



(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 I639822 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：104123748

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 22 日

(51)Int. Cl. : G01N21/88 (2006.01)

G01N21/95 (2006.01)

(30)優先權：2014/07/22 美國

62/027,393

2015/07/20 美國

14/804,296

(71)申請人：美商克萊譚克公司 (美國) KLA-TENCOR CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：黃傳勇 HUANG, CHUANYONG (CN)；李晴 LI, QING (CN)；派提波 唐諾

PETTIBONE, DONALD (US)；葛瑞夫斯 巴茲 GRAVES, BUZZ (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2005/0254065A1

US 2009/0059215A1

US 2009/0180176A1

US 2011/0181891A1

審查人員：邱元玠

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：1 共 29 頁

(54)名稱

用於同步暗場及相位對比檢測之系統及方法

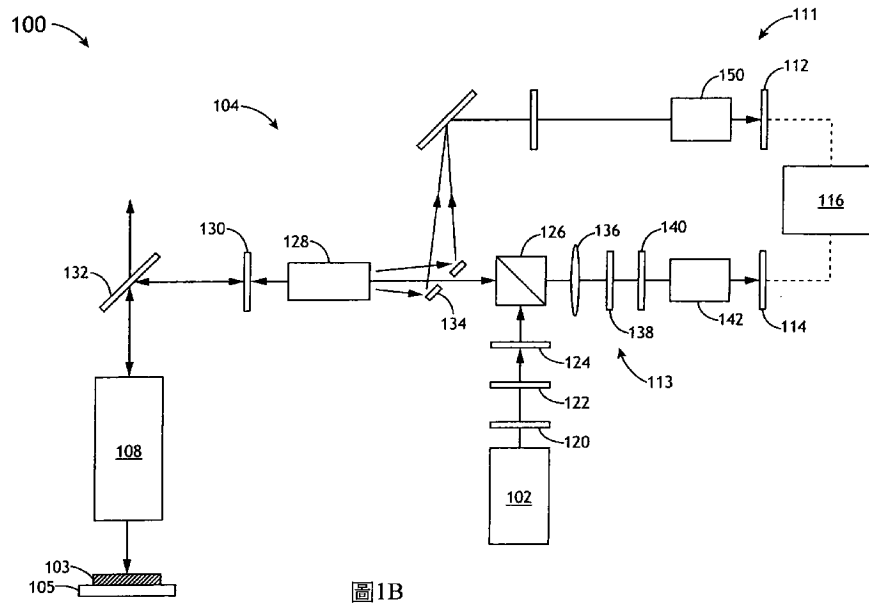
SYSTEM AND METHOD FOR SIMULTANEOUS DARK FIELD AND PHASE CONTRAST INSPECTION

(57)摘要

本發明揭示一種用於同步暗場(DF)及差分干涉對比(DIC)檢測之檢測裝置，其包含一照明源及經組態以固定一樣本之一樣本載台。該檢測裝置包含一第一感測器、一第二感測器及一光學子系統。該光學子系統包含一物鏡、一或多個光學元件，該等光學元件經配置以通過該物鏡將來自該一或多個照明源的照明引導至該樣本之一表面。該物鏡經組態以收集來自該樣本之該表面之一信號，其中該所收集的信號包含來自該樣本之一基於散射的信號及/或一基於相位的信號。該檢測裝置包含一或多個分離光學元件，其經配置以藉由沿著一 DF 路徑及 DIC 路徑，各自引導該 DF 信號及該 DIC 信號，將該所收集之信號空間地分離成一 DF 信號與一 DIC 信號。

An inspection apparatus for simultaneous dark field (DF) and differential interference contrast (DIC) inspection includes an illumination source and a sample stage configured to secure a sample. The inspection apparatus includes a first sensor, a second sensor and an optical sub-system. The optical sub-system includes an objective, one or more optical elements arranged to direct, through the objective, illumination from the one or more illumination sources to a surface of the sample. The objective is configured to collect a signal from the surface of the sample, wherein the collected signal includes a scattering-based signal and/or a phase-based signal from the sample. The inspection apparatus includes one or more separation optical elements arranged to spatially separate the collected signal into a DF signal and a DIC signal by directing the DF signal and the DIC signal along a DF path and DIC path respectively.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 100 . . . 系統
- 102 . . . 照明源
- 103 . . . 樣本
- 104 . . . 光學子系統
- 105 . . . 樣本載台
- 108 . . . 物鏡
- 111 . . . 暗場(DF)路徑
- 112 . . . 第一感測器/暗場(DF)感測器
- 113 . . . 差分干涉對比(DIC)路徑
- 114 . . . 第二感測器/差分干涉對比(DIC)感測器
- 116 . . . 控制器
- 120 . . . OD
- 122 . . . 偏光器
- 124 . . . 波片
- 126 . . . 分束器
- 128 . . . 無焦透鏡
- 130 . . . 濾光器
- 132 . . . 轉向鏡
- 134 . . . 鏡像光瞳遮罩
- 136 . . . 透鏡
- 138 . . . 稜鏡
- 140 . . . 分析器
- 142 . . . 透鏡
- 150 . . . 透鏡

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】

用於同步暗場及相位對比檢測之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR SIMULTANEOUS DARK FIELD
AND PHASE CONTRAST INSPECTION

相關申請案之交叉參考

本申請案主張2014年7月22日申請之標題為「APPARATUS AND METHODOLOGY FOR SIMULTANEOUS DARK FIELD AND PHASE CONTRAST INSPECTION」，發明者名為Chuanyong Huang、Qing Li、Donald Pettibone及Buzz Graves之美國臨時申請案62/027,393號之35 U.S.C. § 119(e)下的權利，該案之全文以引用的方式併入本文中。

【技術領域】

本發明大體上係關於缺陷偵測及分類，且更特定言之，本發明係關於同步暗場檢測及差分干涉對比檢測。

【先前技術】

由於對半導體器件製造程序之容限持續變窄，故對於經改良之半導體晶圓檢測工具的需求持續增加。適於晶圓檢測之檢測工具的類型包含利用來自一樣本(例如，半導體晶圓)之散射資訊的一暗場(DF)檢測工具，及利用來自一樣本之相位資訊的一差分干涉對比檢測工具。通常，在尋找DF及DIC兩種資訊時，一給定的檢測工具或顯微鏡歸因於光學組件、光學佈局與偵測信號中之差異及/或不相容性而在DF模式或DIC模式中獨立地操作。雖然可單獨運行不同的光學佈局以單獨偵測DF信號及DIC信號，但在一移動樣本(例如，生物活細胞)之觀察期間組合兩個分開的信號係耗時的且有時係不可能的。在半導體

製造產業中，檢測設備能夠快速定位並分類一或多個缺陷係重要的。因此，在分開的操作中執行DF檢測及DIC檢測減小晶圓檢測程序的值。因此，提供解決先前技術中所識別的缺陷之一系統及方法將為有利的。

【發明內容】

根據本發明之一闡釋性實施例揭示一種用於同步暗場及差分干涉對比檢測的裝置。在一闡釋性實施例中，該裝置包含一或多個照明源。在另一闡釋性實施例中，該裝置包含經組態以固定一樣本之一樣本載台。在另一闡釋性實施例中，該裝置包含一第一感測器及一第二感測器。在另一闡釋性實施例中，該裝置包含一光學子系統，該光學子系統包括：一物鏡；及一或多個光學元件，其經配置以通過物鏡而將來自一或多個照明源的照明引導至樣本之一表面，其中該物鏡經組態以收集來自樣本之表面的一所收集之信號，其中該所收集之信號包含來自樣本之一基於散射的信號與一基於相位的信號之至少一者；及一或多個分離光學元件，其經配置以藉由沿著一暗場路徑將暗場信號引導至第一感測器且沿著一差分干涉對比路徑將差分干涉對比信號引導至第二感測器，從而將所收集之信號空間地分離成一暗場信號及一差分干涉對比信號。

根據本發明之一額外的闡釋性實施例揭示一種用於同步暗場及差分干涉對比檢測的裝置。在一闡釋性實施例中，該裝置包含一或多個照明源、經組態以固定一樣本之一樣本載台及一光學子系統。在另一闡釋性實施例中，光學子系統包含一物鏡、經組態以傳輸具有低於一經選擇NA臨限值之一NA的照明之一鏡像光瞳遮罩及經配置以引導具有低於該經選擇NA臨限值之一NA的照明通過鏡像光瞳遮罩之一或多個光學元件。在另一闡釋性實施例中，一或多個光學元件進一步經組態以引導通過鏡像光瞳遮罩所傳輸的照明通過物鏡且至樣本的一表

面。在另一闡釋性實施例中，物鏡經組態以收集來自樣本之表面的一信號。在另一闡釋性實施例中，所收集之信號包含來自樣本的一散射信號與一相位信號之至少一者。在另一闡釋性實施例中，鏡像光瞳遮罩進一步經組態以藉由沿著一暗場路徑將具有超出經選擇NA臨限值之一NA的所收集之照明的一部分反射至一第一感測器且沿著差分干涉對比路徑將具有低於經選擇NA臨限值之一NA的所收集之照明的一部分傳輸至一第二感測器，從而將所收集之信號空間地分離成一暗場信號及一差分干涉對比信號。

根據本發明之一額外的闡釋性實施例揭示一種用於同步暗場及差分干涉對比檢測的裝置。在一闡釋性實施例中，該裝置包含一或多個照明源、經組態以固定一樣本之一樣本載台及一光學子系統。在另一闡釋性實施例中，該裝置包含：一物鏡；一或多個光學元件，其經組態以引導照明通過物鏡且至樣本之一表面，其中物鏡經組態以收集來自樣本之表面的一所收集之信號，其中該所收集之信號包含來自樣本的一散射信號與一相位信號之至少一者；一分束器，其經組態以沿著一暗場路徑引導所收集之照明的一第一部分，其中該分束器進一步經組態以沿著差分干涉對比路徑傳輸所收集之照明的一第二部分；一光瞳區塊，其沿著暗場路徑安置且經組態以阻止具有低於一經選擇NA臨限值之一NA的照明；及一光瞳遮罩，其沿著差分對比干涉路徑安置且經組態以阻止具有超出該經選擇NA臨限值之一NA的照明。在另一闡釋性實施例中，該裝置包含經組態以收集藉由暗場路徑之光瞳區塊所傳輸之照明的一第一感測器。在另一闡釋性實施例中，該裝置包含經組態以收集藉由差分干涉對比路徑之光瞳遮罩所傳輸之照明的一第二感測器。

應瞭解，前述一般描述與下列詳細描述皆僅為例示性與說明性的，且不必如主張限制於本發明。併入並組成說明書之一部分的隨附

圖式，圖解說明本發明之實施例並結合一般描述，用來說明本發明之原理。

【圖式簡單說明】

熟悉此項技術者藉由參考隨附圖式可更好地理解本發明之眾多優點，其中：

圖1A係根據本發明之一實施例用於同步暗場及差分干涉對比檢測之系統的一概念圖。

圖1B係根據本發明之一實施例用於同步暗場及差分干涉對比檢測之系統的一簡化示意圖。

圖1C係根據本發明之一實施例供用於同步暗場及差分干涉對比檢測之系統使用的一鏡光瞳遮罩之一簡化示意圖。

圖1D係根據本發明之一實施例用於同步暗場及差分干涉對比檢測之系統的一簡化示意圖。

【實施方式】

現在將詳細參考所揭示之標的，其在隨附圖式中進行圖解說明。

大致參考圖1A至1D，描述根據本發明用於同步暗場(DF)及差分干涉對比(DIC)檢測之一系統及方法。Vaez-Iravani於1998年8月25日發行之美國專利第5,798,829號揭示使用一單一雷射來進行對來自一樣本之DF信號及DIC信號的分開量測，該案之全文以引用的方式併入本文中。Zhao於2008年3月18日發行之美國專利第7,345,754號揭示用於實行DF檢測之一明場(BF)檢測系統的使用，該案之全文以引用的方式併入本文中。

對一基於散射之DF信號與一基於相位之DIC信號的同步分析可在相當大的程度上增強對一給定樣本之缺陷(或其他特徵)的偵測與分類。DF信號與DIC信號往往對不同的樣本與缺陷特徵敏感，此允許信

號之一融合以增強對樣本103 (及關聯缺陷或特徵)之一全面理解。

本發明之實施例係關於一檢測工具之基於散射之暗場(DF)模式及基於相位之差分干涉對比(DIC)模式的同步操作。此一組態提供對來自樣本之基於散射及基於相位之資訊的同步擷取。本發明之實施例用於組合DF模式與DIC模式之組件以偵測並分類一樣本之缺陷(例如，點缺陷、堆疊缺陷及類似者)。本發明之一些實施例係關於包含一或多個光學組件之一光學子系統，該等光學組件適於運用通過一單一物鏡之一經選擇NA (例如，低NA通過的光瞳遮罩、高NA通過的光瞳遮罩及類似者)的照明來照亮樣本。本發明之額外實施例用於運用單一物鏡以收集來自樣本之基於散射的DF信號與基於相位的DIC信號。在額外實施例中，光學子系統將DF信號與DIC信號分離。例如，該光學子系統可經組態以便反射所收集之照明之一共軛區域作為DF信號。例如，在其中低NA光(即，具有低於一經選擇NA臨限值之一NA的光)於樣本之照明期間被傳遞至該樣本的情況中，高NA光(即，具有超出該經選擇NA臨限值之一NA的光)可沿著一DF路徑反射。在另一實施例中，於其中高NA光在樣本之照明期間被傳遞至該樣本的情況中，低NA光可沿著一DF路徑反射。此外，其餘光(即，並不作為DF信號沿著DF路徑反射的光)作為DIC信號沿著一DIC路徑傳遞。

本發明之實施例可實行一資料融合程序，以藉由融合同步獲取之DF資料與DIC資料來偵測及/或分類缺陷。本發明之額外實施例可藉由單獨分析DF資料與DIC資料來實行樣本特徵化。

圖1A圖解說明根據本發明之一實施例用於同步DF檢測與DIC檢測之一系統100之一概念圖。在一實施例中，該系統100包含一照明源102。該照明源102可包含基於DF及/或DIC之檢測技術中已知的任何照明源。例如，該照明源102可包含但不限於一窄帶照明源。例如，該照明源102可包含但不限於一雷射(例如，二極體雷射)。在一實施

例中，該照明源102包含但不限於一顫化(dithered)二極體雷射。

在一實施例中，系統100包含用於固定一或多個樣本103 (例如，一或多個半導體晶圓)之一樣本載台105。該樣本載台可包含檢測技術中已知的任何樣本載台。例如，該樣本載台105可包含但不限於：一旋轉樣本載台、一線性樣本載台或一旋轉樣本載台與一線性樣本載台之一組合。

在一實施例中，系統100包含一光學子系統104。該光學子系統104可包含為將來自照明源102之照明引導至樣本103、收集來自樣本103之基於散射的DF信號與基於相位的DIC信號、分離DF信號與DIC信號，及/或沿著DF路徑111與DIC路徑113各自引導DF信號與DIC信號所必需的任何數目與類型的光學組件。

在一實施例中，光學子系統104包含一或多個光學元件106，用於將來自照明源102之照明引導至一樣本103的一表面及/或調節來自照明源102的照明。例如，光學子系統104之一或多個光學元件106可包含但不限於：一或多個分束器；一或多個透鏡；一或多個光瞳遮罩；一或多個鏡；一或多個濾光器或一或多個偏光器。

在另一實施例中，光學子系統104之一或多個光學元件106經配置以將來自照明源102之照明通過物鏡108引導至樣本103。在另一實施例中，該物鏡108經配置以便收集來自樣本103之DF信號與DIC信號。就這點而言，自樣本103散射的光係藉由物鏡108收集作為DF信號，而成像光或小切變反射光係藉由物鏡108收集作為DIC信號。DIC信號包含相位資訊，藉此DIC信號之組件可在下游光學組件(例如，沃拉斯頓(Wollaston)稜鏡-見圖1B；暗場濾光器及類似者)相互干涉且相位資訊隨後進行提取(例如，經由2-D感測器114提取)。

在一替代實施例中，光學子系統104之一或多個光學元件106可經配置，使得沿著物鏡外部之一照明路徑照亮樣本103。例如，光學

子系統104可經配置以便在樣本103上提供傾斜入射光。

在另一實施例中，光學子系統104包含一或多個分離光學元件110，該等分離光學元件110經配置以將基於散射之DF信號與基於相位之DIC信號空間地分離。就這點而言，該一或多個分離光學元件110可沿著一DF路徑111將DF信號引導至一第一感測器112，該第一感測器112在本文中亦被稱為「DF感測器」。此外，該一或多個分離光學元件110可沿著一DIC路徑113將DIC信號引導至一第二感測器114，該第二感測器114在本文中亦被稱為「DIC感測器」。

一或多個分離光學元件110可包含任何數目與類型的光學組件，用於沿著不同的光學路徑分離DF信號與DIC信號。在一實施例中，如在本文圖1B中進一步論述，該一或多個分離光學元件110可包含一反射式光瞳遮罩或「光瞳選截鏡」，其傳遞通過或傳輸(例如，沿著DIC路徑113)具有低於一經選擇臨限值之一NA的照明且反射具有超出該經選擇臨限值之一NA的照明(例如，沿著DF路徑)。進一步應注意，該一或多個分離元件110可經組態，使得藉由該一或多個分離元件110沿著DF路徑111所反射的照明與經選擇以基於NA傳遞通過至樣本103的照明共軛。例如，該一或多個分離元件110可傳遞通過或傳輸低NA照明至樣本103，同時沿著DF路徑111反射高NA照明(且接著沿著DIC路徑113傳遞基於低NA相位的DIC信號)。藉由另一實例，該一或多個分離元件110可將高NA照明傳輸至樣本103，同時沿著DF路徑111反射低NA照明(且接著沿著DIC路徑113傳遞基於高NA相位的DIC信號)。

在另一實施例中，如在本文圖1D中進一步論述，一或多個分離光學元件110可包含一分束器，該分束器經組態以沿著DF路徑111引導DF信號，同時沿著DIC路徑113傳輸DIC信號。本文進一步更詳細地論述此實施例。

應注意，第一感測器112及/或第二感測器114可包含光學檢測技

術中已知的任何光學感測器。例如，第一感測器112及/或第二感測器114可包含但不限於：一或多個CCD感測器；一或多個TDI-CCD感測器；一或多個PMT感測器；一或多個相機及類似者。進一步應注意，DIC感測器114可包含此項技術中已知的任何二維感測器。

在一實施例中，控制器116包含一或多個處理器(未展示)及一非暫時性儲存媒體(即，記憶體媒體)。就這點而言，控制器116之儲存媒體(或任何其他儲存媒體)包含程式指令，該等程式指令經組態以引起控制器116之一或多個處理器實行通過本發明所描述的各種步驟之任意者。出於本發明之目的，術語「處理器」可經廣泛定義以包含具有處理能力的任何處理器或邏輯元件，其執行來自一記憶體媒體的指令。就此意義而言，控制器116之一或多個處理器可包含經組態以執行軟體演算法及/或指令的任何微處理器型器件。在一實施例中，該一或多個處理器可包含經組態以執行一程式之一桌上型電腦或其他電腦系統(例如，連網電腦)，該程式經組態以執行貫穿本發明所描述的計算/資料處理步驟。應辨識，可藉由一單一電腦系統、多個電腦系統或一多核處理器來實行貫穿本發明所描述的步驟。此外，系統100之不同的子系統(諸如一顯示器件或一使用者介面器件(未展示))可包含適於實行上文所描述之步驟之至少一部分的一處理器或邏輯元件。因此，上述描述不應被解釋為對本發明之一限制，而更合適地僅為一圖解說明。

圖1B圖解說明根據本發明之一實施例之系統100之一簡化示意圖。圖1B中所描繪之光學子系統104包含一鏡像光瞳遮罩134，其經配置以分離自樣本103收集的DF信號與DIC信號。在一實施例中，如圖1C中所描繪，鏡像光瞳遮罩134或選截(pick-off)鏡包含一鏡像環面135及孔徑137，該孔徑137經組態以將來自照明源102之低NA照明(即，具有低於一經選擇臨限值之一NA的照明)傳遞通過至樣本103，

同時沿著DF路徑111反射自樣本103收集的高NA照明(即，具有超出一經選擇臨限值之一NA的照明)且至DF感測器112。在另一實施例中，雖然未展示，但鏡像光瞳遮罩134或選截鏡用於將來自照明源102之高NA照明傳遞通過至樣本103，同時沿著DF路徑111反射自樣本103收集的低NA照明且至DF感測器112。就這點而言，鏡光瞳遮罩134的照明與傳遞通過該鏡光瞳遮罩134之孔徑且至樣本103的照明共軛。

除光瞳遮罩134之外，圖1B之光學子系統104可包含任何數目與類型的光學組件，用於引導、調節及/或選擇來自照明源102的照明，及/或自樣本103收集的散射或反射照明。

所關注照明在進入物鏡108並照亮樣本103之前，可先由各種光學元件(諸如但不限於：一或多個偏光器；一或多個波片；一或多個光束塑形組件；一或多個濾光器；一或多個折疊鏡)處理。例如，如圖1B中所展示，來自照明源102之照明可經傳輸通過OD 120 (例如，3位)且通過一偏光器122及波片124 (例如，四分之一波片)。接著，一分束器126可沿著一照明路徑引導來自照明源102的一些照明，其中該照明的一部分傳遞通過鏡像光瞳遮罩134 (如上文所描述)。在該照明之一經選擇部分傳遞通過鏡像光瞳遮罩134之後，無焦透鏡128可傳輸該經選擇照明通過濾光器130 (例如，405奈米濾光器)。接著，轉向鏡132可引導經過濾照明通過物鏡108且至經安置於樣本載台105上的樣本103。在一實施例中，轉向鏡132包含一二向分光鏡，用於將所收集之信號之一經選擇波長的光反射至下游組件供特徵化用，同時沿著一額外路徑(例如，至一光束轉儲的額外路徑)傳輸自樣本收集之一非期望波長或一組波長。

在另一實施例中，物鏡108收集自樣本103散射的照明，用於形成DF信號。接著，該DF信號由鏡132反射並沿著光學路徑經引導往回通過濾光器130與無焦透鏡128。接著，所收集的照明再次照射於鏡像

光瞳遮罩134上，該鏡像光瞳遮罩134用來將來自樣本之所收集的信號分離成DF組件與DIC組件。此係藉由沿著DF路徑111反射一經選擇NA狀態(例如，低NA或高NA)的照明且將剩餘照明(例如，高NA或低NA)傳輸至DIC路徑113來實行。例如，在其中低NA照明被傳遞通過至樣本103之情況中，鏡像相位遮罩134可將高NA照明反射至DF路徑111(且將低NA照明傳輸至DIC路徑113)。藉由另一實例，在其中高NA照明被傳遞通過至樣本103之情況中，鏡像相位遮罩134可將低NA照明反射至DF路徑111(且將高NA照明傳輸至DIC路徑113)。接著，經由鏡像光瞳遮罩134而沿著DF路徑111引導的照明可經由透鏡150(例如，鏡筒透鏡)而被聚焦至DF感測器112(例如，適於大的微粒監測之1-D感測器)上。

與DF信號之收集同步，含有相位資訊之成像及/或小切變反射照明可由物鏡108收集且被傳遞通過鏡光瞳遮罩134的孔徑。接著，DIC信號之組件信號在稜鏡138(例如，沃拉斯頓稜鏡)或濾光器處相互干涉。在一實施例中，系統100包含一或多個透鏡136，用於聚焦DIC信號。在另一實施例中，一分析器140(例如，可切換分析器)可用來抑制偏光信號中的雜訊比重。繼而，在雜訊之抑制之後，信號可被聚焦至DIC感測器114(例如，2-D感測器)上，該DIC感測器114適於經由透鏡142(例如，鏡筒透鏡)而自DIC信號提取相位資訊。

在另一實施例中，控制器116可獲取來自DF感測器112之所量測的DF信號及來自DIC感測器114之所量測的DIC信號。在另一實施例中，該控制器116可執行一資料融合程序，藉此來自DF感測器112之所量測的DF信號與來自DIC感測器114之所量測的DIC信號融合或組合。就這點而言，該控制器116可將DF信號之一或多個部分與DIC信號之一或多個部分組合及/或比較，以特徵化樣本103之一或多個特徵(例如，缺陷)。在另一實施例中，該控制器116可經由一使用者介面

而向一使用者展示與DF信號及DIC信號相關聯的影像資料(未展示)。就這點而言，使用者(或由控制器116執行的演算法)可接著同步分析包含散射資訊的DF信號及包含相位資訊的DIC信號。

再次應注意，對基於散射之DF信號及基於相位之DIC信號的同步分析可在相當大的程度上增強對樣本103之缺陷(或其他特徵)的偵測與分類。DF信號與DIC信號往往對不同的樣本與缺陷特徵敏感，此允許信號之一融合以增強對樣本103 (及關聯缺陷或特徵)之全面理解。例如，在堆疊缺陷之情況中，一基於DF之檢測程序往往將一堆疊缺陷錯特徵化為一點缺陷或未能完全地偵測缺陷。相反地，藉由DIC感測器114所量測的DIC信號提供對不比所利用之照明之一些波長更長的缺陷之偵測。在其中照明源102提供200至500奈米範圍中之照明(例如，405奈米)的情況中，DIC感測器114可能對與0.5微米一樣短的特徵敏感。就此意義而言，基於DIC之檢測係比拓樸研究優越且提供對樣本103上之銳緣缺陷(諸如在堆疊缺陷之情況中出現的其等缺陷)之好的識別。然而，基於DF之檢測提供對點缺陷之品質偵測。通過DF信號與DIC信號之組合及/或比較，控制器116可更容易且更精確地偵測並特徵化給定的一組缺陷。例如，控制器116可比較自樣本103之相同區域獲得的DF信號與DIC信號，以便關聯基於DF之特徵與基於DIC之特徵，此允許控制器116 (或使用者)更精確地特徵化出現於給定區域中的一或多個缺陷。

在另一實施例中，控制器116可獨立地分析來自DF感測器112之DF信號及來自DIC感測器114之DIC信號。就這點而言，當系統100整合DF信號偵測與DIC信號偵測之光學架構時，控制器116採取行動以彼此獨立地分析DF信號與DIC信號。

雖然本發明之大部分內容已論述DF信號與DIC信號經由一鏡像光瞳遮罩134之分離，但本文中應注意，此一組態並非對本發明之一限

制，而僅出於闡釋性目的而提供。應注意，適於分離DF信號與DIC信號的任何光學架構可在本發明之背景內容中實施。

圖1D圖解說明根據本發明之一替代實施例之系統100的一簡化示意圖。本文中應注意，在圖1A至圖1C之背景內容中所描述之各種組件與實施例應被視為擴充至圖1D (除非另外標註)。

圖1D中所描繪之光學子系統104包含一對光瞳結構158、159，其經配置以分離自樣本103收集的DF信號與DIC信號。在一實施例中，光學子系統104包含一分束器154，其經組態以沿著一DF路徑111反射所收集之照明的一第一部分，同時沿著DIC路徑113傳輸所收集之照明的一第二部分。應注意，此配置並非限制的，而應僅解釋為一圖解說明。例如，分束器154可經配置以沿著DIC路徑113反射所收集之照明的一部分，同時沿著DF路徑111傳輸所收集之照明的一部分。

在一實施例中，第一光瞳結構158包含一光瞳區塊，其用來阻止沿著DF路徑111傳播之具有低於一經選擇NA臨限值之一NA的照明。此外，第二光瞳結構159可包含一光瞳遮罩，其用來阻止沿著DIC路徑113傳播之具有超出該經選擇NA臨限值之一NA的照明。就這點而言，光瞳區塊158與光瞳遮罩159彼此共軛，藉此一結構傳輸由另一結構所阻止之一NA狀態的光。本文中應注意，上述光瞳區塊158/光瞳遮罩配置159並非限制的，而僅出於闡釋性目的而提供。例如，DF路徑111可包含一光瞳遮罩，DIC路徑113包含一光瞳區塊。就這點而言，DF路徑111之光瞳遮罩用來阻止沿著DF路徑111傳播之具有超出一經選擇NA臨限值之一NA的照明，DIC路徑之光瞳區塊阻止沿著DIC路徑113傳播之具有低於該經選擇NA臨限值之一NA的照明。在另一實施例中，光學子系統104可僅使用一光瞳區塊158來實行DF信號與DIC信號之分離，不運用DIC路徑113中之對應光瞳結構來限制上部NA範圍。

除光瞳遮罩134之外，圖1D之光學子系統104可包含任何數目與類型的光學組件，用於引導、調節及/或選擇來自照明源102之照明及/或自樣本103收集的散射或反射照明。

所關注照明在進入物鏡108並照亮樣本103之前，可先由各種光學元件(諸如但不限於：一或多個偏光器；一或多個波片；一或多個光束塑形組件；一或多個濾光器；及一或多個折疊鏡)處理。例如，如圖1D中所展示，來自照明源102之照明可經傳輸通過OD 120 (例如，3位)並通過一偏光器122及波片124 (例如，四分之一波片)。接著，分束器126可沿著一照明路徑引導來自照明源102的一些照明且通過物鏡108至樣本103。

在另一實施例中，物鏡108收集自樣本103散射之照明以形成DF信號。接著，DF信號由鏡132反射且沿著光學路徑經引導往回通過濾光器130及無焦透鏡128。接著，所收集之照明再次照射在分束器154上，該分束器154用來將所收集之信號分離成沿著DF路徑111引導的一第一部分及沿著DIC路徑113引導的一第二部分。如本文先前所記錄，光瞳結構158、159各自用來阻止(或傳輸)超出及低於一經選擇NA臨限值的照明。在DF路徑111之情況中，在由光瞳區塊158阻止低NA光之後，剩餘高NA光經由透鏡150 (例如，鏡筒透鏡)而被聚焦至DF感測器112 (例如，適於大的微粒監測之1-D感測器)上。在DIC路徑113之情況中，在由光瞳遮罩159阻止高NA光之後，剩餘低NA光經由透鏡142(例如，鏡筒透鏡)而被聚焦至DIC感測器114 (例如，2-D感測器)上。

本發明並不限於圖1A至圖1D中所描繪的特定組態及架構，且應瞭解本文中可能存在許多方式，一DF信號可以該等方式而與一DIC信號分離。

在一些實施例中，本文所描述之檢測系統可經組態作為一「獨

立工具」或並非實際上耦合至一處理工具的一工具。在其他實施例中，此一檢測系統可藉由一傳輸媒體而被耦合至一處理工具(未展示)，該傳輸媒體可包含有線及/或無線部分。處理工具可包含此項技術中已知的任何處理工具，諸如一微影工具、一蝕刻工具、一沈積工具、一拋光工具、一電鍍工具、一清潔工具或一離子植入工具。藉由本文所描述之系統執行之檢測的結果可用來使用一回饋控制技術、一前饋控制技術及/或一原位置控制技術以改變一程序或一處理工具的一參數。可手動或自動地改變程序或處理工具的參數。

本文所描述之標的有時圖解說明其他組件內含有或與其他組件連接的不同組件。應瞭解，該等所描繪的架構僅係例示性的，且事實上可實施達成相同功能的許多其他架構。在一概念意義上，達成相同功能之組件的任何配置係有效「關聯的」，使得期望功能被達成。因此，本文中經組合以達成一特定功能的任何兩個組件可被視為彼此「相關聯」，使得期望功能被達成，不考慮架構或中間組件。同樣地，如此關聯的任何兩個組件亦可被視為彼此「連接」或「耦合」以達成期望功能，且能夠如此關聯的任何兩個組件亦可被視為彼此「可耦合的」，以達成期望功能。可耦合的特定實例包含但不限於實際上可配對及/或實際上相互作用組件及/或無線可相互作用及/或無線相互作用組件及/或邏輯上相互作用及/或邏輯上可相互作用組件。

咸信可藉由前述描述理解本發明及許多其隨附優點，且應明白可在組件之形式、構造及配置中作出各種改變，而不背離所揭示之標的或不犧牲所有其物質優點。所描述之形式僅係說明性的，且下列申請專利範圍之目的係包括及包含該等改變。此外，應瞭解本發明係由隨附申請專利範圍定義。

【符號說明】

100 系統

102	照明源
103	樣本
104	光學子系統
105	樣本載台
106	光學元件
108	物鏡
110	分離光學元件
111	暗場(DF)路徑
112	第一感測器/暗場(DF)感測器
113	差分干涉對比(DIC)路徑
114	第二感測器/差分干涉對比(DIC)感測器
116	控制器
120	OD
122	偏光器
124	波片
126	分束器
128	無焦透鏡
130	濾光器
132	轉向鏡
134	鏡像光瞳遮罩
135	鏡像環面
136	透鏡
137	孔徑
138	稜鏡
140	分析器
142	透鏡

150	透鏡
154	分束器
158	第一光瞳結構
159	第二光瞳結構

I639822

發明摘要

※ 申請案號：104123748

※ 申請日：104/07/22

※IPC 分類：G01N 21/88 (2006.01)
G01N 21/95 (2006.01)

【發明名稱】

用於同步暗場及相位對比檢測之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR SIMULTANEOUS DARK FIELD
AND PHASE CONTRAST INSPECTION

【中文】

本發明揭示一種用於同步暗場(DF)及差分干涉對比(DIC)檢測之檢測裝置，其包含一照明源及經組態以固定一樣本之一樣本載台。該檢測裝置包含一第一感測器、一第二感測器及一光學子系統。該光學子系統包含一物鏡、一或多個光學元件，該等光學元件經配置以通過該物鏡將來自該一或多個照明源的照明引導至該樣本之一表面。該物鏡經組態以收集來自該樣本之該表面之一信號，其中該所收集的信號包含來自該樣本之一基於散射的信號及/或一基於相位的信號。該檢測裝置包含一或多個分離光學元件，其經配置以藉由沿著一DF路徑及DIC路徑，各自引導該DF信號及該DIC信號，將該所收集之信號空間地分離成一DF信號與一DIC信號。

【英文】

An inspection apparatus for simultaneous dark field (DF) and differential interference contrast (DIC) inspection includes an illumination source and a sample stage configured to secure a sample. The inspection apparatus includes a first sensor, a second sensor and an optical sub-system. The optical sub-system includes an objective, one or more optical elements arranged to direct, through the objective, illumination from the one or more illumination sources to a surface of the sample. The objective is configured to collect a signal from the surface of the sample, wherein the collected signal includes a scattering-based signal and/or a phase-based signal from the sample. The inspection apparatus includes one or more separation optical elements arranged to spatially separate the collected signal into a DF signal and a DIC signal by directing the DF signal and the DIC signal along a DF path and DIC path respectively.

圖式

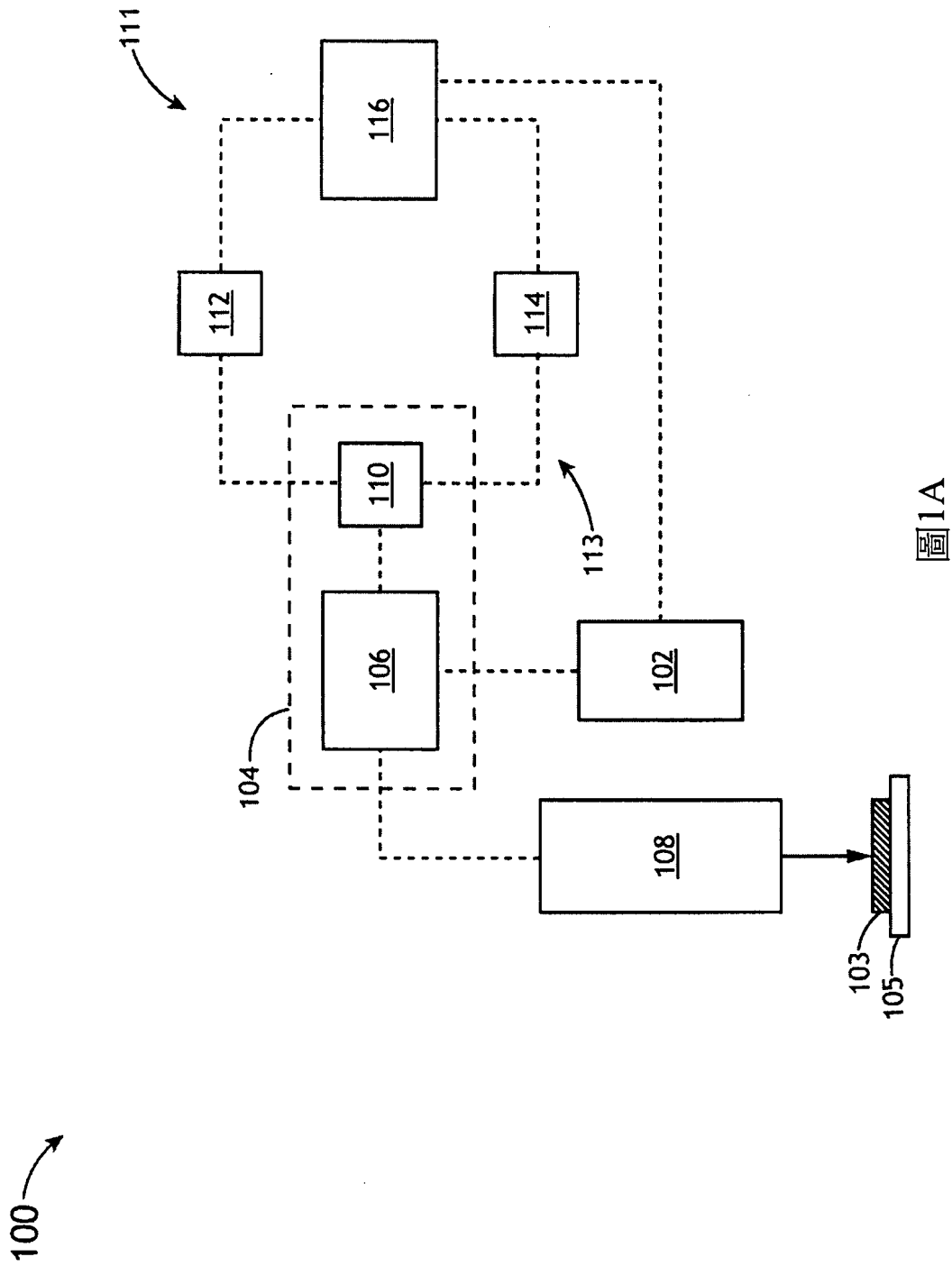


圖 1A

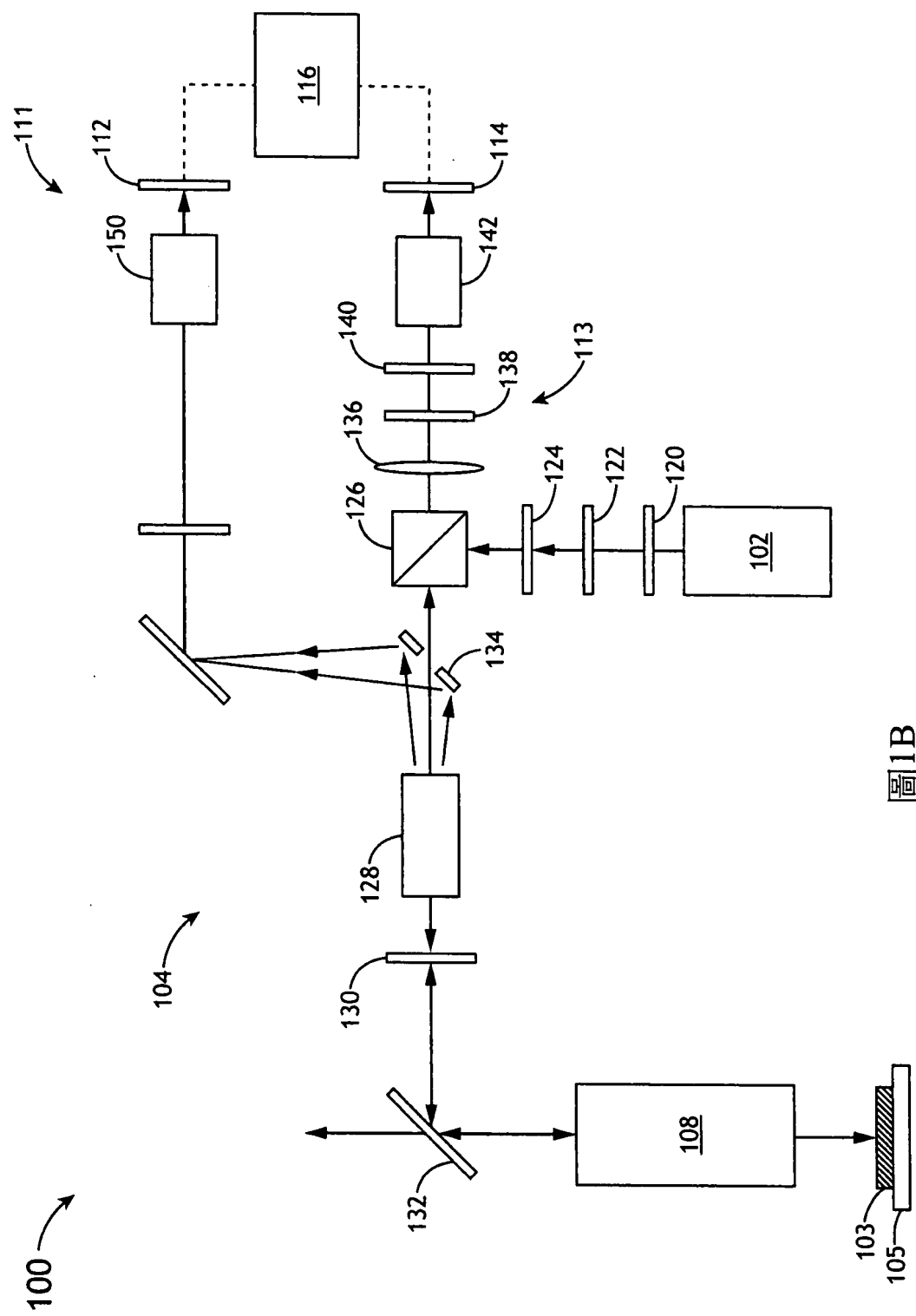


圖 1B

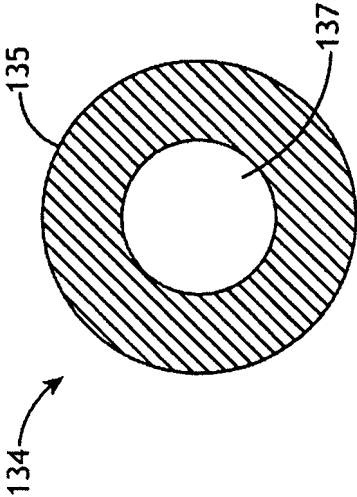


圖1C

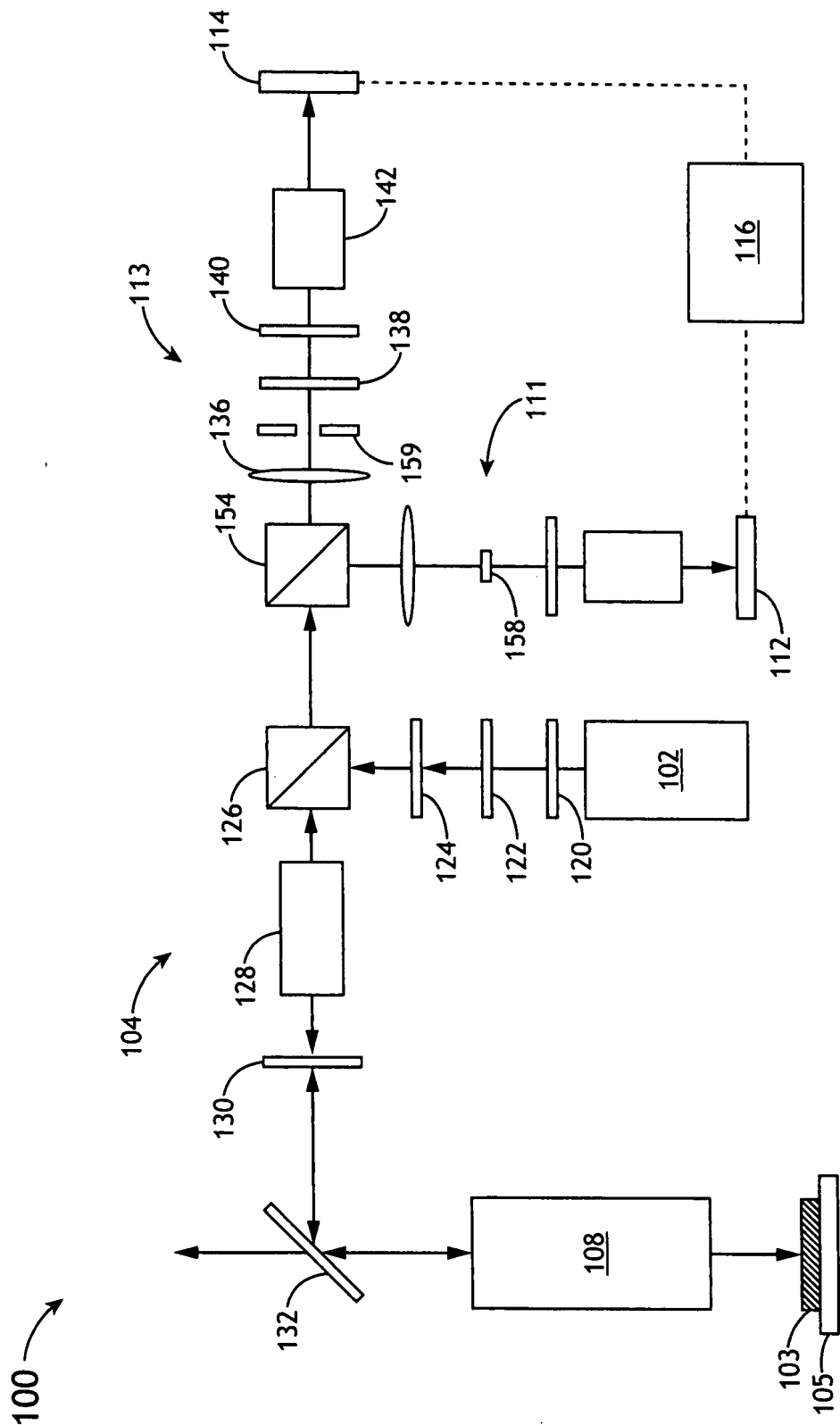


圖1D

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1B ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	系統
102	照明源
103	樣本
104	光學子系統
105	樣本載台
108	物鏡
111	暗場(DF)路徑
112	第一感測器/暗場(DF)感測器
113	差分干涉對比(DIC)路徑
114	第二感測器/差分干涉對比(DIC)感測器
116	控制器
120	OD
122	偏光器
124	波片
126	分束器
128	無焦透鏡
130	濾光器
132	轉向鏡
134	鏡像光瞳遮罩
136	透鏡
138	稜鏡
140	分析器
142	透鏡

150 透 鏡

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種用於同步暗場及差分干涉對比(differential interference contrast)檢測之裝置，其包括：

- 一或多個照明源；

- 一樣本載台，其經組態以固定一樣本；

- 一第一感測器；

- 一第二感測器；及

- 一光學子系統，其包括：

 - 一物鏡；

 - 一或多個光學元件，其經配置以通過該物鏡將來自該一或多個照明源的照明引導至該樣本之一表面，

 - 其中該物鏡經組態以收集來自該樣本之該表面之一所收集的信號，其中該所收集之信號包含來自該樣本之一基於散射的信號與一基於相位的信號中之至少一者；及

 - 一或多個分離(separation)光學元件，其經配置以藉由沿著一暗場路徑將該暗場信號引導至該第一感測器，且沿著一差分干涉對比路徑將該差分干涉對比信號引導至該第二感測器，而將該所收集之信號空間地分離成一暗場信號與一差分干涉對比信號，

 - 其中該一或多個分離光學元件包含一反射式光瞳遮罩(reflective pupil mask)，其經配置以基於一經選擇NA臨限值將該所收集之信號空間地分離成一暗場信號與一差分干涉對比信號。

2. 如請求項1之裝置，進一步包括：

- 一控制器，其經通信地耦合至該第一感測器與該第二感測

器，其中該控制器經組態以：

從該第一感測器接收與該樣本相關聯之該暗場信號的一或多個量測；且

從該第二感測器接收與該樣本相關聯之該差分干涉對比信號的一或多個量測。

3. 如請求項2之裝置，其中該控制器進一步經組態以執行一資料融合程序，以同步地特徵化該樣本的一或多個部分與該所接收之暗場信號及該所接收的差分干涉對比信號。
4. 如請求項2之裝置，其中該控制器進一步經組態以執行一資料融合程序，以獨立地特徵化該樣本的一或多個部分與該所接收之暗場信號或該所接收的差分干涉對比信號中的至少一者。
5. 如請求項1之裝置，其中該光學子系統之該反射式光瞳遮罩包括：

一鏡像光瞳遮罩(mirrored pupil mask)，其經組態以沿著一暗場路徑反射具有大於一經選擇NA臨限值之一NA的照明，該鏡像光瞳遮罩進一步經組態以沿著一差分干涉對比路徑傳輸具有小於該經選擇NA臨限值之一NA的照明。

6. 如請求項1之裝置，其中該光學子系統之該反射式光瞳遮罩包括：

至少一鏡像光瞳遮罩，其經組態以沿著一暗場路徑反射具有小於一經選擇NA臨限值之一NA的照明，該鏡像光瞳遮罩進一步經組態以沿著一差分干涉對比路徑傳輸具有大於該經選擇NA臨限值之一NA的照明。

7. 如請求項1之裝置，其中該光學子系統之該一或多個分離光學元件包括：

一分束器(beam splitter)，其經組態以將該所收集之信號分離

成沿著該暗場路徑引導至該第一感測器之一第一部分，與沿著該差分干涉對比路徑引導至該第二感測器之一第二部分。

8. 如請求項1之裝置，其中該一或多個照明源包括：
 - 一或多個雷射。
9. 如請求項1之裝置，其中該第一感測器包括：
 - 一一維感測器。
10. 如請求項1之裝置，其中該第二感測器包括：
 - 一二維感測器。
11. 如請求項1之裝置，其中該裝置經組態作為一晶圓檢測工具。
12. 如請求項1之裝置，其中該裝置經組態作為用於一生物樣本 (biological sample)之一顯微鏡。
13. 一種用於同步暗場及差分干涉對比檢測之裝置，其包括：
 - 一或多個照明源；
 - 一樣本載台，其經組態以固定一樣本；及
 - 一光學子系統，其包括：
 - 一物鏡；
 - 一鏡像光瞳遮罩，其經組態以傳輸具有低於一經選擇NA臨限值之一NA的照明；
 - 一或多個光學元件，其經配置以引導具有低於該經選擇NA臨限值之一NA的照明通過該鏡像光瞳遮罩，其中該一或多個光學元件進一步經組態以引導通過該鏡像光瞳遮罩傳輸的照明通過該物鏡且至該樣本之一表面，
 - 其中該物鏡經組態以收集來自該樣本之該表面之一所收集的信號，其中該所收集的信號包含來自該樣本之一散射信號與一相位信號中的至少一者，
 - 其中該鏡像光瞳遮罩進一步經組態以藉由沿著一暗場路徑

將具有超出該經選擇NA臨限值之一NA之該所收集之照明的一部分反射至一第一感測器，且沿著該差分干涉對比路徑將具有低於該經選擇NA臨限值之一NA之該所收集之照明的一部分傳輸至一第二感測器，從而將該所收集之信號空間地分離成一暗場信號與一差分干涉對比信號。

14. 如請求項13之裝置，其中該一或多個照明源包括：
一或多個雷射。
15. 如請求項13之裝置，其中該第一感測器包括：
一一維感測器。
16. 如請求項13之裝置，其中該第二感測器包括：
一二維感測器。
17. 如請求項13之裝置，其中該裝置經組態作為一晶圓檢測工具。
18. 如請求項13之裝置，其中該裝置經組態作為用於一生物樣本之一顯微鏡。
19. 一種用於同步暗場及差分干涉對比檢測之裝置，其包括：
一或多個照明源；
一樣本載台，其經組態以固定一樣本；及
一光學子系統，其包括：
一物鏡；
一或多個光學元件，其經組態以引導照明通過該物鏡且至該樣本之一表面，其中該物鏡經組態以收集來自該樣本之該表面之一所收集的信號，其中該所收集的信號包含來自該樣本之一散射信號與一相位信號中的至少一者，
一分束器，其經組態以沿著一暗場路徑引導該所收集之照明之一第一部分，其中該分束器進一步經組態以沿著該差分干涉對比路徑傳輸該所收集之照明之一第二部分；

一光瞳區塊(pupil block)，其係沿著該暗場路徑安置且經組態以阻止具有低於一經選擇NA臨限值之一NA的照明；及

一光瞳遮罩(pupil mask)，其係沿著該差分對比干涉路徑安置且經組態以阻止具有超出該經選擇NA臨限值之一NA的照明；

一第一感測器，其經組態以收集由該暗場路徑之該光瞳區塊所傳輸的照明；及

一第二感測器，其經組態以收集由該差分干涉對比路徑之該光瞳遮罩所傳輸的照明。

20. 如請求項19之裝置，其中該一或多個照明源包括：

一或多個雷射。

21. 如請求項19之裝置，其中該第一感測器包括：

一一維感測器。

22. 如請求項19之裝置，其中該第二感測器包括：

一二維感測器。

23. 如請求項19之裝置，其中該裝置經組態作為一晶圓檢測工具。

24. 如請求項19之裝置，其中該裝置經組態作為用於一生物樣本之一顯微鏡。