



(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 I829694 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 01 月 21 日

(21)申請案號：108117905

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 05 月 23 日

(51)Int. Cl. : G02B21/36 (2006.01)

G06T5/50 (2006.01)

(30)優先權：2018/07/03 美國

16/027,056

(71)申請人：美商奈米創尼克影像公司 (美國) NANOTRONICS IMAGING, INC. (US)
美國(72)發明人：樸特曼 馬修 C PUTMAN, MATTHEW C. (US)；樸特曼 強恩 B PUTMAN,
JOHN B. (US)；皮斯基 巴迪姆 PINSKIY, VADIM (US)；蘇卡爾 約瑟夫 R
SUCCAR, JOSEPH R. (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200608310A

TW 201802726A

US 2012/0213452A1

US 2015/0172726A1

US 2017/0220000A1

WO 2017/196885A1

審查人員：林韋廷

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：6 共 55 頁

(54)名稱

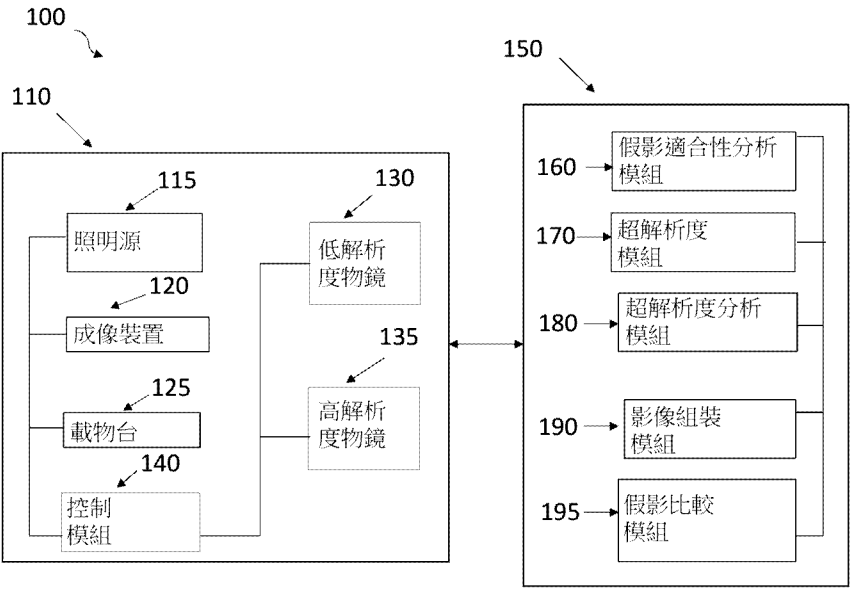
用於提供超解析度成像之精準度回饋及改良超解析度成像之精準度之系統、裝置及方法

(57)摘要

本發明揭示用於提供超解析度成像之精準度回饋及改良超解析度成像之精準度的系統、方法及電腦可讀媒體。在一些實施例中，可使用一顯微術檢測系統之一低解析度物鏡來獲得一樣品之一低解析度影像。可使用一超解析度影像來模擬從該樣品之該低解析度影像產生該樣品之至少一部分之一超解析度影像。隨後，可基於該超解析度影像與使用一模擬影像分類器所識別之一或多個相關樣品之至少一部分之一或多個實際掃描高解析度影像之間之一或多個等效程度來識別該超解析度影像之一精準度評估。基於該超解析度影像之該精準度評估，可判定是否進一步處理該超解析度影像。若判定進一步處理該超解析度影像，則可進一步處理該超解析度影像。

Systems, methods, and computer-readable media for feedback on and improving the accuracy of super-resolution imaging. In some embodiments, a low resolution image of a specimen can be obtained using a low resolution objective of a microscopy inspection system. A super-resolution image of at least a portion of the specimen can be generated from the low resolution image of the specimen using a super-resolution image simulation. Subsequently, an accuracy assessment of the super-resolution image can be identified based on one or more degrees of equivalence between the super-resolution image and one or more actually scanned high resolution images of at least a portion of one or more related specimens identified using a simulated image classifier. Based on the accuracy assessment of the super-resolution image, it can be determined whether to further process the super-resolution image. The super-resolution image can be further processed if it is determined to further process the super-resolution image.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 100:超解析度系統
- 110:顯微術檢測系統
- 115:照明源
- 120:成像裝置
- 125:載物台
- 130:低解析度物鏡
- 135:高解析度物鏡
- 140:控制模組
- 150:電腦系統
- 160:假影適合性分析模組
- 170:超解析度模組
- 180:超解析度分析模組
- 190:影像組裝模組
- 195:假影比較模組



I829694

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】

用於提供超解析度成像之精準度回饋及改良超解析度成像之精準度之系統、裝置及方法

【英文發明名稱】

SYSTEMS, DEVICES, AND METHODS FOR PROVIDING
FEEDBACK ON AND IMPROVING THE ACCURACY OF SUPER-
RESOLUTION IMAGING

【中文】

本發明揭示用於提供超解析度成像之精準度回饋及改良超解析度成像之精準度的系統、方法及電腦可讀媒體。在一些實施例中，可使用一顯微術檢測系統之一低解析度物鏡來獲得一樣品之一低解析度影像。可使用一超解析度影像來模擬從該樣品之該低解析度影像產生該樣品之至少一部分之一超解析度影像。隨後，可基於該超解析度影像與使用一模擬影像分類器所識別之一或多個相關樣品之至少一部分之一或多個實際掃描高解析度影像之間之一或多個等效程度來識別該超解析度影像之一精準度評估。基於該超解析度影像之該精準度評估，可判定是否進一步處理該超解析度影像。若判定進一步處理該超解析度影像，則可進一步處理該超解析度影像。

【英文】

Systems, methods, and computer-readable media for feedback on and improving the accuracy of super-resolution imaging. In some embodiments, a low resolution image of a specimen can be obtained

using a low resolution objective of a microscopy inspection system. A super-resolution image of at least a portion of the specimen can be generated from the low resolution image of the specimen using a super-resolution image simulation. Subsequently, an accuracy assessment of the super-resolution image can be identified based on one or more degrees of equivalence between the super-resolution image and one or more actually scanned high resolution images of at least a portion of one or more related specimens identified using a simulated image classifier. Based on the accuracy assessment of the super-resolution image, it can be determined whether to further process the super-resolution image. The super-resolution image can be further processed if it is determined to further process the super-resolution image.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 100 超解析度系統
- 110 顯微術檢測系統
- 115 照明源
- 120 成像裝置
- 125 載物台
- 130 低解析度物鏡
- 135 高解析度物鏡
- 140 控制模組

150	電腦系統
160	假影適合性分析模組
170	超解析度模組
180	超解析度分析模組
190	影像組裝模組
195	假影比較模組

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於提供超解析度成像之精準度回饋及改良超解析度成像之精準度之系統、裝置及方法

【英文發明名稱】

SYSTEMS, DEVICES, AND METHODS FOR PROVIDING
FEEDBACK ON AND IMPROVING THE ACCURACY OF SUPER-
RESOLUTION IMAGING

【技術領域】

【0001】 本發明係關於提供超解析度成像之精準度回饋及改良超解析度成像之精準度。

【先前技術】

【0002】 用於均勻性及異常偵測之檢測材料在從製造至科學至生物學之學科中係重要的。檢測通常採用顯微術檢測系統來檢查及量測樣品。如本文中使用的樣品係指一檢查物件(例如，晶圓、基板等)且假影係指一樣品、一樣品之部分、樣品中之特徵、異常及/或缺陷。例如，假影可為電子裝置(諸如電晶體、電阻器、電容器、積體電路、微晶片等)、生物異常(諸如癌細胞)或一塊狀材料中之缺陷(諸如裂縫、刮痕、碎片等)。

【0003】 顯微術檢測系統可用於增強一肉眼可看見之事物。特定言之，顯微術檢測系統可藉由增加一人可看見之細節量(例如，光學解析度)而放大物件(例如，特徵及異常)。如本文中使用的超解析度係指一樣品上之兩個點(其等仍可區分為兩個單獨點，該兩個單獨點仍可由一人感知為單獨點)之間的最小距離。除其他參數外，超解析度可受到一物鏡之

數值孔徑影響。通常，一物鏡之數值孔徑愈高，可使用該物鏡獲得之一樣品之解析度愈佳。一單一顯微術檢測系統可具有一個以上物鏡，其中各物鏡具有一不同解析力。較高解析度物鏡通常比較低解析度物鏡擷取更多細節。然而，較高解析度物鏡(例如，由於其等之較小視場)通常比較低解析度物鏡花費更長時間來掃描一樣品。

【0004】 為獲得較高解析度影像(諸如根據一較高解析度物鏡擷取之影像或使用超解析度技術產生之影像)，在不犧牲速度之情況下，人工智慧模型可用於從一低解析度影像推斷及模擬一超解析度影像。可在不使用一較高解析度物鏡實際掃描樣品而代替地使用一樣品之一低解析度影像之全部或一部分(例如，一解析度影像中之所偵測假影)之情況下達成此等方法。此等方法將在本文中互換地稱為超解析度、超解析度模擬、超解析度產生、高解析度模擬，且由此等方法產生之影像將在本文中互換地稱為例如使用一高解析度模擬模擬之超解析度影像及高解析度影像。如本文中使用的超解析度影像可包含在大於一顯微術系統之解析度限制之解析度下產生之影像。特定言之，超解析度影像可包含超過一給定顯微術系統之繞射限制之解析度下之影像或超過一給定顯微術系統之數位影像感測器之限制所產生之影像。如本文中使用的超解析度影像亦可包含在一給定顯微術系統之解析度限制內模擬但高於一低解析度影像之一解析度下之影像(例如，一超解析度影像可為在一顯微術系統能夠成像之最高解析度下模擬之一影像)。

【0005】 然而，並非可在低解析度下偵測之全部假影皆係用於產生精準超解析度影像之良好候選。例如，使用低解析度放大率偵測之一假影可對應於由高解析度放大率偵測之許多假影且不具有假影之一低解析度影

像中可缺乏之額外資訊，可能無法例如使用高解析度模擬產生低解析度影像之一精準超解析度影像。

【0006】 因此，可期望提供用於提供關於在低解析度放大率下發現之哪些假影適合於或不適於產生超解析度影像之回饋之新機構。此外，可期望改良所產生超解析度影像之精準度。

【發明內容】

【0007】 下文詳細論述本發明之各種實施例。雖然論述特定實施方案，但應理解，此僅為闡釋性目的而進行。熟習相關技術者將認知，可在不脫離本發明之精神及範疇之情況下使用其他組件及組態。因此，以下描述及圖式係闡釋性且不應解釋為限制性。描述許多特定細節以提供對本發明之一透徹理解。然而，在特定例項中，並未描述熟知或習知細節，以便避免使描述模糊。對本發明中之一項或一實施例之參考可為對相同實施例或任何實施例之參考；且此等參考意謂實施例之至少一者。

【0008】 對「一項實施例」或「一實施例」之參考意謂結合實施例描述之一特定特徵、結構或特性包含於本發明之至少一項實施例中。在說明書中之各個位置出現之片語「在一項實施例中」未必皆係指相同實施例且並非與其他實施例相互排斥之單獨或替代實施例。再者，描述可由一些實施例而非其他實施例展現之各種特徵。

【0009】 此說明書中使用之術語在本發明之內容脈絡內及使用各術語之特定內容脈絡中一般具有其等在此項技術中之通常含義。可針對本文中論述之術語之任何一或多者使用替代語言及同義詞，且是否在本文中詳述或論述一術語不應被賦予任何特殊意義。在一些情況中，提供用於某些術語之同義詞。對一或多個同義詞之一敘述並不排除其他同義詞之使用。

在此說明書中之任何處使用之實例(包含本文中論述之任何術語之實例)僅係闡釋性，且不旨在進一步限制本發明或任何例示性術語之範疇及含義。同樣地，本發明不限於在此說明書中給出之各種實施例。

【0010】 在不旨在限制本發明之範疇之情況下，在下文中給出根據本發明之實施例之儀器、設備、方法及其等相關結果之實例。應注意，為讀者之方便起見可在實例中使用標題或子標題，其無論如何不應限制本發明之範疇。除非另外定義，否則本文中使用的技術及科學術語具有如本發明相關之一般技術者普遍理解之含義。在衝突之情況中，將以本文獻(包含定義)為準。

【0011】 本發明之額外特徵及優點將在下文描述中闡述，且部分將從該描述顯而易見或可藉由實踐本文中揭示之原理而學習。可藉由隨附發明申請專利範圍中特別指出之工具及組合實現及獲得本發明之特徵及優點。本發明之此等及其他特徵將從以下描述及隨附發明申請專利範圍變得更完全顯而易見，或可藉由實踐本文中闡述之原理而學習。

【0012】 一種方法可包含使用一顯微術檢測系統之一低解析度物鏡獲得一樣品之一低解析度影像。可使用一超解析度模擬從該低解析度影像產生該樣品之至少一部分之一超解析度影像。此外，可基於該超解析度影像與使用一模擬影像分類器識別之一或多個相關樣品之至少一部分之一或多個實際掃描高解析度影像之間的一或多個等效程度識別該所產生超解析度影像之一精準度評估。該方法亦可包含基於該超解析度影像之該精準度評估判定是否進一步處理該超解析度影像。隨後，若判定進一步處理該超解析度影像，則可進一步處理該超解析度影像。

【0013】 一種系統可包含用於檢測一樣品之一顯微術檢測系統、一

或多個處理器及至少一個電腦可讀儲存媒體。該顯微術檢測系統可包含一低解析度物鏡及一高解析度物鏡。該電腦可讀儲存媒體可儲存當由該一或多個處理器執行時導致該一或多個處理器使用該顯微術檢測系統之該低解析度物鏡獲得一樣品之一低解析度影像之指令。該等指令可進一步導致該一或多個處理器使用一超解析度模擬從該低解析度影像產生該樣品之至少一部分之一超解析度影像。此外，該等指令可導致該一或多個處理器基於該超解析度影像與使用一模擬影像分類器識別之一或多個相關樣品之至少一部分之一或多個實際掃描高解析度影像之間的一或多個等效程度產生該所產生超解析度影像之一精準度評估。該一或多個處理器亦可根據儲存於該電腦可讀儲存媒體中之該等指令之執行而基於該超解析度影像之該精準度評估判定是否進一步處理該超解析度影像。隨後，若判定進一步處理該超解析度影像，則可藉由該一或多個處理器進一步處理該超解析度影像。

【0014】 一種非暫時性電腦可讀儲存媒體可包含當由一或多個處理器執行時導致該一或多個處理器執行用於基於一樣品之一低解析度影像產生該樣品之一超解析度影像之操作之指令。特定言之，該等指令可導致該一或多個處理器接收由一顯微術檢測系統之一低解析度物鏡擷取之該樣品之該低解析度影像。該等指令亦可導致該一或多個處理器使用一超解析度模擬從該樣品之該低解析度影像產生該樣品之至少一部分之該超解析度影像。此外，該等指令可導致該一或多個處理器基於該超解析度影像與使用一模擬影像分類器識別之一或多個相關樣品之至少一部分之一或多個實際掃描高解析度影像之間的一或多個等效程度識別該超解析度影像之一精準度評估。該等指令亦可導致該一或多個處理器基於該超解析度影像之該精準度判定是否進一步處理該超解析度影像。因此，若判定進一步處理該超

解析度影像，則該等指令亦可導致該一或多個處理器進一步處理該超解析度影像。

【圖式簡單說明】

【0015】 為描述可獲得本發明之上述及其他優點及特徵之方式，將參考隨附圖式中繪示之本發明之特定實施例呈現上文簡要描述之原理之一更特定描述。應理解，此等圖式僅描繪本發明之例示性實施例且因此不應被視為限制其範疇，將透過使用隨附圖式用額外特定性及細節描述及說明本文中之原理，其中：

【0016】 圖1繪示用於產生超解析度影像之一例示性超解析度系統。

【0017】 圖2A係根據所揭示標的物之一些實施例之一顯微術檢測系統之一般組態之一側視圖。

【0018】 圖2B係根據所揭示標的物之一些實施例之一顯微術檢測系統之一般組態之一正視圖。

【0019】 圖3係用於使用超解析度影像回饋控制之一例示性操作之一流程。

【0020】 圖4繪示用於使用超解析度影像回饋控制控制超解析度影像產生之一例示性電腦系統。

【0021】 圖5描繪訓練一適合性分類器以用於提供超解析度影像回饋控制之一方案。

【0022】 圖6描繪訓練一模擬影像分類器以用於提供超解析度影像回饋控制之一方案。

【實施方式】

【0023】 根據所揭示標的物之一些實施例，提供用於提供關於在低解析度放大率下發現之哪些假影適合於或不適於產生超解析度影像、在超解析度影像中發現之哪些假影應使用一較高解析度物鏡重新掃描之回饋及改良所產生超解析度影像之精準度之機構(其等可包含系統、方法、裝置、設備等)。此類型之回饋係有用的，例如用於選擇性地採用一樣品之適合部分之超解析度、用於在低解析度及高解析度下識別一樣品之有問題部分及用於訓練該等有問題區域之人工智慧模型以產生更精準超解析度影像。

【0024】 如本文中揭示，在一些實施例中，人工智慧可用於從低解析度影像產生超解析度影像、判定不太可能產生精準超解析度影像之一樣品之一低解析度掃描中之假影、判定超解析度影像之一影像等級及基於影像等級判定需要使用高解析度放大率掃描哪些假影。人工智慧演算法可單獨或組合地包含以下之一或多者：機器學習、隱藏馬可夫(Markov)模型；遞迴神經網路；卷積神經網路；貝葉斯符號法；一般對抗網路；支援向量機；及/或任何其他適合人工智慧演算法。

【0025】 圖1繪示根據所揭示標的物之一些實施例之一例示性超解析度系統100，其可實施對顯微術檢測系統110及/或電腦系統150之超解析度回饋控制。超解析度回饋控制可包含：在一樣品之一低解析度掃描之後判定不太可能產生精準超解析度影像且應在較高解析度下掃描之假影；判定超解析度影像之一影像等級且基於影像等級判定應在較高解析度下掃描哪些假影；比較假影之總數與一類似樣品之一容差或針對超解析度系統100定義之一容差；及/或使用針對一樣品之有問題區域擷取之較高解析度影像訓練人工智慧模型以產生該等有問題區域之更精準超解析度影像。

【0026】 在高階下，根據一些實施例之超解析度系統100之基本組件包含顯微術檢測系統110及一電腦系統150。顯微術檢測系統110可包含：一照明源115，其將光提供至一樣品；一成像裝置120；一載物台125；一低解析度物鏡130；一高解析度物鏡132、135；控制模組140，其包括硬體、軟體及/或韌體。

【0027】 顯微術檢測系統110可實施為任何適合類型之顯微鏡之部分。例如，在一些實施例中，系統110可實施為使用透射光或反射光之一光學顯微鏡之部分。更特定言之，系統100可實施為購自俄亥俄州Cuyahoga Falls之Nanotronics Imaging, Inc.之nSpec®光學顯微鏡之部分。顯微術檢測系統亦可實施為共焦或雙光子激發顯微術之部分。

【0028】 圖2A (側視圖)及圖2B (正視圖)展示根據所揭示標的物之一些實施例之顯微術檢測系統110之一實施例之一般組態。根據一些實施例，顯微術檢測系統110可包含兩個或兩個以上物鏡130、132及135。物鏡130、132及135可具有不同解析力。物鏡130、132及135亦可具有不同放大率及/或經組態以使用亮場/暗場顯微術、差分干涉對比(DIC)顯微術及/或任何其他適合形式之顯微術(包含螢光)操作。在一些實施例中，可藉由使用一高解析度顯微鏡(如一掃描電子顯微鏡(SEM)、一透射電子顯微鏡(TEM)及/或一原子力顯微鏡(AFM))執行一樣品之高解析度掃描。在一些實施例中，一高解析度顯微鏡可為具有比一低解析度顯微術(例如，5倍)大兩倍之一放大率(例如，10倍)之一顯微鏡。在一些實施例中，可藉由軟體、硬體及/或韌體控制用於檢測一樣品之物鏡及/或顯微術技術。在一些實施例中，可在與低解析度顯微術分離之一單獨系統中執行高解析度顯微術。在其他實施例中，低解析度物鏡130及較高解析度物鏡132及135

可一起駐留於一顯微術檢測單元中且耦合至換鏡轉盤119。

【0029】 在一些實施例中，一XY平移載物台可用於載物台125。可藉由一步進馬達、伺服馬達、線性馬達、壓電馬達及/或任何其他適合機構驅動XY平移載物台。在一些實施例中，XY平移載物台可經組態以在任何適合控制器之控制下在X軸及/或Y軸方向上移動一樣品。一致動器可用於進行例如0 mm至5 mm、0 mm至10 mm、0 mm至30 mm及/或任何其他適合距離範圍之粗聚焦調整。在一些實施例中，一致動器亦可用於提供例如0 μm 至50 μm 、0 μm 至100 μm 、0 μm 至200 μm 及/或任何其他適合距離範圍之精細聚焦。在一些實施例中，顯微術檢測系統110可包含一聚焦機構，該聚焦機構在朝向及遠離物鏡130、132及135之一Z方向上調整載物台125及/或朝向及遠離載物台125調整物鏡130、132及135。

【0030】 照明源115可隨所使用之光源之強度、數目及/或照明位置及照明角度而變化。光源117可透過反射光照明器118傳輸光且可用於照明一樣品之一部分，使得光透過鏡筒透鏡123向上反射至成像裝置120（例如，相機122），且成像裝置120可擷取樣品之影像及/或視訊。在一些實施例中，所使用之光源可為一白光準直發光二極體(LED)、一紫外線準直LED、雷射或螢光燈。

【0031】 在一些實施例中，成像裝置120可為包含一影像感測器之一相機。影像感測器可為例如一CCD、一CMOS影像感測器、及/或將光轉換為一或多個電信號之任何其他適合電子裝置。此等電信號可用於形成一樣品之影像及/或視訊。

【0032】 可使用具有照明光之一預定義大小、數目及位置以產生一樣品之一或多個三維地形影像之不同地形成像技術(包含但不限於聚焦成

形(shape-from-focus)演算法、陰影成形(shape-from-shading)演算法、光度立體演算法及傅立葉(Fourier)疊層成像調變演算法)。

【0033】 在一些實施例中，包括一控制器及控制器介面之控制模組140可控制超解析度系統100 (例如，照明源115、物鏡130、132及135、載物台125、成像裝置120)之任何設定以及通信、操作(例如，取得影像、開啟及關閉一照明源、移動載物台125及/或物鏡130、132及135)。控制模組140可包含任何適合硬體(在一些實施例中，其可執行軟體)，諸如例如電腦、微處理器、微控制器、特定應用積體電路(ASIC)、場可程式化閘陣列(FGPA)及數位信號處理器(DSP) (其等之任一者可被稱為一硬體處理器)、編碼器、用於讀取編碼器之電路、記憶體裝置(包含一或多個EPROM、一或多個EEPROM、動態隨機存取記憶體(「DRAM」)、靜態隨機存取記憶體(「SRAM」)及/或快閃記憶體)及/或任何其他適合硬體元件。在一些實施例中，超解析度系統100內之個別組件可包含其等自身軟體、韌體及/或硬體以控制個別組件且與超解析度系統100中之其他組件通信。

【0034】 在一些實施例中，控制模組(例如，控制器及控制器介面)與超解析度系統100之組件之間的通信可使用任何適合通信技術，諸如類比技術(例如，繼電器邏輯)、數位技術(例如，RS232、乙太網路或無線)、網路技術(例如，區域網路(LAN)、一廣域網路(WAN)、網際網路)、藍芽技術、近場通信技術、安全RF技術及/或任何其他適合通信技術。

【0035】 在一些實施例中，可使用任何適合輸入裝置(例如，一鍵盤、滑鼠或操縱桿)將操作者輸入傳遞至控制模組140。

【0036】 超解析度系統100之電腦系統150可使用任何適合通信技術

以任何適合方式耦合至顯微術檢測系統110，諸如類比技術(例如，繼電器邏輯)、數位技術(例如，RS232、乙太網路或無線)、網路技術(例如，區域網路(LAN)、一廣域網路(WAN)、網際網路)、藍芽技術、近場通信技術、安全RF技術及/或任何其他適合通信技術。電腦系統150及電腦系統150內之模組可經組態以使用由顯微術檢測系統110輸出及/或由電腦可讀媒體儲存之影像執行本文中進一步描述之數個功能。

【0037】 電腦系統150可包含任何適合硬體(在一些實施例中，其可執行軟體)，諸如例如電腦、微處理器、微控制器、特定應用積體電路(ASIC)、場可程式化閘陣列(FGPA)及數位信號處理器(DSP) (其等之任一者可被稱為一硬體處理器)、編碼器、用於讀取編碼器之電路、記憶體裝置(包含一或多個EPROM、一或多個EEPROM、動態隨機存取記憶體(「DRAM」)、靜態隨機存取記憶體(「SRAM」)及/或快閃記憶體)及/或任何其他適合硬體元件。

【0038】 電腦可讀媒體可為可由電腦存取之任何可用媒體且包含揮發性及非揮發性媒體、可抽換及不可抽換媒體兩者。藉由實例且非限制，電腦可讀媒體可包括電腦儲存媒體及通信媒體。電腦儲存媒體包含在用於儲存資訊(諸如電腦可讀指令、資料結構、程式模組或其他資料)之任何方法或技術中實施之揮發性及非揮發性、可抽換及不可抽換媒體兩者。電腦儲存媒體包含(但不限於) RAM、ROM、EEPROM、快閃記憶體或其他記憶體技術、CD-ROM、數位視訊光碟(DVD)或其他光碟儲存器、磁帶匣、磁帶、磁碟儲存器或其他磁性儲存裝置或可用於儲存所需資訊且可由電腦存取之任何其他媒體。

【0039】 根據一些實施例，電腦系統150可包含一假影適合性分析

模組160、一超解析度模組170、一超解析度分析模組180、一影像組裝模組190，及一假影比較模組195。

【0040】 進一步參考圖1、圖2A、圖2B、圖4，圖3在一高階下展示根據所揭示標的物之一些實施例之使用超解析度回饋控制之一超解析度操作300之一實例。在一些實施例中，超解析度操作300可使用超解析度系統100。將結合圖4來描述解說可如何根據所揭示標的物之一些實施例來組態電腦系統150之各模組的進一步細節。

【0041】 在310，顯微術檢測系統110可使用低解析度物鏡130來掃描一樣品。在一些實施例中，可藉由在一X/Y方向上移動成像裝置120及/或載物台125來掃描樣品直至掃描一樣品之整個表面或一所要區域。在一些實施例中，可藉由使用不同聚焦位準且在一Z方向上移動載物台125及/或低解析度物鏡130來掃描一樣品之一或多個區域。成像裝置120可擷取且產生所掃描樣品之低解析度影像。

【0042】 在320，假影適合性分析模組160可使用人工智慧演算法及/或其他適合電腦程式(如本文中進一步說明)來偵測所產生低解析度影像中的假影，且判定其等對超解析度成像的適合性。在一些實施例中，適合性可係基於一假影與已評估為適合或不適於超解析度成像之已知假影的交叉相關。如本文中提及之交叉相關可為依據相對於彼此之位移而變化之兩個序列(例如，兩個影像)之一相似性量度。更特定言之，一所檢查假影之一影像及一已知假影之一影像各表示每像素強度值之一矩陣(0至255)，且交叉相關可指定與影像在各像素處係如何不同或類似相關聯的值。

【0043】 在一些實施例中，適合之已知假影可為其中產生超解析度影像，且該等影像經判定為高可信度超解析度影像，例如具有一高影像等

級之假影。相反地，已知不適合之假影可為其中產生超解析度影像且該等影像經判定為低可信度超解析度影像，例如具有一低影像等級之假影。本文中進一步描述高可信度及低可信度超解析度影像及對應之影像等級。

【0044】雖然本文中描述之技術參考識別一假影是否適用於一超解析度模擬而進行，但在各種實施例中，可在不判定假影用於一超解析度模擬之適合性之情況下執行該等技術。

【0045】在330，一高解析度物鏡(例如，高解析度物鏡132或135)可掃描由假影適合性分析模組160判定為不適合之假影，且成像裝置120可擷取且產生所掃描假影之高解析度影像。在一些實施例中，所產生高解析度影像可作為回饋提供至：假影適合性分析模組160以提供用於判定一假影對超解析度成像之適合性之額外內容脈絡資料；超解析度模組170以改良其精準度；及/或超解析度分析模組180以提供用於判定一超解析度影像之影像等級之額外內容脈絡資料。亦可將高解析度影像提供至影像組裝模組190以併入至一單一相干影像中，例如組合一所掃描樣品之一或多個超解析度影像與一或多個高解析度影像。

【0046】在340，使用一或多個超解析度演算法之超解析度模組170可產生整個樣品之超解析度影像或僅產生由假影適合性分析模組160判定為適合於超解析度之假影。

【0047】在350，超解析度分析模組180可從超解析度模組170接收超解析度影像且使用人工智慧演算法及/或其他適合電腦程式(如本文中進一步說明)判定超解析度影像之一影像可信度。如隨後將更詳細論述，一超解析度影像之一影像可信度判定可包含超解析度影像之一特定影像可信度判定、超解析度影像是否係一高可信度超解析度影像、超解析度是否係

一低可信度超解析度影像及/或超解析度影像之一影像等級。如由超解析度分析模組180判定之一超解析度影像之一影像可信度判定可對應於透過一超解析度模擬產生之一超解析度影像之一預測精準度(例如，作為一精準度評估之部分)。一超解析度影像之一預測精準度可為由一低解析度影像產生之一超解析度影像實際上如何精確地表示一樣品及樣品中之假影之一估計。特定言之，一超解析度影像之一預測精準度可為由一低解析度影像產生之一超解析度影像實際上如何精確地表示一樣品及樣品中之假影之一估計，猶如實際上藉由使用一高解析度物鏡或用於在超解析度下掃描樣品之一適用機構掃描假影/樣品而產生超解析度影像。例如，若超解析度分析模組180識別一模擬超解析度影像精確地表示一成像樣品之95%，則超解析度分析模組180可識別超解析度影像係一高可信度超解析度影像。

【0048】 如由超解析度分析模組判定之一超解析度影像之一影像可信度判定可對應於一樣品之一超解析度影像與一或多個實際掃描高解析度影像之間的等效程度。特定言之，超解析度分析模組180可判定一超解析度影像如何密切地對應於相同或相似類型之樣品/假影之一實際高解析度影像以判定超解析度影像之一可信度及超解析度影像與高解析度影像之間的一等效程度。此可係基於交叉相關方法。如本文中使用的，一相同或類似類型之樣品/假影被稱為一相關樣品/假影。例如，一相關樣品可包含一經成像材料，該經成像材料係與一當前分析樣品相同或類似類型之材料。在另一實例中，相關於一當前樣品之一樣品可包含當前樣品本身。若一超解析度影像與相同或類似類型之樣品/假影之一實際高解析度影像密切相互關聯，則超解析度分析模組180可指示超解析度影像係一高可信度超解析度影像。相反地，若一超解析度影像不良地對應於相同或類似類型之樣品

/假影之一實際高解析度影像，則超解析度分析模組180可指示超解析度影像係一低可信度超解析度影像且指示待使用一高解析度物鏡(例如，132及135)掃描之底層假影且產生高解析度影像(如步驟330中)。

【0049】 在360，影像組裝模組190可將所接收超解析度影像及使用一高解析度物鏡掃描之影像一起組裝且拼接為一所掃描樣品之一單一相干影像(如本文中進一步描述)。

【0050】 在370，假影比較模組195可接收一樣品之一單一相干影像且判定樣品之假影之一總數。假影比較模組195可比較總數與所掃描樣品類型之一典型容差或基於針對超解析度系統100定義之一容差(例如，藉由一操作者、硬體/韌體/軟體約束、行業方針及/或任何其他適合標準)。

【0051】 執行操作300之特定部分之時間劃分可變化，且不劃分或一不同劃分在本文中揭示之標的物之範疇內。應注意，在一些實施例中，可在任何適合時間執行操作300之方塊。應理解，在一些實施例中，本文中描述之操作300之至少一些部分可以任何順序或序列執行，不限於結合圖3展示及描述之順序及序列。而且，本文中描述之程序200之一些部分可在適當處實質上同時執行或在一些實施例中並列執行。另外或替代地，在一些實施例中可省略程序200之一些部分。可在任何適合硬體及/或軟體中實施操作300。例如，在一些實施例中，可在超解析度系統100中實施操作300。

【0052】 圖4展示根據所揭示標的物之一些實施例之電腦系統150之一實施例之一般組態。

【0053】 在一些實施例中，假影適合性分析模組160可經組態以從顯微術檢測系統110及/或任何適合電腦可讀媒體接收一樣品之一或多個低

解析度影像。在一些實施例中，低解析度影像可為由成像裝置120使用低解析度物鏡130擷取之影像。在進一步實施例中，假影適合性分析模組160可經組態以使用電腦版本偵測(若干)所接收影像中之一或多個假影且判定各所偵測假影之一適合性類別。一假影之偵測可係基於例如來自一參考設計(例如，一電腦輔助設計(CAD)檔、一樣品之實體佈局等)之資訊、與一參考設計之偏差及/或關於已知假影之資料。在一些實施例中，一或多個人工智慧演算法可用於判定各經識別假影之一適合性類別。在一些實施例中，類別可為二元類別(例如，「適合於」及「不適合於」超解析度成像)。在其他實施例中，類別可提供較大或較高解析度類別區別(例如，一字母等級A至F，其中A指示最佳等級且其中F指示最差等級，或一數字等級1至100，其中1指示最差等級且100指示最佳等級)。

【0054】 在一些實施例中，假影適合性分析器模組160可應用一分類演算法以判定一低解析度影像中之一所偵測假影是否適合於或不適合於超解析度產生。在一些實施例中，首先使用訓練資料訓練分類演算法以識別適合於超解析度產生之假影與不適合於超解析度產生之假影之共用特性。在一些實施例中，訓練資料可包含假影之低解析度影像連同其等指派適合性類別之實例。在一些實施例中，訓練資料可包含假影之低解析度影像連同指派至針對該等假影產生之超解析度影像之影像等級之實例。在一些實施例中，分類演算法可基於一假影之類型、大小、形狀、組合物、樣品上之位置及/或任何其他適合特性作出有關適合性的推斷。在一些實施例中，訓練資料亦可包含基於所成像之一樣品之一部分之明確適合性指派、來自一參考設計之資訊、一假影位置(即，一樣品上之一假影之位置)、假影之類型及/或其大小、形狀及/或組合物。

【0055】 一旦訓練分類演算法，便可由假影適合性分析器模組160將其應用於判定一低解析度影像中之一所偵測假影是否適合於或不適於超解析度產生。

【0056】 一分類器係將一輸入屬性向量(例如， $X=(X_1, X_2, X_3, X_4, X_n)$)映射至輸入屬於一類別之一可信度之一函數(例如， $f(x)=$ 可信度(適合性類別))。在適合性分類之情況中，屬性可為例如假影之類型、大小、形狀、組合物、樣品上之位置、參考設計及/或任何其他適合特性以判定一假影對超解析度成像之適合性。

【0057】 一支援向量機(SVM)係可採用之一分類器之一實例。SVM藉由在可能輸入空間中找到嘗試從非觸發事件分離觸發準則之一超曲面而操作。此使分類對於接近但不同於訓練資料之測試資料係正確的。可使用有向及無向模型分類方法且其等包含例如樸素貝葉斯(naïve Bayes)、貝葉斯網路、決策樹，且可採用提供不同獨立型樣之概率分類模型。如本文中使用的分類亦包含可用於開發優先模型之統計迴歸。

【0058】 在超解析度操作300進行時，所揭示標的物可採用經由通用訓練資料、外來資訊(例如，參考設計、相同或類似類型樣品之高解析度影像(本文中稱為一實況高解析度影像))及/或來自超解析度系統100之回饋訓練之分類器。例如，SVM可在一分類器建構器及特徵選擇模組內經由一學習或訓練階段進行組態。因此，(若干)分類器可用於自動執行數個功能，包含(但不限於)以下：判定一假影之內容脈絡(例如，一樣品上之假影之位置、所檢測之樣品之類型、相同或類似類型樣品上之類似假影、一參考設計、一實況高解析度影像)；及分析假影之大小、形狀、組合物以較佳地分類假影，以便正確地判定假影對超解析度成像之適合性。

【0059】 SVM係一參數化函數，在訓練之前定義其之函數形式。特定言之，一SVM係由多個或無限維度之一維度空間中之一或多個分離超平面定義之一函數。可使用用於訓練一監督學習模型之一適用方法訓練SVM。訓練一SVM通常需要一標記訓練集，此係因為SVM將擬合來自一組實例之函數。訓練集可由一組N個實例構成。各實例由一輸入向量 x_i 及一類別標籤 y_j 構成，該類別標籤 y_j 描述輸入向量是否在一類別中。針對各類別，可存在用於訓練SVM以形成分離超平面之一或多個參數(例如，使用N個實例訓練之一SVM中之N個自由參數)。為使用此等參數訓練SVM，可如良好理解般解決二次規劃(QP)問題。替代地，子梯度下降及座標下降可用於使用此等參數訓練SVM。此等技術可包含一序列最小最佳化技術以及用於使用此等技術找到/解決或以其他方式訓練SVM分類器之其他技術。

【0060】 此外，可使用非監督機器學習技術實施所揭示標的物。特定言之，可使用非監督學習技術識別超解析度影像之可信度影像判定。此外，可使用非監督學習技術識別低解析度影像中之假影用於形成一超解析度影像之適合性。非監督學習技術包含用於辨識未分類/未標記資料中之圖案之適用方法。例如，一神經網路可用於透過非監督學習技術實施所揭示標的物。

【0061】 參考圖5，該圖繪示根據所揭示標的物之一些實施例之一方案，其中所偵測假影510分類為兩個類別：適合於及不適於超解析度成像。此僅為一實例且可採用複數個其他訓練集以提供較大或較高解析度類別區別(例如，類別可表示不同適合性等級A、B、C、D、E及F或適合性得分)。一假影之適合性可為假影可用於產生一精準超解析度影像之全部

或一部分(在340)之一可能性量度。特定言之，一假影之適合性可為至少部分從一低解析度影像產生之一超解析度影像將作為一高可信度超解析度影像傳遞(例如，在350)之一可能性量度。更特定言之，一假影之適合性可為從假影之一低解析度影像產生之一超解析度影像將如何密切地對應於相同或類似類型之樣品/假影之一實際高解析度影像之一預測。例如，若從一假影之一低解析度影像產生之一超解析度影像將有95%機會與一相關假影之一實際高解析度影像極大對應(例如，90%相關性)，則可將假影識別為適合於超解析度成像(例如，具有一高適合性等級A)。

【0062】 可藉由表示適合於超解析度成像之假影之一已知假影群組515及表示不適合於超解析度成像之假影之一已知假影群組517訓練適合性分類器520。在其他實施例中，可藉由表示不同適合性等級之一已知假影群組訓練適合性分類器520。可將待分析之假影510輸入至適合性分類器520中，該適合性分類器520可輸出一類別530，該類別530指示所偵測假影最可能落入之類別。亦可在需要的情況下添加進一步類別(例如，一等級)。在一些實施例中，適合性分類器520亦可輸出一純量數字525 (例如，一適合性得分)，該純量數字525可量測所分析之一假影落入適合於超解析度成像之類別中(若期望如此)或例如不適合於超解析度成像之類別中之可能性。

【0063】 可使用線性回歸模型化實施本文中描述之各種計分技術。例如，可使用線性回歸模型化實施假影適合性計分及超解析度影像計分之任一者或兩者。線性回歸模型化係用於模型化一應變數與一或多個自變數之間的線性關係之一機器學習技術。利用一單一純量預測之一簡單線性回歸模型可用於執行本文中描述之計分。替代地，利用多個預測子之一多元

線性回歸模型可用於執行本文中描述之計分。

【0064】 一假影落入一特定類別中之可能性亦被稱為一可信度(或一可信區間)。可信度通常係指含有樣本資料參數之指定機率，其僅基於關於參數值之可用資訊。例如，若選擇一95%可信度，則其將意謂若在數個狀況中對相同群體取樣且在各狀況中進行可信區間估計，則所得區間在約95%之情況中將包含真實群體參數。由 G. Papadopoulos 等人之「Confidence Estimation Methods for Neural Networks: A Practical Comparison」，ESANN 2000 proceedings-European Symposium on Artificial Neural Networks Bruges (Belgium)，2000年4月26日至28日，D-Facto public.，ISBN 2-930307-00-5，第75頁至第80頁描述可經調適以供超解析度系統100使用之可信度估計之一實例，其之全部內容以引用的方式併入本文中。所揭示方法僅係一實例且不旨在係限制性。

【0065】 在其中假影適合性分析模組160以一非二元方式判定適合性(例如，以等級或數字為一假影計分)之實施例中，假影適合性分析模組160可經組態以比較所判定適合性得分與超解析度系統100之一可接受適合性容差(例如，如由一操作者、硬體/韌體/軟體約束、行業方針及/或任何其他適合標準定義)。針對接收低於超解析度系統100之可接受適合性容差之適合性得分之假影，假影適合性分析模組160可指示使用一較高解析度物鏡掃描所識別假影。針對接收處於或高於超解析度系統100之可接受適合性容差之適合性得分之假影，假影適合性分析模組160可指示針對所偵測假影產生超解析度影像。

【0066】 分類器亦可用於自動調整用於判定一假影對超解析度成像之適合性之可接受適合性容差。一回饋機構可將資料提供至分類器，該分

類器基於由超解析度系統100使用之一或多個底層人工智慧演算法之歷史效能資料及/或改良自動影響可接受適合性容差。例如，最初可設定一可接受適合性容差，使得接收一字母等級C及以上或一數字等級50及以上之全部偵測假影被視為適合於超解析度成像。若來自超解析度分析模組180之回饋展示判定為適合之大量假影最終產生低可信度超解析度影像，則分類器可提高可接受適合性容差，從而使假影更難以被分類為適合。相反地，若來自超解析度模組170之回饋展示其模型已改良且更能夠產生先前分類為不適合之缺陷之超解析度影像，則分類器可降低可接受適合性容差，從而使假影更容易被分類為適合。

【0067】 亦可基於所檢查之一樣品及/或一樣品之一區域之重要性自動調整由假影適合性分析器模組160用於判定適合性之可接受適合性容差。例如，假影適合性分析器模組160可針對被視為重要之樣品及/或一樣品之區域向上調整可接受適合性容差及/或針對不被視為重要之樣品及/或一樣品之區域向下調整可接受適合性容差。

【0068】 應注意，適合性分析器模組160不限於採用人工智慧來判定一假影對超解析度成像之適合性。在一些實施例中，假影適合性分析器模組160可經預程式化以辨識適合及不適合假影。基於預程式化資料，適合性分析器模組160可處理一或多個低解析度影像以判定(若干)低解析度影像是否包含類似於預程式化假影之任何假影且基於預程式化假影之適合性判定適合性。

【0069】 在操作中，在一些實施例中，由假影適合性分析模組160使用之人工智慧演算法可係基於比較所偵測假影之特性及/或內容脈絡資料與訓練資料之特性及/或內容脈絡資料以產生一適合性得分。例如，若

一所偵測假影非常類似於來自接收一得分A之訓練資料之一假影，則假影適合性分析模組160可將一類似得分指派至所偵測假影。

【0070】 在進一步實施例中，由假影適合性分析模組160使用之人工智慧演算法可係基於比較所偵測假影之特性及/或內容脈絡資料與產生高可信度超解析度影像(例如，如由超解析度分析模組180判定)之訓練資料之特性及/或內容脈絡資料以產生一適合性得分。例如，假影適合性分析模組160可將一較低得分指派至類似於產生低可信度超解析度影像之訓練資料之所偵測假影且將一較高得分指派至類似於產生高可信度超解析度影像之訓練資料之所偵測假影。

【0071】 在另一實施例中，由假影適合性分析模組160使用之人工智慧演算法可係基於比較一樣品上之所偵測假影與相同或類似類型樣品之一高解析度影像(亦稱為實況高解析度影像)中之假影。若所偵測假影對應於實況高解析度掃描中之兩個或兩個以上假影，且所偵測假影之內容脈絡資料不提供額外資訊，則假影適合性分析模組160可指派一低適合性得分。相反地，若所偵測假影對應於實況高解析度影像中之僅一個假影，則假影適合性分析模組160可將一高適合性得分指派至所偵測假影。

【0072】 在一些實施例中，假影適合性分析模組160亦可經組態以記錄所識別假影、其等之適合性得分及執行分析之可接受適合性容差。

【0073】 在一些實施例中，超解析度模組170可經組態以接收經判定為適合於超解析度產生之一樣品的一或多個低解析度影像，且從(若干)所接收影像產生一或多個超解析度影像。替代地，超解析度模組170可經組態以接收一樣品之一或多個低解析度影像而無關於低解析度影像是否被視為實際上適合於超解析度產生，且從所接收影像產生一或多個超解析度

影像。在一些實施例中，一或多個人工智慧演算法可用於從一或多個低解析度影像產生一或多個超解析度影像。在一些實施例中，超解析度模組 170 使用的演算法可考量內容脈絡資料，如樣品上之假影的位置、所檢測之樣品的類型、假影與在相同或類似樣品上偵測到之其他假影之一比較、一參考設計、在不同聚焦位準下及/或使用不同照明技術取得的低解析度影像、在不同聚焦位準下及/或使用不同照明技術取得的高解析度影像等。在進一步實施例中，超解析度模組 170 使用的演算法可包含分類一假影以及識別其大小、形狀、組合物、樣品上的位置及/或任何其他適合特性，以推斷一精準高解析度影像。

【0074】 超解析度模組 170 採用的超解析度方法可包含(但不限於)內插、自低解析度深度影像圖框之超解析、透過融合深度影像及高解析度彩色影像之超解析、基於實例之超解析，及基於邊緣引導方法之深度影像超解析。

【0075】 以下項目描述可經調適以供超解析度模組 170 使用之內插的一些實例：Xie, J. 等人之「Edge-guided Single Depth Image Super-resolution」，IEEE Trans. Image Process，2016 年，25，第 428 頁至第 438 頁；Prajapati, A. 等人之「Evaluation of Different Image Interpolation Algorithms」，Int. J. Comput. Appl.，2012 年，58，第 466 頁至第 476 頁；Pang, Z. 等人之「An Improved Low-cost Adaptive Bilinear Image Interpolation Algorithm」，In Proceedings of the 2nd International Conference on Green Communications and Networks，Chongqing，China，2012 年 12 月 14 日至 16 日；Springer: Berlin/Heidelberg，Germany，2013，第 691 頁至第 699 頁；Ning, L. 等人

之「An Interpolation Based on Cubic Interpolation Algorithm」, In Proceedings of the International Conference Information Computing and Automation, Chengdu, China, 2007年12月20日至22日, 第1542頁至第1545頁, 其等之全部內容係以引用的方式併入本文中。所揭示方法僅係實例且不旨在係限制性。

【0076】 以下項目描述可經調適以供超解析度模組170使用之自低解析度深度影像圖框之超解析的一些實例：Schuon, S.等人之「LidarBoost: Depth Superresolution for ToF 3D Shape Scanning」, In Proceedings of the 2009 the 22nd International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Miami, FL, USA, 2009年6月20日至25日, 第343頁至第350頁；Rajagopalan, A.N.等人之「Resolution Enhancement of PMD Range Maps」, In Proceedings of the Joint Pattern Recognition Symposium, Munich, Germany, 2008年6月10日至13日；Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2008, 第304頁至第313頁；Al Ismaeil, K.等人之「Dynamic Super-resolution of Depth Sequences with Non-rigid Motions」, In Proceedings of the 2013 20th IEEE International Conference on Image, Melbourne, Australia, 2013年9月15日至18日, 第660頁至第664頁；Gevrekci, M.等人之「Depth Map Super-resolution」, In Proceedings of the 2011 18th IEEE International Conference on Image, Brussels, Belgium, 2011年9月11日至14日；第3449頁至第3452頁, 其等之全部內容係以引用的方式併入本文中。所揭示方法僅係實例且不旨在係限制性。

【0077】 以下項目描述可經調適以供超解析度模組170使用之透過

融合深度影像及高解析度彩色影像之超解析之一些實例：Ferstl, D.等人之「Image Guided Depth Upsampling Using Anisotropic Total Generalized Variation」，In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, Sydney, NSW, Australia, 2013年12月1日至8日，第993頁至第1000頁；Yang, Q.等人之「Spatial-Depth Super-resolution for Range Images」，In Proceedings of the 2007 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Minneapolis, MN, USA, 2007年6月17日至22日，第1頁至第8頁；Lo, K.H.等人之「Edge-Preserving Depth Map Upsampling by Joint Trilateral Filter」，IEEE Trans. Cybern., 2017, 13, 第1頁至第14頁，其等之全部內容以引用的方式併入本文中。所揭示方法僅係實例且不在係限制性。

【0078】以下項目描述可經調適以供超解析度模組170使用之基於實例之超解析之一些實例：Timofte, R.等人之「A+: Adjusted Anchored Neighborhood Regression for Fast Super-Resolution」，In Proceedings of the Asian Conference on Computer Vision, Singapore, 2014年11月1日至5日；Springer: Cham, Switzerland, 2014, 第111頁至第126頁；Yang, J.等人之「Image Super-resolution via Sparse Representation」，IEEE Trans. Image Process, 2010年, 19, 第2861頁至第2873頁；Xie, J.等人之「Single Depth Image Super-resolution and Denoising via Coupled Dictionary Learning with Local Constraints and Shock Filtering」，In Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), Chengdu, China, 2014年7月14日至18日，第1頁至

第6頁；Kim, J.等人之「Accurate Image Super-resolution Using Very Deep Convolutional Networks」, In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Las Vegas, NV, USA, 2016年6月27日至30日, 第1646頁至第1654頁, 其等之全部內容以引用的方式併入本文中。所揭示方法僅係實例且不旨在係限制性。

【0079】 以下項目描述可經調適以供超解析度模組170使用之基於邊緣引導方法之深度影像超解析之一實例：Zhou, D.等人之「Depth Image Super-resolution Based on Edge-Guided Method」, Appl. Sci., 2018年, 8, 第298頁, 其之全部內容以引用的方式併入本文中。所揭示方法僅係一實例且不旨在係限制性。

【0080】 在一些實施例中, 可僅使用低解析度影像訓練由超解析度模組170使用之一人工智慧演算法。

【0081】 在一些實施例中, 超解析度分析模組180可經組態以從超解析度模組170及/或從任何電腦可讀媒體接收一或多個超解析度影像, 且判定一假影之各超解析度影像之一影像類別(或等級)。在一些實施例中, 一或多個人工智慧演算法可用於判定一假影之超解析度影像之一影像類別。在一些實施例中, 影像類別可為二元類別(例如, 「高可信度超解析度影像」及「低可信度超解析度影像」)。在其他實施例中, 類別可提供較大或較高解析度類別區別(例如, 一字母等級A至F, 其中A指示最佳等級且其中F指示最差等級, 或一數字等級1至100, 其中1指示最差等級且100指示最佳等級)。

【0082】 在一些實施例中, 超解析度分析模組180可應用一分類演算法以判定一超解析度影像之一影像等級。在一些實施例中, 首先使用訓

練資料訓練分類演算法以識別作為高可信度超解析度影像之假影之超解析度影像與作為低可信度超解析度影像之假影之超解析度影像之共用特性。在一些實施例中，訓練資料可包含由超解析度系統100檢查之假影/樣品類型之超解析度影像之實例及其等之對應影像得分/等級及/或與相同或類似類型之樣品/假影之實際高解析度影像之交叉對應性。在一些實施例中，分類演算法可基於一參考設計、相同或類似樣品類型之一實況高解析度影像、相同或類似假影類型之一實況高解析度影像、一假影之類型、大小、形狀、組合物、樣品上之位置及/或任何其他適合特性作出有關一影像類別之推斷。在一些實施例中，訓練資料亦可包含基於所成像之一樣品之一部分之明確影像類別指派、一假影位置(即，一樣品上之一假影之位置)、一參考設計、一實況高解析度影像、假影之類型及/或其大小、形狀及/或組合物。

【0083】 一旦訓練分類演算法，便可由超解析度分析模組180將其應用於判定由超解析產生之一假影之一影像之一影像類別。

【0084】 一支援向量機(SVM)係可採用之一分類器之一實例。亦可使用有向及無向模型分類方法且其等包含例如樸素貝葉斯、貝葉斯網路、決策樹，且可採用提供不同獨立型樣之概率分類模型。如本文中使用的分類亦包含可用於開發優先模型之統計迴歸。

【0085】 在超解析度操作300進行時，所揭示標的物可採用經由通用訓練資料、外來資訊(例如，參考設計、相同或類似類型樣品/假影之實況高解析度影像)及/或來自超解析度系統100之回饋訓練之分類器。例如，SVM可在一分類器建構器及特徵選擇模組內經由一學習或訓練階段進行組態。因此，(若干)分類器可用於自動執行數個功能，包含(但不限

於)以下：判定一超解析度影像之內容脈絡資料(例如，樣品上之假影之位置、所檢測之樣品之類型、類似樣品上之類似假影、一參考設計、相同或類似類型樣品之一實況高解析度影像、相同或類似類型假影之一實況高解析度影像)；及分析假影之大小、形狀、組合物以較佳地分類假影，以便正確地判定一假影之一超解析度影像之影像等級。

【0086】 參考圖6，該圖繪示根據所揭示標的物之一些實施例之一方案，其中假影610之超解析度影像分類為兩個類別：低可信度超解析度影像及高可信度超解析度影像。此僅為一實例且可採用複數個其他訓練集以提供較大或較高解析度類別區別(例如，類別可表示不同影像等級A、B、C、D、E及F或影像得分1至100)。可藉由作為假影之高可信度超解析度影像之一已知超解析度影像群組615及表示假影之低可信度超解析度影像之一已知超解析度影像群組617訓練模擬影像分類器620。在其他實施例中，可藉由表示不同影像等級之一已知超解析度影像群組訓練模擬影像分類器620。可將待分析之假影610之超解析度影像輸入至模擬影像分類器620中，該模擬影像分類器620可輸出一可信區間625，該可信區間625可量測所分析之超解析度影像落入一特定類別(例如，高可信度超解析度影像及低可信度超解析度影像)中之可能性。在一些實施例中，模擬影像分類器620亦可輸出一類別630，該類別630指示超解析度影像最可能落入之類別。亦可在需要的情況下添加進一步類別(例如，一字母或數字等級)。

【0087】 在其中超解析度分析模組180以一非二元方式判定影像分類(例如，以等級或數字為一超解析度影像計分)之實施例中，超解析度分析模組180可經組態以比較所判定影像等級與超解析度系統100之一可接

受影像容差(如由一操作者、硬體/韌體/軟體約束、行業方針及/或任何其他適合標準定義)。針對接收低於超解析度系統100之可接受影像容差之影像得分之超解析度影像，超解析度分析模組180可指示使用一較高解析度物鏡掃描超解析度影像中之假影。影像容差及由超解析度分析模組180指派之對應影像得分可指示一超解析度影像是否係一高可信度超解析度影像或一低可信度超解析度影像。例如，可將具有處於或高於一可接受影像容差之影像得分之超解析度影像識別為高可信度超解析度影像。相反地，可將具有低於一可接受影像容差之影像得分之超解析度影像識別為低可信度超解析度影像。針對接收處於或高於超解析度系統100之可接受影像容差之影像得分之超解析度影像，可將超解析度影像提供至影像組裝模組190。

【0088】分類器亦可用於自動調整用於判定由超解析呈現之一假影是否通過或未通過容差之可接受影像容差。一回饋機構可將資料提供至分類器，該分類器基於由超解析度系統100使用之一或多個底層人工智慧演算法之歷史效能資料及/或改良自動影響容差。例如，分類器可基於關於被正確及/或不正確地分類為高或低可信度超解析度影像之超解析度影像之回饋調整容差。例如，若來自假影比較模組195之回饋展示大量超解析度影像必須使用一較高解析度物鏡重新掃描，則分類器可提高可接受影像容差，從而使超解析度影像更難以符合資格。在一些實施例中，若來自超解析度模組170之回饋展示其模型已改良且更能夠模擬先前被分類為低可信度超解析度影像之超解析度影像之高解析度影像，則分類器可降低可接受影像容差，從而使超解析度影像更容易符合資格。

【0089】亦可基於所檢查之一樣品及/或一樣品之一區域之重要性自

動調整由超解析度分析模組180用於判定一可接受影像容差之影像容差。例如，超解析度分析模組180可針對被視為重要之樣品及/或一樣品之區域向上調整可接受影像容差及/或針對不被視為重要之樣品及/或一樣品之區域向下調整可接受影像容差。

【0090】 應注意，超解析度分析模組180不限於採用人工智慧來判定超解析度影像之一影像等級。在一些實施例中，超解析度分析模組180可經預程式化以辨識具有可接受及不可接受影像等級之假影之超解析度影像。基於預程式化資料，超解析度分析模組180可處理一或多個超解析度影像以判定該(等)超解析度影像是否包含類似於預程式化影像之任何影像且基於預程式化超解析度及/或高解析度影像之影像等級判定可接受影像等級。

【0091】 在操作中，在一些實施例中，由超解析度分析模組180使用之人工智慧演算法可係基於比較超解析度影像之特性及/或內容脈絡資料與訓練資料之特性及/或內容脈絡資料以產生一影像得分。例如，若一假影之一超解析度影像非常類似於來自接收一影像得分A之訓練資料集之一假影之一超解析度影像，則超解析度分析模組180可將一類似得分指派至超解析度影像。

【0092】 在另一實施例中，由超解析度分析模組180使用之人工智慧演算法可係基於比較在一樣品上找到之一假影之超解析度影像與相同或類似類型假影或樣品之一高解析度影像。若超解析度分析模組180找到一緊密對應性，則其可將一高影像得分指派至超解析度影像。相反地，若超解析度分析模組180找到一較差對應性，則其可將一低影像得分指派至超解析度影像。

【0093】 在一些實施例中，超解析度分析模組180亦可經組態以記錄所接收超解析度影像及其等之影像等級以及執行分析之可接受影像容差。

【0094】 在一些實施例中，影像組裝模組190可經組態以將超解析度影像及實際高解析度影像一起組裝且拼接為一樣品之一單一相干影像。在一些實施例中，一樣品之各影像被稱為一影像塊(tile)，其中各影像塊可由其在一樣品空間中之XY座標位置而定位。針對產生一低可信度超解析度影像或被判定為不適於超解析度成像且因此被指定由一高解析度物鏡掃描之假影，高解析度物鏡可接著掃描表示含有所識別假影之影像塊或若干影像塊之樣品上之區域。類似地，超解析度模組170可模擬含有被判定為適合於超解析度成像之假影之整個影像塊或若干影像塊。影像塊之高解析度影像及影像塊之超解析度影像可基於其等之XY座標位置及/或基於特徵之對位方法拼接在一起。此僅係可如何組裝一單一相干影像之一個實例，且可執行用於完成此之其他適合方法。在一些實施例中，超解析度模組170可模擬整個樣品(甚至指示為不適於超解析度成像之樣品部分)且影像組裝模組190可將不適合部分替換為該等部分之高解析度影像。影像組裝模組190可使用一高解析度影像塊之XY位置以及識別高解析度影像塊與超解析度影像塊之間的類似特徵以判定將高解析度影像塊放置於何處。一旦影像組裝模組190定位高解析度影像塊之正確位置，超解析度影像塊便可被替換為高解析度影像塊。雖然上述方法假定每影像塊不超過一單一假影，但該方法可經調適以適應每影像塊多個假影。

【0095】 在一些實施例中，假影比較模組195可經組態以(例如，從影像組裝模組190及/或任何適合電腦可讀媒體)接收一樣品之一單一相干

影像且判定樣品之假影總數。假影比較模組195可比較總數與所掃描樣品類型之一典型容差或基於針對超解析度系統100定義之一容差(藉由一操作者、硬體/韌體/軟體約束、行業方針及/或任何其他適合標準)。在一些實施例中，若假影之總數超過或低於所掃描樣品類型之容差及/或超解析度系統100之定義容差，則超解析度分析模組180可基於來自假影比較模組195之回饋選擇使用高解析度物鏡132或135重新掃描之低於一較高可接受影像容差之一第二組超解析度影像。特定言之，超解析度分析模組180可選擇一組超解析度影像作為進一步控制超解析度系統100之操作之部分以產生一樣品之一或多個高解析度影像。例如，若超解析度分析模組180之可接受影像容差最初設定為50%，且假影比較模組195判定針對樣品偵測之假影總數對於所檢查樣品類型似乎並非典型(如上文說明)，則超解析度分析模組180可將可接受影像容差提高至60%，且將使用一高解析度物鏡重新掃描經指派50%至59%之間的一影像等級之超解析度影像。對超解析度分析模組180之回饋及對可接受影像容差之調整可視需要發生多次。

【0096】 在一些實施例中，若假影之總數超過或低於所掃描樣品類型之一容差及/或超解析度系統100之定義容差，則假影適合性分析模組160可選擇使用高解析度物鏡135重新掃描之低於一較高可接受適合性容差之一第二組假影。特定言之，假影適合性分析模組160可選擇一組第二假影作為進一步控制超解析度系統100之操作之部分以產生一樣品之一或多個高解析度影像。例如，若假影適合性分析模組160之可接受適合性容差最初設定為50%，且假影比較模組195判定針對樣品偵測之假影總數對於所檢查樣品類型似乎並非典型(如上文說明)，則假影適合性分析模組160可將適合性臨限值提高至60%且將使用一高解析度物鏡重新掃描經指

派50%至59%之間的一適合性得分之假影。對假影適合性分析模組160之回饋及對可接受適合性容差之調整可視需要發生多次。

【0097】 在一些實施例中，若假影之總數超過或低於所掃描樣品類型之一容差及/或針對超解析度系統100定義之一容差，則假影比較模組195可判定超解析度模組170使用一不適合人工智慧模型來產生超解析度影像且指導超解析度模組170使用一不同人工智慧模型來產生一特定樣品之超解析度影像。特定言之，超解析度模組170可使用不同人工智慧模型作為進一步控制超解析度系統100之操作之部分以產生一樣品之一或多個高解析度影像。

【0098】 儘管本文中之描述係指分析假影，然此處描述之機構亦可用於分析一樣品之區域。例如，代替基於分析假影而判定適合性，假影適合性分析模組160可基於分析一樣品之相異區域而判定適合性。類似地，代替基於分析使用超解析產生之假影而判定影像等級，超解析度分析模組180可基於分析使用超解析呈現之一樣品之相異區域而判定影像等級。

【0099】 超解析度系統100之組件之功能性可組合至一單一組件中或遍佈若干組件。在一些實施例中，可與顯微術檢測系統110遠端地執行一些組件之功能性(例如，高解析度物鏡132或135之高解析度掃描及電腦系統150之電腦處理)。

【0100】 應注意，超解析度系統100可包含未展示之其他適合組件。另外或替代地，可省略包含於超解析度系統100中之一些組件。

【0101】 在一些實施例中，任何適合電腦可讀媒體可用於儲存用於執行本文中描述之功能及/或程序之指令。例如，在一些實施例中，電腦可讀媒體可為暫時性或非暫時性的。例如，非暫時性電腦可讀媒體可包含

媒體，諸如非暫時性磁性媒體(諸如硬碟、軟碟等)、非暫時性光學媒體(諸如光碟、數位視訊光碟、藍光光碟等)、非暫時性半導體媒體(諸如快閃記憶體、電可程式化唯讀記憶體(EPROM)、電可擦除可程式化唯讀記憶體(EEPROM)等)、在傳輸期間並非短暫的或無任何永久相似性之任何適合媒體及/或任何適合有形媒體。作為另一實例，暫時性電腦可讀媒體可包含網路上之信號、電線、導體、光纖、電路及在傳輸期間係短暫的且無任何永久相似性之任何適合媒體及/或任何適合無形媒體中之信號。

【0102】 本文中描述之各種系統、方法及電腦可讀媒體可實施為一雲端網路環境之部分。如此文中使用，一基於雲端之運算系統係將虛擬化運算資源、軟體及/或資訊提供至用戶端裝置之一系統。可藉由維持邊緣裝置可透過一通信介面(諸如一網路)存取之集中服務及資源而虛擬化運算資源、軟體及/或資訊。雲端可經由雲端元件提供各種雲端運算服務，諸如軟體即服務(SaaS) (例如，協作服務、電子郵件服務、企業資源規劃服務、內容服務、通信服務等)、基礎設施即服務(IaaS) (例如，安全服務、網路連結服務、系統管理服務等)、平台即服務(PaaS) (例如，網路服務、串流服務、應用程式開發服務等)及其他類型之服務，諸如桌面即服務(DaaS)、資訊技術管理即服務(ITaaS)、管理軟體即服務(MSaaS)、行動後端即服務(MBaaS)等。

【0103】 提供本文中描述之實例(以及表達為「諸如」、「例如」、「包含」及類似物之子句)不應被解釋為將所主張標的物限制於特定實例；實情係，該等實例旨在僅繪示許多可行態樣之一些。亦應注意，如本文中使用，術語機構可涵蓋硬體、軟體、韌體或其等之任何適合組合。

【0104】 除非另有明確說明，否則如從上文論述明白，應瞭解貫穿

描述，利用諸如「判定」、「提供」、「識別」、「比較」或類似物之術語之論述係指一電腦系統或類似電子運算裝置之動作及程序，其操縱及變換表示為電腦系統記憶體或暫存器或其他此類資訊儲存、傳輸或顯示裝置內之物理(電子)量之資料。

【0105】 本發明之某些態樣包含本文中描述之程序步驟及指令，其等呈一演算法之形式。應注意，本發明之程序步驟及指令應體現在軟體、韌體或硬體中，且當體現在軟體中時，可被下載以駐留於由即時網路作業系統使用之不同平台上且從不同平台操作。

【0106】 本發明亦係關於用於執行本文中之操作之一設備。此設備可為所需目的而特別建構，或其可包括藉由儲存於可由電腦存取之一電腦可讀媒體上之一電腦程式選擇性地啟動或重組態之一通用電腦。此一電腦程式可儲存於一電腦可讀儲存媒體中，諸如(但不限於)任何類型之磁碟，包含軟碟、光碟、CD-ROM、磁光碟、唯讀記憶體(ROM)、隨機存取記憶體(RAM)、EPROM、EEPROM、磁卡或光學卡、特定應用積體電路(ASIC)或適合於儲存電子指令之任何類型之非暫時性電腦可讀儲存媒體。此外，說明書中提及之電腦可包含一單一處理器或可為採用多處理器設計以增加運算能力之架構。

【0107】 本文中呈現之演算法及操作並非固有地係關於任何特定電腦或其他設備。各種通用系統亦可與根據本文中之教示之程式一起使用，或可證明便於建構更多專用設備以執行所要方法步驟。熟習此項技術者將明白各種此等系統之所需結構連同等效變動。另外，未參考任何特定程式設計語言描述本發明。應瞭解，各種程式設計語言可用於實施如本文中描述之本發明之教示，且對特定語言之任何參考經提供用於揭示本發明之實

現及最佳模式。

【0108】 已特別參考此等所繪示實施例詳細描述超解析度回饋控制機構、方法及系統。然而，將明白，可在如前述說明書中描述之本發明之精神及範疇內做出各種修改及改變，且此等修改及改變應被視為本發明之等效物及部分。本發明之範疇僅受限於下文發明申請專利範圍。

【符號說明】

【0109】

- 100 超解析度系統
- 110 顯微術檢測系統
- 115 照明源
- 117 光源
- 118 反射光照明器
- 119 換鏡轉盤
- 120 成像裝置
- 122 相機
- 123 鏡筒透鏡
- 125 載物台
- 130 低解析度物鏡
- 132 高解析度物鏡
- 135 高解析度物鏡
- 140 控制模組
- 150 電腦系統
- 160 假影適合性分析模組

170	超解析度模組
180	超解析度分析模組
190	影像組裝模組
195	假影比較模組
300	超解析度操作
310	方塊
320	方塊
330	方塊
340	方塊
350	方塊
360	方塊
370	方塊
510	假影
515	已知假影群組
517	已知假影群組
520	適合性分類器
525	純量數字
530	類別
610	假影
615	已知超解析度影像群組
617	已知超解析度影像群組
620	模擬影像分類器
625	可信區間
630	類別

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種用於透過一超解析度系統而基於一樣品之一低解析度影像來產生該樣品之一超解析度影像之方法，其包括：

使用一顯微術檢測系統之一低解析度物鏡來獲得該樣品之該低解析度影像；

使用一超解析度影像模擬從該樣品之該低解析度影像產生該樣品之至少一部分之該超解析度影像；

基於該超解析度影像與使用一模擬影像分類器所識別之一或多個相關樣品之至少一部分之一或多個實際掃描高解析度影像之間的一或多個等效程度來識別該超解析度影像之一精準度評估；

基於該超解析度影像之該精準度評估來判定是否進一步處理該超解析度影像；

若基於該超解析度影像之該精準度評估判定進一步處理該超解析度影像，則使用該顯微術檢測系統之一高解析度物鏡來獲得該樣品之該至少部分的一或多個高解析度影像；

組裝該超解析度影像與該樣品之該至少部分之該一或多個高解析度影像以形成該樣品之該至少部分之一單一相干影像作為進一步處理該超解析度影像的部分；

識別該樣品之該至少部分之該單一相干影像中之一假影總數；

比較該單一相干影像中之該假影總數與一預定義容差假影數目以判定該單一相干影像中之該假影總數與該預定義容差假影數目之一關係；及

進一步控制該超解析度系統之操作，以根據該單一相干影像中之該

假影總數與該預定義容差假影數目之該關係而基於該樣品之一或多個低解析度影像來產生該樣品之一或多個高解析度影像。

【第2項】

如請求項1之方法，其中使用該高解析度物鏡獲得之該樣品之該至少部分之該一或多個高解析度影像係該低解析度影像中之一或多個假影的高解析度影像。

【第3項】

如請求項1之方法，其中基於與一或多個相關樣品相關聯之一容差假影數目、行業方針、硬體約束、韌體約束、軟體約束及該顯微術檢測系統之一操作者之約束之一或多者來預定義該預定義容差假影數目。

【第4項】

如請求項1之方法，進一步包括：

偵測該低解析度影像中之一或多個假影；

識別該一或多個假影對從該低解析度影像產生該樣品之該至少部分之該超解析度影像之一適合性；及

基於該一或多個假影對產生該超解析度影像之該適合性，判定是否進一步處理該超解析度影像。

【第5項】

如請求項4之方法，其中將該一或多個假影識別為不適於產生該超解析度影像。

【第6項】

如請求項5之方法，進一步包括：

若基於該一或多個假影對產生該超解析度影像之該適合性判定進一

步處理該超解析度影像，則使用該顯微術檢測系統之該高解析度物鏡來獲得該一或多個假影之該一或多個高解析度影像；及

組裝該超解析度影像與該一或多個假影之該一或多個高解析度影像以形成該樣品之該至少部分之一單一相干影像作為進一步處理該超解析度影像的部分。

【第7項】

如請求項4之方法，其中藉由從適合於超解析度成像之一第一已知假影群組及不適於超解析度成像之一第二已知假影群組訓練之一適合性分類器來識別該一或多個假影對產生該超解析度影像之該適合性。

【第8項】

如請求項1之方法，其中使用兩個或兩個以上不同影像可信度判定下之複數個已知超解析度影像來訓練該模擬影像分類器。

【第9項】

一種超解析度系統，其包括：

一顯微術檢測系統，用於檢測一樣品，該顯微術檢測系統包括：

一低解析度物鏡；

一高解析度物鏡；

一或多個處理器；及

至少一個非暫時性電腦可讀儲存媒體，其中儲存當由該一或多個處理器執行時導致該一或多個處理器執行操作之指令，該等操作包括：

使用一顯微術檢測系統之該低解析度物鏡來獲得該樣品之一低解析度影像；

使用一超解析度影像來模擬從該樣品之該低解析度影像產生該樣品

之至少一部分之一超解析度影像；

基於該超解析度影像與一或多個相關樣品之至少一部分之一或多個實際掃描高解析度影像之間的一或多個等效程度來識別該超解析度影像之一精準度評估；

基於該超解析度影像之該精準度評估來判定是否進一步處理該超解析度影像；

若基於該超解析度影像之該精準度評估判定進一步處理該超解析度影像，則使用該顯微術檢測系統之一高解析度物鏡來獲得該樣品之該至少一部分之一或多個高解析度影像；

組裝該超解析度影像與該樣品之該至少部分之該一或多個高解析度影像以形成該樣品之該至少部分之一單一相干影像作為進一步處理該超解析度影像之部分；

識別該樣品之該至少部分之該單一相干影像中之一假影總數；

比較該單一相干影像中之該假影總數與一預定義容差假影數目，以判定該單一相干影像中之該假影總數與該預定義容差假影數目之一關係；
及

進一步控制該超解析度系統之操作，以根據該單一相干影像中之該假影總數與該預定義容差假影數目之該關係而基於該樣品之一或多個低解析度影像來產生該樣品之一或多個高解析度影像。

【第10項】

如請求項9之系統，其中使用該高解析度物鏡獲得之該樣品之該至少部分之該一或多個高解析度影像係該低解析度影像中之一或多個假影的高解析度影像。

【第11項】

如請求項9之系統，其中該等指令在由該一或多個處理器執行時進一步導致該一或多個處理器執行包括以下步驟之操作：

偵測該低解析度影像中之一或多個假影；

識別該一或多個假影對從該低解析度影像產生該樣品之該至少部分之該超解析度影像之一適合性；及

基於該一或多個假影對產生該超解析度影像之該適合性來判定是否進一步處理該超解析度影像。

【第12項】

如請求項11之系統，其中將該一或多個假影識別為不適於產生該超解析度影像。

【第13項】

如請求項12之系統，其中該等指令在由該一或多個處理器執行時進一步導致該一或多個處理器執行包括以下步驟之操作：

若基於該一或多個假影對產生該超解析度影像之該適合性判定進一步處理該超解析度影像，則使用該顯微術檢測系統之該高解析度物鏡來獲得該一或多個假影之該一或多個高解析度影像；及

組裝該超解析度影像與該一或多個假影之該一或多個高解析度影像以形成該樣品之該至少部分之一單一相干影像作為進一步處理該超解析度影像之部分。

【第14項】

如請求項11之系統，其中藉由從適合於超解析度成像之一第一已知假影群組及不適於超解析度成像之一第二已知假影群組訓練之一適合性分

類器來識別該一或多個假影對產生該超解析度影像之該適合性。

【第15項】

如請求項9之系統，其中藉由使用兩個或兩個以上不同影像可信度判定下之複數個已知超解析度影像所訓練之一模擬影像分類器來識別該超解析度影像之該精準度評估。

【第16項】

一種非暫時性電腦可讀儲存媒體，其中儲存當由一或多個處理器執行時導致該一或多個處理器執行用於基於一樣品之一低解析度影像來產生該樣品之一超解析度影像之操作的指令，該等操作包括：

接收由一顯微術檢測系統之一低解析度物鏡擷取之該樣品之該低解析度影像；

使用一超解析度影像來模擬從該樣品之該低解析度影像產生該樣品之至少一部分之該超解析度影像；

基於該超解析度影像與使用一模擬影像分類器識別之一或多個相關樣品之至少一部分之一或多個實際掃描高解析度影像之間的一或多個等效程度來識別該超解析度影像之一精準度評估；

基於該超解析度影像之該精準度評估來判定是否進一步處理該超解析度影像；

若基於該超解析度影像之該精準度評估判定進一步處理該超解析度影像，則使用該顯微術檢測系統之一高解析度物鏡來獲得該樣品之該至少一部分之一或多個高解析度影像；

組裝該超解析度影像與該樣品之該至少一部分之該一或多個高解析度影像以形成該樣品之該至少一部分之一單一相干影像作為進一步處理該超解

析度影像之部分；

識別該樣品之該至少部分之該單一相干影像中之一假影總數；

比較該單一相干影像中之該假影總數與一預定義容差假影數目，以判定該單一相干影像中之該假影總數與該預定義容差假影數目之一關係；及

進一步控制一超解析度系統之操作，以根據該單一相干影像中之該假影總數與該預定義容差假影數目之該關係而基於該樣品之一或多個低解析度影像來產生該樣品之一或多個高解析度影像。

【第17項】

一種用於透過一超解析度系統基於一樣品之一低解析度影像來產生該樣品之一超解析度影像之方法，其包括：

使用一顯微術檢測系統之一低解析度物鏡來獲得該樣品之該低解析度影像；

使用一超解析度影像來模擬從該樣品之該低解析度影像產生該樣品之至少一部分之該超解析度影像；

基於該超解析度影像與使用一模擬影像分類器識別之一或多個相關樣品之至少一部分之一或多個實際掃描高解析度影像之間的一或多個等效程度來識別該超解析度影像之一精準度評估，該模擬影像分類器係使用兩個或兩個以上不同影像可信度判定下的複數個已知超解析度影像來訓練；

基於該超解析度影像之該精準度評估來判定是否進一步處理該超解析度影像；及

若判定進一步處理該超解析度影像，則進一步處理該超解析度影像。

【第18項】

一種超解析度系統，其包括：

一顯微術檢測系統，用於檢測一樣品，該顯微術檢測系統包括：

一低解析度物鏡；

一高解析度物鏡；

一或多個處理器；及

至少一個電腦可讀儲存媒體，其中儲存當由該一或多個處理器執行時導致該一或多個處理器執行操作之指令，該等操作包括：

使用一顯微術檢測系統之該低解析度物鏡來獲得該樣品之一低解析度影像；

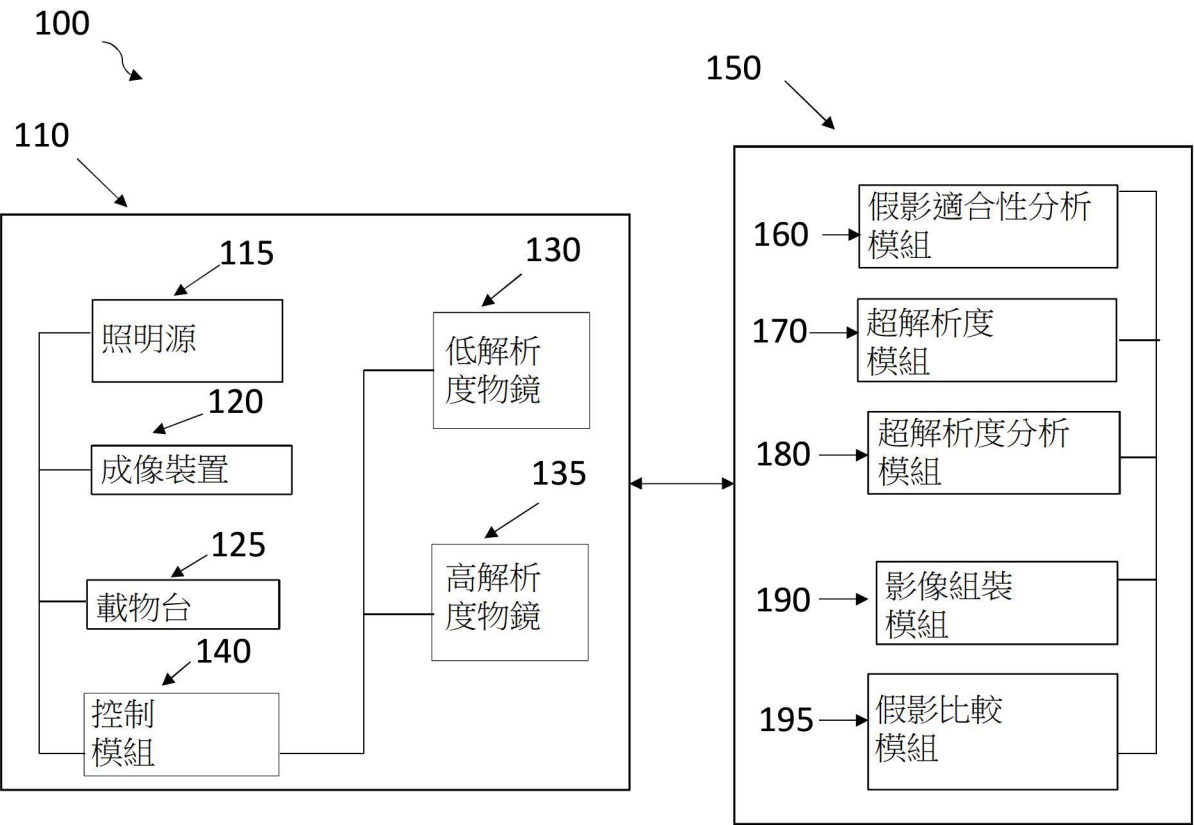
使用一超解析度影像來模擬從該樣品之該低解析度影像產生該樣品之至少一部分之一超解析度影像；

藉由使用兩個或兩個以上不同影像可信度判定下之複數個已知超解析度影像訓練之一模擬影像分類器而基於該超解析度影像與一或多個相關樣品之至少一部分之一或多個實際掃描高解析度影像之間的一或多個等效程度來識別該超解析度影像之一精準度評估；

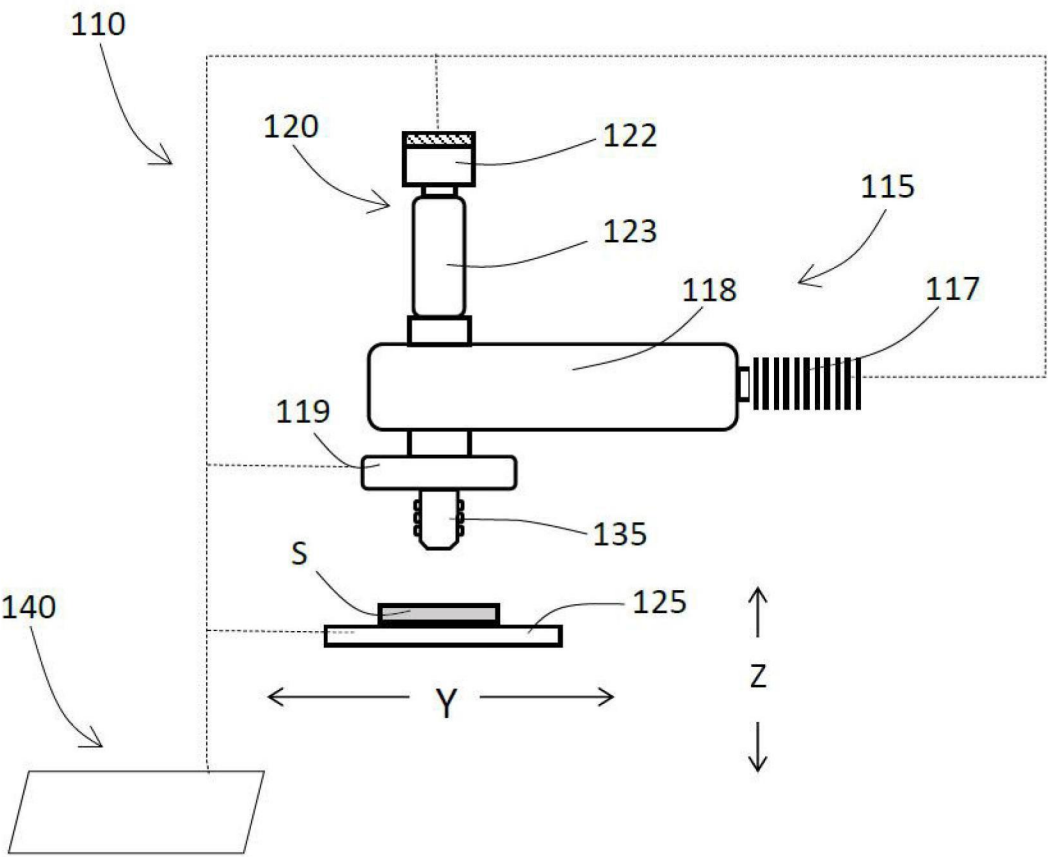
基於該超解析度影像之該精準度評估來判定是否進一步處理該超解析度影像；及

若判定進一步處理該超解析度影像，則進一步處理該超解析度影像。

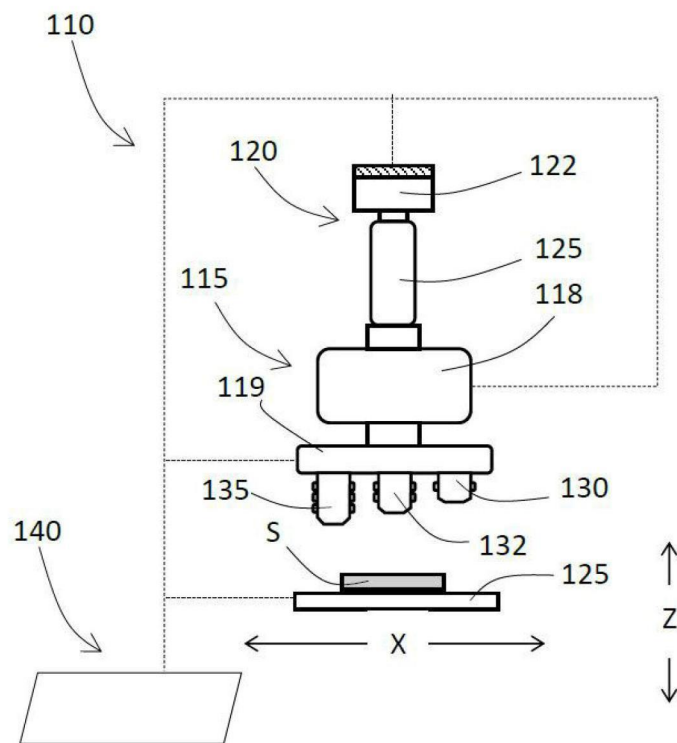
【發明圖式】



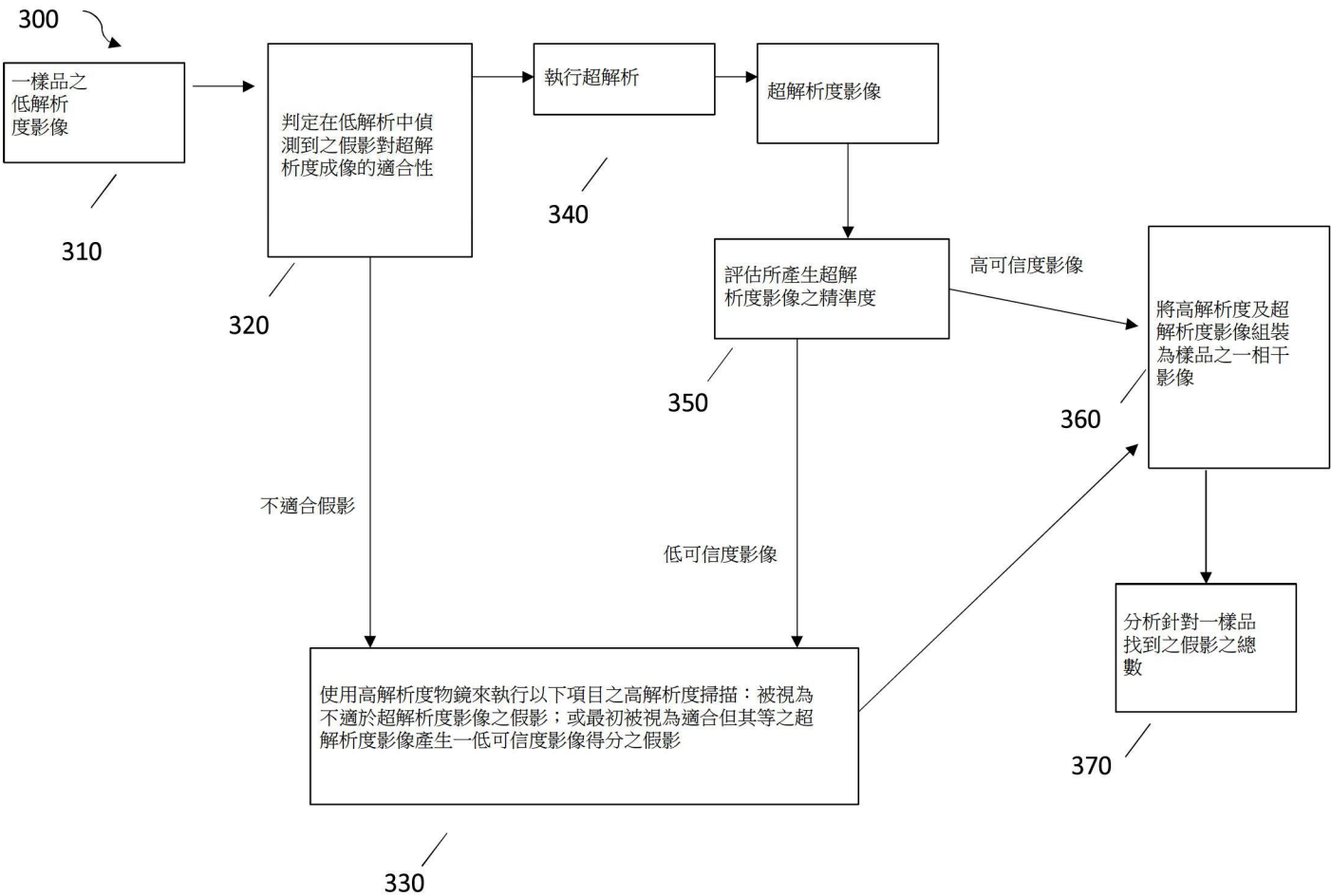
【圖1】



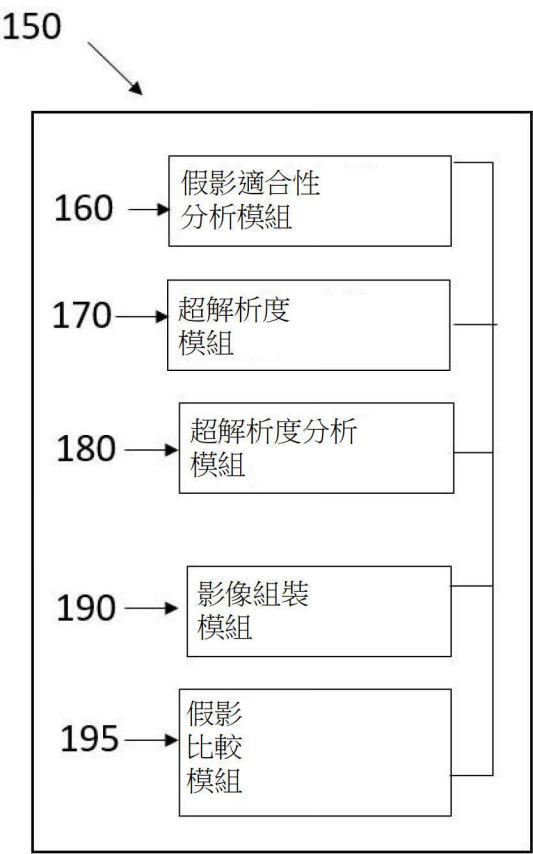
【圖2A】



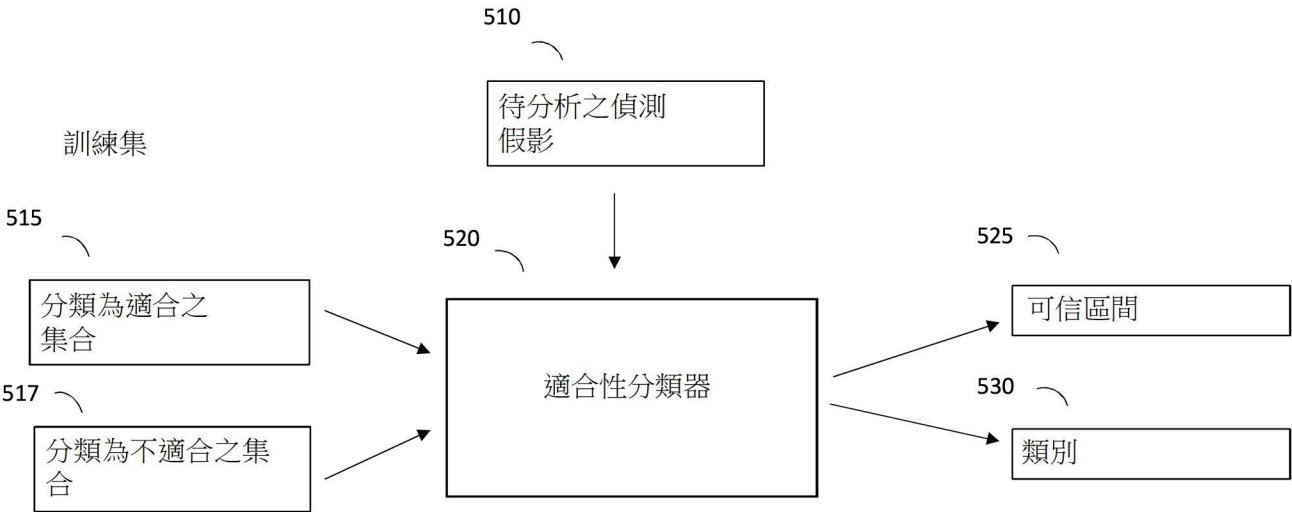
【圖2B】



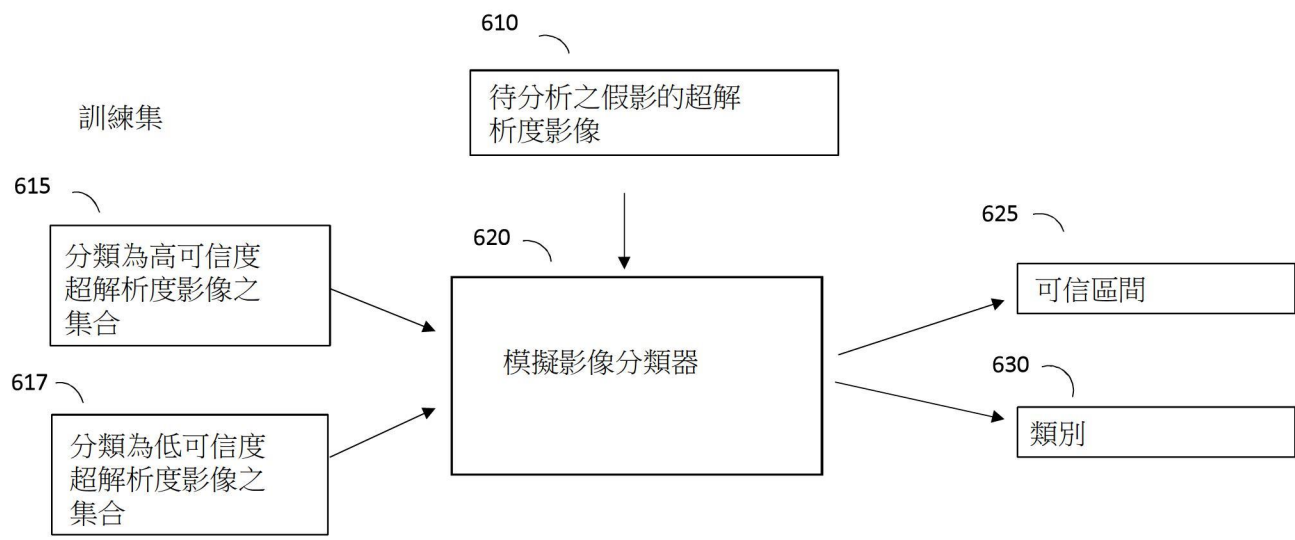
【圖3】



【圖4】



【圖5】



【圖6】