



(21)申請案號：102126977

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 26 日

(51)Int. Cl. : B25J9/18 (2006.01)

G06F17/16 (2006.01)

(30)優先權：2012/07/31 日本

2012-169285

(71)申請人：精工愛普生股份有限公司 (日本) SEIKO EPSON CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：元吉正樹 MOTOYOSHI, MASAKI (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：6 共 37 頁

(54)名稱

機器人之控制裝置、控制方法及機器人

CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD FOR ROBOT AND THE ROBOT

(57)摘要

本發明提供一種機器人之控制裝置、控制方法，該機器人之控制方法係抑制包括包含經連結之複數個連桿而構成之臂部、及驅動構成臂部之連桿之驅動部之機器人臂部之振動者，其特徵在於：藉由根據於抑制振動之制振位置檢測出之加速度及角速度之至少一者計算第 1 臂部速度所得之第 1 臂部速度、及根據驅動部之驅動量算出之制振位置之第 2 臂部速度，算出第 3 臂部速度，基於算出之第 3 臂部速度而對驅動部進行修正控制。

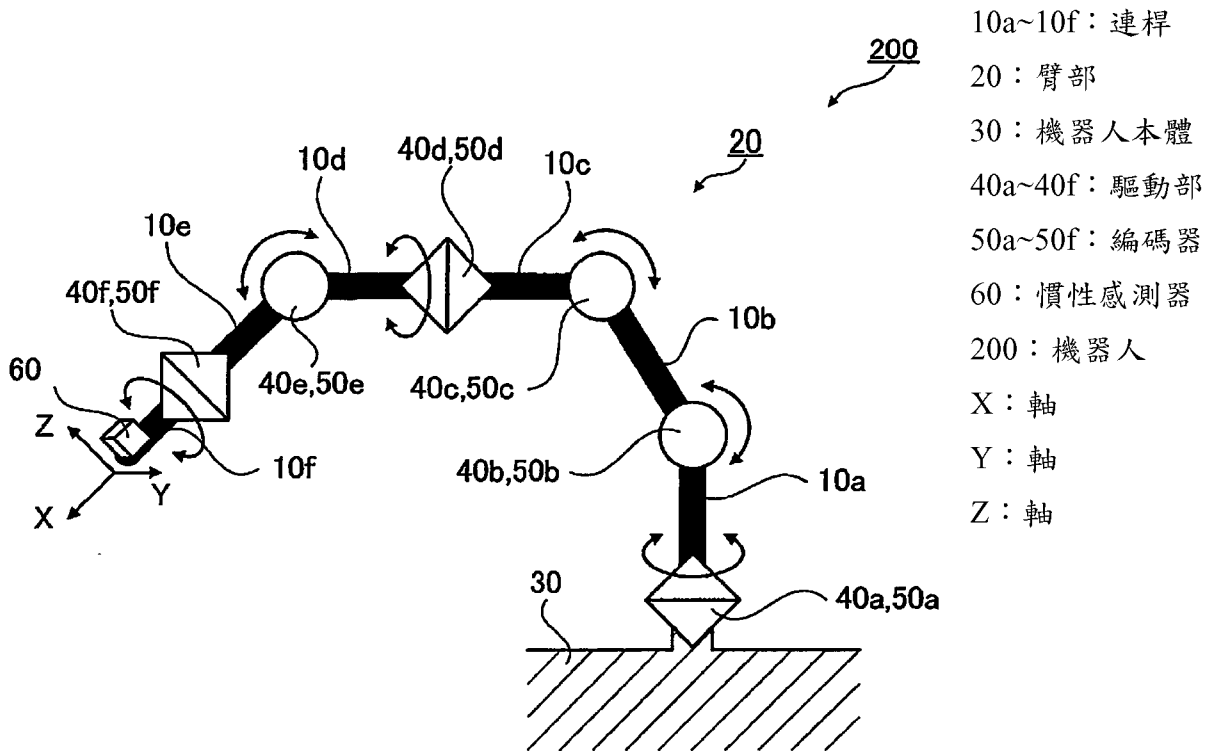


圖1



(21)申請案號：102126977

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 26 日

(51)Int. Cl. : B25J9/18 (2006.01)

G06F17/16 (2006.01)

(30)優先權：2012/07/31 日本

2012-169285

(71)申請人：精工愛普生股份有限公司 (日本) SEIKO EPSON CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：元吉正樹 MOTOYOSHI, MASAKI (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：6 共 37 頁

(54)名稱

機器人之控制裝置、控制方法及機器人

CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD FOR ROBOT AND THE ROBOT

(57)摘要

本發明提供一種機器人之控制裝置、控制方法，該機器人之控制方法係抑制包括包含經連結之複數個連桿而構成之臂部、及驅動構成臂部之連桿之驅動部之機器人臂部之振動者，其特徵在於：藉由根據於抑制振動之制振位置檢測出之加速度及角速度之至少一者計算第 1 臂部速度所得之第 1 臂部速度、及根據驅動部之驅動量算出之制振位置之第 2 臂部速度，算出第 3 臂部速度，基於算出之第 3 臂部速度而對驅動部進行修正控制。

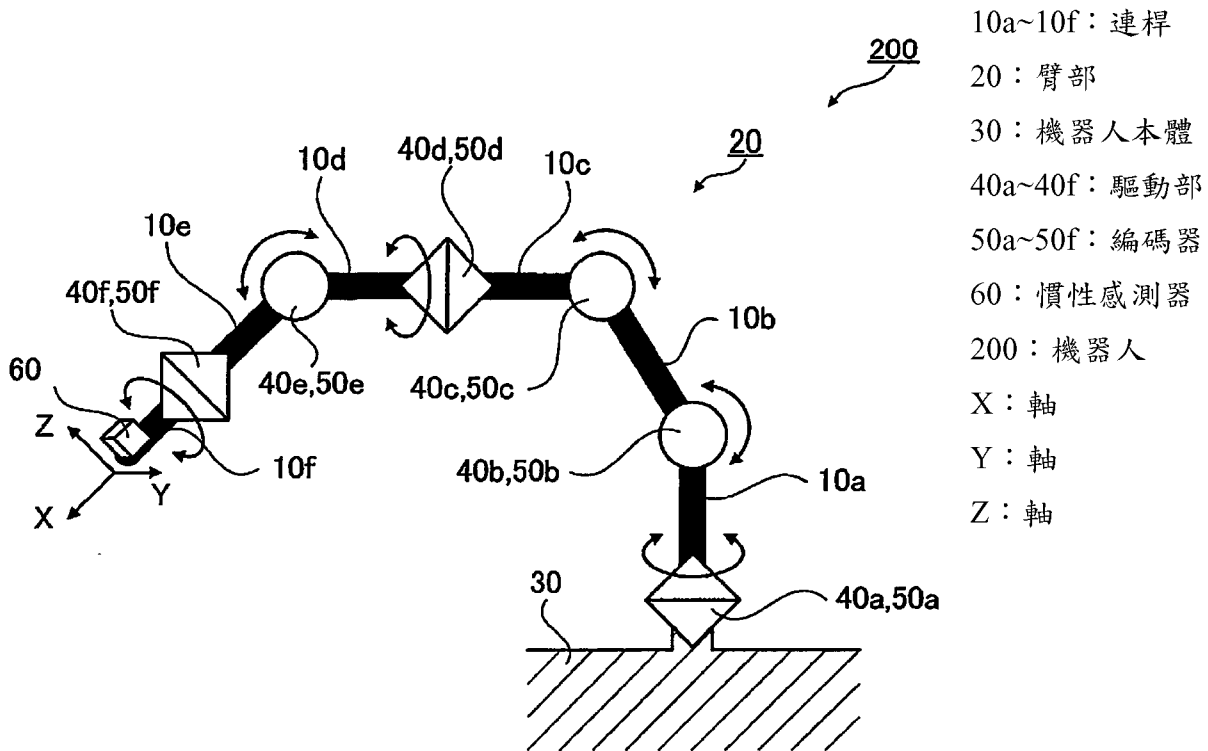


圖1

發明摘要

※ 申請案號： 10216977

※ 申請日： 102.7.26

※IPC 分類：B25J⁹/₈ (2006.01)

G06F¹⁷/₁₆ (2006.01)

【發明名稱】

機器人之控制裝置、控制方法及機器人

CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD FOR ROBOT AND
THE ROBOT

【中文】

本發明提供一種機器人之控制裝置、控制方法，該機器人之控制方法係抑制包括包含經連結之複數個連桿而構成之臂部、及驅動構成臂部之連桿之驅動部的機器人臂部之振動者，其特徵在於：藉由根據於抑制振動之制振位置檢測出之加速度及角速度之至少一者計算第1臂部速度所得之第1臂部速度、及根據驅動部之驅動量算出之制振位置之第2臂部速度，算出第3臂部速度，基於算出之第3臂部速度而對驅動部進行修正控制。

【英文】

A control method for a robot for suppressing vibration of a robot arm including a coupled plurality of links and driving units configured to drive the links includes calculating a first arm speed from at least one of acceleration and an angular velocity detected in a damping position for suppressing vibration, calculating a third arm speed according to the detected first arm speed and a second arm speed in the damping position calculated on the basis of a driving amount of the driving units, and subjecting the driving units to correction control on the basis of the calculated third arm speed.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10a~10f 連桿

20 臂部

30 機器人本體

40a~40f 驅動部

50a~50f 編碼器

60 慣性感測器

200 機器人

X、Y、Z 軸

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

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】

機器人之控制裝置、控制方法及機器人

CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD FOR ROBOT AND
THE ROBOT

【技術領域】

本發明係關於一種機器人之控制裝置、控制方法及機器人。

【先前技術】

對產業用機器人繼續要求其更高速化、多功能化、高精度化、省電力化。關於實現該等要求之多關節機器人，由於用以實現高速化及省電力化之輕量化、與實現高精度化之高剛性化為相反要素，故而作為控制技術謀求該等要素之同時實現。例如，於專利文獻1中，提出有抑制機器人之動作停止時產生之機器人前端之振動的方法。具體而言為如下方法：於機器人之前端具備加速度感測器，基於檢測出之扭轉角速度與扭轉角度，將如消除扭轉之補償量加入計算至驅動各連桿之馬達之控制輸入中，藉此進行制振。由此，謀求停止時之位置精度之提昇、及直至振動平息為止之待機時間之縮短。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開2011-136395號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

然而，於專利文獻1中記載之控制方法(制振方法)中，存在無法抑制機器人之動作中產生之振動之問題。具體而言，由於加速度檢測之時間點係以機器人之動作停止時為前提，故而例如無法消除機器人臂部於移動中產生之振動或動作變形，於使機器人進行塗裝或焊接等

伴隨移動之作業之情形時，存在無法抑制振動所致之該等作業之精度降低之問題。

[解決問題之技術手段]

本發明係爲了解決上述問題中之至少一部分而完成者，其可作爲以下之應用例或形態而實現。

[應用例1]本應用例之機器人之控制裝置中，該機器人包括：機器人本體；臂部，其連結於上述機器人本體，且包含複數個連桿；驅動部，其驅動複數個上述連桿；及角度感測器，其檢測上述驅動部之驅動量；該機器人之控制裝置之特徵在於包括：慣性感測器，其設置於可抑制上述臂部之振動之制振位置，且檢測於上述制振位置之加速度及角速度中之至少一者；第1運算部，其根據上述慣性感測器所檢測之上述制振位置之加速度及角速度之至少一者而算出上述制振位置之第1臂部速度；第2運算部，其根據上述角度感測器所檢測之上述驅動部之驅動量而算出驅動速度，且基於上述驅動量及上述驅動速度而算出上述制振位置之第2臂部速度；第3運算部，其基於上述第1臂部速度與上述第2臂部速度而算出第3臂部速度；第4運算部，其基於上述第3臂部速度而算出位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個驅動部之修正速度；及控制部，其基於上述驅動量、上述驅動速度、及上述修正速度，而控制位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之上述驅動部。

根據本應用例之機器人之控制裝置，基於由慣性感測器獲得之第1臂部速度之資訊、及由角度感測器獲得之第2臂部速度之資訊而算出制振位置之第3臂部速度。又，基於算出之第3臂部速度而算出位於機器人本體與制振位置之間且驅動連桿之每個驅動部之修正速度。基於上述每個驅動部之修正速度而控制各驅動部，藉此可抑制於制振位置產生之振動。

若更詳細地進行說明，則例如於輕量且剛性較高，並且無彎曲或彎曲所致之振動等之理想機器人之情形時，實際之臂部之速度表示該理想之臂部速度。相對於此，由慣性感測器獲得之第1臂部速度為根據安裝有慣性感測器之制振位置之實際運動而檢測出之速度。即，為包含因不具有理想之剛性之臂部之彎曲等而伴隨實際動作產生之振動等之速度成分的速度。因此，藉由評價第1臂部速度與第2臂部速度之差異，可抽取彎曲或振動產生之速度成分。將所抽取之該速度成分作為修正速度分配至驅動各連桿之驅動部，使其產生抑制彎曲或振動之轉矩，藉此可謀求振動之抑制。

藉由隨時進行利用第1臂部速度與第2臂部速度之差異評價進行之振動抑制，不僅可抑制停止時之振動，亦可抑制驅動時(動作中)之臂部之振動。其結果，可更高程度地控制驅動時之臂部位置精度。又，對於停止時之振動，亦可不等待臂部之停止動作而進行抑制，故而可縮短停止後至振動平息為止之待機時間。

如上所述，根據本應用例之機器人之控制裝置，於多關節機器人等中可謀求更高精度化、高速化等。

[應用例2]於上述應用例之機器人之控制裝置中，較佳為於上述第3運算部中進而包括將上述第3臂部速度之波形中所含之特定頻率以下之低頻成分去除之濾波器。

如本應用例般藉由進而包括去除第3臂部速度之低頻成分之濾波器，可更確切地藉由第1臂部速度與第2臂部速度之差異評價進行振動成分之抽取。具體而言，藉由去除第3臂部速度之低頻成分，可減少錯誤進行如抑制機器人臂部之本來之動作之修正、或慣性感測器之偏移誤差等之影響。

[應用例3]本應用例之機器人之控制方法中，該機器人包括：臂部，其包含經連結之複數個連桿；及驅動部，其驅動複數個上述連

桿；該機器人之控制方法包括以下步驟：檢測於抑制上述臂部之振動之制振位置之第1臂部速度；基於算出之上述第1臂部速度、與基於上述驅動部之驅動量而算出之上述制振位置被驅動之速度即第2臂部速度之差而算出第3臂部速度；及基於算出之上述第3臂部速度而對上述驅動部進行修正控制。

根據本應用例之機器人之控制方法，藉由包括基於第1臂部速度與第2臂部速度而算出第3臂部速度之步驟、及基於算出之第3臂部速度而對驅動部進行修正控制之步驟，可抑制機器人之動作中之振動。其結果，可更高程度地控制驅動時(動作中)之臂部位置精度。又，對於停止時之振動，亦可不等待臂部之停止動作而進行抑制，故而可縮短停止後至振動平息為止之待機時間。即，根據本應用例之機器人之控制方法，於多關節機器人等中可謀求更高精度化、高速化等。

[應用例4]本應用例之機器人之控制方法中，該機器人包括：機器人本體；臂部，其連結於上述機器人本體，且包含複數個連桿；驅動部，其驅動複數個上述連桿；及角度感測器，其檢測上述驅動部之驅動量；該機器人之控制方法之特徵在於包括以下步驟：藉由安裝於抑制上述臂部之振動之制振位置之慣性感測器而檢測上述制振位置之加速度及角速度之至少一者；藉由角度感測器而檢測位於上述制振位置與上述機器人本體之間且驅動上述連桿之上述驅動部之驅動量；根據上述慣性感測器所檢測之上述制振位置之加速度及角速度之至少一者而算出上述制振位置之第1臂部速度；根據上述角度感測器所檢測之上述驅動部之驅動量而算出驅動速度，且基於上述驅動量及上述驅動速度而算出上述制振位置之第2臂部速度；基於上述第1臂部速度與上述第2臂部速度而算出上述制振位置之第3臂部速度；基於上述第3臂部速度而算出位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個上述驅動部之修正速度；及基於上述驅動量、上述驅動速

度、及上述修正速度，而控制位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之上述驅動部。

根據本應用例之機器人之控制方法，基於由慣性感測器獲得之第1臂部速度之資訊、及由角度感測器獲得之第2臂部速度之資訊而算出制振位置之第3臂部速度。又，基於算出之第3臂部速度而算出位於機器人本體與制振位置之間且驅動連桿之每個驅動部之修正速度。基於上述每個驅動部之修正速度而控制各驅動部，藉此可抑制於制振位置產生之振動。

若更詳細地進行說明，則例如於輕量且剛性較高，並且無彎曲或彎曲所致之振動等之理想機器人之情形時，實際之臂部之速度表示理想之臂部驅動速度。相對於此，由慣性感測器獲得之第1臂部速度為根據安裝有慣性感測器之制振位置之實際運動而檢測出之速度。即，為包含因不具有理想之剛性之臂部之彎曲等而伴隨實際動作產生之振動等之速度成分的速度。因此，藉由評價第1臂部速度與第2臂部速度之差異，可抽取振動產生之速度成分。將所抽取之該振動之速度成分作為修正速度分配至驅動各連桿之驅動部，使其產生抑制振動之轉矩，藉此可謀求振動之抑制。

藉由隨時進行利用第1臂部速度與第2臂部速度之差異評價進行之振動抑制，不僅可抑制停止時之振動，亦可抑制驅動時(動作中)之臂部之振動。其結果，可更高程度地控制驅動時之臂部位置精度。又，對於停止時之振動，亦可不等待臂部之停止動作而進行抑制，故而可縮短停止後至振動平息為止之待機時間。

如上所述，根據本應用例之機器人之控制方法，於多關節機器人等中可謀求更高精度化、高速化等。

[應用例5]於上述應用例之機器人之控制方法中，較佳為進而包括於計算上述第3臂部速度時，將算出之上述第3臂部速度之波形中所

含之特定頻率以下之低頻成分去除的步驟。

如本應用例般藉由進而包括去除第3臂部速度之低頻成分之步驟，可更確切地藉由第1臂部速度與第2臂部速度之差異評價進行振動成分之抽取。具體而言，藉由去除第3臂部速度之低頻成分，可減少錯誤進行如抑制機器人臂部之本來之動作之修正、或慣性感測器之偏移誤差等之影響。

[應用例6]於上述應用例之機器人之控制方法中，較佳為於基於上述第3臂部速度而計算位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個上述驅動部之修正速度時，以上述驅動部中預先選擇之驅動部為對象進行。

根據本應用例之機器人之控制方法，例如於預先獲知為無需進行抑制振動之控制之驅動部之情形、或存在有意地不進行控制之驅動部之情形等時，藉由預先將該驅動部排除於控制之對象外，可使各處理更簡略化，提高處理速度等更有效率地進行處理。

[應用例7]於上述應用例之機器人之控制方法中，於基於上述第3臂部速度而計算位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個上述驅動部之修正速度之步驟中，較佳為位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個上述驅動部之修正速度之計算係伴隨預先設定之每個上述驅動部之權重而進行。

根據本應用例之機器人之控制方法，藉由以預先設定之每個驅動部之權重分配每個驅動部之修正速度之大小，可配合機器人之規格或特性、或者使機器人進行之作業負荷(例如，機器人手部所保持之物體之重量等)而進行更有效之振動之抑制控制。具體而言，例如藉由將靠近機器人本體之部分之驅動部之制振轉矩設定得更大，可更有效地進行振動之抑制，或者於機器人之一系列之動作中機器人手部所保持之物體發生變化而重量發生變化之情形等時，可更有效地進行振

動之抑制。

[應用例8]本應用例之機器人包括：機器人本體；臂部，其連結於上述機器人本體，且包含複數個連桿；驅動部，其驅動複數個上述連桿；及角度感測器，其檢測上述驅動部之驅動量；其特徵在於包括控制裝置，該控制裝置包括：慣性感測器，其設置於可抑制上述臂部之振動之制振位置，且檢測上述制振位置之加速度及角速度之至少一者；第1運算部，其根據上述慣性感測器所檢測之上述制振位置之加速度及角速度之至少一者而算出於上述制振位置之第1臂部速度；第2運算部，其根據上述角度感測器所檢測之上述驅動部之驅動量而算出驅動速度，且基於上述驅動量及上述驅動速度而算出上述制振位置之第2臂部速度；第3運算部，其基於上述第1臂部速度與上述第2臂部速度而算出第3臂部速度；第4運算部，其基於上述第3臂部速度而算出位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個驅動部之修正速度；及控制部，其基於上述驅動量、上述驅動速度、及上述修正速度，而控制位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之上述驅動部。

根據本應用例，作為機器人，藉由使用上述機器人之控制裝置，可更有效地抑制機器人之動作中產生之振動。其結果，可提供一種能實現更高精度化、高速化等之機器人。例如，於使臂部一面移動一面進行高精度之作業之情形等時，可抑制振動所致之該等作業之精度降低。

[應用例9]如技術方案1之機器人，其中於上述應用例之機器人之控制方法中，

於上述第3運算部中進而包括將上述第3臂部速度之波形中所含之特定頻率以下之低頻成分去除之濾波器。

如本應用例般藉由進而包括去除第3臂部速度之低頻成分之濾波

器，可更確切地藉由第1臂部速度與第2臂部速度之差異評價進行振動成分之抽取。具體而言，藉由去除第3臂部速度之低頻成分，可減少錯誤進行如抑制機器人臂部之本來之動作之修正、或慣性感測器之偏移誤差等之影響。

【圖式簡單說明】

圖1係表示實施形態1之機器人之連桿模型之概略圖。

圖2係實施形態1之機器人之控制裝置之功能方塊圖。

圖3係表示作為機器人之控制方法之制振方法之流程圖。

圖4係表示實施形態2之機器人之連桿模型之概略圖。

圖5係表示實施形態3之機器人之連桿模型之概略圖。

圖6係實施形態4之機器人之概略圖。

【實施方式】

以下，參照圖式對使本發明具體化之實施形態進行說明。以下為本發明之一實施形態，並非限定本發明者。再者，於以下之各圖中，為使說明易於理解，有以與實際不同之尺度加以記載之情形。

(實施形態1)

首先，對實施形態1之機器人之控制裝置及控制方法進行說明。

圖1係表示搭載實施形態1之機器人之控制裝置的機器人200之連桿模型之概略圖。再者，於圖1中，機器人之控制裝置省略圖示。

機器人200為6軸之多關節機器人，其包括包含經連結之6個連桿10(10a~10f)而構成之臂部20、具備臂部20之機器人本體30、及分別驅動連桿10之6個驅動部40(40a~40f)等。

以下，將「臂部」作為「連結有複數個連桿之構造體」而進行說明。又，將作為將各連桿連結之關節之連結部作為具有驅動各連桿之功能之驅動部而進行說明。

臂部20中，6個連桿10a~10f依序經由驅動部40a~40f而連結，

構成臂部20之一端部之連桿10f之前端部具備手工具或焊槍、噴槍等作為手部(省略圖示)。

臂部20之另一端部經由驅動部40a而連結於機器人本體30。

驅動部40a、40d、40f包含旋轉驅動連結之連桿10a、10d、10f之軸之馬達。

驅動部40b、40c、40e包含以連結之連桿10b、10c、10e之連結角度發生變化之方式使連桿旋動之馬達。

如上述之構成之機器人200為臂部20之一端部由機器人本體30支持之懸臂構造，故而於臂部20產生根據作為構造體之臂部20之剛性或動作速度、手部之重量負荷等而產生之彎曲、或彎曲所致之振動。於謀求臂部20之動作位置精度之提昇、或動作之速度提高等之情形時，雖藉由預先考慮到該彎曲量或振動之程式，亦可提昇位置精度，又，亦可進行高速之動作之位置控制，但此情形時之程式之負荷較大、或伴隨有動作分析等較大困難。因此，一面偵測動作中產生之彎曲或振動，一面進行抑制其等之控制更簡便且較佳。

本實施形態之機器人之控制裝置具有該控制功能。以下對該功能進行說明。

圖2係作為實施形態1之機器人之控制裝置之制振裝置100之功能方塊圖。

制振裝置100係於動作中或停止時之機器人200中抑制臂部20產生之彎曲或振動(以下，將「彎曲或振動」稱為「振動」，該「振動」亦包含彎曲在內)之機器人之控制裝置，其包含作為角度感測器之編碼器50(50a~50f)、慣性感測器60、運算控制部80等。

首先，返回至圖1，對編碼器50、慣性感測器60進行說明。編碼器50(50a~50f)係檢測驅動部40a~40f所具備之馬達各自之旋轉角度 $\theta_1 \sim \theta_6$ 、即驅動部40之驅動量。慣性感測器60為6軸感測器，其檢測

安裝位置之加速度及角速度。即，慣性感測器60係檢測圖1中之X、Y、Z軸方向之加速度(x'' 、 y'' 、 z'')、及繞X、Y、Z軸之角速度(Rx' 、 Ry' 、 Rz')。

於制振裝置100中，將慣性感測器60安裝於作為抑制臂部20之振動之對象位置之制振位置。機器人200係表示將慣性感測器60安裝於連桿10f(即，臂部20之前端部之連桿)之例。

其次，返回至圖2對運算控制部80進行說明。

運算控制部80包含第1運算部81～第4運算部84、控制部85、及亞可比(Jacobian)矩陣運算部87等。

第1運算部81係根據慣性感測器60所檢測之制振位置之加速度及角速度而算出制振位置之第1臂部速度。

第2運算部82係根據編碼器50所檢測之驅動部40之驅動量而算出驅動速度，並基於驅動速度及對應於制振位置之亞可比矩陣J而算出制振位置之臂部驅動速度。亞可比矩陣J係於亞可比矩陣運算部87中基於編碼器50所檢測之驅動量資訊等而算出。

第3運算部83係基於第1運算部81算出之第1臂部速度、及第2運算部82算出之第2臂部速度而算出制振位置之第3臂部速度。又，第3運算部83中包含濾波器86，其將算出之第3臂部速度之波形中所含之特定頻率以下之低頻成分去除。於本實施形態中，作為特定頻率，設定為1 Hz，將1 Hz以下之低頻成分去除。濾波器86由HPF(High Pass Filter，高通濾波器)構成。

第4運算部84係基於第3運算部83算出之第3臂部速度，藉由逆亞可比矩陣 J^{-1} 而算出位於機器人本體30與制振位置之間且驅動連桿10之每個驅動部40之修正速度。逆亞可比矩陣 J^{-1} 係於亞可比矩陣運算部87中基於編碼器50所檢測之驅動量資訊等而算出。

控制部85係基於第4運算部84算出之修正速度，而控制位於機器

人本體30與制振位置之間且驅動連桿10之驅動部40。

圖3係表示作為本實施形態之機器人200之控制方法之利用制振裝置100之制振方法之流程圖。

參照圖3之流程圖，以圖1所示之機器人200之連桿模型為對象，對運算控制部80、及利用運算控制部80之制振方法進行具體說明。

首先，伴隨機器人200之運轉，基於機器人200之構成規格(各連桿之連結間距等)、安裝有慣性感測器60之機器人200之制振位置之資訊、編碼器50(50a~50f)檢測出之旋轉角度 $\theta_1 \sim \theta_6$ 等而求出對應於制振位置之亞可比矩陣J(步驟S1)。

其次，對亞可比矩陣J之逆矩陣進行運算而求出逆亞可比矩陣 J^{-1} (步驟S2)。

亞可比矩陣J及逆亞可比矩陣 J^{-1} 滿足以下所示之關係式。

[數1]

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ R'_x \\ R'_y \\ R'_z \end{bmatrix} = J \begin{bmatrix} \theta'_1 \\ \theta'_2 \\ \theta'_3 \\ \theta'_4 \\ \theta'_5 \\ \theta'_6 \end{bmatrix}$$

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial x}{\partial \theta_2} & \frac{\partial x}{\partial \theta_3} & \frac{\partial x}{\partial \theta_4} & \frac{\partial x}{\partial \theta_5} & \frac{\partial x}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial y}{\partial \theta_2} & \frac{\partial y}{\partial \theta_3} & \frac{\partial y}{\partial \theta_4} & \frac{\partial y}{\partial \theta_5} & \frac{\partial y}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial z}{\partial \theta_2} & \frac{\partial z}{\partial \theta_3} & \frac{\partial z}{\partial \theta_4} & \frac{\partial z}{\partial \theta_5} & \frac{\partial z}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial R_x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_5} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial R_y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_5} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial R_z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_5} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_6} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \theta'_1 \\ \theta'_2 \\ \theta'_3 \\ \theta'_4 \\ \theta'_5 \\ \theta'_6 \end{bmatrix} = J^{-1} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ R'_x \\ R'_y \\ R'_z \end{bmatrix}$$

其次，於第1運算部81中，根據慣性感測器60檢測出(步驟S3)之制振位置之加速度及角速度

$$(x_1'', y_1'', z_1'', R_{x1}', R_{y1}', R_{z1}')$$

而算出制振位置之第1臂部速度

$$(x_1', y_1', z_1', R_{x1}', R_{y1}', R_{z1}')$$

(步驟S4)。

其次，於第2運算部82中，根據編碼器50檢測出(步驟S5)之驅動部40a~40f之驅動量(旋轉角度 $\theta_1 \sim \theta_6$)而算出驅動速度 θ'

$$(\theta'_1, \theta'_2, \theta'_3, \theta'_4, \theta'_5, \theta'_6)$$

(步驟S6)，且基於驅動速度及對應於制振位置之亞可比矩陣J而算出制振位置之第2臂部速度

$$(x_2', y_2', z_2', R_{x2}', R_{y2}', R_{z2}')$$

(步驟S7)。

其次，於第3運算部83中，對第1運算部81算出之第1臂部速度、及第2運算部82算出之第2臂部速度之差異進行運算，而算出制振位置之第3臂部速度

$$(x_1' - x_2', y_1' - y_2', z_1' - z_2', R_{x1}' - R_{x2}', R_{y1}' - R_{y2}', R_{z1}' - R_{z2}')$$

(步驟S8)，並藉由第3運算部83所具備之濾波器86，將算出之第3臂部速度之波形中所包含之特定頻率以下之低頻成分去除(步驟S9)。具體而言，於本實施形態中，藉由HPF將1 Hz以下之低頻成分去除。

其次，於第4運算部84中，基於第3運算部83算出之第3臂部速度，藉由逆亞可比矩陣 J^{-1} 而算出位於機器人本體30與制振位置之間且驅動連桿10之每個驅動部40之修正速度 $\theta'r(\theta'r_1 \sim \theta'r_6)$ (步驟S10)。修正速度 $\theta'r(\theta'r_1 \sim \theta'r_6)$ 滿足以下所示之關係式。

[數2]

$$\begin{bmatrix} \theta'_{r1} \\ \theta'_{r2} \\ \theta'_{r3} \\ \theta'_{r4} \\ \theta'_{r5} \\ \theta'_{r6} \end{bmatrix} = J^{-1} \begin{bmatrix} x'_1 - x'_2 \\ y'_1 - y'_2 \\ z'_1 - z'_2 \\ R'_{x1} - R'_{x2} \\ R'_{y1} - R'_{y2} \\ R'_{z1} - R'_{z2} \end{bmatrix}$$

其次，於控制部中，基於驅動量(旋轉角度 $\theta_1 \sim \theta_6$)、驅動速度 θ' 、及修正速度 $\theta'r$ ，對位於機器人本體30與制振位置之間且驅動連桿10之驅動部40進行反饋控制(步驟S11)。具體而言，以產生將分配至驅動部40a~40f之各者之修正速度 $\theta'r(\theta'r_1 \sim \theta'r_6)$ 消除之方向之轉矩的方式控制各驅動部40a~40f所具備之馬達。

其次，判斷是否結束控制(步驟S12)，於繼而繼續機器人之控制之情形時，返回至步驟S1。

如以上所述，根據本實施形態之機器人之控制裝置、控制方法，可獲得以下之效果。

基於由慣性感測器60獲得之第1臂部速度之資訊、及由編碼器50獲得之第2臂部速度之資訊而算出制振位置之第3臂部速度。又，基於算出之第3臂部速度而算出位於機器人本體30與制振位置之間且驅動連桿10之每個驅動部40之修正速度。基於上述每個驅動部40之修正速度而控制各驅動部40，藉此可抑制於制振位置產生之振動。

若更詳細地進行說明，則由編碼器50獲得之制振位置之臂部驅動速度為根據以追從控制複數個驅動部40之指令(例如預先經程式設

計之指令)之方式控制之驅動量而算出之速度，故而為由伴隨動作而於臂部20產生之振動等所產生之速度成分非常少之速度。即，於輕量且剛性較高，並且無彎曲或彎曲所致之振動等之理想機器人之情形時，實際之臂部20之速度表示理想之臂部驅動速度。

相對於此，由慣性感測器60獲得之第1臂部速度為根據安裝有慣性感測器60之制振位置之實際運動而檢測出之速度。即，為包含因不具有理想之剛性之臂部20之彎曲等而伴隨實際動作產生之振動等之速度成分的速度。因此，藉由評價第1臂部速度與第2臂部速度之差異，可抽取振動產生之速度成分。將所抽取之該振動之速度成分作為修正速度分配至驅動各連桿10之驅動部40，使其產生抑制振動之轉矩，藉此可謀求振動之抑制。

藉由隨時進行利用第1臂部速度與第2臂部速度之差異評價進行之振動抑制，不僅可抑制停止時之振動，亦可抑制驅動時(動作中)之臂部20之振動。其結果，可更高程度地控制驅動時之臂部位置精度。又，對於停止時之振動，亦可不等待臂部20之停止動作而進行抑制，故而可縮短停止後至振動平息為止之待機時間。

又，藉由進而包括將第3臂部速度之波形中所包含之特定頻率以下之低頻成分去除之濾波器86，可更確切地藉由第1臂部速度與第2臂部速度之差異評價進行振動成分之抽取。具體而言，藉由去除第3臂部速度之低頻成分，可減少錯誤進行如抑制臂部20之本來之動作之修正、或慣性感測器60之偏移誤差等之影響。

如上所述，根據本實施形態之機器人之控制裝置、及控制方法，於多關節機器人等中可謀求更高精度化、高速化等。

再者，已說明第3運算部83中包含濾波器86，其將1 Hz以下之低頻成分作為算出之第3臂部速度之波形中所包含之特定頻率以下之低頻成分而去除，但並非必需為1 Hz以下。較理想為根據制振位置之制

振狀況而適當決定。又，並非必需包含濾波器86。例如，於算出之第3臂部速度中不存在應去除之低頻成分之情形、或可加以忽視之情形等時，可省去濾波器86。

又，已說明亞可比矩陣 J 及逆亞可比矩陣 J^{-1} 係於亞可比矩陣運算部87中基於編碼器50檢測出之驅動量資訊等而算出，但並非必需於機器人200之運轉中一面運算一面求取。例如亦可為如下方法：預先決定制振之時間點，且預先以表格之形式準備與該時間點吻合之亞可比矩陣 J 及逆亞可比矩陣 J^{-1} ，根據制振之時間點而於每次選擇對應之亞可比矩陣 J 或逆亞可比矩陣 J^{-1} 。於此情形時，運算控制部80中無需具備亞可比矩陣運算部87。

(實施形態2)

其次，對實施形態2之機器人之控制裝置及控制方法進行說明。再者，於說明時，對與上述實施形態相同之構成部位使用相同之符號，並省略重複說明。

圖4係表示搭載實施形態2之機器人之控制裝置之機器人201之連桿模型之概略圖。

機器人201係與搭載制振裝置101(省略圖示)之機器人200相同之6軸之多關節機器人。

制振裝置101除使用檢測3軸之角速度(R_x' 、 R_y' 、 R_z')之陀螺儀感測器(以下記為慣性感測器61)作為慣性感測器之方面以外，與制振裝置100相同。又，於本實施形態中，慣性感測器61安裝於連桿10d。即，於實施形態1中，慣性感測器60安裝於連桿10f，抑制臂部20之前端部分之振動，相對於此，於本實施形態中，將慣性感測器61安裝於第4個連桿10d，將臂部20之中途部分設為制振位置。又，於實施形態1中，慣性感測器60為6軸之加速度及角速度感測器，相對於此，於本實施形態中，使用檢測3軸之角速度(R_x' 、 R_y' 、 R_z')之陀螺儀感測

器。實施形態2中，除該等方面以外與實施形態1相同。

本實施形態之用以抑制振動之反饋控制係針對位於自安裝有慣性感測器61之制振位置至機器人本體30側之驅動部而進行。即，基於3軸之角速度資訊，對自由度多1個之驅動部40a~40d之4個驅動部進行控制。如此，於具有冗長性之控制之情形時，藉由加權偽逆矩陣而分配控制。

於以下表示與本實施形態對應之亞可比矩陣 J_1 及加權偽逆矩陣 $J_1^\#$ 。

[數3]

$$\begin{bmatrix} R'_x \\ R'_y \\ R'_z \end{bmatrix} = J_1 \begin{bmatrix} \theta'_1 \\ \theta'_2 \\ \theta'_3 \\ \theta'_4 \end{bmatrix}$$

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial R_x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_4} \\ \frac{\partial R_y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_4} \\ \frac{\partial R_z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_4} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \theta'_{r1} \\ \theta'_{r2} \\ \theta'_{r3} \\ \theta'_{r4} \end{bmatrix} = J_1^\# \begin{bmatrix} R'_x \\ R'_y \\ R'_z \end{bmatrix}$$

於上式中，加權偽逆矩陣 $J_1^\#$ 係藉由以下之關係式而獲得。

$$J_1^\# = W^{-1} J_1^T (J_1^T W^{-1} J_1^T)^{-1}$$

$J_1^\#$ 為藉此求出之分配至驅動部40a~40d之各者之修正速度 $\theta'r$ ($\theta'r_1 \sim \theta'r_4$)之加權後之平方和成爲最小之矩陣。即，關於自由度之量，將用以抑制振動之移動設爲最小值。

又， W 爲 4×4 之加權矩陣。即，對分配至驅動部40a~40d之各者

之修正速度 $\theta'r$ 之值進行加權。

制振裝置101及制振方法除代替逆亞可比矩陣 J^{-1} 而使用加權偽逆矩陣 $J_1^\#$ 之方面以外，與實施形態1之情形相同。

如本實施形態般，即便為相同規格之機器人，藉由根據制振之對象位置改變安裝慣性感測器之位置，亦可同樣地進行振動之抑制。

又，以預先設定之每個驅動部40之權重分配每個驅動部40之修正速度之大小，藉此可配合機器人201之規格或特性、或者使機器人201進行之作業負荷(例如，機器人手部所保持之物體之重量等)而進行更有效之振動之抑制控制。具體而言，例如藉由將靠近機器人本體30之部分之驅動部40之制振轉矩設定得更大，可更有效地進行振動之抑制，或者於機器人201之一系列之動作中，機器人手部所保持之物體發生變化因而重量有所變化之情形等時，可更有效地進行振動之抑制。

(實施形態3)

其次，對實施形態3之機器人之控制裝置及控制方法進行說明。再者，於說明時，對與上述實施形態相同之構成部位使用相同之符號，並省略重複說明。

圖5係表示搭載實施形態3之機器人之控制裝置之機器人202之連桿模型之概略圖。

機器人202為搭載制振裝置102(省略圖示)之雙臂之多關節機器人，其包含形成7軸雙臂之2條臂部21、旋轉臂部22、機器人本體30、制振裝置102等而構成。

臂部21由7個連桿11b~11h依序經由驅動部41b~41h連結而成。構成臂部21之一端部之連桿11h之前端部具備手工具或焊槍、噴槍等作為手部(省略圖示)。

旋轉臂部22由連桿11a與驅動部41a等構成，連桿11a之一端部經

由驅動部41a而連結於機器人本體30，另一端部經由2個驅動部41b而支持與各驅動部41b連結之2個臂部21。即，臂部21之另一端部經由驅動部41b而連結於旋轉臂部22。

驅動部41a、41b、41d、41f、41h包含使連結之連桿11a、11b、11d、11f、11h之軸旋轉驅動之馬達。

驅動部41c、41e、41g包含以使連結之連桿11c、11e、11g之連結角度變化之方式使連桿旋動之馬達。

各驅動部41a~41h包含檢測其驅動量(馬達之旋轉角度)之編碼器50a~50h。

編碼器50(50a~50h)係檢測驅動部41a~41h所具備之馬達各自之旋轉角度 $\theta_1 \sim \theta_8$ 。

又，慣性感測器61安裝於臂部21之各連桿11e。

本實施形態之用以抑制振動之反饋控制係對各臂部21獨立地進行。因此，制振裝置102構成爲由2個制振裝置101並行地進行處理。

再者，制振裝置102亦可不爲此種構成(具備2個制振裝置101而並行地進行處理之構成)，而爲使1個制振裝置101對各臂部21進行分時之方法。即，亦可設爲將利用1個制振裝置101之處理對2個臂部21一面切換一面獨立地進行之構成。

又，本實施形態之用以抑制振動之狀態反饋控制不對各臂部21所共用之旋轉臂部22進行。即，基於各臂部21所具備之慣性感測器61所檢測之3軸之角速度資訊，對驅動部41b~41e之4個驅動部進行控制。

以下表示與本實施形態對應之亞可比矩陣 J_2 及加權偽逆矩陣 $J_3^\#$ 。

[數4]

$$\begin{bmatrix} R'_x \\ R'_y \\ R'_z \end{bmatrix} = J_2 \begin{bmatrix} \theta'_1 \\ \theta'_2 \\ \theta'_3 \\ \theta'_4 \\ \theta'_5 \end{bmatrix}$$

$$J_2 = \begin{bmatrix} \frac{\partial R_x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_5} \\ \frac{\partial R_y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_5} \\ \frac{\partial R_z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_5} \end{bmatrix}$$

$$J_3 = \begin{bmatrix} \frac{\partial R_x}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_5} \\ \frac{\partial R_y}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_5} \\ \frac{\partial R_z}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_5} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \theta'_{r2} \\ \theta'_{r3} \\ \theta'_{r4} \\ \theta'_{r5} \end{bmatrix} = J_3^{\#} \begin{bmatrix} R'_x \\ R'_y \\ R'_z \end{bmatrix}$$

於上式中，亞可比矩陣 J_2 為反映驅動部41a~41e之5軸($\theta_1 \sim \theta_5$)之矩陣，故而以 3×5 之矩陣獲得。相對於此，進行控制之對象之驅動部為驅動部41b~41e之4軸($\theta_2 \sim \theta_5$)，故而加權偽逆矩陣 $J_3^{\#}$ 係使用以4軸($\theta_2 \sim \theta_5$)為對象之 3×5 之亞可比矩陣 J_3 並藉由以下之關係式而求出。

$$J_3^{\#} = W^{-1} J_2^T (J_2^T W^{-1} J_2^T)^{-1}$$

$J_3^{\#}$ 為藉此求出之分配至驅動部41b~41e之各者之修正速度 $\theta'r$ ($\theta'_{r2} \sim \theta'_{r5}$)之加權後之平方和成爲最小之矩陣。即，與實施形態2同樣地，關於自由度之量，將用以抑制振動之移動設爲最小值。

如本實施形態般，於預先獲知爲無需進行抑制振動之控制之驅

動部之情形、或存在意圖不進行控制之驅動部之情形等時，藉由預先將該驅動部排除於控制之對象外，可使各步驟之處理更簡略化，提高處理速度等更有效率地進行處理。

(實施形態4)

其次，對更具體地表示上述實施形態之機器人之實施形態4之機器人進行說明。再者，於說明時，對與上述實施形態相同之構成部位使用相同之符號，並省略重複說明。

圖6係實施形態4之機器人203之概略圖。

機器人203為搭載制振裝置102之雙臂之多關節機器人，其包含2條臂部23、旋轉臂部24、手部70、機器人本體30、制振裝置102等而構成。

臂部23中，連桿13b與連桿13c經由驅動部43c而連結，於臂部23之一端部經由驅動部43d而配備有手部70。手部70具有握持特定物體之功能。

旋轉臂部24包含連桿13a與驅動部43a等，連桿13a之一端部經由驅動部43a而連結於機器人本體30，另一端部經由2個驅動部43b而支持與各驅動部43b連結之2個臂部23。即，臂部23之另一端部經由驅動部43b而連結於旋轉臂部24。

驅動部43b、43c包含以連結之連桿之連結角度發生變化之方式使連桿13b、13c旋動之馬達。

驅動部43a、43d包含旋轉驅動各自連結之連桿13a、手部70之軸之馬達。

又，各驅動部43a~43d包含檢測其驅動量(馬達之旋轉角度)之編碼器50a~50d。

慣性感測器61安裝於臂部23之各連桿13c。

機器人本體30支持旋轉臂部24，且經由旋轉臂部24而支持2個臂

部23，並設置於地板等。又，於機器人本體30之內部具備包含制振裝置102等之機器人控制器31。機器人控制器31進行包含制振裝置102等之控制在內之機器人203整體之控制。

於如上述之構成之雙臂之多關節機器人中，亦搭載有制振裝置102，故而與上述機器人之控制方法同樣地，可抑制動作中之臂部23產生之振動。其結果，可提供一種更進一步提高可靈活地進行高精度且高速之動作之多關節機器人之功能的機器人。例如，於手部70安裝噴槍等而對塗裝對象物進行塗裝之情形等時，當存在產生因臂部23產生之振動所致之塗裝不均之傾向時等，藉由抑制該振動，可減輕塗裝不均。

【符號說明】

10、10a~10f、11a~11h、13a~13c	連桿
20、21、23	臂部
22、24	旋轉臂部
30	機器人本體
31	機器人控制器
40、40a~40f、41a~41h、43a~43d	驅動部
50、50a~50h	編碼器
60、61	慣性感測器
70	手部
80	運算控制部
81~84	第1~第4運算部
85	控制部
86	濾波器
87	亞可比矩陣運算部
100、102	制振裝置

201410418

200、201、202、203

X、Y、Z

機器人

軸

申請專利範圍

1. 一種機器人之控制裝置，該機器人包括：
 - 機器人本體；
 - 臂部，其連結於上述機器人本體，且包含複數個連桿；
 - 驅動部，其驅動複數個上述連桿；及
 - 角度感測器，其檢測上述驅動部之驅動量；該機器人之控制裝置包括：
 - 慣性感測器，其設置於可抑制上述臂部之振動之制振位置，且檢測上述制振位置之加速度及角速度之至少一者；
 - 第1運算部，其根據上述慣性感測器所檢測之上述制振位置之加速度及角速度之至少一者而算出上述制振位置之第1臂部速度；
 - 第2運算部，其根據上述角度感測器所檢測之上述驅動部之驅動量而算出驅動速度，且基於上述驅動量及上述驅動速度而算出上述制振位置之第2臂部速度；
 - 第3運算部，其基於上述第1臂部速度與上述第2臂部速度而算出第3臂部速度；
 - 第4運算部，其基於上述第3臂部速度而算出位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個驅動部之修正速度；及
 - 控制部，其基於上述驅動量、上述驅動速度、及上述修正速度，而控制位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之上述驅動部。
2. 如請求項1之機器人之控制裝置，其中於上述第3運算部中進而包括將上述第3臂部速度之波形中所含之特定頻率以下之低頻成

分去除之濾波器。

3. 一種機器人之控制方法，該機器人包括：

臂部，其包含經連結之複數個連桿；及

驅動部，其驅動複數個上述連桿；該機器人之控制方法包括以下步驟：

檢測於抑制上述臂部之振動之制振位置之第1臂部速度；

基於算出之上述第1臂部速度、與基於上述驅動部之驅動量而算出之上述制振位置被驅動之速度即第2臂部速度之差，算出第3臂部速度；及

基於算出之上述第3臂部速度，對上述驅動部進行修正控制。

4. 一種機器人之控制方法，該機器人包括：

機器人本體；

臂部，其連結於上述機器人本體，且包含複數個連桿；

驅動部，其驅動複數個上述連桿；及

角度感測器，其檢測上述驅動部之驅動量；該機器人之控制方法包括以下步驟：

藉由安裝於抑制上述臂部之振動之制振位置之慣性感測器而檢測上述制振位置之加速度及角速度之至少一者；

藉由角度感測器而檢測位於上述制振位置與上述機器人本體之間且驅動上述連桿之上述驅動部之驅動量；

根據上述慣性感測器所檢測之上述制振位置之加速度及角速度之至少一者而算出上述制振位置之第1臂部速度；

根據上述角度感測器所檢測之上述驅動部之驅動量而算出驅動速度，且基於上述驅動量及上述驅動速度而算出上述制振位置之第2臂部速度；

基於上述第1臂部速度與上述第2臂部速度而算出上述制振位

置之第3臂部速度；

基於上述第3臂部速度而算出位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個上述驅動部之修正速度；及

基於上述驅動量、上述驅動速度、及上述修正速度，而控制位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之上述驅動部。

5. 如請求項4之機器人之控制方法，其進而包括於計算上述第3臂部速度時，將算出之上述第3臂部速度之波形中所含之特定頻率以下之低頻成分去除之步驟。
6. 如請求項4或5之機器人之控制方法，其中於基於上述第3臂部速度而計算位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個上述驅動部之修正速度時，以上述驅動部中預先選擇之驅動部為對象進行。
7. 如請求項4至6中任一項之機器人之控制方法，其中於基於上述第3臂部速度而計算位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個上述驅動部之修正速度之步驟中，位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個上述驅動部之修正速度之計算係伴隨預先設定之每個上述驅動部之權重而進行。
8. 一種機器人，其包括：
 - 機器人本體；
 - 臂部，其連結於上述機器人本體，且包含複數個連桿；
 - 驅動部，其驅動複數個上述連桿；及
 - 角度感測器，其檢測上述驅動部之驅動量；且包括控制裝置，該控制裝置包括：
 - 慣性感測器，其設置於可抑制上述臂部之振動之制振位置，

且檢測上述制振位置之加速度及角速度之至少一者；

第1運算部，其根據上述慣性感測器所檢測之上述制振位置之加速度及角速度之至少一者而算出於上述制振位置之第1臂部速度；

第2運算部，其根據上述角度感測器所檢測之上述驅動部之驅動量而算出驅動速度，且基於上述驅動量及上述驅動速度而算出上述制振位置之第2臂部速度；

第3運算部，其基於上述第1臂部速度與上述第2臂部速度而算出第3臂部速度；

第4運算部，其基於上述第3臂部速度而算出位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之每個驅動部之修正速度；及

控制部，其基於上述驅動量、上述驅動速度、及上述修正速度，而控制位於上述機器人本體與上述制振位置之間且驅動上述連桿之上述驅動部。

9. 如請求項8之機器人，其中於上述第3運算部中進而包括將上述第3臂部速度之波形中所含之特定頻率以下之低頻成分去除之濾波器。

圖式

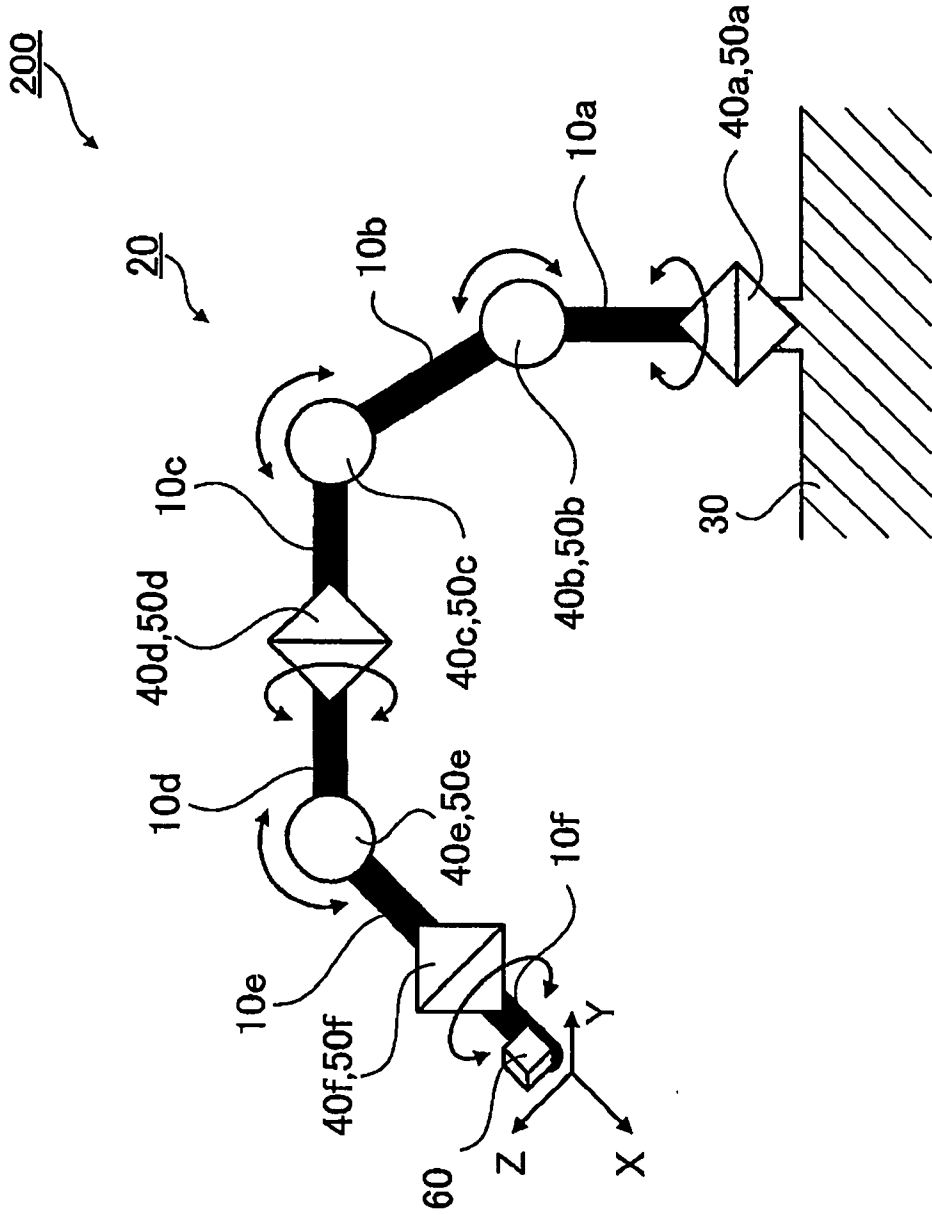


圖1

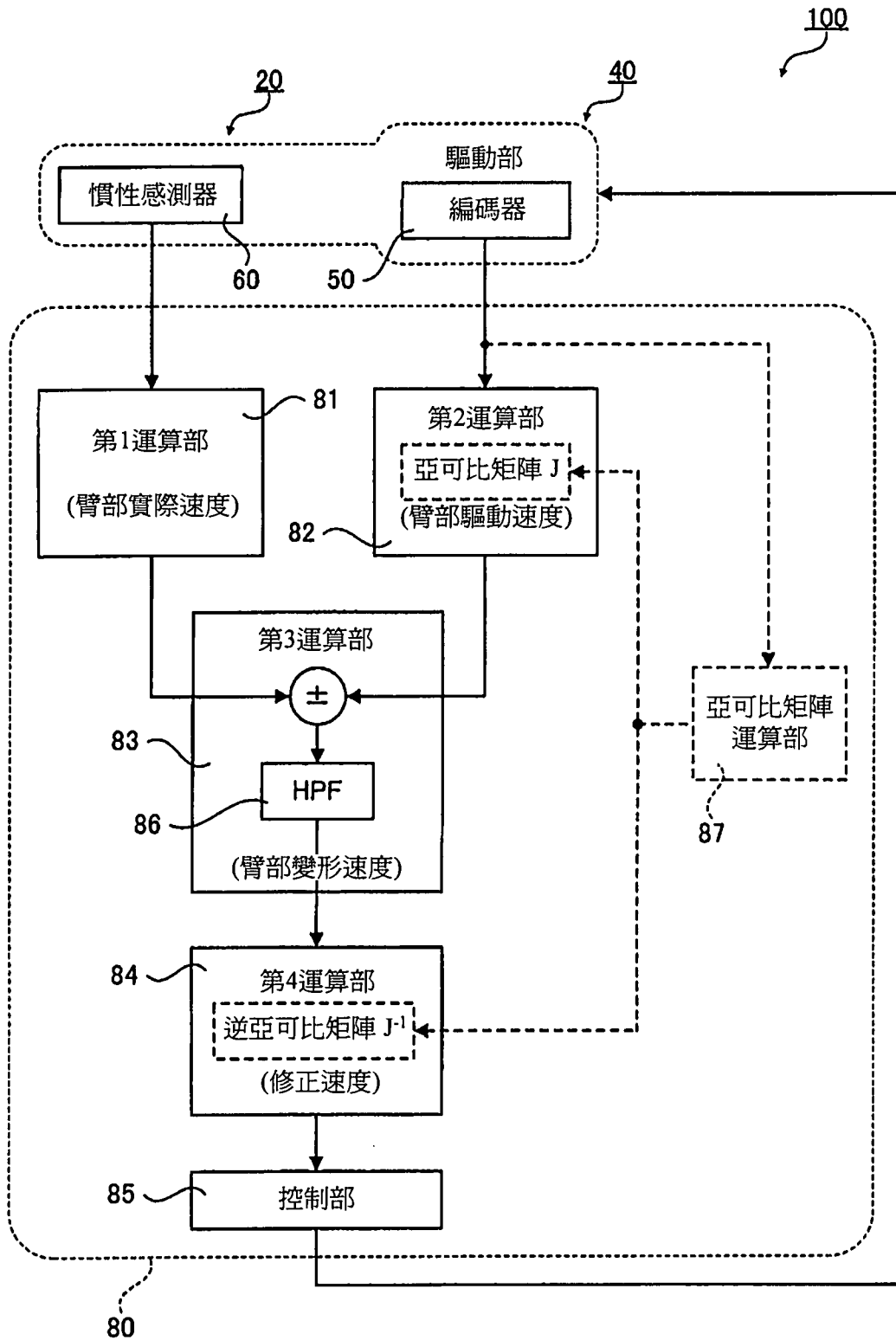
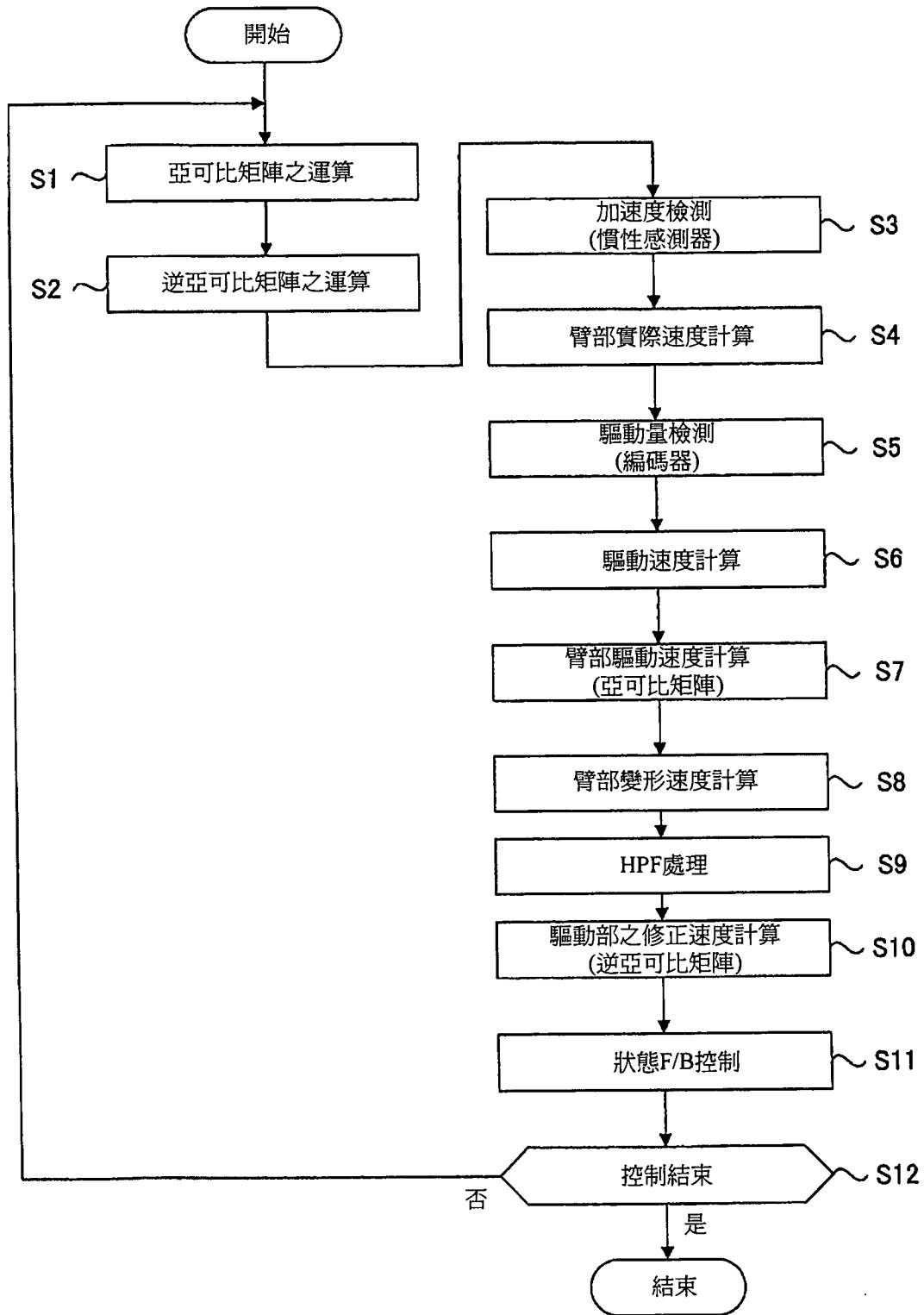


圖2



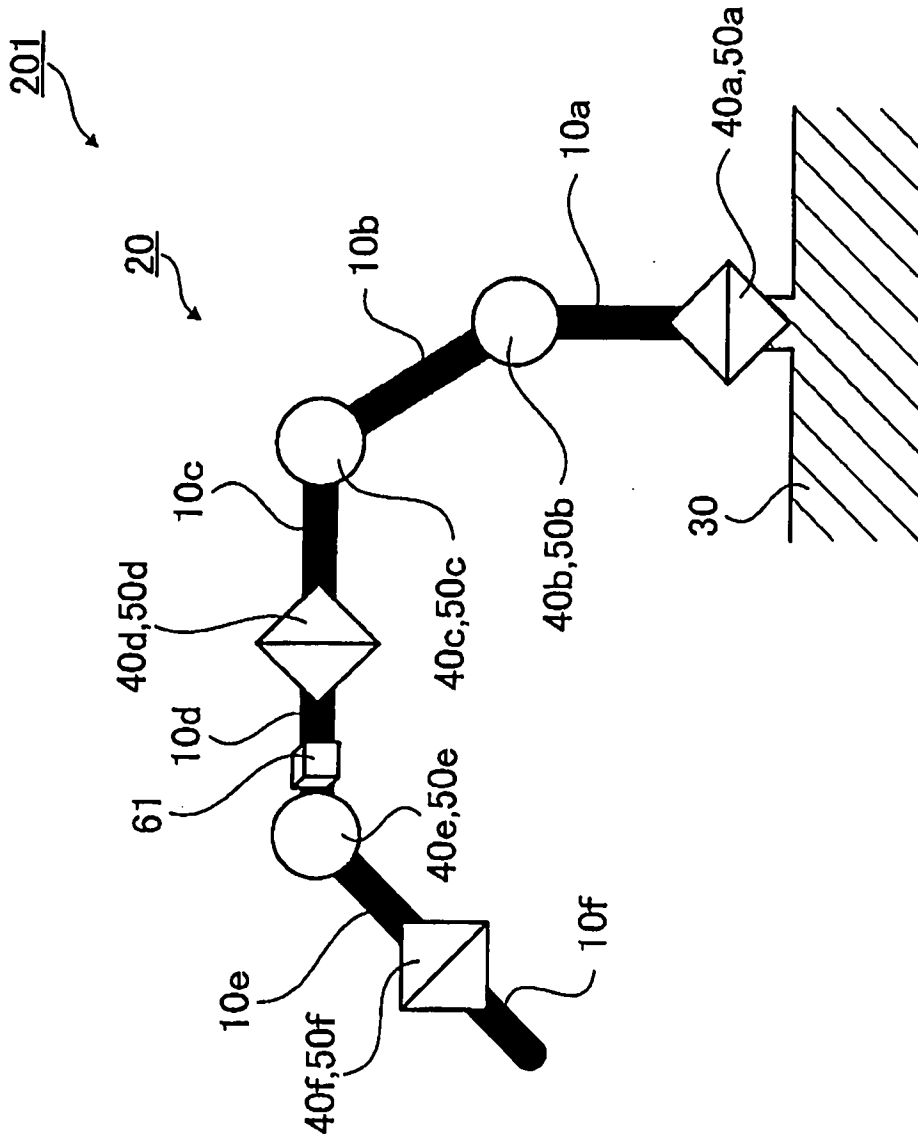


圖4

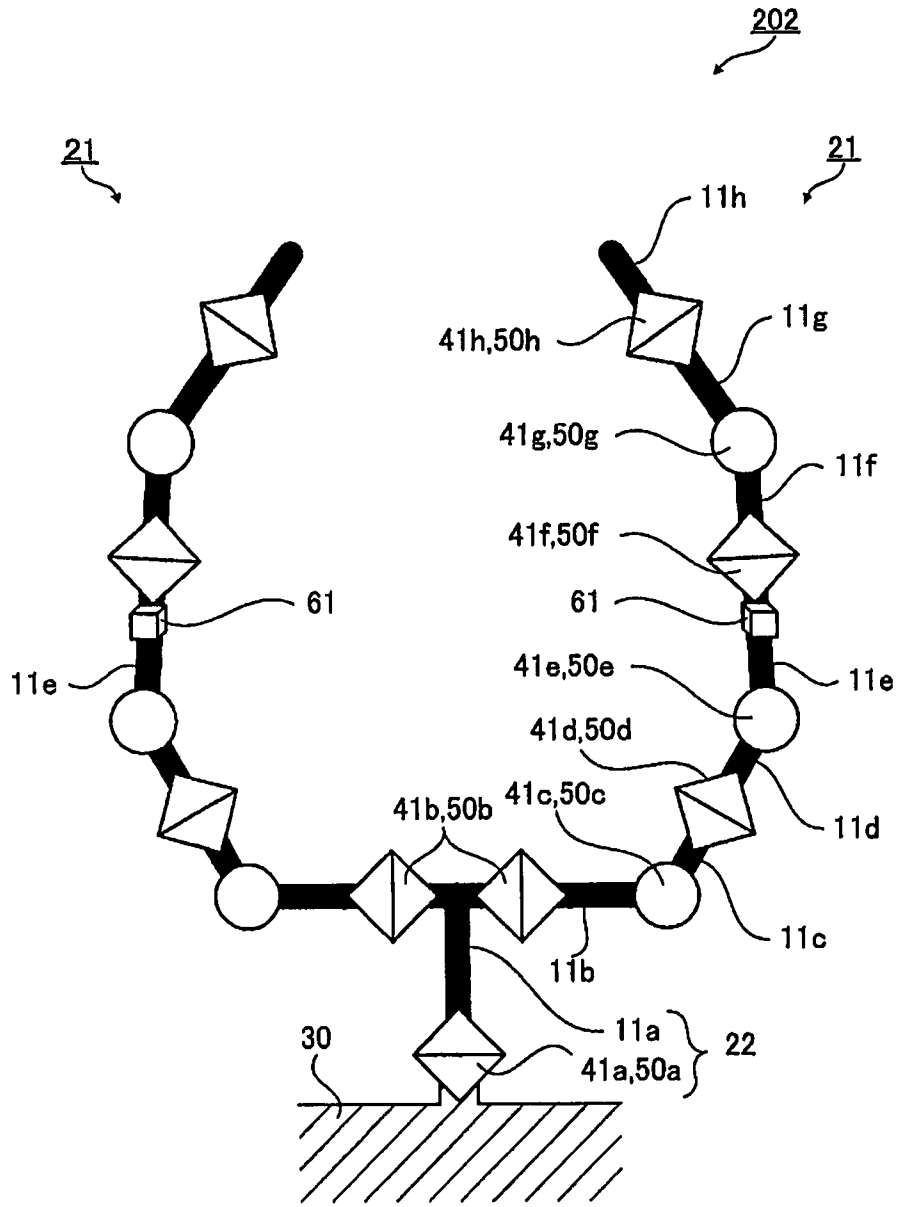


圖5

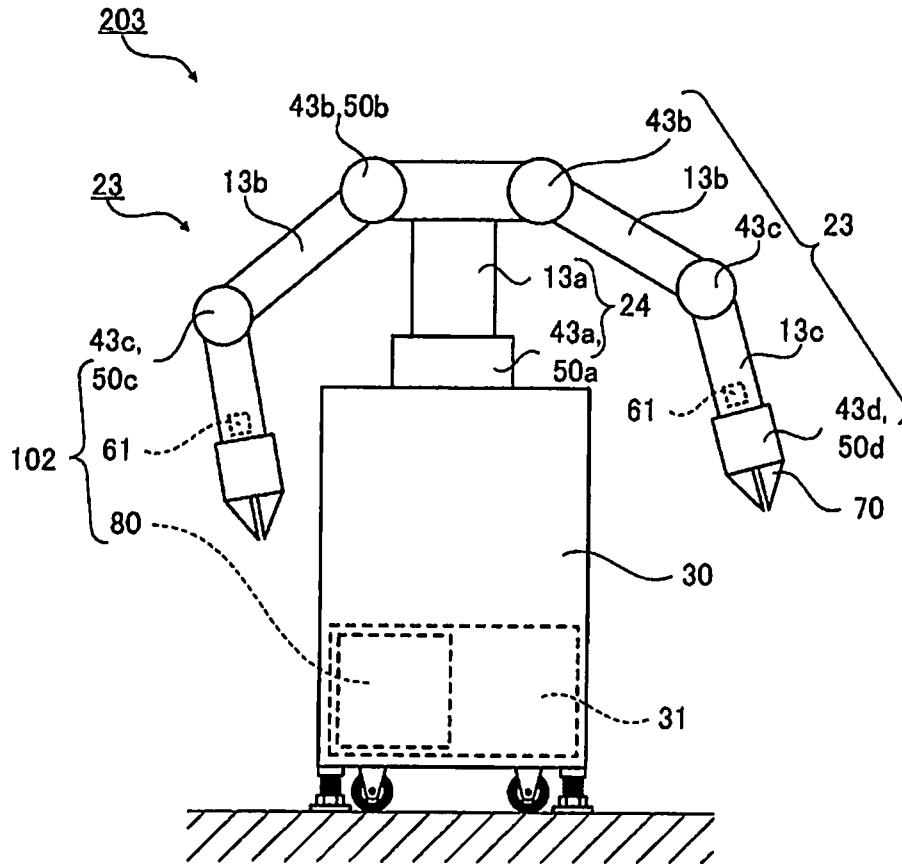


圖6

102年11月14日 修正

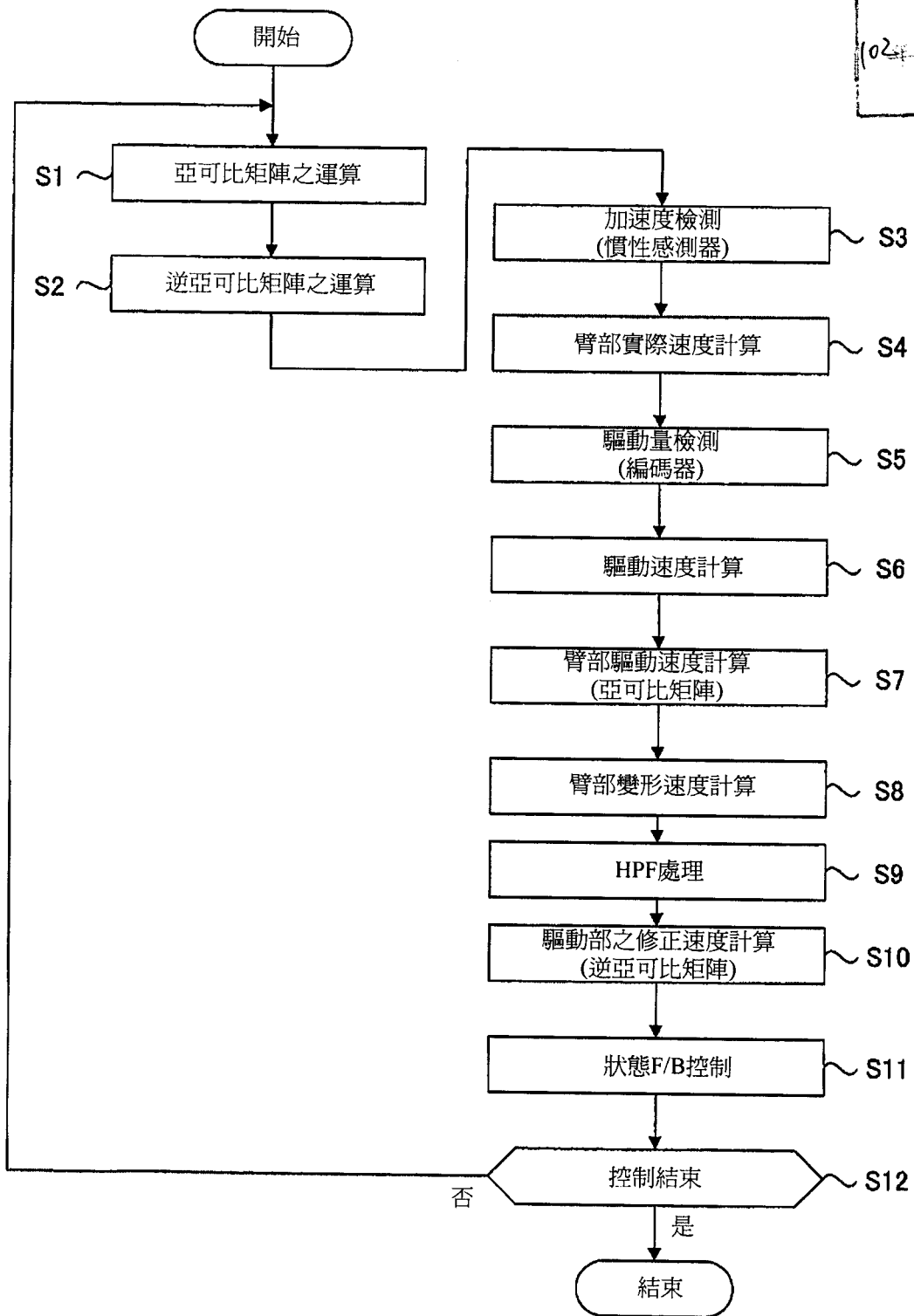


圖3

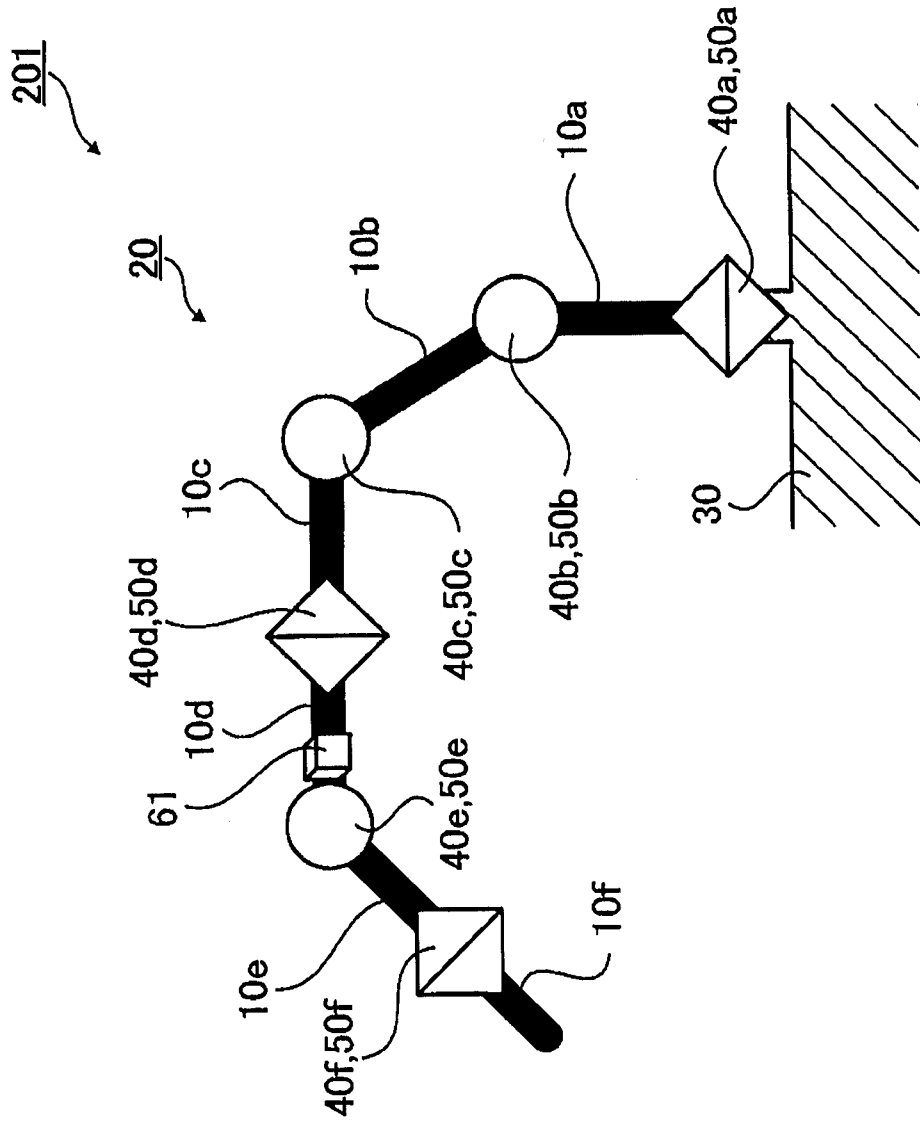


圖4