

公告本

申請日期	88.5.29
案 號	SP110470
類 別	1011 71/10

A4
C4

452837

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	半導體製造技術
	英 文	SEMICONDUCTOR PROCESSING TECHNIQUES
二、發明 創作人	姓 名	詹姆努勒曼
	國 籍	哥倫比亞
	住、居所	美國加州保羅阿圖蘇珊娜大道 4272 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·應用材料股份有限公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號
	代 表 人 姓 名	瓊西 J. 史維尼

裝

訂

裝

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ☒有 ☐無主張優先權

本案已向美國申請專利；申請日：1999年6月1日 案號：09/323,586號

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

五、發明說明()

發明領域：

本發明係關於半導體晶圓之製造技術。

發明背景：

半導體元件(如積體電路等)一般都是以電晶體、二極體及電阻等電子電路元件積集成於一單一半導體材料體上而得，這些不同的電路元件經由導電連接體的連接而形成一完整的電路，於是電路上就具有數以百萬計的各電路元件。積體電路一般是對半導體晶圓加以一序列的製造步驟(製程)而形成，這種製程通常稱為晶圓製造，其包含有氧化、蝕刻罩幕備製、蝕刻、材料沉積、平坦化及清洗等等過程。

第1圖所示者為一種鋁開極 PMOS(P 通道金氧半電晶體)晶圓製程 40 的簡示說明，簡示中包含製程步驟 41 至步驟 73 的主要步驟，就如 W.R. Runyan 等人所著之 Semiconductor Intergrated Circuit Processing Technology 所描述者。舉例來說，上述之金屬化步驟係利用在晶圓製造室中進行濺鍍沉積而形成一層鋁膜，這步驟在美國專利案 5,108,570 中有其揭露內容說明，其中該濺鍍沉積的簡示說明如第2圖中製程步驟 80 之子步驟 81 至子步驟 97 所示者。

第1圖及第2圖中所示為晶圓的序列處理步驟，而一般還有利用晶圓製造子系統來進行平行處理步驟者，這種子系統一般包含一或多組成套設備，其中此處所謂的一組

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明()

成套設備包含製程室及晶圓處理設備所構成的系統，晶圓就在此成套設備製程室中處理，而不需另再送至該控制中之成套設備環境以外處理，如送至真空中處理等。一成套設備的案例可參見美國專利案 5,236,868 所揭示者，該案中運用了一種具一中央製程室及四個製程室的真空設備，其中在中央製程室中的一晶圓處理機械人能處理每一製程室之內部動作，以將晶圓從中央製程室送至其它製程室的每一者中，而此時晶圓仍不脫離真空之環境。舉一例而言，該案中成套設備內的晶圓在製程中首先被送進一清洗室中，續而送至一 PVD(物理氣相沉積)室中，接著再被送至一回火室中，而後再送至一抽氣室內，這樣的過程就稱為序列製造過程。但該案中的成套設備也可利用平行處理的方式進行晶圓的製造，例如在一慢速製程步驟後接以一快速製程步驟時，其中的三個製程室就可以平行處理方式來進行該慢速處理製程，而以另一製程室則用以進行該快速的製程步驟。

熟知該項技術都知道在一典型的晶圓製造過程中，某些製程參數必須要控制在足夠小的範圍內，以使其製成之產品符合所需的特性。例如，美國專利案 5,754,297 揭露了一種監視晶圓製造中之金屬膜層沉積(如濺鍍沉積)速率的方法及設備，該案中說明了在輸入濺鍍功率為一定位準時，金屬沉積速率會隨濺鍍靶材使用總時間的增加而降低，所以一些金屬沉積速率等的敏感製程特性在某一晶圓製造處理室中對每批製造出來之晶圓都會有些許不同，這

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明()

會影響到該製程室中所形成元件的良率及品質。在該案中，當製造參數(如輸入濺鍍源的功率)隨所觀察到的金屬沉積製程特性變動而調整時，其沉積系統相當容易維持在靠近所需要量的附近，其方法是對製程參數進行同步測量，如利用通過沉積環境之光的光衰減而進行沉積速率的監視，那麼從沉積源至沉積基材的材料轉移率就可被偵測，這在該案中有相當完整的說明。

半導體材料、製造及測試技術的突破性發展使得積體電路零件的整體尺寸得以縮小，而存在其中的零件數目於是就可大量增加，但這需要對每一製程步驟及製程步驟之組合中的產品及製程進行高度控制方能達成之，所以被處理之材料的雜質及微粒污染也就需要加以控制，如製程氣流等。此外，製程參數也是需要加以控制的，如溫度、壓力、氣流率、處理時間長度及輸入濺鍍功率等，這在前文提及之'570及'297專利案中都有其說明。在第1圖及第2圖中，一晶圓的製造包含了一種複雜的序列製造步驟，其中每一特定之製造步驟一般都與其前所銜接之步驟密切相關。例如，若相鄰之積體電路層內連接用之蝕刻罩幕在覆蓋及對位有誤差，那麼所形成的內連接就與其在設計中設計的位置有所不同，這可能會使得內連接太過緊密相鄰而形成內連接間的短路不良。此外，這兩種製程問題會有累加的效果，例如當內連接蝕刻罩幕的對位不足以造成電性短路時，這時內連接仍可能因製程稍微偏離規格值而有一些粒子污染存在而形成短路，但這些粒子的大小在內連

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明()

接單幕良好對位的狀態下是不會發生電性短路的。

上述之製程及/或材料不良等一般都會降低晶圓製造的良率，其中良率是指在一特定無塵室中製造出之可接受晶圓的百分比。當某一製程中有產品、製程問題或不良時，其製程是否需要加以調解(如進行製程調整或放棄該製程之進行)可由製程中進行測試及對製程參數加以監視決定之，所以產品及製程控制技術會大量使用在整個晶圓製造中。良率問題可對某一特定產品、製程問題或不良加以追溯而得知，當問題產生之原因一經查出，那麼晶圓製造的良率就得以提升，其中良率的提升是降低每一晶片製造成本及使能源(如電源、化學材料及水等)的使用達至最大效益所必須的，而這時晶圓的刮損或棄置量也是最低的。

統計製程控制(SPC)及統計品質控制(SQC)方法可得知晶圓製造之適當的控制限度、並將製程維持在該限度之內，這種方法可見諸 R. Zorich 著之 Handbook Of Quality Integrated Circuit Manufacturing, Academic Press Inc., pp. 464-498, 1991 的說明內容。熟知該項技術者都知道控制圖是一或多個選定之製程或產品變數的相關圖式，這些變數可如製程室壓力等，而這些變數皆係在時間上進行取樣而得。某一特定變數的目標值及其上下控制限度係利用習知的統計取樣及計算方法而標在該圖上，當所觀察到的變數值或統計值(如數個觀察到的平均值)落在前述之經決定的限度之外時，該製程就被視為不可控制。控制限度一般都

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

設定在平均目標值之標準差的倍數上，如 2σ 或 3σ ，其中該目標值係得自於測試用晶圓製造或生產用晶圓製造時所得的值，這些值能符合某晶圓製造所需之良率、製程控制及產品品質。此外，SPC 及 SQC 在前文中係等義的，這可參見上述 R. Zorich 所著之 464 頁的說明。

晶圓庫存之有效管理對將未經處理或經部份處理之晶圓量維持在最小量來說是很重要的，因為其能將所生產之半導體元件的單位成本控制至最小。此外，將製造中晶圓的量減至最小同時還能增加晶圓之製程良率，因為一般都知道晶圓在製程中經過的時間愈久其良率就會變得愈低。晶圓庫存管理一般都會利用預定計劃方式以使設備對於被處理之晶圓來說效能可達至最大，例如其可對平行及序列處理製程步驟加以計劃，以避免在製程中碰到瓶頸。此外，有效率之晶圓製造的庫存控制同時需要使瓶頸的發生及干擾次數降低，因為這些未出現在計劃中的事件若發生將會使停機的次數增加，其中所述之瓶頸及干擾可如不在排定計劃中之維修、製程參數跑出其特定限度之外所造成的干擾、所需材料的缺乏(如製程氣體等)、維修中所需置換零件的缺乏、製程工具之低效能(如製程室等)或電源干擾等等。

晶圓製造中的許多零件及子系統都是自動的，以能使製程可靠度及可量產性達至一相當之程度，並使良率達至最大，其中晶圓製造工具(如製程室等)一般都可為電腦所控制，其控制方式是電腦對製程的操作下一序列的指令，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明()

而該製程會由製程工具完成之。然而，當各種不同的製程及度量併用時要對其加以高度自動化卻是很困難的，這是因為晶圓製造步驟中的許多步驟都彼此相干並有其複雜度存在的緣故，吾人可逕行參見 Peter van Zandt 所著之 Microchip Fabrication 3rd ed., McGraw-Hill, pp. 472-478, 1997 中的說明。

晶圓製造設備需要加以有效的定期維修計劃，以維持晶圓製造設備中所有零件的可靠度，這時零件就需要有其庫存量，積體電路的製造成本也就因此增加。

晶圓設備的電路破壞率一般都遠較平均電源使用率為高，因為其需要吸收晶圓設備在製程中所產生的瞬間大功率，因此其需用以吸收瞬間大功率的設備也較昂貴。

因此，較佳之製程控制、品質、良率及降低成本的方法及技術是有必要加以提出的。

發明目的及概述：

本發明提供了一種新穎的半導體製造技術，特別是指晶圓製造用之技術而言，其能在製程控制、品質、良率及成本降低上加以改善。

在本發明之一實施例中，統計製程控制(SPC)技術被用在一晶圓製造過程中，其中製造過程之控制限度係利用符合製程及良率需求的製程參數決定之。接著，SPC被用以判斷接下來的生產過程是否在控制限度內進行，並對用以決定控制限度之參數進行測試。此外，SPC技術可進行

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

裝

五、發明說明()

自動製程調解，如可在製程落於控制限度之外時更正製程或放棄製程之進行。

在本發明之另一實施例中，所提供之一製造環境係用以對一晶圓製造室之晶圓進行製造，其中一 SPC 環境與製造環境併而為用，以建立製程控制限度，並從製造環境之生產過程中取得製程及/或產品度量資訊，其所利用的參數係與建立該控制限度之參數者同。一計算環境被用以處理 SPC 環境內的資料及資訊，而 SPC 資料則在一分析環境中加以分析，該分析係以比較控制限度與製程資料之方式為之。一 MES(製造執行系統)環境取得該分析結果，並能判斷製造環境的執行究竟係落於控制限度之外或之內。若判斷之結果顯示製造環境之製程落於控制限度之外，那麼 MES 環境會自動將該製造環境調整至正確的製程動作中。

其它之實施例能提供晶圓製造子系統以製造技術，並能利用 SPC 技術進行一或多片晶圓之製造，其中該 SPC 技術被用在製造過程中。

本發明之另一實施例提供一製造環境，以利在一晶圓製造室中對晶圓進行製造。在該實施例中，一新穎之電源管理系統被用在晶圓製造的製造環境中，以對電源進行計劃及調節，並因此避免高電源峰值的出現。這種電源管理系統包含一電源監視環境，用以從一製造環境(如一製程室)中接收資訊；一計算環境，用以處理資料及資訊；及一分析環境，用以支援計算環境中所得結果之分析。該電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

後

五、發明說明()

源管理系統會收集與電源使用及工具預定計劃相關之處理工具資訊，並對此一資訊進行新穎之演算，以排定製程工具之使用計劃，以使電源瞬間峰值出現在晶圓處理時相當低電源使用之時，如此電源的峰值就不會出現在晶圓製造中，因此晶圓製造設備的電路破壞率就得以降低，晶圓製造的成本也就因此下降。

在本發明的另一實施例中，一晶圓製造中具有新穎之備用零件庫存及計劃排定系統，該系統會運用一演算法而自動對備用零件進行採購，且該備用零件進貨之日僅稍早於該零件需用之時。

在本發明的另一實施例中，晶圓製造具有一新穎之晶圓製造效率系統，其利用一演算法來對晶圓製造能源進行更有效率的排定計劃，如此能使晶圓流變得更有效率，晶片之輸出及晶圓製造的使用並能達至最大。

圖式簡單說明：

第 1 圖所示為一習用晶圓製程之流程簡示圖。

第 2 圖為一習用晶圓製造中之濺鍍金屬化處理的流程簡示圖。

第 3 圖中的方塊圖示意說明本發明之利用統計製程控制 (SPC) 技術的一晶圓製造。

第 4 圖的方塊圖示意說明本發明中利用 SPC 技術之晶圓製造的另一實施例。

第 5 圖之方塊圖示意說明第 4 圖中利用 SPC 技術之晶圓

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

製造的一晶圓製造環境。

第 6 圖之方塊圖示意說明第 4 圖中利用 SPC 技術之晶圓製造的一計算環境。

第 7 圖之方塊圖示意說明第 4 圖中利用 SPC 技術之晶圓製造的一決策訂定環境。

第 8 圖之方塊圖示意說明本發明中利用 SPC 技術之晶圓製造的一不同實施例。

第 9 圖之方塊圖示意說明本發明中利用 SPC 技術之晶圓製造的另一實施例。

第 10 圖之方塊圖示意說明本發明中一應用一電源管理計劃系統的晶圓製造。

第 11 圖之方塊圖示意說明第 10 圖中晶圓製造的一製程室。

第 12 圖之方塊圖示意說明第 10 圖中晶圓製造之一計算環境。

第 13 圖為第 12 圖之計算環境的一演算法。

第 14 圖之方塊圖示意說明應用一電源管理計劃系統之多組晶圓製造。

第 15 圖之方塊圖示意說明本發明中使用一備用零件庫存及計劃系統的一晶圓製造。

第 16 圖之方塊圖示意說明第 15 圖之晶圓製造的一製程室。

第 17 圖之方塊圖示意說明第 15 圖之晶圓製造的一計算環境。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

夾

五、發明說明()

第 18 圖為第 17 圖之計算環境之一演算法。

第 19 圖之方塊圖示意說明本發明中一應用一晶圓製造效率系統之晶圓製造。

第 20 圖之方塊圖示意說明第 19 圖之晶圓製造中一製程室。

第 21 圖之方塊圖示意說明第 19 圖之晶圓製造的一計算環境。

第 22 圖為第 21 圖之計算環境之一演算法。

發明詳細說明：

本發明及其實施例在說明上將以某些特定專有名詞穿插其中，以能更清楚描述本發明，而這些專有名詞可用於本文說明之實施例及其它等效實施例中。

第 3 圖所示為本發明之一 SPCIF(統計製程控制整合製造)100 的實施例簡示圖。在此，一 SPCIF 包含一晶圓製造、一晶圓製造子系統或兩或多片晶圓製造的組合，其中統計製程控制(SPC)與一或多種晶圓製造控制技術併用，並還可選擇性與其它晶圓製造系統、子系統或零件併用。第 3 圖所示之 SPCIF100 包含一製造環境 110、一 SPC 環境 112、一計算環境 114、一分析環境 116、一製造執行系統(MES)環境 118 及一報導環境 120。上述所言之"環境"包含了各技術、方法及/或元件，其能提供資料、資料結構或資訊取得的來源。此處所提及之環境包含一電腦環境，而該"電腦環境"包含電腦軟體及/或硬體，其能提供資料、

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明()

資料結構或資訊之取得的來源，其並能與所獲得之資料、資料結構或資訊互相作用。

第 3 圖所示之製造系統 110 包含製造設備、技術及方法，用以製造晶圓元件或元件之零件等，如 IC 結構等。此處所言之“IC 結構”包含完整形成之積體電路及部份形成之積體電路。該製造環境包含控制器及輸入，以能符合 IC 結構之所需，其中適當之控制器包含處理器(如微處理器(如板上型電腦)、電腦操作軟體及機械/電控制器(如使用如一可變電阻(如一電位計)之切換器及電路)。這些種器對各不同製程及操作功能進行操作及控制，如氣流率及製造環境 110 內之晶圓處理等，其中如 110 之製造環境的適當例子包含有一晶圓製造工具，如一製程室或一或多個晶圓製造設備。

在第 3 圖中，SPC 環境 112 應用 SPC 技術於其中，該技術為熟知該項技術所共知，其可用以決定符合一特定 IC 結構製造時之設計及良率標準的製程控制限度，其中該控制限度是利用一或多個製程及/或製程中產品參數以統計之方法導出的，其中這些參數對應之製程能符合該 IC 結構製造之設計及良率條件。一旦控制限度建立出來後，SPC 環境就從這些 IC 結構的產品製造進行時得到其製程及/或產品的度量資訊，其所利用之參數係與用以建立控制限度之參數者同。計算環境 114(可包含一資料處理器等)能執行運算，以支援 SPC 環境 112 所需之資料處理。分析環境 116(示於第 6 圖中)能對 SPC 環境 112 所提供之 SPC 資料

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

加以分析，其分析方法係對度量資料及控制限度加以比較。此外，分析環境 116 可與 SPC 環境 112 或計算環境 114 整合一塊。

製造執行系統(MES)環境 118(示於第 3 圖中)能提供 SPCIF100 活動相關之生產以資訊、控制、決策執行及協調功能，其並能接收分析環境 116 決定之 SPC 分析結果，然後判斷製造環境 110 之製程究為在 SPC 控制限度之外或之內。MES 環境 118 內的決策執行功能接著會被喚醒以決定是否需要對製造環境 110 加以調解動作，如使製造環境 110 放棄進行中的製程、調整參數(如製程室壓力)、計劃在製程中再加上更多晶片或計劃維修工作，這種調解工作可經由第 3 圖 SPCIF100 之鏈結 122 及 124 為之。此外，SPCIF100 可選擇性加以一報導環境 120，其會從本發明之各環境中得到資料或其它資訊，如可利用第 3 圖中之鏈結 128, 130, 132, 134, 136 及 138 得到這些資料或資訊。此外，當 MES 環境 118 與製造環境 110 鏈結時，一報導就可同時利用鏈結 126 而提供至報導環境 120 中。

第 3 圖之 SPCIF100 所提供之 SPC 係為整合製造之 SPC，這種整合能對製程控制及/或產品品質即時監視，並能在某預選定製程和產品參數落於控制限度之外時對其進行即時製程調解，其還能對工具之存在與否、材料庫存及即時資訊進行更有效率的計劃排定，並有利於對便利系統(如製造過程電源需求)之計劃排定能力。

第 4 圖為本發明之 SPCIF 的另一實施例簡示圖，其中

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

該 SPCIF200 中的 SPC 為與一晶圓製造之一製程室中晶圓處理整合者。SPCIF200 包含一晶圓製造室製造環境 210、一 SPC 環境 220、一計算環境 230、一分析環境 240 一 MES 環境 250 及一報導環境 260，其中該 MES 環境 250 包含一決策訂定環境 252、一計劃環境 254 及一製程調解環境 256，並還可選擇性包含一 MIS(管理資訊系統)部份(未顯示)。

在第 4 圖及第 5 圖中，SPCIF200 的晶圓製造室製造環境 210 接收從 MES 環境 250 及 SPC 環境 220 送來之輸入，其能提供自動或閉迴路調解 458(第 5 圖)，並可選擇性提供非自動調解 460，以下將配合第 7 圖對其進行更詳細的說明。請再參閱第 5 圖，調解動作包含對製程室控制器(如控制器 310,312,314,316,318 及 320)加以設定及調節，並包含將資訊提供至輸入裝置 322 及 324 的步驟，製程室狀態控制器 310 就根據 MES 輸入來選擇製程室之狀態，即線上閒置 326、線上製程中 328 或離線 330 狀態。控制器 312 經過鏈結 332 或未鏈結 334 來將製程室狀態選擇予晶圓製造系統(未顯示)；控制器 314 負責便利系統之參數 336 的控制，如電源、水及廢棄物的移除；控制器 316 負責製程室製程參數 338 之控制，如製程氣流率及壓力；控制器 318 負責製程室度量參數 340 之控制，其中包含對製程中測試參數(如 '297 案中之濺鍍沉積率監視)及測試取樣頻率的控制；控制器 320 對晶圓處理參數 342(如晶圓處理機械人之操作參數)進行控制；MES 製程調解環境 256

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

覽

五、發明說明()

之輸入可利用製程室狀態控制器 310 來放棄生產的進行，這時製程室在離線狀態，所以製程室中的所有製程功能就被停止。

請參閱第 5 圖。MES 製程調解環境 256 可利用生產資訊輸入裝置 322 來提供生產資訊 344，這種資訊可包含生產編號、日期或生產目的(如測試、生產或修正)；晶圓確認輸入裝置 324 則可提供晶圓製造製程室製程環境 210 以晶圓及晶圓標記身份 346。

第 4 圖中，MES 計劃環境 254 可提供其它的 MES 輸入至晶圓製造製程室製造環境 210，這在第 5 圖中有更詳細的說明。該計劃環境 254 對製程室狀態控制器 310 來說是一個額外的輸入，也是控制器 312 的一額外輸入，以選擇性將製程室鏈結至一晶圓製造設備。第 5 圖所示之製程室製造環境 210 的計劃控制器 348 接收來自 MES 計劃環境 254 的輸入，以對晶圓庫存 350、消費性物品 352、維修組件 354、維修活動 356 及便利系統計劃 457(如排定製程室內製程進行所需之電源的計劃)進行控制。此外，MES 計劃環境 254 能對各不同功能或活動排定計劃，如維修活動計劃 356 為製程室狀態控制器 310 所指揮(如維修活動 356 所需之製程室離線狀態 330 之計劃排定或晶圓庫存計劃 350 及消費性物品計劃 352 之排定(如為線上製程狀態 328 所控制之製程氣流))。

製程室度量結果 358 可由製程室度量參數 340 加以測試程序而得，這些結果包含材料自一濺鍍沉積源移至一基

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

材的速率，這在'297專利中有所說明。

在第4圖中，SPCIF200利用一SPC環境220而建立製程室製造環境210進行製程的製程控制限度，並利用該環境220從製造環境210處取得製程中度量結果，其中從製程室製造環境210取得之SPC資料簡示於第5圖中。製程室狀態資訊利用線上閒置326、線上製程中328及離線狀態330而提供予SPC環境220，而生產資訊344、晶圓編號346與製程室度量參數資訊340及度量結果358可經由一鏈結355提供予SPC環境220，這可參見第4圖及第5圖的圖示說明。

適合於本發明之SPC方法包含控制圖法及Pareto圖法，其中Pareto圖是一種條狀表示圖，其顯示一特定不良原因之發生次數與所有不良原因發生之累積次數及其它不良原因之每一者發生次數比較後之排名，不過控制圖卻是特別適用於本發明的一種SPC方法。熟知此項技術者都了解控制限度是在有相當之統計資料數量之後方得以決定之，其中這些資料都與能符合可接受之良率的一重要參數有關，其中一在製程室製造環境210中進行之製程的適當參數可包含濺鍍製程之濺鍍電源功率、氣流率及/或壓力及製程室環境之粒子污染。在一定之時間內對這些參數進行量測的度量資料可提供控制限度決定所需要之輸入。此外，與同步產品測試相關之度量資料也有相似的使用方式，例如可使用美國專利案5,698,989所揭露之技術來同步測量一半導體基材之一導電膜的阻抗，而此時基材仍係

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

置於半導體處理設備的真空環境狀態中。利用這些在控制中進行之製程的資料(亦即符合操作規格及良率者)接著就可經過計算而利用統計方法來判定製程控制限度，其中所述之統計方法可為熟知該項技術者所熟知之任何一者。後續之生產接著就利用相同的製程度量資料或同步產品參數(即用於決定控制限度者)來進行分析。

簡示於第 4 圖及第 5 圖之 SPC 環境 220 包含控制限度，其並從製程室製造環境 210 獲取度量資訊，其中該 SPC 環境包含報導及/或顯示控制限度及製程的部份、或一生產過程之同步產品度量資料，其中該報導及/或顯示部份位於報導環境 260 內，如第 4 圖所示。此外，該該報導及/或顯示部份的功能包含將圖形及/或數字顯示於一監視器或列印裝置上。

請參閱第 4 圖及第 6 圖。計算環境 230 用以執行支援 SPC 環境之資料處理及報導所需的計算工作，其一般包含一處理器，如一微處理 410(第 6 圖)、資料結構或演算法 412、一資料庫 414、一記憶體 416、並可選擇性包含一網路部份 418 及一人工智慧(AI)420 部份等。

演算法及資料結構 412(第 6 圖)係以熟知該項技術者所習知的方法進行運算，以對處理器 410 及與該處理器 410 相關之週邊設備進行操作，其並可對用於 SPC 環境之度量及統計資料進行處理。資料庫 414 內包含有所需之參數、度量及統計資料；記憶體 416 可用以儲存製程中的度量資料等；選擇性用之網路部份 418 可提供 SPCIF200 及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

頁

五、發明說明()

外部實體單元(如一遠端資料庫或一遠端管理功能等)之間的鏈結，其中該鏈結可為一匯流排或一區域網路(LAN)等。人工智慧部份 420 可(舉例而言)用以處理存於資料庫 414 中的統計資料，以導出控制限度或選擇度量資料，並可根據在許多生產過程所得之經驗導出更有效的製程控制。

此處所指之計算環境 230 與本發明之 SPC 方法及程序併用，不過該計算環境 230 也可用於以晶圓製造環境 210 進行之製程的所有功能上。

如第 4 圖及第 6 圖之簡示，一分析環境 240 係用以分析 SPC 環境 220 中的 SPC 資料，其分析方式是對某一特定產品生產過程之度量資料與相關的控制限度進行比較。這種分析可以由一處理器利用習知的方法進行之，例如可以使用計算環境 230 進行之。此外，該分析動作亦可由對圖形進行觀察之方式為之，其中該圖形是指由度量資料、經統計處理之度量資料所畫出的圖形，其能顯示控制限度。此外，對度量資料及控制限度資料進行數值比較也可當作該分析動作的基礎。在圖示中，分析環境 240 雖然與本發明之其它環境分開，但亦可將分析環境 240 與計算環境 230(第 4 圖)或 SPC 環境 220 整合成一體。

分析環境 240 所得到的分析結果被送至 MES 環境 250 的決策訂定環境 252，這在第 7 圖中有其示意說明。當決策訂定環境 252 指出製程現係落於預定之控制限度內(如第 7 圖所示之製程狀態 450)，那麼就不會有 MES 調解 452

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明()

動作的發生；但當分析指出製程落於控制限度之外時，一警示訊號或失控指示器 456(狀態 454)在此時最好能致動，MES 決策並對該製程加以調解，其中這種調解可以是一自動/閉迴路調解 458 或一非自動 MES 調解 460。MES 決策訂定環境 252 可以(舉例而言)設計成在一特定之製程參數落於控制限度之外時得到一自動調解回應，這樣的自動調解可包含自動放棄生產過程；而一非自動調解可以是決策訂定環境 252 的一預設條件，或其可為一特定失控限度條件的結果。

在第 5 圖中，經由控制器 310,312,314,316,318 及 320 的指定關係，自動 MES 調解 458 及非自動 MES 調解 460 就可與製程室製造環境 210 互相作用，而前述之資訊輸入裝置 322 及 324 與製造環境之間也有連接，其中在決策訂定環境 252 及製造環境 210 之間的作用至少包含製程調解環境 256(如第 4 圖所示)。MES 計劃排定環境 254(示於第 4 圖及第 5 圖)利用來自 MES 決策訂定環境 252(如第 4 圖所示)及 MES 製程調解環境 256 的資料及資訊來與製程室製造環境 210 作用，其方式為指定控制器 310,312 及 348 對前述與製程室製造環境 210 中一塊討論之功能進行控制。一般說來，晶圓製造室製造環境 210 會利用一板上電腦或分散式電腦功能來對各不同製程及操作功能進行控制及操作。此外，MES 環境 250 在需要對製程室製造環境 210 操作時必須要有特殊的協定。

報導環境 260 可以從本發明之各不同環境中獲取資料

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

氣

五、發明說明()

及其它資訊，這在第4圖中有其示意說明。例如，當MES決策訂定環境252由鏈結470及472連結至製程室製造環境210時，一報導就會經由鏈結470,474及476同時產生在報導環境260中。此外，與決策訂定環境252(與該環境及製程室製造環境之間的任何特定作用不相關)相關的報導也可利用如第4圖中的鏈結478及480而產生。報導環境260所產生的報導形式包含有印出文件、電腦監視器之螢幕顯示及聲音等，而這些報導可以是即時產生的。此外，這種環境產生的報導也可提供至網路，如第6圖中所示之網路者。

前述之SPCIF200描述專注在SPC相關之方法及技術上的說明，因為其與晶圓製造室中的晶圓製程相關。然而，非SPC輸入270(第4圖)也可提供予MES環境，這些輸入包含與安全相關之輸入或命令，以推翻製程室中測試製程用之SPC。

第8圖所示為SPCIF500，其具有複數個晶圓製造工具(如n個)。在本發明中其它實施例中的n個製程室可包含一晶圓子系統(如成套設備中之製程室或一晶圓製造內之所有製程工具等)以使SPCIF500可以表示一完整晶圓SPCIF。SPCIF500中的n個製程室以晶圓製造室1號製造環境510及晶圓製造室n號製造環境512表示，其中這些製造環境的每一者都與前述和SPCIF200併用之晶圓製程室製造環境210者相似。製程室1號製造環境510及製程室n號製造環境512彼此互相連結，或都連結至相同的晶

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

頁

五、發明說明()

圖製造，而連結乃是以如晶圓製造環境 210 相似之控制器 310 者(第 5 圖)為之。SPCIF500 的非製造環境與 SPCIF200 之相對應環境者類似，但 SPCIF500 之非製造環境對應至其 n 個製程室製造環境之每一者。例如，SPCIF500 之 SPC 環境 520(第 8 圖)有 n 個製程室或工具之每一者所需之控制程度資料，並可從這些製程室之每一者接收相關的度量資料。在第 8 圖中，SPCIF500 的非製造環境包含 SPC 環境 520、計算環境 530、分析環境 540、報導環境 560 及 MES 環境，其中 MES 環境中尚有決策訂定環境 552、計劃排定環境 554 及製程調解環境 556。此外，SPCIF500 以調整至能接收非 SPC 輸入 570 為佳。

分別示於第 3 圖、第 4 圖、第 8 圖及第 9 圖之 SPCIFs 100,200,500 及 700 都能提供用於一製造環境之 SPC 方法，因此能對製程之失控偏移量即時回應，其中這些偏移指的是製程不良。即時回應能將不符規格的產品量降至最低，因此材料及設備的使用能變得最有效率，並能以較早的時間指出製程工具或整個晶圓製造需要離線加以調整或維修。如此，對不同製造部份之品質狀況的即時了解可加強系統對突來之干擾及瓶頸的處理能力，因為這樣就能確認製程可切換至另一製造部份中進行。

本發明之一外加實施例簡示於第 10 圖中，其中之晶圓製造 700 包含一電源管理系統，以排定電源計劃及調節電源，如此就能避免高功率尖波電壓。晶圓製造 700 包韓低製造環境 710、一電源監視環境 720、一計算環境 730、

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

一分析環境 740、一 MES 環境 750 及一報導環境 260。該新穎之電源管理系統至少包含：電源監視環境 720、計算環境 730 及分析環境 740。

晶圓製造 700 之製造環境 710 包含晶圓製造之製程工具，如晶圓製程室及晶圓處理工具(如晶圓處理機械人等)等。一適合與本發明之新穎電源管理系統相併為用之晶圓製程室 800 示意於第 11 圖中，該室經由鏈結 756 及 862 接收來自 MES 環境 750 的輸入，且該室 800 還可經由非 MES 輸入 805 接收其它的輸入，例如對一室 800 零件所產生之警示訊號的回應訊號。來自 MES 環境 750 之輸入及非 MES 輸入 805 的目的包含對製程室控制器(如控制器 810, 812, 814, 816, 818 及 820)進行設定或調節、及提供資訊予輸入裝置 822 及 824。根據這些輸入，製程室狀態控制器 810 就可用以選擇製程室之狀態，如線上閒置 826、線上製程中 828 或離線狀態 830。控制器 812 可因鏈結 832 或未鏈結 834 至晶圓製造系統(未顯示)而選擇製程室狀態；控制器 814 可對便利系統之參數 836 進行控制，如電源水及費棄物之移除等；控制器 816 用以控制製程參數 838，如製程氣流及壓力等；控制器 818 用以控制製程室度量參數 840，包含對製程中測試參數之控制(如 297 案之濺鍍沉積率監視)及測試取樣頻率之控制等；控制器 820 用以控制一晶圓處理機械人之操作參數；而製程室狀態控制器 810 的使用可使來自 MES 環境 750 或非 MES 環境 805 之輸入放棄一進行中的生產過程，這時製程室就進入

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

離線狀態，因此製程室的所有製程功能就被停止。

MES 環境 750 或非 MES805(第 11 圖)也可利用生產資訊輸入裝置 822 來提供生產資訊 844，這種資訊包含生產編號、日期或生產目的，如測試、生產或修正等。晶圓製造室 800 之晶圓及晶圓標記辨識 846 可以由晶圓辨識輸入裝置 824 提供。MES 環境 750 另還能將排定計劃輸入提供至晶圓製造室 800 中，如至製程室狀態控制器 810 中。此外，種種環境是控制器 812 的另一額外輸入，其可將製程室連結至一品圓製造。第 11 圖中，計劃控制器 848 接收來自 MES 環境 750 之輸入，以對晶圓庫存 850、消費性物品 852、維修組件 854、維修活動 856 及便利系統計劃 857 進行控制，其中該便利系統計劃 857 包含對製程室內進行之製程所需電源的計劃。MES 環境 750 會指揮各不同功能或活動計劃之排定，例如維修活動計劃 856 為製程室狀態控制 810 所指揮，如維修活動 856 之製程室離線狀態 830 的排定或晶圓庫存 850 及消費性用品 852(如為線上製程中狀態 828 指揮之製程氣流)之排定等。製程室度量結果 858 可因製程室度量參數 840 之測試程序的使用而得到，這些結果包含材料自濺鍍源移至一基材上的速率等，這在'297 專利案中有其說明。

如第 11 圖所示，與製程室 800 有關之各不同狀態、參數、資訊、度量及計劃條件或結果都可直接經由鏈結 864 及 756 傳送至 MES 環境 750，以提供 MES 環境 750 以與製程室狀態及製程條件相關之即時資訊。這種資訊還能即

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明 ()

時經由鏈結 864,756,758 及 762 提供至報導環境 760，即如第 10 圖及第 11 圖所示者。

第 10 圖及第 11 圖中，電源監視環境 720 可收集關於製程室狀態、電源使用及電源計劃之資訊，其同時也能處理生產過程及晶圓編號資訊。該資訊可選擇性被顯示或列印出來，如利用第 10 圖中之報導環境 760 為之。請參閱第 11 圖。狀態資訊可以是線上閒置 826、線上製程中 828、離線 830、鏈結 832 或未鏈結 834，並提供電源監視環境 720，而生產過程 844 及晶圓編號 846 資訊也被傳送至電源監視環境 720，其中電源使用資訊可經由便利系統參數 836 與電源監視環境 720 相溝通，而電源使用資訊可包含每單位時間之電源使用、累積電源使用及尖峰電源使用。監視環境 720 可從製程室 800 便利系統計劃 857 處接收電源計劃資訊，這種鏈結 864 及 715(如第 11 圖所示)可用以將資訊從製程室 800 轉送至電源監視環境 720。其它之製程工具(如其它之製程室(未顯示))也同樣經由鏈結 756 連結至 MES 環境 750，並經由鏈結 715 連結至電源監視環境 720，如此一製造環境 710(如晶圓製造工具等)就與 MES 環境及電源監視環境 720 相連接。

電源監視環境 720 所收集的晶圓製造資訊能與計算環境 730 相溝通，這可參見第 10 圖及第 12 圖的圖示說明。計算環境 730 一般包含一處理器(如一微處理器 731)(參見第 12 圖)、演算法或資料結構 732、一資料庫 733、一記憶體 734、一新穎演算法 735、可選擇性使用之網路部份

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

736 及可選擇性使用之人工智慧部份 737，其中演算法或資料結構 732 是以熟知該項技術者所習知的方法來對處理器 731 及其它與該處理器相關之週邊設備進行操作。資料庫中包含電源使用的歷史資料(舉例而言)。記憶體 734 可用以儲存製程中電源使用及電源計劃資料(舉例而言)。

在此以一或多個新穎演算法 735 用於製造環境 710 之晶圓製造的電源管理系統中。熟知此項技術者當能了解晶圓製造的電源使用在整個生產過程中會有所變化，例如若一使用高溫爐之工具的電源打開時，通常會在其剛啟動時形成一尖波電源，而在抵達其工作溫度時其只需要較小的電量。同樣地，真空抽氣所需的電量要比維持在一定真空度所需的電量為小，所以晶圓製造中之所有工具同時打開通常會形成一尖波電源。新穎演算法 735(第 12 圖及第 13 圖)可對製造環境中工具使用加以計劃排定，以使可預期之尖波電源發生在晶圓製造極低電源使用之時。例如，每一工具之抽氣最好能排定成使各工具的抽氣按照順序而非同時進行。同樣地，製造零件的加熱也可加以排定計劃，以避免數個加熱器同時開啟。

本發明之演算法 735 的步驟計從步驟 900 至步驟 920，其示於第 13 圖中。該演算法 735 的所有步驟都包含與來自晶圓製造之所有工具相關的電源相關資訊，所以能對晶圓相關之電源相關資訊加以大量的運算處理。典型上說來，演算法 735 在生產開始之前就被用上，以將電源使用最佳化，特別是用在避免尖波電源上。在步驟 900 中，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

設備狀態(包含進入鏈結或未鏈結)可包含在某一特定生產中所有製造環境中的工具是否都已齊備等等。當製程在進行時，目前電源的使用在步驟 902 中。晶圓編號及生產資訊在步驟 904 中。排定生產所需資訊計劃在步驟 906 中。在步驟 900,902,904 及 906 中，資訊為電源監視環境 720 所提供。在步驟 908 中，MES 環境 750 將製程詳細資訊提供予演算法，其中該詳細資訊包含使用之工具之種類及製造環境中所用工具的使用順序。在步驟 908 中，電源使用之相關歷史資料係由資料庫 733 提供，這些資料會送進演算法 735 之步驟 910 中。

在第 13 圖中，從步驟 900,902,904,906,908 及 910 取得之資訊聯合形成一生產所需之電源使用資料表 912，其中真正電源使用或期望電源使用之電源使用資料表中標示了晶圓製造之整個過程中電源相對於時間的使用資料。接下來，在步驟 914 中電源使用資料表被加以分析以得知期望之電源使用是否會造成尖波電壓，亦即可判定該資料表是否落在一預定電源範圍內。接下來進行者為一決策步驟 916，若步驟 914 中的分析預測出會有尖波電源產生時，新穎之演算法 735 便會對工具使用之起始時間或啟動之起始期間加以重新排定，以避免尖波電源的產生，於是就在步驟 918 中提供了一種經過修改的晶圓製造計劃，如此在整個晶圓製造過程中對電源的需求或使用就會變得更均勻一致，而電源的尖波也能維持在一預定範圍之內。如果步驟 916 中判斷出電源使用未逾越該預定範圍，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

那麼步驟 908 中所提供的生產計劃排定就不會經過演算法 735 的修正，而是逕行執行之。根據演算法 735 所修正之晶圓製造生產計劃(即步驟 918)會與 MES 環相溝通，以自動啟動製造環境的各種工具。一般說來，製造環境會運用一或多個板上型電腦或分散式電腦功能以對各不同製程及操作功能進行操作或控制，而當了解的是 MES 環境在欲對製造環境進行操作時必須要有特殊的協定存在方可為之。此外，該計劃排定也可提供予報導環境 760(第 10 圖)等，以應接下來製造環境中可能需要的調解動作之需。此外，演算法 735 可選擇性提供一警示訊息，說明演算法 735 無法排定使單位時間內電功率消耗維持在一預定範圍內的計劃。

計算環境 730 中選擇性使用的網路部份 736(第 12 圖)利用一匯流排或一 LAN 等形成晶圓製造及外部單位(如一遠端資料庫或一遠端管理功能)的一連結路徑。人工智慧部份 737 可處理儲存於資料庫 733 中之電源使用歷史資料等，以能改善電源使用及電源計劃用之演算法。此處所述之計算環境 730 與本發明之電源監視環境 720 併用，不過該計算環境也可用於在與製造環境 710 併用時所進行之製程的各種功能上。

在第 10 圖及第 12 圖的示意圖中顯示一分析環境 740，這種選擇性使用之環境可用以顯示步驟 914 及 916(第 13 頁)的結果，如將圖形示於電腦螢幕上以利視覺上的分析。雖然圖式中分析環境 740 係獨立於本發明之其它環境

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明()

之外，但分析環境 740 也可與計算環境整合在一塊。示於第 10 圖的報導環境 760 會從本發明之其它環境獲取資料及資訊，並與第 4 圖中的報導環境 260 進行報導。

本發明之另一實施例(第 14 圖)中，所示者為一電源管理系统，用以對兩或更多組晶圓製造進行其電源管理。第 14 圖所示為一晶圓製造系統 1000，其中的 n 組晶圓製造經過協調以得到最佳的電源使用情形，其中包含一 1 號晶圓製造環境 1010、一 n 號晶圓製造環境 1012、一電源監視環境 1020、一計算環境 1030、一分析環境 1040、一 MES 環境 1050 及一報導環境 1060。製造環境 1010 及 1012 在功能上等效於第 10 圖所示之製造環境 710，而該圖中之環境 1020,1030,1040,1050 及 1060 在功能上則等效於第 10 圖之環境 720,730,740,750 及 760。本實施例利用一新穎演算法(未顯示)，其與第 12 圖及第 13 圖中所述的演算法 735 者相似，用以使電源行最佳化使用，以使 1 號及 n 號晶圓製造在共同對半導體晶圓進行處理時能避免尖波電源的發生。演算法 735 係用以對一晶圓製造所送來之資訊進行處理，然後再排定以不同之晶圓製造操作方式，而在第 14 圖之系統的演算法則對從 n 組晶圓製造送來之資訊加以處理，然後對這些晶圓製造的計劃排定加以協調，以避免尖波電源的發生，其並可使用一種能使晶圓製造過程中之電源要求或使用更均勻的製程計劃。

本發明中示於第 10 圖至第 14 圖中的實施例係在提供晶圓製造用之一或多個電源管理系统，用以在晶圓製造過

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

程中避免尖波電源及用以使電源需求均勻分佈，所以這些實施例的電路切斷額定值(breaker ratings)較低，亦即其最大之電源需求要較習用技術所用者為低。由於電源設備(如切斷器(breakers)、變壓器及傳輸線)的成本大致與系統之切斷額定值成正比，所以系統中切斷額定值較低時成本就能降低。此外，電源需求較均勻分佈及功率消耗峰值得以避免者還能夠使得電源供應變得更加穩定，而愈是穩定的電源供應愈能避免尖波電源所產生的瞬間電源干擾及短時間的電壓下降(brownouts)。

簡示於第 15 圖者為本發明之另一實施例，其中顯示一晶圓製造 1100，其包含一製造環境 1110、一備用零件監視環境 1120、一計算環境 1130、一備用零件管理環境 1140、一 MES 環境 1150 及一報導環境 1160，其中具新穎性之備用零件庫存控制及計劃排定系統至少包含：零件監視環境 1120、計算環境 1130 及備用零件管理環境 1140。

晶圓製造 1100 的製造環境 1110 包含晶圓製造的處理工具，如晶圓處理室及晶圓處理工具等，其中一種適於與新穎零件及計劃排定系統併用之晶圓處理室 1200 如第 16 圖之示意圖所示。這種晶圓處理室從 MES 環境 1150 處接收輸入，其也可選擇性經由非 MES 輸入 1205 接收額外的輸入，其中來自 MES 環境 1150 的輸入及非 MES 之輸入 1205 包含對晶圓處理室的控制、設定及將資訊提供至輸入裝置中，而後晶圓處理室控制器及輸入裝置再根據這些輸入來選定晶圓處理室 1200 之不同狀態、參數、資訊、度

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

衣

訂

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明()

量資料及計劃排定功能，這與第 11 圖所述之晶圓處理室 800 者相似。這些與晶圓處理室 1200 相關之不同狀態、參數、資訊、度量資料及計劃排定條件或結果可以直接傳輸至 MES 環境 1150(如第 15 圖及第 16 圖所示)以將關於晶圓處理室之狀態及製程條件的即時資訊提供予 MES 環境 1150，而這種資訊也可以即時提供予報導環境 1160。

備用零件監視環境 1120 示於第 15 圖及第 16 圖中，其可收集晶圓處理室之狀態、零件及維修計劃排定的相關資料，其另也收集生產及晶圓編號資訊。這些資訊可選擇性顯示或列印出來，如利用第 15 圖所示之報導環境 1160 為之。續請回到第 16 圖，其中狀態資訊利用線上閒置 1226、線上製程中 1228、離線狀態 1230、鏈結 1232 及未鏈結 1234 狀態而提供予備用零件監視環境 1120，而生產 1244 及選擇性的晶圓編號 1246 資訊也會傳輸至備用零件監視環境 1120。此外，備用零件(亦稱維修零件)計劃 1254 及維修活動計劃 1256 能與備用零件監視環境 1120 相溝通，這可參見第 16 圖之圖示。備用(或稱維修)零件之計劃排定為 MES 環境的活動，其可經由晶圓製造室 1200 之計劃排定控制器 1248 等加以執行。其它之製程工具(如其它之製程室)同樣鏈結至 MES 環境 1150 及備用零件監視環境 1120，進而將一製造環境(如晶圓製造工具)1110 鏈結至 MES 環境 1150 及備用零件監視環境 1120。

收集於零件監視環境 1120 之晶圓製造資訊能與計算環境 1130 相溝通，如第 15 圖及第 17 圖所示。計算環境

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

訂

五、發明說明()

1130 在此之作用為執行收集於零件監視環境 1120 之資訊的資料處理，其一般包含一處理器(如一微處理器)1131 及演算法或資料結構 1132、一資料庫 1133、一記憶體 1134、一新穎之演算法 1135、一網路部份 1136 及一選擇性用之人工智慧部份 137，如第 17 圖所示。上述之演算法或資料結構 1132 以熟知該項技術者所習用的方法來對處理器 1131 及所有與該處理器相關的週邊裝置進行操作。上述之資料庫 1133 可用以儲存製程中備用零件的使用、存在與否及計劃排定資料等資料。上述之演算法可為一個或多個，用以支援晶圓製造 1100 之零件管理系統的形成與功能。

一般說來，演算法 1135 係在執行一特定晶圓生產之前，以確定所需的零件確在庫存之中，而生產所需之備用零件種類及數量的相關資訊係得自於 MES 環境 1150，接著再提供至維修零件 1254 的工具 1200 中，如第 16 圖所示。某一備用零件的需要使用日期係經由維修活動 1256 資訊的計劃排定及製程室狀態控制器 1210 而得，這種關於每一零件的資訊會累積在第 15 圖所示之零件監視環境 1120 當中。

本發明之演算法 1135 的步驟包含步驟 1172 至步驟 1184，如第 18 圖所示者，其中並以零件 X 當作範例進行說明。現存的晶圓製造 1100 零件 X 會由備用零件環境 1120 輸入，如步驟 1172 所示者。一所需送遞的日期 D 會經過計算，如步驟 1174 所示；其計算方式為將預定使用日期

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明()

減去數天(已經預定)，以應遞送所需之時間差；而該零件 X 的遞送所需時間(亦即從下訂單予供應商至接收到該零件所需之時間)可自動由零件管理環境 1140(第 17 圖)輸入，這動作示於步驟 1176 中。供應商的名稱會自動由零件管理環境 1140(第 17 圖)輸入，這動作出現在演算法 1135 的步驟 1178 中。一電子訂購單部份在步驟 1179 中由備用零件管理環境 1140 提供予演算法 1135，其中該環境 1140 會提供資訊而將一零件訂購單以電子方式傳送給供應廠商，例如以電子郵件方式為之。演算法 1135。總之，演算法 1135 會經由步驟 1172, 1174, 1176, 1178 及 1179 準備一份零件 X 的採購單，該採購單會與備用零件管理環境以電子方式相溝通，以對其進行進一步的確認，如步驟 1182 所示者。接下來，步驟 1184 中該零件 X 的採購單會以電子方式利用電子訂購部份傳送給供應廠商，如步驟 1179 者。這步驟可以經由計算環境 1130 的網路 1136 等為之，如第 17 圖所示。此外，其它零件的庫存情形也是以相同之計劃排定及訂購方式利用演算法 1135 處理之。

上述對本發明之描述都限於一組晶圓製造的情況，而本發明實則同樣可適用於多組晶圓製造中，其方法是將來自這些晶圓製造之製造環境的備用零件資訊合併在一備用零件監視中，接著再利用演算法以電子方式導出並執行一採購單。

SPC 技術(用於第 3 圖至第 9 圖之場合者)也可用以確認晶圓製造工具中需要修理或維修者之製程、產品或品質

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明()

問題。根據這些 SPC 技術所得到之零件需求的統計資訊可由 MES 環境提供予製程室 1200 之維修組件 1254 及維修活動 1256，如第 16 圖所示。這些由 SPC 技術所導出的資訊為備用零件需求的外加部份，其被提供至備用零件監視環境處。

計算環境 1130 的網路部份 1136(第 17 圖)利用一匯流排或一網際網路連接等提供晶圓製造及外部實體單元(如一遠端資料庫或一遠端管理功能)之間的連結，以電子方式執行如演算法 1135 所描述之備用零件訂購單。人工智慧部份 1137 可用以處理儲存於資料庫 1133 之製程歷史備用零件使用資料等，以利用經過許多生產次數之經驗導出更適用於備用零件計劃排定及訂購的演算法。此處所指之計算環境 1130 與本發明之備用零件監視環境 1120 併而為用，但該計算環境 1130 也用於製造環境 1110 所執行之所有製程功能上。備用零件管理環境 1140 在第 15 圖及第 17 圖中與本發明之其它環境係互相分離，不過備用零件管理環境 1140 也可與計算環境 1130 或與 MES 環境 1150 併用。簡示於第 15 圖的報導環境 1160 可從本發明之環境中獲取資料及資訊，並以第 4 圖所示之報導環境 260 如上述之方式產生報導。

新穎之備用零件庫存控制及計劃排定系統適用於以即時(JIT)之方式管理備用零件，即該零件的接收時間要符合所用之時，也不會在所需用時提早送來。JIT 庫存控制一般都能使晶圓的生產成本降低，因為其備用零件是以當

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明()

使用時方購買為原則，備用零件所需的儲存空間也因此得以最小化。

示於第 19 圖者為本發明另一實施例，其中之一晶圓製造 1300 包含一晶圓製造效率系統。這種晶圓製造效率系統與晶圓製造併而為用。晶圓製造 1300 包含一製造環境 1310、一計劃排定監視環境 1320、一計算環境 1330、一計劃排定管理環境 1340、一 MES 環境 1350 及一報導環境 1360；新穎之晶圓製造效率系統則至少包含：計劃排定監視環境 1320、計算環境 1330 及計劃排定管理環境 1340。

晶圓製造 1300 之製造環境 1310 包含晶圓製造之製程工具，如晶圓製程室及晶圓處理工具等。一適合與新穎晶圓製造效率系統併用之晶圓製程室 1400 簡示於第 20 圖，其能接收 MES 環境 1350 送來之輸入，其還能選擇性接收由非 MES 輸入 1405 的其它輸入，其中這兩輸入包含對製程室控制器的設定及調節，並能將資訊提供至輸入裝置，這與第 11 圖示意說明之製程室 800 者相同。製程室控制器及輸入裝置就根據這些輸入來選擇製程室 1400 之不同狀態、資訊及計劃排定功能，這同樣與製程室 800 描述者相同。製程室 1400 相關之不同狀態、參數、資訊、度量資料及計劃排定條件或結果可以直接傳送至 MES 環境 1350(可參見第 19 圖及第 20 圖)，以將製程室相關之狀態及製程條件即時資訊提供予 MES 環境 1350，而這些資訊同樣可以即時之方式提供至第 19 圖所示之報導環境

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

長

訂

五、發明說明()

1360。

在第 19 圖及第 20 圖中，計劃排定環境 1320 可以收集製程室相關之狀態、活動及材料計劃及生產與晶圓編號資訊，而這種資訊還可選擇性被顯示或列印，如利用報導環境 1360 等。請回到第 20 圖，其中狀態資訊以線上閒置 1426、線上製程中 1428、離線狀態 1430、鏈結 1432 及未鏈結 1434 狀態來提供予計劃排定監視環境 1320，而生產 1444 及晶圓編號 1446 資訊也傳輸至計劃排定監視環境 1320。晶圓庫存 1450 及消費性物品 1452 計劃由 MES 環境 1350 提供，並經由製程室計劃排定控制器 1448 而與計劃排定監視環境 1320 相溝通。備用零件(亦稱維修零件)計劃 1454 及維修活動計劃 1456 與計劃排定監視環境 1320 相溝通(如第 20 圖所示)，即便利計劃，如電源用計劃等。備用或維修零件為一種 MES 環境之活動，其可為晶圓製造室 1400 之計劃控制器 1448 所執行，其中備用零件可包含新穎備用零件庫存及第 15 至 18 圖所述之計劃系統。電源計劃可包含新穎電源管理系統，其在第 10 至 14 圖中說明之。其它的製程工具(如其它製程室(未顯示))同樣連結至 MES 環境 1350 及計劃排定監視環境 1320。

在第 19 圖中，MES 環境可選擇性提供計劃排定監視環境 1320 以一個人操作晶圓製造之計劃，該個人操作計劃包含製造群、維修群、晶圓製造管理及支援人員等，而這些資訊可以利用第 19 圖所示之鏈結 1301 等傳送給計劃排定監視環境 1320。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明()

收集於計劃排定監視環境 1320 的晶圓製造資訊能與第 19 圖及第 21 圖所示之計算環境 1330 相溝通，其中計算環境 1330 用以執行收集於計劃排定監視環境 1320 之資訊的資料處理，其一般包含一處理器(如一微處理器 1331)、

資料結構或演算法 1332、一資料庫 1333、一記憶體 1334、一新穎之演算法 1335、並可選擇性包含一網路部份 1336 及一人工智慧(AI)1337 部份，其中演算法及資料結構 1332 係利用熟知該項技術者所習用的方法進行之，以對處理器 1331 及與該處理器 1331 相關之週邊設備進行操作；資料庫 1333 內包含有晶圓製造計相關之歷史資料及晶圓製造工具計劃；記憶體 1334 可用以儲存製程中之計劃資料等；一或多個新穎演算法 1335 可用以支援晶圓製造 1300 之晶圓製造效率系統之執行。

本發明之演算法 1335 可用以使晶圓製造過程達到最佳化、並使設備之使用效率更佳。該演算法 1335 的步驟包含步驟 1372 至步驟 1382，如第 22 圖所示。在步驟 1372 中，所有用以執行晶圓製造的製程步驟順序都列於其中。這種順序可以是在一晶圓製造設計中但尚未付諸生產之設計的順序，即為一測試生產或該晶圓製造之前進行之生產的順序等等。這種順序資訊一般係得自於 MES 環境 1350。在另一方面，這種從前一生產所得之順序資訊也可得自於資料庫 1333 中，如第 21 圖所示。請回到第 22 圖，其中所需製程步驟中所有需要的製程工具及晶圓製造

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

結

五、發明說明()

1300 在線上狀態時所存在的製程工具都列於步驟 174 中。在步驟 1374 中，所需的資訊可以得自於資料庫 1333 或 MES 環境 1350 等等。決策步驟 1376 用以判定所需的工具是否已確備齊。若該答案為否，那麼演算法 1335 就會在步驟 1378 中指出計劃出現衝突，並會將此衝突告知第 19 圖的 MES 環境 1350 或計劃排定管理環境 1340。

若計劃沒有出現衝突，那麼在步驟 1380 中就執行一最佳化或分類程序，以將製程工具及任何執行晶圓製造 1300 中所需的設備及服務的使用達至最佳化，其中這種最佳化程序中會考慮每單位時間所能處理晶圓之能力，以決定是否需要外加的製程工具來進行平行處理動作等。該最佳化程序也可包含執行一電源管理系統，如第 10 至 13 圖所說明者。一最佳之製程生產計劃可在步驟 1382 中形成，因最佳程序已在步驟 1380 中得到，而該最佳之生產計劃與計劃管理環境 1340(第 19 圖)相溝通，以利用其在稍後提供額外的計劃，如個人、便利及材料計劃等等。

雖然本發明在上述中係以一組晶圓製造來進行說明，但本發明同樣可利用演算法(如本發明之演算法 1335)應用於數組晶圓製造中，以將用於這些晶圓製造中的所有可利用之製程工具的計劃達至最佳化，並因此使晶圓製造的效率得到改善。

計算環境之網路部份 1336(第 21 圖)能利用一匯流排或一網際網路連接等提供晶圓製造及外部實體單元(如一遠端資料庫或一遠端管理功能)之間的連結，該網路部份

五、發明說明()

還可提供數組晶圓製造之間的連結，以指揮這些晶圓製造之間的計劃排定。人工智慧部份 1337 可用以處理晶圓製造過程的歷史資料及儲存於資料庫 1333 中的工具資料，以根據多次生產過程所得到之經驗導出更理想的演算法而使晶圓製造的效率達至最佳。此處所指之計算環境 1330 與本發明之計劃排定監視環境 1320 相併為用，不過這些計劃環境也可用於晶圓製造 1300 時製程進行用之所有功能上。計劃管理環境 1340(如第 19 圖及第 21 圖所示)係顯示成與本發明之其它環境相分離，但計劃管理環境 1340 與計算環境 1330 或 MES 環境 1350 也可整合在一塊。示意於第 19 圖之報導環境 1360 可從本發明之各環境中獲取資料及資訊，並與第 4 圖之報導環境 260 以如上述之方式產生報導。

新穎之晶圓製造效率系統可使晶圓製造用資源達到最有效率的使用，這使得晶圓流程更加有效率，也因此得到最大的晶片輸出及晶圓製造的最妥切使用，而資源的使用因此得到改善，即各資源得以行最有效率的使用，如設備、材料、便利及個人資源等，製造成本也因而降低。

本發明在前述中已進行最佳實施例的說明。但熟知該項技術者都能了解本發明之各部份可經由各種方式加以建構、並可以各種方式對其中各部份加以置換。但本發明之範圍並不僅侷限於以上配合圖式所說明之實施例，實則應包含所有對以上實施例進行之修改及其等效範圍，這些都不脫離所附之專利申請範圍的精神及範圍之外。

四、中文發明摘要(發明之名稱：)

半導體製造技術

本發明提供了一晶圓製造用的一種製造環境(110)及一 SPC 環境，以設定控制限度及獲取生產中的度量資料。一計算環境(114)對 SPC 資料加以處理，處理後的資料接著進入分析環境(116)中分析。一 MES 環境(118)對分析結果加以評量、並在製程落於製程限度之外時自動執行製程調解。此外，本發明提供了一電源管理系統、一備用零件庫存及計劃排定系統與一晶圓製造效率系統，而這些系統中都使用了演算法(735,1135 及 1335)。

英文發明摘要(發明之名稱：)

SEMICONDUCTOR PROCESSING TECHNIQUES

The present invention provides a manufacturing environment (110) for a wafer fab, and an SPC environment (112) for setting control limits and acquiring metrology data of production runs. A computation environment (114) processes the SPC data, which are then analyzed in an analysis environment (116). An MES environment (118) evaluates the analysis and automatically executes a process intervention if the process is outside the control limits. Additionally, the present invention provides for an electrical power management system, a spare parts inventory and scheduling system and a wafer fab efficiency system. These systems employ algorithms (735, 1135 and 1335).

六、申請專利範圍

1. 一種在一製造過程中用以反應製造不良之方法，該方法至少包含下列步驟：
 - a) 整合一統計製程控制程序與該製造過程；
 - b) 決定該製造過程之控制限度；及
 - c) 自動調解該製造過程，當該製造過程非執行在控制限度內之時為之，其中該調解動作係經由該統計製程控制程序進行之。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該製造過程至少包含一種用以製造一積體電路結構的製程。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該製造過程包含至少一晶圓的製造過程。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該控制限度至少包含選自於由製程參數及一晶圓製造工具之度量資料所組成的資料中。
5. 一種在一製造過程中用以反應製造不良之設備，該設備至少包含：
 - a) 一統計製程控制環境，與該製造過程整合在一塊，其中該統計製程控制環境可用以決定該製造過程之控制限度；
 - b) 一製造執行系統環境，與該製造環境整合在一

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

塊，其中該製造執行系統環境可用以判定該製造過程是否落於該控制限度之內；及

c)一調解環境，可用以在該製造執行系統環境判定該製造過程落於該控制限度之外時自動調解該製造過程。

6.如申請專利範圍第5項所述之設備，其中該製造過程至少包含一用以製造一積體電路結構之製造過程。

7.如申請專利範圍第5項所述之設備，其中該製造過程包含至少一晶圓的製造過程。

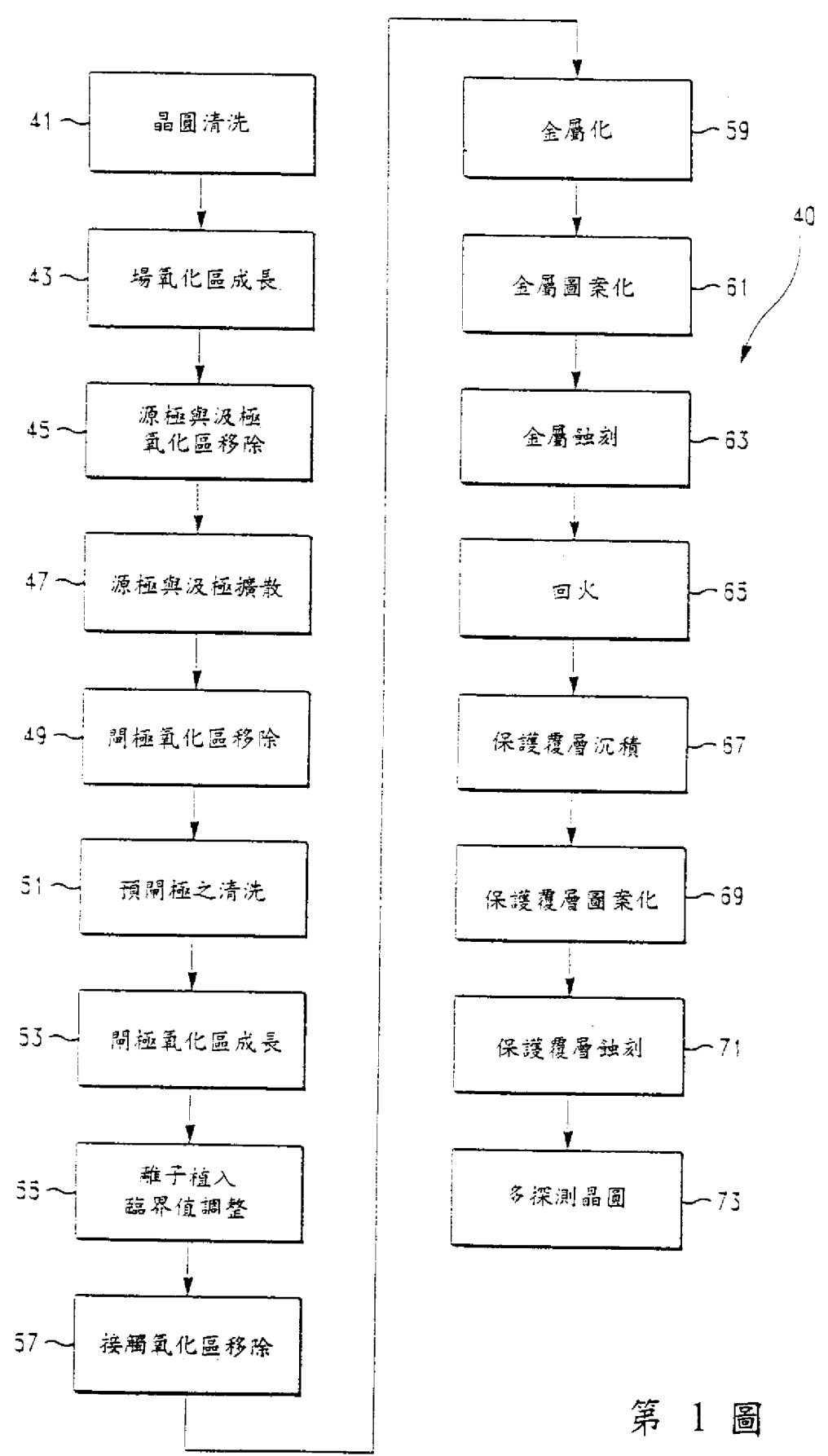
8.如申請專利範圍第5項所述之設備，其中該控制限度至少包含選自於由製程參數及一晶圓製造工具之度量資料所組成的資料中。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

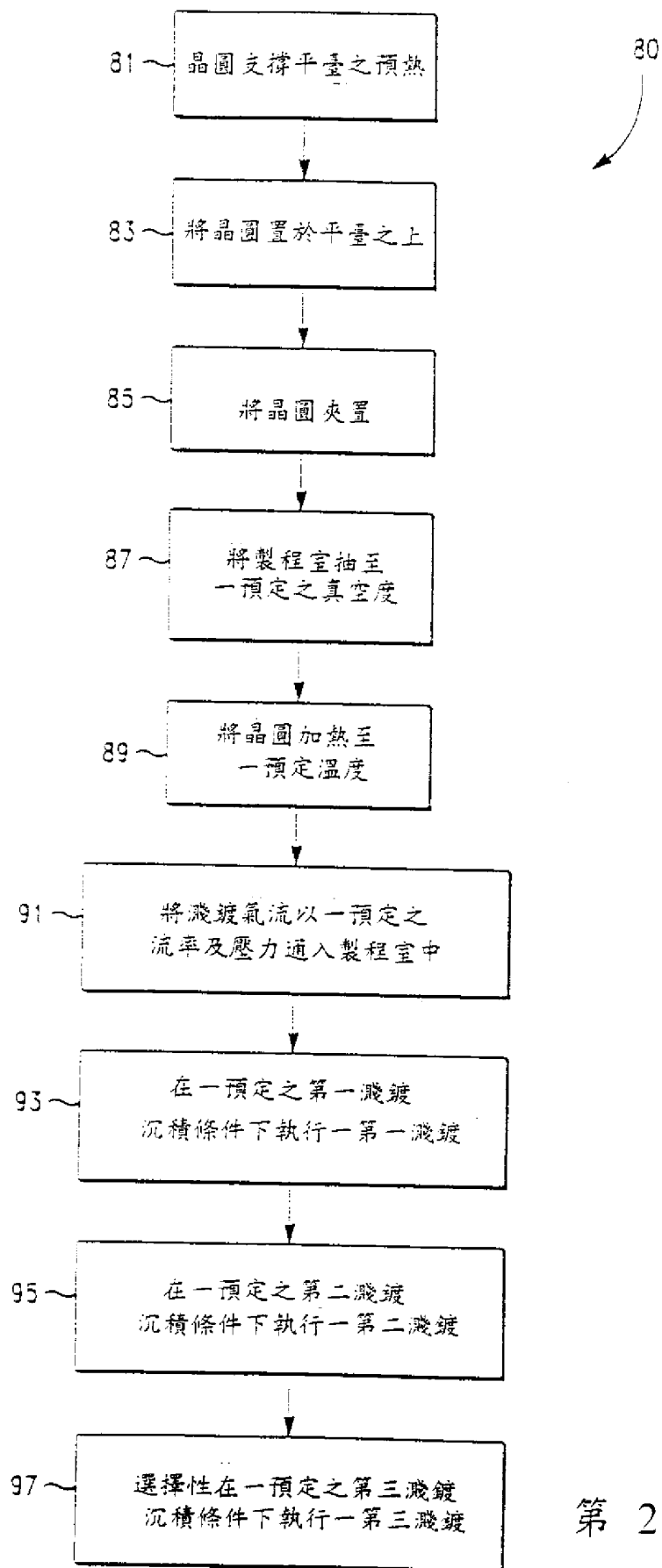
裝

訂

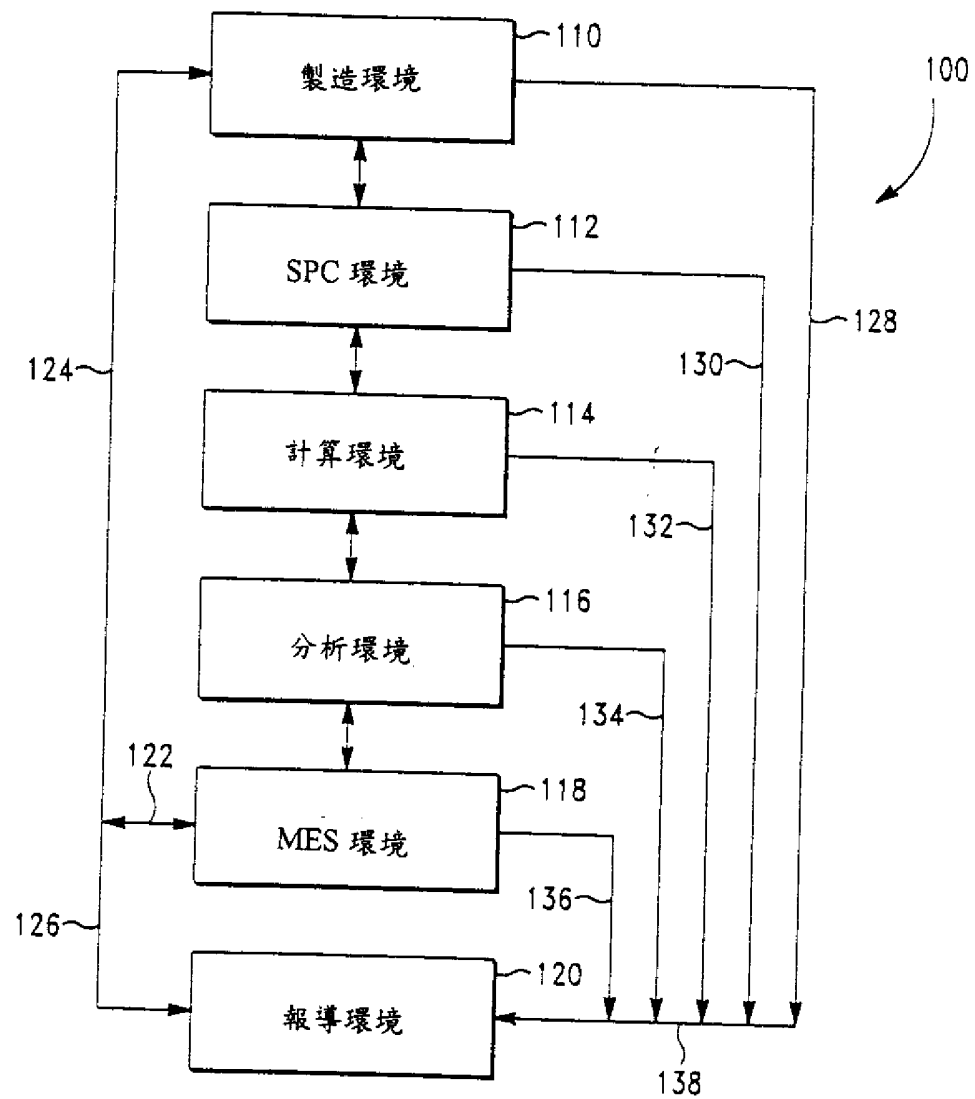
線



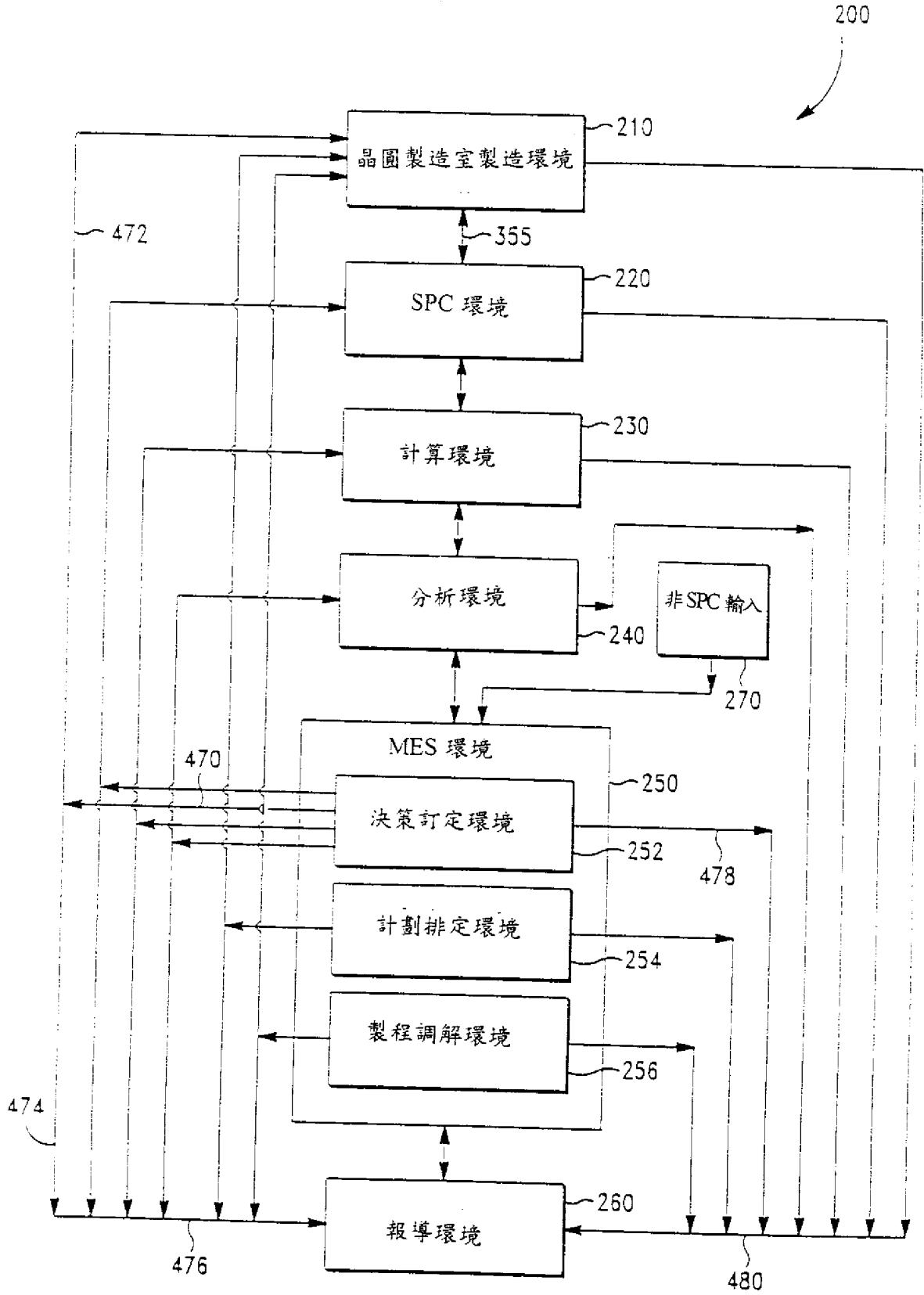
第 1 圖



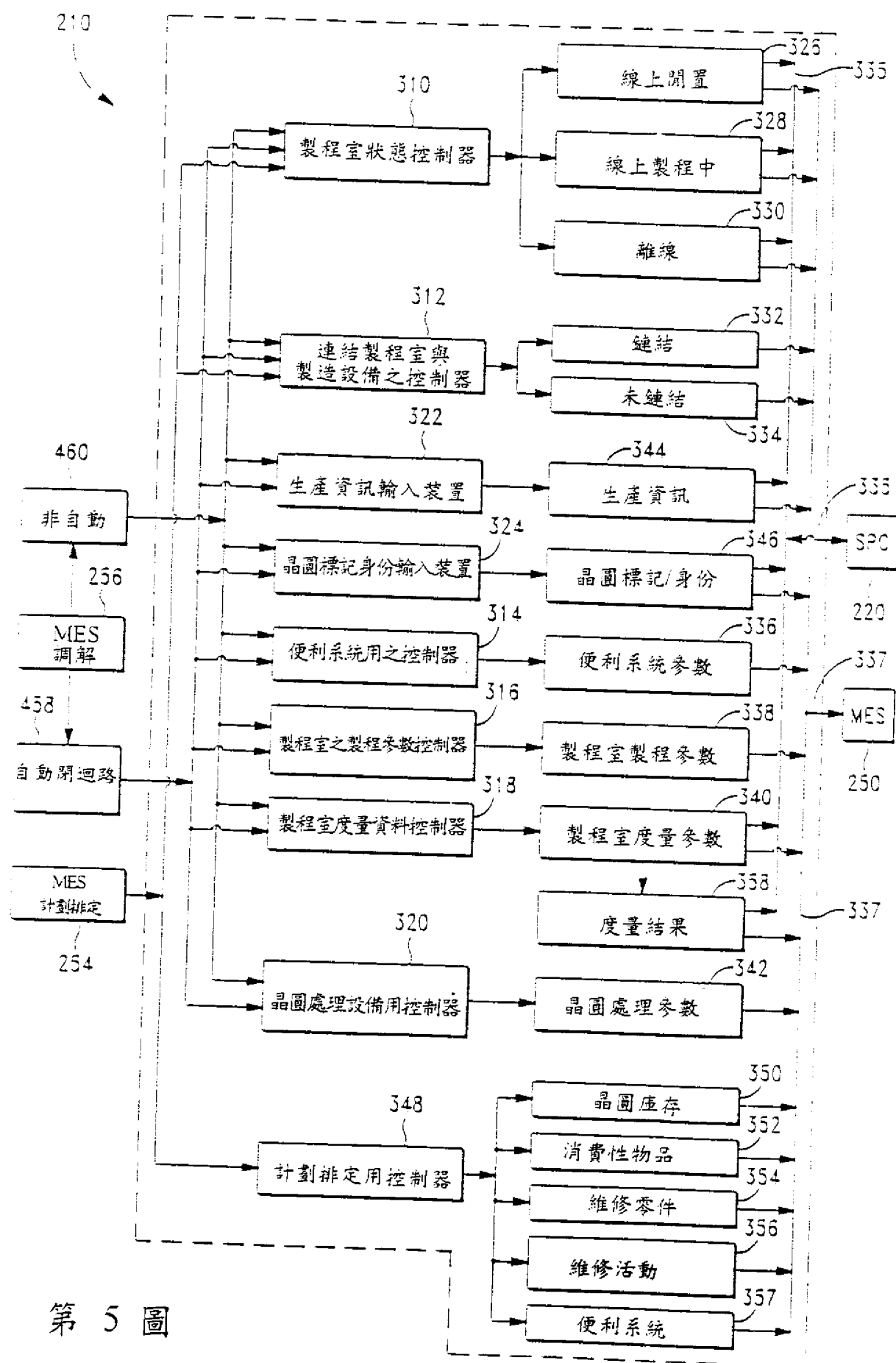
第 2 圖

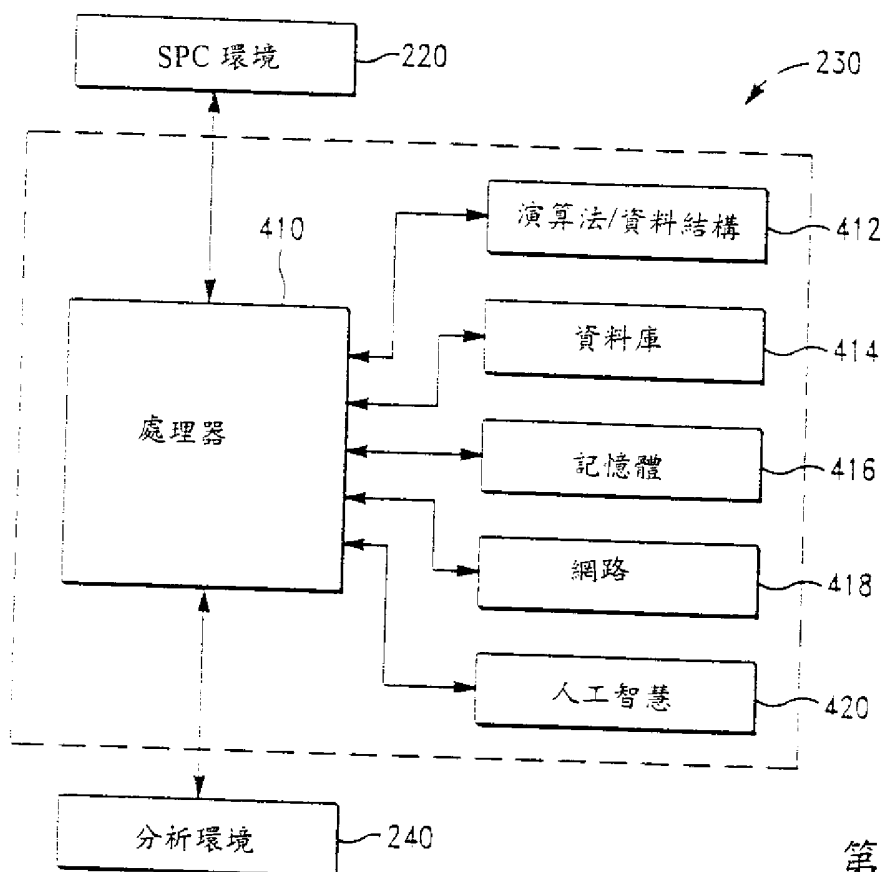


第 3 圖

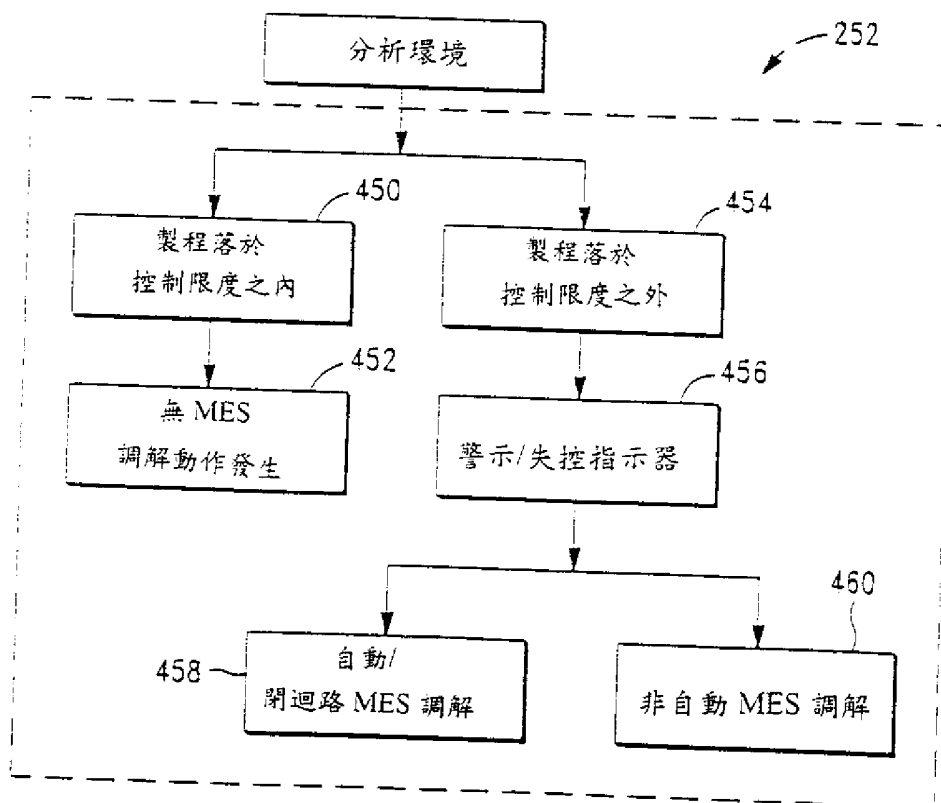


第 4 圖

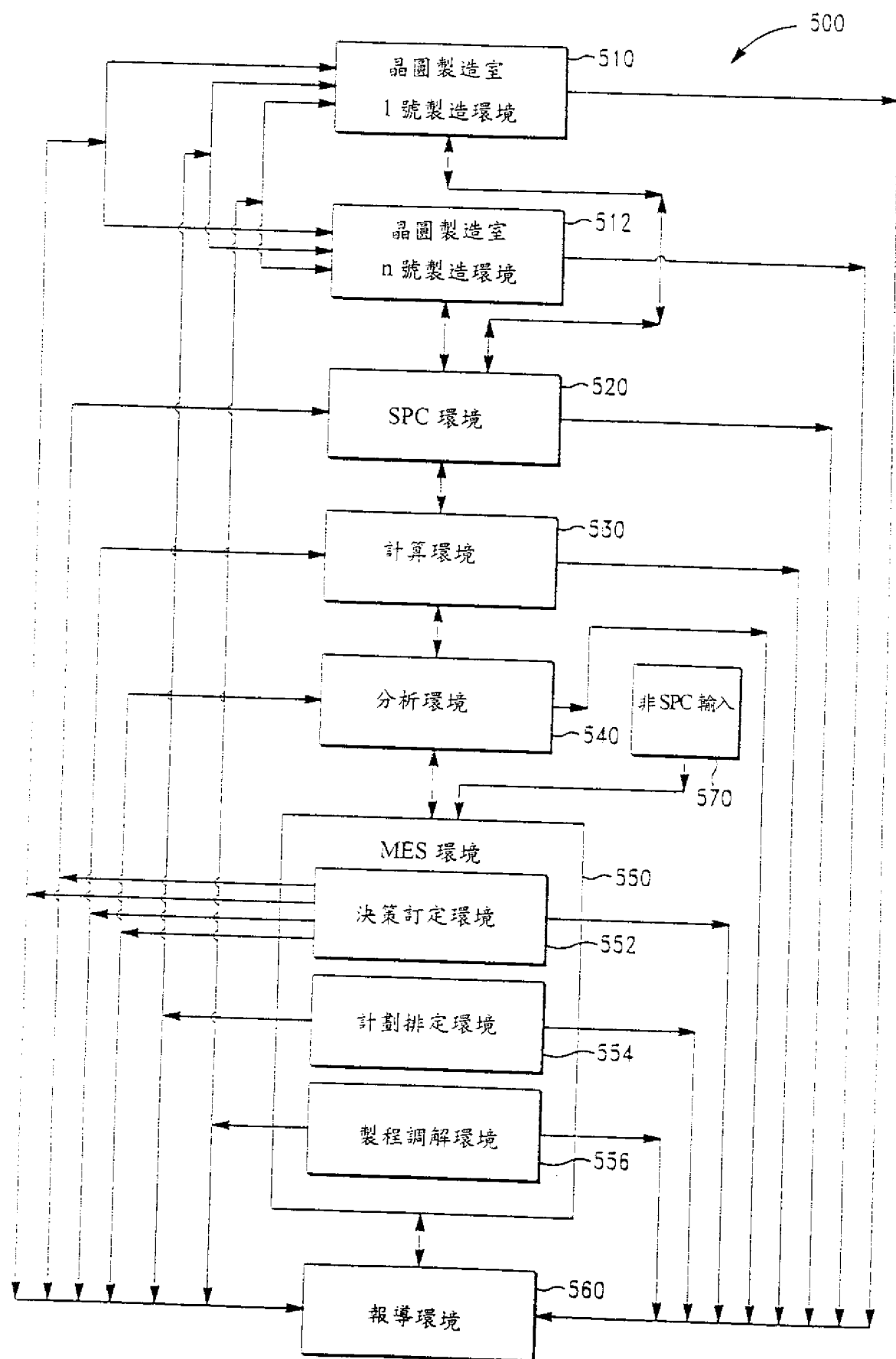




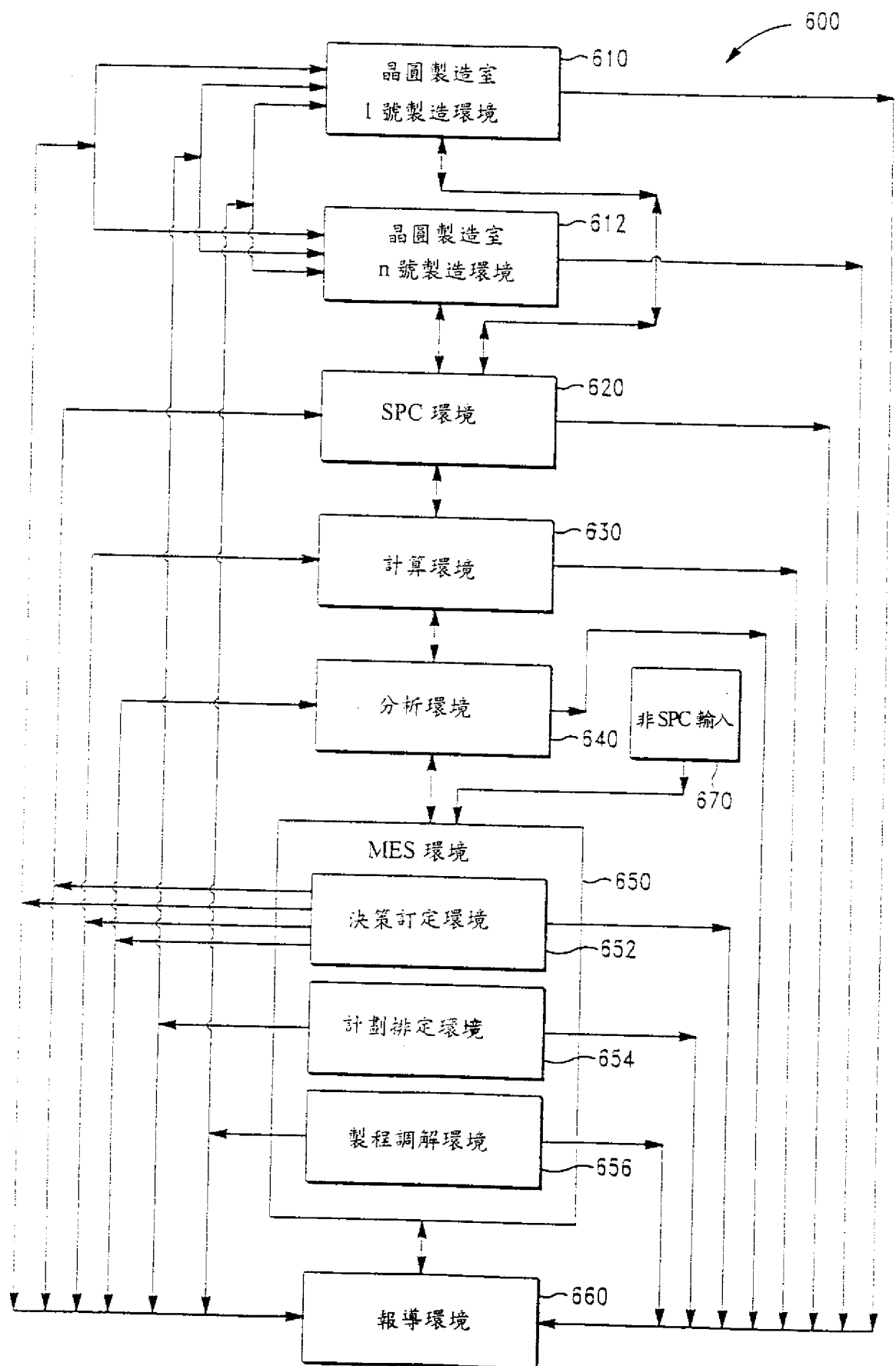
第 6 圖



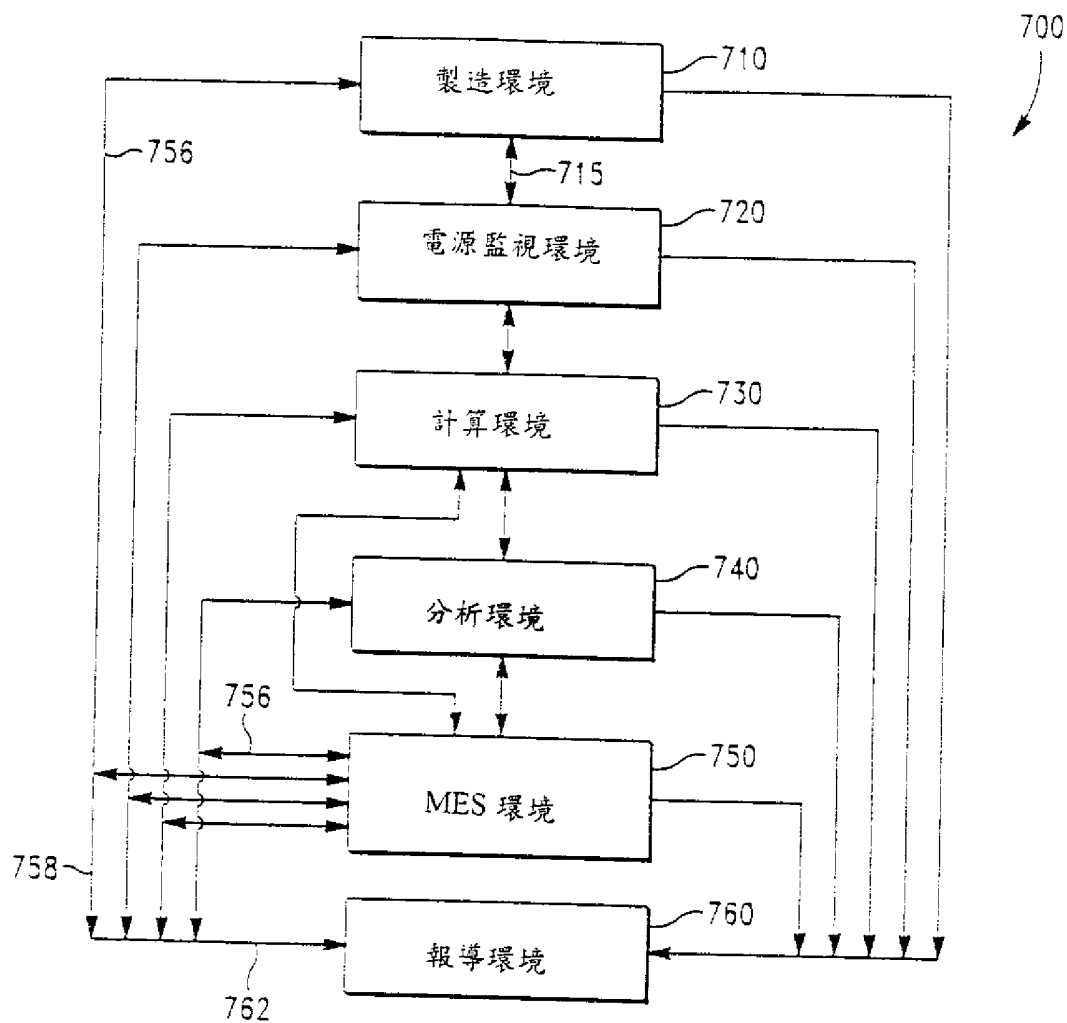
第 7 圖



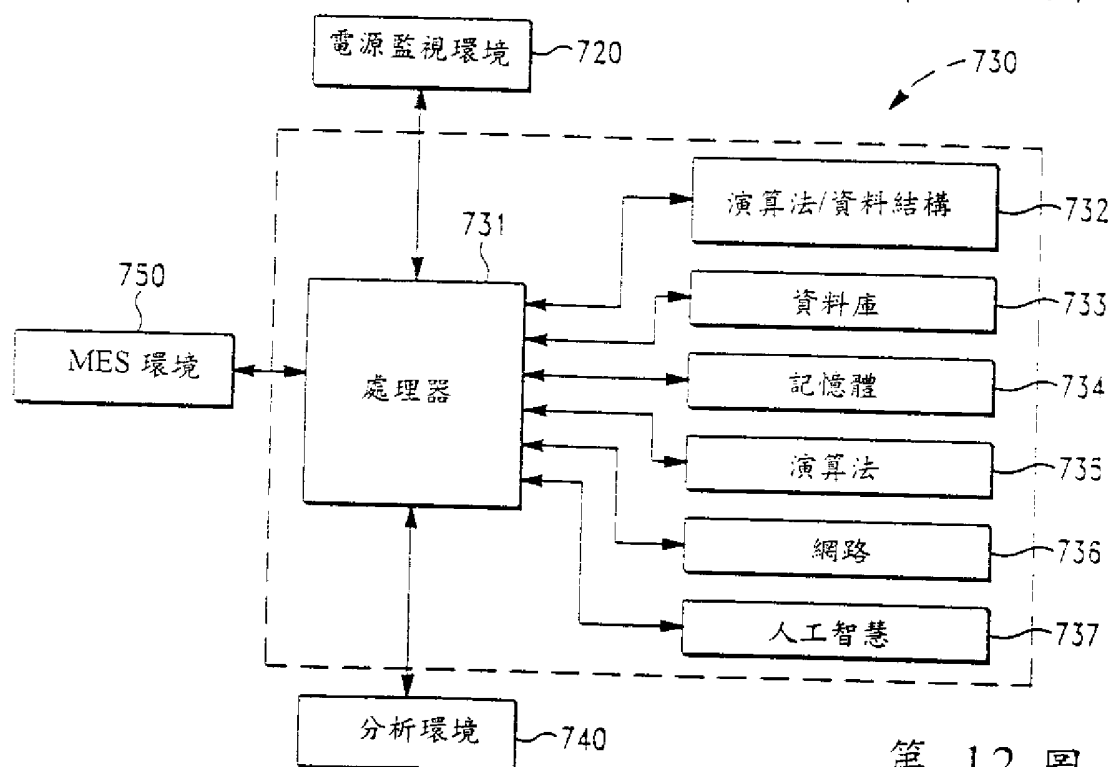
第 8 圖



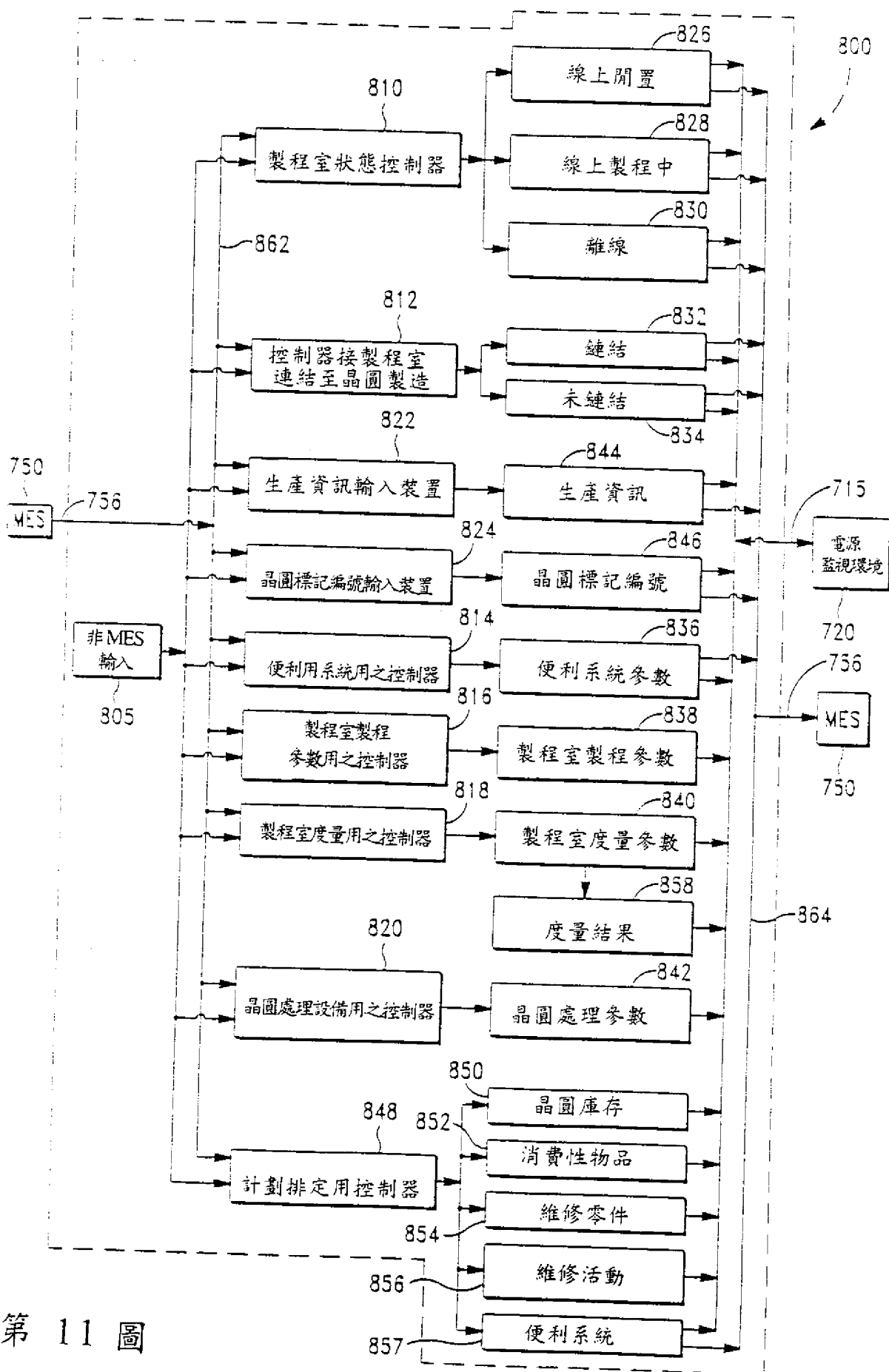
第 9 圖



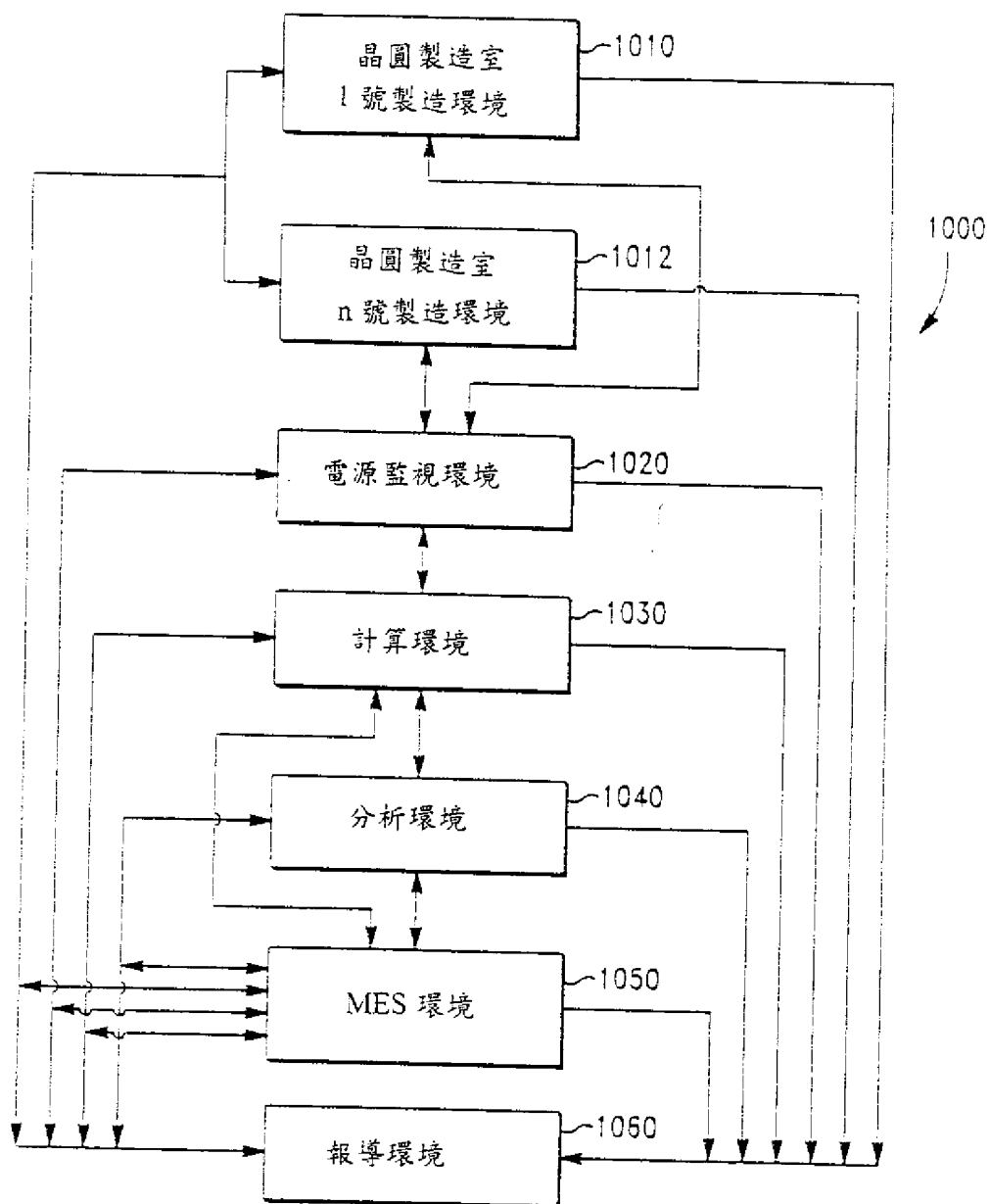
第 10 圖



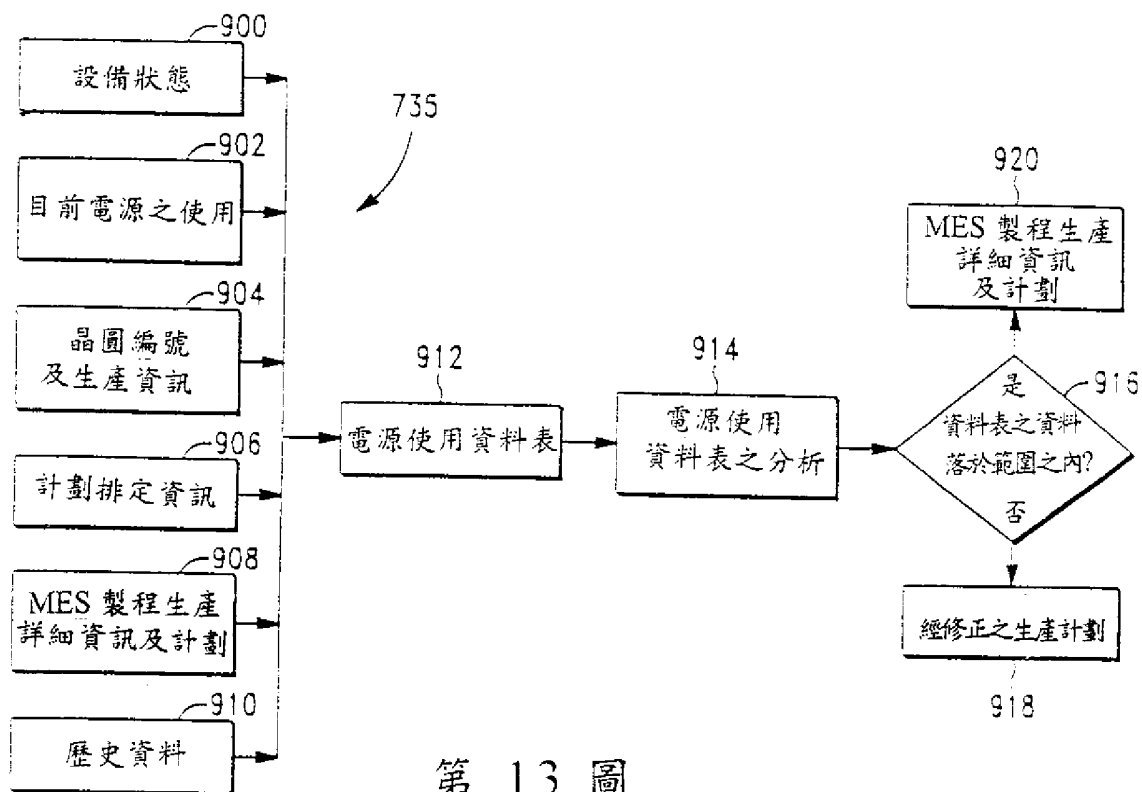
第 12 圖



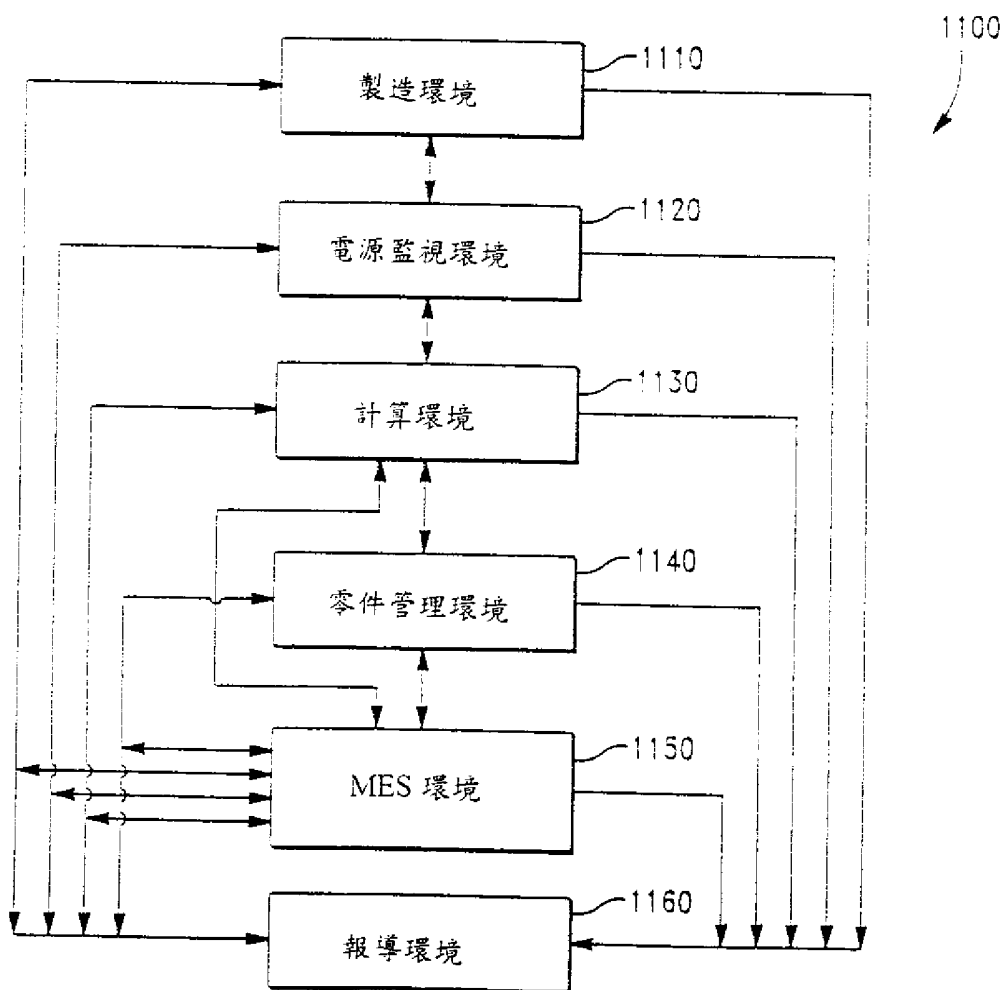
第 11 圖



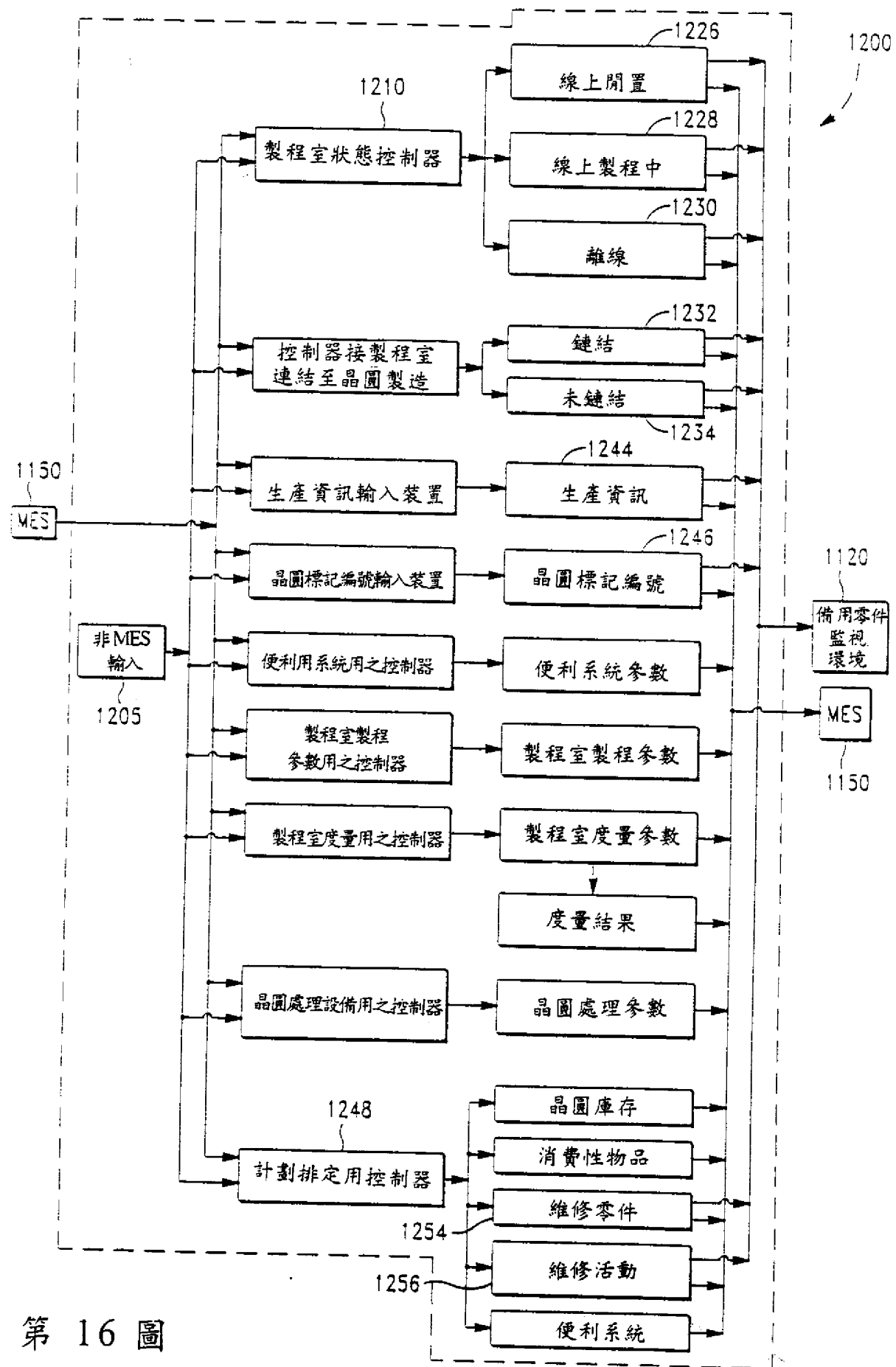
第 14 圖



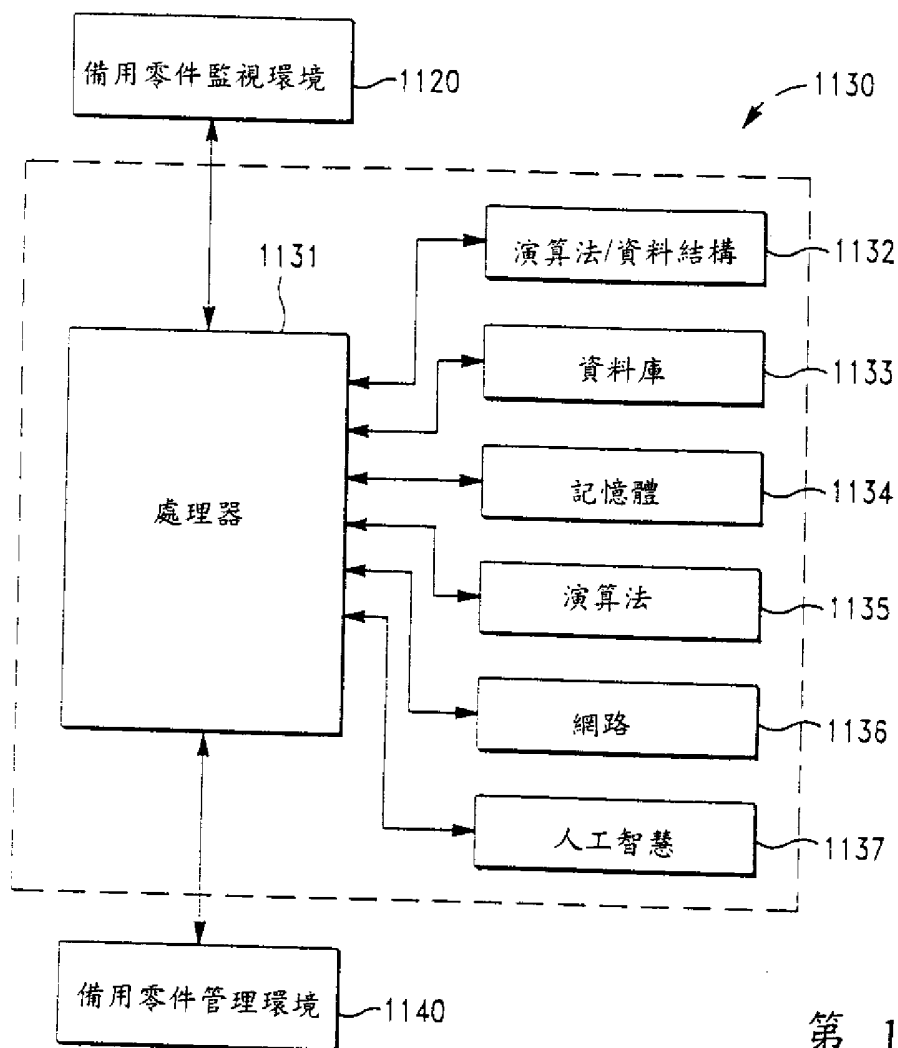
第 13 圖



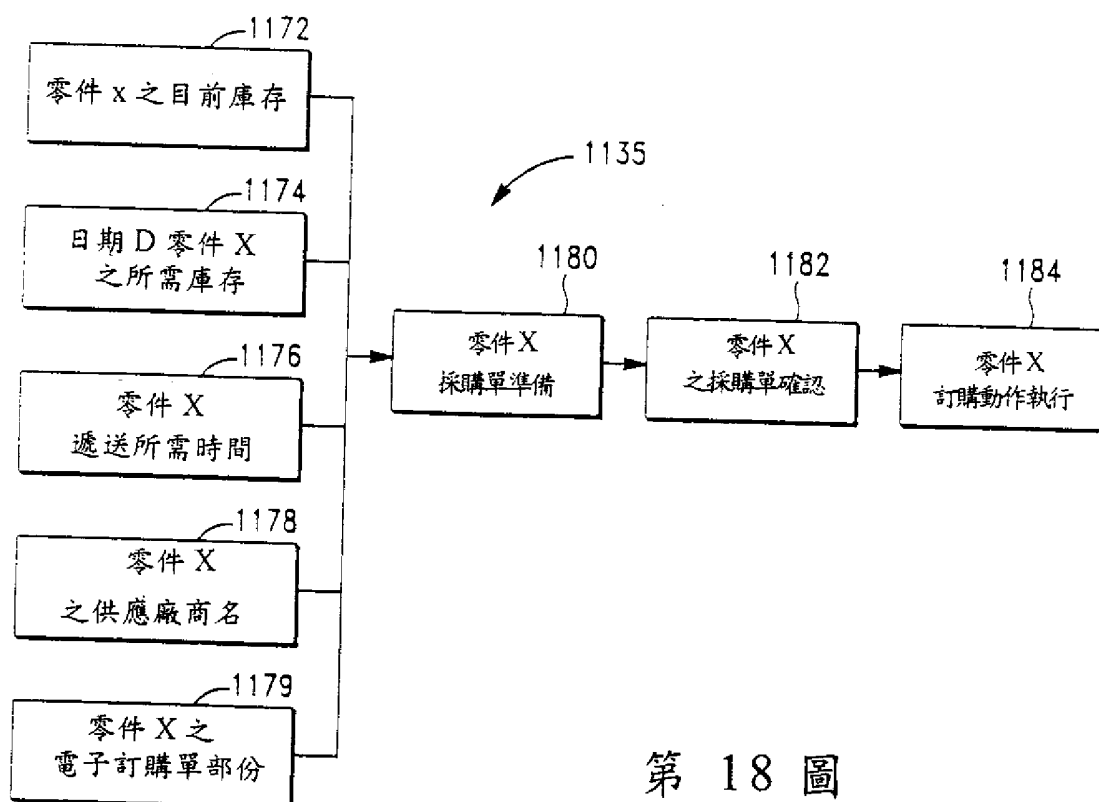
第 15 圖



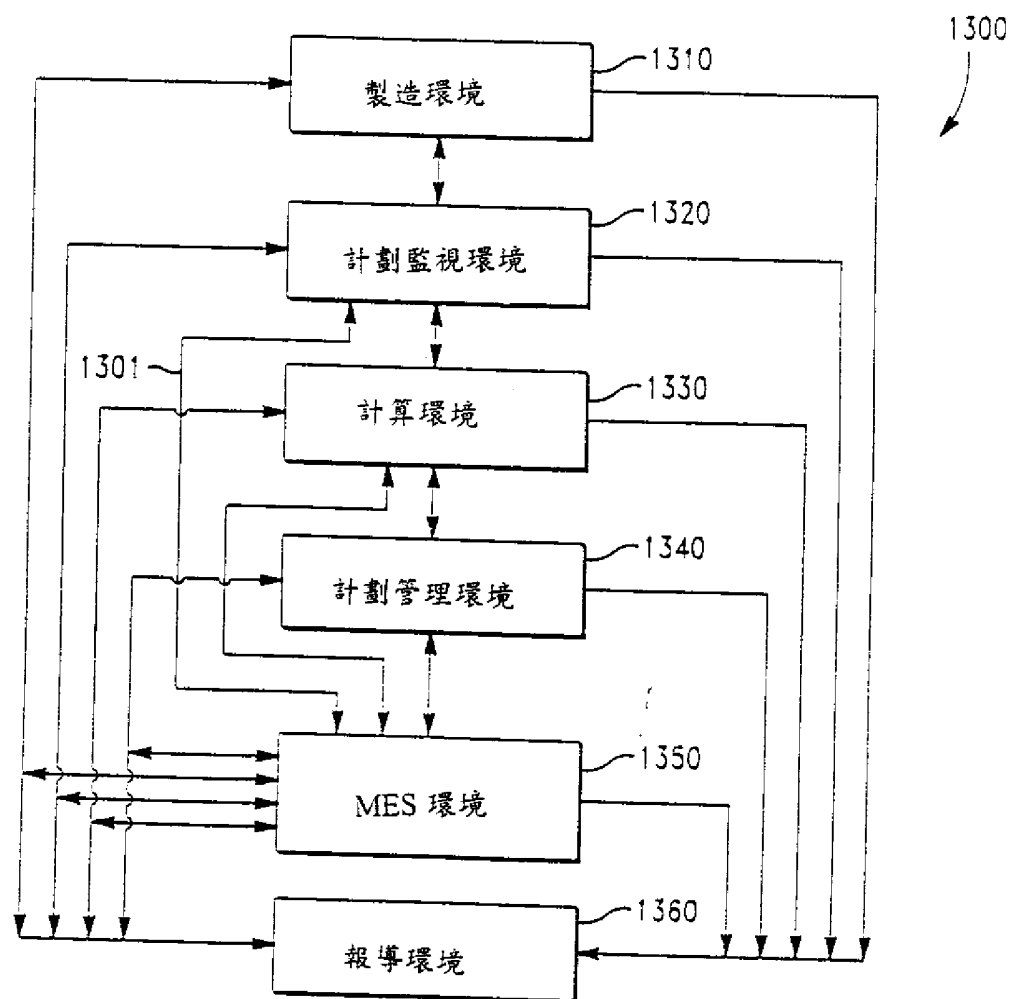
第 16 圖



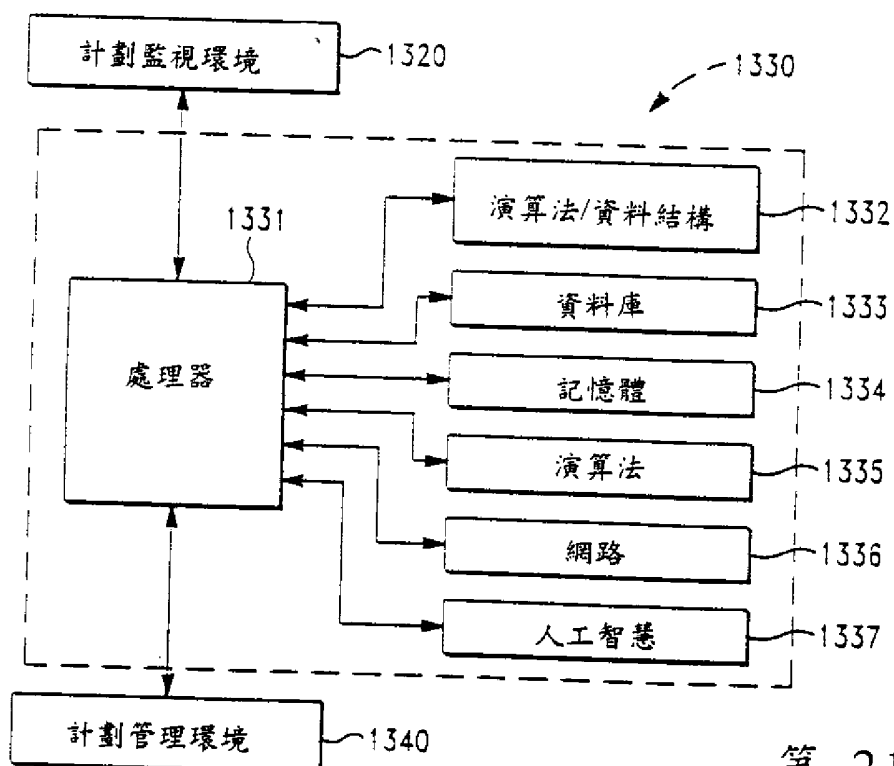
第 17 圖



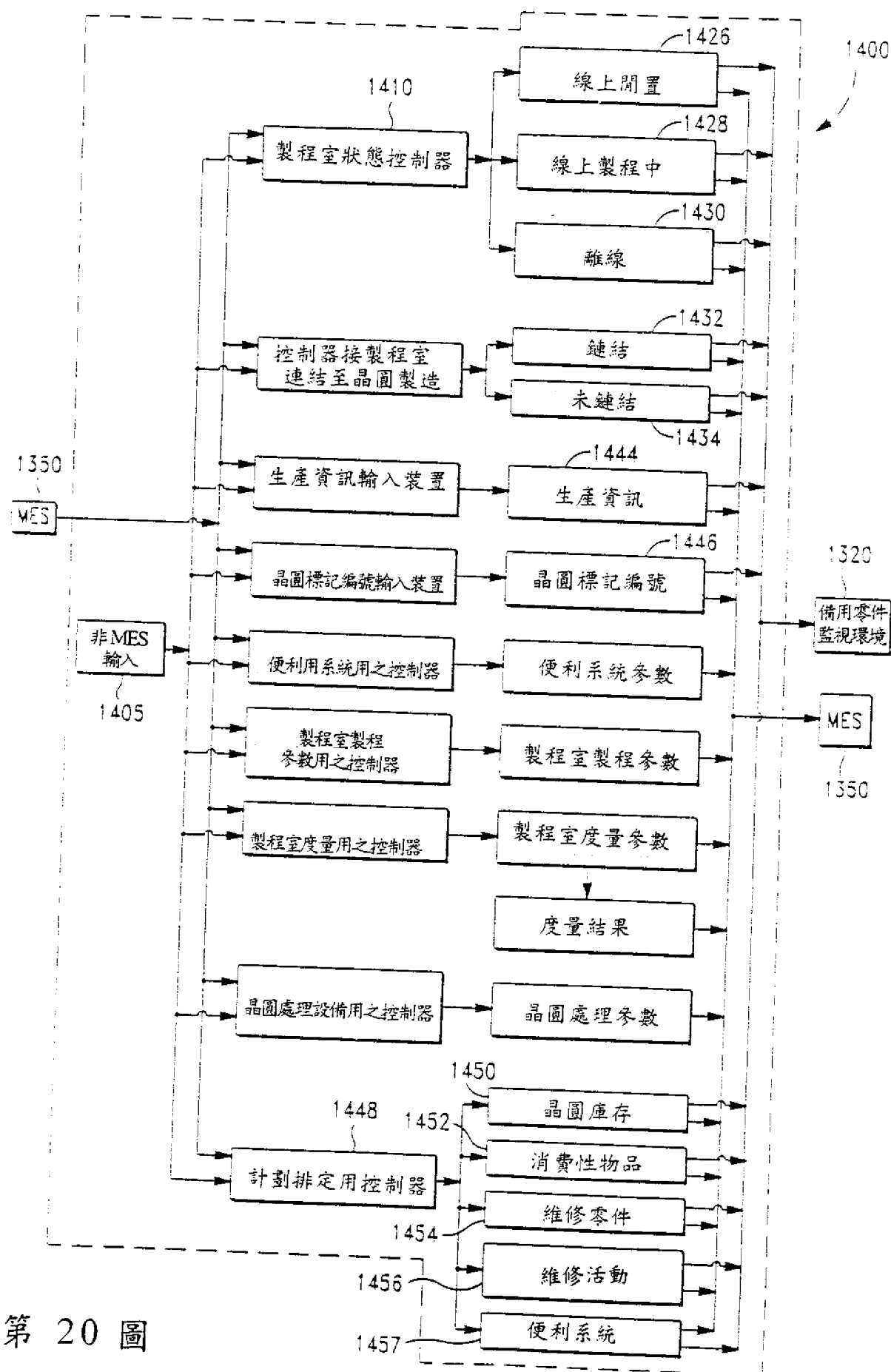
第 18 圖



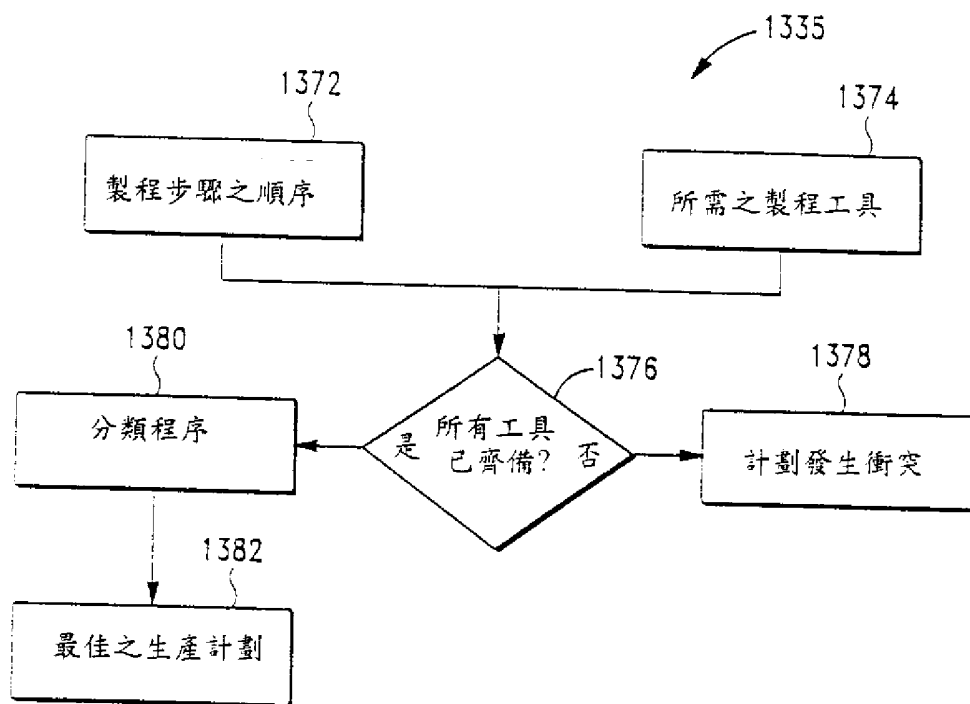
第 19 圖



第 21 圖



第 20 圖



第 22 圖