



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I837133 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：108118773

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 05 月 30 日

(51)Int. Cl. : G01N23/223 (2006.01)

H01L23/48 (2006.01)

(30)優先權：2018/07/04 日本

2018-127494

(71)申請人：日商理學股份有限公司 (日本) RIGAKU CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：尾形潔 OGATA, KIYOSHI (JP)；吉原正 YOSHIHARA, SEI (JP)；加藤秀一 KATO, SHUICHI (JP)；表和彦 OMOTE, KAZUHIKO (JP)；本野寬 MOTONO, HIROSHI (JP)；松嶋直樹 MATSUSHIMA, NAOKI (JP)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

(56)參考文獻：

TW 201621304A

JP H05-45307A

JP H07-128263A

JP 2002-243671A

JP 2011-107005A

JP 2014-222191A

US 7634052B2

WO 2016/103834A1

審查人員：張耕誌

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：14 共 42 頁

(54)名稱

螢光 X 射線分析裝置

(57)摘要

本發明之螢光 X 射線分析裝置以對試樣 S 照射 X 射線之方式來構成 X 射線照射單元 20，其中，該 X 射線係具有顯示較選定為測定對象元素之 Ag 之能量吸收限大且亦作為相較於該 Ag 能量吸收限之值較大之相鄰元素之 Sn 之能量吸收限以下之值之能量的 X 射線、及較選定為測定對象元素之 Sn 之能量吸收限大之值之能量的 X 射線。

In an X-ray fluorescence spectrometer according to the present invention, an X-ray irradiation unit 20 is configured so as to irradiate a sample S with X-ray having energy whose value is larger than an energy absorption edge of Ag selected as a measurement target element and is not more than an energy absorption edge of Sn which is an adjacent element to Ag and has the energy absorption edge larger than that of the selected Ag, and also with X-ray having energy whose value is larger than the energy absorption edge of Sn selected as a measurement target element.

指定代表圖：

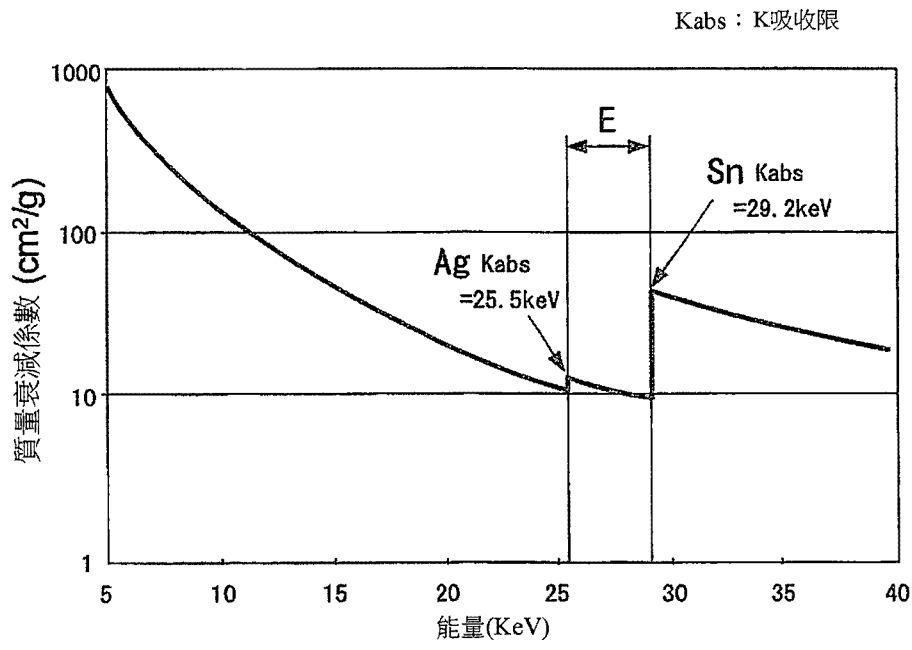


圖4

發明摘要

【發明名稱】(中文/英文)

螢光X射線分析裝置

X-RAY FLUORESCENCE SPECTROMETER

【中文】

本發明之螢光 X 射線分析裝置以對試樣 S 照射 X 射線之方式來構成 X 射線照射單元 20，其中，該 X 射線係具有顯示較選定為測定對象元素之 Ag 之能量吸收限大且亦作為相較於該 Ag 能量吸收限之值較大之相鄰元素之 Sn 之能量吸收限以下之值之能量的 X 射線、及較選定為測定對象元素之 Sn 之能量吸收限大之值之能量的 X 射線。

【英文】

In an X-ray fluorescence spectrometer according to the present invention, an X-ray irradiation unit 20 is configured so as to irradiate a sample S with X-ray having energy whose value is larger than an energy absorption edge of Ag selected as a measurement target element and is not more than an energy absorption edge of Sn which is an adjacent element to Ag and has the energy absorption edge larger than that of the selected Ag, and also with X-ray having energy whose value is larger than the energy absorption edge of Sn selected as a measurement target element.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 4 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【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】(中文/英文)

螢光X射線分析裝置

X-RAY FLUORESCENCE SPECTROMETER

【技術領域】

【0001】 本發明係關於藉由對自試樣所含之複數種元素中預先選定為測定對象之元素(測定對象元素)所發射之螢光 X 射線進行檢測，而對該測定對象元素進行分析之螢光 X 射線分析裝置。

【先前技術】

【0002】 近年來，伴隨著半導體裝置之高積體化，將複數片半導體基板(半導體晶圓)沿著高度方向積層之三維安裝技術之開發持續地發展。於該半導體裝置之三維安裝中，在形成於半導體基板之最上層之電極上設置有稱為焊錫凸塊之突起物，並經由該焊錫凸塊電性地連接各半導體基板之電極(例如參照專利文獻 1)。

【0003】 於半導體裝置之製程中，過去以來將被成膜於半導體基板上之薄膜作為測定對象，在製程內進行之就地分析的需求很高。本案申請人為了回應該需求，而提出使用 X 射線之薄膜檢查裝置。

然而，於上述之進行三維安裝之半導體裝置之製程中，不僅半導體基板上之薄膜測定，並產生欲將焊錫凸塊亦追加為測定對象的新需求。

【0004】 焊錫凸塊例如由具有 Sn(0.97)、Ag(0.03)之組成之無鉛焊錫所形成。於藉由螢光 X 射線分析來測定構成該等焊錫凸塊之

Sn(錫)與 Ag(銀)之情形時，由於來自含量較少之 Ag 之螢光 X 射線的發射量較少，因此無法高精度地進行特別針對 Ag 之螢光 X 射線分析。

【0005】 又，於對試樣照射 X 射線之情形時，存在有除了螢光 X 射線之外，繞射 X 射線亦從試樣反射而來，並同時朝向 X 射線檢測器入射之情形。於該情形時，存在有入射至 X 射線檢測器之繞射 X 射線會在螢光 X 射線分析中成為雜訊，而使測定精度限低之可能性。

【0006】 因此，於專利文獻 2 與專利文獻 3 之習知技術中揭示有以使試樣旋轉而使繞射 X 射線不會入射至 X 射線檢測器之方式來進行調整的技術。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0007】

[專利文獻 1]日本專利特開 2006-140364 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開平 5-126768 號公報

[專利文獻 3]日本專利第 4884553 號公報

【發明內容】

(發明所欲解決之問題)

【0008】 本發明係鑒於上述之問題所完成者，其目的在於提供即便對於因試樣中之含量較少而難以利用習知技術進行高精度之測定的元素，亦可高精度地進行測定之螢光 X 射線分析裝置。

【0009】 此外，本發明之目的在於提供以專利文獻 1 或 2 所揭示之習知技術為基礎，而以更高精度且可謀求測定時間之縮短之高

產出量的螢光 X 射線分析裝置。

(解決問題之技術手段)

【0010】 為了達成上述目的，本發明係一種螢光 X 射線分析裝置，其具備有：對包含複數種元素之試樣照射 X 射線之 X 射線照射單元、及對自該試樣所放出之螢光 X 射線進行檢測之 X 射線檢測單元；其特徵在於，

X 射線照射單元係如下之構成：著眼於試樣所含之複數種元素中選定為測定對象之測定對象元素、及能量吸收限之值較該元素大之相鄰元素，而對試樣照射具有顯示較測定對象元素之能量吸收限大且相鄰元素之能量吸收限以下之值之能量的 X 射線。

【0011】 如此，若對試樣照射具有顯示較測定對象元素之能量吸收限大且相鄰元素之能量吸收限以下之值之能量的 X 射線，X 射線對於測定對象元素之激發效率便會提高，多數的螢光 X 射線便會從測定對象元素被放出。

因此，即便對於因試樣中之含量較少而難以利用習知技術進行高精度之測定元素，亦可高精度地進行測定。

【0012】 再者，亦存在有於自試樣所含之複數種元素選定為測定對象之複數種測定對象元素中能量吸收限之值較大之相鄰元素不存在之情形。於該情形時，X 射線照射單元只要設為對試樣照射能量之值較測定對象元素之能量吸收限大之值之能量之 X 射線的構成即可。

藉由對試樣照射如此之 X 射線，X 射線對於測定對象元素之激發效率會提高，多數的螢光 X 射線會從測定對象元素被放出。

【0013】 例如，為了將包含 Ag 與 Sn 之元素之焊錫作為試樣，

而分別將該等 Ag 及 Sn 之各元素選定為測定對象元素並加以測定，只要將 X 射線照射單元如以下般構成即可。

亦即，X 射線照射單元構成為：對試樣照射具有顯示較選定為測定對象元素之 Ag 之能量吸收限大且亦作為相較於該 Ag 而能量吸收限之值較大之相鄰元素之 Sn 之能量吸收限以下之值之能量的 X 射線、及具有顯示較選定為測定對象元素之 Sn 之能量吸收限大之值之能量的 X 射線。

【0014】 藉此，即便將如焊錫凸塊般 Ag 之含量較少之物質作為試樣，Ag 之 X 射線之激發效率亦會提高，多數螢光 X 射線會從 Ag 被放出。因此，即便對於例如焊錫凸塊所含之 Ag 之元素，亦可高精度地進行測定。

【0015】 上述之 X 射線照射單元可藉由如下之構成來實現，該構成例如包含有：X 射線源，其發射連續 X 射線；及多波長鏡，其供自 X 射線源所發射之連續 X 射線入射，而取出能量的大小不同之複數種 X 射線。

【0016】 此處，多波長鏡設為包含將複數種薄膜加以積層而成之多層膜的構成。而且，多層膜構成為藉由調整薄膜之膜厚、膜質及積層數而僅使具有所期望之能量之 X 射線繞射。此外，多波長鏡設為藉由沿著深度方向將薄膜之膜厚、膜質及該薄膜之積層數不同之複數種多層膜加以積層，而使能量之大小不同之複數種 X 射線繞射的構成。

【0017】 藉由該多波長鏡，可從自 X 射線源所發射之連續 X 射線，取出具有顯示較測定對象元素之能量吸收限大且相鄰元素之能量吸收限以下之值之能量的 X 射線來對試樣進行照射。

【0018】 又，於本發明中，X 射線檢測單元較佳係設為包含有數個 X 射線檢測器之構成。

而且，對於來自 X 射線照射單元之 X 射線所照射之試樣之 X 射線照射部位，以可接收自該試樣所放出之螢光 X 射線之姿勢將數個 X 射線檢測器配置於該 X 射線照射部位的周圍。該等各 X 射線檢測器設為可獨立地移動自如。

此外，設為具備有控制部之構成，而該控制部使數個 X 射線檢測器中檢測到自試樣所繞射而來之繞射 X 射線之 X 射線檢測器，朝向不會入射有該繞射 X 射線之位置移動。

【0019】 藉由如此構成 X 射線檢測單元，可避免自試樣繞射而來之繞射 X 射線作為雜訊而入射至 X 射線檢測器從而謀求 S/N(信號雜訊比；signal noise ratio)之提高。況且，使自試樣所放出之螢光 X 射線入射至配置於試樣之周圍之數個 X 射線檢測器，可提高螢光 X 射線之檢測強度。

【0020】 又，包含數個 X 射線檢測器之 X 射線檢測單元，亦可如以下所構成。

亦即，對於來自 X 射線照射單元之 X 射線所照射之試樣之 X 射線照射部位，以可接收自該試樣所放出之螢光 X 射線之姿勢將數個 X 射線檢測器配置於該 X 射線照射部位的周圍。於試樣與各 X 射線檢測器之間，開閉自如地分別設置遮蔽 X 射線之 X 射線遮蔽門。

而且，設為具備有控制部之構成，而該控制部相對於數個 X 射線檢測器中檢測到自試樣所繞射而來之繞射 X 射線之 X 射線檢測器，將 X 射線遮蔽門加以閉塞。

【0021】又，包含數個 X 射線檢測器之 X 射線檢測單元，亦可如以下所構成。

亦即，對於來自 X 射線照射單元之 X 射線所照射之試樣之 X 射線照射部位，以可接收自該試樣所放出之螢光 X 射線之姿勢將數個 X 射線檢測器配置於該 X 射線照射部位的周圍。此外，設為具備有分析部之構成，而該分析部將來自數個 X 射線檢測器中檢測到自試樣所繞射而來之繞射 X 射線之 X 射線檢測器之檢測信號加以排除，並根據來自其餘之 X 射線檢測器之檢測信號來進行螢光 X 射線分析。

【0022】即便如上所述構成 X 射線檢測單元，亦可避免因繞射 X 射線所導致之 S/N 之降低，而實現高精度之螢光 X 射線分析。況且，使自試樣所放出之螢光 X 射線入射至配置於試樣之周圍之數個 X 射線檢測器，可提高螢光 X 射線之檢測強度。

【0023】如以上所說明，根據本發明，若對試樣照射具有顯示較測定對象元素之能量吸收限大且相鄰元素之能量吸收限以下之值之能量的 X 射線，X 射線對於測定對象元素之激發效率便會提高，多數的螢光 X 射線便會從測定對象元素被放出。因此，即便對於因試樣中之含量較少而難以利用習知技術進行高精度之測定的元素，亦可高精度地進行測定。

【0024】又，藉由以包含數個 X 射線檢測器之 X 射線檢測單元如上述般構成本發明，可去除自試樣繞射而來之繞射 X 射線之影響並謀求 S/N 之提高。況且，使自試樣所放出之螢光 X 射線入射至配置於試樣之周圍之數個 X 射線檢測器，可提高螢光 X 射線之檢測強度。其結果，可實現高精度且可謀求測定時間之縮短之高產出

量的螢光 X 射線分析。

【圖式簡單說明】

【0025】

圖 1A 係示意性地表示本發明第 1 實施形態之螢光 X 射線分析裝置之主要部分的局部剖面前視圖。圖 1B 係其仰視圖。

圖 2 係表示本發明第 1 實施形態之螢光 X 射線分析裝置之控制/分析處理系統的方塊圖。

圖 3 係示意性地表示 X 射線照射單元所包含之多波長鏡之構成的剖面圖。

圖 4 係表示被三維安裝之半導體基板之焊錫凸塊所含有之 Ag 與 Sn 之 X 射線吸收限的圖表。

圖 5 係示意性地表示用以使 X 射線收斂而照射於測定對象之微小部之多波長鏡之構成例的立體圖。

圖 6 係表示由本發明第 1 實施形態之螢光 X 射線分析裝置所進行之螢光 X 射線分析之實施動作的流程圖。

圖 7A 係示意性地表示本發明第 2 實施形態之螢光 X 射線分析裝置之主要部分的局部剖面前視圖。圖 7B 係其仰視圖。

圖 8 係表示本發明第 2 實施形態之螢光 X 射線分析裝置之控制/分析處理系統的方塊圖。

圖 9 係表示由本發明第 2 實施形態之螢光 X 射線分析裝置所進行之螢光 X 射線分析之實施動作的流程圖。

圖 10 係表示本發明第 3 實施形態之螢光 X 射線分析裝置之控制/分析處理系統的方塊圖。

圖 11 係表示由本發明第 3 實施形態之螢光 X 射線分析裝置所

進行之螢光 X 射線分析之實施動作的流程圖。

圖 12A 係示意性地表示本發明第 4 實施形態之螢光 X 射線分析裝置之主要部分的局部剖面前視圖。圖 12B 係其仰視圖。

圖 13 係表示本發明第 4 實施形態之螢光 X 射線分析裝置之控制/分析處理系統的方塊圖。

圖 14 係表示由本發明第 4 實施形態之螢光 X 射線分析裝置所進行之螢光 X 射線分析之實施動作的流程圖。

【實施方式】

【0026】 以下，參照圖式，對該發明之實施形態詳細地進行說明。

於以下之實施形態中，雖然對適用於被設置在被三維安裝之半導體基板(半導體晶圓)之焊錫凸塊之檢查之螢光 X 射線分析裝置的構成進行說明，但本發明之用途當然並不限定於此。

【0027】

[第 1 實施形態]

首先，參照圖 1A 至圖 5，對本發明第 1 實施形態之螢光 X 射線分析裝置進行說明。

如圖 1A、圖 1B 及圖 2 所示，本實施形態之螢光 X 射線分析裝置具備有試樣台 10、試樣定位機構 11、X 射線照射單元 20、及 X 射線檢測單元 30 之各構成元件。

於試樣台 10 之表面配置有試樣(半導體基板)S。

試樣定位機構 11 係如下之構成：驅動試樣台 10，將被配置於試樣台 10 之試樣 S 之被測定部位(即 X 射線照射部位)，定位於自 X 射線照射單元 20 所照射之 X 射線之收斂點。

【0028】 X 射線照射單元 20 具備有照射能量之大小不同之複數種 X 射線之功能，其構造的細節，將於後述之。

X 射線檢測單元 30 具備有數個 X 射線檢測器 31。各 X 射線檢測器 31 成為如下之構成：對於試樣 S 之被測定部位被配置於其周圍，將自試樣 S 所放出之螢光 X 射線加以接收並進行檢測。

又，X 射線檢測單元 30 具備有分別驅動各 X 射線檢測器 31 之 X 射線檢測器驅動機構 32。各 X 射線檢測器 31 成為分別由 X 射線檢測器驅動機構 32 所單獨地驅動，而可改變配置位置之構成。

【0029】 如圖 1A、圖 1B 所示，於本實施形態中，設為將 X 射線照射單元 20、X 射線檢測器 31、及 X 射線檢測器驅動機構(未圖示)組入框體 33 之一體構造。X 射線照射單元 20 搭載於框體 33 之中央部，並以包圍其周圍之方式數個(圖 1 中為 8 個)X 射線檢測器 31 搭載於框體 33。於框體 33 在內部形成有真空室 33a，並於該真空室 33a 內配置有數個 X 射線檢測器 31。真空室 33a 內藉由未圖示之真空泵所真空抽吸而成為真空狀態。

【0030】 X 射線檢測器驅動機構 32 例如可利用由小型馬達所驅動之移動台 34 來構成。具體而言，於框體 33 之真空室 33a 內移動自如地設置數個移動台 34，並分別將 X 射線檢測器 31 搭載於該等移動台 34。又，X 射線檢測單元 30 亦可設為將珀爾帖冷卻器等之冷卻構件 35 配置於 X 射線檢測器 31 之底面，而對 X 射線檢測器 31 進行冷卻之構成。

【0031】 如圖 2 所示，本實施形態之螢光 X 射線分析裝置具備有由電腦所構成之中央處理裝置 40。中央處理裝置 40 依據預先所內建之控制程式，對各控制器發送指令信號，來控制各構成元件

之動作。此外，中央處理裝置 40 依據預先所內建之分析程式，來處理來自 X 射線檢測器 31 之 X 射線之檢測信號，而執行試樣 S 之螢光 X 射線分析。

【0032】亦即，中央處理裝置 40 對定位控制器 41 輸出指令信號，依據該指令信號，定位控制器 41 驅動試樣定位機構 11，而將試樣 S 之被測定部位定位於自 X 射線照射單元 20 所照射之 X 射線之收斂點。

再者，於本實施形態中，成為如下之構成：於未圖示之分離之位置設置有光學顯微鏡 50 之觀察位置，於該觀察位置利用光學顯微鏡 50 預先辨識試樣 S 之被測定部位，並藉由試樣定位機構 11 將該辨識到之被測定部位從光學顯微鏡 50 之觀察位置移動至 X 射線之收斂點。

【0033】又，中央處理裝置 40 對 X 射線照射控制器 42 輸出指令信號，依據該指令信號，X 射線照射單元 20 照射 X 射線。X 射線照射單元 20 例如具備有使 X 射線收斂於 100 微米以下(較佳為 50 微米以下)之微小部的功能，而該 X 射線之收斂點已預先進行定位。試樣 S 之被測定部位被定位於該 X 射線之收斂點。

【0034】數個 X 射線檢測器驅動機構 32 各自由驅動控制器 43 所驅動控制。中央處理裝置 40 對各驅動控制器 43 輸出指令信號，根據該指令信號，驅動控制器 43 驅動 X 射線檢測器驅動機構 32，而使 X 射線檢測器 31 移動。

具備有該功能之中央處理裝置 40 構成「控制部」，該控制部使數個 X 射線檢測器 31 中檢測到自試樣 S 繞射而來之繞射 X 射線之 X 射線檢測器 31，朝向不會入射有該繞射 X 射線之位置移動。

【0035】 此處，更詳細地對 X 射線照射單元 20 之構成進行說明。

X 射線照射單元 20 為包含有發射連續 X 射線之 X 射線源、及多波長鏡 21 之構成。多波長鏡 21 具有供自 X 射線源所發射之連續 X 射線入射，而取出能量之大小不同之複數種 X 射線的功能。

【0036】 圖 3 係示意性地表示多波長鏡 21 之構成的剖面圖。再者，表示切斷面之影線(斜線)已省略。

多波長鏡 21 將複數種多層膜 22 加以積層而形成。多層膜 22 為積層有複數種薄膜之構成。各多層膜 22 以藉由沿著深度方向調整薄膜之膜厚、膜質及薄膜之積層數，而使能量之大小不同之複數種 X 射線可繞射之方式所製作。

藉由該多波長鏡 21，將具有所期望之大小之能量的複數種 X 射線 a、b、c、d 從自 X 射線源所發射之連續 X 射線中取出。

【0037】 於本實施形態中，將多波長鏡 21 著眼於試樣 S 所包含之複數種元素中選定為測定對象之測定對象元素、及能量吸收限之值較該元素大之相鄰元素，而製作多層膜 22。亦即，多波長鏡 21 以取出具有顯示較測定對象元素之能量吸收限大且相鄰元素之能量吸收限以下之值之能量的 X 射線之方式，來調整多層膜 22。

【0038】 又，亦存在有自試樣 S 所含之複數種元素選定為測定對象之複數種測定對象元素中，能量吸收限之值較大之相鄰元素不存在之情形。此時，以取出較測定對象元素之能量吸收限大之值之能量的 X 射線之方式來調整多層膜 22。

【0039】 此處，對將被形成於半導體基板之焊錫凸塊設為測定對象，並將焊錫凸塊所含之 Sn 與 Ag 選定為測定對象元素，而實施

螢光 X 射線分析之情形時之多波長鏡 21 之具體例進行說明。

如上所述，焊錫凸塊例如由具有 Sn(0.97)、Ag(0.03)之組成之無鉛焊錫所形成。由於構成該等焊錫凸塊之元素中，尤其 Ag 含量較少，因此於螢光 X 射線分析時，較佳為以增加來自該 Ag 之螢光 X 射線之發射量的方式來調整照射於焊錫凸塊之 X 射線之能量特性。

【0040】因此，多波長鏡 21 以具有顯示較選定為測定對象元素之 Ag 之能量吸收限且亦作為相較於該 Ag 能量吸收限之值較大之相鄰元素之 Sn 之能量吸收限以下之值之能量的 X 射線繞射而被取出的方式，來調整一片多層膜 22。

藉由如此調整一片多層膜 22，則即便形成焊錫凸塊之元素中含量較少之 Ag，X 射線之激發效率亦會提高，多數的螢光 X 射線會自 Ag 被放出。

【0041】又，多波長鏡 21 以較選定為測定對象元素之 Sn 之能量吸收限大之值之能量的 X 射線繞射而被取出之方式，來調整另一片多層膜 22。

【0042】圖 4 係表示焊錫凸塊所含有之 Ag 與 Sn 之 X 射線吸收限的圖表。

由該圖可知，構成焊錫凸塊(無鉛焊錫)之 Sn(0.97)及 Ag(0.03)之 X 射線(K)之吸收限，Sn 為 29.2 keV，而 Ag 為 25.5 keV。

【0043】因此，多波長鏡 21 以值較 Ag 之能量吸收限之 25.5 keV 更大且亦作為相較於該 Ag 能量吸收限之值之相鄰元素之 Sn 之能量吸收限 29.2 keV 以下之能量(該圖中以 E 所表示之範圍內的能量)之值的 X 射線繞射而被取出的方式來調整一片多層膜 22。

【0044】 又，多波長鏡 21 以較 Sn 之能量吸收限之 29.2 keV 更大之值之能量的 X 射線繞射而被取出之方式，來調整另一片多層膜 22。

【0045】 此處，所取出之 X 射線之能量，較佳為儘量接近測定對象元素之能量吸收限之值之能量。藉由照射能量的大小為選擇對象元素之能量吸收限附近之 X 射線，該測定對象元素之激發效率會進一步提高，而使更多數的螢光 X 射線被放出。

【0046】 藉由如此調整多層膜 22 而製作多波長鏡 21，X 射線對焊錫凸塊所包含之 Sn 與 Ag 之激發效率會提高，而使多數的螢光 X 射線自該等測定對象元素被放出。因此，可對該等測定對象元素實施高精度之螢光 X 射線分析。

【0047】 再者，於本實施形態中，除了上述之 2 種多層膜 22 以外為了將被形成於半導體基板之薄膜作為測定對象而實施螢光 X 射線分析，亦積層形成有以來自該薄膜之激發效率良好之 8~10 keV 之能量的 X 射線繞射而被取出之方式，來調整之其他多層膜 22。

【0048】 又，於本實施形態中，需要將 X 射線收斂而照射於測定對象為直徑 20~200 μm 左右之焊錫凸塊之微小部。因此，例如如圖 5 所示般，藉由準備使 X 射線之反射面(表面)21a 彎曲為凹面之 2 片多波長鏡 21、21，並以該等各多波長鏡 21、21 之表面 21a 相互地正交之方式加以配置，來實現 X 射線朝向微小部之收斂。亦即，可藉由一片多波長鏡 21 使 X 射線於寬度方向上收斂，並藉由另一片多波長鏡 21 使 X 射線於長度方向上收斂。

再者，於圖 5 中，雖以被稱為柯克派屈克-貝茨

(Kirkpatrick-Baez ; KB)之串聯方式來配置多波長鏡 21、21，但亦可以彼此各一個邊接觸之並列(Side-by-side)方式來配置。

【0049】 其次，對將具有焊錫凸塊之半導體基板作為試樣 S，並藉由上述之構成之螢光 X 射線分析裝置實施螢光 X 射線分析時之動作進行說明。

圖 6 係表示由本實施形態之螢光 X 射線分析裝置所進行之螢光 X 射線分析之實施動作的流程圖。

【0050】 關於中央處理裝置 40 若操作員從鍵盤等之操作部輸入所指定之相對於入射 X 射線之半導體基板之面方位與配置方向(步驟 S1)，中央處理裝置 40 便對定位控制器 41 輸出指令信號，定位控制器 41 便驅動試樣定位機構 11，從而將配置於試樣台 10 之半導體基板之被測定部位(焊錫凸塊)定位於自 X 射線照射單元 20 所照射之 X 射線之收斂點(步驟 S2)。

【0051】 此時，半導體基板以形成該基板之結晶之面方位(結晶方位)成為以定向平面等為基準而預先設定之方向的方式配置於試樣台 10。中央處理裝置 40 於試樣台 10 上，以結晶之面方位被配置於預先設定之方向之半導體基板對準操作員所指定之面方位及其配置方向之狀態，將半導體基板之被測定部位定位於照射 X 射線之收斂點。

【0052】 如此將結晶之面方位對準所指定之方向而被定位之半導體基板，可得知繞射 X 射線相對於 X 射線之照射方向會出現在哪一方向、或其大致的方向。因此，使配置於繞射 X 射線會出現之方向之 X 射線檢測器 31 朝向該繞射 X 射線不會入射之位置移動(步驟 S3)。藉此，可預先減少自半導體基板所出現之繞射 X 射線朝

向 X 射線檢測器 31 之入射。

具體而言，中央處理裝置 40 對使該 X 射線檢測器 31 移動之 X 射線檢測器驅動機構 32 之驅動控制器 43 輸出指令信號。依據該指令信號，該驅動控制器 43，驅動 X 射線檢測器驅動機構 32，而使該 X 射線檢測器 31 朝向繞射 X 射線不會入射之位置移動。

【0053】 此處，中央處理裝置 40 對由各 X 射線檢測器 31 所輸入之 X 射線之檢測信號(X 射線之頻譜)進行比較，來檢查輸出因繞射 X 射線之入射而顯示異常值之檢測信號之 X 射線檢測器 31 的有無(步驟 S4)。

【0054】 而且，於認定輸出因繞射 X 射線之入射而顯示異常值之檢測信號之 X 射線檢測器 31 存在之情形時，以如下之方式進行調整：中央處理裝置 40 回到步驟 S3，對使該 X 射線檢測器 31 移動之 X 射線檢測器驅動機構 32 之驅動控制器 43 輸出指令信號，而使該 X 射線檢測器 31 之位置移動，從而使繞射 X 射線不會入射。

【0055】 於步驟 S4 中，於未確認到輸出因繞射 X 射線之入射而顯示異常值之檢測信號之 X 射線檢測器 31 存在時，對被設置於半導體基板之被測定部位之焊錫凸塊照射 X 射線，而實施螢光 X 射線分析(步驟 S5)。

亦即，中央處理裝置 40 對 X 射線照射控制器 42 輸出指令信號，依據該指令信號，X 射線照射單元 20 對半導體基板之被測定部位照射 X 射線。而且，各 X 射線檢測器 31 對自半導體基板之被測定部位(焊錫凸塊)所發射之螢光 X 射線進行檢測，中央處理裝置 40 輸入該檢測信號，而使螢光 X 射線分析被執行。

其後，輸出螢光 X 射線分析之分析結果(步驟 S6)，測定動作結

束。

【0056】如此，由於可在形成避免自半導體基板(試樣)S 繞射而來之繞射 X 射線作為雜訊而入射至 X 射線檢測器 31 之狀況下實施螢光 X 射線分析，因此可使 S/N 提高而得到高精度之分析結果。

【0057】

[第 2 實施形態]

其次，參照圖 7A 至圖 9，對本發明第 2 實施形態之螢光 X 射線分析裝置進行說明。

再者，存在有會對與先前所說明之第 1 實施形態之螢光 X 射線分析裝置相同之構成元件或相當之構成局部元件標示相同符號，並省略該構成元件詳細的說明之情形。

【0058】本實施形態之螢光 X 射線分析裝置設為如下之構成(參照圖 7A、圖 7B)：於圖 1A、圖 1B 所示之第 1 實施形態之裝置構造中，取代使各 X 射線檢測器 31 移動之 X 射線檢測器驅動機構 32，而於各 X 射線檢測器 31 之前方開閉自如地設置用以遮蔽 X 射線之 X 射線遮蔽門 36。X 射線遮蔽門 36 例如較佳為由鉛或鎢等難以使 X 射線透過之材料來製作。可藉由將該 X 射線遮蔽門 36 加以閉塞，而遮斷將會入射至各 X 射線檢測器 31 之 X 射線。

X 射線遮蔽門 36 例如可設為利用小型馬達等之驅動機構來進行開閉之構成。

【0059】如圖 8 所示，數個 X 射線遮蔽門 36 之驅動機構，分別藉由驅動控制器 44 所驅動控制。中央處理裝置 40 對各驅動控制器 44 輸出指令信號，依據該指令信號，驅動控制器 44 驅動 X 射線遮蔽門 36 之驅動機構，而使 X 射線遮蔽門 36 開閉。

具備有該功能之中央處理裝置 40 構成「控制部」，而該控制部相對於數個 X 射線檢測器 31 中檢測到自試樣繞射而來之繞射 X 射線之 X 射線檢測器 31，將 X 射線遮蔽門 36 加以閉塞。

【0060】圖 9 係表示由本實施形態之螢光 X 射線分析裝置所進行之螢光 X 射線分析之實施動作的流程圖。

中央處理裝置 40 在操作員從鍵盤等之操作部輸入所指定之相對於入射 X 射線之半導體基板之面方位與配置方向(步驟 S11)，中央處理裝置 40 便對定位控制器 41 輸出指令信號，而定位控制器 41 驅動試樣定位機構 11，從而將配置於試樣台 10 之半導體基板之被測定部位(焊錫凸塊)定位於自 X 射線照射單元 20 所照射之 X 射線之收斂點(步驟 S12)。

【0061】此時，半導體基板以形成該基板之結晶之面方位(結晶方位)成為以定向平面等為基準所預先設定之方向的方式，配置於試樣台 10。中央處理裝置 40 於試樣台 10 上，以使結晶之面方位被配置於所預先設定之方向之半導體基板對準操作員所指定之面方位與其配置方向之狀態，將半導體基板之被測定部位定位於照射 X 射線之收斂點。

【0062】如此將結晶之面方位對準所指定之方向而被定位之半導體基板，可得知繞射 X 射線相對於 X 射線之照射方向出現在哪一方向、或其大致的方向。因此，相對於配置在繞射 X 射線出現之方向之 X 射線檢測器 31，將 X 射線遮蔽門 36 加以閉塞(步驟 S13)。藉此，可預先減少從半導體基板所出現之繞射 X 射線朝向 X 射線檢測器 31 之入射。

具體而言，中央處理裝置 40 對使該 X 射線遮蔽門 36 閉塞之驅

動機構之驅動控制器 44 輸出指令信號。依據該指令信號，該驅動控制器 44 驅動驅動機構，而將該 X 射線遮蔽門 36 加以閉塞。

【0063】此處，中央處理裝置 40 對由各 X 射線檢測器 31 所輸入之 X 射線之檢測信號(X 射線之頻譜)進行比較，檢查在輸出因繞射 X 射線之入射而顯示異常值之檢測信號之 X 射線檢測器 31 之有無(步驟 S14)。

【0064】而且，於認定輸出因繞射 X 射線之入射而顯示異常值之檢測信號之 X 射線檢測器 31 存在之情形時，以如下之方式進行調整：中央處理裝置 40 回到步驟 S13，對將相對於該 X 射線檢測器 31 之 X 射線遮蔽門 36 加以閉塞之驅動機構之驅動控制器 44 輸出指令信號，而使該 X 射線遮蔽門 36 閉塞，從而使繞射 X 射線不會入射至該 X 射線檢測器 31。

【0065】於步驟 S14 中，於未確認到輸出因繞射 X 射線之入射而顯示異常值之檢測信號之 X 射線檢測器 31 存在時，對被設置於半導體基板之被測定部位之焊錫凸塊照射 X 射線，而實施螢光 X 射線分析(步驟 S15)。其後，輸出螢光 X 射線分析之分析結果(步驟 S16)，測定動作結束。

【0066】如此，由於可在形成避免自半導體基板(試樣)S 繞射而來之繞射 X 射線作為雜訊而入射至 X 射線檢測器 31 之狀況下實施螢光 X 射線分析，因此可使 S/N 提高而得到高精度之分析結果。

【0067】

[第 3 實施形態]

其次，參照圖 10 及圖 11，對本發明第 3 實施形態之螢光 X 射線分析裝置進行說明。

再者，存在有會對與先前所說明之第 1 及第 2 實施形態之螢光 X 射線分析裝置相同之構成元件或相當之構成部元件標示相同符號，並省略該構成元件詳細的說明之情形。

【0068】本實施形態之螢光 X 射線分析裝置設為如下之構成(參照圖 10)：於圖 1 所示之第 1 實施形態之裝置構造中，將使各 X 射線檢測器 31 移動之 X 射線檢測器驅動機構 32 與驅動控制器 43 加以去除。

中央處理裝置 40 對由各 X 射線檢測器 31 所輸入之 X 射線之檢測信號(X 射線之頻譜)進行比較，來檢查輸出因繞射 X 射線之入射而顯示異常值之檢測信號之 X 射線檢測器 31 的有無。而且，中央處理裝置 40 將來自數個 X 射線檢測器 31 中檢測到繞射 X 射線之 X 射線檢測器 31 之檢測信號加以排除。

亦即，於本實施形態中，中央處理裝置 40 構成「分析部」，該分析部將來自檢測到繞射 X 射線之 X 射線檢測器 31 之檢測信號加以排除，並根據自其餘之 X 射線檢測器 31 所輸入之檢測信號來進行螢光 X 射線分析。

【0069】圖 11 係表示由本實施形態之螢光 X 射線分析裝置所進行之螢光 X 射線分析之實施動作的流程圖。

【0070】中央處理裝置 40 若操作員從鍵盤等之操作部輸入所指定之相對於入射 X 射線之半導體基板之面方位與配置方向(步驟 S21)，中央處理裝置 40 便對定位控制器 41 輸出指令信號，定位控制器 41 便驅動試樣定位機構 11，從而將配置於試樣台 10 之半導體基板之被測定部位(焊錫凸塊)定位於自 X 射線照射單元 20 所照射之 X 射線之收斂點(步驟 S22)。

【0071】接著，中央處理裝置 40 對 X 射線照射控制器 42 輸出指令信號，依據該指令信號，X 射線照射單元 20 對半導體基板之被測定部位照射 X 射線，並且輸入來自各 X 射線檢測器 31 之檢測信號。而且，對所輸入之 X 射線之檢測信號(X 射線之頻譜)進行比較，而將來自因繞射 X 射線之入射而顯示異常值之 X 射線檢測器 31 之檢測信號加以排除(步驟 S23)。

【0072】中央處理裝置 40 於輸出因繞射 X 射線之入射而顯示異常值之檢測信號之 X 射線檢測器 31 之存在藉由該排除處理而不再被確認到後(步驟 S24)，實施螢光 X 射線分析(步驟 S25)。

亦即，中央處理裝置 40 對 X 射線照射控制器 42 輸出指令信號，依據該指令信號，X 射線照射單元 20 對半導體基板之被測定部位照射 X 射線。而且，各 X 射線檢測器 31 對自半導體基板之被測定部位(焊錫凸塊)所發射之螢光 X 射線進行檢測，中央處理裝置 40 輸入該檢測信號，而執行螢光 X 射線分析。

其後，輸出螢光 X 射線分析之分析結果(步驟 S26)，測定動作結束。

【0073】如此，由於可於形成避免自半導體基板(試樣)S 繞射而來之繞射 X 射線作為雜訊而入射至 X 射線檢測器 31 之狀況下實施螢光 X 射線分析，因此可提高 S/N 而得到高精度之分析結果。

【0074】

[第 4 實施形態]

其次，參照圖 12A 至圖 14，對本發明第 4 實施形態之螢光 X 射線分析裝置進行說明。

再者，存在有會對與先前所說明之第 1 至第 3 實施形態之螢光

X 射線分析裝置相同之構成元件或相當之構成局部元件標示相同符號，並省略該構成元件詳細的說明。

【0075】本實施形態之螢光 X 射線分析裝置如圖 12A、圖 12B 所示，為如下之構成：於框體 33 之中央部搭載光學顯微鏡 50，並於框體 33 中光學顯微鏡 50 之側向位置搭載 X 射線照射單元 20。數個 X 射線檢測器 31(圖 12B 中為 7 個)以包圍光學顯微鏡 50 之方式配置於其周圍而搭載於框體 33。

X 射線照射單元 20 將照射 X 射線之收斂點定位於光學顯微鏡 50 之下方位置、即光學顯微鏡 50 可觀察之位置。

【0076】如圖 13 所示，中央處理裝置 40 對聚焦控制器 51 輸出指令信號，依據該指令信號，聚焦控制器 51 使光學顯微鏡 50 之焦點對準設置在下方之照射 X 射線之收斂點。而且，根據自光學顯微鏡 50 所傳送而來之影像信號來對照射 X 射線之收斂點進行影像辨識，而即時地觀察該收斂點。

實際上，如後述般，使焦點對準粗略地被定位於照射 X 射線之收斂點之試樣(半導體基板)S 的被測定部位(焊錫凸塊)，而觀察該被測定部位。

【0077】中央處理裝置 40 一邊藉由光學顯微鏡 50 來觀察照射 X 射線之收斂點，一邊對定位控制器 41 輸出指令信號，而驅動試樣定位機構 11，從而將試樣 S 之被測定部位高精度地定位於照射 X 射線之收斂點。

【0078】圖 14 係表示由本實施形態之螢光 X 射線分析裝置所進行之螢光 X 射線分析之實施動作的流程圖。

【0079】中央處理裝置 40 若操作員從鍵盤等之操作部輸入所

指定之相對於入射 X 射線之半導體基板之面方位與配置方向(步驟 S31)，中央處理裝置 40 對定位控制器 41 輸出指令信號，定位控制器 41 驅動試樣定位機構 11，而將配置於試樣台 10 之半導體基板之被測定部位(焊錫凸塊)粗略地定位於自 X 射線照射單元 20 所照射之 X 射線之收斂點(步驟 S32)。

【0080】接著，中央處理裝置 40 對聚焦控制器 51 輸出指令信號，使光學顯微鏡 50 之焦點對準半導體基板之被測定部位，並且中央處理部輸入來自光學顯微鏡 50 之影像信號，而觀察該被測定部位(步驟 S33)。

【0081】而且，中央處理部一邊根據來自光學顯微鏡 50 之影像信號來觀察被測定部位，一邊對定位控制器 41 輸出指令信號。定位控制器 41 藉由該指令信號而驅動試樣定位機構 11，從而將配置於試樣台 10 之半導體基板之被測定部位(焊錫凸塊)高精度地定位於自 X 射線照射單元 20 所照射之 X 射線之收斂點(步驟 S34)。

【0082】接著，中央處理裝置 40 對 X 射線照射控制器 42 輸出指令信號，依據該指令信號，X 射線照射單元 20 對半導體基板之被測定部位照射 X 射線，並且輸入來自各 X 射線檢測器 31 之檢測信號。而且，對所輸入之 X 射線之檢測信號(X 射線之頻譜)進行比較，而將來自因繞射 X 射線之入射而顯示異常值之 X 射線檢測器 31 之檢測信號加以排除(步驟 S35)。

【0083】中央處理裝置 40 於輸出因繞射 X 射線之入射而顯示異常值之檢測信號之 X 射線檢測器 31 之存在藉由該排除處理而不再被確認到後(步驟 S36)，實施螢光 X 射線分析(步驟 S37)。

亦即，中央處理裝置 40 對 X 射線照射控制器 42 輸出指令信

號，依據該指令信號，X 射線照射單元 20 對半導體基板之被測定部位照射 X 射線。而且，各 X 射線檢測器 31 對自半導體基板之被測定部位(焊錫凸塊)所發射之螢光 X 射線進行檢測，中央處理裝置 40 輸入該檢測信號，而執行螢光 X 射線分析。

其後，輸出螢光 X 射線分析之分析結果(步驟 S38)，測定動作結束。

【0084】如此，由於可於形成避免自半導體基板(試樣)S 繞射而來之繞射 X 射線作為雜訊而入射至 X 射線檢測器 31 之狀況下實施螢光 X 射線分析，因此可提高 S/N 而得到高精度之分析結果。

況且，根據本實施形態之構成，可一邊利用光學顯微鏡 50 即時地觀察半導體基板之被測定部位，一邊高精度地將半導體基板之被測定部位定位於照射 X 射線之收斂點。

【0085】再者，本發明並非被限定於上述之實施形態者，當然可進行各種變化實施與應用實施。

例如，X 射線照射單元 20 亦可構成為：可利用多波長鏡以外之光學機器，將能量之大小不同的複數種 X 射線朝向試樣照射。

【符號說明】

【0086】

10	試樣台
11	試樣定位機構
20	X 射線照射單元
21	多波長鏡
21a	多波長鏡之表面
22	多層膜

30	X 射線檢測單元
31	X 射線檢測器
32	X 射線檢測器驅動機構
33	框體
33a	真空室
34	移動台
35	冷卻構件
36	X 射線遮蔽門
40	中央處理裝置
41	定位控制器
42	X 射線照射控制器
43	驅動控制器
44	驅動控制器
50	光學顯微鏡
51	聚焦控制器
S	試樣

申請專利範圍

1. 一種螢光 X 射線分析裝置，其具備有：對包含複數種元素之試樣照射 X 射線之 X 射線照射單元、及對自該試樣所放出之螢光 X 射線進行檢測之 X 射線檢測單元；其特徵在於，

上述 X 射線檢測單元包含有數個 X 射線檢測器，

對於來自上述 X 射線照射單元之 X 射線所照射之上述試樣之 X 射線照射部位，以可接收自該試樣所放出之螢光 X 射線之姿勢將上述數個 X 射線檢測器配置於該 X 射線照射部位的周圍，並且該等各 X 射線檢測器設為可獨立地移動自如，且

進一步具備有控制部，而該控制部使上述數個 X 射線檢測器中檢測到自上述試樣所繞射而來之繞射 X 射線之 X 射線檢測器，朝向不會入射有該繞射 X 射線之位置移動。

2. 一種螢光 X 射線分析裝置，其具備有：對包含複數種元素之試樣照射 X 射線之 X 射線照射單元、及對自該試樣所放出之螢光 X 射線進行檢測之 X 射線檢測單元；其特徵在於，

上述 X 射線檢測單元包含有數個 X 射線檢測器，

對於來自上述 X 射線照射單元之 X 射線所照射之上述試樣之 X 射線照射部位，以可接收自該試樣所放出之螢光 X 射線之姿勢將上述數個 X 射線檢測器配置於該 X 射線照射部位的周圍，並且

於上述試樣與上述各 X 射線檢測器之間，開閉自如地分別設置遮蔽 X 射線之 X 射線遮蔽門，且

進一步具備有控制部，而該控制部對於上述數個 X 射線檢測器中檢測到自上述試樣所繞射而來之繞射 X 射線之 X 射線檢測器，將上述 X 射線遮蔽門加以閉塞。

3. 一種螢光 X 射線分析裝置，其具備有：對包含複數種元素之試樣照射 X 射線之 X 射線照射單元、及對自該試樣所放出之螢光 X 射線進行檢測之 X 射線檢測單元；其特徵在於，

上述 X 射線檢測單元包含有數個 X 射線檢測器，

對於來自上述 X 射線照射單元之 X 射線所照射之上述試樣之 X 射線照射部位，以可接收自該試樣所放出之螢光 X 射線之姿勢將上述數個 X 射線檢測器配置於該 X 射線照射部位的周圍，且

具備有分析部，而該分析部將來自上述數個 X 射線檢測器中檢測到自上述試樣所繞射而來之繞射 X 射線之 X 射線檢測器的檢測信號加以排除，並根據來自其餘之 X 射線檢測器之檢測信號來進行螢光 X 射線分析。

圖式

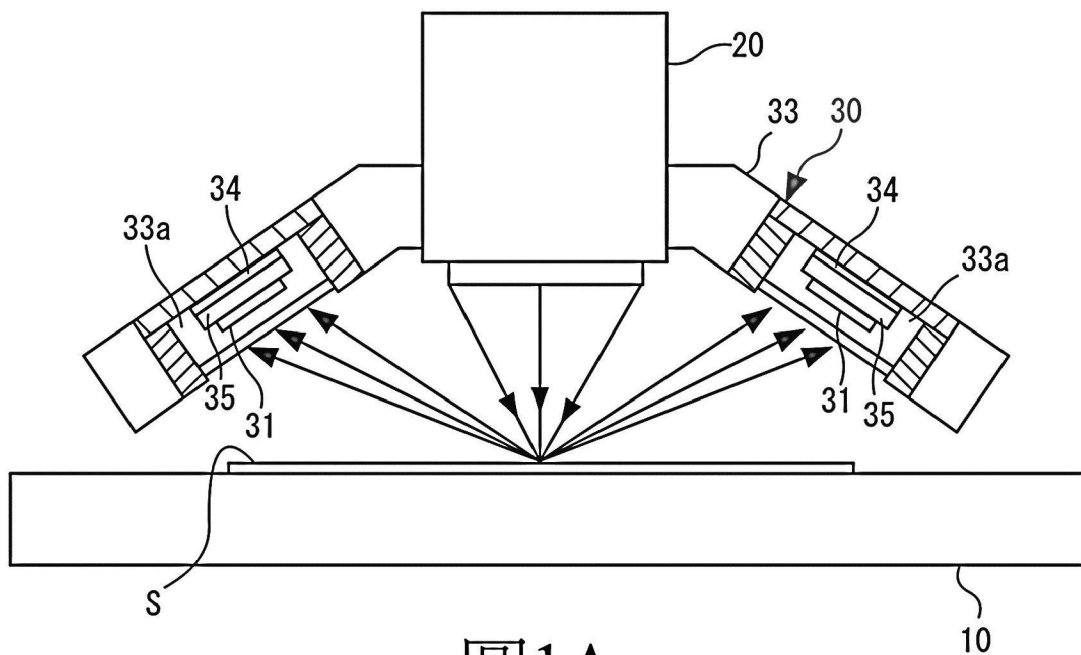


圖1A

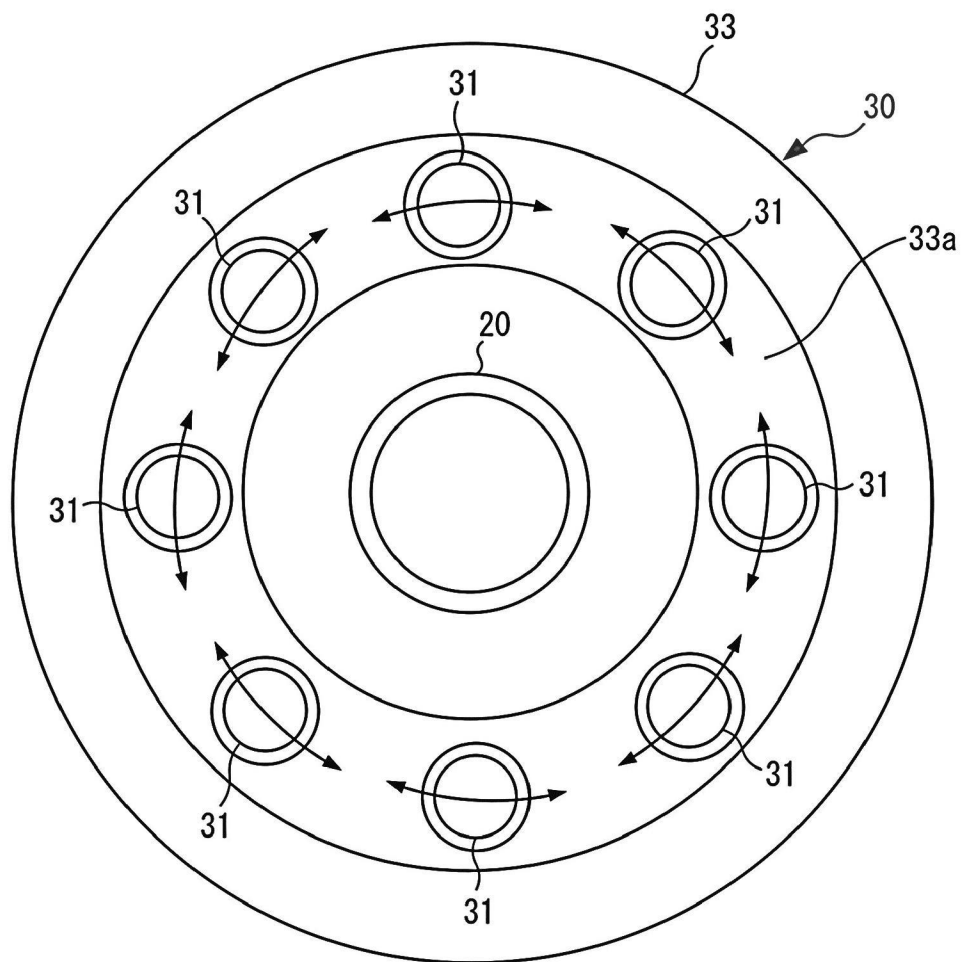


圖1B

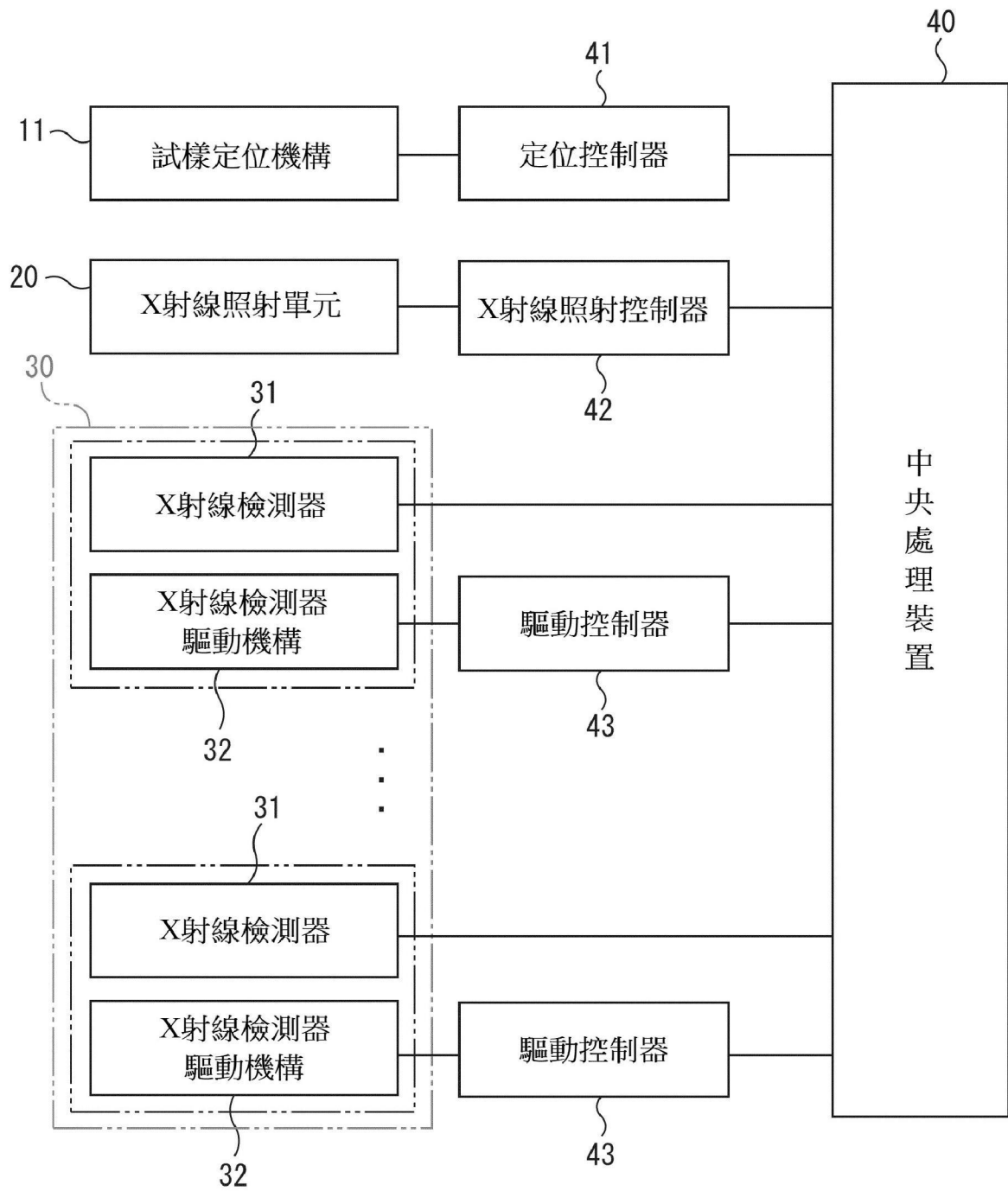


圖2

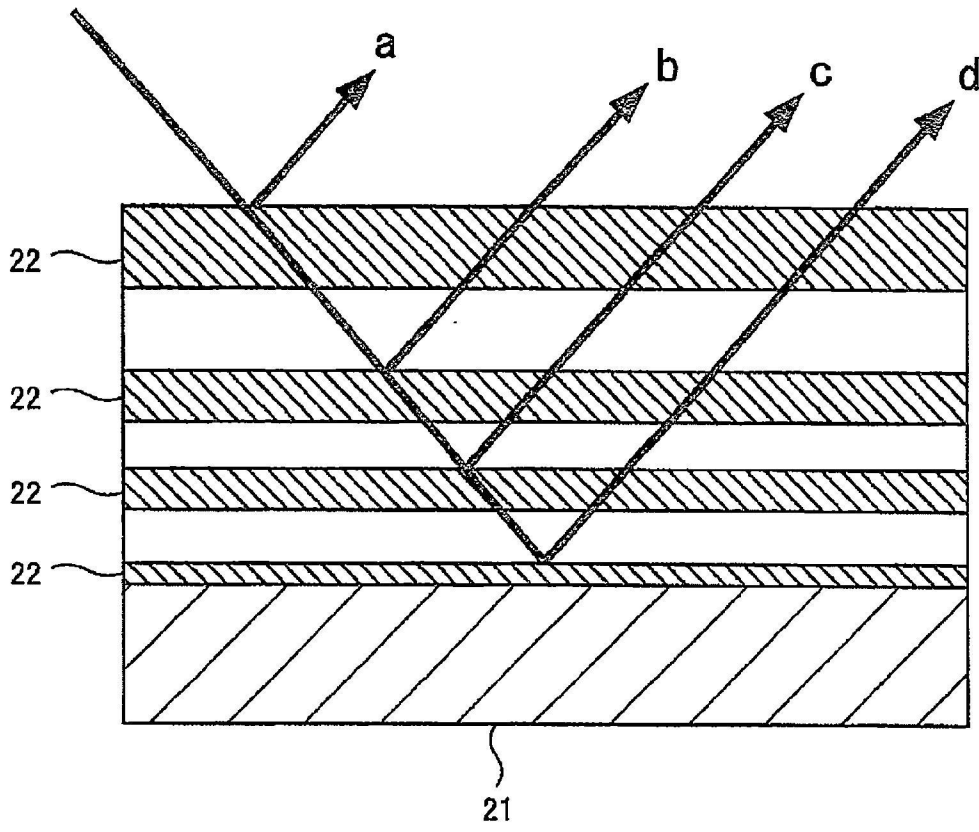


圖3

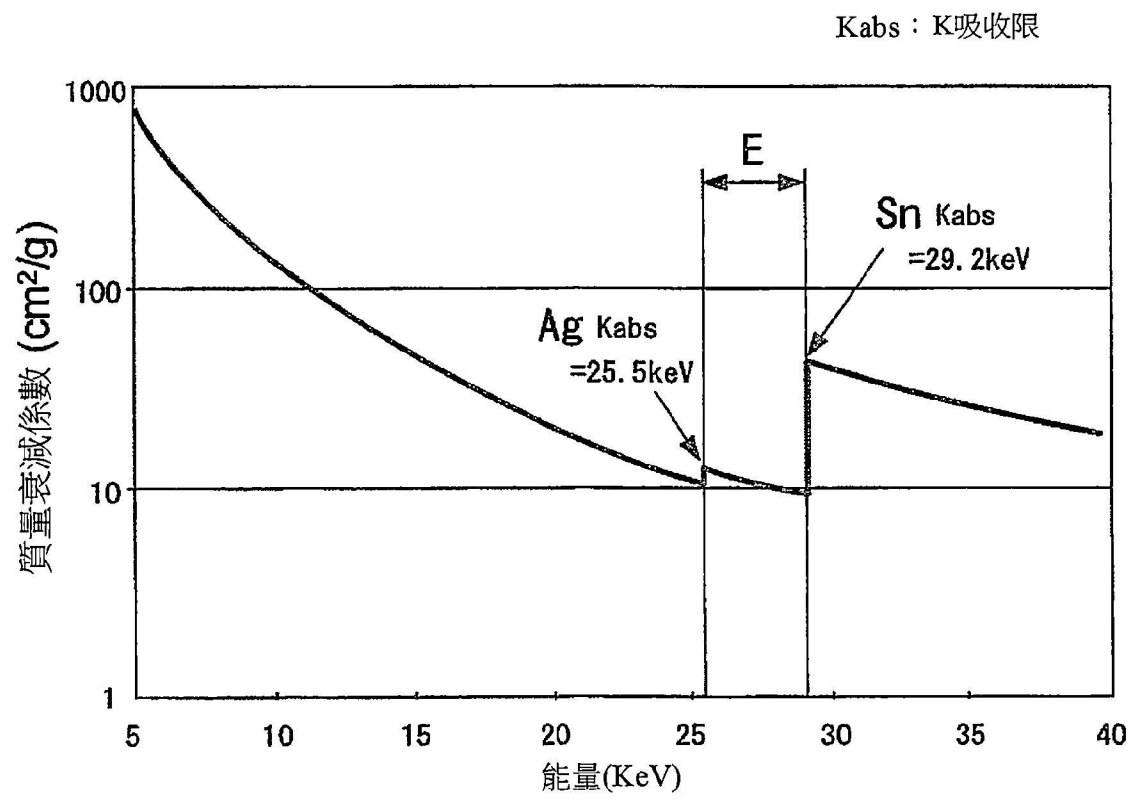


圖4

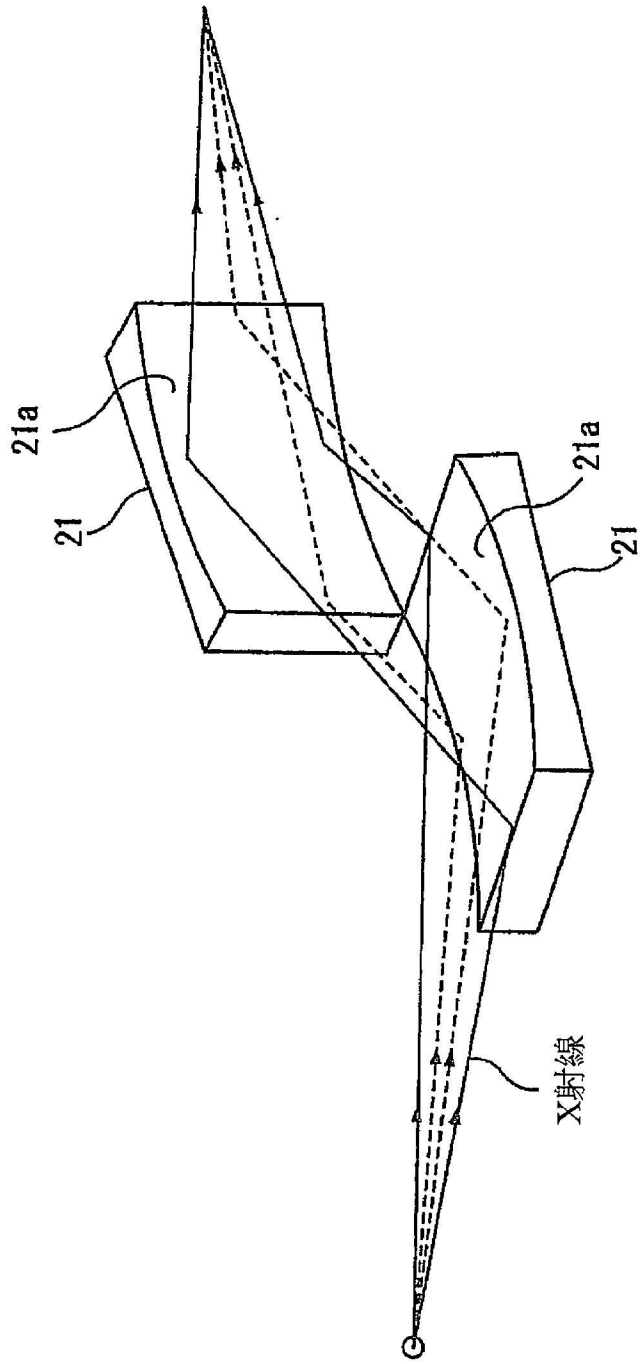


圖5

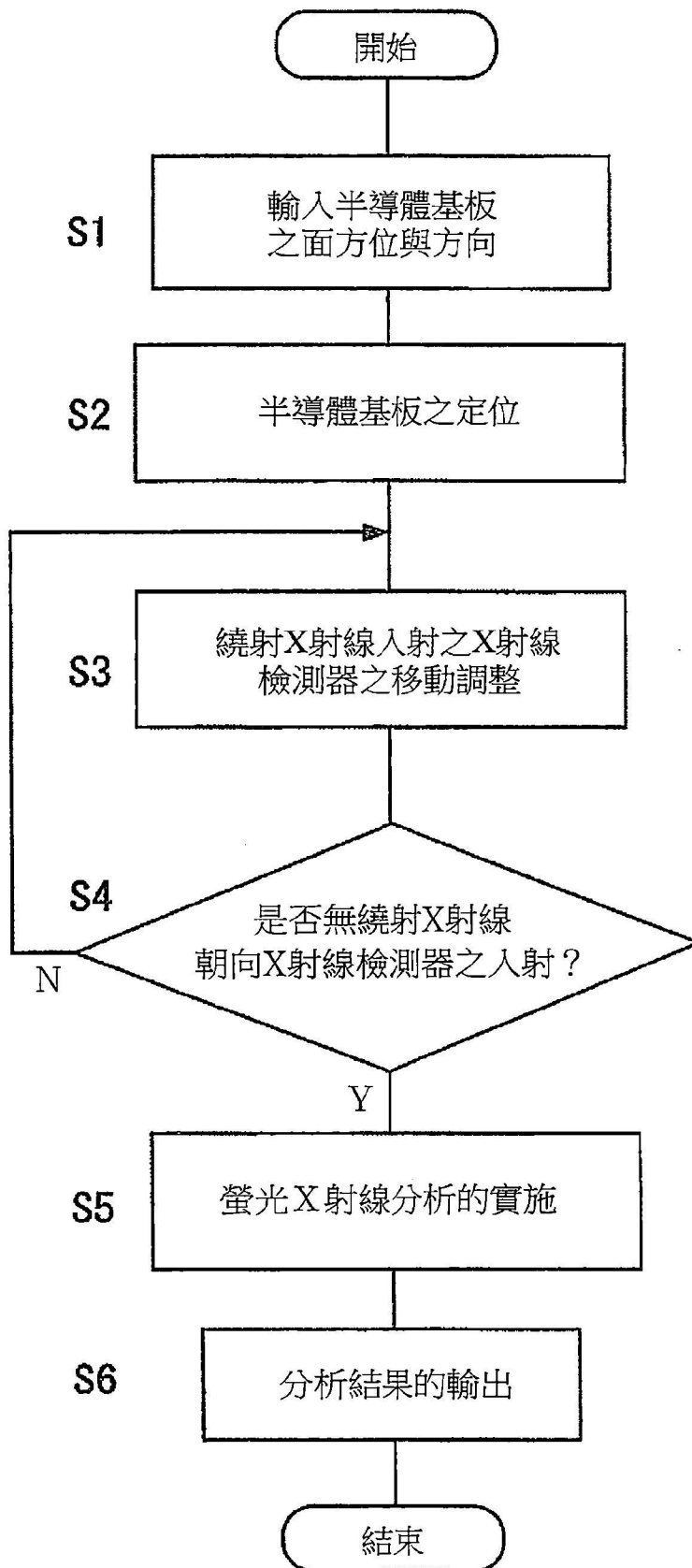


圖6

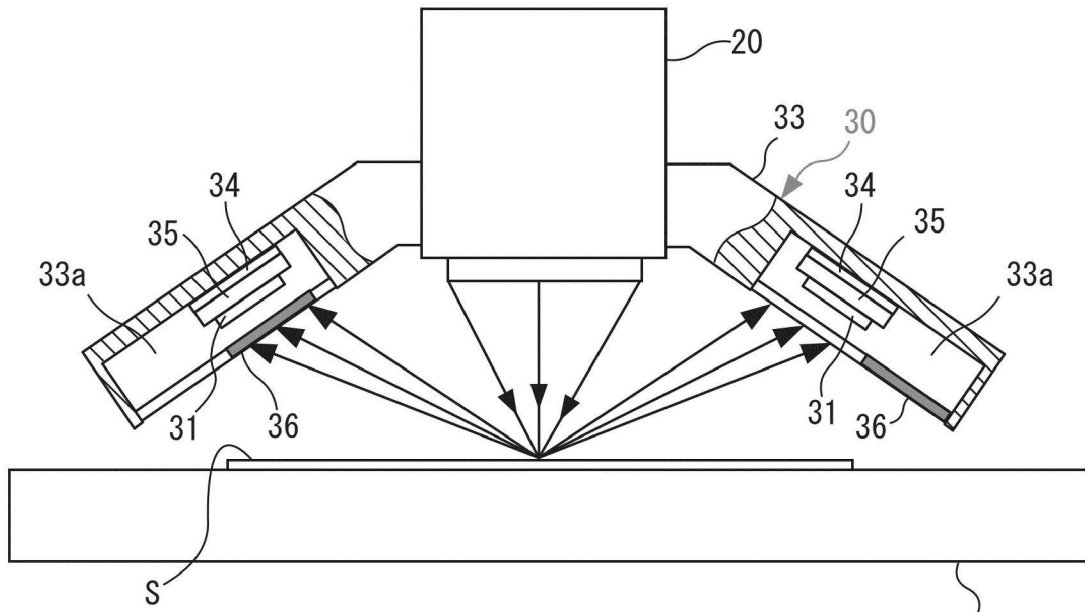


圖7A

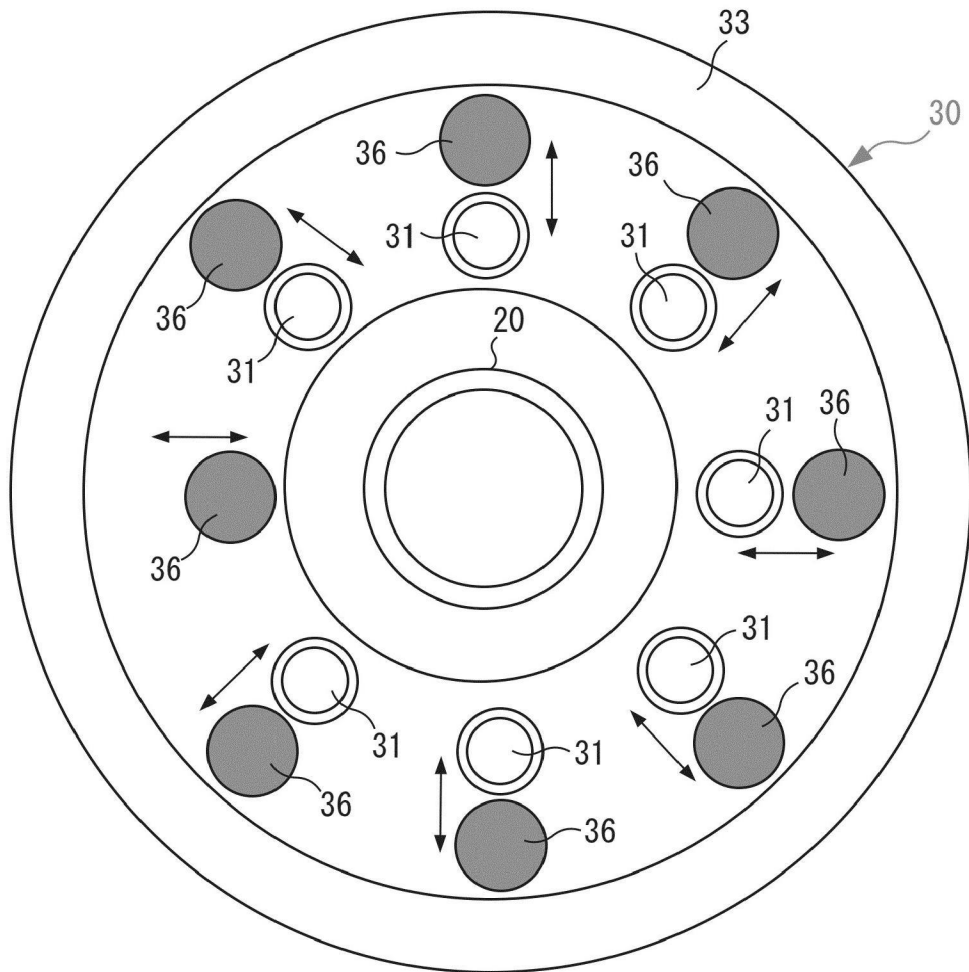


圖7B

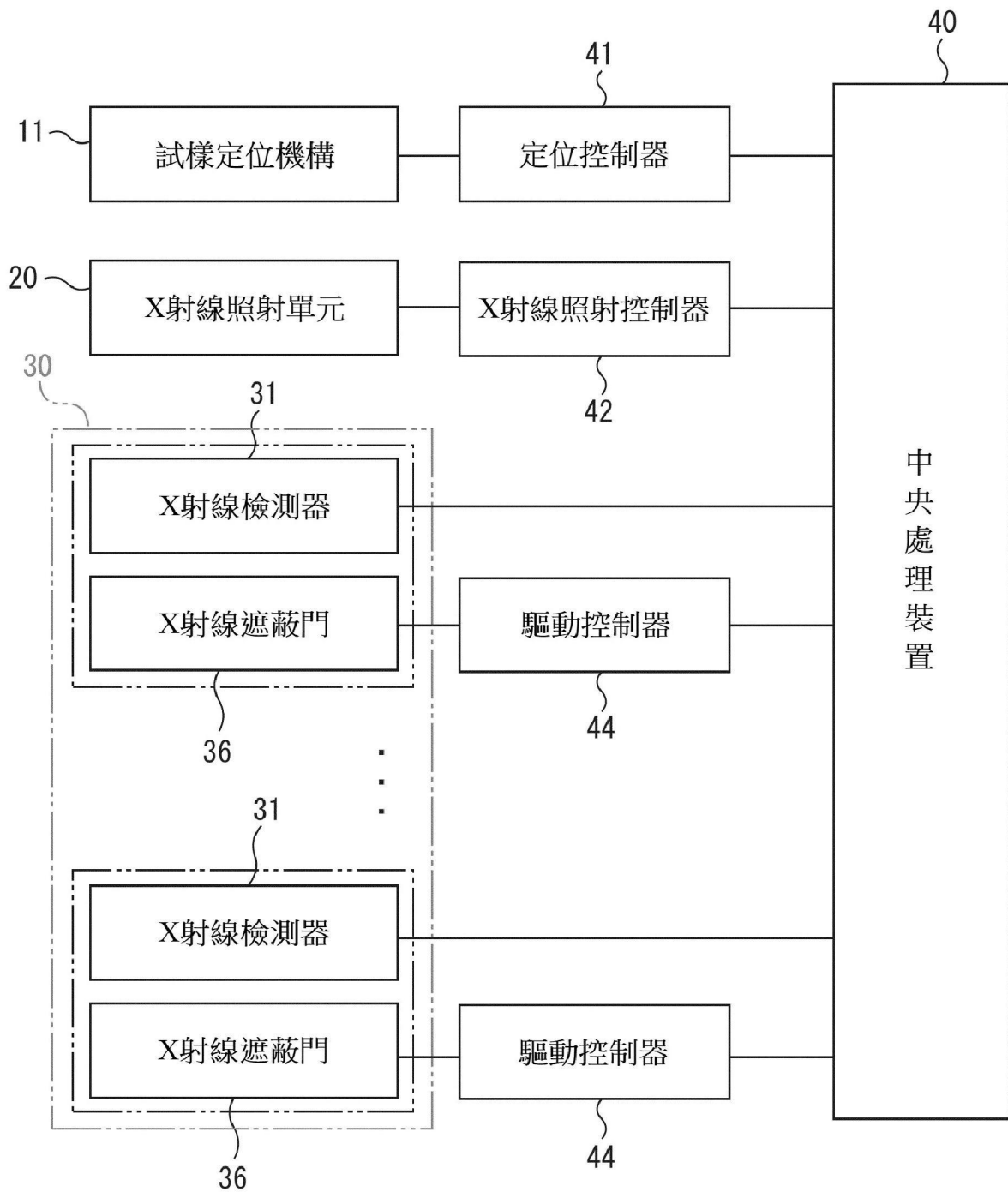


圖8

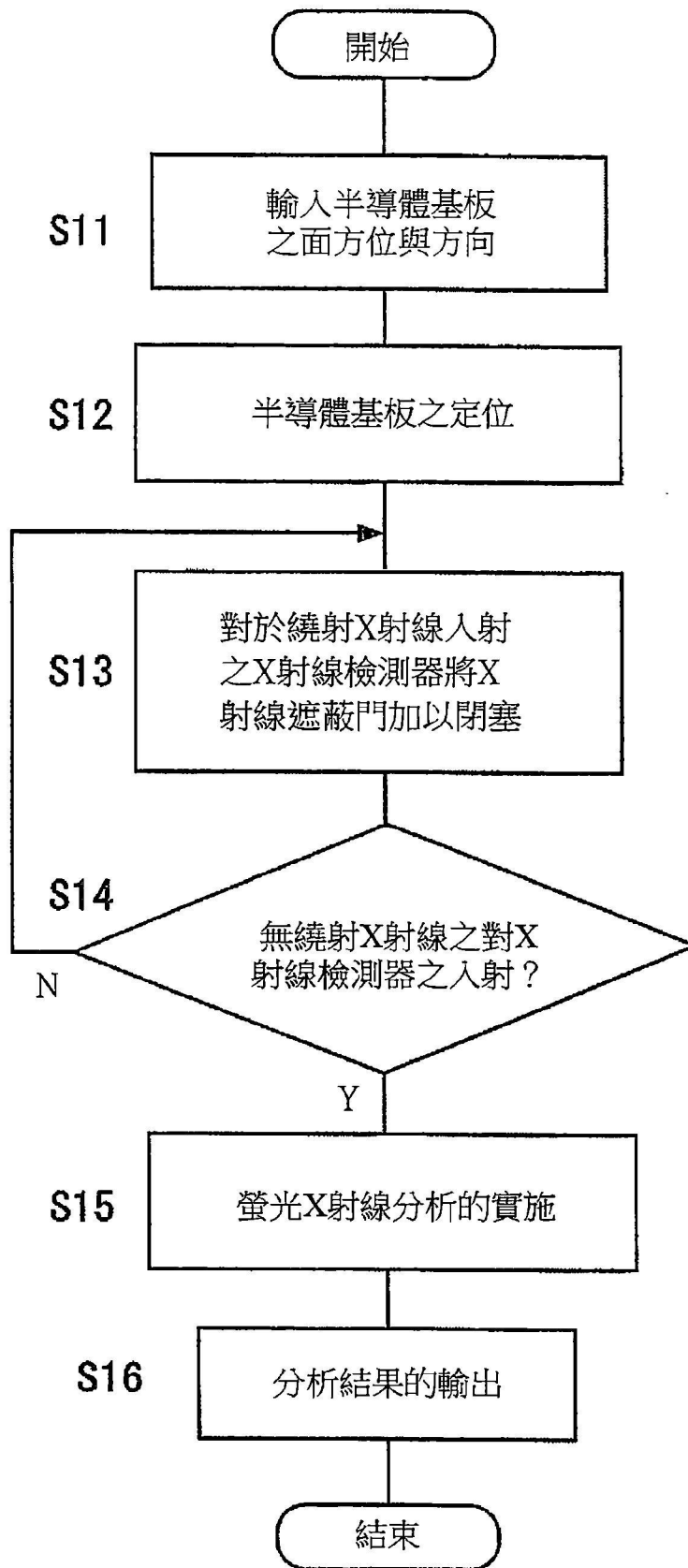


圖9

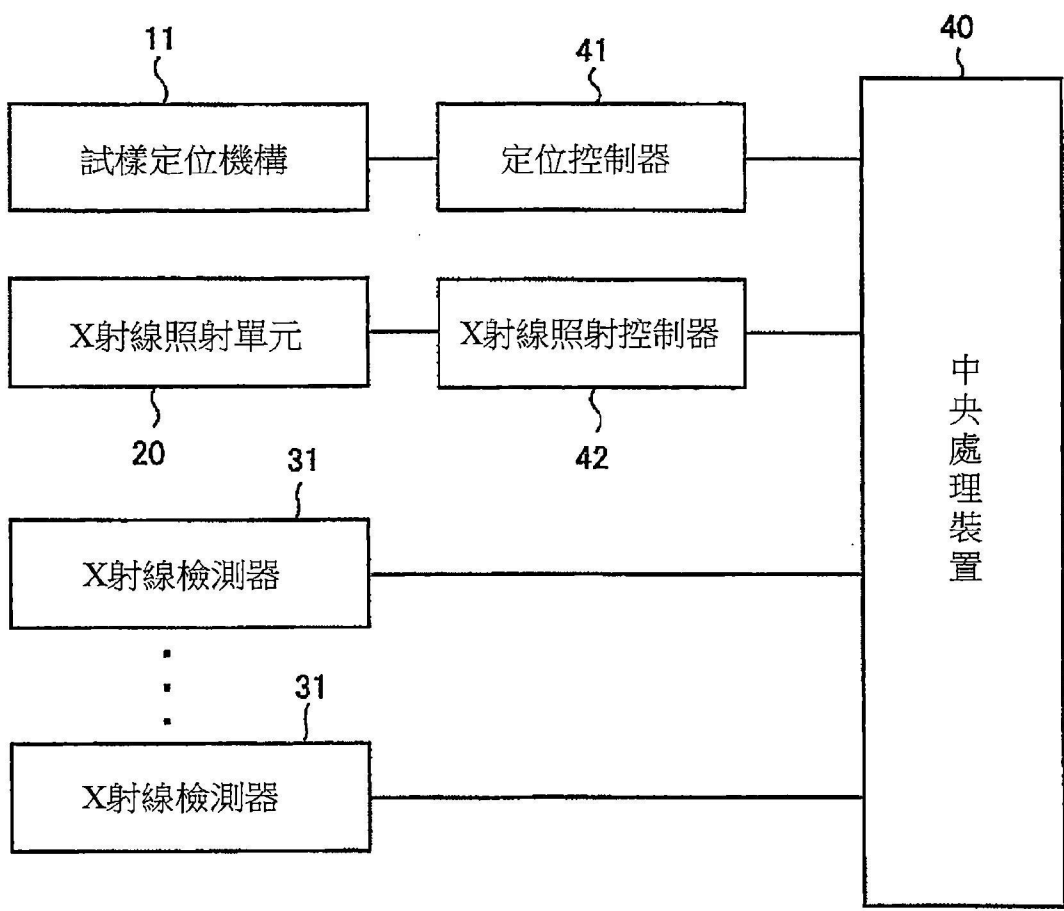


圖10

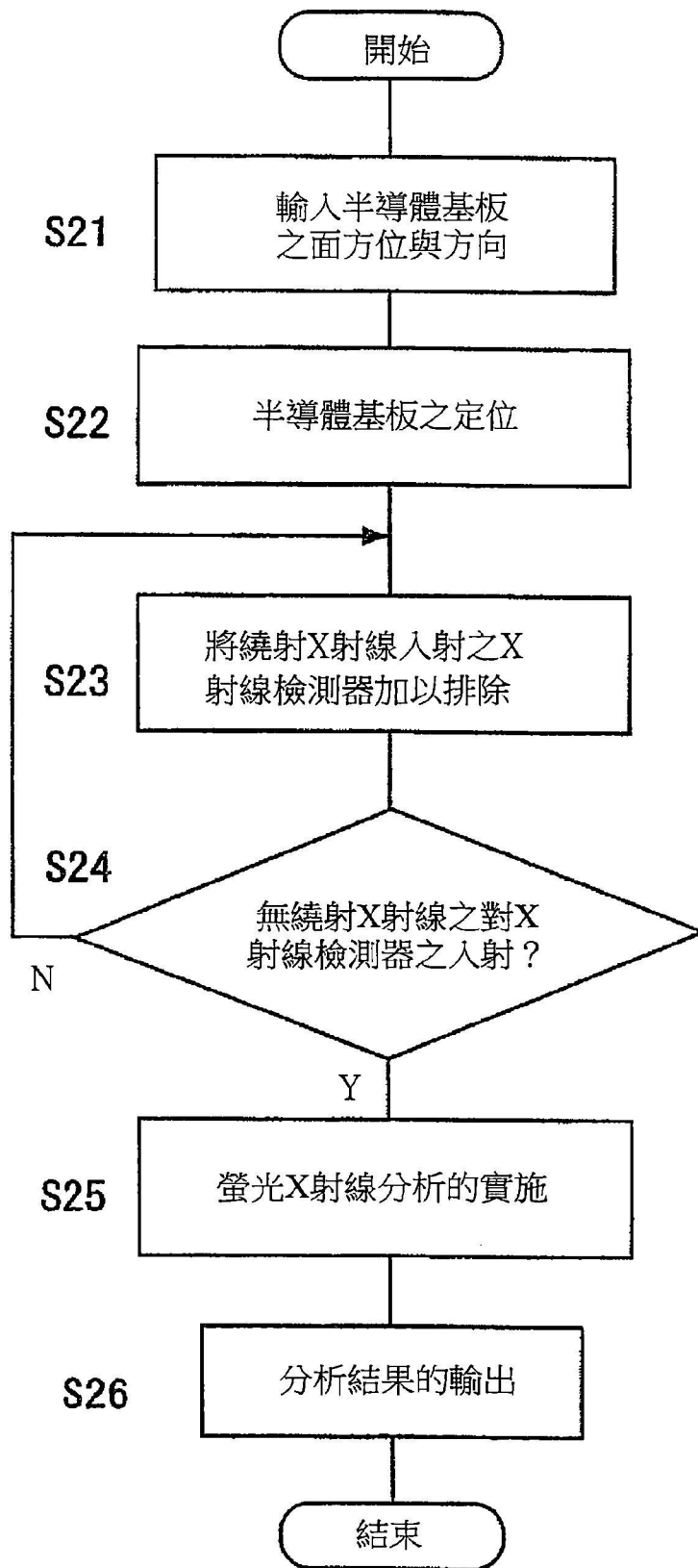


圖11

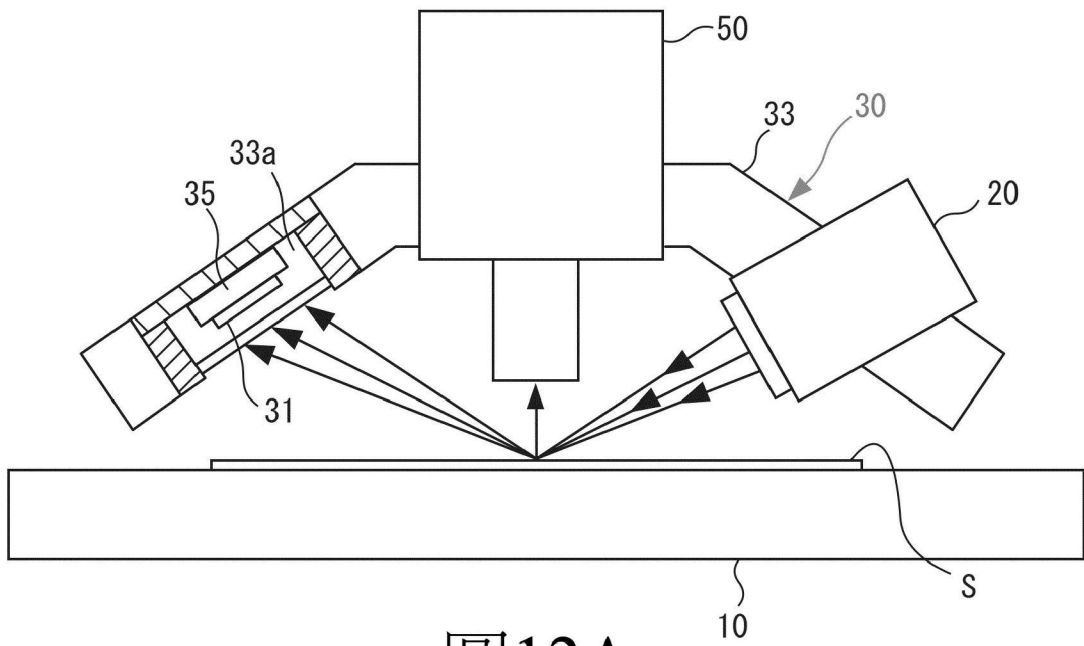


圖12A

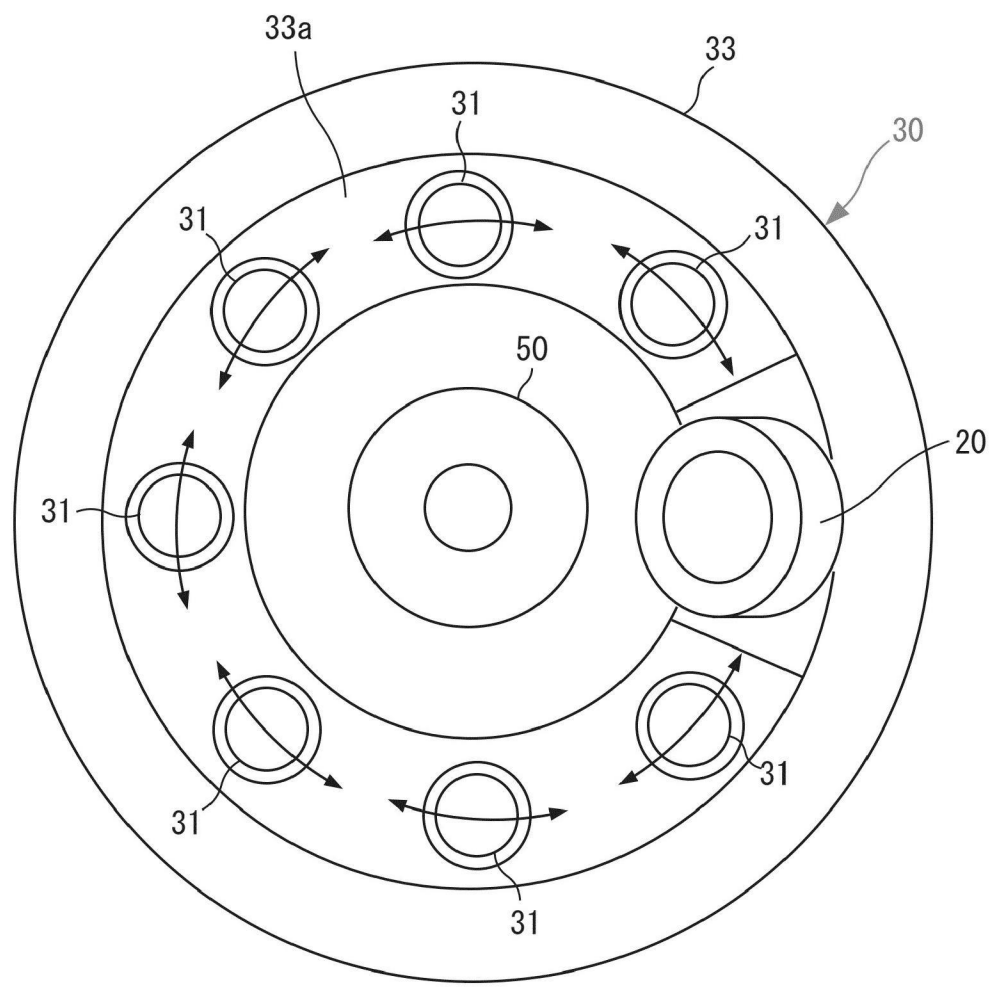


圖12B

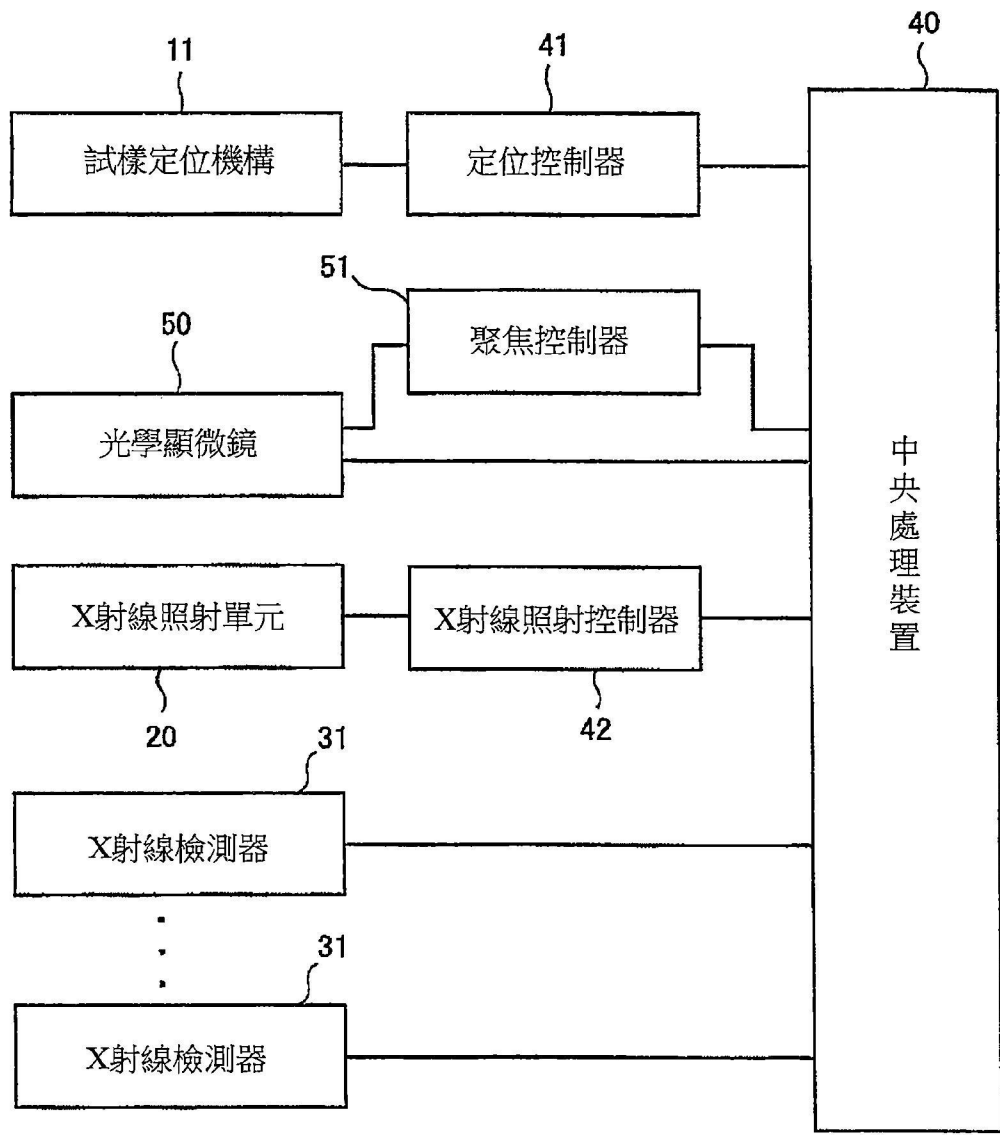


圖13

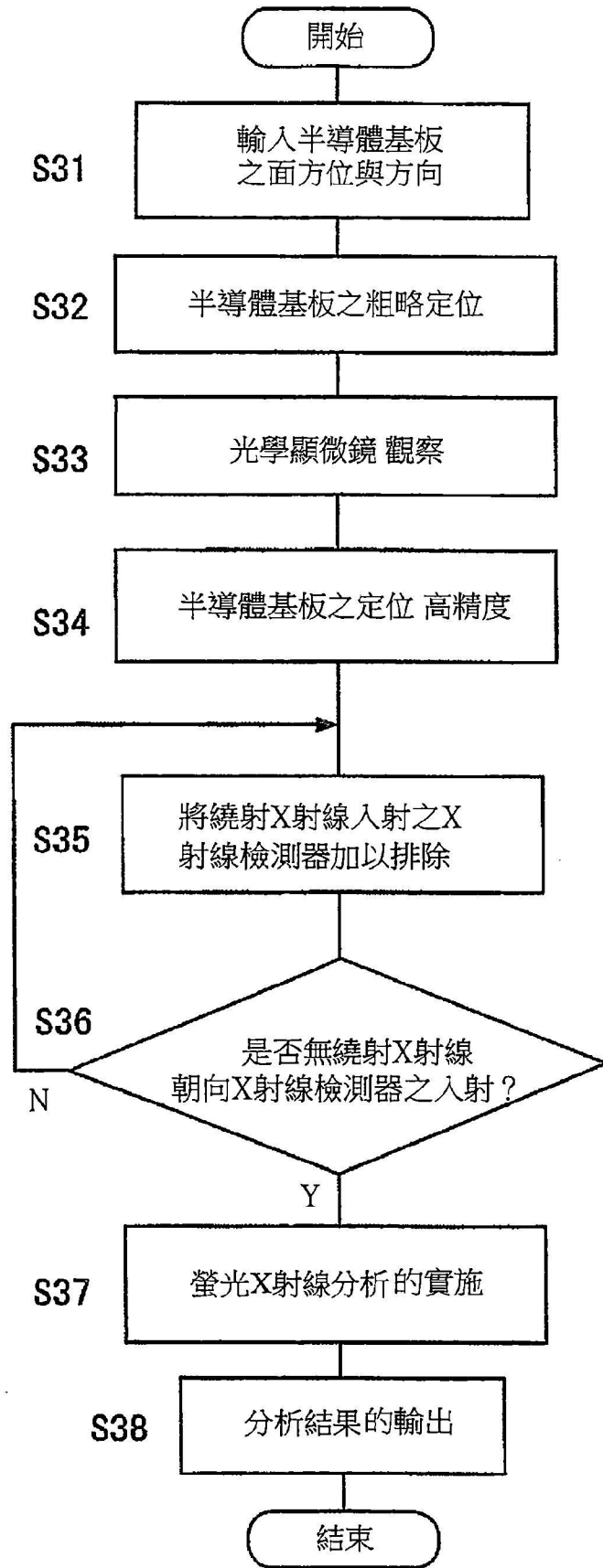


圖14