

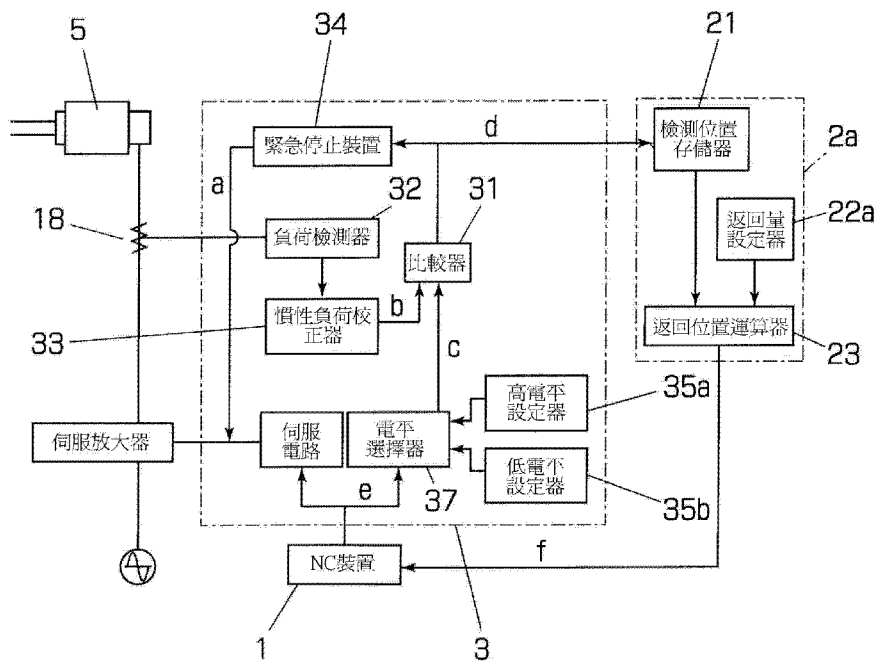


(21)申請案號：106115130 (22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 05 月 08 日
(51)Int. Cl. : G05B19/4061(2006.01)
(30)優先權：2016/05/09 日本 特願 2016-094034
(71)申請人：中村留精密工業股份有限公司 (日本) NAKAMURA-TOME PRECISION INDUSTRY CO.,LTD. (JP)
日本
(72)發明人：覺本雅彥 (JP)
(74)代理人：桂齊恆；林景郁
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：7 共 22 頁

(54)名稱
具有碰撞應力釋放裝置的機床的碰撞檢測裝置
(57)摘要

本發明提供具有碰撞應力釋放裝置的機床的碰撞檢測裝置，其能夠更適當地設定為了釋放在機床的移動主軸箱、刀架或者上料機、下料機的臂部或機械手及其他移動單元與其他部件發生碰撞而機床緊急停止後殘留的殘留應力而進行的進給電動機的反轉量。碰撞應力釋放裝置（2）以移動單元（4）的接觸位置或被當作接觸位置的碰撞檢測位置為基準使進給電動機（5）反轉返回量設定器（22）中設定的返回量。通常，即使將碰撞檢測位置當作接觸位置也不會產生較大的誤差，但在移動單元（4）和被碰撞的部件的剛性較低的情況下，更優先進行設定與移動單元（4）的速度對應的返回量的控制和根據碰撞後的負荷的上升曲線來估計實際的接觸位置的控制。

指定代表圖：



符號簡單說明：
1 . . . NC 裝置
18 . . . 電流計
2a . . . 碰撞應力釋放裝置
21 . . . 檢測位置存儲器
22a . . . 返回量設定器
23 . . . 返回位置運算器
3 . . . 碰撞檢測裝置
31 . . . 比較器
32 . . . 負荷檢測器

圖 1

- 33 . . . 慣性負荷校正器
- 34 . . . 緊急停止裝置
- 35a . . . 高電平設定器
- 35b . . . 低電平設定器
- 37 . . . 電平選擇器
- 5 . . . 進給電動機
- a . . . 緊急停止信號
- b . . . 運轉負荷
- c . . . 設定負荷
- d . . . 碰撞檢測信號
- e . . . 速度指令
- f . . . 返回位置信號



201740232

申請日：106/05/08

IPC分類：G05B 19/4061(2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】 具有碰撞應力釋放裝置的機床的碰撞檢測裝置

【中文】本發明提供具有碰撞應力釋放裝置的機床的碰撞檢測裝置，其能夠更適當地設定為了釋放在機床的移動主軸箱、刀架或者上料機、下料機的臂部或機械手及其他移動單元與其他部件發生碰撞而機床緊急停止後殘留的殘留應力而進行的進給電動機的反轉量。碰撞應力釋放裝置（2）以移動單元（4）的接觸位置或被當作接觸位置的碰撞檢測位置為基準使進給電動機（5）反轉返回量設定器（22）中設定的返回量。通常，即使將碰撞檢測位置當作接觸位置也不會產生較大的誤差，但在移動單元（4）和被碰撞的部件的剛性較低的情況下，更優選進行設定與移動單元（4）的速度對應的返回量的控制和根據碰撞後的負荷的上升曲線來估計實際的接觸位置的控制。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1：NC裝置；
- 18：電流計；
- 2a：碰撞應力釋放裝置；
- 21：檢測位置存儲器；
- 22a：返回量設定器；
- 23：返回位置運算器；
- 3：碰撞檢測裝置；
- 31：比較器；
- 32：負荷檢測器；

33：慣性負荷校正器；

34：緊急停止裝置；

35a：高電平設定器；

35b：低電平設定器；

37：電平選擇器；

5：進給電動機；

a：緊急停止信號；

b：運轉負荷；

c：設定負荷；

d：碰撞檢測信號；

e：速度指令；

f：返回位置信號。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 具有碰撞應力釋放裝置的機床的碰撞檢測裝置

【技術領域】

【0001】 本發明涉及設置於機床的碰撞檢測裝置，尤其涉及具有碰撞應力釋放裝置的碰撞檢測裝置。碰撞應力釋放裝置是在移動單元（機床主體的移動主軸箱或刀架、上下料機的臂部或機械手等）與其他部件發生碰撞而機床緊急停止後釋放殘留於該移動單元或其他部件的應力的裝置。

【先前技術】

【0002】 由NC裝置所控制的進給電動機驅動移動單元。NC裝置對移動單元的位置和速度進行控制，根據需要來限制進給電動機的扭矩，防止過大的負荷作用於移動單元。

【0003】 通過近幾年的控制技術的發展，通常進行多軸控制。並且，通常也通過統一地控制機床和上下料機等搬送裝置而進行長時間的無人加工。

【0004】 當機床的自動化進步時，由於控制錯誤或工件的供給錯誤等，容易發生移動單元與工件或機床的其他部件碰撞這樣的事故。因此，在發生了碰撞事故時，為了使工件或機床的損傷為最小限度，進行如下的控制：對作用於移動單元的過負荷進行檢測，使移動單元緊急停止。

【0005】 例如圖6所示的車床的刀架4a借助X軸進給電動機5x和Z軸進給電動機5z的旋轉而在X軸和Z軸方向上移動，使用安裝於該刀架上的刀具6對主軸卡盤7所把持的工件w進行加工。刀架4a根據來自NC裝置的針對X軸進給電動機5x和Z軸進給電動機5z的速度指令e而在加工中以低速進行移動，在一個塊的加工結束而向下一個位置移動時以高速進行移動。

【0006】 圖7所示的上料機將由臂部8的前端的工件機械手4b所把持的坯料工件w裝入到車床的主軸卡盤7中。工件機械手4b從圖7中用虛線所示的待機位置到主軸卡盤7的附近進行高速移動u，之後通過Z軸方向上的低速移動v而將坯料工件w插入到主軸卡盤7中。

【0007】 有時由於加工程式錯誤或供給了錯誤的坯料工件而導致進行移動的刀架4a或刀具6與主軸卡盤7或工件w發生碰撞。為了避免由於該碰撞導致的機床或工件的損傷，設置有對碰撞進行檢測而使進給電動機5緊急停止的碰撞檢測裝置。

【0008】 對圖6的Z軸方向的緊急停止裝置進行說明。在Z軸進給電動機5z的電源電路中設置有電流計18。當移動的刀具6與工件w或卡盤7發生碰撞時，由於碰撞而產生的過負荷導致電動機5z的電流增大。在電流超過了設定器35中設定的值時，從比較器31輸出緊急停止信號a，使Z軸進給電動機5z緊急停止。雖然沒有圖示，但在X軸進給電動機5x中也設置有同樣的緊急停止裝置。

【0009】 在以電的方式檢測過負荷的碰撞檢測裝置中，設定值的變更變得容易，在機床緊急停止後恢復穩態也變得容易。而且，通過在緊急停止後使進給電動機5稍微反轉，還能夠釋放由於碰撞而移動單元或被碰撞的部件中產生的應力，從而減輕機床或工件的損傷。

【0010】 本發明的申請人在專利文獻1中提出了以下方案：在負荷設定器35中設定多個碰撞檢測用的設定負荷，在從NC裝置向移動單元發出了低速移動指令時，自動選擇較高的設定負荷，在發出了高速移動指令時，自動選擇較低的設定負荷。還提出了根據所指示的移動速度指令e而階段性地或者連續地改變較低的設定負荷。由此，能夠減輕移動單元與工件或機床的其他部件發生碰撞時的工件或機床的損傷，尤其能夠減輕在移動單元進行高速移動時發生碰撞時的損傷。

【0011】 現有技術文獻

【0012】 專利文獻

【0013】 專利文獻1：日本特許第3529010號公報

【0014】 在從檢測到碰撞至移動單元停止為止，即使是極短的時間也會產生時延。由於該時延，在發生了碰撞的雙方殘留有碰撞應力（與從雙方接觸到停止為止的移動單元的移動距離對應的應力）。移動單元的速度越快，則該碰撞應力越大。尤其是，當在無人連續運轉中發生碰撞時，碰撞應力持續作用於發生了碰撞的雙方，機床產生損傷的可能性變大。因此，如上所述，在碰撞後使進給電動機稍微反轉以釋放碰撞應力。

【0015】 以往，釋放該碰撞應力是通過使進給電動機從移動單元停止的位置起反轉所設定的返回量而進行的。釋放碰撞應力所需的返回量根據發生碰撞的部件的剛性和碰撞速度而並不固定，但只要預先設定充分大的返回量，就不論在什麼條件下發生碰撞都能夠釋放碰撞應力。

【0016】 但是，例如在刀架與剛性較低的上料機的臂部發生碰撞的情況下和與加工中的工件發生碰撞的情況下，釋放碰撞應力的返回量中產生較大的差。認為存在如下的情況：如果碰撞後（接觸後）的移動單元的移動距離較大，則在返回後，碰撞部位還繼續接觸，碰撞後的損壞較大。

【0017】 並且，近年來的機床不僅要求精度高的加工，而且還要求精細加工。在進行精細加工的機床中，如果增大碰撞檢出後的移動單元的返回量，則產生返回移動中的移動單元與相反側的部件發生碰撞的危險。為了避免該新的問題，期望使由於碰撞而使移動單元停止後的移動單元的返回量為所需最小限度。

【發明內容】

【0018】 本發明是為了解決伴隨著移動單元的返回移動的上述問題而完成的，其中，該移動單元的返回移動用於釋放由於碰撞而產生的碰撞應力，本發明的課題在於，能夠更適當地控制用於釋放碰撞應力的進給電動機的反轉量。

【0019】 在本發明的碰撞檢測裝置中，該碰撞檢測裝置對在NC機床運轉中作用於刀架4a或上料機的工件機械手4b等移動單元4的異常負荷進行檢測而使機床緊急停止，在上述碰撞檢測裝置中，根據碰撞檢測位置基準或接觸位置基準來求出碰撞檢測後的移動單元4的返回位置，從而解決上述課題。通過在碰撞檢測後使移動單元4返回到返回位置，能夠避免由於碰撞而產生的應力（碰撞應力）殘留從而給機床帶來損壞（損傷或壓力）。

【0020】 即，本發明的碰撞檢測裝置是具有緊急停止裝置34和碰撞應力釋放裝置2的機床的碰撞檢測裝置，該緊急停止裝置34在對移動單元4（4a、4b）進行驅動的進給電動機5的運轉負荷b達到了負荷設定器35中設定的碰撞檢測用的設定負荷c時輸出碰撞檢測信號d而使進給電動機5緊急停止，該碰撞應力釋放裝置2在進給電動機5緊急停止後使該進給電動機反轉返回量設定器22（22a、22b、22c）中設定的返回量，在該機床的碰撞檢測裝置中，特徵在於，碰撞應力釋放裝置2以移動單元4的接觸位置或被當作接觸位置的碰撞檢測位置為基準而使進給電動機5反轉在返回量設定器22中設定的返回量。

【0021】 在發生了碰撞後至檢測到負荷設定器35中設定的設定負荷c為止產生電信號的處理中所需的檢測系統的時延。另一方面，在檢測到設定負荷c後至移動單元4停止為止，主要產生因移動單元（包含驅動系統。）的慣性而引起的時延。由於檢測系統的時延遠小於由慣性引起的時延，因此即使與移動單元的速度無關地將碰撞檢測位置當作接觸位置，也不會產生較大的誤差。

【0022】 另一方面，在移動單元4和被碰撞的部件的剛性（主要是支承剛性）較低的情況下，因撓曲而引起在實際的接觸位置與碰撞檢測位置之間產生誤差。在這樣的情況下，更優選進行設定與移動單元4的速度對應的返回量的控制和根據碰撞後的負荷的上升曲線來估計實際的接觸位置的控制。

【0023】 作為考慮了碰撞時的移動單元4的移動速度的影響的控制的具體例，能夠例示在返回量設定器22b中設定多個返回量並自動選擇與移動單元4的移動速度範圍對應的返回量的控制，和設置以移動速度為變數來運算返回量的返回量設定器22c並自動運算與移動速度對應的返回量的控制。

【0024】 發明效果

【0025】 通過本發明，即使將返回量設定得較小，也能夠使發生了碰撞的部件彼此返回到接觸前的狀態。因此，能夠將發生了碰撞的部件彼此繼續抵接、由於碰撞而產生的部件內部的應力長時間沒有被釋放從而給機床帶來損壞的情況抑制到最小限度。

【0026】 並且，由於能夠以較小的返回量可靠地解除發生了碰撞的部件彼此的抵接，因此能夠避免在返回移動時移動單元4與相反側的部件發生碰撞的事態。

【0027】 因此，通過本發明，具有以下這樣的效果：將在運轉中、尤其在長時間的無人運轉中產生的由於機床部件彼此的碰撞而引起的機床的損壞抑制到最小限度。

【圖式簡單說明】

【0028】

圖 1 是本發明第一實施例的框圖。

圖 2 是本發明第二實施例的框圖。

圖 3 是本發明第三實施例的框圖。

圖 4 是本發明第四實施例的框圖。

圖 5 是示出本發明第四實施例的接觸位置的運算方法的說明圖。

圖 6 是示出現有技術之刀架的動作的說明圖。

圖7是示出現有技術之上料機的動作的說明圖。

【實施方式】

【0029】 以下，以在專利文獻1所提出的碰撞檢測裝置中實施了本發明的情況為例，對本發明的實施方式進行說明。在圖中，1是對移動單元4（4a、4b）的動作進行控制的NC裝置，2（2a、2b、2c、2d）是被附加在專利文獻1所記載的碰撞檢測裝置3中的碰撞應力釋放裝置。

【0030】 在對移動單元4進行驅動的進給電動機5的電源電路中設置有負荷檢測用的電流計18。根據電流計18的輸出值，負荷檢測器32檢測進給電動機5的輸出扭矩，慣性負荷校正器33檢測對移動單元4（4a、4b）的慣性負荷進行校正後的輸出扭矩。作為設定碰撞檢測用的過負荷的設定器，設置有高電平設定器35a和低電平設定器35b。

【0031】 在從NC裝置1向進給電動機5發出了低速移動指令時，電平選擇器37選擇高電平設定器35a中設定的負荷發送給比較器31，在從NC裝置1向進給電動機5發出了高速移動指令時，電平選擇器37選擇低電平設定器35b中設定的負荷而輸出給比較器31。

【0032】 比較器31對慣性負荷校正器33檢測到的運轉負荷（以下，稱為“檢測負荷”。）b和電平選擇器37所選擇的設定負荷c進行比較，在檢測運轉負荷b達到了設定負荷c時，將碰撞檢測信號d發送給緊急停止裝置34，接收到該碰撞檢測信號d的緊急停止裝置34使進給電動機5緊急停止。

【0033】 另外，像專利文獻1所記載那樣，能夠在低電平設定器35b中設定電平不同的三種以上的設定值，來自NC裝置1的速度指令e的指令值越大，使電平選擇器37選擇電平越低的設定值作為碰撞檢測用的設定負荷c。而且，也能夠在低電平設定器35b中登記電平運算器來運算與來自NC裝置1的速度指令e的指令值對應的設定負荷c，其中，該電平運算器根據來自NC裝置1的速度指令e和規定的常數來運算隨著移動單元的速度變快而變小的值。

【0034】 在圖1中用虛線包圍而所示的第一實施例的碰撞應力釋放裝置2a具有檢測位置存儲器21、返回量設定器22a以及返回位置運算器23。檢測位置存儲器21在從比較器31接收到碰撞檢測信號d時，存儲此時的移動單元4的位置或進給電動機5的相位。在返回量設定器22a中設定以給出了碰撞檢測信號d時的移動單元的位置（碰撞檢測位置）為基準的移動單元4的返回量或進給電動機5的反轉量。返回位置運算器23運算使移動單元4從檢測位置存儲器21存儲的碰撞檢測位置返回了返回量設定器22a中設定的返回量後的位置（返回位置）並將返回位置信號f發送給NC裝置1。NC裝置1在接收到進給電動機5的停止信號後，使移動單元4向返回位置移動以釋放由碰撞而產生的負荷。

【0035】 如果碰撞是刀架與工件的碰撞那樣的高剛性的部件彼此的碰撞，則在碰撞後檢測運轉負荷b會立刻達到設定負荷c，因此能夠將碰撞檢測位置當作接觸位置來運算返回位置，即使這樣，也不用擔心返回量不足而在發生了碰撞的部件彼此繼續抵接的狀態下停止，或者返回量過大而在返回移動時與相反側的部件發生碰撞。

【0036】 但是，在安裝於刀架的鑽頭與工件的碰撞或上料機的臂部前端所把持的工件與主軸卡盤的碰撞那樣的、剛性較低的部件的碰撞的情況下，由於鑽頭或臂部撓曲而碰撞時的負荷上升緩慢，因此有時會在檢測到碰撞的位置與發生了碰撞的部件彼此接觸的位置之間產生無法忽略的差。

【0037】 在這樣的情況下，如果將碰撞檢測位置當作接觸位置來運算返回位置，則有可能在返回後發生了碰撞的部件彼此還繼續抵接。在存在這樣的可能性的情況下，能夠採用在負荷設定器35中設定多個與移動單元的速度範圍對應的負荷的第二實施方式或更準確地運算接觸位置的第三實施方式。

【0038】 圖2是根據碰撞前的移動單元的每個移動速度範圍而設定多個返回量的情況下的碰撞應力釋放裝置的例。在該第二實施例中設置有返回量設定器22b和返回量選擇器24，該返回量設定器22b能夠設定多個返回量。在返回量設定器22b中設定從NC裝置1發送給移動單元的進給電動機5的移動指令的每個規定的速度範圍的返回量。返回量選擇器24從NC裝置1接收速度指令e，選擇包含該速度指令在內的速度範圍的設定量併發送給返回位置運算器23。由此，返回位置運算器23能夠運算與碰撞時的移動單元的速度範圍對應的返回位置。

【0039】 圖2的第二實施例是根據移動單元的速度而階段性地變更返回量的控制的例。圖3所示的第三實施例是根據移動單元的速度而連續地變更返回量的控制的例。在該第三實施例中，在返回量設定器22c中登記有常數和運算式，該運算式是以從NC裝置1發送給進給電動機5的速度指令e為變數來運算返回量的運算式。返回位置運算器23根據返回量來求出移動單元4的返回位置，該返回量是該運算式所運算出的返回量。

【0040】 圖4所示的第四實施例是如下的例：假設由於碰撞而進給電動機5的負荷像圖5所示那樣直線上升而達到碰撞檢測用的設定負荷c，設該上升直線s與碰撞前的進給電動機5的恒定負荷t之間的交點p為接觸位置，以該接觸位置為基準來求出移動單元4的返回位置。

【0041】 第四實施例的碰撞應力釋放裝置2d除了在第一實施例中說明的檢測位置存儲器21、返回量設定器22a以及返回位置運算器23之外，還具有恒

定負荷存儲器25、中間負荷運算器26、輔助比較器27、中間位置存儲器28以及接觸位置運算器29。

【0042】 恒定負荷存儲器25始終被輸入慣性負荷校正器33所提供的檢測負荷b，運算預先設定的範圍內的最新的恒定負荷的平均值，依次更新並且存儲。每次恒定負荷存儲器25的運算值依次被更新時，中間負荷運算器26運算並存儲處於負荷設定器35中設定的負荷與恒定負荷存儲器25運算出的最新負荷之間的中間負荷。輔助比較器27在慣性負荷校正器所提供的檢測運轉負荷b與此時的中間負荷運算器的運算值一致時輸出中間負荷檢測信號g，中間位置存儲器28存儲此時的移動單元的位置（圖5的o的位置）。

【0043】 此後，在檢測到過負荷並檢測到碰撞檢測位置m時，接觸位置運算器29根據碰撞檢測位置和中間位置來運算接觸位置n（圖5）併發送給返回位置運算器23。返回位置運算器23運算使移動單元4從接觸位置n返回了返回量設定器22a中設定的返回量後的位置並將返回位置信號f發送給NC裝置1，NC裝置在接收到進給電動機5的停止信號後使移動單元向該返回位置移動。

【0044】 根據以上的說明可知，根據本發明，消除了檢測到碰撞後的移動單元停止為止的慣性移動的誤差或不均勻，能夠設定所需最小限度的返回量。因此，能夠防止產生在所設定的返回量小於所需的返回量時由於碰撞應力作用於發生了碰撞的兩部件的狀態下機床長時間停止而產生的部件的劣化或在所設定的返回量大於所需的返回量時移動單元在返回移動時與相反側的部件發生碰撞等問題。

【符號說明】

【0045】

1：NC裝置；

- 18：電流計；
- 2（2a、2b、2c、2d）：碰撞應力釋放裝置；
- 21：檢測位置存儲器；
- 22（22a、22b、22c）：返回量設定器；
- 23：返回位置運算器；
- 24：返回量選擇器；
- 25：恒定負荷存儲器；
- 26：中間負荷運算器；
- 27：輔助比較器；
- 28：中間位置存儲器；
- 29：接觸位置運算器；
- 3：碰撞檢測裝置；
- 31：比較器；
- 32：負荷檢測器；
- 33：慣性負荷校正器；
- 34：緊急停止裝置；
- 35：負荷設定器；
- 35a：高電平設定器；
- 35b：低電平設定器；
- 37：電平選擇器；
- 4（4a、4b）：移動單元；
- 4a：刀架；
- 4b：工件機械手；
- 5：進給電動機；

a：緊急停止信號；

b：運轉負荷；

c：設定負荷；

d：碰撞檢測信號；

e：速度指令；

f：返回位置信號；

n：接觸位置；

s：上升直線；

t：恒定負荷；

p：交點。

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種具有碰撞應力釋放裝置的機床的碰撞檢測裝置，其具有緊急停止裝置和碰撞應力釋放裝置，該緊急停止裝置在對移動單元進行驅動的進給電動機的運轉負荷達到了設定器中設定的碰撞檢測用的設定負荷時輸出碰撞檢測信號，使進給電動機緊急停止，該碰撞應力釋放裝置在進給電動機緊急停止後使該進給電動機反轉返回量設定器中設定的返回量，該機床的碰撞檢測裝置的特徵在於，

所述碰撞應力釋放裝置以所述移動單元與被碰撞的部件接觸的位置為基準，使所述進給電動機反轉所述返回量設定器中設定的返回量。

【第2項】如請求項1所述之具有碰撞應力釋放裝置的機床的碰撞檢測裝置，其特徵在於，

所述碰撞應力釋放裝置將所述運轉負荷達到了所述設定負荷時的所述移動單元的位置當作所述接觸的位置而使進給電動機反轉。

【第3項】如請求項1所述之具有碰撞應力釋放裝置的機床的碰撞檢測裝置，其特徵在於，

所述機床的碰撞檢測裝置具有：恒定負荷存儲器，其依次更新並存儲所述移動單元移動時的規定期間的所述運轉負荷；中間負荷運算器，其依次運算並存儲中間負荷，該中間負荷是所存儲的恒定負荷與所述設定負荷之間的負荷；接觸位置運算器；以及輔助比較器，其對所述運轉負荷與中間負荷進行比較，在運轉負荷達到了中間負荷時輸出中間負荷信號，所述接觸位置運算器根據所述設定負荷和檢測到設定負荷時的移動單元的位置、緊接在給出碰撞檢測信號之前的中間負荷和檢測到該中間負荷時的所述移動單元的位置以及給出碰撞檢測信號時的恒定負荷存儲器的存儲值來運算所述接觸的位置。

【第4項】如請求項1至3任一項所述之具有碰撞應力釋放裝置的機床的碰撞檢測裝置，其特徵在於，

所述機床的碰撞檢測裝置具有能夠設定多個返回量的所述返回量設定器和返回量選擇器，在向進給電動機提供了低速移動指令時所述返回量選擇器選擇較小的返回量，在向進給電動機提供了高速移動指令時所述返回量選擇器選擇較大的返回量，所述碰撞應力釋放裝置使所述進給電動機反轉所選擇的返回量。

【第5項】如請求項1至3任一項所述之具有碰撞應力釋放裝置的機床的碰撞檢測裝置，其特徵在於，

返回量設定器具有常數設定器和根據該常數設定器中設定的設定值和從NC裝置發送給進給電動機的速度指令的指令值來運算返回量的返回量設定器，所述速度指令的值越高，該返回量設定器運算出越大的返回量。



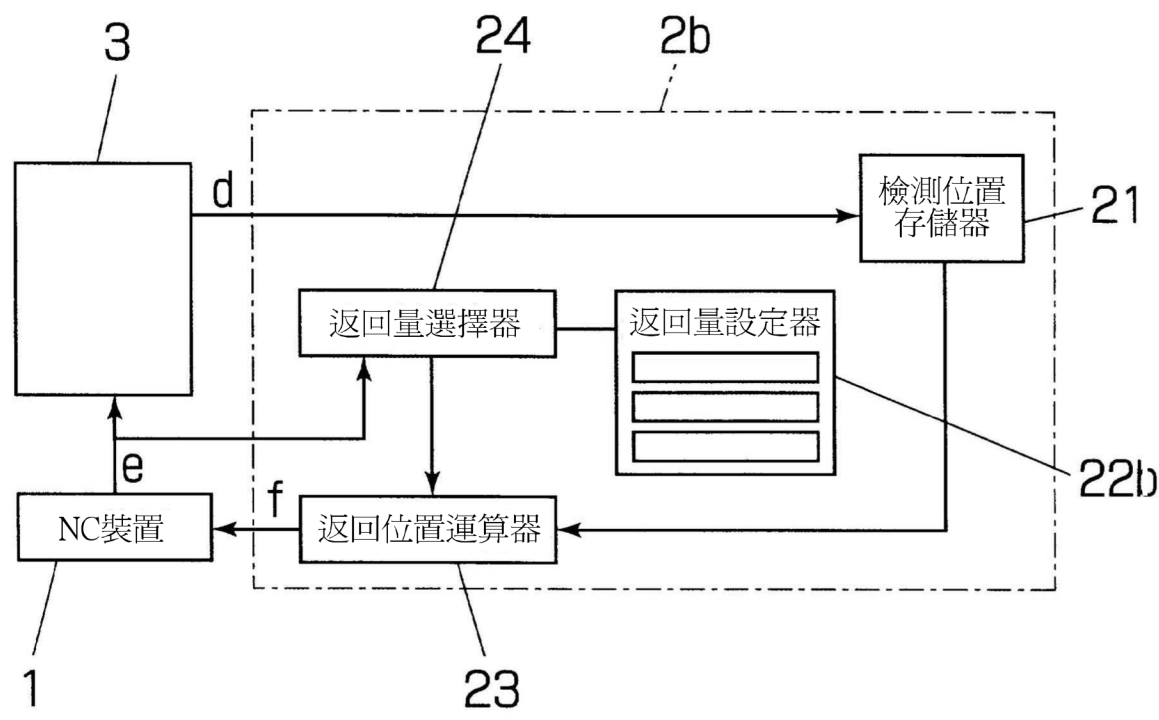


圖 2

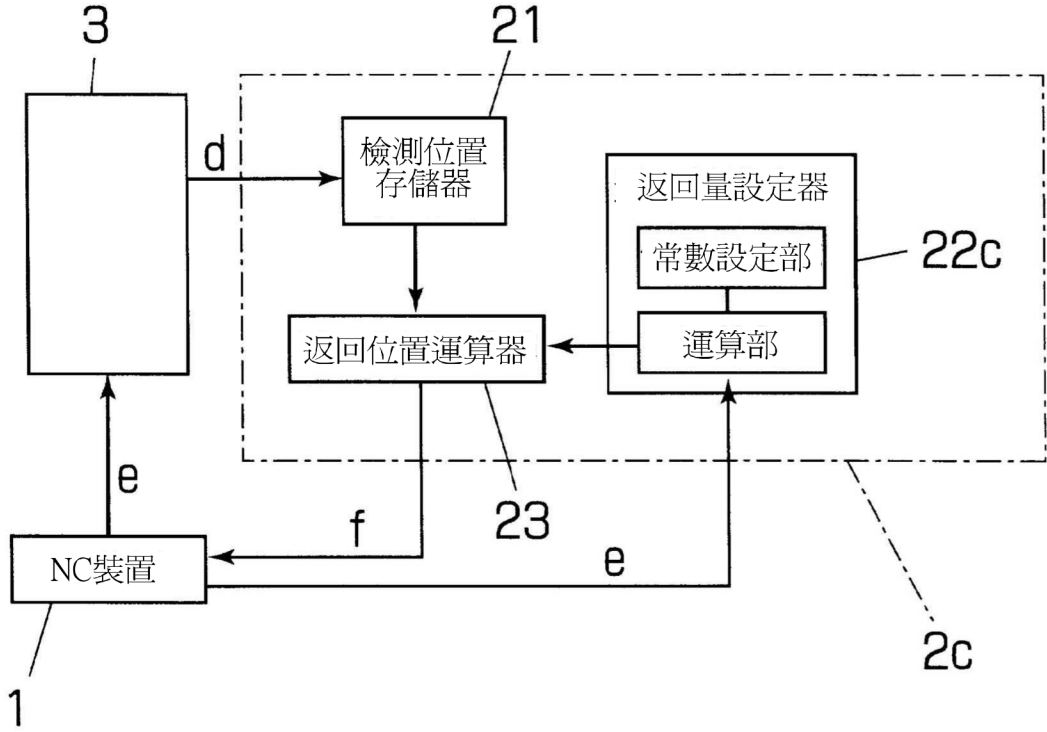


圖 3

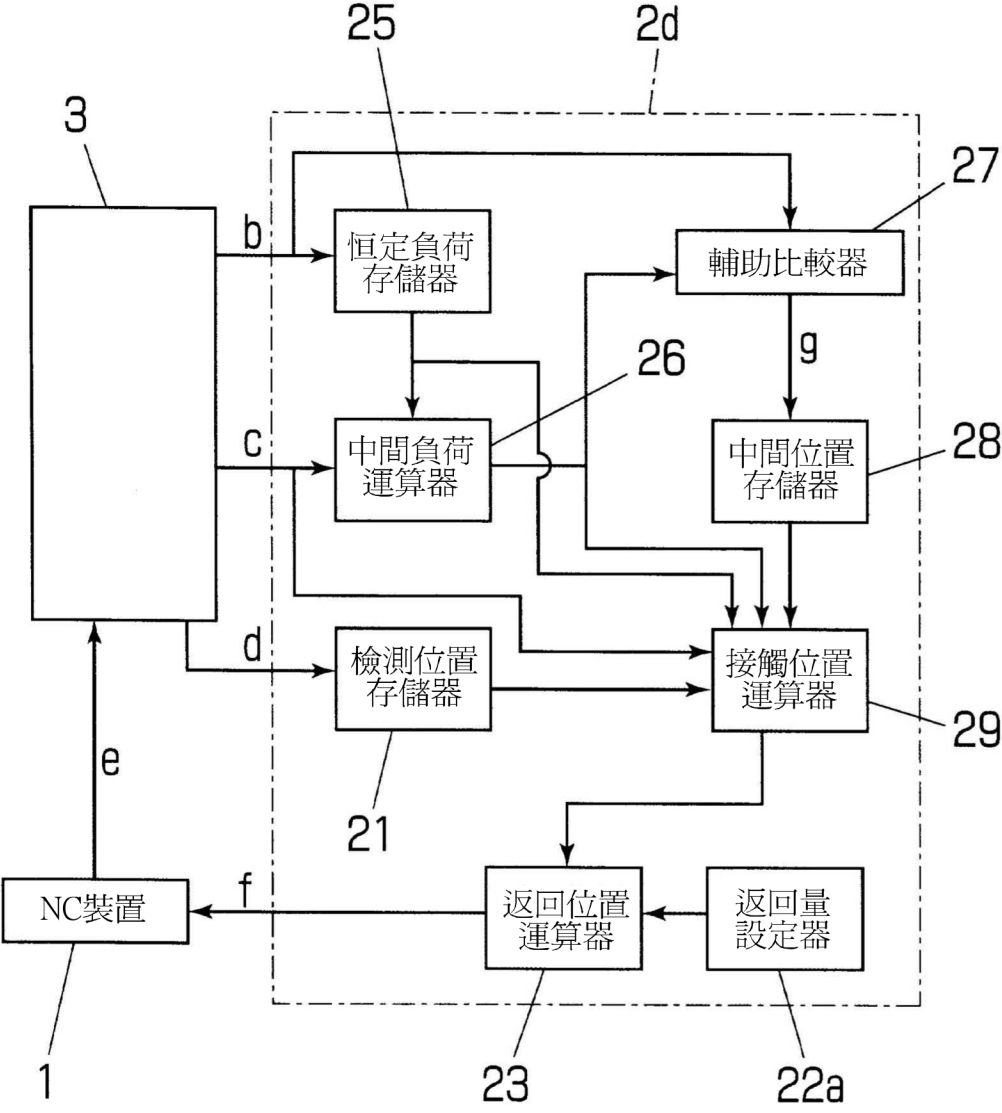


圖 4

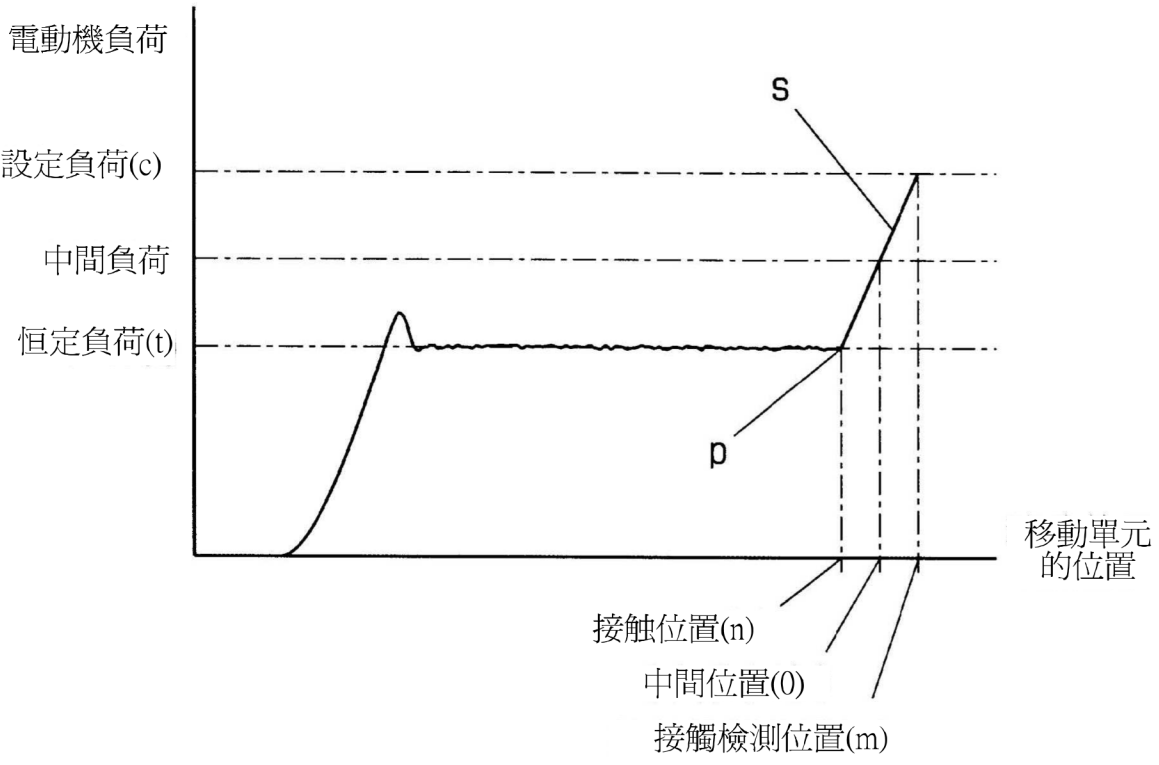


圖 5

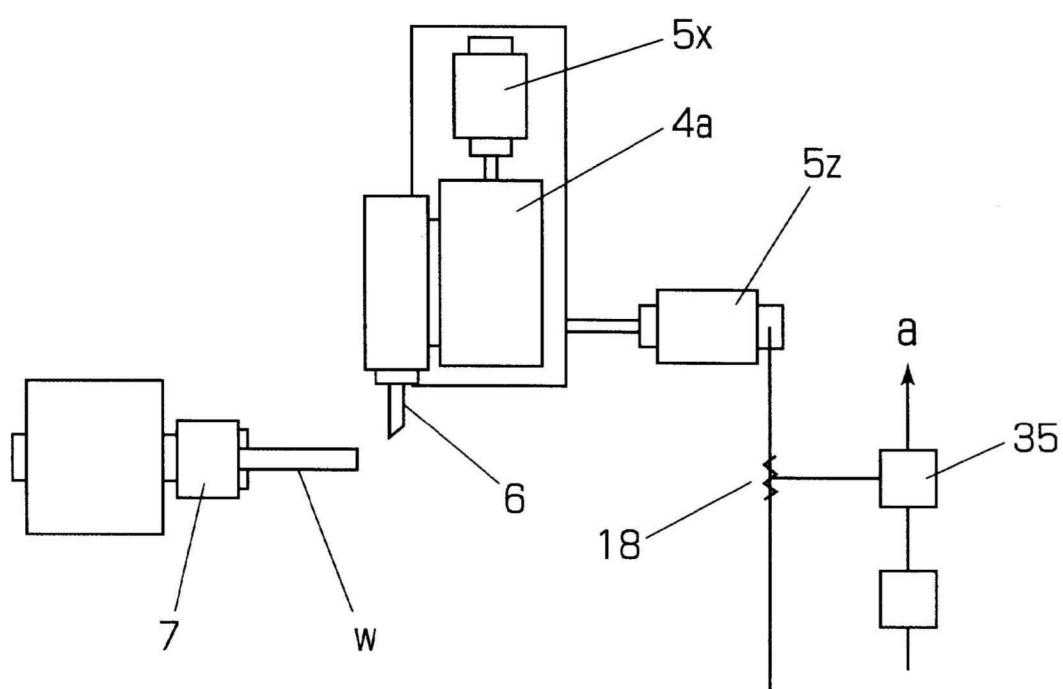


圖 6

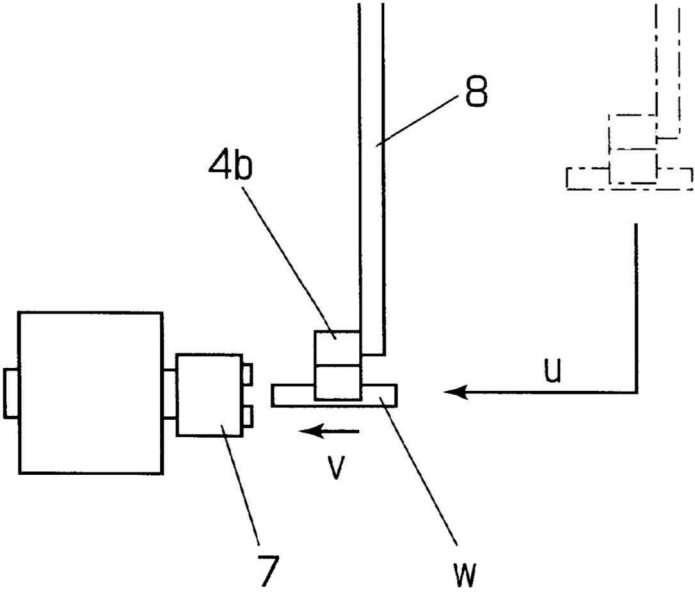


圖 7