公告本

申請日期	90.2.5
案號	89123301
類別	B61L 13/00

A4
C4

514612

（以上各欄由本局填註）

發明 新型 專利說明書

一、發明 新型 名稱	中文	具有用於電動機驅動自動門之預測檢驗系統之輕軌車輛
	英文	LIGHT RAIL VEHICLE HAVING PREDICTIVE DIAGNOSTIC SYSTEM FOR MOTOR DRIVEN AUTOMATED DOORS
二、發明 創作 人	姓名	(1)庫提斯 W. 麥庫樂斯　(4)安德里斯 H. 伊特日爾 (2)肯尼斯 A. 卡格　(5)艾利斯 E. 史密斯 (3)迪恩 J. 坎貝爾
	國籍	(1)(2)(3)(5)美國 (4)德國
	住、居所	(1)美國賓州史考特戴爾・歐察爾德巷403號 (2)美國賓州貝里維諾・皮爾蘇路165號 (3)美國賓州傑佛森丘・橡木道1143號 (4)德國卡爾斯魯喜・歐斯波里烏森街12號 (5)美國阿拉巴馬州奧伯恩・安納布魯克道718號
三、申請人	姓名（名稱）	德商・戴姆樂克萊斯勒軌道系統(科技)股份有限公司
	國籍	德　國
	住、居所（事務所）	德國史杜特加特・艾波里街225號
	代表人姓名	羅伯特 J. 狄希爾維斯特羅

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

（由本局填寫）

承辦人代碼：	A6 B6
大　　類：	
ＩＰＣ分類：	

本案已向：

美　國（地區）　申請專利，申請日期：1999,11,05　案號：60/163,845　，☑有　☐無主張優先權

有關微生物已寄存於：　　，寄存日期：　　，寄存號碼：

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 1 ）

發明背景

1.發明領域

本發明有關一種具有用於電動機驅動自動門系統之預測檢驗系統之輕軌車輛，檢驗系統監視自動門系統而能依據狀況進行保養。

2.相關技藝的描述

輕軌車輛的電動機驅動自動門係為一種隨時間經過而劣化之電機系統。現今，自動門系統需要勞力密集的預防性保養才能確保高的可靠度。這種"依據時間"的保養方式在不需要保養時仍對於系統及其組件進行保養，導致高的保養成本、保養資源的浪費、及大量的停機時間。

發明概論

本發明之目的係對於輕軌車輛自動門系統的預定預防性保養提供一種替代方式，此替代方式將降低保養成本並增加維修效率、且保持或增加自動門系統的可利用率。

因此，吾人已發展出一種用於輕軌車輛自動門系統之預測檢驗系統，可監視門系統並依據門系統的狀況判斷出何時需要保養。本發明的預測檢驗型態需要瞭解正常與故障的門系統狀況、決定目前狀況的門特徵偏差、計算朝向故障狀況趨近的速率、並在發生故障狀況之前進行保養。

當自動門系統作業時，天氣狀況、門軌跡或門軌道中的異物、摩擦與應力造成組件的正常磨損、人員將門保持開啟等情形均會造成譬如電動機、槓桿、滾子、及/或軌道等系統組件產生劣化。這種劣化將導致故障，譬如門不當

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 2 ）

開啟與關閉、磨平的滾子、彎曲的操作臂、及磨平的操作臂軌道，這些故障將增大對於門的摩擦阻抗而使得電動機更難運作，因此，摩擦對於門的影響係為自動門系統之一項重要的檢驗參數。

根據本發明的輕軌車輛的自動門系統之預測檢驗系統係可監視電動機驅動的門系統，並決定目前的健康狀態及劣化速率。在門系統的操作期間，檢查可顯示即將發生系統故障之參數的特徵偏差、利用參數的目前狀態與過去的參數值相比較而偵測出偏差、因此決定門系統的目前健康狀態及劣化速率。可由劣化速率及系統需作保養之已知點來決定可預測的故障時間，然後可提供需要保養的指示，因此避免檢驗健康設備作不必要的預防性檢驗。

因此，檢驗系統能夠充分提前預測出門系統的故障，所以可在預定保養期間進行所需的保養，使用預測檢驗的優點在於不會對於自動門系統進行多餘的維修，而僅在需要時才作維修，因此減少了劣化類型的故障、降低保養成本、增加保養效率、並增加系統的可利用率。

圖式簡單說明

第1圖為本發明之示意圖；

第2圖為第1圖的自動門系統之正視圖；及

第3圖顯示根據本發明的一般程序之流程圖。

較佳實施例的描述

可由下列描述參照圖式完全瞭解本發明，全文中的類似編號係代表類似的元件。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 3 ）

第1圖顯示一種根據本發明具有用於電動機驅動自動門100之預測檢驗系統之輕軌車輛。本發明包括一個輕軌車輛110、一個自動門系統112、至少一個資料擷取板114、一個資料收集程式116、一個指數平滑化運算法118、及一個神經網路120(資料收集程式116、指數平滑化運算法118、神經網路120均為電腦程式)。

神經網路係為能夠從一組狀況得到結論之電腦模式(請見佛司特,L.神經網路的基本概論，普倫提司霍爾(1994)出版；海耶克,S.神經網路-全面性基本概論，普倫提司霍爾(1994)出版)。利用從進行檢視的系統收集到之觀察值來訓練神經網路，神經網路在訓練之後將會認識與所訓練類似的型式並藉以將新型式分類，本發明的神經網路係作為一種狀態評鑑工具。因此在用於輕軌車輛自動門系統100的預測檢驗系統之前，神經網路必須藉由比較所觀察系統、正常作業中的系統(亦即依規範而運作)、及即將故障的系統之模式，來學習各種系統狀況。

譬如，可藉由裝設一個測試門系統以模擬操作中的門系統，來收集用於訓練神經網路之資料。可在系統於正常狀況運作時(亦即依規範而運作)收集資料，可將摩擦施加至系統以模擬系統運轉時正產生劣化之門系統，可施加不同的摩擦量以模擬不同階段或類型的劣化，可安裝已故障的元件來模擬以故障狀況運轉之系統，隨後可將系統在各種作業狀態收集到的資料饋送至神經網路作為訓練之用。

第2圖顯示一種輕軌車輛自動門系統112，通常，輕軌

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 4 ）

車輛110具有四對的門212，各門212均由一個專用門系統112所控制。各個門系統112通常具有一個電動機210、一個門212、一個操作臂214、一個上軌道216、一個下軌道218、位於一凸輪224周圍之複數個開關226，該凸輪224係耦合至電動機210的一個軸225。各門212亦具有一個操作臂軌道220及滾子222，利用開關226監視門212之位置，此位置係為當電動機210開關及/或關閉門212時回應於凸輪224轉動之凸輪224與各開關相接合之一個葉部的函數。或者，門系統112可為用於輕軌車輛之任何習知的門系統，譬如，門系統112可用加碼器(未圖示)而非凸輪224及開關226來決定門212的位置。另一範例中，門系統112可為一種交感性驅動系統，其中具有一個螺旋驅動器(未圖示)以驅動一對門中的兩個門212、或具有一對的螺旋驅動器(未圖示)以驅動兩個門212。

用於上述類型的典型構造中，各個自動門系統112自一個控制系統接收指示門212開啟或關閉之訊號，電動機210轉動凸輪224及操作臂214，操作臂軌道220引導操作臂214的移動，操作臂214的移動將門212推動或拉動到一個關啟或關閉位置。門212頂部具有承載在引導用的上軌道216上之滾子222，門212的底部係由下軌道218所引導。當門通過其週期時，凸輪224的一個葉部選擇性啟動各開關226並將系統112的電路中之電阻器加以連接或斷路，以改變移動的門212之速度以及門的其他控制功能。開關226的啟動亦指示出門212行進時的位置，並且可使用任何習知的門系統、

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 5 ）

或可指示出經過開啟及關閉週期之門212位置的系統。

參照第1及2圖，輕軌車輛預測檢驗系統100係監視電動機驅動門系統112，並決定目前的健康狀態及劣化速率。當門系統開啟與關閉時，電動機210轉動凸輪224及操作臂214，開關226依據凸輪224位置而將訊號送到資料擷取板114，這些訊號指示出門212在週期中的位置，電動機210的電流及電壓亦送到資料擷取板114，資料擷取板114較佳每秒收集100個樣本，但亦可使用其他的抽樣速率。

以資料收集程式116來處理資料擷取板114收集的資料，資料收集程式116可與資料擷取板114整合在一起或可在譬如膝上型電腦上執行。資料擷取板114可經由RS485序列網路(亦可用其他網路)將資料送到電腦中的資料收集程式116，此電腦可容納資料擷取板114及資料收集程式116，資料收集程式116可以C++語言寫成，可設計資料收集程式116使之在關閉電壓及開啟電壓不等於零時收集資料(亦即僅在門系統112操作時才收集資料)。可用對於檢驗系統100適合的任何格式來儲存資料，一項範例中，資料的儲存方式可為：前八個資料位元為數位I/O，其餘位元則為開啟作業期間之電動機210的電樞上的電壓、關閉作業期間之電動機210的電樞上的電壓、目前測量值、及框數(亦即記錄數)。

資料收集程式116對於門系統週期計算出能量及時間消耗，對於指數平滑化運算法118提供目前與歷史的消耗值以處理成為一組輸入而送到神經網路120。較佳，指數平滑化運算法118及神經網路120係位於相同電腦中作為資料收

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 6 ）

集程式116。或者，資料收集程式116、指數平滑化運算法118及神經網路120可使用不只一部電腦。使用不只一部電腦時，電腦能夠互相溝通。

神經網路120係決定劣化速率，可由劣化速率及門系統112需作保養的已知點，來決定預測故障時間。依據劣化速率排定保養，預測檢驗的特殊優點為能夠在故障實際發生之前即先行預測。

本發明的神經網路可為任何一種習知的神經網路典範，本發明的較佳實施例使用一種下列的神經網路：後傳播網路、級聯相關網路、或徑向基礎函數網路。這三種神經網路係為作為通用函數估算器之監督網路。

第3圖顯示用於輕軌車輛電動機驅動自動門100之預測檢驗系統的一般程序，在步驟310中使用資料擷取板114從自動門系統112收集資料，所收集的資料包含通過門行程的離散位置之開關訊號、電動機電流、電動機電壓。資料擷取板114將資料送到資料收集程式116，藉由將總電流減去通過開或關的電阻器電路的電流，以門電動機所用的電流來決定通過電動機的電流。在能量源與門的電力計算中使用電樞電壓資料，對於正時資訊與門的狀態則使用得自資料開關的資料。

步驟312中，資料收集程式116對於系統計算出目前的能量及時間消耗，對於本發明的輕軌車輛自動門系統112則以下式計算能量：

$$\text{能量} = I \mid C_1 V_c - C_2 V_D \mid C_3 T$$

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 7 ）

$$I = \frac{C_3 V_{sg}}{C_4 C_5}$$

其中I代表電流，V_c及V_D分別代表關閉電壓及開啟電壓，V_{sg}代表地極之電壓分路，T代表兩樣本之間的時間，C_1、C_2、C_3、C_4、C_5為對於較佳實施例的已知電路所選擇之轉換因數，其中使用五個開關來測量門的位置。在步驟314及316中，資料收集程式116分別將目前與歷史的能量及時間消耗值送到統計平滑化運算法118。

步驟318中，指數平滑化運算法118依據目前與歷史的能量及時間消耗資料產生一組能量及時間消耗值。指數平滑化運算法118降低了資料中的雜訊並偵測劣化趨勢，指數平滑化運算法118如下係為一種為了本發明特製的熟知運算法：

O-S-A(前一步驟)預測　$Ft = S_{t-1}+G_{t-1}$

平均S_t　$= \alpha D_t+(1-\alpha)(S_{t-1}+G_{t-1})= \alpha D_t+(1-\alpha)F_t$

趨勢G_t　$= \beta (S_t-S_{t-1})+(1-\beta)G_{t-1}$

其中D_t代表原始資料，α及β代表依據系統而選擇的平滑化常數。為了比較各種平滑化常數的效果，可對於各組α及β計算一個絕對預測誤差平均數(MAFE)，且可對系統選擇具有最小MAFE之α及β組。

將此組能量及時間消耗值以輸入送交予神經網路120，在步驟320中，神經網路120依據該組能量及時間消耗值(狀況)產生某程度系統劣化(結論)。可就劣化預測信心、預估嚴重性、預估故障時間、劣化原因等方面以可能性高

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 8 ）

低順序來記錄劣化。可從劣化程度及已知需作保養的點(臨界值)來決定預測故障時間，保養人員可依據經驗或製造廠商的規範來初步決定臨界值，可依需要調整臨界值。在步驟322、324、326中，若劣化程度超過臨界值，譬如大於0.5，則建議進行保養；否則，重覆程序300本身，首先以步驟310的收集資料開始。步驟324中，可能建議馬上或在未來某特定時間點(譬如特定數量的開啟與關閉週期之後)注意保養系統112或其組件。

熟悉本技藝者瞭解上文雖然詳細描述本發明的較佳實施例，但可作另外的修改、添加、變化而不背離本發明之精神與範圍。

元件標號對照

100...電動機驅動自動門
110...輕軌車輛
112...自動門系統
114...資料擷取板
116...資料收集程式
118...指數平滑化運算法
120...神經網路
210...電動機
212...門
214...操作臂
216...上軌道
218...下軌道
220...操作臂軌道
222...滾子
224...凸輪
225...軸
226...開關

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

A5
B5

四、中文發明摘要（發明之名稱：具有用於電動機驅動自動門之預測檢驗系統之輕軌車輛）

本案揭露一種夠依據狀況進行保養具有用於電動機驅動自動門(100)之預測檢驗系統之輕軌車輛。此輕軌車輛(110)具有一自動門系統(112)、至少一資料擷取板(114)、一資料收集程式(116)、一指數平滑化運算法(118)、及一神經網路(120)。藉由收集各種門系統(112)參數、由這些參數計算目前的能量及時間消耗、並根據門系統(112)的能量及時間消耗與歷史能量及時間消耗作比較來決定劣化速率，而判斷出需要保養，可依需要從劣化速率定出保養的時程。

英文發明摘要（發明之名稱：LIGHT RAIL VEHICLE HAVING PREDICTIVE DIAGNOSTIC SYSTEM FOR MOTOR DRIVEN AUTOMATED DOORS）

Disclosed is a light rail vehicle having a predictive diagnostic system for a motor driven automated door (100) to enable condition-based maintenance. The light rail vehicle (110) has an automated door system (112), at least one data acquisition board (114), a data collection program (116), an exponential smoothing algorithm (118), and a neural network (120). The need for maintenance is identified through the collection of various door system (112) parameters, calculating current energy and time consumption from these parameters, and determining the rate of degradation based on current energy and time consumption of the door system (112) as compared with historical energy and time consumption. From the rate of degradation, maintenance can be scheduled as needed.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

A8
B8
C8
D8

双面影印

六、申請專利範圍

第089123301號專利申請案申請專利範圍修正本

修正日期：91年08月

1. 一種用於判斷何時需要保養一輕軌車輛之電動機驅動自動門系統之方法，其包含以下步驟:

a)自該門系統收集資料；

b)依據資料對於該門系統計算目前的能量及時間消耗值；

c)依據目前的能量及時間消耗值及歷史的能量及時間消耗值，產生一組能量及時間消耗值；

d)依據該組能量及時間消耗值，該系統產生某程度的劣化；

e)依據該劣化程度及該系統需作保養的一已知點，產生該系統的估計故障時間；及

f)依據該估計的故障時間，判斷保養的需求。

2. 如申請專利範圍第1項之用於判斷何時需要保養一輕軌車輛之電動機驅動自動門系統之方法，其中在步驟a)所收集的資料包括: 電動機電流、電動機電壓、及在該門系統已知時間之門位置。

3. 如申請專利範圍第1項之用於判斷何時需要保養一輕軌車輛之電動機驅動自動門系統之方法，其中經由自固定式位於一個凸輪周圍的開關來決定門位置，該凸輪係耦合至該門系統之一個電動機的一軸。

4. 如申請專利範圍第1項之用於判斷何時需要一輕軌車輛之電動機驅動自動門系統之方法，其中:

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

修正補充 91.8.-6

六、申請專利範圍

電性連接至該門系統之至少一個資料擷取板係在步驟a)中收集資料；

電性連接至該資料擷取板之一部電腦係自該資料擷取板接收資料，且該電腦包括在步驟b)中用於計算目前的能量及時間消耗值之一個資料收集程式；一個指數平滑化運算法係在步驟c)中產生該組能量及時間消耗值；及

一個神經網路係計算劣化速率及估計的故障時間並判斷保養需求。

5. 如申請專利範圍第4項之用於判斷何時需要保養一輕軌車輛之電動機驅動自動門系統之方法，其中該電腦亦包括該資料擷取板。

6. 如申請專利範圍第3項之用於判斷何時需要保養一輕軌車輛之電動機驅動自動門系統之方法，其中該神經網路為一種後傳播神經網路、一種級聯式相關神經網路、或一種徑向基礎函數神經網路。

7. 一種用於判斷何時需要保養一輕軌車輛之電動機驅動自動門系統之裝置，其包含:

用於指示一個門經過開啟與關閉週期的位置之裝置；

至少一個資料擷取板，其電性連接至該電動機及用於指示該門的位置之裝置；

至少一部電腦，其包括一個資料收集程式、一個指數平滑化運算法、及一個神經網路，

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

8.-8

六、申請專利範圍

其中當該門系統經過開啟與關閉週期時該資料擷取板係自該電動機及該用於指示的門位置之裝置收集資料，該資料收集程式及該指數平滑化運算法依據資料而計算一組輸入值，且該神經網路依據該組輸入值決定一劣化速率及該門系統之一估計故障時間，並判斷何時需要保養該門系統。

8. 如申請專利範圍第7項之用於判斷何時需要保養一輕軌車輛之電動機驅動自動門系統之裝置，其中該用於指示該門位置之裝置係為固定式位於一個凸輪周圍之複數個開關，該凸輪係耦合至該門系統之一個電動機的一軸。

9. 如申請專利範圍第7項之用於判斷何時需要保養一輕軌車輛之電動機驅動自動門系統之裝置，其中所收集的資料包括：在該門系統已知時間之電動機電流、電動機電壓及開關訊號。

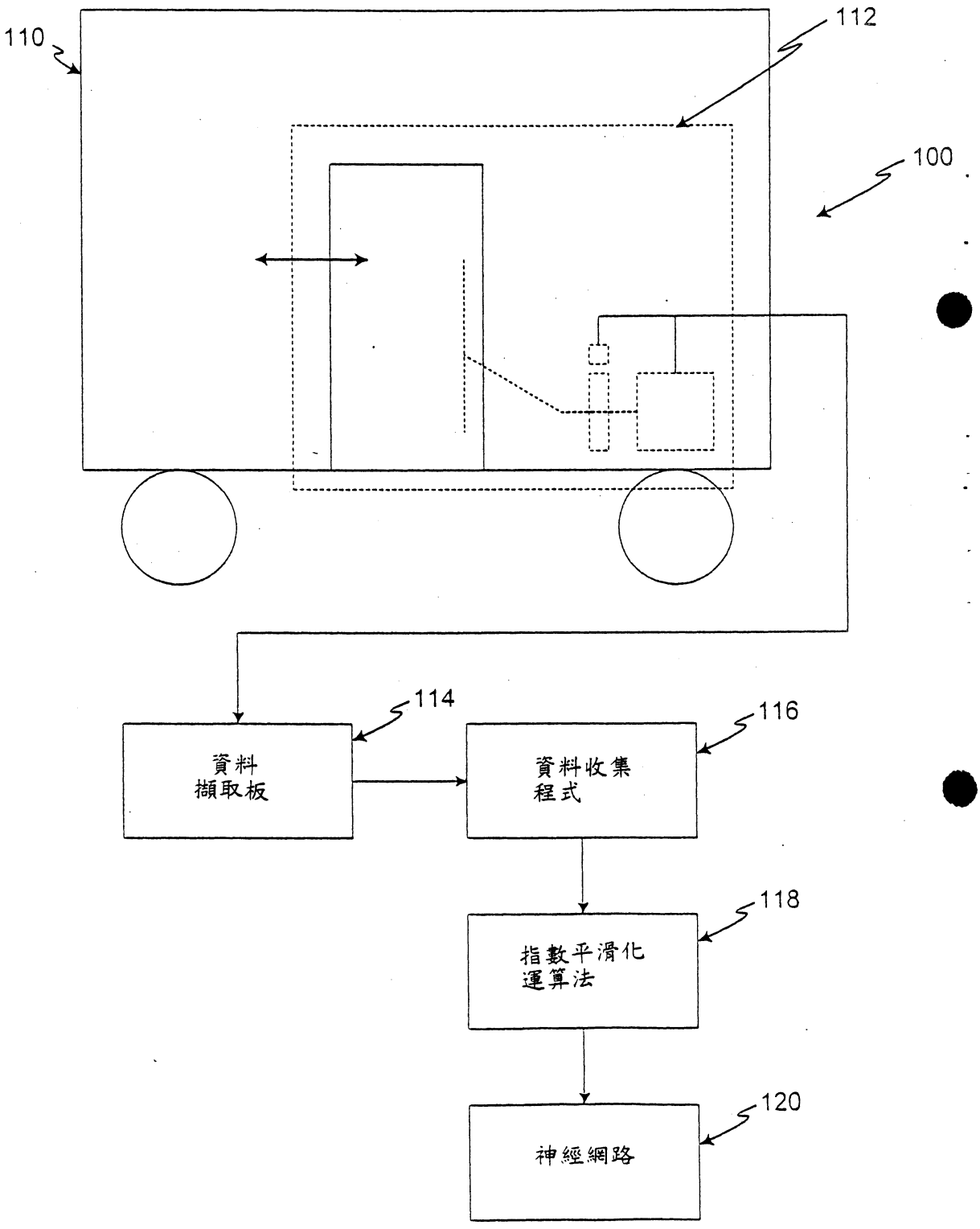
10. 如申請專利範圍第7項之用於判斷何時需要保養一輕軌車輛之電動機驅動自動門系統之裝置，其中該至少一部電腦係電性連接至該資料擷取板並包括該資料收集程式。

11. 如申請專利範圍第7項之用於判斷何時需要保養一輕軌車輛之電動機驅動自動門系統之裝置，其中該神經網路為一種後傳播神經網路、一種級聯式相關神經網路、或一種徑向基礎函數神經網路。

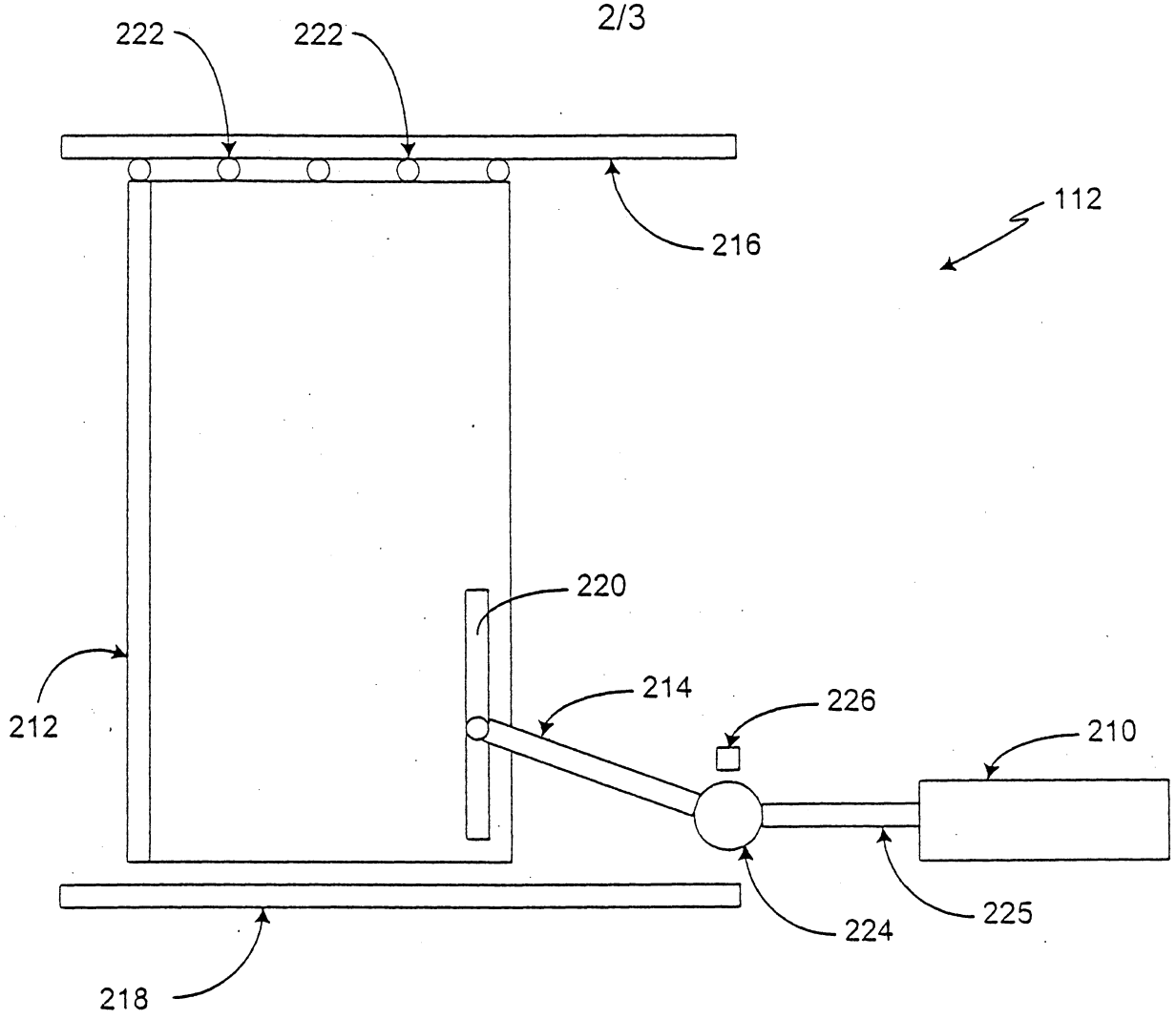
（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

修正補充 91.8.-6

双面影印

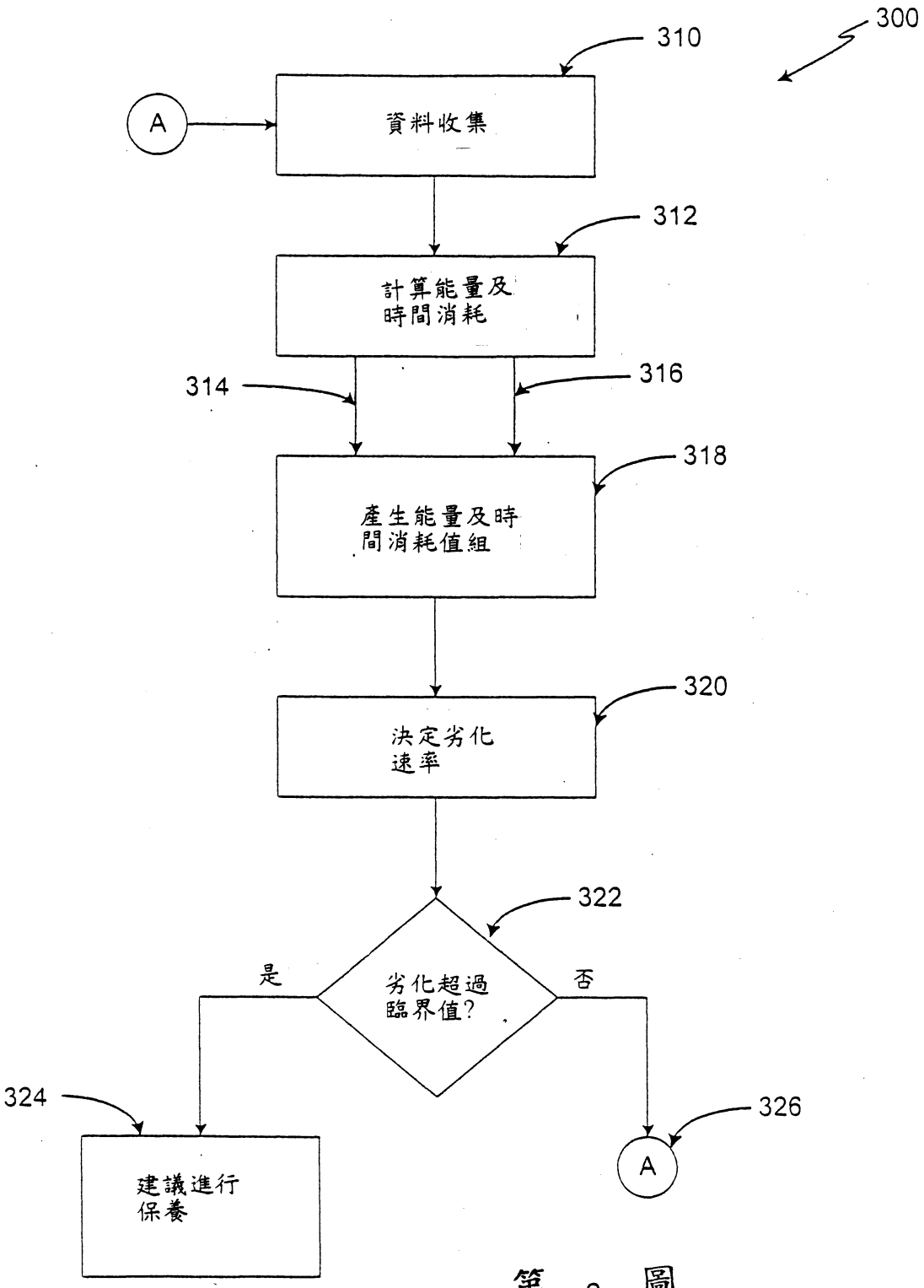


第 1 圖



第 2 圖

修正 91.8.-6
補充



第 3 圖