於末端效應器 4 前端之速度具有正相關之第 1 力成分之力資訊作為假想反作用力資訊輸出至力賦予裝置 28。假想反作用力資訊生成器 23 於施加於末端效應器 4 之前端之力隨時間經過減少之情形時，將零值輸出至力賦予裝置 28。

【0042】 力賦予裝置 28 對操作部 26 賦予力以使操作者感覺到相當於自假想反作用力資訊生成器 23 輸出之假想反作用力資訊之力。此處，合成反作用力資訊被轉換為相對於主動臂 2 (操作部 26) 之各關節軸之轉矩值。例如，經轉換之轉矩值相當於對驅動各關節之伺服馬達之驅動電路之轉矩指令。

【0043】 顯示器控制部 8 以顯示與利用相機 11 拍攝之圖像資訊對應

之圖像之方式控制顯示器 12。操作者可藉由一面觀察顯示器 12 一面操作主動臂 2（操作部 26）而如操作者所欲般操作從動臂 1。

[動作]

【0044】 其次，使用圖 2～圖 4 對遠距離操作系統 100 之動作進行說明。於本實施形態之遠距離操作系統 100 中，藉由從動臂 1 之作動而將保持於機器手（4）之軸（200）插入至齒輪（210）之孔（211）（參照圖 2）。此處，對由操作者利用模式選擇部 25 選擇之運轉模式為「手動模式」之情形進行說明。動作控制部 6 於使從動臂 1 動作之運轉模式為「手動模式」時，不使用既定之程式而按照藉由操作主動臂 2 而傳送之操作資訊（輸入指令）來控制從動臂 1 之動作（參照圖 3）。

【0045】 圖 4 係根據作業階段示意性地表示作用於機器手（4）之前端之力之圖。首先，如圖 4（A）所示，操作者藉由一面觀察顯示器 12 一面操作主動臂 2（操作部 26）而藉由其從動臂 1 之作動將抓持有軸（200）之機器手（4）向齒輪（210）之方向（該圖中為 Z 軸之正方向）按下。此時，以軸（200）之中心線與齒輪（210）之孔（211）之中心線一致之方式進行控制。於本實施形態中，藉由力覺感測器 5 之檢測信號進行軸（200）之前端是否與齒輪（210）接觸之接觸判定。於軸（200）之前端與齒輪（210）接觸之前，不對機器手（4）前端施加任何力，因此，利用力覺感測器 5 檢測出之力之值為零。再者，於本實施形態中，由於軸（200）係由機器手（4）抓持，故而施加於由機器手（4）抓持之軸（200）之前端之力與施加於機器手（4）之前端之力為相同程度。

【0046】 其次，如圖 4（B）所示，若軸（200）之前端與齒輪（210）

接觸，則操作者藉由一面觀察顯示器 12 一面操作主動臂 2，而開始藉由從動臂 1 之作動而將軸（200）插入至齒輪（210）之作業。若安裝於從動臂 1 之前端之力覺感測器 5 偵測施加於機器手（4）之前端之力 F ，則假想反作用力資訊生成器 23 基於力覺感測器 5 之檢測信號判定施加於末端效應器 4 之前端之力 F 是否隨時間經過而增加。於圖 4（B）中，軸（200）前端於與齒輪（210）之表面或孔（211）之側面接觸時，受到 Z 軸之負方向之力。於此情形時，施加於機器手（4）之前端之力隨時間經過而增加，故而假想反作用力資訊生成器 23 將包含如式（1）所示般相對於機器手（4）前端之速度具有正相關之第 1 力成分之力資訊作為假想反作用力資訊 $P(t)$ 輸出至主動臂 2（力賦予裝置 28）。

$$P(t) = (K \times (dr/dt)) \times h(t) \dots (1)$$

此處， r 表示機器手（4）前端之位置， t 表示時間， K 表示比例常數。 $h(t)$ 為式（2）中所示之單位步階函數。 F 為施加於機器手（4）前端之力。

$$h(t) = 1 (dF/dt \geq 0), h(t) = 0 (dF/dt < 0) \dots (2)$$

根據式（1），相對於機器手（4）前端之速度具有正相關之第 1 力成分係與機器手（4）前端之速度成分成正比之力成分。亦即，假想反作用力資訊生成器 23 將機器手（4）前端之速度成分 dr/dt 轉換為適當之範圍，並將其作為假想反作用力資訊輸出至主動臂 2 之力賦予裝置 28。再者，亦可利用低通濾波器（未圖示）去除假想反作用力資訊之雜訊成分。

【0047】 力賦予裝置 28 對主動臂 2（操作部 26）賦予力以使操作者感覺到與自假想反作用力資訊生成器 23 輸出之假想反作用力資訊相應之力。操作者可感覺到與對操作部 26 賦予之假想反作用力資訊相應之力。亦

即，操作者能以一面自操作部 26 感到黏性阻力被加強後之假想反作用力一面藉由從動臂 1 之作動而將軸(200)插入至塗佈有潤滑油(212)之齒輪(210)之方式對操作部 26 進行操作。因此，能夠實現高精度之作業。

【0048】 又，由於力賦予裝置 28 對操作部 26 賦予力以使操作者感覺到與僅由第 1 力成分所構成之力資訊相應之力（參照式(1)），故而即便於操作者自操作部 26 放開手之情形時，操作部 26 亦不會隨意地動作，因此，不會給操作性帶來不良影響。

【0049】 另一方面，存在如下情形，即，如圖 4 (C) 所示，操作者於作業中暫時將插入之軸(200)之前端部自孔(211)拔出。由於在孔(211)之內部塗佈有潤滑油(212)，故而軸(200)之前端於 Z 軸之正方向受力。於此情形時，施加於軸(200)之前端之力 F (Z 軸之負方向)與圖 4 (B) 之情形相比減少。其結果為，施加於機器手(4)之前端之力隨時間經過而減少，因此，假想反作用力資訊生成器 23 將零值輸出至主動臂 2 之力賦予裝置 28。其結果為，力賦予裝置 28 不對操作部 26 賦予任何力。由於操作者不會自操作部 26 感到黏性阻力，故而能夠進行流暢之操作。

【0050】 再者，於本實施形態中，假想反作用力資訊生成器 23 將包含相對於機器手(4)前端之速度具有正相關之第 1 力成分之力資訊作為假想反作用力資訊輸出（參照式(1)），但並不限定於該構成。假想反作用力資訊生成器 23 亦可將如式(3)所示般對第 1 力成分加上與力覺感測器 5 偵測之力相應之第 2 力成分所得之力資訊作為假想反作用力資訊 P (t) 輸出。

$$P (t) = (K \times (d r / d t)) \times h (t) + f (t) \cdot \cdot \cdot (3)$$

此處， $f(t)$ 係與力覺感測器 5 偵測之力相應之第 2 力成分。藉此，操作者可自操作部 26 感到黏性阻力被進一步加強後之假想反作用力。

【0051】 再者，假想反作用力資訊生成器 23 於生成第 2 力成分 $f(t)$ 時，將力覺感測器 5 所偵測到之施加於機器手 (4) 之前端之力轉換為適當之範圍，藉此，對操作部 26 賦予之力可設定為於操作者自操作部 26 放開手時處於允許操作部 26 移動之範圍之程度之力。

【0052】 再者，於本實施形態中，假想反作用力資訊生成器 23 於施加於機器手 (4) 之前端之力減少之情形時輸出零值 (參照式 (1))，但亦可於該力之絕對值小於既定值之情形時輸出零值。

【0053】 圖 5 係表示本實施形態之變形例之機器人之遠距離操作系統之控制裝置 3A 之構成之方塊圖。如圖 5 所示，本變形例之遠距離操作系統不具備力覺感測器 5 (參照圖 3) 之方面與本實施形態不同。力覺資訊處理部 7A 進而具備力算出器 24。力算出器 24 自電流感測器 30 取得流經驅動從動臂 1 之各關節軸之伺服馬達之電流值，且基於電流指令值與電流感測器 30 之檢測值之偏差之變化率算出作用於從動臂 1 之末端效應器 4 之前端之力，但亦可基於各關節軸之位置偏差或速度偏差之變化率算出作用於從動臂 1 之末端效應器 4 之前端之力。於本變形例中，假想反作用力資訊生成器 23A 基於力算出器 24 之輸出信號判定軸 (200) 之前端是否與齒輪 (210) 接觸。又，假想反作用力資訊生成器 23A 僅基於機器手 (4) 前端之速度而生成假想反作用力資訊。假想反作用力資訊生成器 23A 判定機器手 (4) 前端之速度之正負，且根據上述式 (1) 及式 (4)，於機器手 (4) 之前端之速度為正之情形時輸出假想反作用力資訊 $P(t)$ ，於機器手 (4) 之前端之

速度為負之情形時輸出零值。

$$P(t) = (K \times (dr/dt)) \times h(t) \dots (1)$$

$$h(t) = 1 (dr/dt \geq 0), h(t) = 0 (dr/dt < 0) \dots (4)$$

【0054】 於本變形例之遠距離操作系統中，無需力覺感測器 5，因此，能以簡單之構成發揮與本實施形態同樣之效果。

【0055】 又，於本變形例中，假想反作用力資訊生成器 23A 亦可輸出上述式 (3) 所示之假想反作用力資訊 $P(t)$ 。

【0056】 再者，於本實施形態中，對利用模式選擇部 25 選擇之運轉模式為「手動模式」之情形進行了說明，但利用模式選擇部 25 選擇之運轉模式亦可為「自動模式」。動作控制部 6 於使從動臂 1 動作之運轉模式為「自動模式」時，不使用自主動臂 2 發送之操作資訊而按照預先設定之既定之程式控制從動臂 1 之動作。

【0057】 又，利用模式選擇部 25 選擇之運轉模式亦可為「修正自動模式」。動作控制部 6 於運轉模式為「修正自動模式」時，使用既定之程式與操作資訊之兩者。再者，於運轉模式為「修正自動模式」時，於未將操作資訊發送至動作控制部 6 之情形時，動作控制部 6 僅使用既定之程式。更詳細而言，動作控制部 6 於使從動臂 1 動作之運轉模式為「修正自動模式」時，若於從動臂 1 使用既定之程式自動地動作之中途接收操作資訊，則使用既定之程式與操作資訊之兩者控制從動臂 1 之動作。藉此，從動臂 1 進行自關於既定之程式之動作即自動進行之動作修正後之動作。

【0058】 再者，於本實施形態中，動作控制部 6 構成為按照由操作者利用輸入裝置 9 之模式選擇部 25 選擇之「自動模式」、「修正自動模式」及

「手動模式」中之任一運轉模式進行從動臂 1 之動作，但並不限定於此種構成。例如，亦可具有：輸出控制部（未圖示），其於動作控制部 6 以使從動臂 1 藉由「自動模式」動作至既定之步驟之方式進行控制時，對於操作者輸出關於從動臂 1 之自動運轉之繼續許可之詢問；及繼續判定部（未圖示），其基於在利用輸出控制部（未圖示）輸出詢問後由接收部（未圖示）接收之輸入信號，判定是否允許自動運轉之繼續。藉此，於要求操作者熟練操作之場景中，可自「自動模式」切換為「手動模式」而進行作業。

【0059】 再者，於本實施形態中，於對已經塗有潤滑油（212）之零件安裝其他零件之作業中應用遠距離操作系統 100，但並不限於此。只要為必需較高之精度之作業，則例如亦可應用於對液體中之作業對象物之作業、或高黏性液之攪拌作業。藉由對提示於操作裝置之力加上黏性阻力，而容易判別作業對象物是否處於液體中。

【0060】 （第 2 實施形態）

【0061】 其次，對第 2 實施形態進行說明。本實施形態之遠距離操作系統之基本之構成與上述實施形態同樣。以下，省略與第 1 實施形態共通之構成之說明，以不同之構成為中心進行說明。本實施形態之遠距離操作系統應用於外科手術系統，末端效應器為手術器具。外科手術系統係主從型之手術支援機器人。此處係醫師等實施手術者對患者實施內視鏡外科手術之系統。

【0062】 再者，由於本實施形態之外科手術系統用於手術支援，故而從動臂 1 構成為僅以「手動模式」進行動作。因此，輸入裝置 9 不具備用於由操作者選擇運轉模式之模式選擇部 25（參照圖 3）。實施手術者藉由一

面觀察顯示器 12 一面操作主動臂 2 之操作部 26 而如實施手術者所欲般操作從動臂 1。操作部 26 只要可藉由實施手術者進行操作而操作從動臂 1，則亦可為眾所周知之構成。從動臂 1 亦只要可按照自主動臂 2 輸出之操作資訊進行控制，則亦可為眾所周知之構成。例如，從動臂 1 具有能相對於基端部使前端部於三維空間內移動之構成。

【0063】 圖 6 係表示第 2 實施形態之機器人之遠距離操作系統之構成之示意圖。如圖 6 所示，於從動臂 1 之前端之手腕 1c 形成保持儀器（外科用器具）42 之保持器 36（器具保持部）。於從動臂 1 前端之手腕 1c 之安裝面 1d（保持器 36 之背面）與儀器 42 之間安裝有力覺感測器 5。於保持器 36 可裝卸地保持有儀器 42。保持於保持器 36 之儀器 42 之軸 43 以與基準方向 D 平行地延伸之方式構成。再者，亦可於該保持器 36 可裝卸地保持內視鏡組件。於本實施形態中，實施手術者藉由該從動臂 1 之作動而使從動臂 1 之儀器 42 動作。

【0064】 儀器 42 係由設置於其基端部之驅動單元 45、設置於其前端部之末端效應器（處理器具）4、及將驅動單元 45 與末端效應器 4 之間連接之細長之軸 43 構成。於儀器 42 規定基準方向 D，驅動單元 45、軸 43 及末端效應器 44 與基準方向 D 平行地排列。儀器 42 之末端效應器 4 選自由具有能夠動作之關節之手術器具（例如，鉗子、剪子、抓鉗、持針器、顯微解剖器、縫合器、縫釘、吸引洗淨工具、圈套器鋼絲、及施夾器等）或不具有關節之器具（例如，切斷刀、燒灼探針、洗淨器、導管、及吸引孔等）所組成之群。

【0065】 於外科手術系統（100）中，利用從動臂 1 之前端之手術器

具(4)對患者 214 實施各種手術。不僅一般之手術，使用外科手術系統(100)之手術亦要求實施手術者熟練操作。

【0066】 圖 7 係根據實施施術階段示意性地表示作用於手術器具(4)之前端之力之圖。首先，如圖 7 (A) 所示，實施手術者藉由一面觀察顯示器 12 一面操作主動臂 2 (操作部 26)，而藉由其從動臂 1 之作動將安裝於軸 43 之手術器具(4)前端向患者 214 之方向(該圖中為 Z 軸之正方向)按下。此時，例如以手術器具(4)之前端位於患者 214 之切開部 Q 之方式進行控制。於本實施形態中，根據力覺感測器 5 之檢測信號進行手術器具(4)之前端是否與患者 214 接觸之接觸判定。由於在手術器具(4)之前端與切開部 Q 接觸之前不會對前端施加任何力，故而利用力覺感測器 5 檢測之力之值為零。

【0067】 其次，如圖 7 (B) 所示，若手術器具(4)之前端與切開部 Q 接觸，則實施手術者藉由一面觀察顯示器 12 一面操作主動臂 2 而藉由從動臂 1 之作動開始利用手術器具(4)進行手術。若安裝於從動臂 1 之前端之力覺感測器 5 偵測施加於手術器具(4)之前端之力，則假想反作用力資訊生成器 23 基於力覺感測器 5 之檢測信號判定施加於手術器具(4)之前端之力 F 是否隨時間經過而增加。於圖 7 (B) 中，手術器具(4)前端於與患者 214 之切開部 Q 接觸時受到 Z 軸之負方向之力。於此情形時，由於施加於手術器具(4)之前端之力隨時間經過而增加，故而假想反作用力資訊生成器 23 將包含如上述式 (1) 所示般相對於手術器具(4)前端之速度具有正相關之第 1 力成分之力資訊作為假想反作用力資訊 $P(t)$ 輸出至主動臂 2 (力賦予裝置 28)。根據式 (1)，相對於機器手(4)前端之速度具有正相

關之第 1 力成分係與機器手 (4) 前端之速度成分成正比之力成分。

【0068】 力賦予裝置 28 對主動臂 2 (操作部 26) 賦予力以使操作者感覺到與自假想反作用力資訊生成器 23 輸出之假想反作用力資訊相應之力。實施手術者可感覺到與對操作部 26 賦予之假想反作用力資訊相應之力。亦即，實施手術者可一面自操作部 26 感到黏性阻力被加強後之假想反作用力，一面利用手術器具 (4) 以切開患者 214 之切開部 Q 之方式對操作部 26 進行操作。因此，能夠實現高精度之作業。

【0069】 又，由於力賦予裝置 28 對操作部 26 賦予力以使實施手術者感覺到與僅由第 1 力成分所構成之力資訊相應之力 (參照式 (1))，故而即便於實施手術者自操作部 26 放開手之情形時，操作部 26 亦不會隨意地動作，因此，不會給操作性帶來不良影響。

【0070】 另一方面，如圖 7 (C) 所示，存在如下情形，即，實施手術者於實施手術中或實施手術後暫時將插入之手術器具 (4) 自患者 214 之體內取出。於此情形時，手術器具 (4) 之前端於 Z 軸之正方向受到力。施加於手術器具 (4) 之前端之力 F (Z 軸之負方向) 與圖 7 (B) 之情形相比減少。其結果為，施加於手術器具 (4) 之前端之力隨時間經過而減少，因此，假想反作用力資訊生成器 23 將零值輸出至主動臂 2 之力賦予裝置 28。其結果為，力賦予裝置 28 不對操作部 26 賦予任何力。操作者不會自操作部 26 感到黏性阻力，因此能夠進行流暢之操作。

【0071】 再者，於本實施形態中，假想反作用力資訊生成器 23 將包含相對於手術器具 (4) 前端之速度具有正相關之第 1 力成分之力資訊作為假想反作用力資訊輸出 (參照式 (1))，但並不限於該構成。假想反作用力

資訊生成器 23 亦可輸出上述式 (3) 所示之假想反作用力資訊 $P(t)$ 。

【0072】 再者，假想反作用力資訊生成器 23 於生成式 (3) 之第 2 力成分 $f(t)$ 時，藉由將力覺感測器 5 所偵測到之施加於手術器具 (4) 之前端之力轉換為適當之範圍，而可將對操作部 26 賦予之力設定為於操作者自操作部 26 放開手時處於允許操作部 26 移動之範圍之程度之力。

【0073】 再者，於本實施形態中，假想反作用力資訊生成器 23 於施加於手術器具 (4) 之前端之力減少之情形時輸出零值 (參照式 (1))，但亦可於該力之絕對值小於既定值之情形時輸出零值。

【0074】 再者，作為本實施形態之變形例，亦可與第 1 實施形態之變形之構成 (參照圖 5) 同樣地不具備力覺感測器 5。於此情形時，僅基於手術器具 (4) 前端之速度而生成假想反作用力資訊。由於無需力覺感測器 5，故而能以簡單之構成發揮與本實施形態同樣之效果。

【0075】 再者，於上述各實施形態中，相對於末端效應器 4 前端之速度具有正相關之第 1 力成分係與末端效應器 4 前端之速度成分成正比之力成分 (參照式 (1))，但只要為隨速度成分之增加而增加之力成分，則例如亦可為與速度成分之平方成正比之力成分。

(其他實施形態)

【0076】 再者，上述各實施形態之機器人系統 100 係由主從式之遠距離操作系統構成，但並不限於此。例如，於其他機器人系統中，亦可為如下構成，即，於利用安裝於機械臂之末端效應器進行作業時，使周圍之人或系統之管理者感覺到假想反作用力。

【0077】 對本發明所屬技術領域中，具有通常知識者而言，由上述說

明可明確得知本發明之較多之改良或其他實施形態。因此，上述說明應僅作為例示解釋，且係以將執行本發明之最佳之態樣教示給本發明所屬技術領域中，具有通常知識者之目的提供者。可於不脫離本發明之精神之範圍內實質上變更其構造及功能之一者或兩者之詳情。

[產業上之可利用性]

【0078】 本發明於將機器人系統應用於必需較高之精度之作業之情形時有用。

【符號說明】

【0079】

- 1：從動臂（機器人本體）
- 2：主動臂（操作裝置）
- 3：控制裝置
- 4：末端效應器
- 5：力覺感測器
- 6：動作控制部
- 7：力覺資訊處理部
- 8：顯示器控制部
- 9：輸入裝置
- 10：記憶部
- 20：編碼器
- 21：位置算出器

- 22：速度算出器
- 23：假想反作用力資訊生成器
- 25：模式選擇部
- 26：操作部
- 27：操作資訊生成部
- 28：力賦予裝置
- 30：電流感測器
- 100：遠距離操作系統
- 200：嵌合零件（軸）
- 210：被嵌合零件（齒輪）
- 211：嵌合孔
- 212 潤滑油
- 214：患者

201719312

發明摘要

※ 申請案號：105127055

※ 申請日：105.8.24

※IPC 分類：G05D 3/12 (2006.01)
B25J 5/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

機器人系統

【中文】

本發明之機器人系統具備：機器人本體，其具備機械臂、及安裝於上述機械臂之末端效應器；操作裝置，其具有操作部，且若對操作部進行操作則輸出與該操作相應之操作資訊；動作控制部，其按照自上述操作裝置輸出之操作資訊控制上述機器人本體之動作；速度檢測手段，其檢測上述末端效應器之前端之速度；假想反作用力資訊生成器，其將包含相對於上述末端效應器前端之速度具有正相關之第 1 力成分之力資訊作為假想反作用力資訊輸出；及力賦予裝置，其對上述操作部賦予力以使上述操作者感覺到與自上述假想反作用力資訊生成器輸出之上述假想反作用力資訊相應之力。

【英文】

無

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1：從動臂
- 2：主動臂
- 3：控制裝置
- 5：力覺感測器
- 6：動作控制部
- 7：力覺資訊處理部
- 8：顯示器控制部
- 9：輸入裝置
- 10：記憶部
- 11：相機
- 12：顯示器
- 20：編碼器
- 21：位置算出器
- 22：速度算出器
- 23：假想反作用力資訊生成器
- 25：模式選擇部
- 26：操作部
- 27：操作資訊生成部
- 28：力賦予裝置

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種機器人系統，其具備：

機器人本體，其具備機械臂、及安裝於上述機械臂之末端效應器；

操作裝置，其具有操作部，且若對操作部進行操作則輸出與該操作相應之操作資訊；

動作控制部，其按照自上述操作裝置輸出之操作資訊控制上述機器人本體之動作；

速度檢測手段，其檢測上述末端效應器之前端之速度；

假想反作用力資訊生成器，其將包含相對於上述末端效應器前端之速度具有正相關之第 1 力成分之力資訊作為假想反作用力資訊輸出；及

力賦予裝置，其對上述操作部賦予力以使上述操作者感覺到與自上述假想反作用力資訊生成器輸出之上述假想反作用力資訊相應之力。

2. 如申請專利範圍第 1 項之機器人系統，其中上述機器人本體為從動臂，上述操作裝置為主動臂，利用上述主動臂對上述從動臂進行遠距離操作。

3. 如申請專利範圍第 1 項之機器人系統，其中上述假想反作用力資訊生成器將僅由上述第 1 力成分所構成之力資訊作為上述假想反作用力資訊輸出。

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之機器人系統，其中上述假想反作用力資訊生成器判定上述末端效應器之前端之速度之正負，於上述末端效應器之前端之速度為正之情形時輸出上述假想反作用力資訊，於上述末端效應器之前端之速度為負之情形時輸出零值。

5. 如申請專利範圍第 1 項之機器人系統，其中具備偵測上述機器人本體施加於上述末端效應器之前端之力之力偵測裝置，

上述假想反作用力資訊生成器將於上述第 1 力成分加上與上述力偵測裝置所偵測之力相應之第 2 力成分所得之力資訊作為上述假想反作用力資訊輸出。

6. 如申請專利範圍第 5 項之機器人系統，其中上述力偵測裝置係安裝於上述末端效應器之基端且以偵測施加於該末端效應器之前端之力之方式構成之力覺感測器。

7. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之機器人系統，其中上述第 1 力成分係與上述末端效應器前端之速度成正比之力成分。

8. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之機器人系統，其進而具備模式選擇部，該模式選擇部構成為可使控制上述機器人本體之動作之上述動作控制部之運轉模式選擇如下模式之任一種：自動模式，其不使上述操作資訊反映至上述機器人本體之動作而使用預先設定之既定之程式控制上述機器人本體之動作；修正自動模式，其在能將上述操作資訊反映至上述機器人本體之動作之狀態下，使用預先設定之既定之程式控制上述機器人本體之動作；及手動模式，其不使用上述既定之程式而使用上述操作資訊控制上述機器人本體之動作；且

上述動作控制部以如下方式控制上述機器人本體，即，於上述運轉模式為上述修正自動模式時，於上述機器人本體使用上述既定之程式動作之中途接收上述操作資訊，進行自關於上述既定之程式之動作修正後之動作。

9. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之機器人系統，其中上述機器人之遠距離操作系統應用於外科手術系統，上述末端效應器為手術器具。

圖式

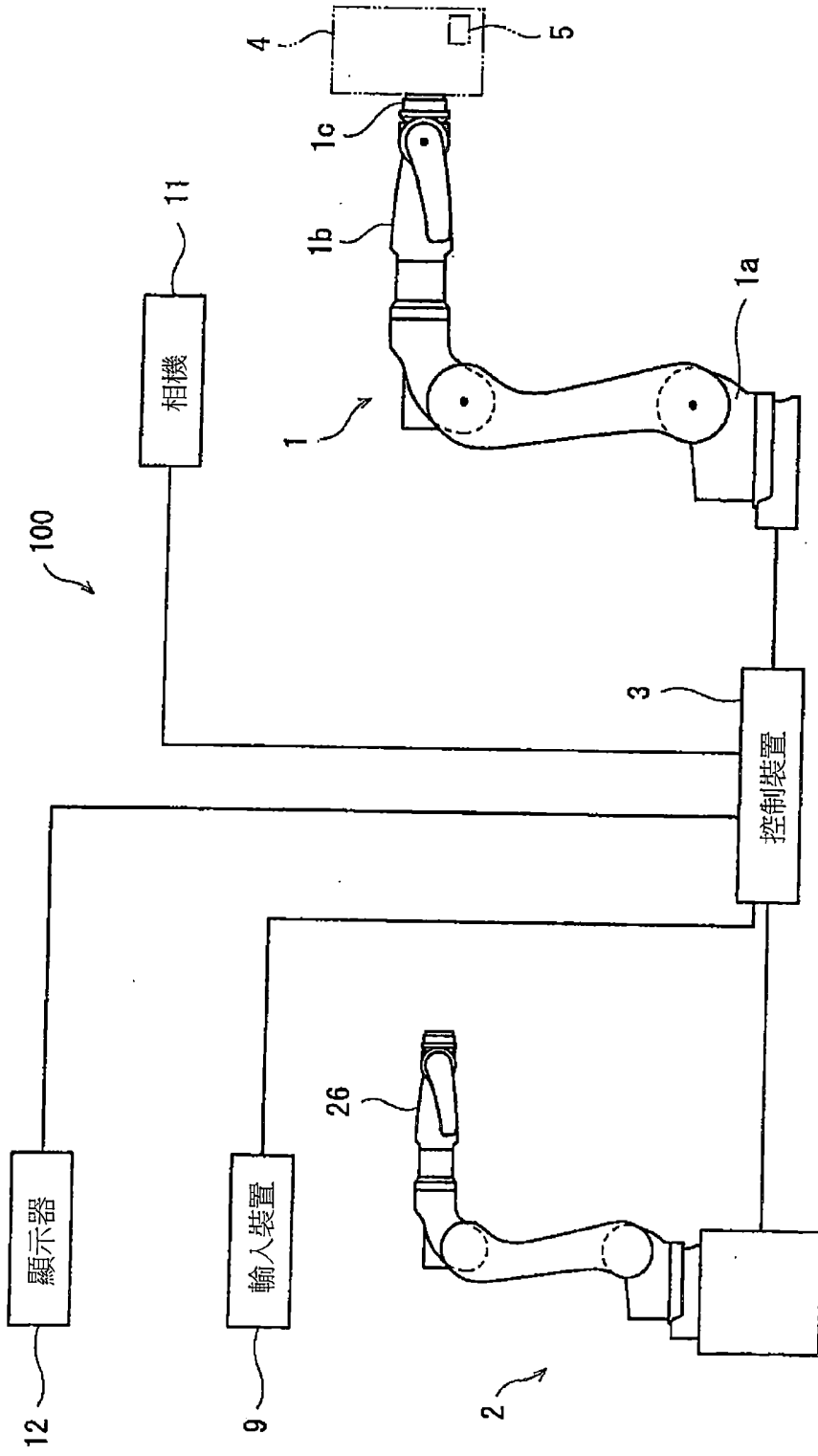


圖1

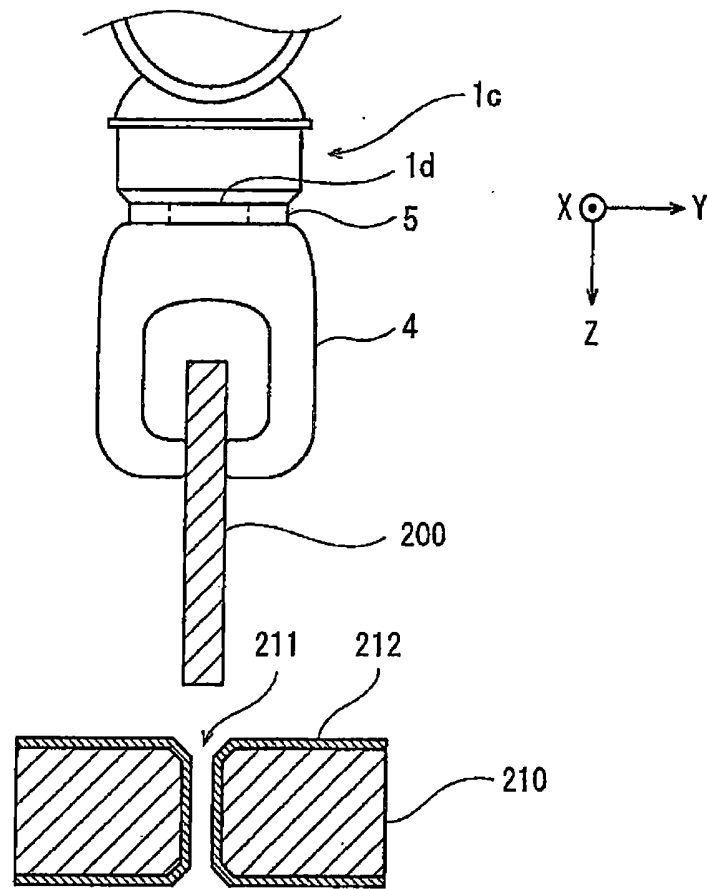


圖2

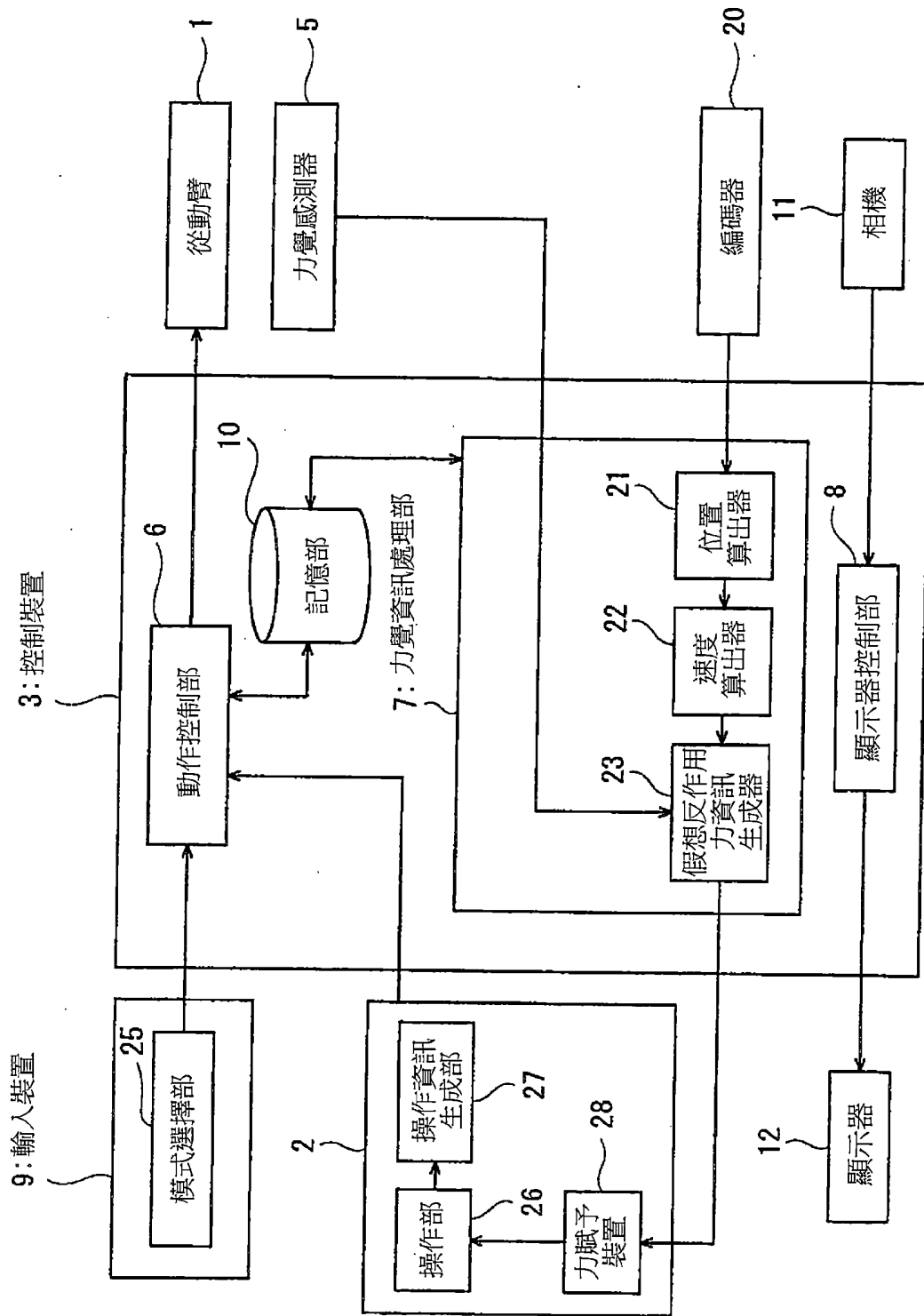


圖3

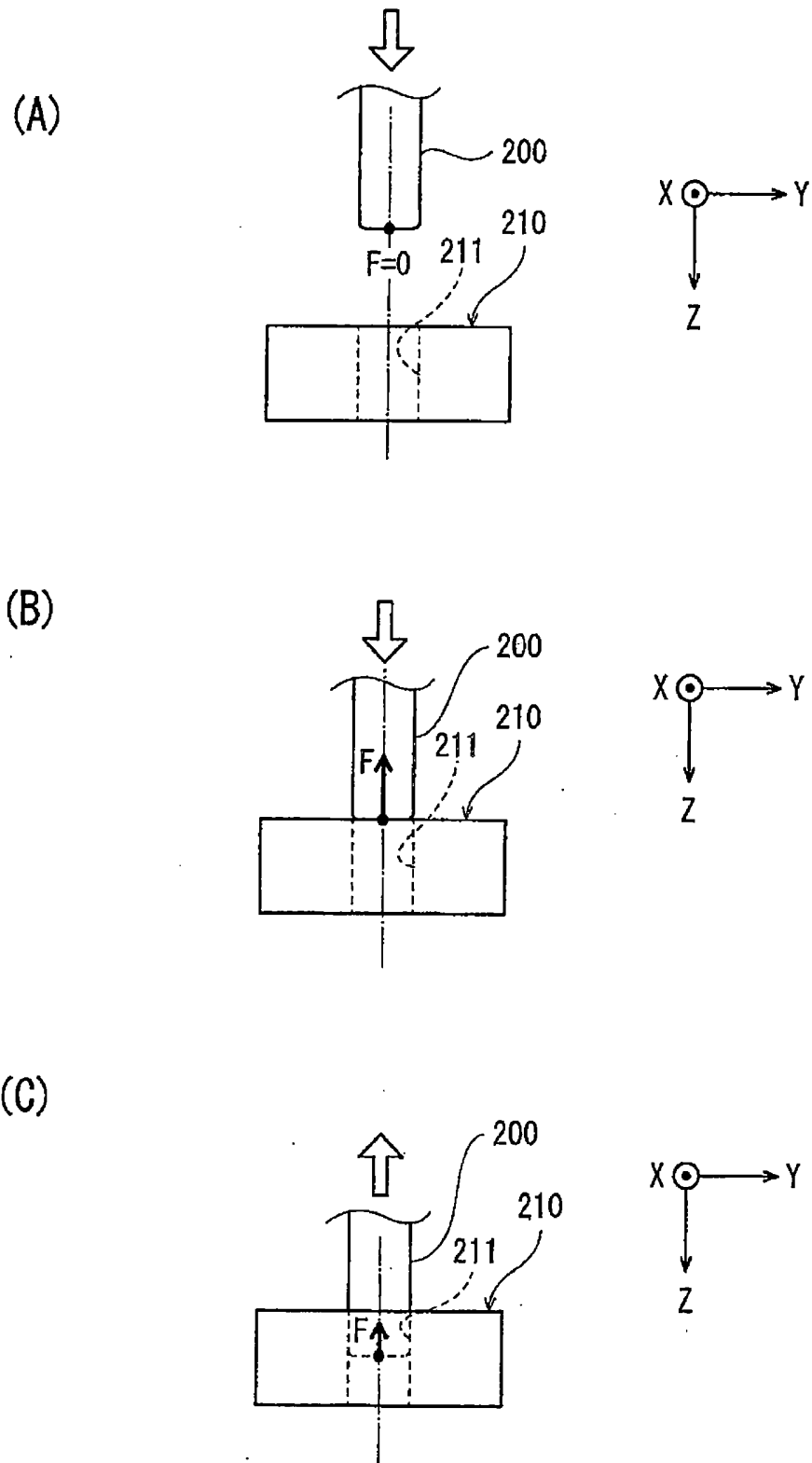


圖4

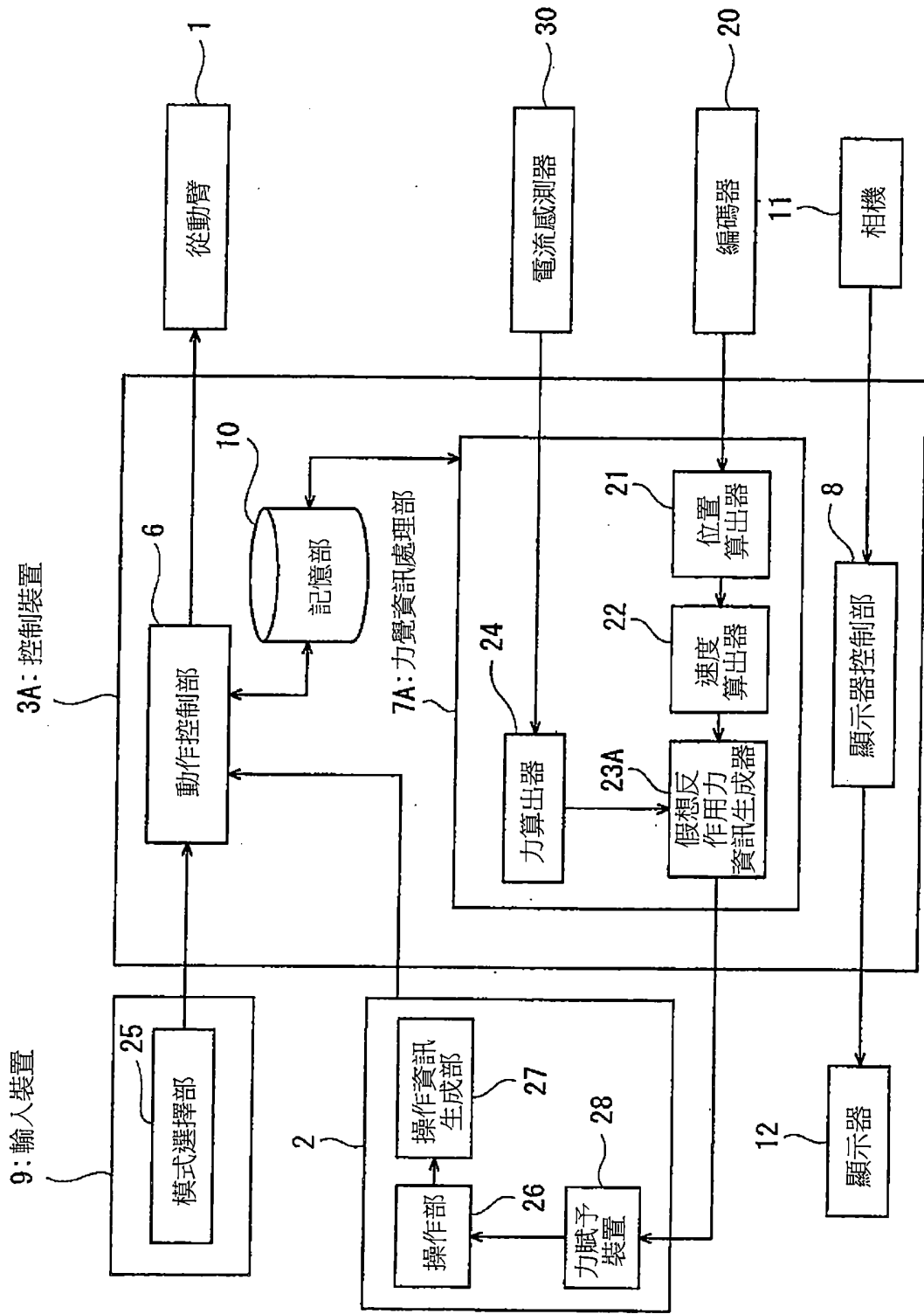


圖5

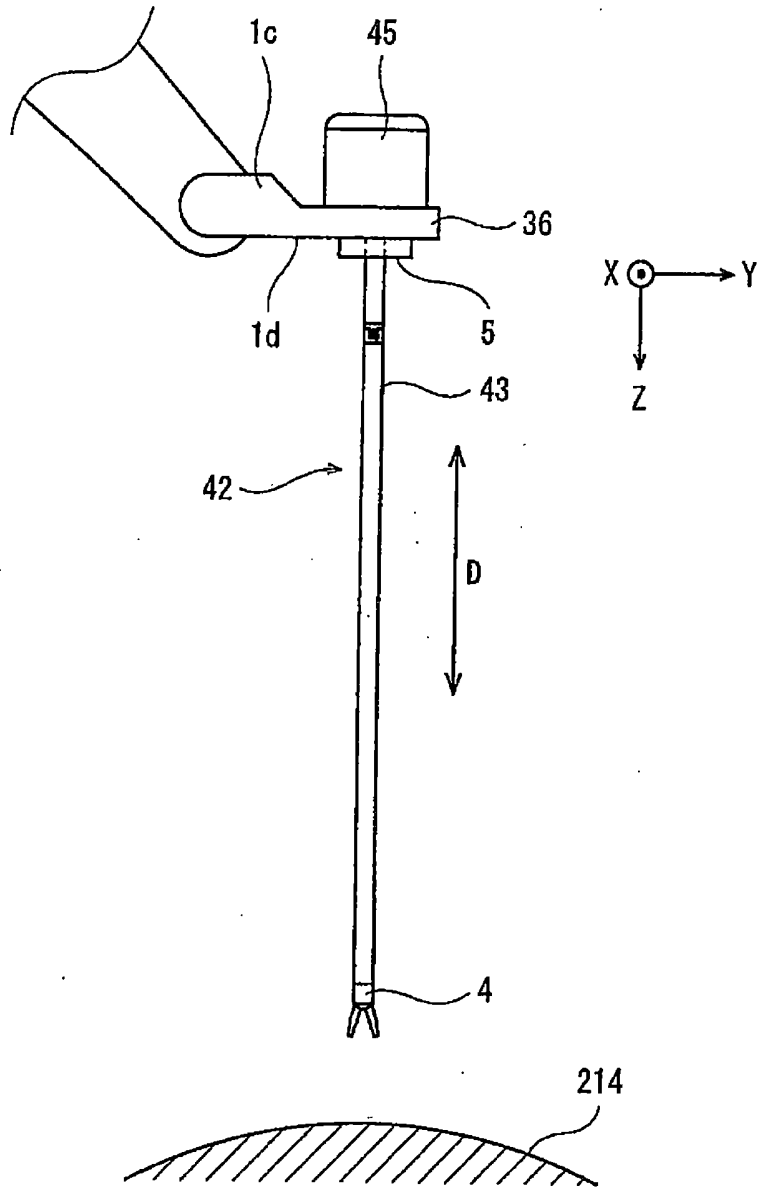


圖6

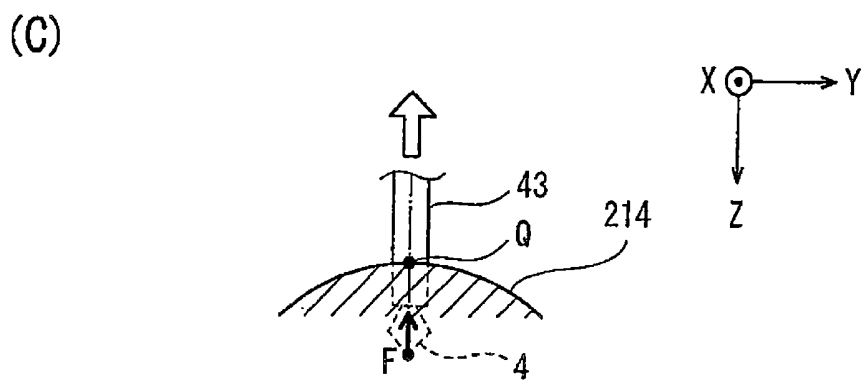
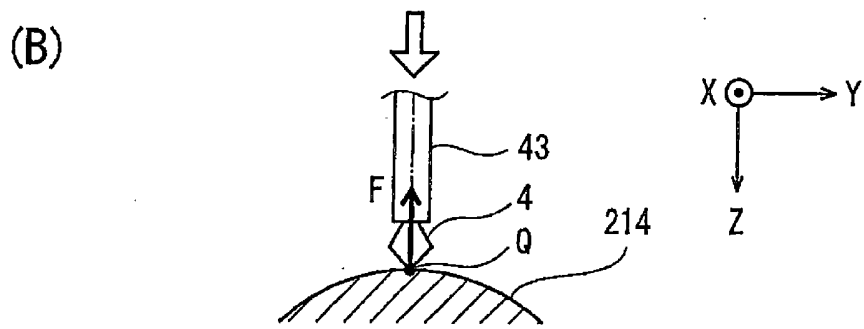
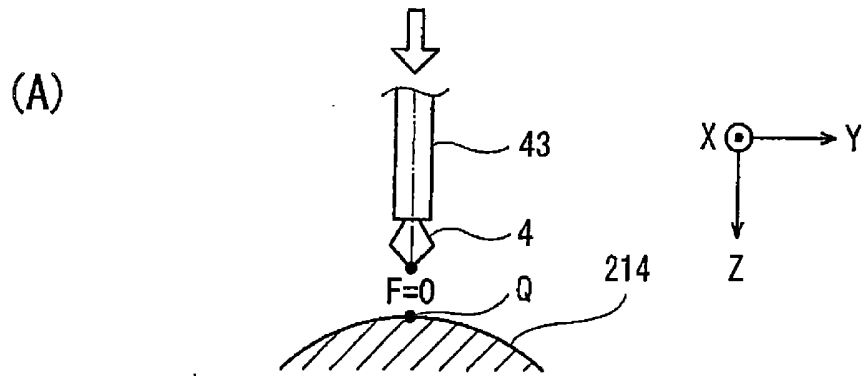


圖7