



(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 I856219 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：109143410

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 12 月 09 日

(51)Int. Cl. : H01L21/66 (2006.01)

(30)優先權：2020/02/18 日本 2020-025354

(71)申請人：日商濱松赫德尼古斯股份有限公司 (日本) HAMAMATSU PHOTONICS K.K. (JP)
日本

(72)發明人：活洲政敬 IKESU, MASATAKA (JP)；鈴木信介 SUZUKI, SHINSUKE (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

JP 2008-261667A

US 2010/0026328A1

US 2019/0221486A1

審查人員：林士淵

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：8 共 41 頁

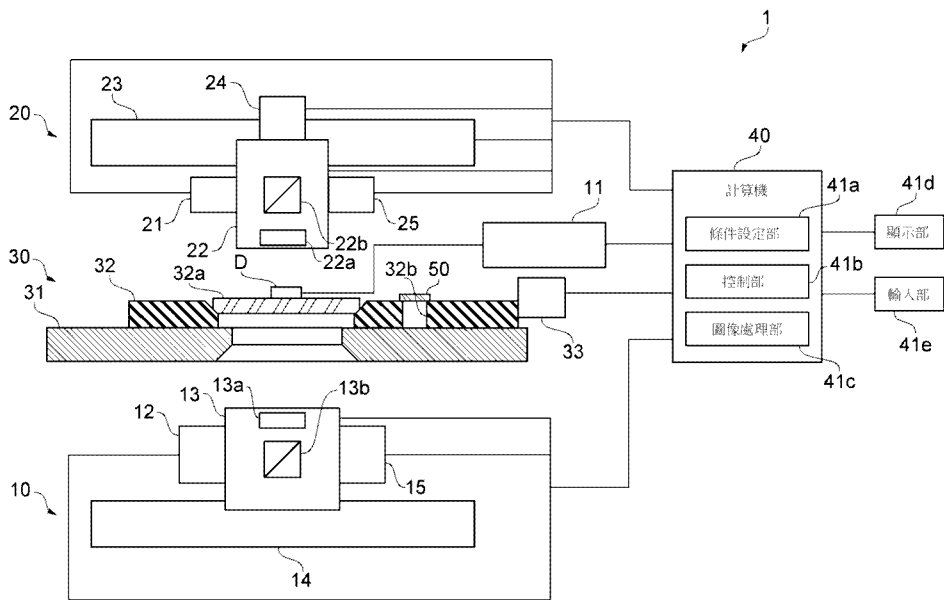
(54)名稱

半導體故障解析裝置及半導體故障解析方法

(57)摘要

本發明之半導體故障解析裝置 1 具備：解析部 10，其解析半導體器件 D 之故障部位；標記部 20，其朝半導體器件 D 照射雷射光；器件配置部 30，其晶圓卡盤 32 相對於解析部 10 及標記部 20 相對移動，該晶圓卡盤 32 保持半導體器件 D 且設置有對準靶 50；及控制部 41b，其對解析部 10、標記部 20 及器件配置部 30 輸出命令。控制部 41b 於使晶圓卡盤 32 移動至解析部 10 可拍攝對準靶 50 之位置後，輸出以對準靶 50 為基準將標記部 20 對準解析部 10 之對準命令，於維持標記部 20 與解析部 10 之位置關係之狀態下，朝半導體器件 D 照射雷射光。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 1:半導體故障解析裝置/解析裝置
- 10:解析部
- 11:測試單元
- 12:光源
- 13:觀察用光學系統(第1光學系統)
- 13a,22a:物鏡
- 13b:分束器
- 14:XYZ 載台(第1驅動部)
- 15:二維相機(第1光檢測部)
- 20:標記部
- 21:雷射光源
- 22:雷射標記用光學系統(第2光學系統)
- 22a:物鏡
- 22b:切換部
- 23:XYZ 載台(第2驅動部)
- 24:探測相機(第2光檢測部)
- 25:照明光源
- 30:器件配置部
- 31:樣品載台
- 32:晶圓卡盤
- 32a:器件保持部
- 32b:靶孔
- 33:XY 驅動部(第3驅動部)
- 40:計算機
- 41a:條件設定部
- 41b:控制部
- 41c:圖像處理部
- 41d:顯示部
- 41e:輸入部

I856219

TW I856219 B

50:對準靶

D:半導體器件



I856219

【發明摘要】

【中文發明名稱】

半導體故障解析裝置及半導體故障解析方法

【中文】

本發明之半導體故障解析裝置1具備：解析部10，其解析半導體器件D之故障部位；標記部20，其朝半導體器件D照射雷射光；器件配置部30，其晶圓卡盤32相對於解析部10及標記部20相對移動，該晶圓卡盤32保持半導體器件D且設置有對準靶50；及控制部41b，其對解析部10、標記部20及器件配置部30輸出命令。控制部41b於使晶圓卡盤32移動至解析部10可拍攝對準靶50之位置後，輸出以對準靶50為基準將標記部20對準解析部10之對準命令，於維持標記部20與解析部10之位置關係之狀態下，朝半導體器件D照射雷射光。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1:半導體故障解析裝置/解析裝置
- 10:解析部
- 11:測試單元
- 12:光源
- 13:觀察用光學系統(第1光學系統)
- 13a, 22a:物鏡
- 13b:分束器
- 14:XYZ載台(第1驅動部)

- 15:二維相機(第1光檢測部)
- 20:標記部
- 21:雷射光源
- 22:雷射標記用光學系統(第2光學系統)
- 22a:物鏡
- 22b:切換部
- 23:XYZ載台(第2驅動部)
- 24:探測相機(第2光檢測部)
- 25:照明光源
- 30:器件配置部
- 31:樣品載台
- 32:晶圓卡盤
- 32a:器件保持部
- 32b:靶孔
- 33:XY驅動部(第3驅動部)
- 40:計算機
- 41a:條件設定部
- 41b:控制部
- 41c:圖像處理部
- 41d:顯示部
- 41e:輸入部
- 50:對準靶
- D:半導體器件

【發明說明書】

【中文發明名稱】

半導體故障解析裝置及半導體故障解析方法

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種半導體故障解析裝置及半導體故障解析方法。

【先前技術】

【0002】

作為解析半導體器件之技術，業已知悉於特定出故障部位之情形下，於故障部位之周圍之數個部位，藉由雷射光之照射而賦予標記之技術。於故障解析之後步驟中，基於標記，可容易掌握故障部位。因此，此技術極為有效。

【0003】

專利文獻1揭示一種半導體器件之解析裝置。專利文獻1揭示之解析裝置具有：解析半導體器件之故障部位之構成、及於故障部位之周圍賦予標記之構成。解析裝置首先進行檢測故障部位之構成與賦予標記之構成之定位。其次，解析裝置一面使檢測故障部位之構成相對於半導體器件移動，一面解析故障部位。於檢測故障部位之構成特定出故障部位之位置時，解析裝置使賦予標記之構成移動至故障部位之位置。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0004】

專利文獻1：日本特開2016-148550號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0005】

於故障解析之後步驟中，基於標記，特定故障部位之位置。因此，較理想為標記正確地表示故障部位之位置。另一方面，使裝置之構成要素移動之XY載台等移動機構即便為高精度者，亦在移動指令值表示之位置與實際之位置上產生略微的誤差。即便為略微的誤差，亦有可能使標記表示之故障部位之位置相對於實際之故障部位之位置偏移。即，實際之故障部位之位置與標記表示之故障部位之位置之偏移依存於移動機構之精度。

【0006】

本發明之目的在於提供一種可減小故障部位之位置與標記表示之故障部位之位置之偏移之半導體故障解析裝置及半導體故障解析方法。

[解決問題之技術手段]

【0007】

本發明之一形態之半導體故障解析裝置具備：解析部，其第1光檢測部自半導體器件經由第1光學系統接收第1光，第1光學系統藉由第1驅動部而相對於半導體器件相對移動；標記部，其第2光檢測部自半導體器件經由第2光學系統接收第2光，且對半導體器件經由第2光學系統照射雷射光，第2光學系統藉由第2驅動部而相對於半導體器件相對移動；器件配置部，其配置於解析部與標記部之間，具有卡盤，該卡盤保持半導體器件，且設置有用於第1光學系統之光軸與第2光學系統之光軸之定位之靶，卡盤藉由第3驅動部而相對於解析部及標記部相對移動；及控制部，其對解析部、標記部及器件配置部輸出命令。靶可由第1光檢測部自靶之一側檢

測，且可由第2光檢測部自靶之另一側檢測。控制部於使卡盤移動至第1光檢測部可檢測靶之位置後，朝標記部及器件配置部輸出以靶為基準將第2光學系統之光軸對準第1光學系統之光軸之對準命令，於維持第1光學系統之光軸與第2光學系統之光軸之位置關係之狀態下，朝標記部及器件配置部輸出朝設定於半導體器件之標記位置照射雷射光之標記命令。

【0008】

本發明之另一形態係利用半導體故障解析裝置解析半導體器件之半導體故障解析方法。半導體故障解析裝置具備：解析部，其第1光檢測部自半導體器件經由第1光學系統接收第1光，第1光學系統藉由第1驅動部而相對於半導體器件相對移動；標記部，其第2光檢測部自半導體器件經由第2光學系統接收第2光，且對半導體器件經由第2光學系統照射雷射光，第2光學系統藉由第2驅動部而相對於半導體器件相對移動；器件配置部，其配置於解析部與標記部之間，具有卡盤，該卡盤保持半導體器件，且設置有用於第1光學系統之光軸與第2光學系統之光軸之定位之靶，卡盤藉由第3驅動部而相對於解析部及標記部相對移動；及控制部，其對解析部、標記部及器件配置部輸出命令。靶可由第1光檢測部自靶之一側檢測，且可由第2光檢測部自靶之另一側檢測。半導體故障解析方法具有：對準步驟，其於使卡盤移動至第1光檢測部可檢測靶之位置後，以靶為基準，將第2光學系統之光軸對準第1光學系統之光軸；及標記步驟，其於維持第1光學系統之光軸與第2光學系統之光軸之位置關係之狀態下，朝設定於半導體器件之標記位置照射雷射光。

【0009】

於半導體故障解析裝置及半導體故障解析方法中，首先，將標記部

所具有之第2光學系統之光軸基於設置於卡盤之靶，對準解析部所具有之第1光學系統之光軸。之後，於維持第1光學系統之光軸與第2光學系統之光軸之位置關係之狀態下，朝設定於半導體器件之標記位置照射雷射光。即，於將第1光學系統之光軸與第2光學系統之光軸對準後，第1光學系統及第2光學系統之一者相對於另一者不相對移動。因此，不產生因移動而有可能產生之移動指令值表示之位置與實際之位置之偏移。其結果為，可對於解析部表示之故障部位之位置，減小標記表示之故障部位之位置之偏移。

【0010】

於一形態之半導體故障解析裝置中，控制部可於輸出對準命令前，朝解析部輸出藉由解析部而解析半導體器件之故障部位之解析命令。同樣地，另一形態之半導體故障解析方法可於對準步驟前，更具有藉由解析部而解析半導體器件之故障部位之解析步驟。根據該構成，可賦予高精度地表示故障部位之位置之標記。

【0011】

於一形態之半導體故障解析裝置中，標記命令可於藉由第3驅動部使卡盤移動至標記位置後，朝半導體器件照射雷射光。同樣地，於另一形態之半導體故障解析方法中，標記步驟可於藉由第3驅動部使卡盤移動至標記位置後，朝半導體器件照射雷射光。根據該構成，可於將第2光學系統之光軸對準第1光學系統之光軸後，於除維持第1光學系統及第2光學系統之相對位置不變以外，還維持絕對位置不變下，朝半導體器件之所期望之位置照射雷射光。其結果為，可進一步減小由標記部賦予之標記表示之故障部位之位置之偏移。

【0012】

於一形態之半導體故障解析裝置中，對準命令可使第1光檢測部取得自一側之靶之第1圖像，使第2光檢測部取得自另一側之靶之第2圖像，並基於第1圖像及第2圖像，以將第2光學系統之光軸對準第1光學系統之光軸之方式，使第2光學系統移動。同樣地，於另一形態之半導體故障解析方法中，對準步驟可使第1光檢測部取得自一側之靶之第1圖像，使第2光檢測部取得自另一側之靶之第2圖像，並基於第1圖像及第2圖像，以將第2光學系統之光軸對準第1光學系統之光軸之方式，使第2驅動部移動。根據該構成，可確實地進行將第2光學系統之光軸對準第1光學系統之光軸之動作。

【0013】

於一形態之半導體故障解析裝置中，靶可於卡盤中設置於與保持半導體器件之器件保持部不同之部位。根據該構成，無論半導體器件之種類為何，均可將第2光學系統之光軸對準第1光學系統之光軸。

【0014】

於一形態之半導體故障解析裝置中，第1光檢測部可取得自一側觀察靶之第1圖像。第2光檢測部可取得自另一側觀察靶之第2圖像。根據該構成，亦可確實地進行將第2光學系統之光軸對準第1光學系統之光軸之動作。

【0015】

於一形態之半導體故障解析裝置中，靶可包含供第1光檢測部及第2光檢測部可檢測出之光透過之光透過部。根據該構成，亦可確實地進行將第2光學系統之光軸對準第1光學系統之光軸之動作。

[發明之效果]

【0016】

根據本發明提供一種可減小故障部位之位置與標記表示之位置之偏移之半導體故障解析裝置及半導體故障解析方法。

【圖式簡單說明】

【0017】

圖1係實施形態之半導體故障解析裝置之構成圖。

圖2係用於說明向半導體器件之雷射標記影像之圖。圖2(a)係顯示經雷射標記之半導體器件之背面之圖。圖2(b)係顯示經雷射標記之半導體器件之表面之圖。圖2(c)係沿圖2(b)之II(c)-II(c)之剖視圖。

圖3係用於說明圖1之解析裝置之標記控制之圖。

圖4係俯視顯示靶之圖。

圖5係顯示利用圖1之解析裝置之半導體故障解析方法之主要的步驟之流程圖。

圖6(a)係顯示解析步驟之圖。圖6(b)係顯示構成對準步驟之一步驟之圖。

圖7(a)係顯示接續於圖6(b)之構成對準步驟之一步驟之圖。圖7(b)係顯示接續於圖7(a)之構成對準步驟之一步驟之圖。

圖8係顯示接續於圖7(b)之構成對準步驟之一步驟之圖。

【實施方式】

【0018】

以下，一面參照附圖，一面詳細地說明用於實施本發明之形態。於圖式之說明中對同一要素賦予相同之符號，且省略重複之說明。

【0019】

如圖1所示，本實施形態之半導體故障解析裝置解析被檢查器件(DUT：Device Under Test)即半導體器件D。於以下之說明中，本實施形態之半導體故障解析裝置簡稱為「解析裝置1」。又，半導體器件D之解析可舉出例如半導體器件D所包含之故障部位之位置之特定。此外，半導體器件D之解析並不限定於故障部位之位置之特定。半導體器件D之解析包含與半導體器件D相關之其他之解析及檢查等。以下，本實施形態之解析裝置1作為特定半導體器件D包含之故障部位之位置者進行說明。

【0020】

進而，解析裝置1特定故障部位之位置，且於故障部位之周圍賦予表示故障部位之符號(標記)。將賦予該符號之動作稱為「標記」。標記係用於在故障解析之後步驟中容易掌握解析裝置1特定出之故障部位者。

【0021】

作為半導體器件D，可舉出電晶體等之具有PN接面之積體電路(IC：Integrated Circuit)、或作為大規模積體電路(LSI：Large Scale Integration)之邏輯器件、記憶體器件、類比器件、進而將其等組合而成之混合信號器件、或大電流用/高壓用MOS電晶體、雙極性電晶體、IGBT等之電力用半導體器件(功率器件)等。半導體器件D具有包含基板及金屬層之積層構造。作為半導體器件D之基板，利用例如矽基板。

【0022】

解析裝置1包含：解析部10、標記部20、器件配置部30、及計算機40。解析部10特定出半導體器件D之故障部位。標記部20賦予表示故障部位之位置之標記。於器件配置部30配置半導體器件D。解析裝置1可為例

如具有雷射標記之功能之倒立型發射顯微鏡。

【0023】

<解析部>

解析部10具有：測試單元11、光源12(第1光源)、觀察用光學系統13(第1光學系統)、XYZ載台14(第1驅動部)、及二維相機15(第1光檢測部)。

【0024】

測試單元11經由纜線電性連接於半導體器件D。測試單元11係對半導體器件D施加刺激信號之刺激信號施加部。測試單元11藉由未圖示之電源而動作。測試單元11對半導體器件D重複施加特定之測試型樣等之刺激信號。測試單元11所輸出之刺激信號可為調變電流信號，亦可為CW(continuous wave，連續波)電流信號。

【0025】

測試單元11經由纜線電性連接於計算機40。測試單元11對半導體器件D施加由計算機40指定之刺激信號。測試單元11可未必電性連接於計算機40。測試單元11於未連接於計算機40之情形下，以單體決定測試型樣等之刺激信號。此外，可利用電源或脈衝產生器等而作為測試單元11。

【0026】

光源12朝半導體器件D輸出光。光源12可為例如LED(Light Emitting Diode，發光二極體)或SLD(Super Luminescent Diode，超發光二極體)。進而，光源12可為燈光源等之不同調光源或雷射光源等之同調光源。自光源12輸出之光透過半導體器件D之基板。例如，於半導體器件D之基板為矽之情形下，自光源12輸出之光之波長較佳為1064 nm以上。自光源12輸

出之光被提供至觀察用光學系統13。

【0027】

觀察用光學系統13將自光源12輸出之光輸出至半導體器件D。例如，光源12於標記處理中朝半導體器件D之背面D1側照射光。觀察用光學系統13具有物鏡13a及分束器13b。物鏡13a將光集光至觀察區域。

【0028】

觀察用光學系統13將於半導體器件D中反射之光導引至二維相機15。具體而言，自觀察用光學系統13照射之光透過半導體器件D之基板SiE(參照圖2(c))。其次，透過基板SiE之光由金屬層ME(參照圖2(c))反射。其次，於金屬層ME反射之光再次透過基板SiE。而後，透過基板SiE之光經由觀察用光學系統13之物鏡13a及分束器13b輸入二維相機15。又，觀察用光學系統13將因刺激信號之施加而於半導體器件D產生之發光導引至二維相機15。具體而言，半導體器件D之金屬層ME有因刺激信號之施加而發出發射光等之光之情形。金屬層ME發出之光於透過基板SiE後，經由觀察用光學系統13之物鏡13a及分束器13b而被輸入二維相機15。

【0029】

觀察用光學系統13載置於XYZ載台14。Z軸方向係物鏡13a之光軸方向。XYZ載台14可於Z軸方向移動。進而，XYZ載台14亦可於與Z軸方向正交之X軸方向及Y軸方向移動。XYZ載台14係由後述之計算機40之控制部41b控制。根據XYZ載台14之位置決定觀察區域。觀察用光學系統13將來自與所照射之光相應之半導體器件D之反射光，作為來自半導體器件D之光導引至二維相機15。

【0030】

二維相機15接收來自半導體器件D之光(第1光)。二維相機15輸出基於接收到之光之圖像資料。本說明書中言及之來自半導體器件D之光可為相應於照明光於半導體器件D中反射之反射光。又，本說明書中言及之來自半導體器件D之光可為相應於刺激信號而產生之發射光。例如，二維相機15於標記處理中自半導體器件D之基板SiE側拍攝半導體器件D。換言之，二維相機15於標記處理中自半導體器件D之背面D1側拍攝半導體器件D。

【0031】

二維相機15接收於半導體器件D中反射之光。而且，二維相機15基於接收到之光，將用於製作圖案圖像之圖像資料輸出至計算機40。根據圖案圖像，可掌握標記位置。又，二維相機15接收相應於刺激信號而產生之發射光。二維相機15基於接收到之光，將用於產生發光圖像之圖像資料輸出至計算機40。根據發光圖像，可特定出半導體器件D之發光部位。藉由特定出發光部位，而可特定出半導體器件D之故障部位。

【0032】

作為二維相機15，可利用可檢測透過半導體器件D之基板SiE之波長之光之攝像裝置。作為二維相機15，可採用搭載有CCD(Charge Coupled Device，電荷耦合裝置)影像感測器或CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor，互補式金屬氧化物半導體)影像感測器之相機。作為二維相機15，可採用InGaAs相機或MCT相機等。此外，於發光計測時，無需來自光源12之照明光。即，於發光計測時，無須使光源12動作。

【0033】**<標記部>**

其次，針對標記部20進行說明。標記部20賦予表示故障部位之標記。標記部20具有：雷射光源21、雷射標記用光學系統22(第2光學系統)、XYZ載台23(第2驅動部)、探測相機24(第2光檢測部)、及照明光源25。

【0034】

標記部20於在解析部10中特定出之故障部位之周圍賦予標記。如圖2(a)及圖2(b)所示，於故障部位fp之周圍設定標記部位mp。於圖2(a)及圖2(b)中，圖示4個標記部位mp。於雷射標記完成之狀態下，如圖2(c)所示，形成貫通半導體器件D之金屬層ME之貫通孔。雷射標記進行至藉由貫通孔到達金屬層ME與基板SiE之邊界面ss，而基板SiE之與金屬層ME相接之面露出之程度。即，本說明書中言及之「標記」可意指形成於金屬層ME之貫通孔。又，本說明書中言及之「標記」可意指自貫通孔露出之基板SiE。

【0035】

標記部20如圖3所示，將由雷射光源21輸出之雷射光經由雷射標記用光學系統22朝半導體器件D之標記部位mp照射。標記部20自半導體器件D之金屬層ME側朝標記部位mp照射雷射光。以下，針對標記部20之細節進行說明。

【0036】

如圖1所示，雷射光源21輸出朝半導體器件D照射之雷射光。雷射光於金屬層ME形成貫通孔。雷射光源21當自計算機40輸入輸出開始命令

時，開始輸出雷射光。雷射光源21可採用例如固體雷射光源及半導體雷射光源等。自雷射光源21輸出之光之波長為250 nm以上2000 nm以下。

【0037】

雷射標記用光學系統22朝半導體器件D之標記部位mp照射雷射光。具體而言，雷射標記用光學系統22自半導體器件D之金屬層ME側朝半導體器件D照射雷射光。換言之，雷射標記用光學系統22自半導體器件D之表面D2側朝半導體器件D照射雷射光。雷射標記用光學系統22具有物鏡22a及切換部22b。切換部22b切換雷射光源21及探測相機24之光路。物鏡22a將雷射光集光至標記部位mp。物鏡22a將自半導體器件D之表面而來之光導引至探測相機24。

【0038】

雷射標記用光學系統22載置於XYZ載台23。XYZ載台23之Z軸方向係物鏡22a之光軸方向。XYZ載台23自計算機40接收控制命令。XYZ載台23相應於控制命令，使雷射標記用光學系統22於Z軸方向移動。又，XYZ載台23相應於控制命令，使雷射標記用光學系統22於與Z軸方向正交之X軸方向及Y軸方向移動。此外，雷射標記用光學系統22可具有替代XYZ載台23之光掃描部，使雷射光集光至半導體器件D之表面D2上之標記部位mp。作為光掃描部，可利用例如電檢波反射鏡或MEMS反射鏡等光掃描元件。又，雷射標記用光學系統22可具備快門。根據該構成，藉由快門，根據來自控制部41b之控制，使來自雷射光源21之雷射光通過或遮擋。其結果為，可控制雷射光之輸出。

【0039】

探測相機24自半導體器件D之表面D2側，拍攝半導體器件D之金屬層

ME。探測相機24將拍攝到之攝像圖像輸出至計算機40。使用者藉由確認攝像圖像，可掌握自半導體器件D之表面D2側觀察到之雷射標記之狀況。照明光源25於以探測相機24進行攝像時，將照明光向半導體器件D照明。

【0040】

<器件配置部>

器件配置部30保持半導體器件D。進而，器件配置部30變更半導體器件D相對於觀察用光學系統13之位置。同樣地，器件配置部30變更半導體器件D相對於雷射標記用光學系統22之位置。器件配置部30具有：樣品載台31、晶圓卡盤32、及XY驅動部33(第3驅動部)。

【0041】

因此，解析裝置1之觀察用光學系統13、雷射標記用光學系統22、及器件配置部30各者具有驅動機構。即，解析裝置1具有3個自由度。根據具有3個自由度之構成，例如，可於將觀察用光學系統13已固定之狀態下，使雷射標記用光學系統22及器件配置部30移動。進而，亦可於將觀察用光學系統13及雷射標記用光學系統22已固定之狀態下，使器件配置部30移動。「固定」係意指不變更位置。例如，「將觀察用光學系統13及雷射標記用光學系統22已固定之狀態」係意指維持雷射標記用光學系統22相對於觀察用光學系統13之相對位置之狀態。

【0042】

於樣品載台31上，可滑動地載置晶圓卡盤32。晶圓卡盤32具有保持半導體器件D之器件保持部32a。器件保持部32a包含：設置於晶圓卡盤32之貫通孔、及實體地封蓋貫通孔之玻璃板。

【0043】

晶圓卡盤32具有對準靶50。對準靶50(參照圖4)係玻璃板。於玻璃板之一面，設置有以基準點bp為中心地放射狀延伸之圖案。該圖案為例如金屬膜。作為一例，圖案係藉由鋁之薄膜製作。因此，圖案構成不透明部50b。玻璃板供透過半導體器件D之基板SiE之波長之光透過。其結果為，玻璃板亦供自照明光源25及光源12輸出之光透過。因此，未設置圖案之區域構成光透過部50a。晶圓卡盤32具有供對準靶50配置之靶孔32b。對準靶50配置為將靶孔32b閉合。根據該配置，探測相機24及二維相機15可取得設置於玻璃板之一面之圖案之像。

【0044】

對準靶50設置於晶圓卡盤32。即，於晶圓卡盤32中，器件保持部32a所設置之位置與對準靶50所設置之位置不同。於藉由XY驅動部33變更晶圓卡盤32之位置之情形下，半導體器件D之位置及對準靶50之位置同時被變更。即，對準靶50相對於安裝於晶圓卡盤32之半導體器件D之位置不變。

【0045】

XY驅動部33相應於來自計算機40之控制命令，使晶圓卡盤32於X軸方向或Y軸方向移動。其結果為，可於使觀察用光學系統13不移動下，變更觀察區域。同樣地，可於使雷射標記用光學系統22不移動下，變更雷射光之照射位置。

【0046】

此外，器件配置部30之具體的構成並不限定於上述之構成。器件配置部30可採用發揮下述功能之構成，即：保持半導體器件D之功能、及使半導體器件向X軸方向及Y軸方向之至少一者移動之功能。例如，可具有

使晶圓卡盤32向X軸方向及Y軸方向之至少一者移動之XY載台，而取代樣品載台31及XY驅動部33。

【0047】

<計算機>

計算機40係個人電腦等電腦。計算機40實體上具備RAM、ROM等記憶體、CPU等處理器(運算電路)、通訊介面、及硬碟等儲存部而構成。計算機40可舉出例如個人電腦、雲端伺服器、及智慧型裝置(智慧型手機、及平板型終端等)等。計算機40藉由以電腦系統之CPU執行儲存於記憶體之程式而發揮功能。計算機40具有條件設定部41a、控制部41b、及圖像處理部41c，而作為功能性要素。

【0048】

<條件設定部>

條件設定部41a基於自輸入部41e輸入之表示故障部位fp之資訊，設定標記部位mp。於特定出之故障部位fp之周圍，設定數個部位之標記部位mp。所謂數個部位係例如4個部位。條件設定部41a於例如經輸入表示故障部位fp之資訊之情形下，以故障部位fp為中心，於故障部位fp之周圍之4部位自動設定標記部位mp。具體而言，條件設定部41a於例如俯視下將標記部位mp設定為以故障部位fp為中心之十字狀(參照圖2(a)及圖2(b))。此外，標記部位mp可藉由輸入部41e受理來自觀察顯示部41d所顯示之解析圖像之使用者之表示標記部位mp之資訊的輸入，而設定。該情形下，條件設定部41a不自動設定標記部位mp。條件設定部41a基於自輸入部41e輸入之表示標記部位mp之資訊，設定標記部位mp。條件設定部41a產生參考圖像。參考圖像係對解析圖像賦予表示故障部位fp之記號、

及表示標記部位mp之記號者。條件設定部41a將參考圖像保存於計算機40之記憶體。

【0049】

<控制部>

控制部41b以故障部位之觀察區域落入二維相機15之視野之方式，控制解析部10之XYZ載台14。控制部41b以雷射標記用光學系統22之光軸與觀察用光學系統13之光軸一致之方式，控制標記部20之XYZ載台23。控制部41b以雷射標記用光學系統22之光軸與標記部位mp重疊之方式，控制器件配置部30之XY驅動部33。

【0050】

控制部41b亦控制雷射光源21。控制部41b當藉由圖像處理部41c判斷為標記像已顯現時，對雷射光源21輸出以輸出停止信號。雷射光源21當經輸入以輸出停止信號時，停止雷射光之輸出。因此，雷射光源21於自藉由控制部41b而經輸入輸出開始信號至經輸入輸出停止信號之期間，持續輸出雷射光。根據以上，控制部41b以進行雷射標記直至藉由雷射標記形成之標記像顯現於圖案圖像為止之方式，控制雷射光源21。又，由於已設定雷射光之貫通臨限值，故控制部41b以進行雷射標記直至雷射光貫通金屬層ME為止之方式，控制雷射光源21。

【0051】

<圖像處理部>

計算機40經由纜線電性連接於二維相機15。計算機40利用自二維相機15輸入之圖像資料，製作圖案圖像及發光圖像。此處，僅憑藉上述之發光圖像，難以特定出半導體器件D之圖案中之發光位置。為此，計算機40

產生使基於來自半導體器件D之反射光之圖案圖像、與基於來自半導體器件D之發光之發光圖像重疊之重疊圖像，而作為解析圖像。

【0052】

圖像處理部41c製作標記圖像。標記圖像重疊有包含標記像之圖案圖像與發光圖像。所製作之標記圖像保存於計算機40之記憶體。又，圖像處理部41c將標記圖像顯示於顯示部41d。根據標記圖像，使用者於後步驟中可正確地掌握對於故障部位之位置之標記位置。又，圖像處理部41c取得標記資訊。所謂標記資訊係為了掌握相對於故障部位之位置之標記位置所需之資訊。作為標記資訊，例如可舉出標記位置至故障部位之位置之距離、及以故障部位之位置為基準之標記位置之方位等。所取得之標記資訊可以列表進行顯示。又，標記資訊可附加於標記圖像而顯示。又，標記資訊可以紙媒體輸出。

【0053】

計算機40將解析圖像輸出至顯示部41d。顯示部41d係用於對使用者顯示解析圖像等之顯示器等顯示裝置。使用者可根據顯示於顯示部41d之解析圖像確認故障部位之位置。又，使用者利用輸入部41e，輸入表示故障部位之資訊。輸入部41e係受理來自使用者之輸入之鍵盤及滑鼠等之輸入裝置。輸入部41e將表示故障部位之資訊輸出至計算機40。此外，計算機40、顯示部41d、及輸入部41e可為平板型終端。

【0054】

此外，圖像處理部41c可朝控制部41b輸出使雷射光之照射停止之控制命令。使雷射光之照射停止之控制命令係利用顯現於圖案圖像之標記像而產生。具體而言，圖像處理部41c與藉由雷射光源21輸出之雷射光形成

之雷射標記並行地，依次產生圖案圖像。藉由雷射標記，而於標記部位mp之金屬層ME形成孔。於金屬層ME之孔較淺時，於標記位置之反射光之強度變化較小，且光學反射像之變化亦較小。換言之，於藉由雷射標記而形成之孔僅形成於金屬層ME且未到達基板SiE時，於標記位置之反射光之強度變化較小。因此，光學反射像之變化亦較小。其結果為，雷射標記之影響未顯現於圖案圖像。另一方面，若金屬層ME之孔變深，則背面D1側之光之折射率、透過率、及反射率之至少任一者之變化變大。具體而言，若孔變深至到達金屬層ME與基板SiE之邊界面ss之程度，則背面D1側之光之折射率、透過率、及反射率之至少任一者之變化變大。因該等變化，而於標記位置之反射光之強度變化變大。其結果為，於圖案圖像中顯現表示標記部位之標記像。

【0055】

圖像處理部41c例如將上述之參考圖像與圖案圖像進行比較。於比較之結果為圖像之差異變得大於預定之規定值之情形下，圖像處理部41c判斷為標記像已顯現。藉由預先設定規定值，而可決定判斷為標記像已顯現之時序。

【0056】

此外，圖像處理部41c可相應於來自使用者之輸入內容，判斷標記像是否已顯現。又，圖像處理部41c於判斷為標記像已顯現之情形下，將參考圖像與圖案圖像進行比較。而且，於圖案圖像之標記形成部位與參考圖像之標記部位mp偏移之情形下，圖像處理部41c可判斷為產生標記之位置偏移。該情形下，可再次進行雷射標記，以於正確之標記部位mp形成標記。

【0057】

其次，針對解析裝置1之標記處理，利用圖5～圖8進行說明。圖5係顯示解析裝置1之標記處理之主要的步驟之流程圖。

【0058】**<解析步驟S10>**

首先，特定出半導體器件D之故障部位(S10)。控制部41b將用於步驟S10之解析命令輸出至解析部10。具體而言，如圖6(a)所示，XYZ載台14控制X軸方向及Y軸方向，使觀察用光學系統13移動，以捕捉在觀察用光學系統13之視野中欲觀察到之區域。其次，以物鏡13a之焦點位置對準欲觀察之區域之方式，控制XYZ載台14之Z軸方向，使觀察用光學系統13移動。其次，光源12朝半導體器件D照射光。而且，二維相機15接收來自半導體器件D之反射光。二維相機15基於反射光產生光學反射像。而且，二維相機15將光學反射像輸出至計算機40。於輸出光學反射像後，光源12停止光向半導體器件D之照射。繼而，測試單元11對半導體器件D施加刺激信號。而且，二維相機15接收因刺激信號引起之光。二維相機15基於因刺激信號引起光，產生發光像。而後，二維相機15將發光像輸出至計算機40。圖像處理部41c產生光學反射圖像與發光圖像重疊而成之解析圖像。其次，利用解析圖像，特定出故障部位fp。

【0059】

如上述般，於進行解析步驟之期間，觀察用光學系統13相對於半導體器件D之位置關係於觀察用光學系統13之視野中包含觀察區域。而且，於進行解析步驟之期間，維持觀察用光學系統13相對於半導體器件D之位置關係。另一方面，於進行解析步驟之期間，雷射標記用光學系統22相對

於半導體器件D之位置無特別限制。例如，雷射標記用光學系統22之光軸可相對於觀察用光學系統13之光軸一致，亦可不一致。通常，只要不進行光軸之定位，則雷射標記用光學系統22之光軸相對於觀察用光學系統13之光軸不一致。於本實施形態之解析方法中，可於上述解析步驟前實施光軸之定位，但並非必須。於本實施形態之解析方法中，光軸之定位於解析步驟完成之後實施。

【0060】

<對準步驟S20>

其次，進行觀察用光學系統13與雷射標記用光學系統22之定位(S20)。控制部41b將用於步驟S20之對準命令輸出至標記部20及器件配置部30。於以下之說明中，例示在即將實施對準步驟之前，觀察用光學系統13之光軸與半導體器件D之故障部位交叉之狀態。首先，如圖6(b)所示，XY驅動部33控制X軸方向及Y軸方向，使晶圓卡盤32移動，以於觀察用光學系統13之視野中捕捉對準靶50(S21)。亦將該移動稱為「半導體器件D之退避」。此時，控制部41b記憶半導體器件D(晶圓卡盤32)之移動量。

【0061】

其次，如圖7(a)所示，XYZ載台23控制X軸方向及Y軸方向，使雷射標記用光學系統22移動，以於雷射標記用光學系統22之視野中捕捉對準靶50(S22)。其次，照明光源25朝向對準靶50輸出照明光。照明光透過對準靶50之光透過部50a，並朝觀察用光學系統13入射。入射之照明光由探測相機24捕捉。探測相機24將透過像輸出至計算機40。又，照明光由對準靶50之不透明部50b反射。反射之光再次朝雷射標記用光學系統22入射。而後，入射之反射光由探測相機24捕捉。探測相機24將反射像輸出

至計算機40。圖像處理部41c利用透過像及反射像，算出雷射標記用光學系統22之光軸相對於觀察用光學系統13之光軸之偏移。重複進行雷射標記用光學系統22之移動、與偏移量之確認，直至該偏移落入容許範圍為止。當判定為偏移落入容許範圍時，光軸之定位完成。

【0062】

於光軸之定位完成之後，如圖7(b)所示，XY驅動部33控制X軸方向及Y軸方向，使晶圓卡盤32移動，以於觀察用光學系統13之視野中捕捉半導體器件D之故障位置(S23)。此時，控制部41b可基於在半導體器件D之退避時記憶之移動量，控制XY驅動部33。又，可利用自二維相機15及探測相機24輸出之圖像資料，控制雷射標記用光學系統22與半導體器件D之相對位置。該情形下，移動之對象亦僅為半導體器件D。而且，亦將該步驟之半導體器件D之移動稱為「半導體器件D之復位」。即，由於在光軸之定位完成之後，半導體器件D立即退避，故於觀察用光學系統13及雷射標記用光學系統22之視野中不存在半導體器件D。為此，於光軸之定位完成之後，將半導體器件D落入觀察用光學系統13及雷射標記用光學系統22之視野。更詳細而言，使半導體器件D之故障部位，與觀察用光學系統13之光軸及雷射標記用光學系統22之光軸一致。即，於定位完成之後移動的是半導體器件D。換言之，於定位完成之後，觀察用光學系統13及雷射標記用光學系統22不移動。其結果為，觀察用光學系統13及雷射標記用光學系統22之相對位置關係維持定位之結果。

【0063】

<標記步驟S30>

如圖8所示，執行向標記部位mp之雷射標記(S30)。控制部41b將用

於步驟S30之標記命令輸出至標記部20及器件配置部30。具體而言，雷射光源21輸出雷射光。雷射標記對於所設定之標記部位mp之全部執行。此外，於雷射光向各個標記部位mp之輸出動作中，圖像處理部41c可判定於圖案圖像上是否已顯現標記像。於判定為於圖案圖像上未顯現標記像之情形下，再次執行雷射光之照射。與該雷射光之照射動作並行地，圖像處理部41c產生圖案圖像。

【0064】

以下，針對本實施形態之半導體故障解析裝置1之作用效果進行說明。

【0065】

於半導體故障解析裝置1及半導體故障解析方法中，首先，將標記部20所具有之雷射標記用光學系統22之光軸，基於設置於晶圓卡盤32之對準靶50對準解析部10所具有之觀察用光學系統13之光軸。之後，於維持觀察用光學系統13之光軸與雷射標記用光學系統22之光軸之位置關係之狀態下，朝設定於半導體器件D之標記位置照射雷射光。即，於將觀察用光學系統13之光軸與雷射標記用光學系統22之光軸對準後，觀察用光學系統13及雷射標記用光學系統22之一者相對於另一者不相對於移動。因此，不產生因移動而可能產生之移動指令值表示之位置與實際之位置之偏移。其結果為，可對於解析部10表示之故障部位之位置，減小由標記部20賦予之標記表示之位置之偏移。

【0066】

控制部41b於輸出對準命令前，朝解析部10輸出藉由解析部10而解析半導體器件D之故障部位之解析命令。根據該構成，可賦予高精度地表示

故障部位之位置之標記。

【0067】

標記命令可於藉由XY驅動部33使晶圓卡盤32移動至標記位置後，朝半導體器件D照射雷射光。根據該構成，可於將雷射標記用光學系統22之光軸對準觀察用光學系統13之光軸後，於除維持觀察用光學系統13及雷射標記用光學系統22之相對位置不變以外，還維持絕對位置不變下，朝半導體器件D之所期望之位置照射雷射光。其結果為，可進一步減小由標記部20賦予之標記表示之位置之偏移。

【0068】

對準命令使二維相機15取得自一側之對準靶50之第1圖像，使探測相機24取得自另一側之對準靶50之第2圖像，並基於第1圖像及第2圖像，以將雷射標記用光學系統22之光軸對準觀察用光學系統13之光軸之方式，使第2驅動部移動。根據該構成，可確實地進行將雷射標記用光學系統22之光軸對準觀察用光學系統13之光軸之動作。

【0069】

對準靶50於晶圓卡盤32中設置於與保持半導體器件D之器件保持部32a不同之部位。根據該構成，無論半導體器件D之種類為何，均可將雷射標記用光學系統22之光軸對準觀察用光學系統13之光軸。

【0070】

二維相機15取得自一側觀察對準靶50之第1圖像。探測相機24取得自另一側觀察靶之第2圖像。根據該構成，亦可確實地進行將雷射標記用光學系統22之光軸對準觀察用光學系統13之光軸之動作。

【0071】

對準靶50包含可供二維相機15及探測相機24可檢測到之光透過之光透過部50a。根據該構成，亦可確實地進行將雷射標記用光學系統22之光軸對準觀察用光學系統13之光軸之動作。

【0072】

以下，針對本發明之實施形態進行了說明，但本發明並不限定於上述實施形態。

【0073】

例如，以雷射光貫通金屬層ME，進行雷射標記直至基板SiE之與金屬層ME相接之面露出之程度為止之情形，進行了說明。然而，並不限定於該態樣。由雷射標記形成之孔之深度只要為標記像顯現於圖案圖像之程度即可。具體而言，例如，亦可於貫通金屬層ME且基板SiE之與金屬層ME相接之面露出後，進一步進行雷射標記。於例如金屬層ME之厚度為10 μm ，基板SiE之厚度為500 μm 之情形下，可自基板SiE之與金屬層ME相接之面進一步加深1 μm 左右而形成由雷射標記形成之孔。又，雷射標記可未必以貫通金屬層ME之方式而進行。例如，於金屬層ME之厚度為10 μm ，基板SiE之厚度為500 μm 之情形下，形成由雷射標記形成之孔之部位之金屬層ME之厚度可為50 nm左右。即，孔可不到達基板SiE之與金屬層ME相接之面。

【0074】

以圖案圖像之產生於進行雷射標記之期間進行之情形進行了說明。然而，並不限定於該態樣。例如，可於雷射光之輸出停止時，產生案圖像。該情形下，雷射光之輸出及雷射光之停止亦即圖案圖像之產生可以特定之間隔交替地進行。

【0075】

於自雷射光源21輸出之雷射光之波長為1000奈米以上之情形下，觀察用光學系統13可具有僅遮擋為1000奈米以上之波長之雷射光之光學濾光器。因而，即便於自雷射光源21輸出之雷射光透過半導體器件D之基板SiE之情形下，雷射光亦於觀察用光學系統13中被遮光。其結果為，可抑制由雷射光破壞光檢測器。

【0076】

自雷射光源21輸出之雷射光之波長可未達1000奈米。該情形下，於例如半導體器件D由矽基板等基板構成之情形下，由基板吸收雷射光。其結果為，可於不具備光學濾光器等下，抑制二維相機15等之光檢測器由雷射光破壞。

【0077】

對半導體器件D施加刺激信號之構成要素並不限定於測試單元11。作為對半導體器件D施加刺激信號之構成要素即刺激信號施加部，可採用對半導體器件D施加電壓或電流之裝置。而且，可利用該等裝置，對半導體器件D施加刺激信號。

【符號說明】**【0078】**

1:半導體故障解析裝置/解析裝置

10:解析部

11:測試單元

12:光源

13:觀察用光學系統(第1光學系統)

13a, 22a:物鏡
13b:分束器
14:XYZ載台(第1驅動部)
15:二維相機(第1光檢測部)
20:標記部
21:雷射光源
22:雷射標記用光學系統(第2光學系統)
22a:物鏡
22b:切換部
23:XYZ載台(第2驅動部)
24:探測相機(第2光檢測部)
25:照明光源
30:器件配置部
31:樣品載台
32:晶圓卡盤
32a:器件保持部
32b:靶孔
33:XY驅動部(第3驅動部)
40:計算機
41a:條件設定部
41b:控制部
41c:圖像處理部
41d:顯示部

41e:輸入部

50:對準靶

50a:光透過部

50b:不透明部

bp:基準點

D:半導體器件

D1:半導體器件之背面

D2:半導體器件之表面

fp:故障部位

ME:金屬層

mp:標記部位

SiE:基板

ss:邊界面

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種半導體故障解析裝置，其具備：

解析部，其第1光檢測部自半導體器件經由第1光學系統接收第1光，
前述第1光學系統藉由第1驅動部而相對於前述半導體器件相對移動；

標記部，其第2光檢測部自前述半導體器件經由第2光學系統接收第2
光，且對前述半導體器件經由前述第2光學系統照射雷射光，前述第2光學
系統藉由第2驅動部而相對於前述半導體器件相對移動；

器件配置部，其配置於前述解析部與前述標記部之間，具有卡盤，
該卡盤保持前述半導體器件，且設置有用於前述第1光學系統之光軸與前
述第2光學系統之光軸之定位之靶，前述卡盤藉由第3驅動部而相對於前述
解析部及前述標記部相對移動；及

控制部，其對前述解析部、前述標記部及前述器件配置部輸出命
令；且

前述靶可由前述第1光檢測部自前述靶之一側檢測，且可由前述第2
光檢測部自前述靶之另一側檢測；

前述控制部，

於使前述卡盤移動至前述第1光檢測部可檢測前述靶之位置後，將以
前述靶為基準將前述第2光學系統之光軸對準前述第1光學系統之光軸之對
準命令，輸出至前述標記部及前述器件配置部，

於維持前述第1光學系統之光軸與前述第2光學系統之光軸之位置關
係之狀態下，將朝設定於前述半導體器件之標記位置照射前述雷射光之標
記命令，輸出至前述標記部及前述器件配置部。

【請求項2】

如請求項1之半導體故障解析裝置，其中前述控制部於輸出前述對準命令前，將藉由前述解析部而解析前述半導體器件之故障部位之解析命令，輸出至前述解析部。

【請求項3】

如請求項1或2之半導體故障解析裝置，其中前述標記命令於藉由前述第3驅動部使前述卡盤移動至前述標記位置後，朝前述半導體器件照射前述雷射光。

【請求項4】

如請求項1或2之半導體故障解析裝置，其中前述對準命令使前述第1光檢測部取得自一側之前述靶之第1圖像，使前述第2光檢測部取得自另一側之前述靶之第2圖像，並基於前述第1圖像及前述第2圖像，以將前述第2光學系統之光軸對準前述第1光學系統之光軸之方式，使前述第2光學系統移動。

【請求項5】

如請求項1或2之半導體故障解析裝置，其中前述靶於前述卡盤中設置於與保持前述半導體器件之器件保持部不同之部位。

【請求項6】

如請求項1或2之半導體故障解析裝置，其中前述第1光檢測部取得自一側觀察前述靶之第1圖像；且

前述第2光檢測部取得自另一側觀察前述靶之第2圖像。

【請求項7】

如請求項1或2之半導體故障解析裝置，其中前述靶包含供前述第1光

檢測部及前述第2光檢測部可檢測到之光透過之光透過部。

【請求項8】

一種半導體故障解析方法，其係用於利用半導體故障解析裝置解析半導體器件者，且

前述半導體故障解析裝置具備：

解析部，其第1光檢測部自半導體器件經由第1光學系統接收第1光，前述第1光學系統藉由第1驅動部而相對於前述半導體器件相對移動；

標記部，其第2光檢測部自前述半導體器件經由第2光學系統接收第2光，且對前述半導體器件經由前述第2光學系統照射雷射光，前述第2光學系統藉由第2驅動部而相對於前述半導體器件相對移動；

器件配置部，其配置於前述解析部與前述標記部之間，具有卡盤，該卡盤保持前述半導體器件，且設置有用於前述第1光學系統之光軸與前述第2光學系統之光軸之定位之靶，前述卡盤藉由第3驅動部而相對於前述解析部及前述標記部相對移動；及

控制部，其對前述解析部、前述標記部及前述器件配置部輸出命令；且

前述靶可由前述第1光檢測部自前述靶之一側檢測，且可由前述第2光檢測部自前述靶之另一側檢測；並且前述半導體故障解析方法包含：

對準步驟，其於使前述卡盤移動至前述第1光檢測部可檢測前述靶之位置後，以前述靶為基準，將前述第2光學系統之光軸對準前述第1光學系統之光軸；及

標記步驟，其於維持前述第1光學系統之光軸與前述第2光學系統之光軸之位置關係之狀態下，朝設定於前述半導體器件之標記位置照射前述

雷射光。

【請求項9】

如請求項8之半導體故障解析方法，其中於前述對準步驟前，更包含藉由前述解析部而解析前述半導體器件之故障部位之解析步驟。

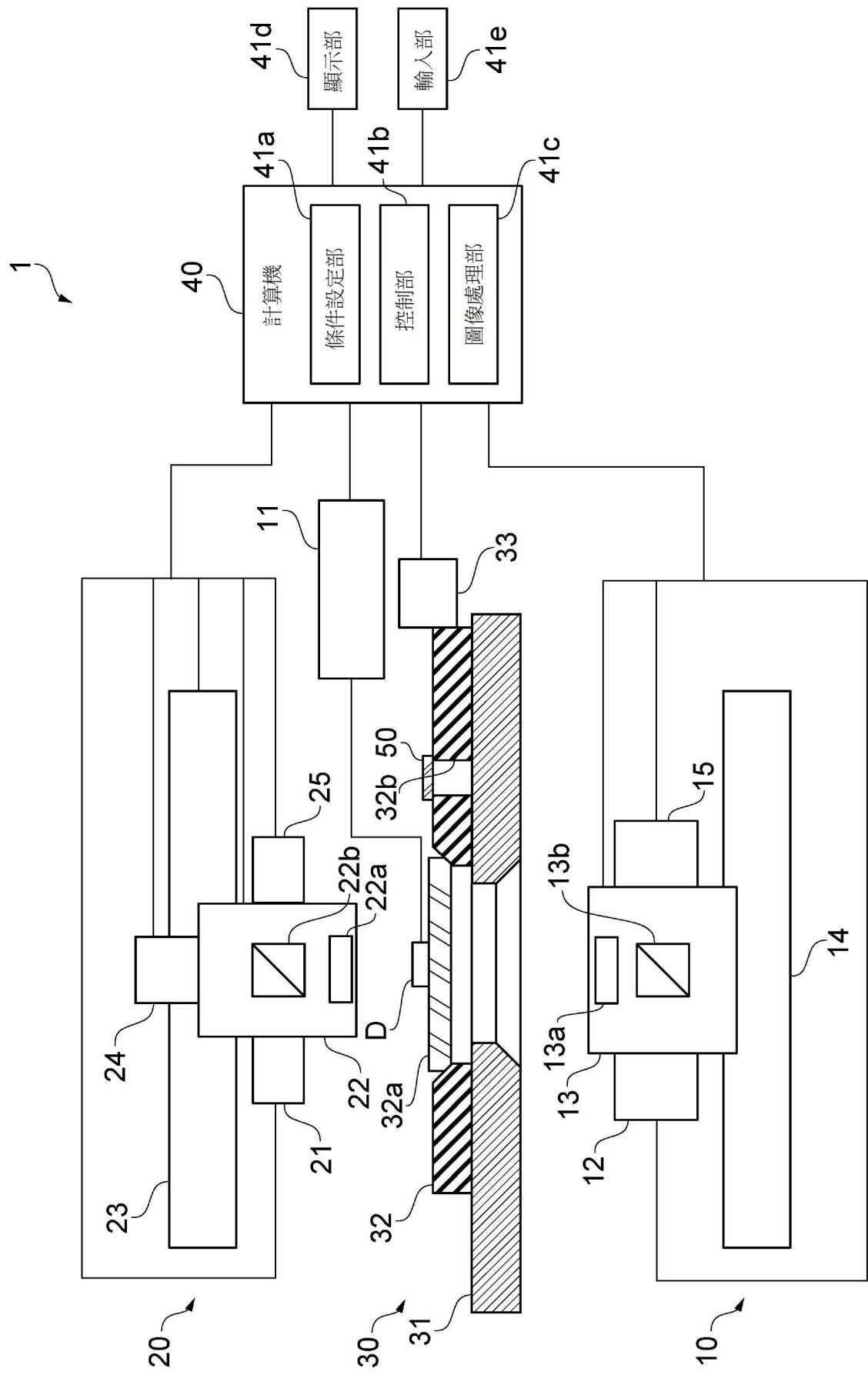
【請求項10】

如請求項8或9之半導體故障解析方法，其中前述標記步驟於藉由前述第3驅動部使前述卡盤移動至前述標記位置後，朝前述半導體器件照射前述雷射光。

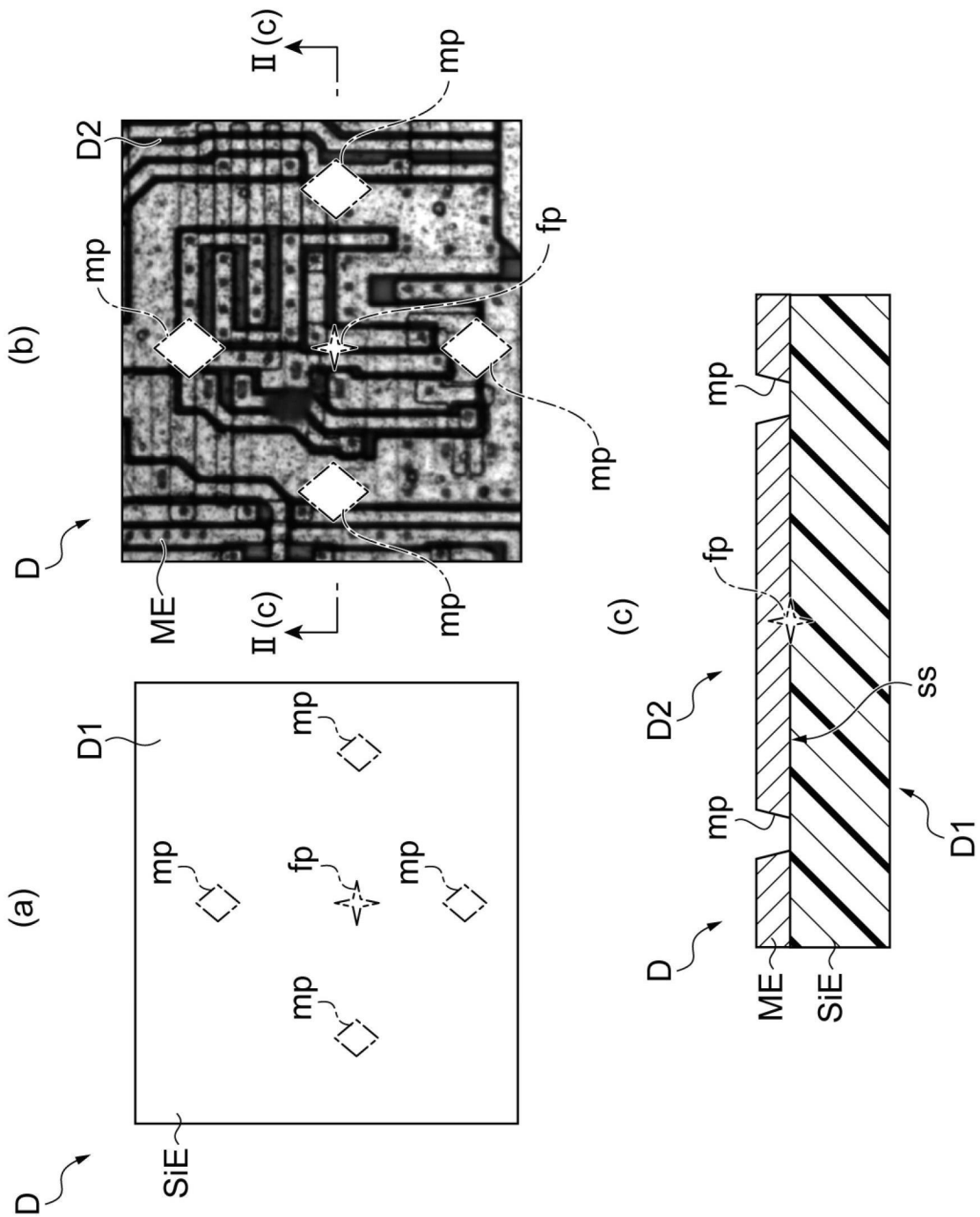
【請求項11】

如請求項8或9之半導體故障解析方法，其中前述對準步驟使前述第1光檢測部取得自一側之前述靶之第1圖像，使前述第2光檢測部取得自另一側之前述靶之第2圖像，並基於前述第1圖像及前述第2圖像，以將前述第2光學系統之光軸對準前述第1光學系統之光軸之方式，使前述第2驅動部移動。

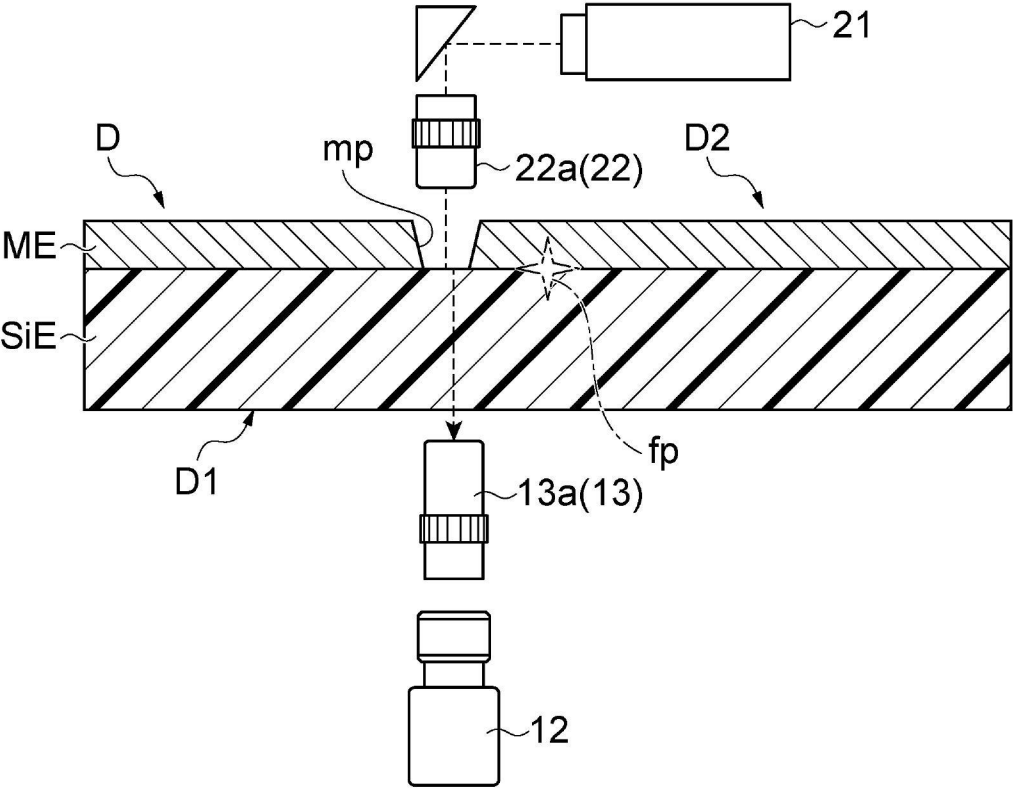
【發明圖式】



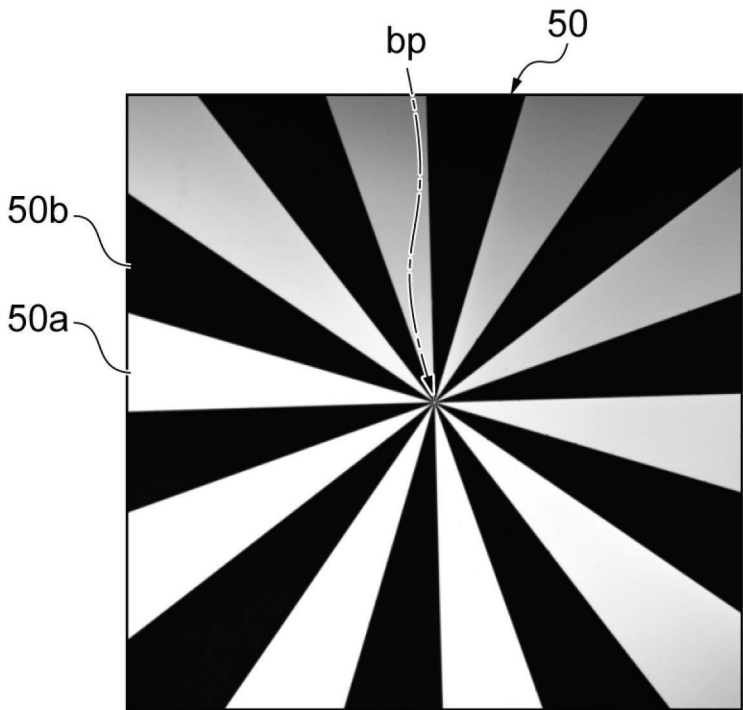
【圖1】



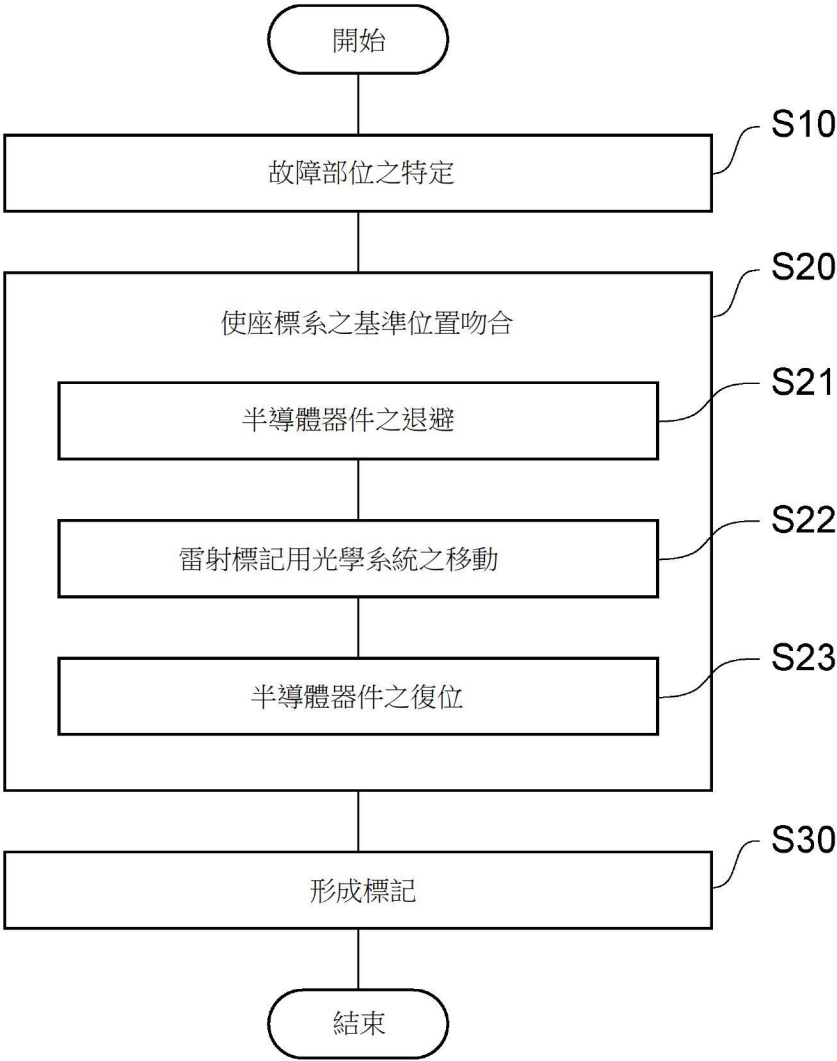
【圖2】



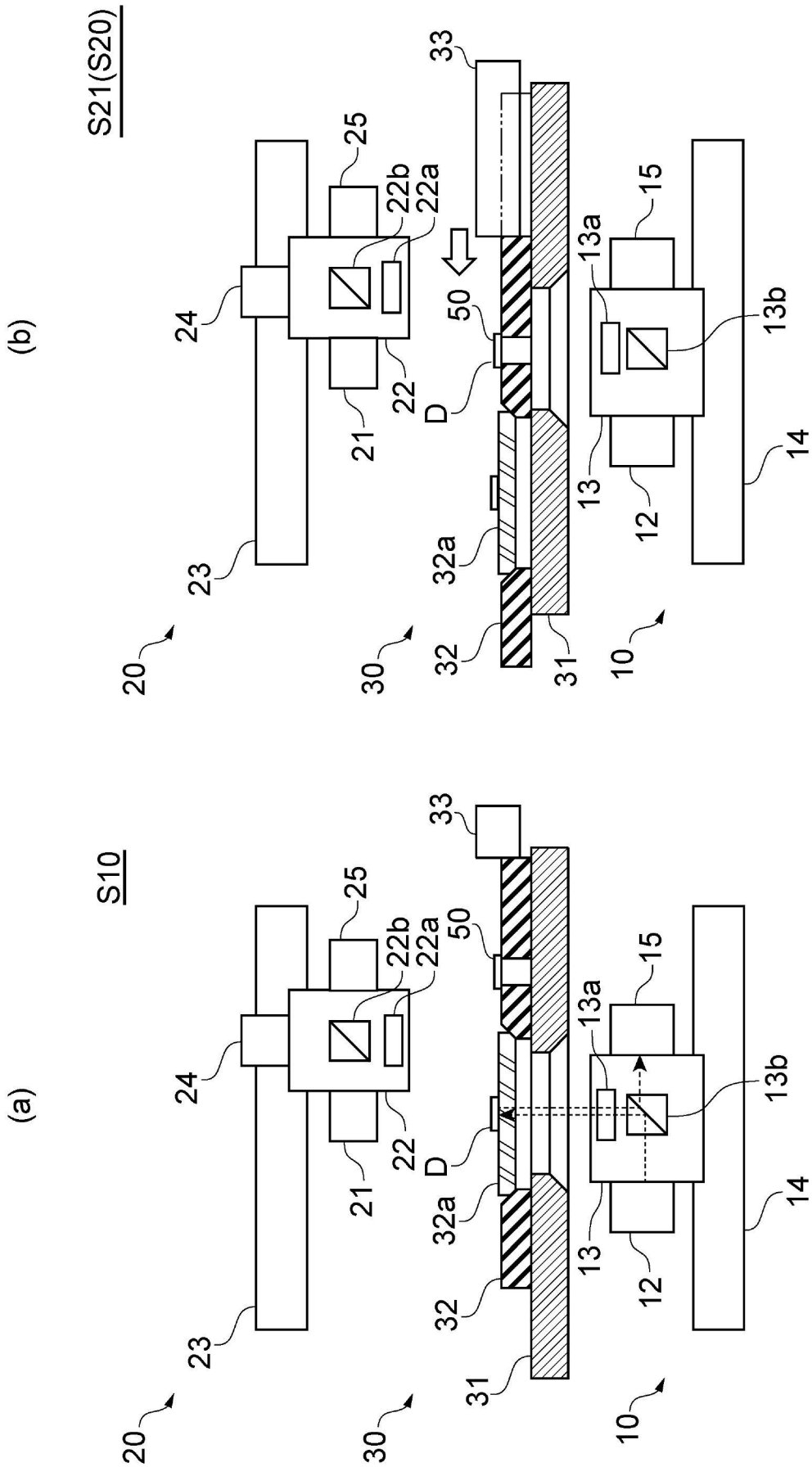
【圖3】



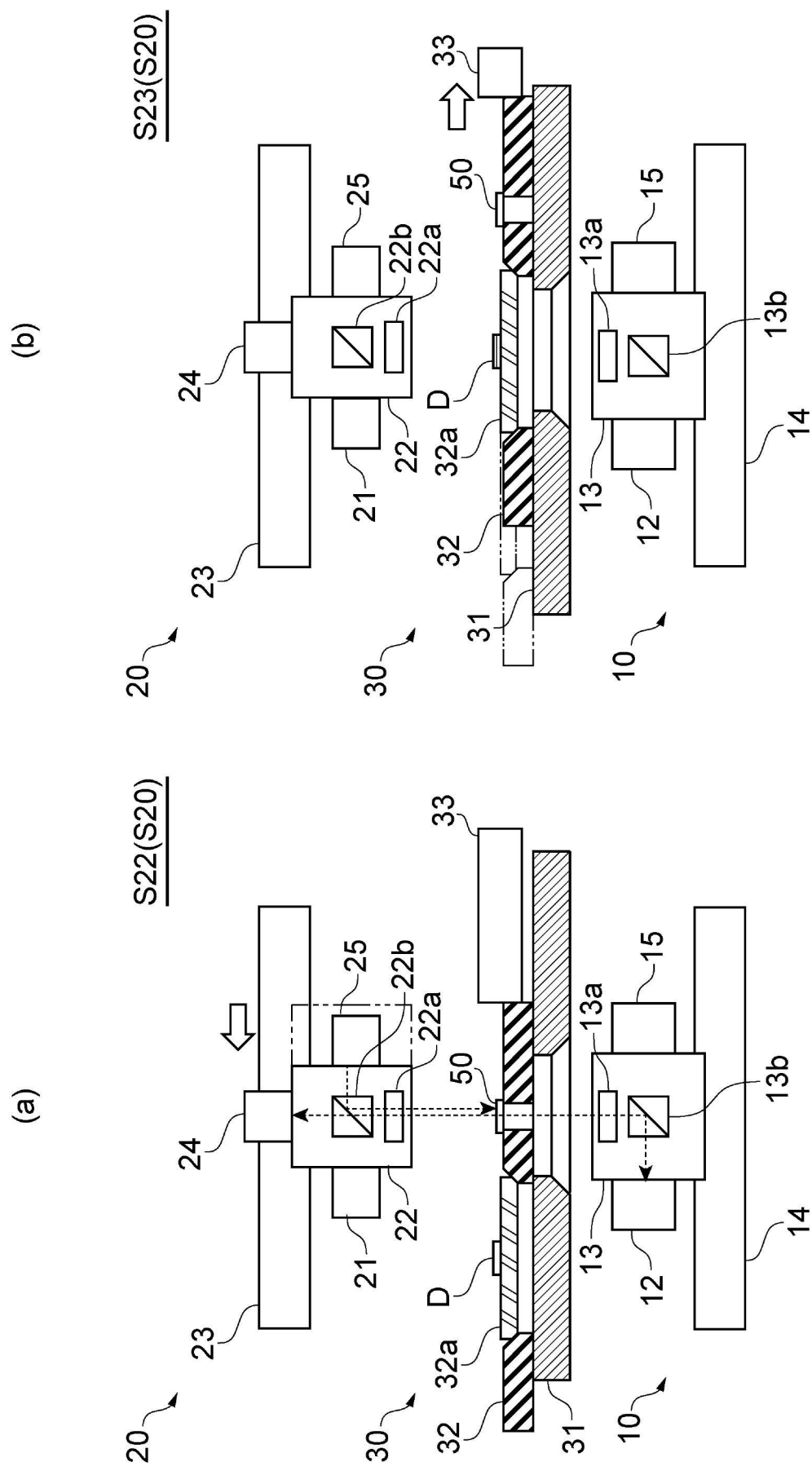
【圖4】



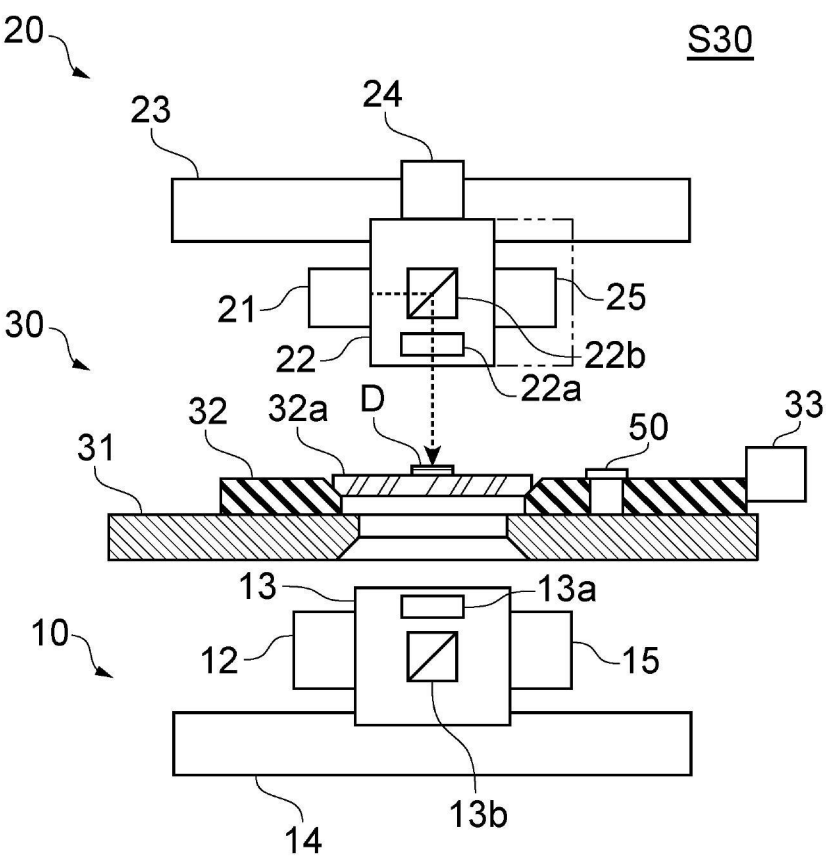
【圖5】



【圖6】



【7回】



【圖8】