



(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 I731198 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：106142643

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 12 月 06 日

(51)Int. Cl. : **G06K9/62 (2006.01)****G06T7/00 (2017.01)**

(30)優先權：2016/12/07 美國

62/430,925

2017/09/29 美國

15/720,272

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

美國

(72)發明人：布拉爾 伯裘恩 BRAUER, BJORN (US)；瑞瑪錢德倫 維傑 RAMACHANDRAN, VIJAY (US)；威靈福德 理察 WALLINGFORD, RICHARD (US)；楊 斯科特 艾倫 YOUNG, SCOTT ALLEN (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW I554753

TW 201546927A

CN 101981683B

CN 103748670A

US 20140376802A1

審查人員：吳家豪

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：5 共 41 頁

(54)名稱

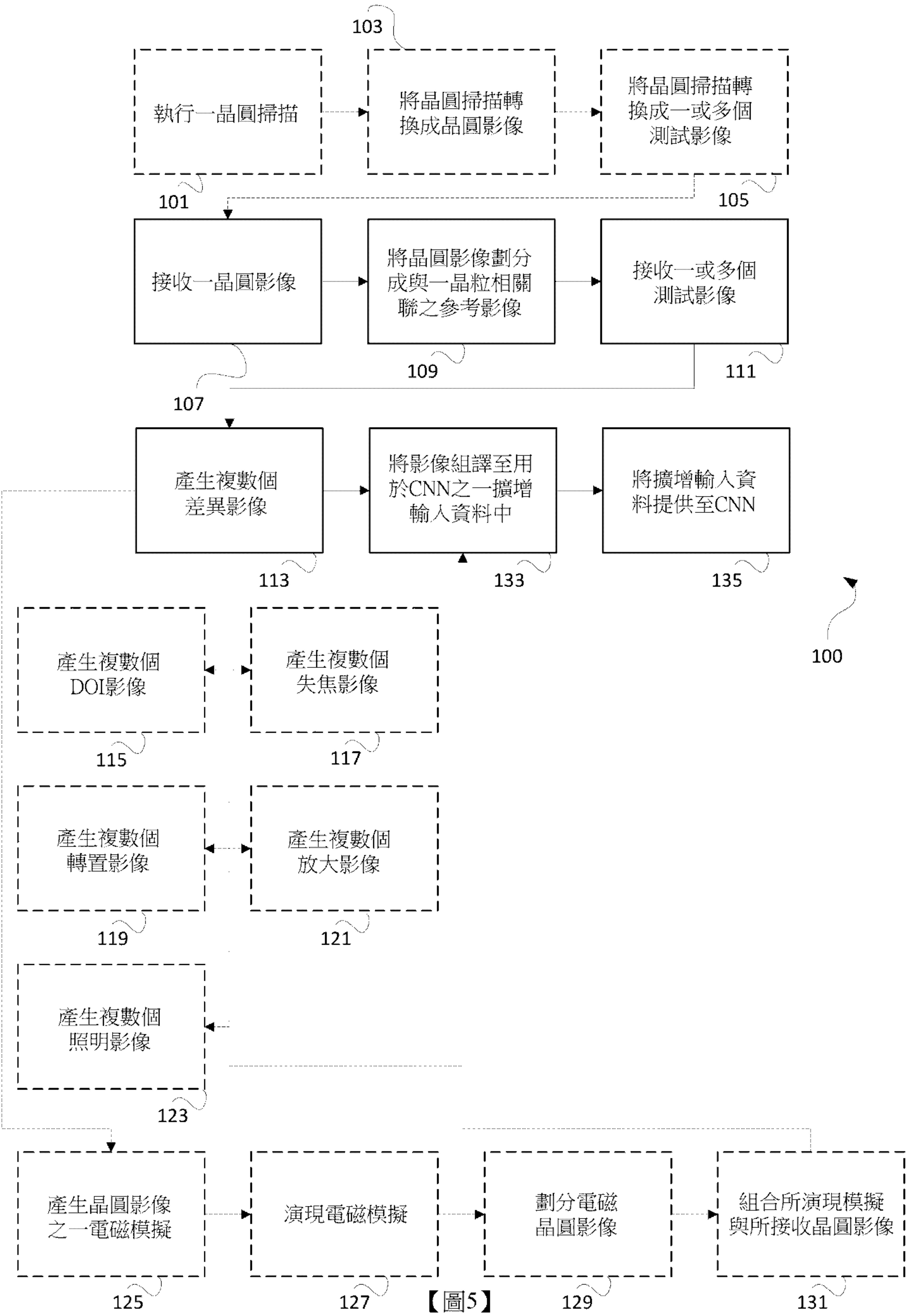
用於以迴旋神經網路為基礎之缺陷檢測之資料擴增

(57)摘要

本發明揭示用於將一擴增輸入資料提供至一迴旋神經網路(CNN)之系統及方法。在一處理器處接收晶圓影像。將該晶圓影像劃分成各與該晶圓影像中之一晶粒相關聯之複數個參考影像。接收測試影像。藉由區分該等測試影像與該等參考影像而產生複數個差異影像。將該等參考影像及該等差異影像組譯至用於該 CNN 之該擴增輸入資料中且提供至該 CNN。

Systems and methods for providing an augmented input data to a convolutional neural network (CNN) are disclosed. Wafer images are received at a processor. The wafer image is divided into a plurality of references images each associated with a die in the wafer image. Test images are received. A plurality of difference images are created by differences the test images with the reference images. The reference images and difference images are assembled into the augmented input data for the CNN and provided to the CNN.

指定代表圖：



符號簡單說明：

100 . . . 方法

101 . . . 執行

103 . . . 轉換/晶圓
影像轉換

105 . . . 轉換/測試
影像轉換

107 . . . 接收

109 . . . 劃分

111 . . . 接收

113 . . . 產生

115 . . . 產生

117 . . . 產生

119 . . . 產生

121 . . . 產生

123 . . . 產生

125 . . . 產生

127 . . . 演現

129 . . . 劃分

131 . . . 組合

133 . . . 組譯

135 . . . 提供



I731198

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於以迴旋神經網路為基礎之缺陷檢測之資料擴增

【英文發明名稱】

DATA AUGMENTATION FOR CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK-BASED DEFECT INSPECTION

【中文】

本發明揭示用於將一擴增輸入資料提供至一迴旋神經網路(CNN)之系統及方法。在一處理器處接收晶圓影像。將該晶圓影像劃分成各與該晶圓影像中之一晶粒相關聯之複數個參考影像。接收測試影像。藉由區分該等測試影像與該等參考影像而產生複數個差異影像。將該等參考影像及該等差異影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中且提供至該CNN。

【英文】

Systems and methods for providing an augmented input data to a convolutional neural network (CNN) are disclosed. Wafer images are received at a processor. The wafer image is divided into a plurality of references images each associated with a die in the wafer image. Test images are received. A plurality of difference images are created by differences the test images with the reference images. The reference images and difference images are assembled into the augmented input data for the CNN and provided to the CNN.

【指定代表圖】

圖5

【代表圖之符號簡單說明】

100	方法
101	執行
103	轉換/晶圓影像轉換
105	轉換/測試影像轉換
107	接收
109	劃分
111	接收
113	產生
115	產生
117	產生
119	產生
121	產生
123	產生
125	產生
127	演現
129	劃分
131	組合
133	組譯
135	提供

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於以迴旋神經網路為基礎之缺陷檢測之資料擴增

【英文發明名稱】

DATA AUGMENTATION FOR CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK-BASED DEFECT INSPECTION

【技術領域】

本發明係關於缺陷檢測，例如用於以迴旋神經網路為基礎之缺陷檢測之資料擴增之系統及方法。

【先前技術】

製造諸如邏輯及記憶體裝置之半導體裝置通常包含使用較大數目個半導體製程處理諸如一半導體晶圓之一基板以形成半導體裝置之各種特徵及多個層級。例如，微影術係涉及將一圖案自一倍縮光罩轉印至配置於一半導體晶圓上之一光阻劑之一半導體製程。半導體製程之額外實例包含(但不限於)化學機械拋光(CMP)、蝕刻、沈積及離子植入。可在一單一半導體晶圓上之一配置中製造多個半導體裝置且接著將其等分離為個別半導體裝置。

在一半導體製程期間之各個步驟使用檢測程序偵測晶圓上之缺陷以促進製程中之更高良率及因此更高利潤。檢測始終係製造諸如積體電路之半導體裝置之一重要部分。然而，隨著半導體裝置之尺寸減小，檢測對於可接受半導體裝置之成功製造變得更加重要，此係因為較小缺陷可導致裝置故障。例如，隨著半導體裝置之尺寸減小，縮小大小之缺陷之偵測已變得必要，此係由於甚至相對小之缺陷可導致半導體裝置中之非所要像差。

然而，隨著設計規則縮減，半導體製程可更接近於程序之效能能力之限制而操作。另外，隨著設計規則收縮，較小缺陷可影響裝置之電參數，此驅使更靈敏之檢測。因此，隨著設計規則縮減，藉由檢測偵測到之潛在良率相關缺陷之群體顯著增長，且藉由檢測偵測到之擾亂點缺陷之群體亦顯著增加。因此，可在晶圓上偵測到愈來愈多之缺陷，且校正程序以消除所有缺陷可為困難且昂貴的。因而，判定哪些缺陷實際上影響裝置之電參數及良率可容許程序控制方法專注於該等缺陷，同時大體上忽略其他缺陷。此外，在減小設計規則下，程序引發之故障可在一些情況中傾向於係系統性的。即，程序引發之故障傾向於在通常在設計內重複許多次之預定設計圖案下發生故障。空間系統性、電相關缺陷之消除係重要的，此係因為消除此等缺陷可對良率具有一明顯的總體影響。缺陷是否將影響裝置參數及良率通常無法從上文描述之檢測、檢視及分析程序判定，此係由於此等程序可無法判定缺陷相對於電設計之位置。

偵測缺陷之一個方法係使用電腦視覺。在電腦視覺中，諸如一迴旋神經網路(CNN)之一模型可用於識別缺陷。一CNN可具備來自一晶圓及一組已知缺陷之各種影像。最常見任務之一者係將一模型擬合至一組訓練資料，其中目標係可靠預測未見測試資料。通常，吾人最少需要各者之幾百個實例。經常，如此多資料係不可用的或收集此資料花費太長時間。

另外，可過度擬合CNN。在過度擬合時，一統計模型描述隨機誤差或雜訊而非潛在關係。例如，圖1繪示展示相鄰晶粒之差異影像中之晶圓雜訊之複數個影像10。在一模型過度複雜(諸如具有相對於數個觀察之過多參數)時發生過度擬合。已過度擬合之一模型具有不良預測效能，此係因為其對訓練資料之小波動過度反應。

同樣地，在一統計模型或機器學習演算法無法擷取資料之潛在趨勢時發生低度擬合。例如，在將一線性模型擬合至非線性資料時將發生低度擬合。此一模型將具有不良預測效能。

過度擬合之可能性由於用於訓練模型之準則不同於用於判定一模型之效力之準則而存在。特定言之，通常藉由最大化一模型對某組訓練資料之效能來訓練該模型。然而，未藉由其對訓練資料之效能而藉由其對未見資料之良好效能之能力來判定其效力。在一模型開始「記住」訓練資料而非「學習」自一趨勢一般化時發生過度擬合。作為一極端實例，若參數數目相同於或大於觀察數目，則一簡單模型或學習程序可藉由記住全部訓練資料而完美預測訓練資料，但此一模型通常將在預測新資料或未見資料時徹底失敗，此係因為簡單模型完全未學習一般。

過度擬合之可能性不僅取決於參數及資料之數目而且取決於模型結構與資料形狀之一致性及相較於資料中之預期雜訊或誤差位準之模型誤差量值。

為避免過度擬合，有必要使用額外技術，諸如資料擴增。資料擴增採用現有資料(諸如現有晶圓影像)且將數學函數應用至資料，以便產生新但類似之指示影像。例如，當前使用之資料擴增技術包含影像之旋轉、平移、變焦、翻轉及修剪。

然而，此等技術無法容易地用於缺陷檢測領域中。例如，旋轉僅具有有限值，此係因為僅可在一或兩個定向(0度及90度)上檢測晶圓。變焦在檢測程序期間恆定且因此亦具有有限值。可使用影像之平移、翻轉及修剪，但此等擴增尤其在使CNN對晶粒至晶粒或晶圓至晶圓程序變動穩健時通常不足以產生足夠擴增資料。

此外，先前技術資料擴增技術在處置如在圖1中之相鄰晶粒之差異影像10中繪示之隨機晶圓雜訊時尤其不足。使用有意義完全隨機晶圓雜訊擴增輸入資料集係困難的但應在處置隨機程序變動(其係最具挑戰晶圓雜訊源之一者)時納入考量。

【發明內容】

本發明之一項實施例可描述為一種用於將一擴增輸入資料提供至一迴旋神經網路(CNN)之方法。該方法包括在一處理器處接收一品圓影像。該方法進一步包括使用該處理器將該晶圓影像劃分成複數個參考影像。各參考影像可與該晶圓影像中之一晶粒相關聯。該方法進一步包括在該處理器處接收一或多個測試影像。

該方法進一步包括藉由使用該處理器差異化(differencing)該一或多個測試影像與該複數個參考影像之一或多者而產生複數個差異影像。在一項實施例中，產生複數個差異影像之步驟包括差異化一測試影像與一中值晶粒參考影像、一黃金晶粒(golden die)參考影像、基於一演現設計之一參考影像或來自與該測試影像相同之一晶粒列、與該測試影像相同之一晶粒行或該晶圓影像中之任何晶粒之參考影像。

該方法進一步包括使用該處理器將該複數個參考影像及該複數個差異影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。該方法進一步包括將該擴增輸入資料提供至該CNN。

在另一實施例中，該方法可進一步包括使用一影像資料獲取子系統執行一品圓掃描。該影像資料獲取子系統將該晶圓掃描轉換成晶圓影像及一或多個測試影像。

在一項實施例中，該方法進一步包括藉由差異化具有一所關注缺陷

(DOI)之一或多個測試影像與該複數個參考影像之一或多者且合併差異影像與該複數個測試影像之一或多者而產生複數個DOI影像。將該複數個DOI影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

在另一實施例中，該方法可進一步包括使用該處理器藉由相對於所接收一或多個測試影像轉置該複數個參考影像及該複數個差異影像而產生複數個轉置影像。將該複數個轉置影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。可使該複數個轉置影像相對於該所接收一或多個測試影像轉置達一子像素位移。

在一項實施例中，該方法可進一步包括使用該處理器藉由使該複數個參考影像及該複數個差異影像之像素值乘以一常數或矩陣而產生複數個放大影像。將該複數個放大影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

在另一實施例中，該方法進一步包括使用該處理器：產生該晶圓影像之一電磁模擬；演現該電磁模擬；組合該所演現電磁模擬與所接收晶圓影像以產生一電磁影像；將該電磁影像劃分成複數個電磁參考影像；及將該複數個電磁參考影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。各電磁參考影像可與該電磁影像中之一晶粒相關聯。

在一項實施例中，該方法進一步包括使用該處理器藉由使該複數個參考影像及該複數個差異影像失焦而產生複數個失焦影像。將該複數個失焦影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

在另一實施例中，該方法進一步包括藉由改變該複數個參考影像及該複數個差異影像之一照明值而產生複數個照明影像。將該複數個照明影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

本發明之另一實施例可描述為一種用於將一擴增輸入資料提供至一CNN之系統。該系統可包括經組態以執行一或多個軟體模組之一處理器。該一或多個軟體模組可經組態以接收一晶圓影像。該晶圓影像可含有一或多個晶粒。

該一或多個軟體模組可經組態以將該晶圓影像劃分成複數個參考影像。各相關聯參考影像可與該晶圓影像中之一晶粒相關聯。該一或多個軟體模組可經組態以接收一或多個測試影像且藉由差異化該一或多個測試影像與該複數個參考影像之一或多者而產生複數個差異影像。

該一或多個軟體模組可經組態以將該複數個參考影像及該複數個差異影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中且將該擴增輸入資料提供至該CNN。

在一項實施例中，該等軟體模組經進一步組態以藉由差異化具有一所關注缺陷(DOI)之一或多個測試影像與該複數個參考影像之一或多者而產生複數個DOI影像。接著使該等差異影像與該複數個測試影像之一或多者合併。接著將該複數個DOI影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

在另一實施例中，該系統進一步包括與該處理器電子通信之一影像資料獲取子系統。在此一實施例中，該影像資料獲取子系統經組態以執行一晶圓掃描。該一或多個軟體模組經進一步組態以將該晶圓掃描轉換成該一或多個測試影像且將該晶圓掃描轉換成該晶圓影像。

在一項實施例中，該一或多個軟體模組經進一步組態以藉由相對於該所接收一或多個測試影像轉置該複數個參考影像及該複數個差異影像而產生複數個轉置影像。將該複數個轉置影像組譯至用於該CNN之該擴增

輸入資料中。可使該複數個轉置影像相對於該所接收一或多個測試影像轉置達一子像素位移。

在另一實施例中，該一或多個軟體模組經進一步組態以藉由使該複數個參考影像及該複數個差異影像之像素值乘以一常數或矩陣而產生複數個放大影像。將該複數個放大影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

在一項實施例中，該一或多個軟體模組經進一步組態以：產生該晶圓影像之一電磁模擬；演現該電磁模擬；組合該所演現電磁模擬與所接收晶圓影像以產生一電磁影像；將該電磁影像劃分成複數個電磁參考影像；及將該複數個電磁參考影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。各電磁參考影像可與該電磁影像中之一晶粒相關聯。

在另一實施例中，該一或多個軟體模組經進一步組態以藉由使該複數個參考影像及該複數個差異影像失焦而產生複數個失焦影像。將該複數個失焦影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

在一項實施例中，該一或多個軟體模組經進一步組態以藉由改變該複數個參考影像及該複數個差異影像之一照明值而產生複數個照明影像。將該複數個照明影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

在另一實施例中，該一或多個軟體模組經組態以藉由差異化一測試影像與一中值晶粒參考影像、一黃金晶粒參考影像、基於一演現設計之一參考影像或來自與該測試影像相同之一晶粒列、與該測試影像相同之一晶粒行或該晶圓影像中之任何晶粒之參考影像而產生複數個差異影像。

該系統可進一步包括與該處理器及該影像資料獲取子系統電子通信之一資料庫。該資料庫可經組態以儲存該晶圓影像、該複數個參考影像、

該一或多個測試影像及該複數個差異影像。在另一實施例中，該資料庫亦經組態以儲存該CNN。

【圖式簡單說明】

為更完全理解本發明之性質及目的，應結合隨附圖式參考以下詳細描述，其中：

圖1係繪示隨機晶圓雜訊之複數個差異影像；

圖2係在整個晶圓上獲得之參考影像位置之一圖解；

圖3係結合本發明之一項實施例使用之一系統之一系統圖式；

圖4係展示儲存可在一電腦系統上實行以執行本發明之一電腦實施方法之程式指令之一非暫時性電腦可讀媒體之一圖；及

圖5係繪示本發明之一項實施例之一流程圖。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

此申請案主張2016年12月7日申請之美國臨時申請案第62/430,925號(現處於待審中)之優先權，該案之揭示內容以引用的方式併入本文中。

儘管根據某些實施例描述所主張之標的物，但其他實施例(包含未提供本文闡述之所有益處及特徵之實施例)亦在本發明之範疇內。可在不脫離本發明之範疇的情況下做出各種結構、邏輯、程序步驟及電子改變。因此，僅參考隨附發明申請專利範圍界定本發明之範疇。

如本文使用，術語「晶圓」一般係指由一半導體或非半導體材料形成之基板。此一半導體或非半導體材料之實例包含(但不限於)單晶矽、砷化鎵及磷化銮。通常可在半導體製造設施中找到及/或處理此等基板。

一晶圓可包含形成在一基板上之一或多個層。例如，此等層可包含

(但不限於)光阻劑、介電材料及導電材料。許多不同類型之此等層在此項技術中係已知的，且如本文使用之術語晶圓旨在涵蓋包含所有類型之此等層之一晶圓。

形成於一晶圓上之一或多個層可經圖案化或未經圖案化。例如，一晶圓可包含複數個晶粒，各晶粒具有可重複圖案化特徵。此等材料層之形成及處理最終可導致成品裝置。許多不同類型之裝置(IC)可形成於一晶圓上，且如本文使用之術語晶圓旨在涵蓋其上製造此項技術中已知的任何類型的裝置之一晶圓。如本文使用，術語「晶片」可包括針對一特定目的設計之IC之一集合。

雖然本文關於晶圓描述實施例，但應瞭解，該等實施例可用於另一樣品(諸如倍縮光罩，其通常亦可被稱為遮罩或光罩)。在此項技術中已知許多不同類型的倍縮光罩，且如本文所使用之術語「倍縮光罩」、「遮罩」及「光罩」旨在涵蓋此項技術中已知的所有類型之倍縮光罩。

偵測一晶圓上之缺陷可涉及使用一或多個光學器件模式，包含使用一或多個光學器件模式及一或多個缺陷偵測演算法對該晶圓執行一熱掃描。一「熱掃描」通常係指一晶圓之一掃描/檢測，其經執行以藉由應用相對積極偵測設定(例如，實質上接近於雜訊底限之臨限值)偵測晶圓上之缺陷。以此方式，可執行熱掃描以收集將用於調諧程序(光學器件選擇及演算法調諧)之關於晶圓之檢測資料。熱掃描之目的在於在(若干)選定模式中偵測晶圓上之全部缺陷及擾亂點類型之一代表性樣本。

本文中描述之實施例可包含多個熱掃描，例如，一個熱掃描用於光學器件選擇，且另一熱掃描用於參數調諧。可使用經選擇用於晶圓檢測之(若干)光學模式來執行針對參數選擇執行之熱掃描。選擇(若干)光學模式

可包含運用總體計分進行光學器件選擇，其在尋找DOI時自動計算指定光學器件模式之一模式或組合之「良好」程度之一單個數字同時抑制一給定缺陷集合之擾亂點。此消除跨許多模式逐缺陷手動比較信雜比之工作，且顯著減小光學器件選擇時間。

本文中描述之實施例可利用一組處理器節點，其經組態以使用儲存於儲存媒體陣列中之影像資料及針對晶圓之至少一個額外資料源產生晶圓之一影像。

本發明之實施例使用迴旋神經網路進行缺陷檢測。習知機器學習方法(諸如監督式學習)亦可用於缺陷檢測。另外，CNN可在運行時間期間用於缺陷分類。本發明之實施例可引入用於擴增用於缺陷檢測之輸入資料集以尤其模仿隨機晶粒至晶粒程序變動之新技術。

一CNN係前饋人工神經網路之一類型，其中藉由動物視覺皮層之組織啟發神經元(即，像素叢集)之間的連接圖案。個別皮層神經元回應於稱為感受域之一受限空間區域中之刺激。不同神經元之感受域部分重疊，使得其等拼接(tile)視域。一個別神經元對其感受域內之刺激的回應可在數學上藉由一迴旋運算近似計算。

CNN可包括感受域之多個層。此等係處理該或該等輸入影像之部分的小神經元集合。此等集合之輸出接著經拼接使得其等輸入區域重疊，以獲得原始影像之一更佳表示。此可對每一此層重複。拼接允許CNN容忍輸入影像之平移。CNN可具有神經元之一3D體積。CNN之層可具有以三維配置之神經元：寬度、高度及深度。一層內部之神經元僅連接至該層前方之一小區域(稱為感受域)。相異類型之層(局部連接及完全連接兩者)經堆疊以形成一CNN架構。CNN藉由在相鄰層之神經元之間施行一局部連

接圖案而利用空間局部相關。該架構因此確保學習濾波器產生對一空間局部輸入圖案之最強回應。堆疊諸多此等層導致變得逐漸全域之非線性濾波器(即，回應於像素空間之一更大區域)。此允許網路首先產生輸入之小部分之良好表示，接著組譯來自其等之較大區域之表示。在CNN中，跨整個視域複製各濾波器。此等複製單元共用相同參數化(權重向量及偏壓)且形成一特徵映射。此意謂一給定迴旋層中之所有神經元偵測完全相同特徵。以此方式複製單元允許偵測特徵而無關於其等在視域中之位置，因此構成平移不變性之性質。

此等性質一起允許迴旋神經網路達成視覺問題之更佳一般化。權重共用亦有助於顯著減少所學習之自由參數之數目，因此降低對運行網路之記憶體需求。減小記憶體使用量允許訓練更大、更強大網路。CNN可包含組合神經元叢集之輸出的局部或全域匯集層。匯集層亦可由迴旋且完全連接層之各種組合組成，其中在各層之末端或各層之後施加逐點非線性。引入對小輸入區域之一迴旋運算以減少自由參數之數目且改良一般化。迴旋網路之一個優點係在迴旋層中使用共用權重，此意謂相同濾波器(權重庫)用於層中之各像素。此亦減小記憶體使用量且改良效能。

一CNN架構可由相異層之一堆疊形成，該等層透過一可微分函數將輸入體積變換成一輸出體積(例如，保持類別分數)。可使用少數相異類型之層。迴旋層具有由一組可學習濾波器(或核心)組成之各種參數，該組可學習濾波器具有一小感受域，但延伸通過輸入體積之全深度。在前向傳遞期間，各濾波器可跨輸入體積之寬度及高度迴旋，從而計算濾波器之條目與輸入之間的點積且產生該濾波器之二維激發映射。因此，網路學習在其等於輸入中之某個空間位置處看見某種特定類型之特徵時激發的濾波器。

藉由堆疊沿深度維度之所有濾波器的激發映射，形成迴旋層之一全輸出體積。輸出體積中之每一條目因此亦可被解釋為查看輸入中之一小區域且與相同激發映射中之神經元共用參數的一神經元之一輸出。

在處置高維度輸入(諸如影像)時，將神經元連接至先前體積中之所有神經元可為不切實際的，因為此一網路架構未考量資料之空間結構。CNN可藉由在相鄰層之神經元之間施行一局部連接圖案而利用空間局部相關。例如，各神經元僅連接至輸入體積之一小區域。此連接程度係稱為神經元之感受域的一超參數。連接在空間中可為局部的(沿寬度及高度)，但始終沿輸入體積之整個深度延伸。此一架構確保經學習濾波器產生對一空間局部輸入圖案之最強回應。在一項實施例中，訓練CNN包含使用轉移學習以針對各CNN產生超參數。轉移學習可包含對一極大資料集訓練一CNN且接著將經訓練CNN權重用作用於所關注任務之一初始化或一固定特徵提取器。

三個超參數控制迴旋層之輸出體積之大小：深度、步幅及補零。輸出體積之深度控制層中連接至輸入體積之相同區域的神經元之數目。所有此等神經元將學習針對輸入中之不同特徵激發。例如，若第一CNN層將原始影像視為輸入，則沿深度維度之不同神經元可在存在色彩之各種定向邊緣或斑點時激發。步幅控制如何分配圍繞空間維度(寬度及高度)之深度行。在步幅係1時，將僅隔1個空間單位將一新神經元深度行分配至空間位置。此導致行之間的感受域嚴重重疊，且亦導致大輸出體積。相反地，若使用更高步幅，則感受域將更少重疊且所得輸出體積將具有更小空間尺寸。有時，在輸入體積邊界上用零填補輸入係方便的。此補零之大小係一第三超參數。補零提供輸出體積空間大小之控制。特定言之，有時可期望

確切地保存輸入體積之空間大小。

在一些實施例中，可在層中使用一參數共用方案來控制自由參數之數目。若一個圖塊特徵可用於在某個空間位置處計算，則其亦可用於在一不同位置處計算。換言之，將一單一二維深度切片表示為一深度切片，各深度切片中之神經元可限於使用相同權重及偏壓。

由於一單一深度切片中之所有神經元可共用相同參數化，故層之各深度切片中的前向傳遞可計算為用輸入體積迴旋神經元權重。因此，常見的是，將權重集合稱為濾波器(或核心)，其係用輸入迴旋。此迴旋之結果係一激發映射，且各不同濾波器之激發映射集合沿深度維度堆疊在一起以產生輸出體積。

有時，例如在至一CNN之輸入影像具有某個特定居中結構(其中預期在不同空間位置上學習完全不同特徵)時，參數共用可能並非有效。

CNN之另一重要概念係匯集，其係非線性下取樣之一形式。存在用來實施匯集之若干非線性函數，在該等函數當中最大匯集係1。最大匯集將輸入影像分隔成一組非重疊矩形且針對各此子區域輸出最大值。一旦已找到一特徵，其確切位置可並非如其相對於其他特徵之大致位置般重要。匯集層之功能可為逐漸減小表示之空間大小以減少網路中的參數及計算之量，且因此亦控制過度擬合。一匯集層可定位於一CNN架構中之連續迴旋層之間。

一CNN中之另一層可為一ReLU (經整流線性單元)層。此係應用一非飽和激發函數之一神經元層。一ReLU層可增加決策函數及整個網路之非線性性質而不影響迴旋層之感受域。

最後，在若干捲積及/或最大匯集層之後，經由完全連接層完成神經

網路中之高階推理。一完全連接層中之神經元具有至先前層中的所有激發之連接。其等激發因此可運用一矩陣乘法接著一偏壓位移來計算。

在一些實施例中，可利用丟棄技術來防止過度擬合。如本文所提及，丟棄技術係一種用於藉由防止對訓練資料之複雜互相適應而減少神經網路中的過度擬合之正則化技術。術語「丟棄」係指丟棄一神經網路中之單元(隱藏及可見兩者)。例如，在各訓練階段，個別節點可從CNN「丟棄」之可能性係 $1-p$ 或被保留之可能性係 p ，使得保持一經減小CNN。在一些實施例中，亦可移除至一經丟棄節點之傳入及傳出邊緣。僅訓練經減小CNN。接著經移除CNN可以其等原始權重重新插入至網路中。

在訓練階段中，一隱藏節點將被保留(即，不丟棄)之可能性可為近似0.5。對於輸入節點，保持可能性可更高。藉由避免以所有訓練資料訓練所有節點，丟棄減小CNN中之過度擬合且顯著改良訓練之速度。

許多不同類型之CNN可用於本發明之實施例中。可基於特定掃描模式或境況使用不同CNN。CNN之組態可基於晶圓、影像資料獲取子系統或預定參數而改變。

在一項實施例中，由一倍縮光罩檢測系統產生之一倍縮光罩的一影像係用作為影像資料空間中之影像資料。以此方式，由一倍縮光罩檢測系統產生之一倍縮光罩的一影像可用作為影像資料之一替代。用於此實施例中之倍縮光罩之影像可包含由此項技術中已知的任何倍縮光罩檢測系統以任何適當方式產生之倍縮光罩之任何適當影像。例如，倍縮光罩之影像可為分別藉由一高放大率光學倍縮光罩檢測系統或一基於電子束之倍縮光罩檢測系統獲取之倍縮光罩之一高放大率光學或電子束影像。替代地，倍縮光罩之影像可為由一空中成像倍縮光罩檢測系統獲取之倍縮光罩的一空中

影像。

在一項實施例中，使用一檢測系統來收集影像資料。例如，本文所描述之光學及電子束輸出獲取子系統可組態為檢測系統。在另一實施例中，影像資料獲取子系統係一缺陷檢視系統。例如，本文所描述之光學及電子束輸出獲取子系統可組態為缺陷檢視系統。在一進一步實施例中，影像資料獲取子系統係一度量系統。例如，本文所描述之光學及電子束輸出獲取子系統可組態為度量系統。特定言之，本文所描述且圖3中所展示的輸出獲取子系統之實施例可取決於其等將用於之應用而修改一或多個參數以提供不同成像能力。在一個此實例中，若圖3中所展示之影像資料獲取子系統用於缺陷檢視或度量而非用於檢測，則其可經組態以具有一較高解析度。換言之，圖3中所展示的影像資料獲取子系統之實施例描述一影像資料獲取子系統之一些一般及各種組態，可以將對熟習此項技術者顯而易見之數種方式客製化該影像資料獲取子系統以產生具有更適於或較不適於不同應用的不同成像能力之輸出獲取子系統。

本發明之系統及方法可利用經組態用於樣品(諸如晶圓及倍縮光罩)之檢測、缺陷檢視及度量的輸出獲取子系統、缺陷檢視輸出獲取子系統及度量影像資料獲取子系統。例如，本文所描述之實施例可經組態以出於遮罩檢測、晶圓檢測及晶圓度量而使用掃描電子顯微鏡(SEM)及光學影像兩者。特定言之，本文所描述之實施例可安裝於一電腦節點或電腦叢集上，該電腦節點或電腦叢集係一影像資料獲取子系統(諸如一寬頻電漿檢測器、一電子束檢測器或缺陷檢視工具、一遮罩檢測器、一虛擬檢測器等)之一組件或耦合至該影像資料獲取子系統。以此方式，本文所描述之實施例可產生可用於各種應用(包含(但不限於)晶圓檢測、遮罩檢測、電子束

檢測及檢視、度量等)之輸出。如上文所描述，圖3中所展示之輸出獲取子系統之特性可基於將針對其產生實際輸出的樣品而修改。

此一子系統包含一影像資料獲取子系統，其包含至少一能源及一偵測器。該能源經組態以產生引導至一晶圓之能量。該偵測器經組態以自該晶圓偵測能量且回應於該經偵測能量而產生輸出。

在一項實施例中，引導至晶圓之能量可包含光，且自晶圓偵測之能量包含光。例如，在圖3中所展示的系統之實施例中，影像資料獲取子系統10包含經組態以將光引導至晶圓14之一照明子系統。照明子系統包含至少一個光源。例如，如圖3中所展示，照明子系統包含光源16。在一項實施例中，照明子系統經組態以按一或多個人射角(其可包含一或多個斜角及/或一或多個法線角)將光引導至晶圓。例如，如圖3中所展示，來自光源16之光經引導穿過光學元件18且接著穿過透鏡20至光束分離器21，該光束分離器21按一法線入射角將光引導至晶圓14。入射角可包含任何合適入射角，其可例如取決於晶圓之特性而改變。

照明子系統可經組態以在不同時間按不同入射角將光引導至晶圓。例如，影像資料獲取子系統可經組態以更改照明子系統之一或多個元件之一或多個特性使得光可按不同於圖3中所展示の入射角之一入射角引導至晶圓。在一個此實例中，影像資料獲取子系統可經組態以移動光源16、光學元件18及透鏡20使得光按一不同入射角引導至晶圓。

在一些例項中，影像資料獲取子系統可經組態以在相同時間按一個以上入射角將光引導至晶圓。例如，照明子系統可包含一個以上照明通道，該等照明通道之一者可包含如圖3中所展示之光源16、光學元件18及透鏡20且該等照明通道之另一者(未展示)可包含類似元件，該等元件可不

同地或相同地組態，或可包含至少一光源及(可能)一或多個其他組件，諸如本文中進一步描述之彼等組件。若此光在相同於其他光之時間引導至晶圓，則按不同入射角引導至晶圓之光之一或多個特性(例如，波長、偏光等)可不同使得源自按不同入射角照明晶圓之光可在(若干)偵測器處彼此區別。

在另一例項中，照明子系統可僅包含一個光源(例如，圖3中所展示之光源16)且來自光源之光可藉由照明子系統之一或多個光學元件(未展示)分離成不同光學路徑(例如，基於波長、偏光等)。接著可將各不同光學路徑中之光引導至晶圓。多個照明通道可經組態以在相同時間或在不同時間(例如，當使用不同照明通道以循序地照明晶圓時)將光引導至晶圓。在另一例項中，相同照明通道可經組態以在不同時間將具有不同特性之光引導至晶圓。例如，在一些例項中，光學元件18可組態為一光譜濾波器且該光譜濾波器之性質可以各種不同方式(例如，藉由換出該光譜濾波器)改變使得不同波長之光可在不同時間引導至晶圓。照明子系統可具有此項技術中已知之用於循序或同時將具有不同或相同特性之光以不同或相同入射角引導至晶圓之任何其他適合組態。

在一項實施例中，光源16可包含一寬頻電漿(BBP)光源。以此方式，由光源產生且引導至晶圓之光可包含寬頻光。然而，光源可包含任何其他合適光源，諸如一雷射。雷射可包含此項技術中已知之任何合適雷射且可經組態以產生此項技術中已知的任何(或若干)合適波長之光。另外，雷射可經組態以產生單色或近單色光。以此方式，雷射可為一窄頻雷射。光源亦可包含產生多個離散波長或波帶之光的一多色光源。

來自光學元件18之光可藉由透鏡20聚焦至光束分離器21。儘管透鏡

20在圖3中被展示為一單一折射光學元件，但應理解，在實踐中，透鏡20可包含以組合方式將光自光學元件聚焦至晶圓之數個折射及/或反射光學元件。圖3中所展示且本文所描述之照明子系統可包含任何其他合適光學元件(未展示)。此等光學元件之實例包含(但不限於) (若干)偏光組件、(若干)光譜濾波器、(若干)空間濾波器、(若干)反射光學元件、(若干)變跡器、(若干)光束分離器、(若干)光圈及類似者，其(等)可包含此項技術中已知之任何此等合適光學元件。另外，系統可經組態以基於待用於輸出獲取的照明之類型而更改照明子系統之一或多個元件。

影像資料獲取子系統亦可包含經組態以引起光掃描遍及晶圓之一掃描子系統。例如，影像資料獲取子系統可包含載物台22，在輸出獲取期間晶圓14安置於載物台22上。掃描子系統可包含可經組態以移動晶圓使得光可掃描遍及晶圓之任何合適機械及/或機器人總成(包含載物台22)。另外或替代地，影像資料獲取子系統可經組態使得影像資料獲取子系統之一或多個光學元件執行光遍及晶圓之某一掃描。可以任何適合方式使光掃描遍及晶圓。

影像資料獲取子系統進一步包含一或多個偵測通道。一或多個偵測通道之至少一者包含一偵測器，該偵測器經組態以歸因於藉由影像資料獲取子系統照明晶圓而自晶圓偵測光且回應於經偵測光產生輸出。例如，圖3中所展示之影像資料獲取子系統包含兩個偵測通道，一個偵測通道由集光器24、元件26及偵測器28形成且另一偵測通道由集光器30、元件32及偵測器34形成。如圖3中所展示，兩個偵測通道經組態以按不同收集角收集且偵測光。在一些例項中，一個偵測通道經組態以偵測光譜反射之光，且另一偵測通道經組態以偵測並非自晶圓光譜反射(例如，散射、繞射等)

之光。然而，兩個或兩個以上偵測通道可經組態以自晶圓偵測相同類型之光(例如，光譜反射之光)。儘管圖3展示包含兩個偵測通道之影像資料獲取子系統之一實施例，但影像資料獲取子系統可包含不同數目個偵測通道(例如，僅一個偵測通道，或兩個或兩個以上偵測通道)。儘管各集光器在圖3中被展示為單一折射光學元件，但應理解，各集光器可包含一或多個折射光學元件及/或一或多個反射光學元件。

該一或多個偵測通道可包含此項技術中已知之任何適合偵測器。舉例而言，該等偵測器可包含光電倍增管(PMT)、電荷耦合裝置(CCD)及延時積分(TDI)攝影機。該等偵測器亦可包含此項技術中已知之任何其他適合偵測器。該等偵測器亦可包含非成像偵測器或成像偵測器。以此方式，若偵測器係非成像偵測器，則各偵測器可經組態以偵測散射光之某些特性(諸如強度)但不可經組態以偵測依據成像平面內之位置而變化之此等特性。因而，由包含於影像資料獲取子系統之各偵測通道中之各偵測器產生之輸出可係信號或資料，而非影像信號或影像資料。在此等例項中，一電腦子系統(諸如電腦子系統36)可經組態以自偵測器之非成像輸出產生晶圓之影像。然而，在其他例項中，偵測器可經組態為經組態以產生成像信號或影像資料之成像偵測器。因此，系統可經組態以依數個方式產生本文描述之影像。

應注意，本文中提供圖3以大體上繪示可包含於本文所描述之系統實施例中的一影像資料獲取子系統之一組態。顯然，本文所描述之影像資料獲取子系統組態可經更改以如在設計一商業系統時通常執行般最佳化系統之效能。另外，可使用諸如商業上可購自KLA-Tencor之工具之一現有輸出獲取系統(例如，藉由將本文描述之功能性添加至一現有輸出獲取系統)

實施本文中描述之系統。對於一些此等系統，本文描述之實施例可提供為系統之選用功能性(例如，除了輸出獲取系統之其他功能性之外)。替代地，可「從頭開始」設計本文中描述之系統以提供一全新系統。

系統之電腦子系統36可以任何合適方式(例如，經由一或多個傳輸媒體，其(等)可包含「有線」及/或「無線」傳輸媒體)耦合至影像資料獲取子系統之偵測器，使得該電腦子系統可在掃描晶圓期間接收由偵測器產生之輸出。電腦子系統36可經組態以使用如本文所描述的偵測器之輸出執行多個功能且執行本文進一步描述之任何其他功能。此電腦子系統可如本文所描述般進一步組態。

此電腦子系統(以及本文描述之其他電腦子系統)在本文亦可稱為(若干)電腦系統。本文描述之(若干)電腦子系統或(若干)系統之各者可採取各種形式，包含一個人電腦系統、影像電腦、主機電腦系統、工作站、網路設備、網際網路設備或其他裝置。一般言之，術語「電腦系統」可經廣泛定義以涵蓋具有實行來自一記憶體媒體之指令之一或多個處理器之任何裝置。(若干)電腦子系統或(若干)系統亦可包含此項技術中已知之任何適合處理器(諸如一平行處理器)。另外，該(等)電腦子系統或該(等)系統可包含具有高速處理及軟體之一電腦平台(作為一獨立工具或一網路工具)。

若系統包含一個以上電腦子系統，則不同電腦子系統可彼此耦合使得可在如本文進一步描述之電腦子系統之間發送影像、資料、資訊、指令等。舉例而言，電腦子系統36可藉由可包含此項技術中已知之任何適合有線及/或無線傳輸媒體之任何適合傳輸媒體耦合至(若干)電腦子系統102。兩個或兩個以上此等電腦子系統亦可藉由一共用電腦可讀儲存媒體(未展示)而有效耦合。

一額外實施例係關於一種儲存程式指令之非暫時性電腦可讀媒體，該等程式指令可在一電腦系統上實行以執行用於缺陷偵測之一電腦實施方法。圖4中展示一項此實施例。特定言之，如圖4中所展示，非暫時性電腦可讀媒體1800包含可在電腦系統1804上實行之程式指令1802。電腦實施方法可包含本文所描述的(若干)任何方法之(若干)任何步驟。

實施方法(諸如本文所描述之彼等方法)之程式指令1802可儲存於電腦可讀媒體1800上。該電腦可讀媒體可為一儲存媒體，諸如此項技術中已知之一磁碟或光碟、一磁帶或任何其他合適非暫時性電腦可讀媒體。

可以各種方式(包含基於程序之技術、基於組件之技術及/或物件導向技術等等)之任何者實施程式指令。舉例而言，可視需要使用ActiveX控制項、C++物件、JavaBeans、微軟基礎類別(「MFC」)、SSE (串流SIMD延伸)或其他技術或方法論實施程式指令。

電腦系統1804可根據本文所描述之任何實施例而實施。

在本發明之一項實施例中可描述為在圖5中所見之用於將一擴增輸入資料提供至一迴旋神經網路(CNN)之方法100。擴增輸入資料可包括複數個訓練影像或複數個訓練集。擴增輸入資料可呈適用於CNN之各種格式。

方法100包括在一處理器處接收107一晶圓影像。晶圓影像可為在一掃描或熱掃描期間獲得之晶圓之一影像複合物。晶圓影像亦可為已由在一掃描器熱掃描期間獲得之晶圓之複數個影像組合之一單個影像。例如，經由一區域網路或內部網路以電子方式接收107晶圓影像。亦可自一本端或遠端資料庫接收107晶圓影像。

方法100進一步包括使用處理器將晶圓影像劃分成複數個參考影像。

各參考影像與晶圓影像中之一晶粒相關聯。圖2繪示與一晶圓影像中之各晶粒相關聯之參考影像之位置。該晶圓影像可劃分109在晶圓的多個預定片段中，或處理器可選擇各參考影像之大小。各參考影像可包括一單一晶粒。複數個參考影像可儲存於本端記憶體、本端資料庫或遠端資料庫中。因而，可藉由處理器取回複數個參考影像以供未來使用。額外資訊可與複數個參考影像之各者相關聯，諸如晶圓資訊、影像位置、影像擷取參數等。

方法100進一步包括在處理器處接收111一或多個測試影像。最近可自一晶圓接收111測試影像或其等可為已在先前保存至一電子資料儲存裝置之測試影像。測試影像可為其中使用者希望偵測缺陷之影像。各測試影像可具有一單一晶圓。額外資訊可與測試影像之各者相關聯，諸如晶圓資訊、影像位置、影像擷取參數等。

方法100進一步包括使用處理器產生113複數個差異影像。藉由差異化一或多個測試影像與複數個參考影像之一或多者而產生差異影像。在一項實施例中，藉由找到各影像中之各像素之間的差異且基於結果產生一影像而計算兩個影像之間的差異。兩個影像可需要對準，使得對應點重合，且藉由校準或後處理(諸如使用色彩映射)使其等之光度值相容。在一項實施例中，產生113複數個差異影像之步驟可包括差異化一測試影像與一中值晶粒參考影像、一黃金晶粒參考影像、基於一演現設計之一參考影像或來自與一測試影像相同之一晶粒列、與一測試影像相同之一晶粒行或晶圓影像中之任何晶粒之參考影像。

在一項實施例中，可差異化一或多個測試影像與對應晶粒資訊之複數個參考影像之一或多者。在另一實施例中，可差異化一或多個測試影像與具有不同晶粒資訊之複數個參考影像之一或多者。在一些實施例中，可

差異化多個測試影像與一單一參考影像或反之亦然。

方法100進一步包括使用處理器組譯133用於CNN之擴增輸入資料。組譯133步驟可包含將複數個參考影像及複數個差異影像封裝成適合於藉由CNN輸入之一電子格式。組譯133步驟可包含自本端或遠端電子儲存器取回或儲存參考影像及差異影像。組譯133擴增輸入資料可含有與各影像相關聯之相關資訊，諸如晶粒位置、影像擷取參數等。

方法100進一步包括使用處理器將擴增輸入資料提供135至CNN。在一項實施例中，CNN可定位及執行在相同處理器上。在另一實施例中，CNN可定位及執行在一遠端處理器上。在一項實施例中，可將擴增輸入資料提供135至一中間電子儲存媒體，諸如RAM、ROM或電子資料庫。

在方法100之一項實施例中，該方法可進一步包括使用影像資料獲取子系統執行101一晶圓掃描。在上文描述影像資料獲取子系統之一例示性實施例。方法100可進一步包括將晶圓掃描轉換103成一晶圓影像。轉換103可在影像資料獲取子系統處或在一分開處理器處發生。轉換103可包含將多個影像拼接在一起以產生一晶圓影像。轉換103亦可包含調整一更合適晶圓影像之影像參數。轉換103亦可包含將晶圓掃描轉換成一電腦可讀電子晶圓影像，使得可藉由本發明之實施例數位地操縱晶圓影像。方法100可進一步包括將晶圓掃描轉換105成一或多個測試影像。除上文關於晶圓影像轉換103論述之潛在轉換步驟以外，測試影像轉換105可進一步包含將晶圓影像分段成複數個測試影像。分段可自動基於晶粒大小或基於藉由使用者或儲存於記憶體中之一預定分段。

在方法100之一項實施例中，該方法可進一步包括產生115複數個所關注缺陷(DOI)影像。使用處理器產生115 DOI影像。可藉由差異化具有

一DOI之一或多個測試影像與複數個參考影像之一或多者且合併差異影像與複數個測試影像之一或多者而產生影像115。因而，產生115自一不同測試影像轉置之具有一DOI之新影像。將複數個DOI影像組譯133至用於CNN之擴增輸入資料中。

在方法100之另一實施例中，該方法可進一步包括使用處理器產生119複數個轉置影像。藉由相對於所接收一或多個測試影像轉置複數個參考影像及複數個差異影像而產生119轉置影像。例如，轉置可為相對於所接收一或多個測試影像之一子像素位移。在另一實施例中，轉置可為相對於所接收一或多個測試影像之一多像素位移。各參考影像及差異影像之轉置可針對全部複數個影像相同或可變化。將複數個轉置影像組譯133至用於CNN之擴增輸入資料中。

在方法100之一項實施例中，該方法可進一步包括使用處理器產生121複數個放大影像。藉由使複數個參考影像及複數個差異影像之像素值乘以一常數或一矩陣而產生121放大影像。例如，矩陣可含有正值及負值。以此方式，可放大或減小參考影像或差異影像之某些特徵。將複數個放大影像組譯133至用於CNN之擴增輸入資料中。

在方法100之另一實施例中，該方法可進一步包括使用處理器產生125晶圓影像之一電磁模擬。在一些實施例中，可在一分開系統或一不同處理器中產生125電磁模擬。可使用已知模型或透過後製分析產生125電磁模擬。可使用處理器演現127電磁模擬。在一些實施例中，演現可儲存於電子記憶體或一內部或外部電子資料庫中。可演現127電磁模擬使得模仿藉由影像資料獲取子系統擷取之電磁干擾之視覺效應。

可組合131所演現電磁模擬與所接收晶圓影像以產生一電磁影像。組

合131可為晶圓影像與電磁影像之間的像素值之一相加。可將電磁影像劃分129成複數個電磁參考影像。各電磁參考影像可與該電磁影像中之一晶粒相關聯。在一些實施例中，劃分129可在組合131之前發生。以此方式，由於少於全電磁影像可需要與晶圓影像組合131，故可減小計算能力。將複數個電磁參考影像組譯133至用於CNN之擴增輸入資料中。

在方法100之另一實施例中，該方法可進一步包括使用處理器產生119複數個失焦影像。藉由使複數個參考影像及複數個差異影像失焦而產生117失焦影像。可使用相同或不同值使各參考影像及差異影像失焦。將複數個失焦影像組譯133至用於CNN之擴增輸入資料中。

在方法100之另一實施例中，該方法可進一步包括使用處理器產生123複數個照明影像。藉由改變複數個參考影像及複數個差異影像之照明值而產生照明影像123。照明值可與像素振幅值分離。例如，照明值之一改變可未導致一參考影像或差異影像之各像素之振幅之一相等改變。振幅改變可在一照明點處較大且遠離於該點而較小。將複數個照明影像組譯133至用於CNN之擴增輸入資料中。

本發明之另一實施例可描述為一種用於將一擴增輸入資料提供至一CNN之系統。該系統可包括經組態以實行一或多個軟體模組之一處理器。該一或多個軟體模組可經組態以接收一晶圓影像。該晶圓影像可含有一或多個晶粒。

該一或多個軟體模組可經組態以將該晶圓影像劃分成複數個參考影像。各相關聯參考影像可與該晶圓影像中之一晶粒相關聯。該一或多個軟體模組可經組態以接收一或多個測試影像且藉由差異化該一或多個測試影像與該複數個參考影像之一或多者而產生複數個差異影像。

該一或多個軟體模組可經組態以將該複數個參考影像及該複數個差異影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中且將該擴增輸入資料提供至該CNN。

在一項實施例中，該等軟體模組經進一步組態以藉由差異化具有一所關注缺陷(DOI)之一或多個測試影像與該複數個參考影像之一或多者而產生複數個DOI影像。接著使該等差異影像與該複數個測試影像之一或多者合併。接著將該複數個DOI影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

在另一實施例中，該系統進一步包括與該處理器電子通信之一影像資料獲取子系統。在此一實施例中，該影像資料獲取子系統經組態以執行一品圓掃描。該一或多個軟體模組經進一步組態以將該晶圓掃描轉換成該一或多個測試影像且將該晶圓掃描轉換成該晶圓影像。

在一項實施例中，該一或多個軟體模組經進一步組態以藉由相對於所接收一或多個測試影像轉置該複數個參考影像及該複數個差異影像而產生複數個轉置影像。將該複數個轉置影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。可使該複數個轉置影像相對於該所接收一或多個測試影像轉置達一子像素位移。

在另一實施例中，該一或多個軟體模組經進一步組態以藉由使該複數個參考影像及該複數個差異影像之像素值乘以一常數或矩陣而產生複數個放大影像。將該複數個放大影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

在一項實施例中，該一或多個軟體模組經進一步組態以：產生該晶圓影像之一電磁模擬；演現該電磁模擬；組合該所演現電磁模擬與該所接

收晶圓影像以產生一電磁影像；將該電磁影像劃分成複數個電磁參考影像；及將該複數個電磁參考影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。各電磁參考影像可與該電磁影像中之一晶粒相關聯。

在另一實施例中，該一或多個軟體模組經進一步組態以藉由使該複數個參考影像及該複數個差異影像失焦而產生複數個失焦影像。將該複數個失焦影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

在一項實施例中，該一或多個軟體模組經進一步組態以藉由改變該複數個參考影像及該複數個差異影像之一照明值而產生複數個照明影像。將該複數個照明影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

在另一實施例中，該一或多個軟體模組經組態以藉由差異化一測試影像與一中值晶粒參考影像、一黃金晶粒參考影像、基於一演現設計之一參考影像或來自與該測試影像相同之一晶粒列、與該測試影像相同之一晶粒行或該晶圓影像中之任何晶粒之參考影像而產生複數個差異影像。

該系統可進一步包括與該處理器及該影像資料獲取子系統電子通信之一資料庫。該資料庫可經組態以儲存該晶圓影像、該複數個參考影像、該一或多個測試影像及該複數個差異影像。在另一實施例中，該資料庫亦經組態以儲存該CNN。

儘管已相對於一或多個特定實施例描述本發明，但將理解，可在不脫離本發明之精神及範疇的情況下製成本發明之其他實施例。因此，本發明視為僅受隨附發明申請專利範圍及其合理解釋限制。

【符號說明】

- 10 影像
- 14 晶圓

16	光源
18	光學元件
20	透鏡
21	光束分離器
22	載物台
24	集光器
26	元件
28	偵測器
30	集光器
32	元件
34	偵測器
36	電腦子系統
100	方法
101	執行
102	電腦子系統
103	轉換/晶圓影像轉換
105	轉換/測試影像轉換
107	接收
109	劃分
111	接收
113	產生
115	產生
117	產生

119	產生
121	產生
123	產生
125	產生
127	演現
129	劃分
131	組合
133	組譯
135	提供
1800	非暫時性電腦可讀媒體
1802	程式指令
1804	電腦系統

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種將一擴增輸入資料提供至一迴旋神經網路(CNN)之方法，其包括：

在一處理器處接收一晶圓影像；

使用該處理器將該晶圓影像劃分成複數個參考影像，各參考影像與該晶圓影像中之一晶粒相關聯；

在該處理器處接收一或多個測試影像；

使用該處理器藉由差異化該一或多個測試影像與該複數個參考影像之一或多者而產生複數個差異影像；

使用該處理器將該複數個參考影像及該複數個差異影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中；

使用該處理器將該擴增輸入資料提供至該CNN；

使用該處理器藉由相對於該所接收一或多個測試影像轉置該複數個參考影像及該複數個差異影像而產生複數個轉置影像；及

使用該處理器將該複數個轉置影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中，其中使該複數個轉置影像相對於該所接收一或多個測試影像轉置達一子像素位移。

【第2項】

如請求項1之方法，其進一步包括：

使用一影像資料獲取子系統來執行一晶圓掃描；

使用一影像資料獲取子系統將該晶圓掃描轉換成該晶圓影像；及

使用該影像資料獲取子系統將該晶圓掃描轉換成該一或多個測試

影像。

【第3項】

如請求項1之方法，其進一步包括：

使用該處理器藉由差異化具有一所關注缺陷(DOI)之一或多個測試影像與該複數個參考影像之一或多者且合併該等差異影像與該複數個測試影像之一或多者而產生複數個DOI影像；及

使用該處理器將該複數個DOI影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

【第4項】

如請求項1之方法，其進一步包括：

使用該處理器藉由使該複數個參考影像及該複數個差異影像之像素值乘以一常數或矩陣而產生複數個放大影像；及

使用該處理器將該複數個放大影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

【第5項】

如請求項1之方法，其進一步包括：

使用該處理器產生該晶圓影像之一電磁模擬；

使用該處理器演現該電磁模擬；

使用該處理器組合該所演現電磁模擬與該所接收晶圓影像以產生一電磁影像；

使用該處理器將該電磁影像劃分成複數個電磁參考影像，各電磁參考影像與該電磁影像中之一晶粒相關聯；及

使用該處理器將該複數個電磁參考影像組譯至用於該CNN之該擴

增輸入資料中。

【第6項】

如請求項1之方法，其進一步包括：

使用該處理器藉由使該複數個參考影像及該複數個差異影像失焦而產生複數個失焦影像；及

使用該處理器將該複數個失焦影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

【第7項】

如請求項1之方法，其進一步包括：

使用該處理器藉由改變該複數個參考影像及該複數個差異影像之一照明值而產生複數個照明影像；及

使用該處理器將該複數個照明影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

【第8項】

如請求項1之方法，其中產生複數個差異影像之該步驟包括：使用該處理器差異化一測試影像與一中值晶粒參考影像、一黃金晶粒參考影像、基於一演現設計之一參考影像或來自與該測試影像相同之一晶粒列、與該測試影像相同之一晶粒行或該晶圓影像中之任何晶粒之參考影像。

【第9項】

一種用於將一擴增輸入資料提供至一迴旋神經網路(CNN)之系統，其包括：

一處理器，其經組態以實行一或多個軟體模組，該一或多個軟體模組經組態以：

接收一品圓影像，該晶圓影像含有一或多個晶粒；

將該晶圓影像劃分成複數個參考影像，各參考影像與該晶圓影像中之一晶粒相關聯；

接收一或多個測試影像；

藉由差異化該一或多個測試影像與該複數個參考影像之一或多者而產生複數個差異影像；

將該複數個參考影像及該複數個差異影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中；

將該擴增輸入資料提供至該CNN；

藉由相對於該所接收一或多個測試影像轉置該複數個參考影像及該複數個差異影像而產生複數個轉置影像；及

將該複數個轉置影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中，其中使該複數個轉置影像相對於該所接收一或多個測試影像轉置達一子像素位移。

【第10項】

如請求項9之系統，其中該一或多個軟體模組經進一步組態以：

藉由差異化具有一所關注缺陷(DOI)之一或多個測試影像與該複數個參考影像之一或多者且合併該等差異影像與該複數個測試影像之一或多者而產生複數個DOI影像；及

將該複數個DOI影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

【第11項】

如請求項10之系統，其進一步包括一資料庫，其與該處理器及一影像資料獲取子系統電子通信，該資料庫經組態以儲存該晶圓影像、該複數

個參考影像、該一或多個測試影像及該複數個差異影像。

【第12項】

如請求項11之系統，其中該資料庫亦經組態以儲存該CNN。

【第13項】

如請求項9之系統，其進一步包括：

一影像資料獲取子系統，其與該處理器電子通信；

其中該影像資料獲取子系統經組態以執行一晶圓掃描；

其中該一或多個軟體模組經進一步組態以將該晶圓掃描轉換成該一或多個測試影像；且

其中該一或多個軟體模組經進一步組態以將該晶圓掃描轉換成該晶圓影像。

【第14項】

如請求項9之系統，其中該一或多個軟體模組經進一步組態以：

藉由使該複數個參考影像及該複數個差異影像之像素值乘以一常數或矩陣而產生複數個放大影像；及

將該複數個放大影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

【第15項】

如請求項9之系統，其中該一或多個軟體模組經進一步組態以：

產生該晶圓影像之一電磁模擬；

演現該電磁模擬；

組合該所演現電磁模擬與該所接收晶圓影像以產生一電磁影像；

將該電磁影像劃分成複數個電磁參考影像，各電磁參考影像與該電磁影像中之一晶粒相關聯；及

將該複數個電磁參考影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

【第16項】

如請求項9之系統，其中該一或多個軟體模組經進一步組態以：

藉由使該複數個參考影像及該複數個差異影像失焦而產生複數個失焦影像；及

將該複數個失焦影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

【第17項】

如請求項9之系統，其中該一或多個軟體模組經進一步組態以：

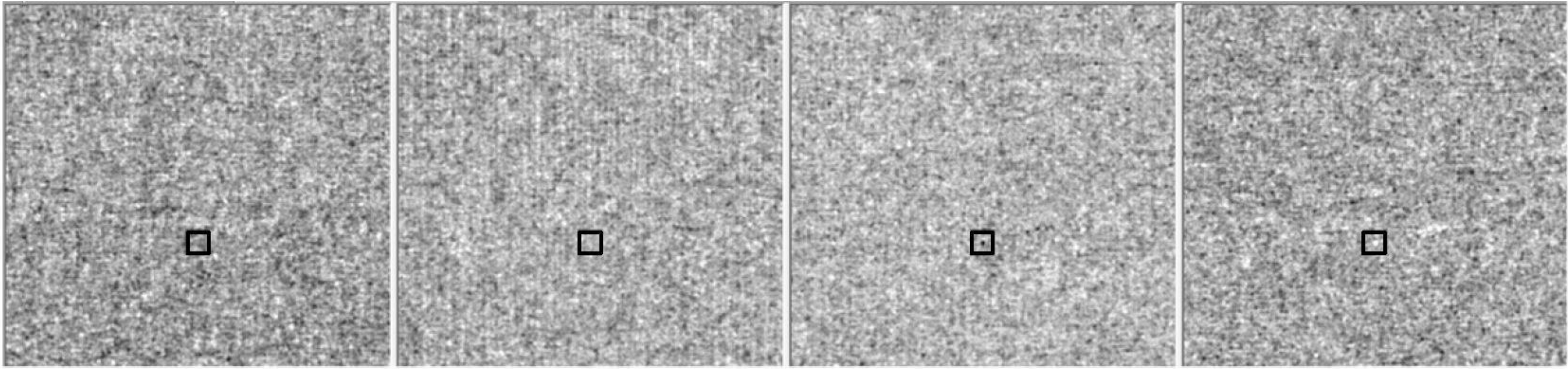
藉由改變該複數個參考影像及該複數個差異影像之一照明值而產生複數個照明影像；及

將該複數個照明影像組譯至用於該CNN之該擴增輸入資料中。

【第18項】

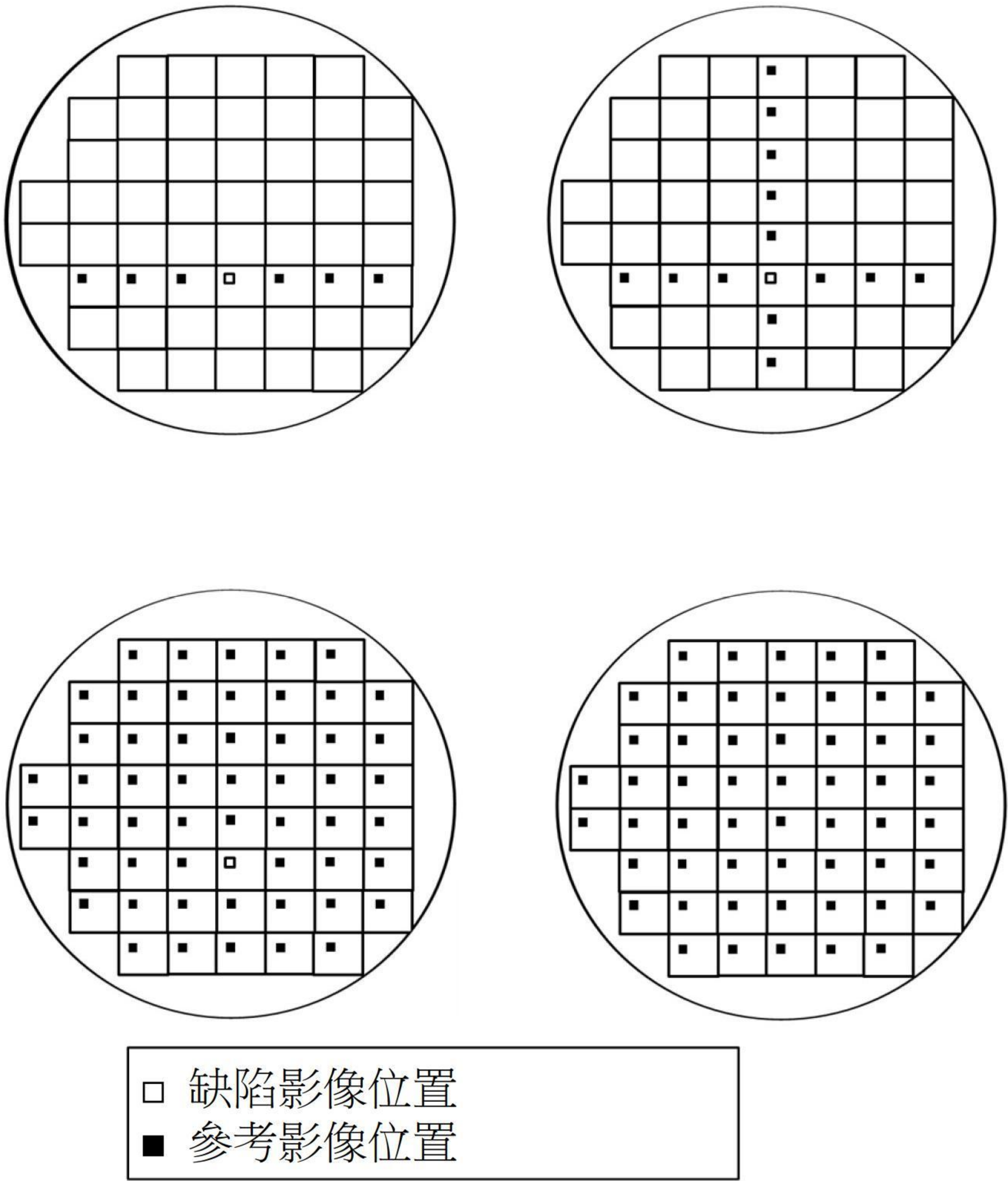
如請求項9之系統，其中該一或多個軟體模組經組態以藉由差異化一測試影像與一中值晶粒參考影像、一黃金晶粒參考影像、基於一演現設計之一參考影像或來自與該測試影像相同之一晶粒列、與該測試影像相同之一晶粒行或該晶圓影像中之任何晶粒之參考影像而產生複數個差異影像。

【發明圖式】

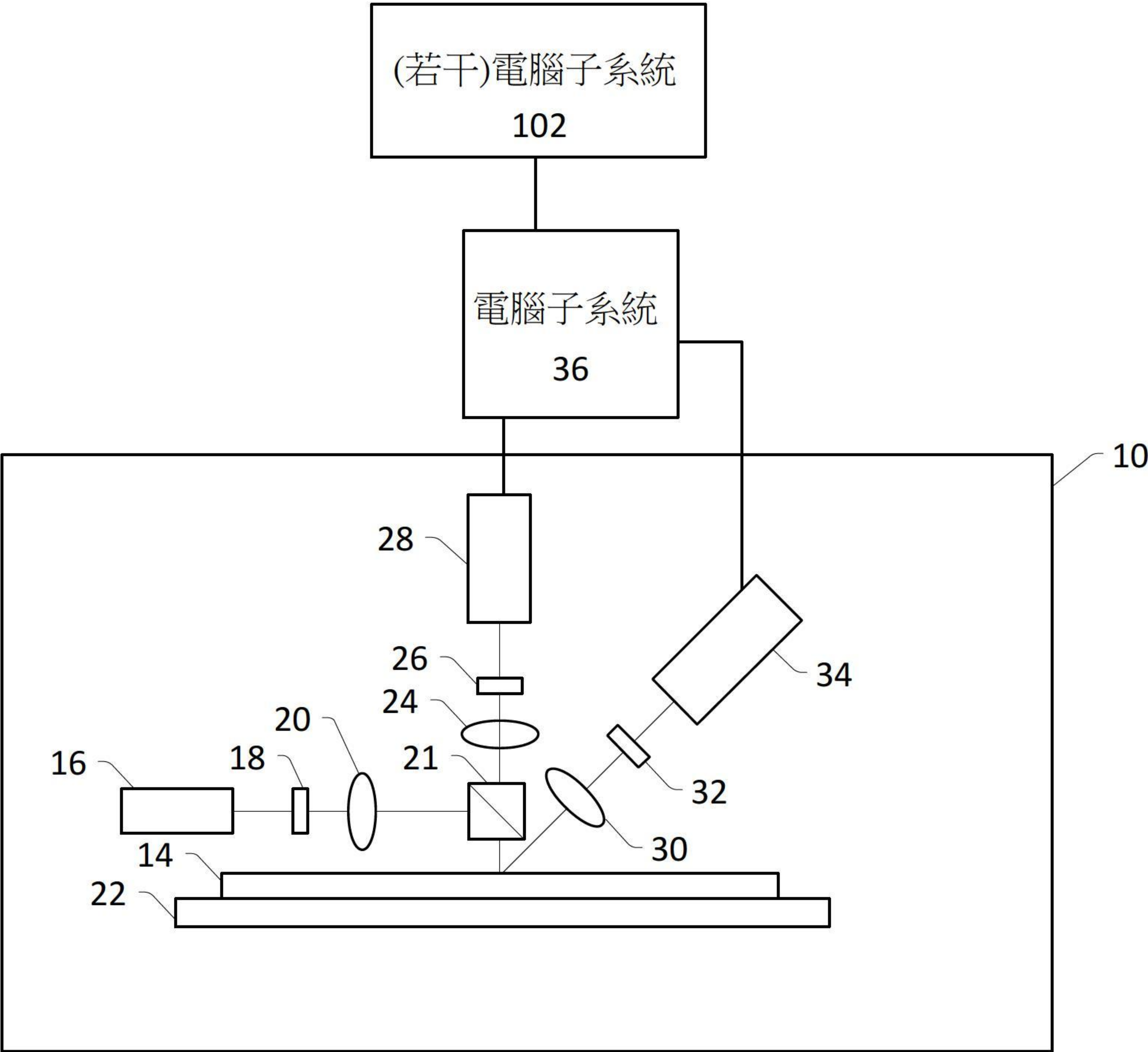


【圖1】
(先前技術)

10



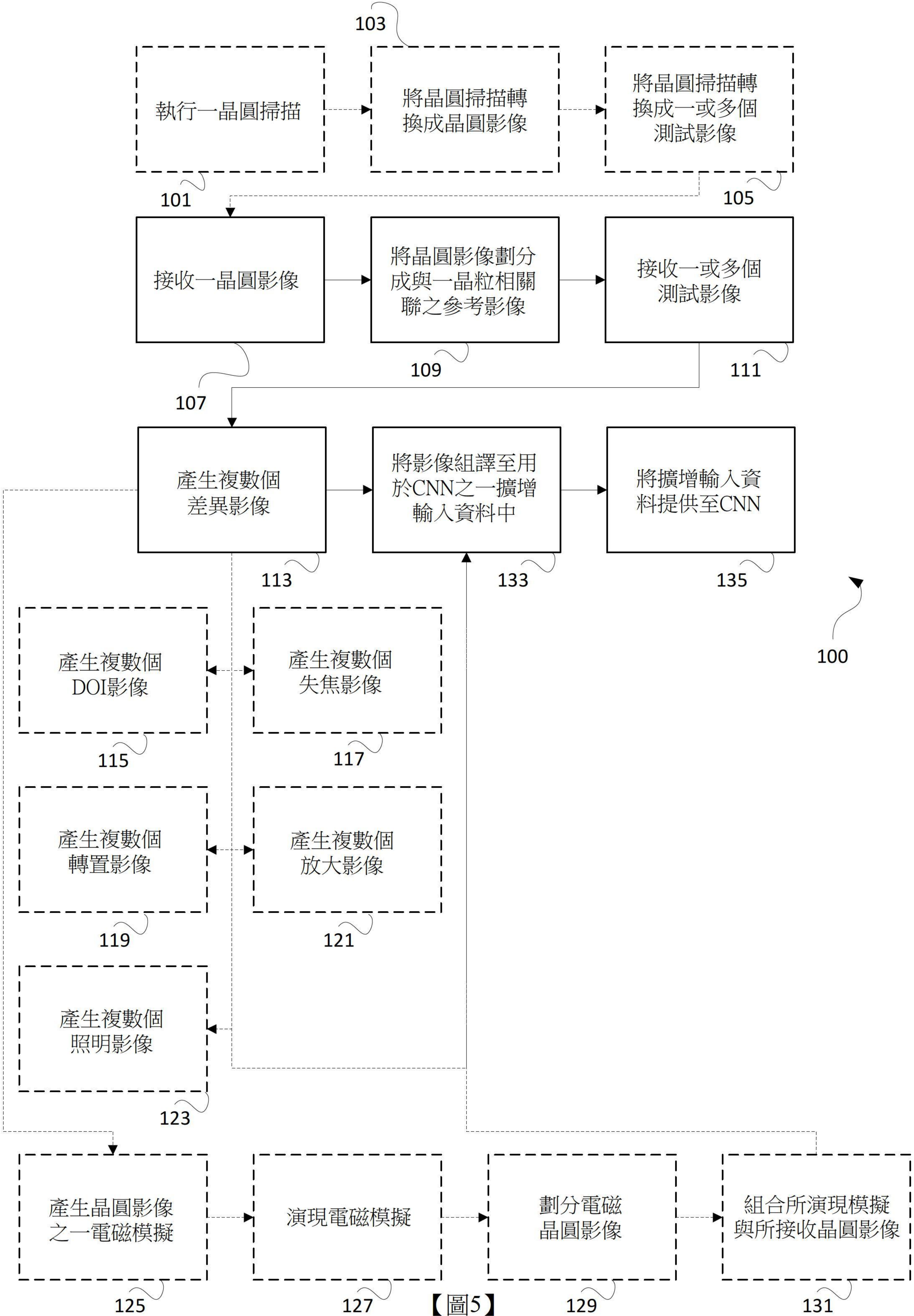
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】