



(21)申請案號：100123491

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 04 日

(51)Int. Cl. : **H01J37/30 (2006.01)**
G01N1/32 (2006.01)

H01J37/302 (2006.01)

(30)優先權：2010/07/06 美國

61/361,536

(71)申請人：肯提克有限公司 (以色列) CAMTEK LTD. (IL)
以色列

(72)發明人：柏古斯拉維斯開 迪米崔 BOGUSLAVSKY, DIMITRY (IL)；史密斯 柯林 SMITH, COLIN (IL)

(74)代理人：劉光德

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：38 項 圖式數：15 共 68 頁

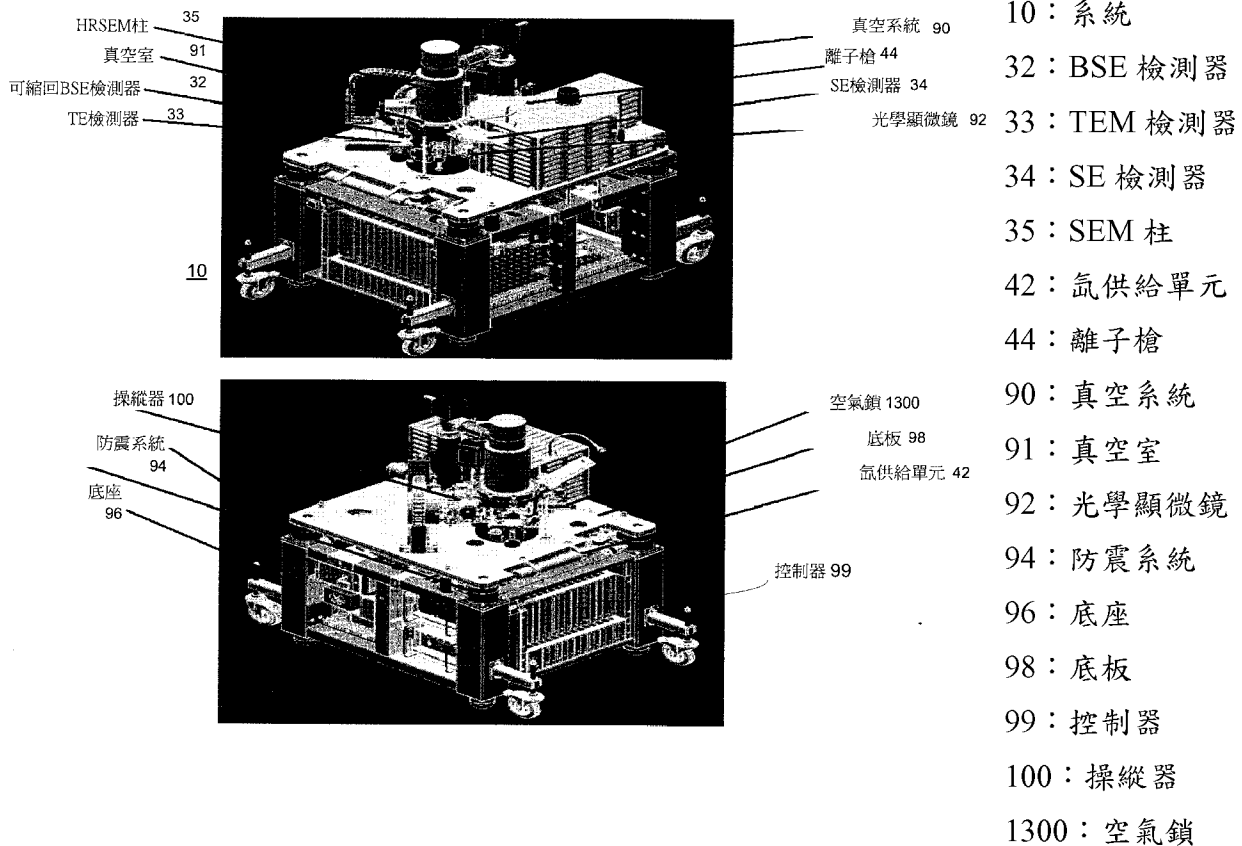
(54)名稱

用以製備樣品之方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR PREPARING A SAMPLE

(57)摘要

一種用於樣品的系統及方法，該方法可包括操縱一遮罩與一樣品從而使樣品的不同表面暴露於一離子減薄機。該操縱步驟可包括旋轉該遮罩與該樣品同時使該樣品與該遮罩的空間關係保持不變。





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201237916 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 16 日

(21)申請案號：100123491

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 04 日

(51)Int. Cl. : H01J37/30 (2006.01)

H01J37/302 (2006.01)

G01N1/32 (2006.01)

(30)優先權：2010/07/06 美國

61/361,536

(71)申請人：肯提克有限公司 (以色列) CAMTEK LTD. (IL)

以色列

(72)發明人：柏古斯拉維斯開 迪米崔 BOGUSLAVSKY, DIMITRY (IL) ; 史密斯 柯林 SMITH, COLIN (IL)

(74)代理人：劉光德

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：38 項 圖式數：15 共 68 頁

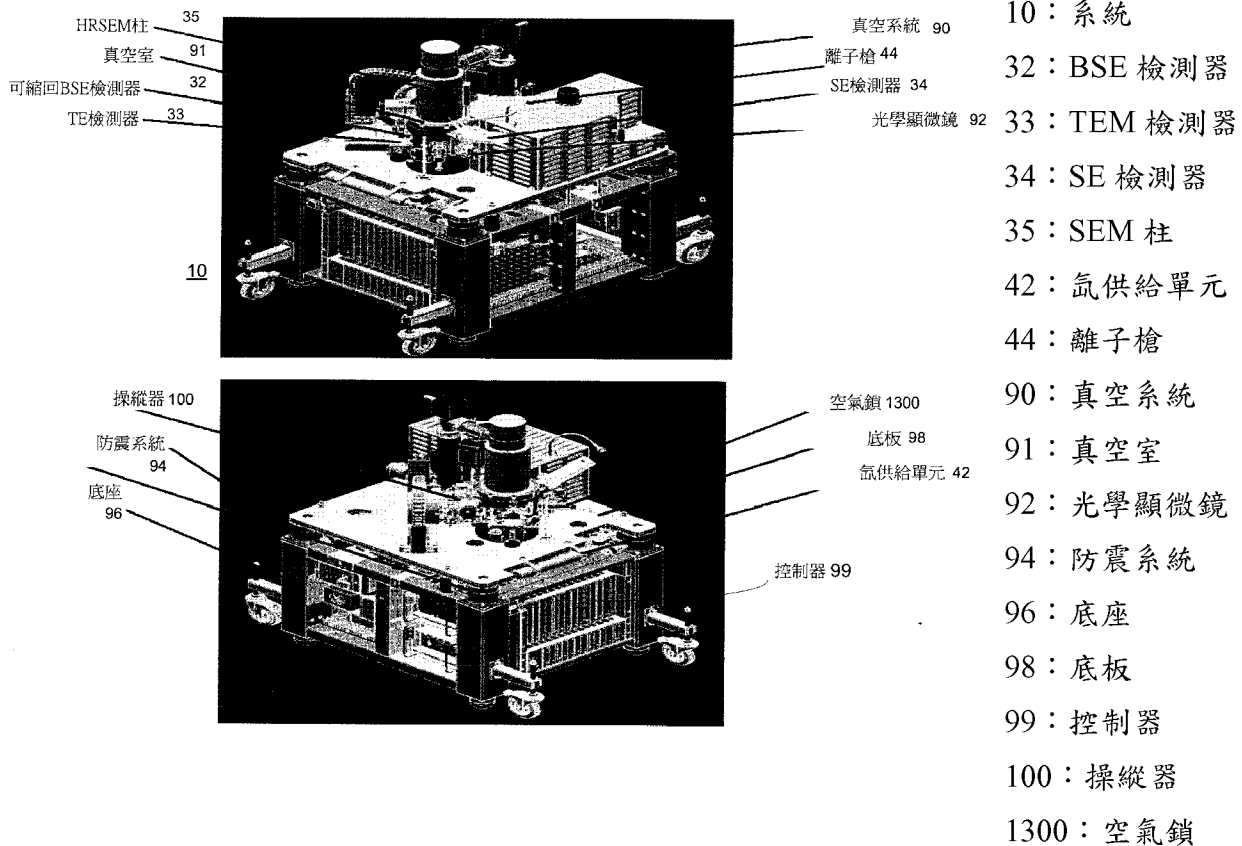
(54)名稱

用以製備樣品之方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR PREPARING A SAMPLE

(57)摘要

一種用於樣品的系統及方法，該方法可包括操縱一遮罩與一樣品從而使樣品的不同表面暴露於一離子減薄機。該操縱步驟可包括旋轉該遮罩與該樣品同時使該樣品與該遮罩的空間關係保持不變。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

相關申請案

本申請案主張申請於2010年7月6日之美國臨時專利序號：61/361,536的優先權，在此併入本文作為參考資料。

發明所屬之技術領域

本發明係有關於製備用於透射電子顯微鏡法(transmission electron microscopy)之樣品的方法及系統。

【先前技術】

發明背景

透射電子顯微鏡法(TEM)為一種以電子束透射穿過薄樣品而在它穿過時與該樣品相互作用的技術。可由透射穿過樣本之電子的相互作用形成高解析度的影像。薄樣品可具有史個奈米的厚度。

開始TEM樣品的製備可藉由：接收或製造連接至樣品夾元件(sample holder element)的樣品。在被離子銑削之前的樣品與樣品夾元件的組合稱作初始樣品。

該樣品夾元件比數微米還厚很多而且可用操縱器(manipulator)夾持。該樣品夾元件可膠黏或以其他方式連接至樣品。樣品的邊緣區或樣品邊緣區附近的區域可用機械方法減薄，然後用離子減薄機(ion miller)進一步減薄以提供對電子呈透明以及可用作TEM樣品的極薄區域。

第1圖圖示先前技術初始樣品21。初始樣品21包含樣品夾元件29與樣品28。樣品夾元件29的形狀被做成半圓。樣

品夾元件29的線性邊緣連接至樣品28的第一邊。減薄樣品28的上半部以提供以邊緣25結尾的預減薄區(pre-thinned area)21(2)。

預減薄區21(2)有深度(高度)21(7)與寬度21(3)。預減薄區21(2)包含涵蓋應內含於TEM樣品之目標21(5)的關注區域(area of interest)21(4)。

越來越有需要提供用以產生供透射電子顯微鏡法用之薄樣品的方法及系統。

【發明內容】

發明概要

根據本發明之一具體實施例，可提供一種用於製備樣品的方法。該方法可包括：

- a. 用一操縱器接收一遮罩及一初始樣品。
- b. 用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品於一成像裝置之前方使得該遮罩與該初始樣品之一邊緣區的第一面面對該成像裝置。
- c. 用該操縱器對齊該遮罩與該初始樣品使得該遮罩遮罩該初始樣品之該邊緣區的一遮罩部份同時保持該初始樣品之該邊緣區的一暴露部份不被遮罩。該對齊步驟可包括用該成像裝置來得到該遮罩及該初始樣品的影像。
- d. 用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品於一離子減薄機的前方使得該遮罩與該初始樣品之邊緣區的該第一面面對該離子減薄機同時不改變該遮罩與該初始

樣品的一空間關係。

- e. 用該離子減薄機銑削該初始樣品之該邊緣區的該暴露部份同時用該遮罩遮罩該遮罩部份，以提供一部份銑削樣品 (partially milled sample)。
- f. 用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品於該成像裝置的前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的第二面面對該成像裝置。該第二面與該第一面不同。該第一面與該第二面可為該邊緣區的相反兩面。
- g. 用該操縱器對齊該遮罩與該初始樣品使得該遮罩遮罩該部份銑削樣品之該邊緣區的一遮罩部份同時保持該部份銑削樣品之該邊緣區的一暴露部份不被遮罩。該對齊步驟可包括用該成像裝置來得到該遮罩及該部份銑削樣品的影像。
- h. 用該操縱器定位該遮罩及該部份銑削樣品於該離子減薄機的前方使得該遮罩與該部份銑削樣品之該邊緣區的該第二面面對該離子減薄機，同時不改變該遮罩與該部份銑削樣品的一空間關係。
- i. 用該離子減薄機銑削該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份同時用該遮罩遮罩該遮罩部份，以提供一銑削樣品。

定位該遮罩及該初始樣品於該離子減薄機前方的步驟可包含用該操縱器旋轉該遮罩與該初始樣品。

銑削該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份的步驟可包含在銑削期間用該成像裝置的一透射檢測器監測該銑

削樣品之該邊緣區的厚度。

該方法可包括基於在銑削該部份銑削樣品之該邊緣區期間得到的厚度反饋資訊來改變該遮罩與該部份銑削樣品的一空間關係。因此，可移動該遮罩以暴露該遮罩區中先前被遮罩的區域以便移除該先前遮罩區從而減薄該邊緣區至要求厚度。

該方法可包括基於在銑削該部份銑削樣品後得到的厚度反饋資訊來改變該遮罩與該部份銑削樣品的一空間關係。因此，可移動該遮罩以暴露該遮罩區中先前被遮罩的區域以便移除該先前遮罩區從而減薄該邊緣區至要求厚度。

該成像裝置光軸可正交於一銑削工具光軸。該操縱器可旋轉該遮罩與該初始樣品90度使得它們面對該離子減薄機。

該方法可包括：

- a. 用該操縱器定位該遮罩與該初始樣品使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的該第一面正交於該成像裝置之一光軸。
- b. 用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品於一離子減薄機的前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的該第一面正交於該離子減薄機之一光軸。
- c. 用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品於該成像裝置的前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的該第二面正交於該成像裝置之一光軸。以及
- d. 用該操縱器定位該遮罩及該部份銑削樣品於該離子減薄機的前方使得該遮罩與該部份銑削樣品之該邊

緣區的該第二面正交於該離子減薄機之一光軸。

該初始樣品之該邊緣區可具有至少一微米的厚度以及其中該銑削樣品之該邊緣區的厚度不超過50奈米。

該銑削步驟可包含銑削該樣品同時以該離子減薄機之該光軸為中心旋轉一銑削光束(milling beam)。

該方法可包括用離子銑削法(ion milling)移除該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份。

該方法可包括基於該部份銑削樣品之該邊緣區的厚度來中止該部份銑削樣品之該邊緣區的銑削。

該方法可包括用該成像裝置之一透射檢測器來監測該部份銑削樣品之該邊緣區的厚度。

該方法可包括將由該成像裝置之一透射檢測器輸出的一電流與電流值及厚度值之間的一預定義關係相比較。

該方法可包括：

- a. 用該操縱器定位該遮罩及該銑削樣品於該成像裝置之前方使得該遮罩與該銑削樣品之一邊緣區的第一面面對該成像裝置。
- b. 用該操縱器對齊該遮罩與該銑削樣品使得該遮罩遮罩該銑削樣品之該邊緣區的一遮罩部份同時保持該銑削樣品之該邊緣區的一暴露部份不被遮罩。該對齊步驟可包括用該成像裝置來得到該遮罩及該銑削樣品的影像。
- c. 用該操縱器定位該遮罩及該銑削樣品於該離子減薄機之前方使得該遮罩與該銑削樣品之該邊緣區的該

第一面面對該離子減薄機；同時不改變該遮罩與該銑削樣品的一空間關係。

- d. 用該離子減薄機銑削該銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份同時用該遮罩遮罩該遮罩部份，以提供另一銑削樣品。

得到影像可由一成像裝置來執行，該成像裝置為光學裝置、掃描電子顯微鏡、或光學裝置與掃描電子顯微鏡的組合。

該方法可包括用一背向散射電子檢測器(backscattered electron detector)監測該初始樣品之銑削的進展；以及用一透射檢測器監測該部份銑削樣品之銑削的完成。

該方法可包括在該部份銑削樣品之該邊緣區到達所欲厚度時，自動中止該部份銑削樣品的銑削。

根據本發明之一具體實施例，提供一種樣品製備系統，它可包含一操縱器、一成像裝置；以及一離子減薄機。

- a. 可將該操縱器配置成能：

1. 接收一遮罩與一初始樣品。
2. 定位該遮罩與該初始樣品於一成像裝置之前方使得該遮罩與該初始樣品之一邊緣區的第一面面對該成像裝置。
3. 參與該遮罩與該初始樣品的對齊使得該遮罩遮罩該初始樣品之該邊緣區的一遮罩部份同時保持該初始樣品之該邊緣區的一暴露部份不被遮罩。該操縱器在定位該遮罩與該初始樣品於要求位置時參

與對齊過程(alignment process)。該對齊過程可進一步要求擷取該遮罩與該初始樣品的影像，處理該等影像以及(由操作員、由控制器，手動或自動)提供命令給該操縱器。

4. 定位該遮罩與該初始樣品於一離子減薄機之前方使得該遮罩與該初始樣品之邊緣區的該第一面面對該離子減薄機；同時不改變該遮罩與該初始樣品的一空間關係。
 - b. 可將該離子減薄機配置成能銑削該初始樣品之該邊緣區的該暴露部份同時用該遮罩遮罩該遮罩部份，以提供一部份銑削樣品。
 - c. 更將該操縱器配置成能：
 1. 定位該遮罩與該初始樣品於該成像裝置之前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的第二面面對該成像裝置；其中該第二面與該第一面不同。
 2. 參與該遮罩與該部份銑削樣品的對齊使得該遮罩遮罩該部份銑削樣品之該邊緣區的一遮罩部份同時保持該部份銑削樣品之該邊緣區的一暴露部份不被遮罩。該操縱器在定位該遮罩與該部份銑削樣品於要求位置時參與對齊過程。該對齊過程可進一步要求擷取該遮罩及該部份銑削樣品的影像，處理該等影像以及(由操作員、由控制器，手動或自動)提供命令給該操縱器。
 3. 定位該遮罩及該部份銑削樣品於該離子減薄機之前

方使得該遮罩與該部份銑削樣品之該邊緣區的該第二面面對該離子減薄機，同時不改變該遮罩與該部份銑削樣品的一空間關係。

d. 可將該離子減薄機進一步設計成能銑削該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份同時用該遮罩遮罩該遮罩部份，以提供一銑削樣品。

e. 可將該成像裝置配置成能：

1. 在對齊該遮罩與該初始樣品的期間，得到該遮罩及該初始樣品的影像。

2. 在對齊該遮罩與該部份銑削樣品的期間，得到該該遮罩及該部份銑削樣品的影像。

該成像裝置可為光學裝置、掃描電子顯微鏡或彼等之組合。

可將該系統操縱器配置成能旋轉該遮罩與該初始樣品直到該遮罩與該初始樣品面對該離子減薄機。

該成像系統可包含一透射檢測器，可將該透射檢測器配置成，在銑削該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份期間，可提供表示該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份之厚度的檢測訊號。

可將該操縱器配置成能基於在銑削該部份銑削樣品之該邊緣區期間得到的厚度反饋資訊來改變該遮罩與該部份銑削樣品的一空間關係。

該系統可包含其中可將該操縱器配置成能基於在銑削該部份銑削樣品後得到的厚度反饋資訊來改變該遮罩與該

部份銑削樣品之一空間關係。

該成像裝置光軸可正交於一銑削工具光軸；以及其中可將該操縱器配置成能旋轉該遮罩與該初始樣品直到該遮罩與該初始樣品面對該離子減薄機。

可將該操縱器配置成能：

- a. 定位該遮罩與該初始樣品使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的該第一面正交於該成像裝置之一光軸。
- b. 定位該遮罩與該初始樣品於一離子減薄機之前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的該第一面正交於該離子減薄機之一光軸。
- c. 定位該遮罩與該初始樣品於該成像裝置之前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的該第二面正交於該成像裝置之一光軸。
- d. 定位該遮罩及該部份銑削樣品於該離子減薄機之前方使得該遮罩與該部份銑削樣品之該邊緣區的該第二面正交於該離子減薄機之一光軸。

該初始樣品之該邊緣區可具有至少一微米的厚度以及其中可將該系統配置成能銑削該銑削樣品之該邊緣區直到該銑削樣品之該邊緣區的厚度不超過50奈米。

可將該離子減薄機配置成可在以該離子減薄機之該光軸為中心旋轉一銑削光束時銑削。

可將該離子減薄機配置成可移除該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份。

該系統可包含一控制器，可將該控制器配置成可基於

該部份銑削樣品之該邊緣區的厚度來中止該部份銑削樣品之該邊緣區的銑削。

該系統可包含一透射檢測器，可將該透射檢測器配置成可協助監測該部份銑削樣品之該邊緣區的厚度。該透射檢測器能協助該監測係藉由提供表示該樣品邊緣區之厚度的檢測訊號。該等檢測訊號代表已知厚度從而可加以處理以檢測邊緣區的實際厚度。

該系統可包含一控制器，可將該控制器配置成能將由該成像裝置之該透射檢測器輸出的一電流與電流值及厚度值之間的一預定義關係相比較。

該系統可包含經配置成可參與監測銑削該初始樣品之進展的一背向散射電子檢測器；以及經配置成能協助監測銑削該部份銑削樣品之完成的一透射檢測器。

該系統可包含一控制器，可將該控制器配置成能在該部份銑削樣品之該邊緣區到達所欲厚度時，自動中止該部份銑削樣品的銑削。

可將該離子減薄機進一步配置成在該遮罩部份正被該遮罩遮罩時，能銑削該銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份，以提供另一銑削樣品。

可將該操縱器進一步配置成能：

- a. 定位該遮罩與該銑削樣品於該成像裝置之前方使得該遮罩與該銑削樣品之一邊緣區的第一面面對該成像裝置。
- b. 參與該遮罩與該銑削樣品的對齊使得該遮罩遮罩該

銑削樣品之該邊緣區的該遮罩部份同時保持該銑削樣品之該邊緣區的一暴露部份不被遮罩。

- c. 定位該遮罩與該銑削樣品於該離子減薄機之前方使得該遮罩與該銑削樣品之該邊緣區的該第一面面對該離子減薄機；同時不改變該遮罩與該銑削樣品的一空間關係。

圖式簡單說明

以下參考附圖以實例描述本發明的其他細節、方面及具體實施例。圖中類似或功能相同的元件用相同的元件符號表示。本文是以為使描述簡潔清楚為目的來繪製附圖的元件而且不一定是按比例畫出。

第1圖圖示先前技術的初始樣品；

第2圖根據本發明之一具體實施例圖示在對齊階段期間的一部份系統；

第3圖根據本發明之一具體實施例圖示在第一銑削順序期間的一部份系統；

第4圖根據本發明之一具體實施例在第二銑削順序期間的一部份系統；

第5圖根據本發明之一具體實施例圖示一銑削樣品；

第6圖根據本發明之一具體實施例圖示一操縱器；

第7圖根據本發明之一具體實施例圖示樣品夾、初始樣品與操縱器之一部份；

第8圖根據本發明之一具體實施例圖示一樣品夾；

第9圖圖示各種結構元件以及操縱器引擎131；

第10圖根據本發明之一具體實施例圖示一系統；

第11A圖至第11D圖根據本發明的各種具體實施例圖示系統之一部份；

第12圖根據本發明之一具體實施例圖示一離子減薄機；

第13A至13D圖根據本發明的各種具體實施例圖示空氣鎖總成；

第14圖根據本發明之一具體實施例圖示一方法；以及

第15圖根據本發明之一具體實施例圖示一方法。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

由以下結合附圖的詳細說明可更加明白本發明以上及其他的目標、特徵及優點。附圖中，類似的元件用相同的元件符號表示。

由於本發明的圖示具體實施例大部份可用熟諳此藝者所習知的電子組件及電路來實作，因此將以不超過吾等認為可了解及明白本發明基本概念所須的程度來解釋細節以便不會混淆或轉移本發明的教導。

術語邊緣區可能具有它的正規意思。它可被解釋成為緊接至邊緣或以邊緣為界限的區域。樣品的邊緣區可緊接至樣品的邊緣或以該邊緣為界限。它可包含一目標。樣品的邊緣區可用離子銑削法減薄以形成TEM樣品。邊緣區的厚度在銑削後可低於51奈米。它的寬度及長度可超過一或更多微米，但是可提供其他的尺寸。該邊緣區被圖示成矩形，然而這並非必然可具有其他的形狀。

根據本發明之一具體實施例，提供一種方法。該方法可包括：

- a. 產生或接受一遮罩。該遮罩可用微劈裂製程 (micro-cleaving process) 製成以提供高度準確的遮罩。
- b. 接受或產生厚度(在其邊緣)有數微米的一初始樣品。請參考在第1圖提及的實施例，該初始樣品的厚度為預減薄區21(2)的厚度。
- c. 提供該遮罩及該初始樣品給一操縱器。請參考在第1圖提及的實施例，該操縱器係夾持樣品夾元件29。
- d. 用一操縱器對齊該遮罩與該初始樣品以及用掃描電子顯微鏡、光學顯微鏡或彼等之組合查看對齊過程。該對齊過程可包括使該遮罩與該初始樣品中之一或更多沿著一或更多軸線移動直到實現想要的空間關係。例如，該對齊可包括定位該遮罩與該初始樣品直到它們相互平行以及該遮罩只揭露該初始樣品中應被移除的部份。請參考第1圖的初始樣品，可將該遮罩定位成該遮罩的邊緣區會與邊緣25平行(沿著X軸)以及它會遮罩該預減薄區的一半多一點。距離預減薄影像之一半的微小偏差約為TEM樣品預期寬度的一半。TEM樣品可具有與預減薄區相同的深度。替換地，在銑削之前至少部份移除第1圖的遮罩元件。
- e. 以一軸線為中心旋轉該遮罩與該初始樣品同時保持對齊使得該遮罩及初始樣品面對一離子減薄機。該遮罩與該初始樣品面對該離子減薄機的意義在於將它

們定位於該離子減薄機的視場中。彼等可正交於該離子減薄機的光軸，但是對於光軸的角度可以不等於90度。如果該離子減薄機在銑削加工期間改變照明角度，可將該離子減薄機的光軸定義成為不同銑削角度的函數。例如，該光軸可為不同銑削角度的平均值。

- f. 進行第一銑削順序，其係包括用該離子減薄機銑削該初始樣品之該邊緣區的暴露部份，該離子減薄機可用雙偏轉技術(dual deflection technique)銑削同時用掃描電子顯微鏡觀察銑削。
- g. 改變該遮罩與該部份銑削樣品的空間關係(用該操縱器)以便該部份銑削樣品之該邊緣區的另一面暴露於該離子減薄機。
- h. 利用該操縱器以及該掃描電子顯微鏡與該光學顯微鏡中之至少一來對齊該遮罩與該部份銑削樣品。該遮罩經對齊成可使該部份銑削樣品的另一面暴露於離子銑削法，以及對齊可包括用該操縱器移動該遮罩及/或該初始樣品。
- i. 進行第二銑削順序，其係包括用該離子減薄機銑削該部份銑削樣品之該邊緣區的該另一部份(此時已暴露)同時用該掃描電子顯微鏡觀察銑削直到到達想要的厚度。

該系統在整個銑削加工期間可連續地以及時模式查看該樣品以及可以全自動地控制加工準確度、品質及終止。

請參考第2圖至第4圖與第10圖，系統10可包含：

- a. 一操縱器100，操縱器100可包含在不同平台的多個操縱元件。
- b. 一成像裝置，例如掃描電子顯微鏡(SEM)。該SEM可包含，例如，物鏡30、BSE檢測器32、SE檢測器34、TEM檢測器33以及電子源，電子光件以及可內含於SEM柱35的其他組件。
- c. 一離子減薄機40。
- d. 一控制器(在第10圖以99表示)，其係控制系統中的不同組件。

系統10也可包含真空系統90、真空室91、光學顯微鏡92、防震系統94、底座96、空氣鎖(air lock)1300、以及底板98。離子束單元40可包含各種組件(有些圖示於第10圖及第12圖)，例如氙供給單元(Xe supply unit)42與離子槍44。

系統10可產生或接收遮罩50。該遮罩可用微劈裂法製成以提供高度準確的遮罩。如果該系統產生遮罩50，則它包含微劈裂單元(未圖示)。

第6圖圖示操縱器100與空氣鎖1300的進給桿(feeding rod)1305之一部份。

操縱器100包含在主旋轉平台130上的兩個獨立子單元110、120。

第二子單元120可操縱樣品及遮罩以及可具有X、Y、Z及 θ 平台。在第6圖，該等平台的元件符號為：X平台100(1)、Y平台100(2)、Z平台100(3)及 θ 平台100(5)。

第一子單元110可操縱樣品，它可改變遮罩與樣品的空

間關係，例如藉由以相關於第二子單元120所引進之任何運動的方式來移動該遮罩。應注意，可用子單元移動遮罩與樣品中之任一，各個可對於另一個移動而且不共用平台，例如旋轉平台130。

第一子單元110可具有X、Y、Z及 θ 平台。在第6圖及第9圖中之任一中，該等平台的元件符號如下：X平台100(11)、Y平台(未圖示)、Z平台100(9)、以及 θ 平台100(8)。

第二子單元120可操縱該遮罩以及也可操縱技術配件，例如遮罩、校準板、開口、沉積目標、等等。

第一子單元110可由樣品夾(也被稱作穿梭機構(shuttle)103)接受樣品或技術配件。可轉移穿梭機構103直到它在樣品角度平台100(8)上就定位。

該等平台係連接於結構元件之間，例如以元件符號101(1)-101(5)表示的板、樑、軌道、基準線及其類似者。

第7圖更詳細地圖示被穿梭機構103夾持被遮罩50遮罩的初始樣品21。第7圖也圖示安置於初始樣品21上方的固定開口遮罩(fixed aperture mask)111。該離子束應穿過固定開口遮罩111的開口。固定開口遮罩111防止由離子銑削造成的附帶損傷。它是對於初始樣品21呈固定。第7圖也圖示在初始樣品加上(或減去)鎖定負荷時可支承初始樣品21的元件333。第7圖圖示在取得初始樣品21及放在穿梭機構103上之後的元件333。

第8圖圖示包含兩個相互垂直鴿尾物(dove-tail)1031、1032的穿梭機構103。穿梭機構103也包含兩個隔開的塊體

1033及1034，其係夾持樣品21於兩者之間的狹窄空間。第9圖圖示各種結構元件與操縱器引擎131。

請參考第2圖，使用檢測器32及/或檢測器34的掃描電子顯微鏡係用來監測初始樣品21與遮罩50的對齊過程。

該對齊過程可包括對齊遮罩50與初始樣品21使得(a)它們相互平行(兩者可呈水平)或以任何其他方式安置，以及(b)遮罩50的邊緣區直接放在代表在初始樣品21在第一銑削順序期間被銑削後之想要銑削邊緣的虛線上。此虛線可位在離銑削樣品21中心點數奈米處。點線55圖示在對齊過程結束時呈水平的遮罩50。遮罩50邊緣53在初始樣品21邊緣25上的軌跡與初始樣品31中心22的距離(D 23)有數奈米。它約等於銑削樣品的最終厚度的一半。

該對齊過程的目的是保證一旦安置遮罩於離子減薄機、初始樣品21之間，它(該遮罩)會防止離子減薄機銑削初始樣品的預定義遮罩部份同時允許離子減薄機銑削初始樣品的預定義暴露部份。

一旦對齊過程結束，遮罩50與初始樣品21會運動(例如，旋轉)。旋轉可由主旋轉平台130來執行以及以一軸線(例如，X軸)為中心，同時保持遮罩50與初始樣品21的空間關係不改變。在遮罩50與初始樣品21面對離子減薄機40後，即可中止該運動(旋轉)。

離子減薄機40進行第一銑削順序，這可包括用雙偏轉技術銑削初始樣品21之邊緣區的暴露部份同時用該掃描電子顯微鏡觀察銑削(使用檢測器32及/或檢測器34)。該銑削

可進一步減薄在初始樣品21中之一面上的預減薄區以提供部份銑削樣品(第4圖中以元件符號21'表示)的銑削面(第4圖中以元件符號24表示)。離子束42在X-Y平面內可偏轉，但不一定要如此。

在銑削初始樣品的一面(以提供部份銑削樣品21')後，操縱器100改變遮罩50與部份銑削樣品21'的空間關係以便使部份銑削樣品21'之邊緣區的另一面暴露於離子減薄機40。這可包括用樣品旋轉平台100(8)使部份銑削樣品21'繞著它的軸線(112)旋轉，而且也可包括改變遮罩50的高度。

根據本發明之一具體實施例，控制空間關係的改變是在對齊過程期間，此時成像系統已取得該遮罩及該部份銑削樣品的影像以確保得到想要的對齊。對齊之前可藉由使該遮罩及該部份銑削樣品運動(例如，旋轉)直到它們面對成像系統，然後進行對齊以及使該遮罩及該部份銑削樣品運動(例如，旋轉)直到它們面對離子減薄機。

在改變空間關係後，離子減薄機40進行第二銑削順序，其係包括銑削部份銑削樣品21'之邊緣區的另一部份(此時已暴露)同時用該掃描電子顯微鏡觀察銑削以及用TEM或STEM檢測器33(視需要，在部份銑削樣品開始對於電子呈部份透明時)，直到到達所欲厚度。TEM檢測器33指示銑削樣品的厚度到達所欲厚度時，可自動中止銑削加工。

系統10可包含可縮回BSE檢測器、SE檢測器或彼等之組合。在以高濺鍍速率(sputtering rate)初始離子銑削期間，樣品的查看可用在第2圖圖示成位在物鏡30之極片(pole

piece)下面的可縮回BSE檢測器32來實現。

為了在樣品對於入射一次電子尚未透明的離子銑削中間階段時得到高解析度影像，可使用SE檢測器34與BSE檢測器32的組合。

為了在樣品對於一次電子變透明的離子銑削最終階段時得到高解析度影像，使用透射(TE)檢測。可由操作員用上述3個檢測器(SE、BSE及TE)的組合來進行樣品對齊過程的目標識別。

判定銑削樣品21”的最終厚度可藉由測量來自透射(TE)檢測器33的輸出電流。對於不同樣品材料成分的預定義分析條件，計算輸出電流相對於樣品厚度的校準曲線。第11圖圖示此曲線的實施例。該等曲線為檢測器資料的額外輸出以自動終止銑削加工。會提供等厚圖(thickness map)與完成的TEM樣品。

SE檢測器34可為艾弗哈特－索恩利(Everhart-Thornley)型檢測器，其係包含閃爍器(scintillator)與光倍增管(photo-multiplier)的組合。SE檢測器34可裝在系統室的側壁上。SE檢測器34可以電流模式操作。在離子銑削期間，用保護遮板(protective shutter)35保護SE檢測器34。第2圖圖示位於物鏡30右側的SE檢測器34，但不一定要如此。

BSE檢測器32可為固態半導體檢測器，它可位在物鏡30的極片下以允許它縮回以便在需要極短的工作距離時得到高解析度觀察模式。BSE檢測器32可以電流模式操作。在離子銑削期間為了觀察樣品表面，可使用BSE檢測器32。

TE檢測器33可包含彼此電氣隔離的3個獨立部件。被稱作第一明場TE檢測器33(1)的第一部件可為位於在樣品下面之顯微鏡主軸上的圓盤。其係專用於檢測以小角度散射的透射電子。被稱作第二明場TE檢測器33(2)的第二部件為與第一明場TE檢測器共軸的圓環。其係專用於檢測以大於第一明場TE檢測器的小角度散射的透射電子。被稱作暗場TE檢測器33(3)的第三部件為與第二明場TE檢測器共軸的圓環。其係專用於檢測以相對大角度散射的透射電子。這3個TE檢測器部件皆可為可具有約等於1之原子數解析度(atomic number resolution)以及在電流模式下可運作的固態半導體檢測器。在離子銑削期間，在樣品21下面的顯微鏡主軸上，TE檢測器33可用位於其上的保護遮板法拉第杯(protective shutter Faraday cup)保護。其係專用於測量電子探針電流(electron probe current)以便提供TE-檢測器的後續校準供處理後樣品的厚度測量用。

應注意，檢測器的數目、彼等的位置、檢測器的類型及每個檢測器的部件數(及其大小與形狀)可不同於以上所圖示的實施例。

第11A圖至第11C圖根據本發明的各種具體實施例圖示操縱器100。第11A圖為操縱器100的前視圖，第11B圖為操縱器100的上視圖，第11C圖為操縱器100的側視圖，以及第11D圖為操縱器100的立體視圖，全都根據本發明之一具體實施例。

操縱器100包含均位於主旋轉平台130上的兩個獨立子

單元110、120。旋轉平台130由引擎130(1)至130(4)隔開及供電。

第二子單元120可操縱樣品與遮罩以及可具有X、Y、Z及 θ 平台。在第6圖，該等平台的元件符號如下：X平台100(1)、Y平台100(2)、Z平台100(3)、及 θ 平台100(5)。

第一子單元110可操縱樣品，它可改變遮罩與樣品的空間關係，例如藉由以相關於第二子單元120所引進之任何運動的方式來移動該遮罩。應注意，可用子單元移動遮罩與樣品中之任一，各個可對於另一個移動而且不共用平台，例如旋轉平台130。

第一子單元110可具有X、Y、Z及 θ 平台。在第6圖及第9圖中之任一中，該等平台的元件符號如下：X平台100(11)、Y平台(未圖示)、Z平台100(9)、以及 θ 平台100(8)。

第二子單元120可操縱遮罩以及也可操縱技術配件，例如遮罩、校準板、開口、沉積目標、等等。

第一子單元110可由樣品夾(也被稱作穿梭機構103)接受樣品或技術配件。可轉移穿梭機構103直到它在樣品角度平台100(8)上就定位。

該等平台係連接於結構元件之間，例如以元件符號101(1)-101(5)表示的板、樑、軌道、基準線及其類似者。

請參考第12圖，離子減薄機40(也被稱作離子濺鍍系統)可具有以下性能及自由度：

- a. 範圍寬廣的離子能量控制以允許快速的塊材移除以強化製程與溫和的銑削模式以提供處理後樣品有最

高程度的最終品質。

- b. 對於短加工持續時間有高離子流密度。
- c. 控制離子束橫截面的離子流均勻度以提供樣品的均勻處理。
- d. 對於樣品表面有可變的離子束入射角以避免樣品表面的選擇性銑削。
- e. 控制離子束的形狀及大小以提供各種應用與技術模式。
- f. 脈衝化離子束用以均勻地處理樣品。
- g. 準確地定位離子束以提供樣品處理的特定區域。
- h. 離子束以正交方向掃描用以均勻地處理樣品。
- i. 繞著關注區域同心地旋轉離子束用以均勻地處理樣品。

離子減薄機40可包含：

- a. 雙電漿離子源(Duo-plasmatron ion source)以點燃電漿。
- b. 離子束形成模組以提取及收集電漿的氬離子束。
- c. 最終光件以取保及導引離子束至處理後樣品。
- d. 氬氣供給系統以提供有恆定及指定壓力的氣體自動輸送。
- e. 洩露閥(leak-valve)，其係提供以計量數量自動供給進入離子源的氣體供點燃電漿及形成離子束用。
- f. 電子裝置及電源供給以提供離子濺鍍系統的自動控制。

第12圖圖示包含離子束源總成40(1)、非電離粒子供給總成40(2)、離子束提取器總成40(3)、離子束聚焦總成40(4)、離子束偏轉子總成40(5)、離子束第一偏轉總成40(6)及離子束第二偏轉總成40(7)的離子減薄機40。

離子束源總成40(1)由非電離粒子供給總成40(2)供給，以及離子束提取器總成40(3)輸出沿著離子減薄機之光軸41傳播的離子束。離子束聚焦總成40(4)聚集離子束以及饋送聚焦後的離子束至離子束第一偏轉總成40(6)用以旋轉該離子束以及沿著與離子減薄機之光軸隔開的方向引導它以提供經偏轉及旋轉的離子束41(2)。離子束第二偏轉總成40(7)引導旋轉的離子束至光軸，同時保持離子束41(3)的旋轉。該旋轉恆定地改變銑削角度以及提供更平滑的銑削樣品。

美國專利申請案公開序號2008/0078750A1，標題為“工件的有向多次偏轉離子束銑削及其延伸區的測定與控制”有提供離子減薄機的非限定性實施例，此文獻併入本文作為參考資料。

請參考第13A圖至第13D圖，該系統有空氣鎖1300。第13A圖根據本發明之一具體實施例圖示空氣鎖1300的示意橫截面與真空室91的牆體91(1)。

第13B圖的上視圖根據本發明之一具體實施例圖示空氣鎖1300、真空室91及操縱器100。第13B圖圖示在由進給桿支撐的樣品進入真空室91之前的空氣鎖。

第13C圖的橫截面圖根據本發明之一具體實施例圖示空氣鎖1300、真空室91及操縱器100。第13C圖圖示在由進給桿支撐的樣品進入真空室91之前的空氣鎖。

第13D圖的橫截面圖根據本發明之一具體實施例圖示空氣鎖1300、真空室91及操縱器100。第13D圖圖示在由進給桿支撐的樣品在真空室91中定位時的空氣鎖。

空氣鎖1300的功能是在真空室91不通氣下，允許真空室(在第10圖以元件符號91表示)裝入及卸下許多樣品及技術配件，例如遮罩、校準板、開口、沉積目標等等。

空氣鎖1300包含：

- a. 有主殼1330上之滑動密封蓋1320的裝載孔口1310用以裝卸樣品及技術配件於饋送系統(以及於包圍操縱器的真空室)。
- b. 包含進給桿1305的饋送系統，該進給桿1305在空氣鎖不額外通氣下，允許裝入3至5個樣品及技術配件(例如，遮罩、校準板、開口、沉積目標等等)於真空室。進給桿的介面部件(鼓輪)應有許多鴿尾物供攜載樣品或技術配件的標準穿梭機構裝上它。進給桿1305可繞著軸線旋轉以及用手動或馬達可使它運動。
- c. 截止閥(shut-off valve)1350，其係在裝卸樣品及技術配件於饋送系統期間防止真空室通氣。

空氣鎖1300緊鄰真空室91之牆體91(1)的孔口使得在截止閥1350打開時，進給桿1305可進入真空室91，特別是真空室91的內部空間91(2)。在進給桿1305進入真空室之前，使空氣鎖1300真空，特別是裝載孔口(空間)。當截止閥1350關閉時，空氣鎖1300被密封成可防止氣體進入真空室91。

操縱器100可包含下列平台，以及該等平台的特徵為下列參數：

主旋轉平台130：

致動器類型：

壓電馬達

致動模式：

步進及掃描

行程：	最小120度
最大速度：	10度/秒
最大加速度：	1000度/秒平方
編碼器閉環的定位準確度：	150 m°
解析度：	50微米
第一子單元110：	
X軸100(1)	
致動器類型：	壓電馬達
致動模式：	步進及掃描
行程：	30毫米
最大速度：	5毫米/秒
最大加速度：	1000毫米/秒平方
編碼器閉環的定位準確度：	1000奈米
解析度：	1奈米
Y軸100(2)	
致動器類型：	壓電馬達
致動模式：	步進及掃描
行程：	25毫米
最大速度：	10毫米/秒
最大加速度：	1000毫米/秒平方
編碼器閉環的定位準確度：	1000奈米
解析度：	1奈米
Z軸100(3)	
致動器類型：	壓電馬達
致動模式：	步進及掃描
行程：	30毫米
最大速度：	5毫米/秒
最大加速度：	1000毫米/秒平方
編碼器閉環的定位準確度：	1000奈米
解析度：	1奈米
θ軸(此軸可能無通孔)100(5)	
致動器類型：	壓電馬達
致動模式：	步進及掃描

行程：	360度
最大速度：	45度/秒
最大加速度：	1000度/秒平方
編碼器閉環的定位準確度：	500 m°
解析度：	100 μ°
第二子單元120：	
X軸100(11)	
致動器類型：	壓電馬達
致動模式：	步進及掃描
行程：	30毫米
最大速度：	5毫米/秒
最大加速度：	1000毫米/秒平方
編碼器閉環的定位準確度：	1000奈米
解析度：	1奈米
Y軸(未圖示)	
致動器類型：	壓電馬達
致動模式：	步進及掃描
行程：	25毫米
最大速度：	10毫米/秒
最大加速度：	1000毫米/秒平方
編碼器閉環的定位準確度：	1000奈米
解析度：	1奈米
Z軸100(9)	
致動器類型：	壓電馬達
致動模式：	步進及掃描
行程：	30毫米
最大速度：	5毫米/秒
最大加速度：	1000毫米/秒平方
編碼器閉環的定位準確度：	1000奈米
解析度：	1奈米
R軸100(8)	
致動器類型：	壓電馬達
致動模式：	步進及掃描

行程：	360度
最大速度：	45度/秒
最大加速度：	1000度/秒平方
編碼器閉環的定位準確度：	250 m°
解析度：	150 μ°

請參考第1圖及第5圖，初始樣品及銑削樣品的特徵為

下列參數：

輸入樣品厚度	20-30微米
銑削樣品厚度	10-50奈米
關注區域的厚度差異	<5奈米
目標特徵(關注區域)四周的減薄區	
厚度<50奈米	10×5微米
厚度<100奈米	30×10微米
厚度<200奈米	100×15微米
關注區域瑕疵水平的局部化	5-10奈米
非晶體化	<1奈米
點缺陷	<1奈米
氙污染	<10 ⁻⁹ %

第14圖根據本發明之一具體實施例圖示方法1400。

方法1400由接受或產生遮罩的階段1410開始。該遮罩可用微劈裂法產生以提供高度準確的遮罩。微劈裂法的實施例圖解說明於美國專利第6223961號，標題為“用以劈裂晶體的裝置”，在此併入本文作為參考資料。

階段1410接著是接受或產生有數微米厚度(在其邊緣附近)之初始樣品(如第1圖所示)的階段1420。該初始樣品可用以色列Camtek Ltd公司的ME3工具製備。

階段1420接著是提供一遮罩及該初始樣品給一操縱器的階段1430。

階段1430接著是用一操縱器以及掃描電子顯微鏡與光

學顯微鏡中之至少一對齊該遮罩與該初始樣品(第2圖)的階段1440。該遮罩經對齊成可使該初始樣品的一面暴露於離子銑削法，以及對齊可包括用該操縱器移動該遮罩及/或該初始樣品。

階段1440接著是用該操縱器使該遮罩與該初始樣品運動(例如，繞著軸線旋轉)，同時保持該對齊使得遮罩及初始樣品面對一離子減薄機的階段1450。

階段1450接著是進行第一銑削順序(第3圖)的階段1460，該第一銑削順序包括用該離子減薄機銑削該初始樣品之邊緣區的暴露部份，該離子減薄機係以雙偏轉技術進行銑削同時用該掃描電子顯微鏡觀察銑削，該銑削係減薄在該初始樣品之一面上的邊緣區，該第一銑削順序提供部份銑削樣品；第2圖圖示遮罩露出的地帶是從離初始樣品中心數奈米(D 23)開始。

階段1460接著是階段1470用以改變該遮罩與該部份銑削樣品的空間關係(用該操縱器)以便使該部份銑削樣品之邊緣區的另一面暴露於該離子減薄機。

階段1470接著是用該操縱器以及該掃描電子顯微鏡與該光學顯微鏡中之至少一來對齊該遮罩與該部份銑削樣品的階段1475。該遮罩經對齊成可使該部份銑削樣品的另一面暴露於離子銑削法，以及對齊可包括用該操縱器移動該遮罩及/或該初始樣品。

階段1475接著是進行第二銑削順序(第4圖)的階段1480，該第二銑削順序包括用該離子減薄機銑削該部份銑

削樣品之該邊緣區的該另一部份(此時已暴露)直到到達所欲厚度同時用該掃描電子顯微鏡及TEM或STEM檢測器(視需要,在部份銑削樣品對於電子開始部份透明時)觀察銑削。在TEM檢測器33指示銑削樣品厚度到達所欲厚度時,可自動中止該銑削加工。

第15圖根據本發明之一具體實施例圖示方法1500。

方法1400由接受或產生一遮罩的階段1410開始。該遮罩可由微劈裂法產生以提供高度準確的遮罩。微劈裂法的實施例圖解說明於美國專利第6223961號,標題為“用以劈裂晶體的裝置”,在此併入本文作為參考資料。

階段1410接著是接受或產生有數微米厚度(在其邊緣)之初始樣品(如第1圖所示)的階段1420。該初始樣品可用以色列Camtek Ltd公司的ME3工具製備。

階段1420接著是提供一遮罩及該初始樣品給一操縱器的階段1430。

階段1430接著是用一操縱器以及掃描電子顯微鏡與光學顯微鏡中之至少一對齊該遮罩與該初始樣品(第2圖)的階段1440。該遮罩經對齊成可使該初始樣品的一面暴露於離子銑削法,以及對齊可包括用該操縱器移動該遮罩及/或該初始樣品。

階段1440接著是用該操縱器使該遮罩與該初始樣品運動(例如,繞著軸線旋轉),同時保持該對齊使得遮罩及初始樣品面對一離子減薄機的階段1450。

進行第一銑削順序(第3圖)的階段1460,該第一銑削順

序包括用該離子減薄機銑削該初始樣品之該邊緣區的暴露部份，該離子減薄機係以雙偏轉技術銑削同時用該掃描電子顯微鏡觀察銑削，該銑削係減薄在該初始樣品之一面上的邊緣區，該第一銑削順序提供部份銑削樣品；第2圖圖示遮罩露出的地帶是從離初始樣品中心數奈米(D 23)開始。

階段1460接著是用該操縱器使該遮罩與該部份銑削樣品運動(例如，繞著軸線旋轉)使得遮罩及初始樣品面對成像裝置的階段1510。

階段1510接著是用該操縱器以及該掃描電子顯微鏡與該光學顯微鏡中之至少一來對齊該遮罩與該部份銑削樣品的階段1520。該遮罩經對齊成可使該部份銑削樣品的另一面暴露於離子銑削法，以及該對齊可包括用該操縱器移動該遮罩及/或該初始樣品。

階段1520接著是進行第二銑削順序(第4圖)的階段1480，該第二銑削順序包括用該離子減薄機銑削該部份銑削樣品之該邊緣區的該另一部份(此時已暴露)同時用該掃描電子顯微鏡及TEM或STEM檢測器(視需要，在部份銑削樣品對於電子開始部份透明時)觀察銑削，直到到達所欲厚度。在TEM檢測器33指示銑削樣品厚度到達所欲厚度時，可自動中止該銑削加工。該銑削樣品(或至少它的銑削邊緣)應包含將被SETM或TEM查看的目標。

應注意，儘管第14圖及第15圖圖示雙銑削加工方法，然而該方法可包含兩個以上的銑削階段，以及在這些銑削階段之前改變遮罩與樣品的空間關係以及對齊遮罩與樣品。

上述方法中之任一的結果為涵蓋目標的極薄關注區域以及對於電子呈透明而成為TEM或STEM樣品。

可用習知工具、方法及組件來實施本發明。因此，本文不詳述該等工具、方法及組件的細節。在前面的描述中，提出許多特定的細節供徹底了解本發明。不過，應瞭解，在不訴諸該等特定細節下，仍可實施本發明。

本揭示內容僅圖示及描述本發明的示範具體實施例及有多功能的實施例。須了解本發明能夠使用於各種其他組合及環境中，以及在如本文所述的本發明概念之範疇內能夠做改變或修改。

【圖式簡單說明】

第1圖圖示先前技術的初始樣品；

第2圖根據本發明之一具體實施例圖示在對齊階段期間的一部份系統；

第3圖根據本發明之一具體實施例圖示在第一銑削順序期間的一部份系統；

第4圖根據本發明之一具體實施例在第二銑削順序期間的一部份系統；

第5圖根據本發明之一具體實施例圖示一銑削樣品；

第6圖根據本發明之一具體實施例圖示一操縱器；

第7圖根據本發明之一具體實施例圖示樣品夾、初始樣品與操縱器之一部份；

第8圖根據本發明之一具體實施例圖示一樣品夾；

第9圖圖示各種結構元件以及操縱器引擎131；

第10圖根據本發明之一具體實施例圖示一系統；

第11A圖至第11D圖根據本發明的各種具體實施例圖示系統之一部份；

第12圖根據本發明之一具體實施例圖示一離子減薄機；

第13A至13D圖根據本發明的各種具體實施例圖示空氣鎖總成；

第14圖根據本發明之一具體實施例圖示一方法；以及

第15圖根據本發明之一具體實施例圖示一方法。

【主要元件符號說明】

10...系統	31...初始樣品
21...先前技術初始樣品	32...BSE檢測器
21(2)...預減薄區	33...TEM檢測器
21(3)...寬度	33(1)...第一明場TE
21(4)...關注區域	33(2)...第二明場TE檢測器
21(5)...目標	33(3)...暗場TE檢測器
21(7)...深度(高度)	34...SE檢測器
21'...部份銑削樣品	35...SEM柱
22...中心	35...保護遮板
23...距離	40...離子減薄機
24...銑削面	40(1)...離子束源總成
25...邊緣	40(2)...非電離粒子供給總成
28...樣品	40(3)...離子束提取器總成
29...樣品夾元件	40(4)...離子束聚焦總成
30...物鏡	40(5)...離子束偏轉子總成

40(6)...離子束第一偏轉總成	100(8)... θ 平台
40(7)...離子束第二偏轉總成	100(9)...Z平台
41...光軸	100(11)...X平台
41(2)...離子束	101(1)-101(5)...結構元件
41(3)...離子束	103...穿梭機構
42...氙供給單元	110,120...子單元
44...離子槍	111...固定開口遮罩
50...遮罩	112...軸線
53...邊緣	130...主旋轉平台
55...點線	130(1)-130(4)...引擎
90...真空系統	131...操縱器引擎
91...真空室	333...元件
91(1)...牆體	1031,1032...鴿尾物
91(2)...內部空間	1033,1034...塊體
92...光學顯微鏡	1300...空氣鎖
94...防震系統	1305...進給桿
96...底座	1310...裝載孔口
98...底板	1320...滑動密封蓋
99...控制器	1330...主殼
100...操縱器	1350...截止閥
100(1)...X平台	1400,1500...方法
100(2)...Y平台	1410-1480...階段
100(3)...Z平台	1510-1520...階段
100(5)... θ 平台	

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100123491

H01J 37/30 (2006.01)

※申請日：100.7.4

※IPC 分類：H01J 37/302 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

G01N 1/32 (2006.01)

用以製備樣品之方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR PREPARING A SAMPLE

二、中文發明摘要：

一種用於樣品的系統及方法，該方法可包括操縱一遮罩與一樣品從而使樣品的不同表面暴露於一離子減薄機。該操縱步驟可包括旋轉該遮罩與該樣品同時使該樣品與該遮罩的空間關係保持不變。

三、英文發明摘要：

A system and method for a sample, the method may include manipulating a mask and a sample and thereby exposing different sides of the sample to an ion miller. The manipulating may include rotating the mask and the sample while maintaining the spatial relationship between the sample and the mask unchanged.

七、申請專利範圍：

1. 一種用以製備樣品的方法，該方法包含下列步驟：

用一操縱器接收一遮罩及一初始樣品；

用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品於一成像裝置之前方使得該遮罩與該初始樣品之一邊緣區的第一側面對該成像裝置；

用該操縱器對齊該遮罩與該初始樣品使得該遮罩遮蔽該初始樣品之該邊緣區的一遮罩部份，同時保持該初始樣品之該邊緣區的一暴露部份不被遮蔽；其中該對齊步驟包含用該成像裝置來得到該遮罩及該初始樣品的影像；

用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品於一離子減薄機(ion miller)的前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的該第一側面對該離子減薄機；同時不改變該遮罩與該初始樣品之間的一空間關係；

用該離子減薄機銑削該初始樣品之該邊緣區的該暴露部份，同時用該遮罩遮蔽該遮罩部份，以提供一部份銑削樣品；

用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品於該成像裝置的前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的第二側面對該成像裝置；其中該第二側與該第一側不同；

用該操縱器對齊該遮罩與該初始樣品使得該遮罩遮蔽該部份銑削樣品之該邊緣區的一遮罩部份，同時保持該部份銑削樣品之該邊緣區的一暴露部份不被遮

蔽；其中該對齊步驟包含用該成像裝置來得到該遮罩及該部份銑削樣品的影像；

用該操縱器定位該遮罩及該部份銑削樣品於該離子減薄機的前方使得該遮罩與該部份銑削樣品之該邊緣區的該第二側面對該離子減薄機，同時不改變該遮罩與該部份銑削樣品之間的一空間關係；以及

用該離子減薄機銑削該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份，同時用該遮罩遮蔽該遮罩部份，以提供一銑削樣品。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中用該操縱器定位該遮罩與該初始樣品於該離子減薄機前方的步驟包含下列步驟：用該操縱器旋轉該遮罩與該初始樣品。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中用該離子減薄機銑削該部份銑削樣品之該邊緣區之暴露部份的步驟包含下列步驟：在銑削期間用該成像裝置的一透射檢測器監測該銑削樣品之該邊緣區的厚度。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其係包含下列步驟：基於在銑削該部份銑削樣品之該邊緣區期間得到的厚度反饋資訊來改變該遮罩與該部份銑削樣品之間的一空間關係。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其係包含下列步驟：基於在銑削該部份銑削樣品後得到的厚度反饋資訊來改變該遮罩與該部份銑削樣品之間的一空間關係。
6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中一成像裝置光軸正

交於一銑削工具光軸；以及其中用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品於該離子減薄機前方的步驟包含下列步驟：用該操縱器旋轉該遮罩與該初始樣品。

7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該方法包含下列步驟：

用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的第一側正交於該成像裝置之一光軸；

用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品於一離子減薄機的前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的該第一側正交於該離子減薄機之一光軸；

用該操縱器定位該遮罩及該初始樣品於該成像裝置的前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的第二側正交於該成像裝置之一光軸；以及

用該操縱器定位該遮罩及該部份銑削樣品於該離子減薄機的前方使得該遮罩與該部份銑削樣品之該邊緣區的該第二側正交於該離子減薄機之一光軸。

8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該初始樣品之該邊緣區有至少一微米的厚度以及其中該銑削樣品之該邊緣區的厚度不超過50奈米。

9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該銑削步驟包含下列步驟：在以該離子減薄機之該光軸為中心旋轉一銑削光束時同時銑削。

10. 如申請專利範圍第1項之方法，其係包含下列步驟：用離子銑削法移除該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露

部份。

11. 如申請專利範圍第1項之方法，其係包含下列步驟：基於該部份銑削樣品之該邊緣區的厚度來中止該部份銑削樣品之該邊緣區的銑削。
12. 如申請專利範圍第11項之方法，其係包含下列步驟：用該成像裝置之一透射檢測器來監測該部份銑削樣品之該邊緣區的厚度。
13. 如申請專利範圍第11項之方法，其係包含下列步驟：將輸出至該成像裝置之該透射檢測器的一電流與電流值及厚度值之間的一預定義關係相比較。
14. 如申請專利範圍第1項之方法，其更包含下列步驟：

用該操縱器定位該遮罩及該銑削樣品於該成像裝置的前方使得該遮罩與該銑削樣品之一邊緣區的第一側面對該成像裝置；

用該操縱器對齊該遮罩與該銑削樣品使得該遮罩遮蔽該銑削樣品之該邊緣區的一遮罩部份，同時保持該銑削樣品之該邊緣區的一暴露部份不被遮蔽；其中該對齊步驟包含用該成像裝置來得到該遮罩及該銑削樣品的影像；

用該操縱器定位該遮罩及該銑削樣品於該離子減薄機之前方使得該遮罩與該銑削樣品之該邊緣區的該第一側面對該離子減薄機；同時不改變該遮罩與該銑削樣品之間的一空間關係；以及

用該離子減薄機銑削該銑削樣品之該邊緣區的該

- 暴露部份，同時用該遮罩遮蔽該遮罩部份，以提供一進一步之銑削樣品。
15. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該成像裝置為光學裝置。
16. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該成像裝置為掃描式電子顯微鏡。
17. 如申請專利範圍第1項之方法，其係包含下列步驟：用一背向散射式電子檢測器監測該初始樣品之銑削的進展；以及用一透射檢測器監測該部份銑削樣品之銑削的完成。
18. 如申請專利範圍第1項之方法，其係包含下列步驟：在該部份銑削樣品之該邊緣區到達所欲厚度時，自動中止該部份銑削樣品的銑削。
19. 一種樣品製備系統，其係包含：
- 一操縱器；
 - 一成像裝置；以及
 - 一離子減薄機；
- 其中該操縱器經配置來：
- 接收一遮罩及一初始樣品；
 - 定位該遮罩與該初始樣品於一成像裝置之前方使得該遮罩與該初始樣品之一邊緣區的第一側面對該成像裝置；
 - 參與該遮罩與該初始樣品的對齊使得該遮罩遮蔽該初始樣品之該邊緣區的一遮罩部份，同時保

持該初始樣品之該邊緣區之一暴露部份不被遮蔽；

定位該遮罩與該初始樣品於一離子減薄機之前方使得該遮罩與該初始樣品之邊緣區的該第一側面對該離子減薄機；同時不改變該遮罩與該初始樣品之間的一空間關係；

其中該離子減薄機經配置來銑削該初始樣品之該邊緣區的該暴露部份，同時用該遮罩遮蔽該遮罩部份，以提供一部份銑削樣品；

其中更將該操縱器配置來：

定位該遮罩與該初始樣品於該成像裝置之前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的第二側面對該成像裝置；其中該第二側與該第一側不同；

參與該遮罩與該部份銑削樣品的對齊使得該遮罩遮蔽該部份銑削樣品之該邊緣區的一遮罩部份，同時保持該部份銑削樣品之該邊緣區之一暴露部份不被遮蔽；

定位該遮罩及該部份銑削樣品於該離子減薄機之前方使得該遮罩與該部份銑削樣品之該邊緣區的該第二側面對該離子減薄機，同時不改變該遮罩與該部份銑削樣品之間的一空間關係；

其中該離子減薄機進一步適於銑削該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份，同時用該遮罩遮蔽該遮罩部份，以提供一銑削樣品；以及

其中該成像裝置經配置來：

在對齊該遮罩與該初始樣品的期間，得到該遮罩及該初始樣品的影像；以及

在對齊該遮罩與該部份銑削樣品的期間，得到該遮罩及該部份銑削樣品的影像。

20. 如申請專利範圍第19項之系統，該操縱器經配置成可旋轉該遮罩與該初始樣品直到該遮罩與該初始樣品面對該離子減薄機。
21. 如申請專利範圍第19項之系統，其中該成像系統包含一透射檢測器，該透射檢測器經配置成在銑削該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份期間，可提供指示該部份銑削樣品之該邊緣區之該暴露部份之厚度的檢測訊號。
22. 如申請專利範圍第19項之系統，其中該操縱器經配置成能：基於在銑削該部份銑削樣品之該邊緣區期間得到的厚度反饋資訊來改變該遮罩與該部份銑削樣品之間的一空間關係。
23. 如申請專利範圍第19項之系統，其中該操縱器經配置成能：基於在銑削該部份銑削樣品後得到的厚度反饋資訊來改變該遮罩與該部份銑削樣品之間的一空間關係。
24. 如申請專利範圍第19項之系統，其中一成像裝置光軸正交於一銑削工具光軸；以及其中該操縱器經配置成能：旋轉該遮罩與該初始樣品直到該遮罩與該初始樣品面對該離子減薄機。
25. 如申請專利範圍第19項之系統，其中該操縱器經配置成能：

定位該遮罩與該初始樣品使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的第一側正交於該成像裝置之一光軸；

定位該遮罩與該初始樣品於一離子減薄機之前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的該第一側正交於該離子減薄機之一光軸；

定位該遮罩與該初始樣品於該成像裝置之前方使得該遮罩與該初始樣品之該邊緣區的第二側正交於該成像裝置之一光軸；以及

定位該遮罩及該部份銑削樣品於該離子減薄機之前方使得該遮罩與該部份銑削樣品之該邊緣區的該第二側正交於該離子減薄機之一光軸。

26. 如申請專利範圍第19項之系統，其中該初始樣品之該邊緣區有至少一微米的厚度以及其中該系統經配置成可銑削該銑削樣品之該邊緣區直到該銑削樣品之該邊緣區的厚度不超過50奈米。
27. 如申請專利範圍第19項之系統，其中離子減薄機經配置成可在以該離子減薄機之該光軸為中心旋轉一銑削光束時同時銑削。
28. 如申請專利範圍第19項之系統，其中該離子減薄機經配置成可移除該部份銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份。
29. 如申請專利範圍第19項之系統，其係包含一控制器，該控制器經配置成可基於該部份銑削樣品之該邊緣區的厚度來中止該部份銑削樣品之該邊緣區的銑削。
30. 如申請專利範圍第29項之系統，其係包含一透射檢測

器，該透射檢測器經配置成可協助監測該部份銑削樣品之該邊緣區的厚度。

31. 如申請專利範圍第29項之系統，其係包含一控制器，該控制器經配置成能將由該成像裝置之該透射檢測器輸出的一電流與電流值及厚度值之間的一預定義關係相比較。

32. 如申請專利範圍第19項之系統，其中更將該操縱器配置成能：

定位該遮罩與該銑削樣品於該成像裝置之前方使得該遮罩與該銑削樣品之一邊緣區的第一側面對該成像裝置；

參與該遮罩與該銑削樣品的對齊使得該遮罩遮蔽該銑削樣品之該邊緣區的一遮罩部份，同時保持該銑削樣品之該邊緣區的一暴露部份不被遮蔽；

定位該遮罩與該銑削樣品於該離子減薄機之前方使得該遮罩與該銑削樣品之該邊緣區的該第一側面對該離子減薄機；同時不改變該遮罩與該銑削樣品之間的一空間關係；以及

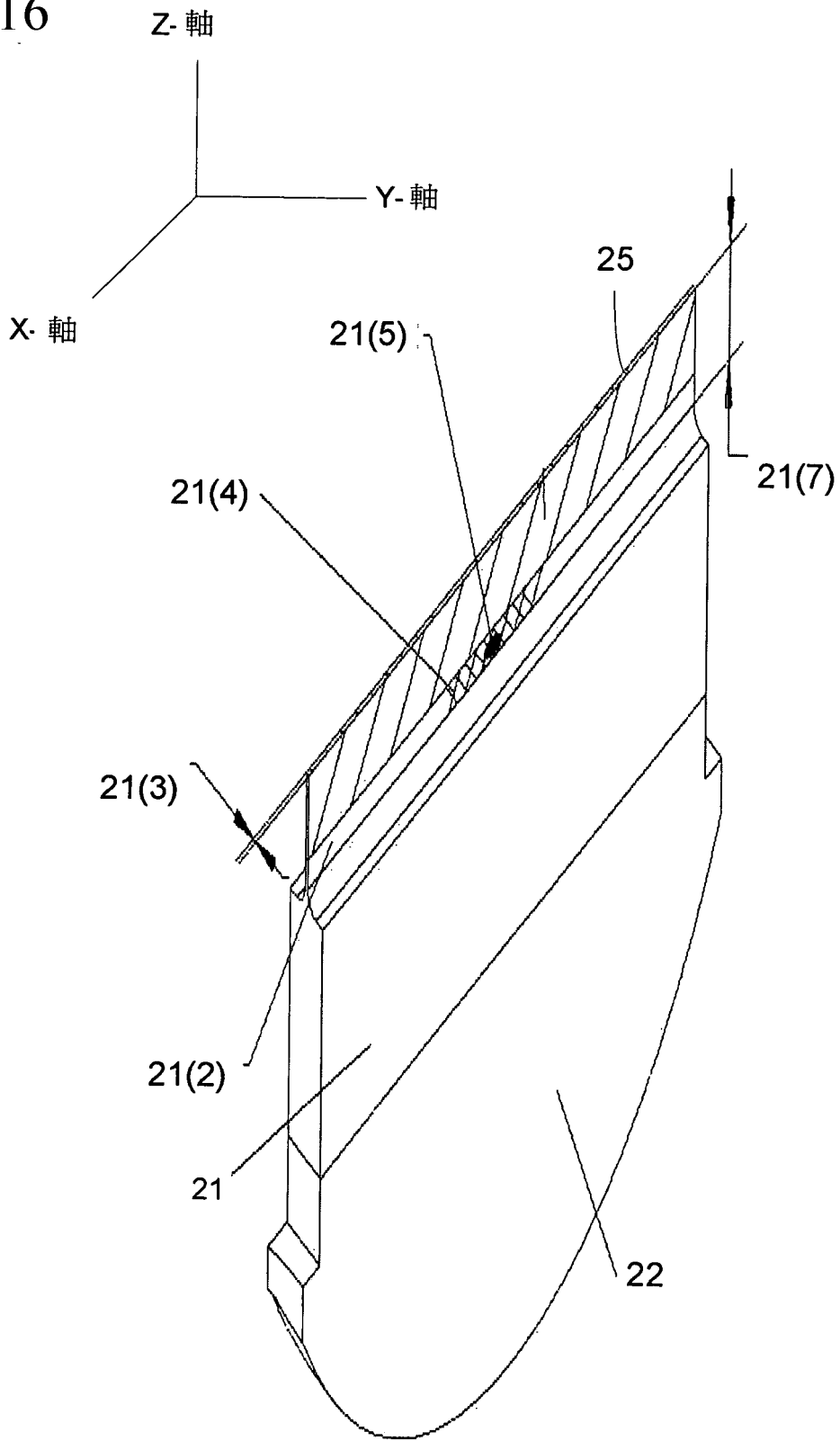
其中該離子減薄機更被配置成在該遮罩部份正被該遮罩遮蔽的同時，能銑削該銑削樣品之該邊緣區的該暴露部份，以提供一進一步之銑削樣品。

33. 如申請專利範圍第19項之系統，其中該成像裝置為光學裝置。

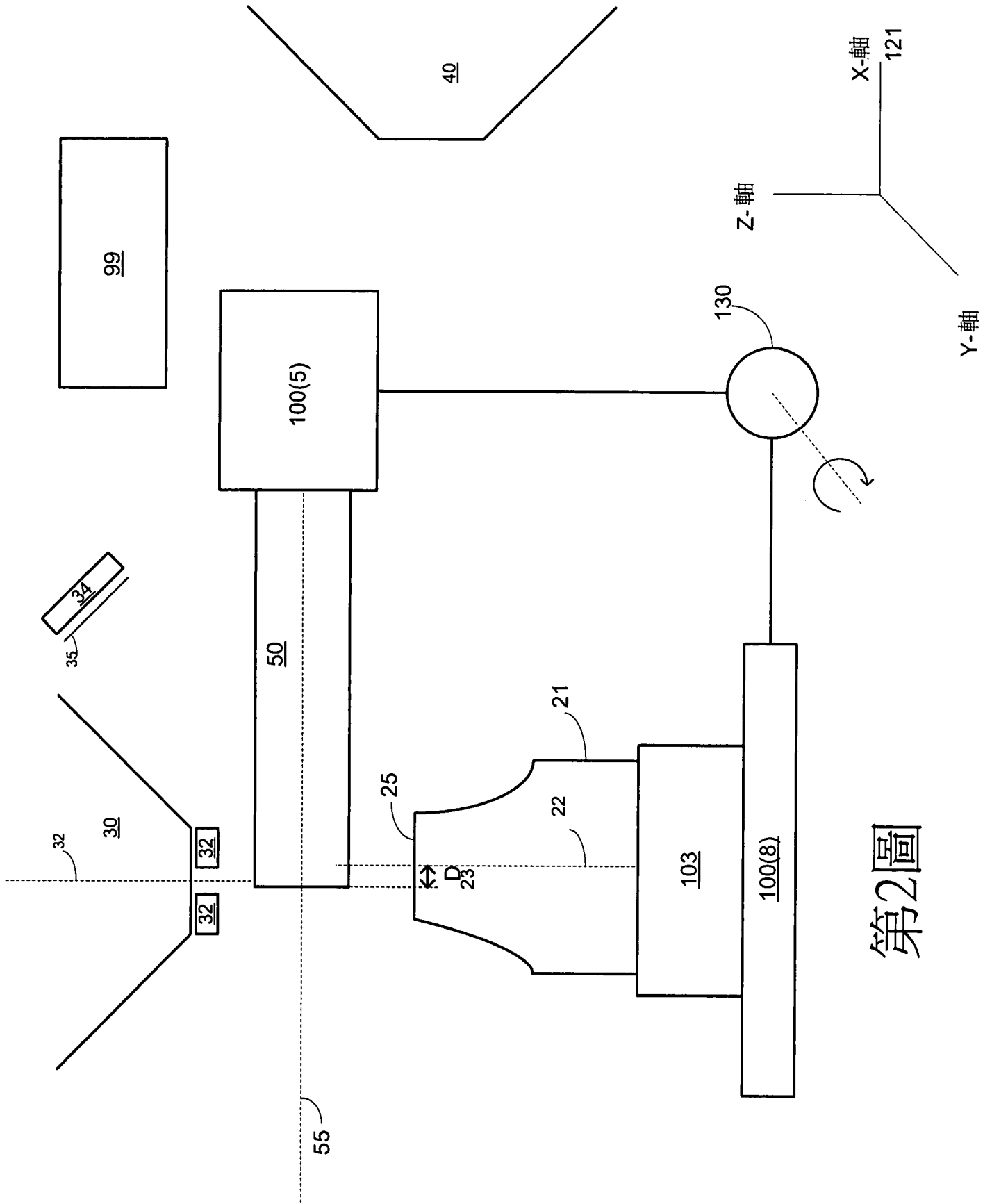
34. 如申請專利範圍第19項之系統，其中該成像裝置為掃描

式電子顯微鏡。

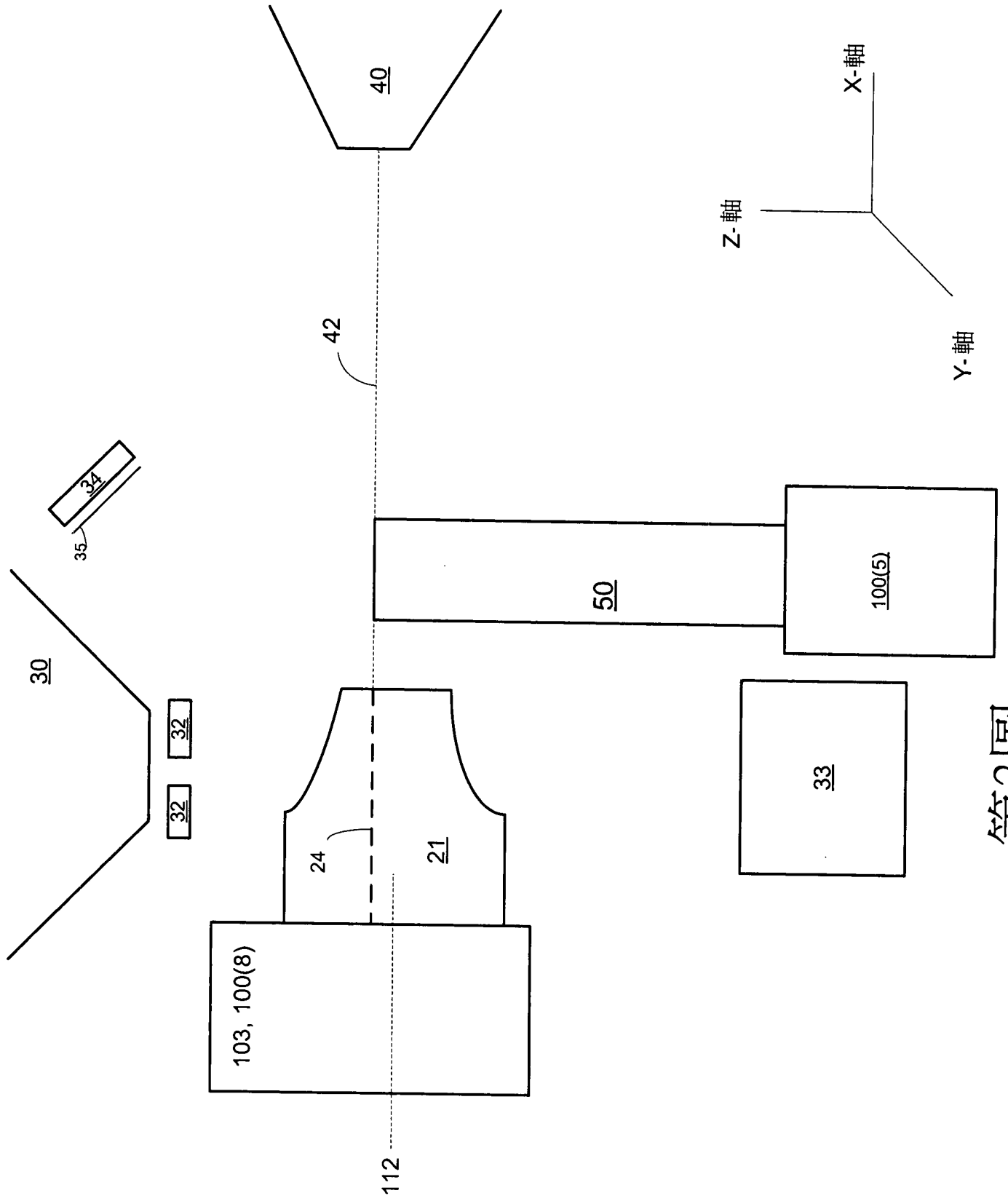
35. 如申請專利範圍第19項之系統，其係包含經配置成可參與監測該初始樣品之銑削的進展的一背向散射式電子檢測器；以及經配置成能協助監測該部份銑削樣品之銑削的完成的一透射檢測器。
36. 如申請專利範圍第19項之系統，其係包含一控制器，該控制器經配置成能在該部份銑削樣品之該邊緣區到達所欲厚度時，自動中止該部份銑削樣品的銑削。
37. 如申請專利範圍第19項之系統，其中該離子減薄機與該成像裝置不同。
38. 如申請專利範圍第19項之系統，其中該離子減薄機為該成像裝置。



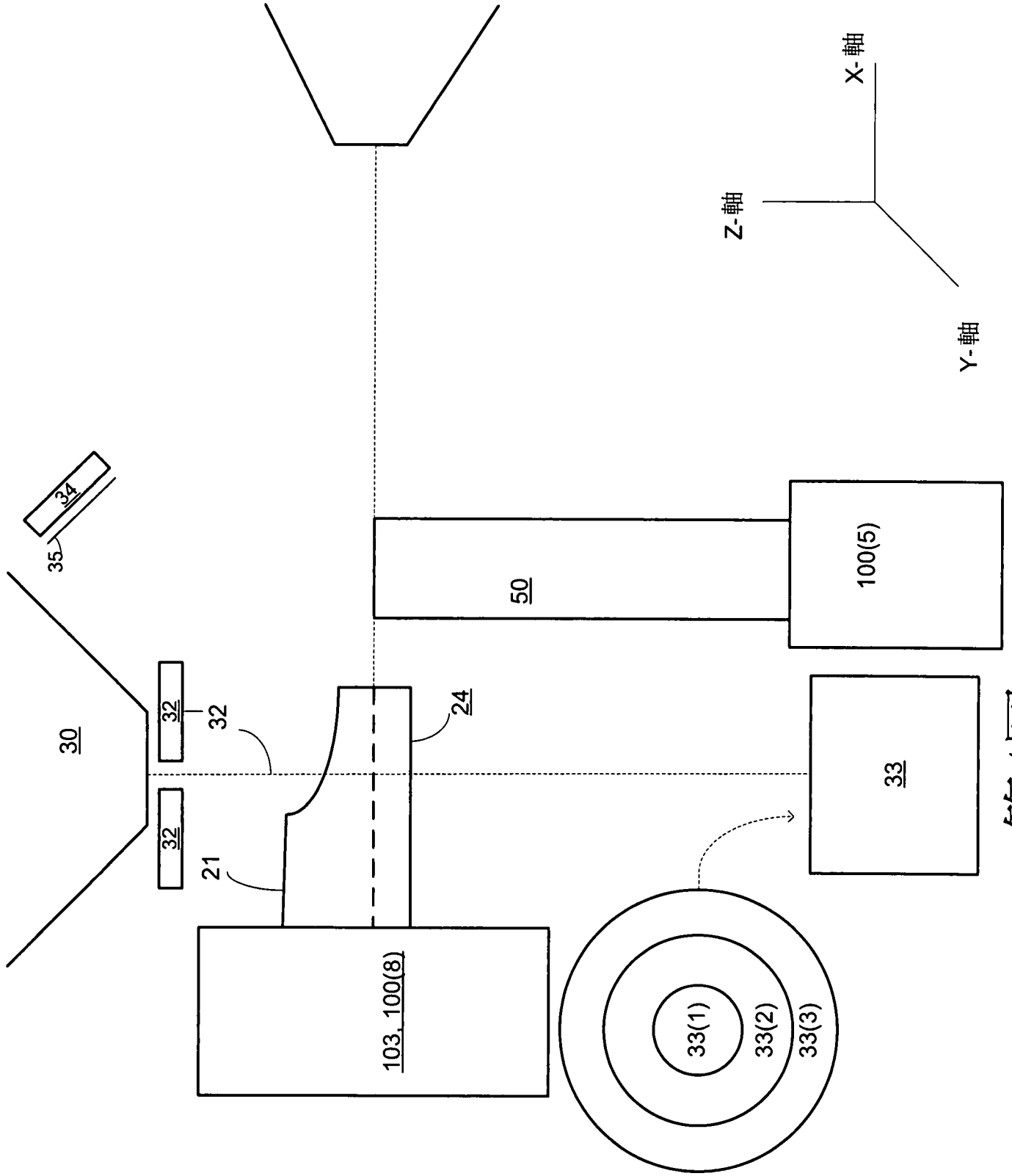
第1圖



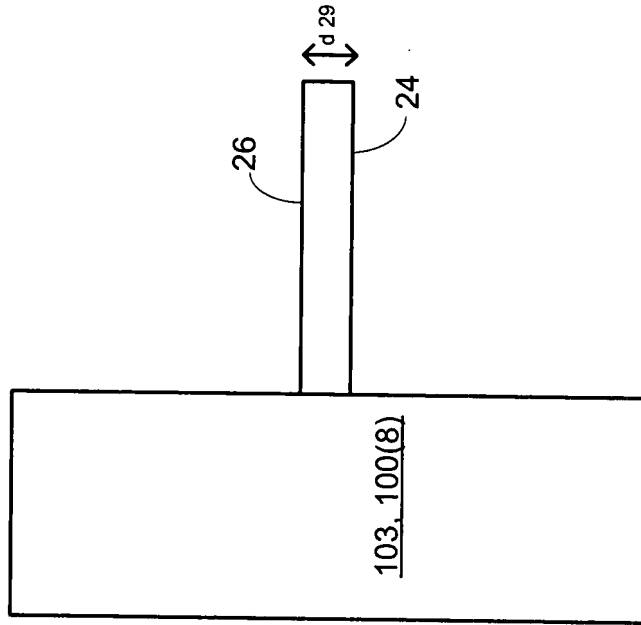
第2圖



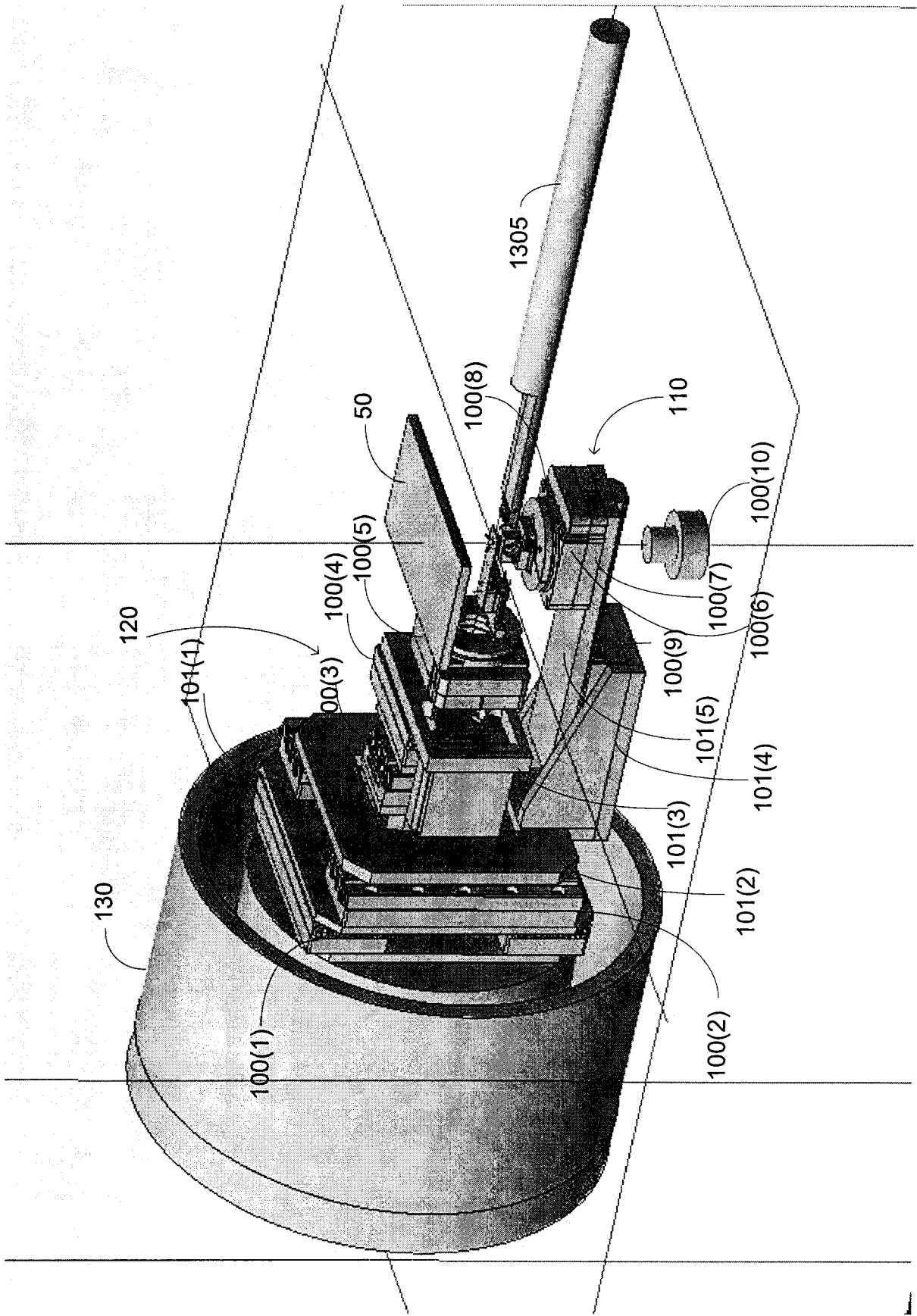
第3圖



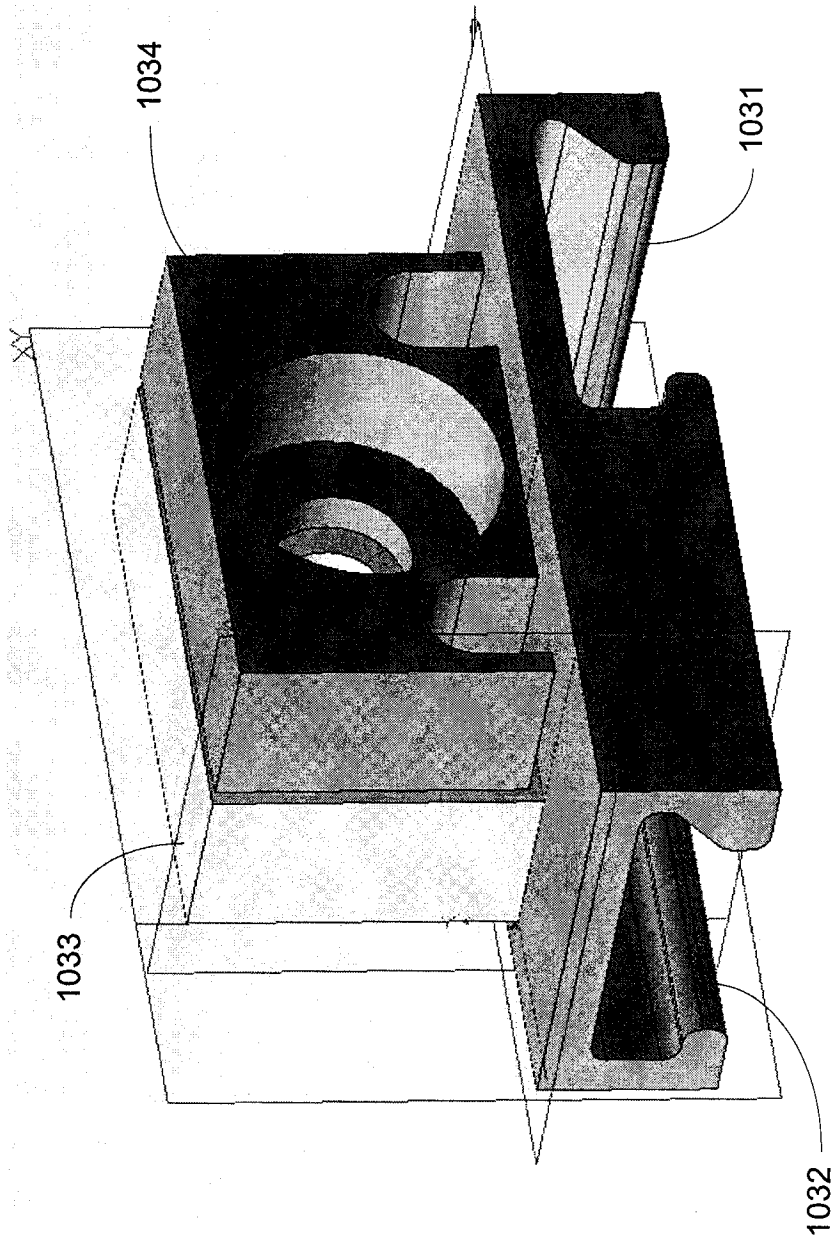
第4圖

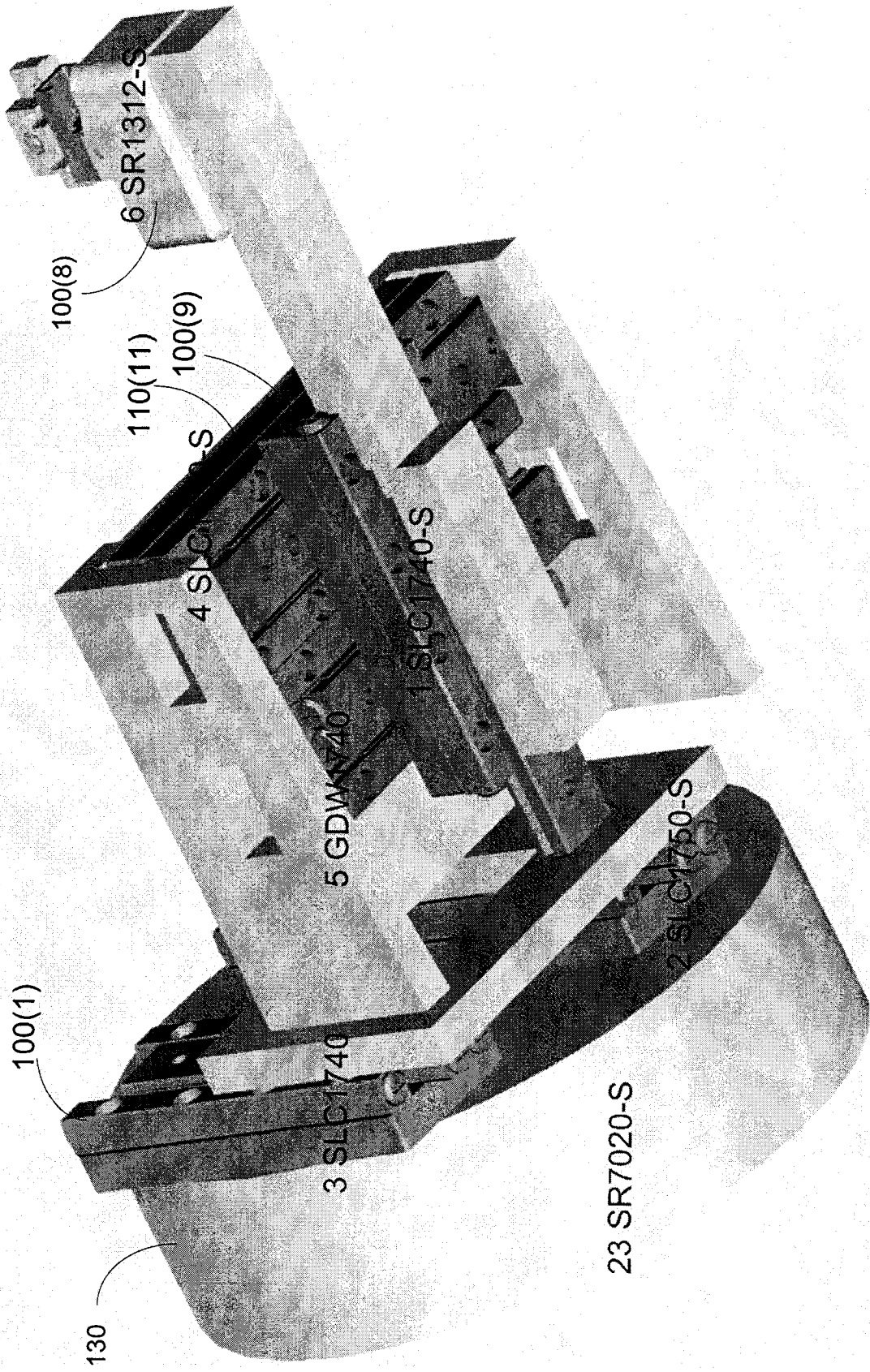


第5圖



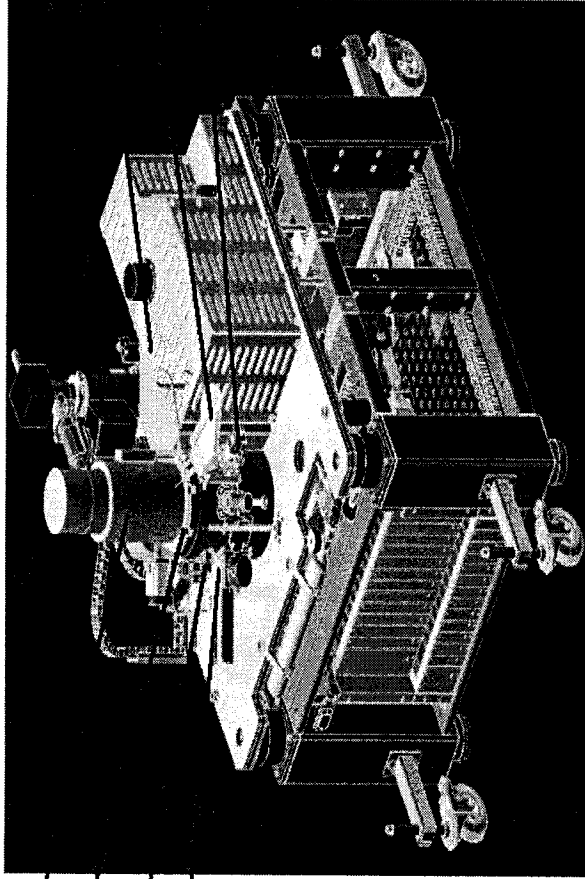
第6圖





第9圖

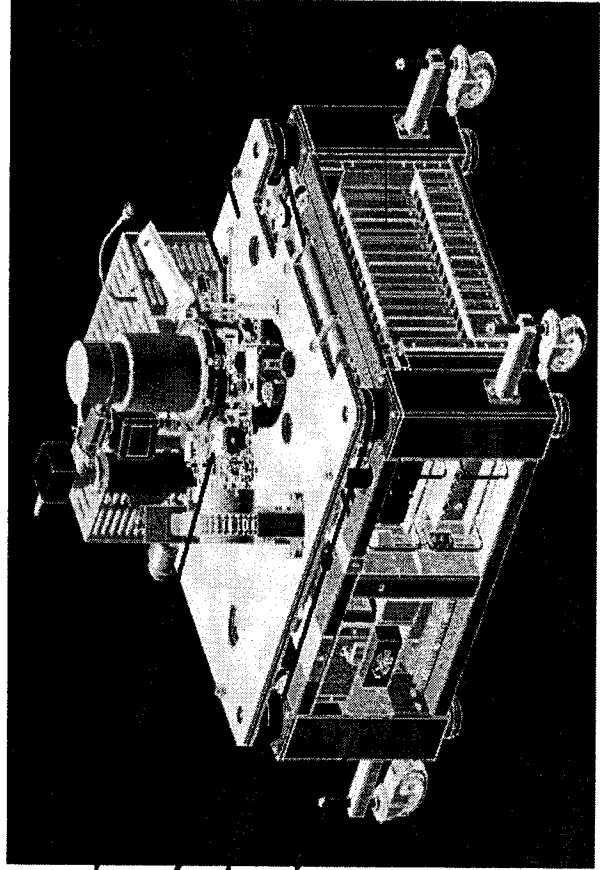
35 HRSEM柱
 91 真空室
 32 可縮回BSE檢測器
 33 TE檢測器



90 真空系統
 44 離子槍
 34 SE檢測器
 92 光學顯微鏡

10

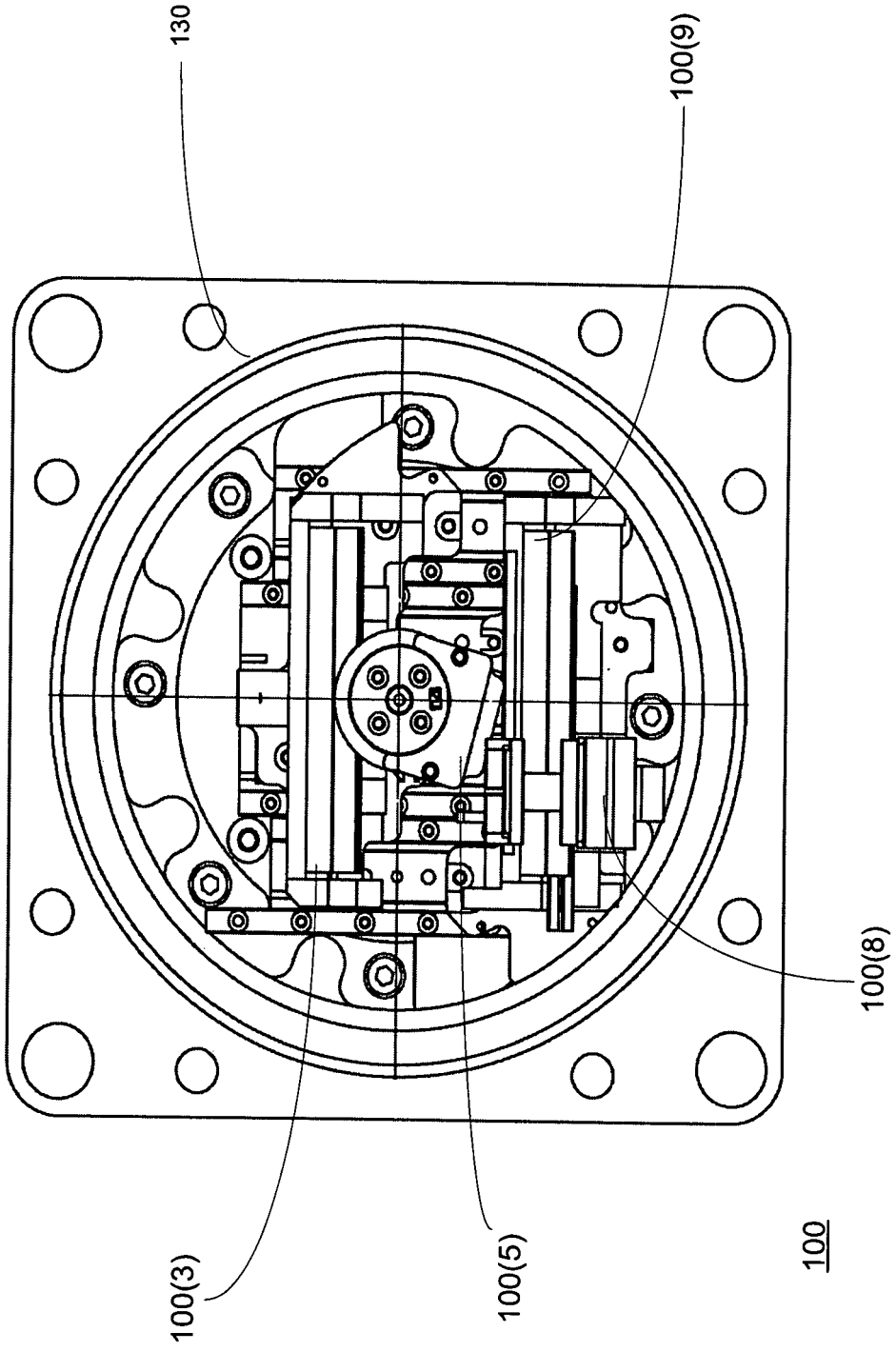
100 操縱器
 94 防震系統
 96 底座



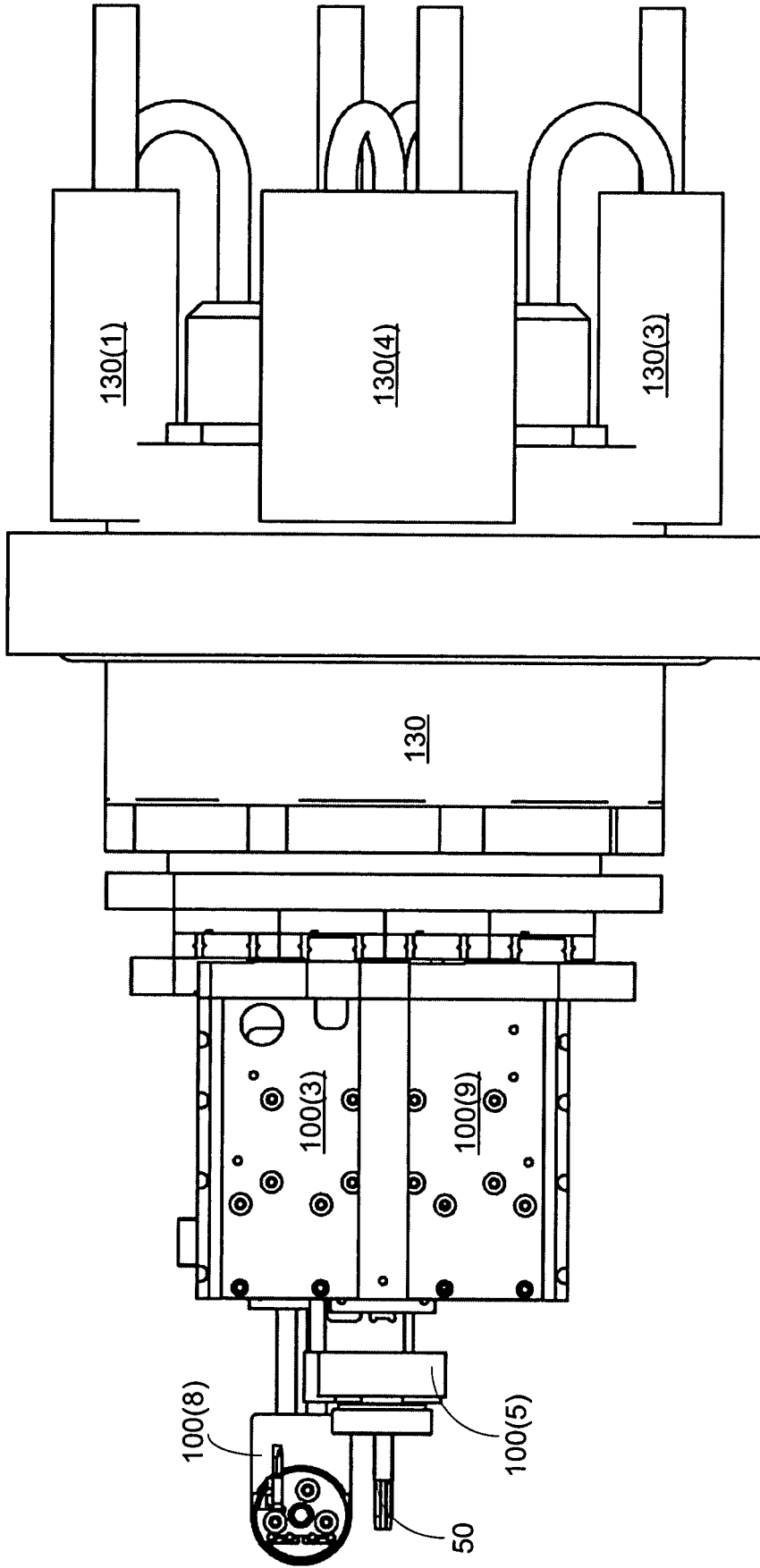
1300 空氣鎖
 98 底板
 42 氬供給單元

99 控制器

第10圖

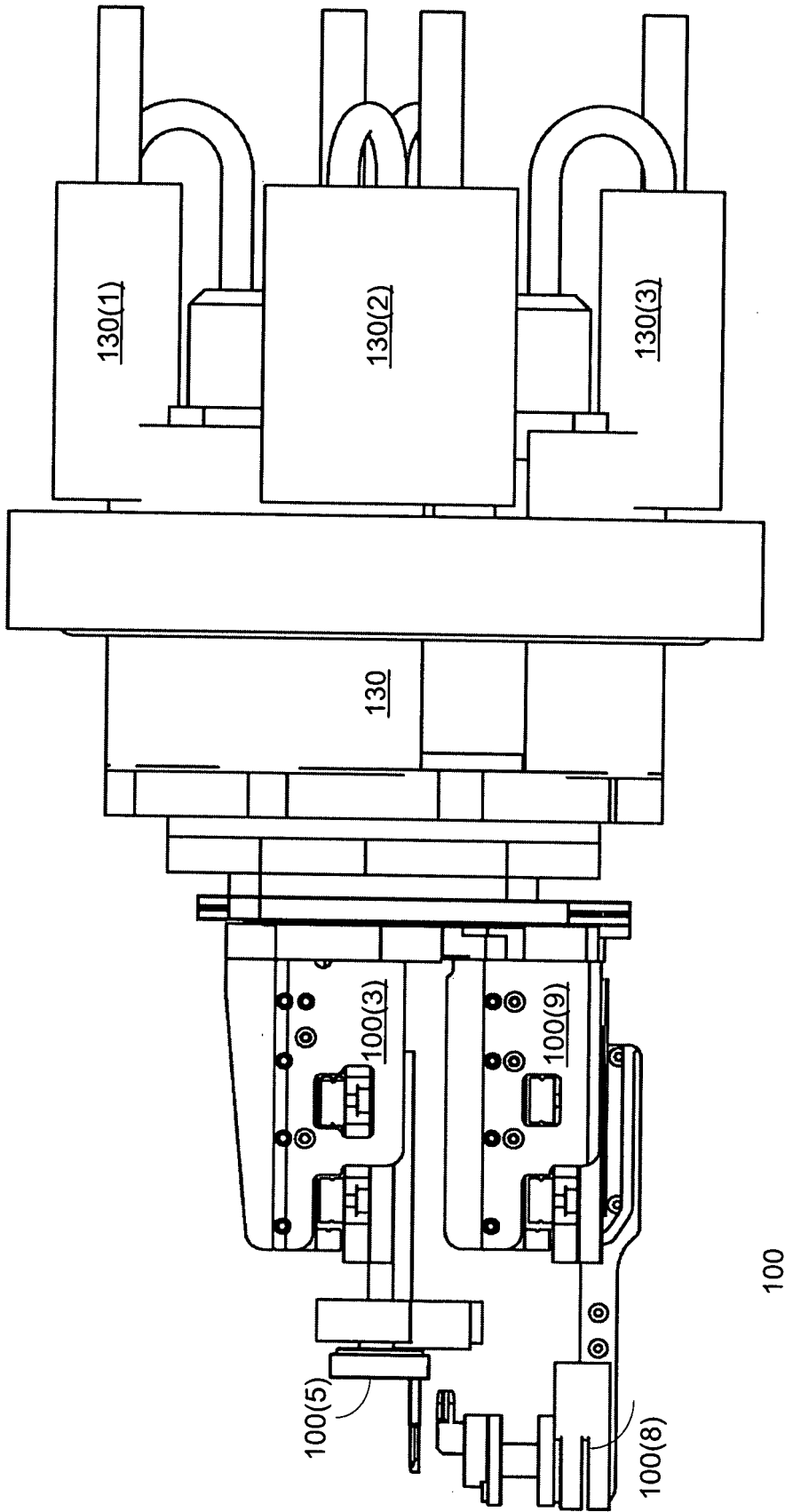


第11A圖

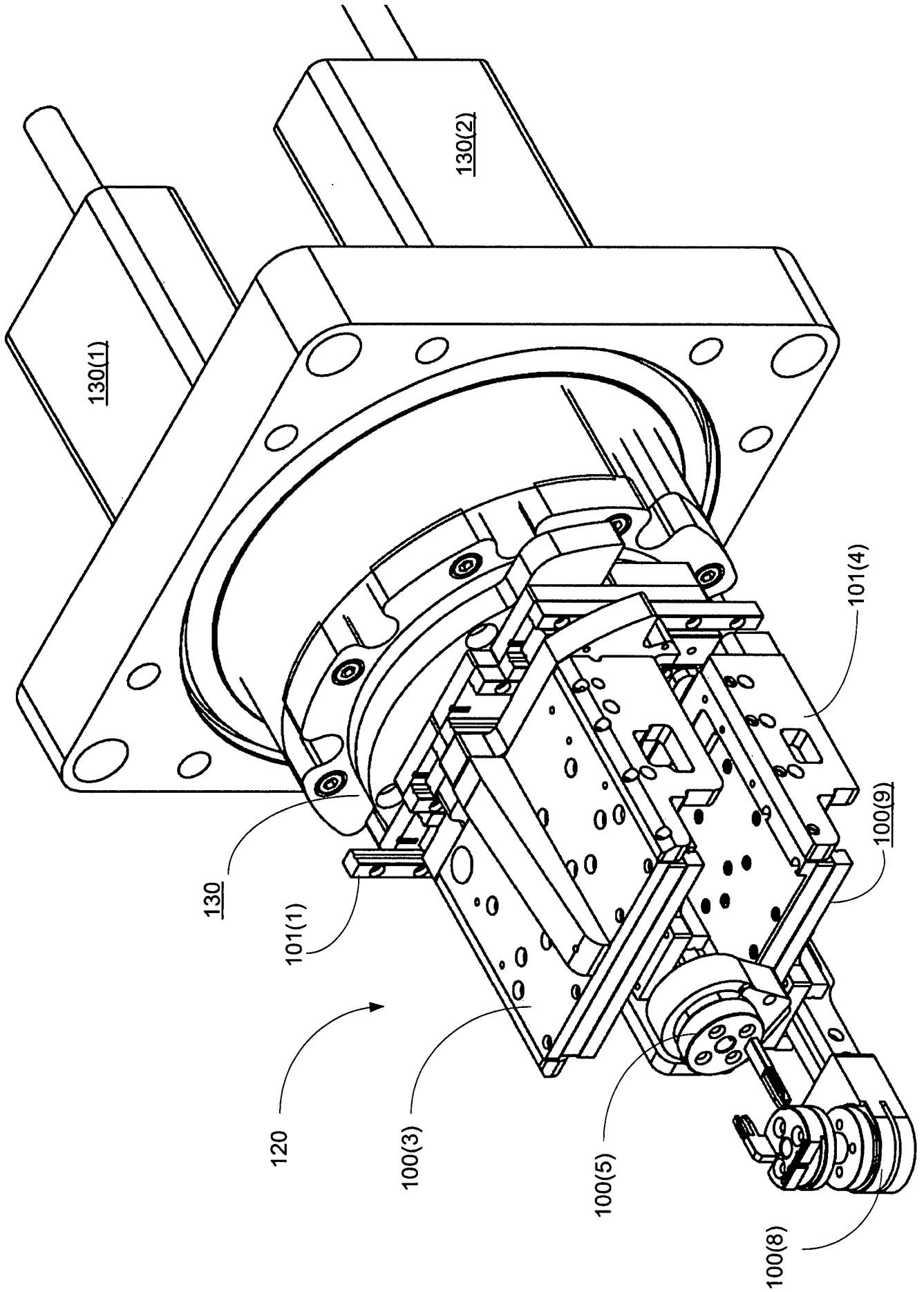


100

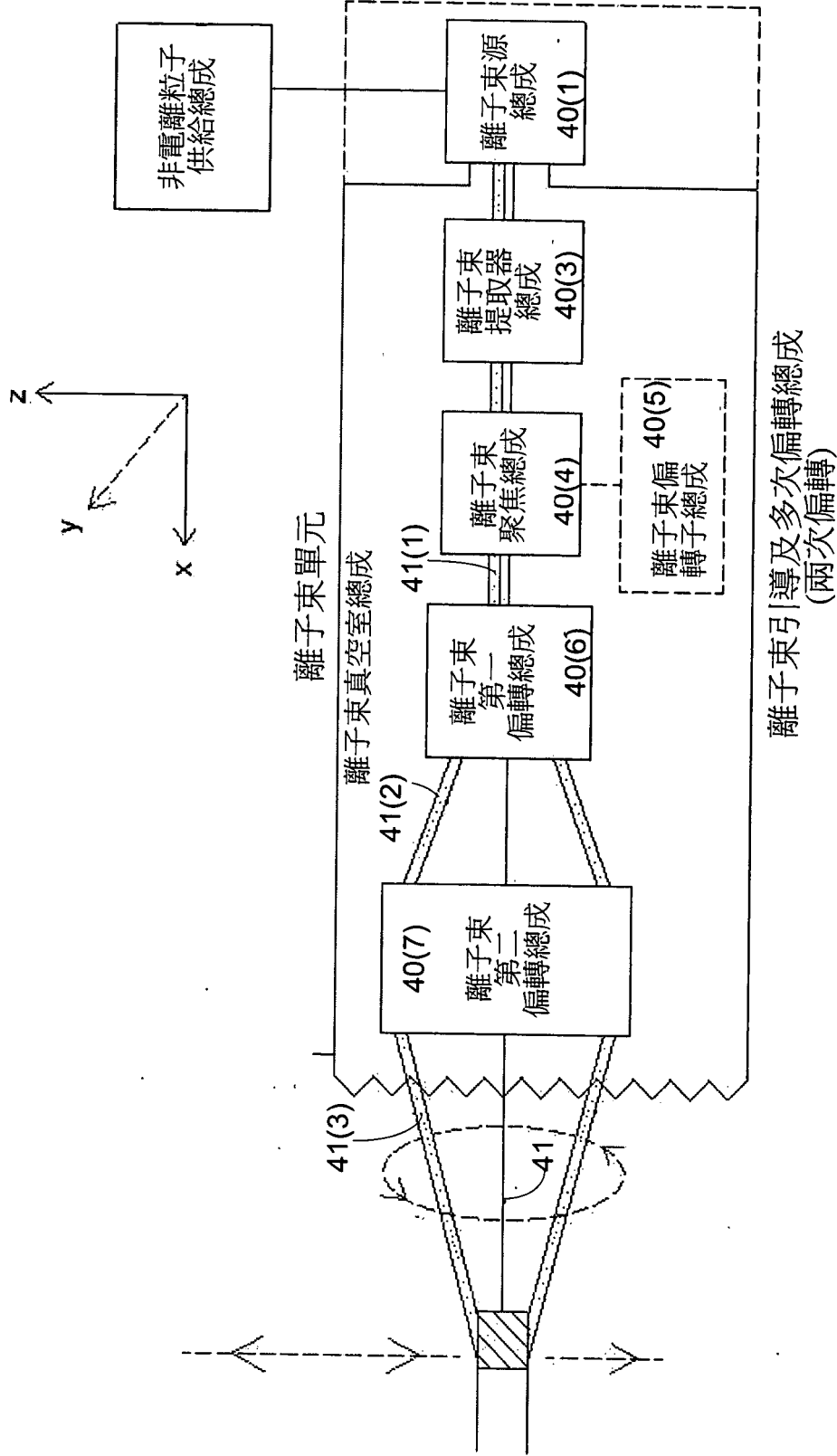
第11B圖



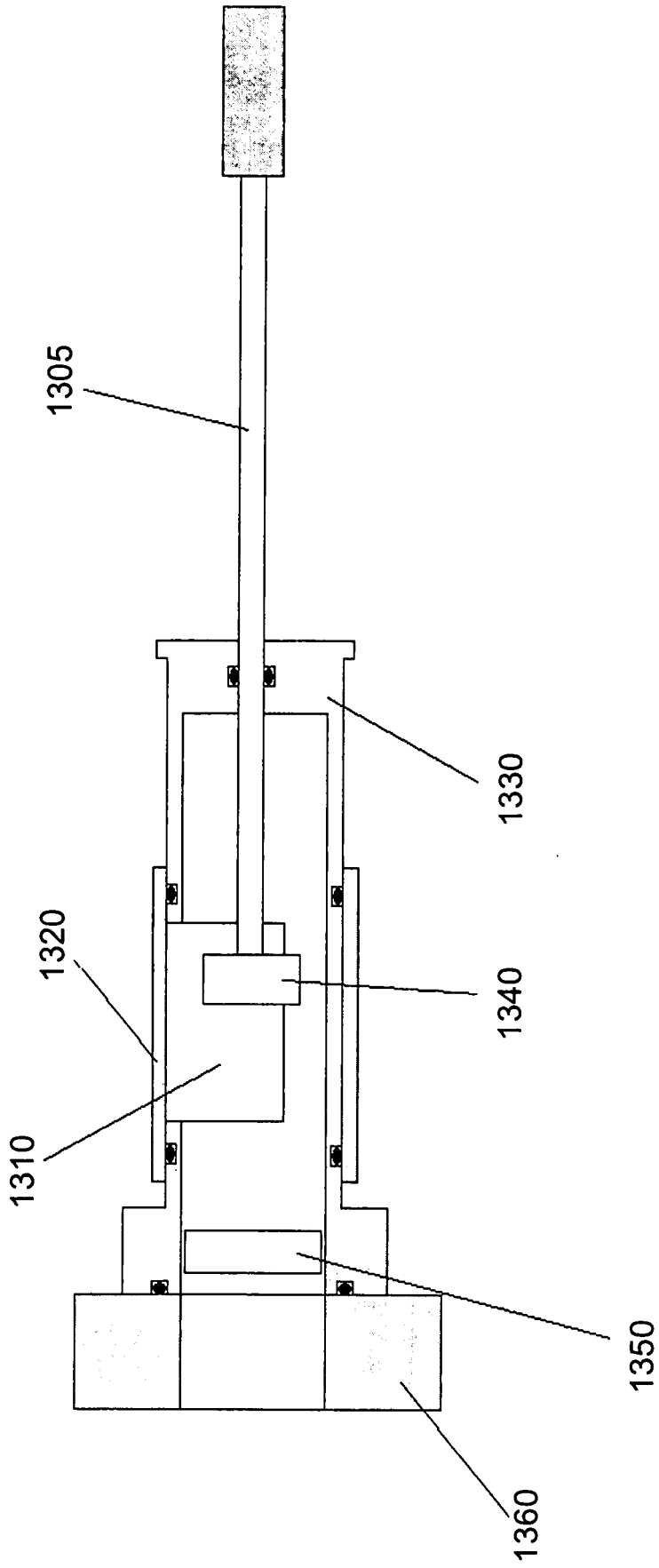
第11C圖



第11D圖

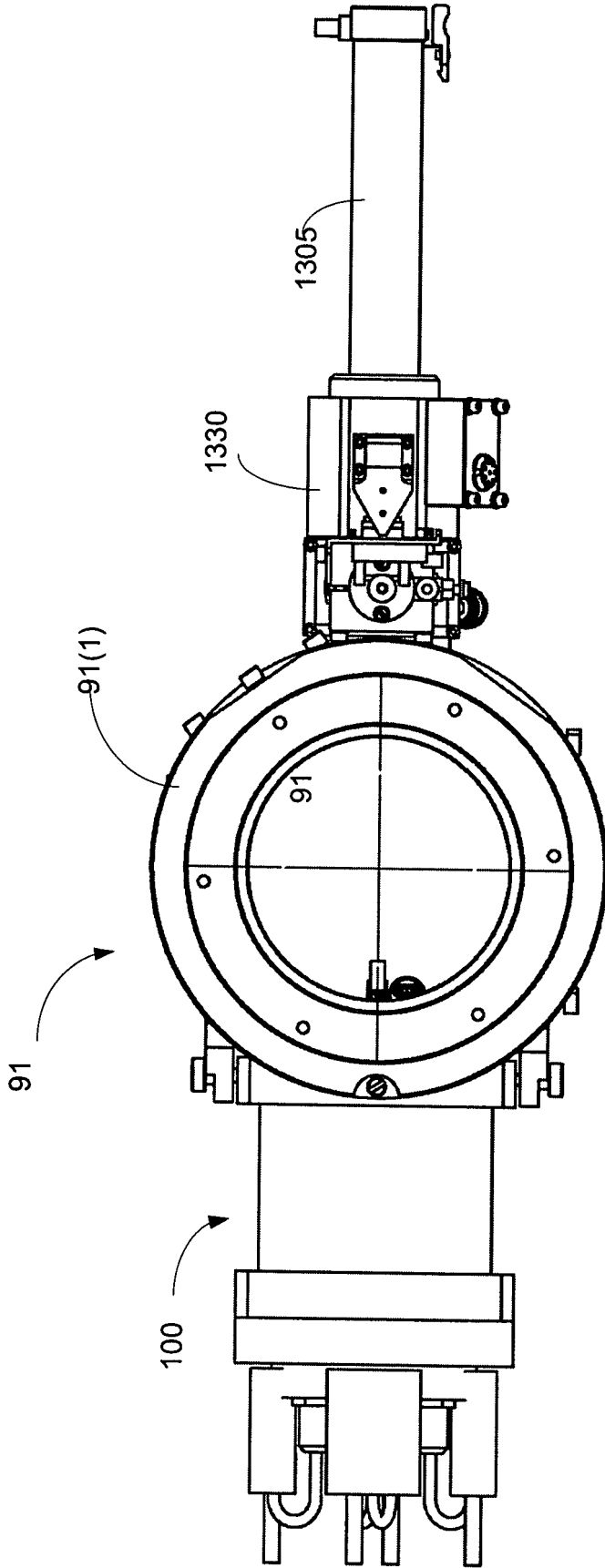


第12圖

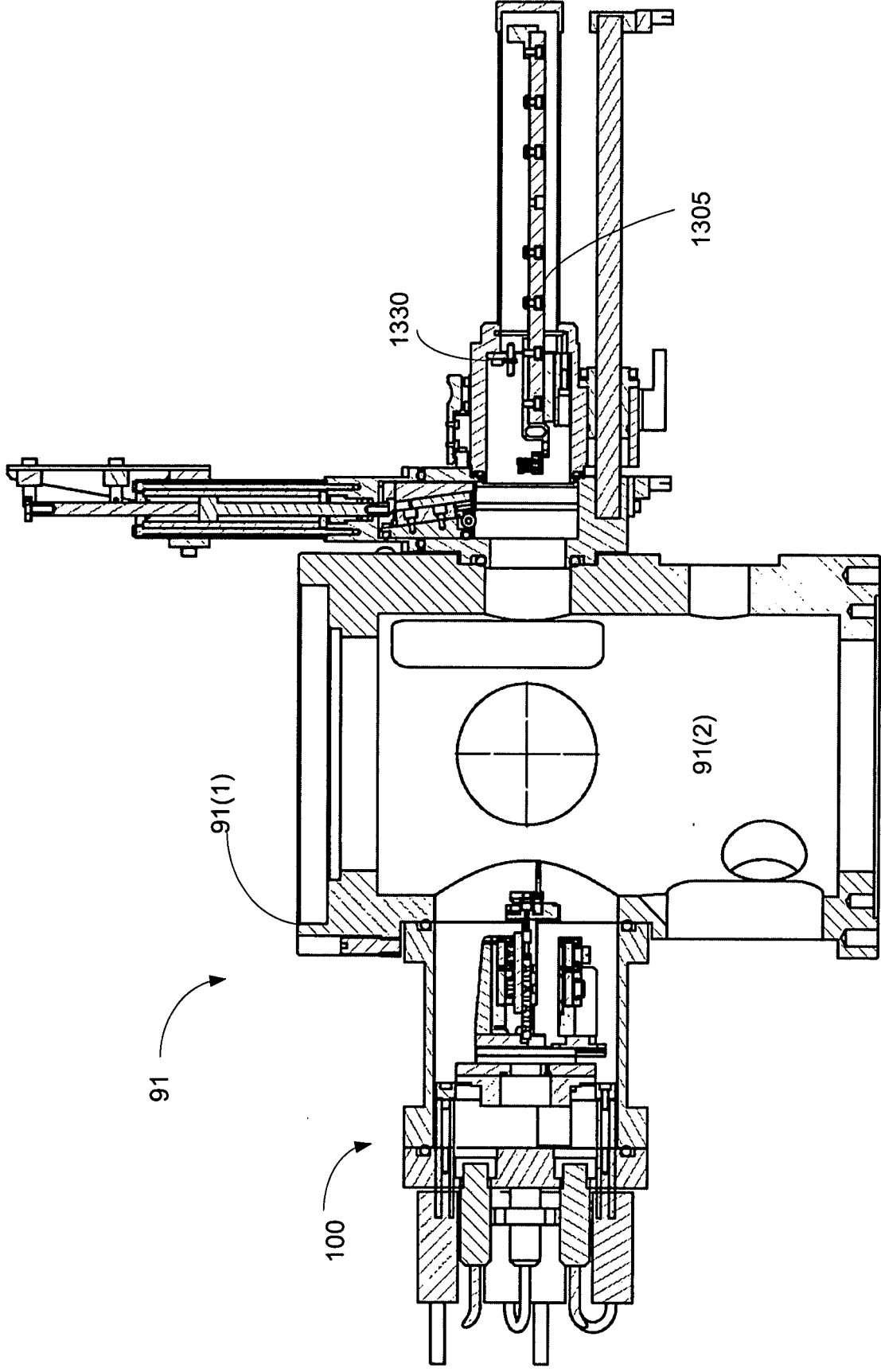


1300

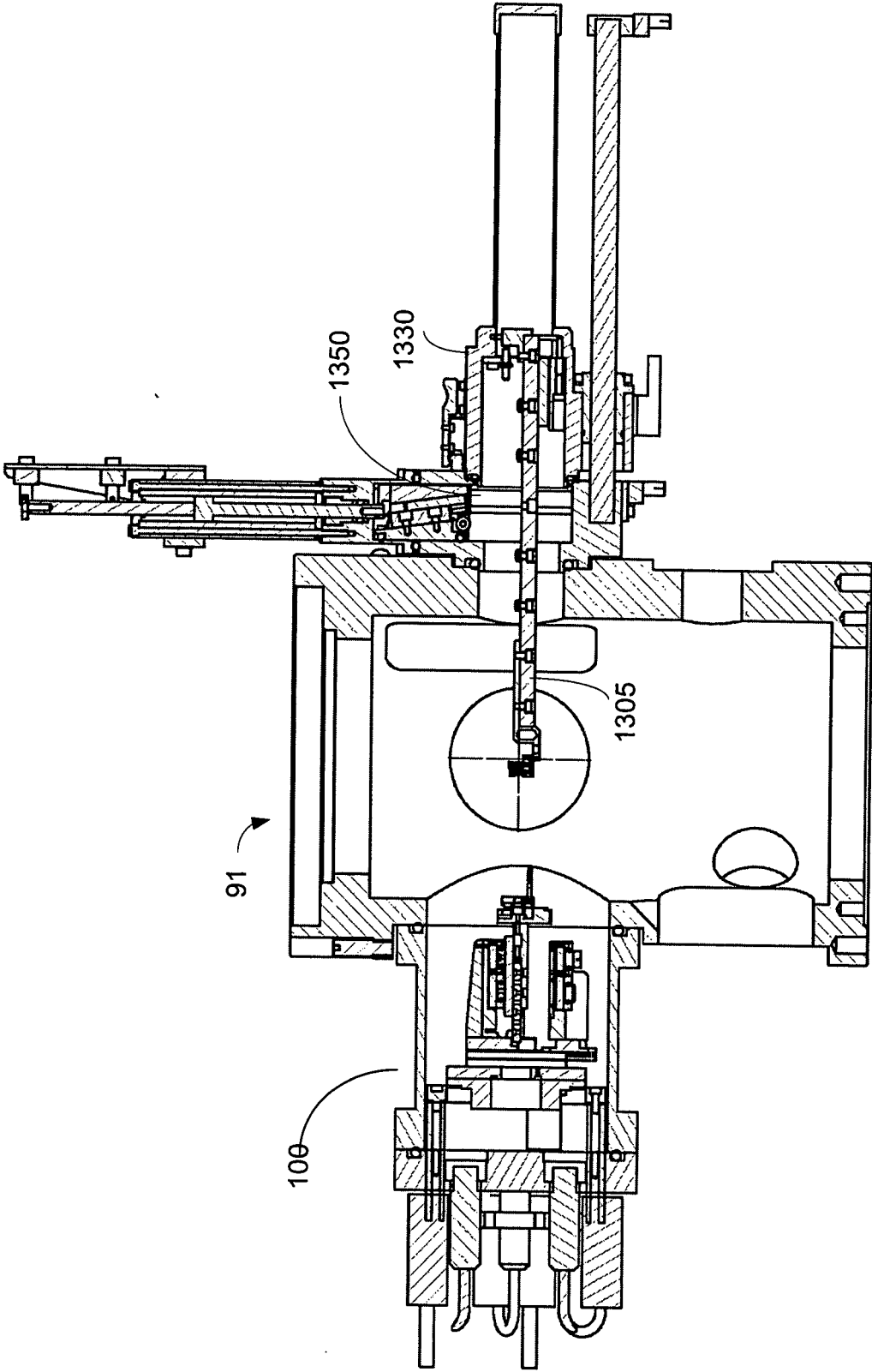
第13A圖



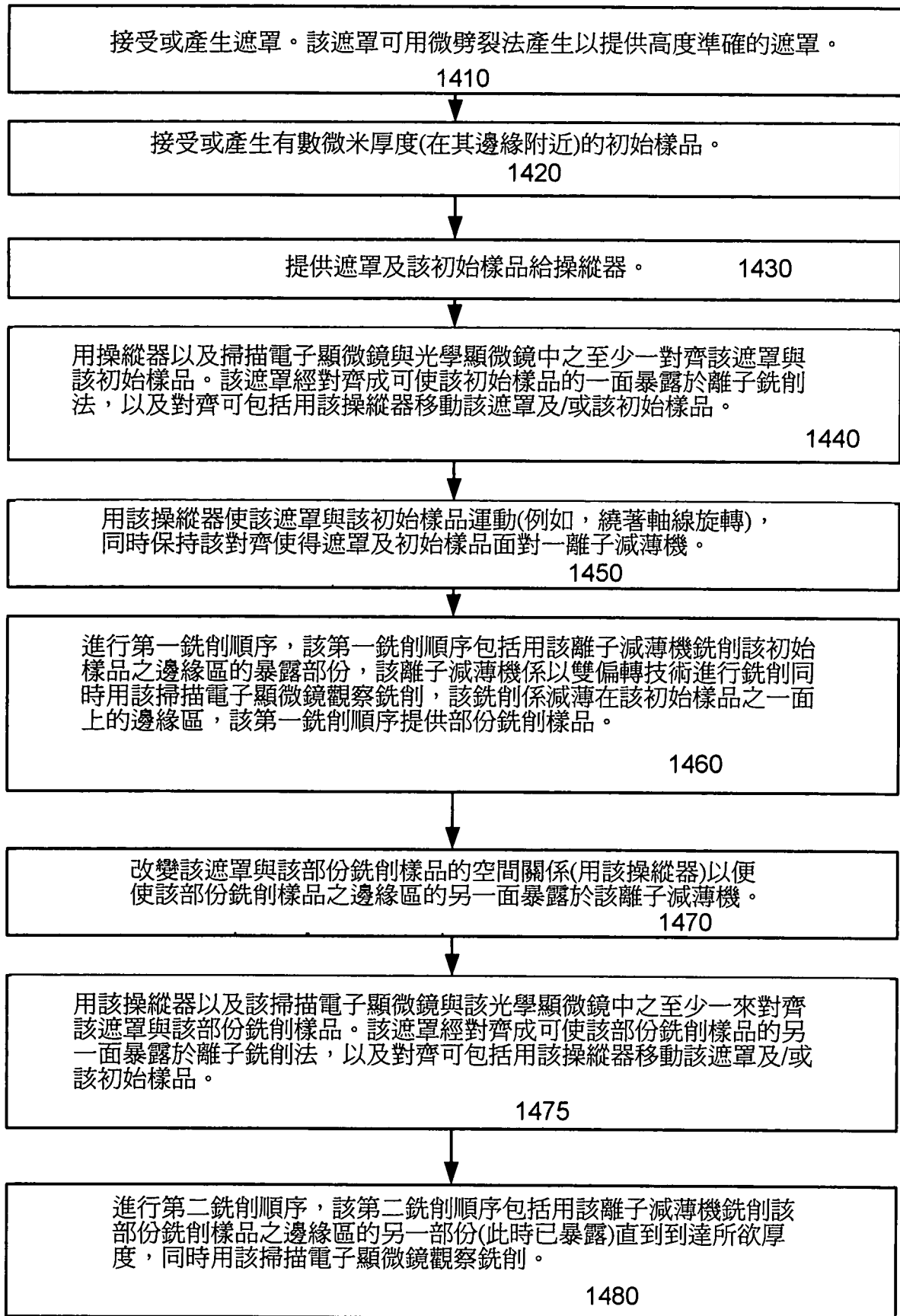
第13B圖



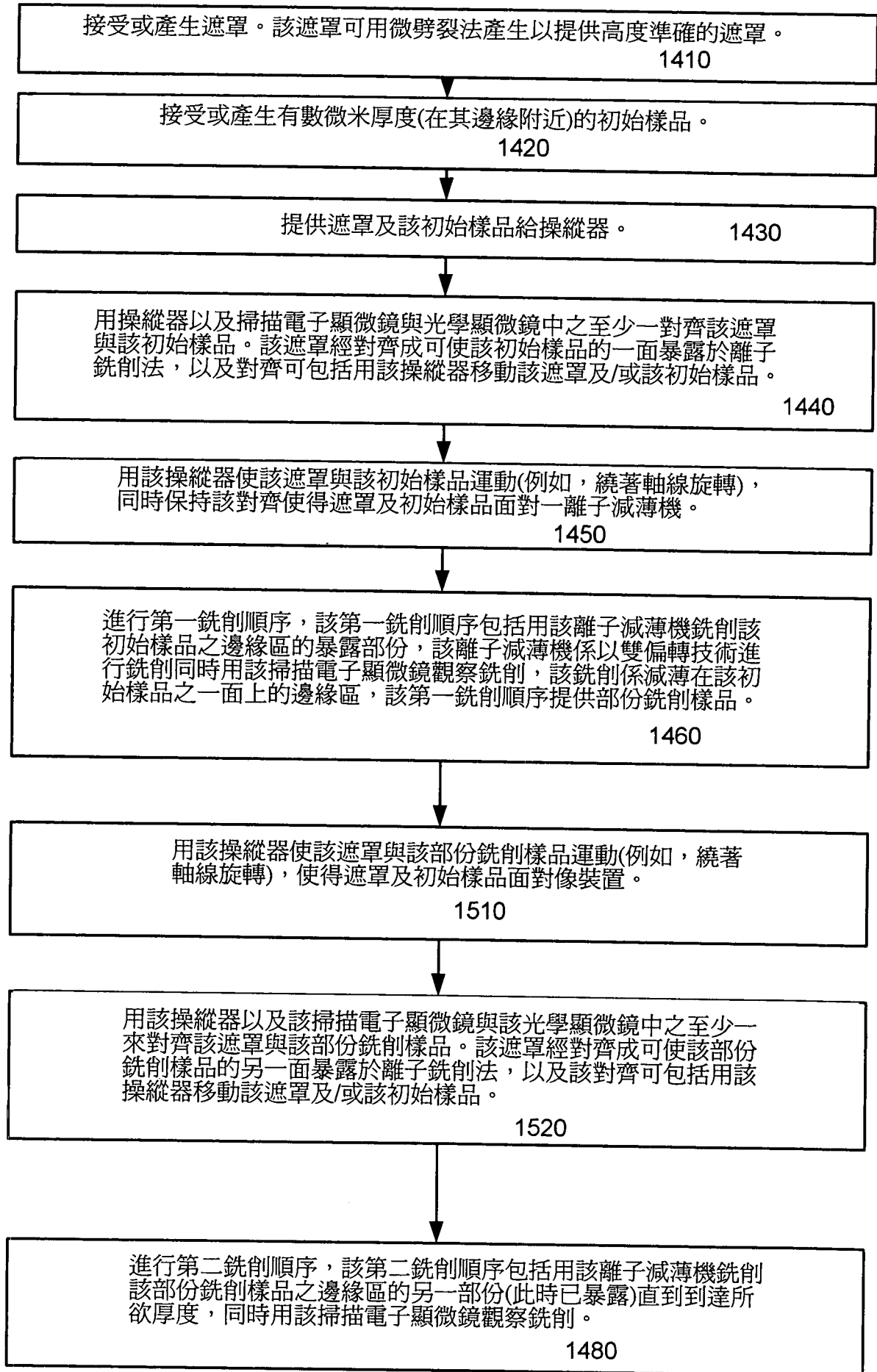
第13C圖



第13D圖



第14圖



第15圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (10) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10...系統

32...BSE檢測器

33...TEM檢測器

34...SE檢測器

35...SEM柱

42...氬供給單元

44...離子槍

90...真空系統

91...真空室

92...光學顯微鏡

94...防震系統

96...底座

98...底板

99...控制器

100...操縱器

1300...空氣鎖

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：