



(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 I778304 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：108140016

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 05 日

(51)Int. Cl. : **G03F1/22 (2012.01)****G03F7/20 (2006.01)****G03F9/00 (2006.01)**

(30)優先權：2018/11/16

歐洲專利局

18206696.9

2019/06/24

歐洲專利局

19181883.0

(71)申請人：荷蘭商 A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B.V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：舒密特 韋佛 艾密爾 彼得 SCHMITT-WEAVER, EMIL PETER (US)；巴塔哈

爾亞 卡司徒夫 BHATTACHARYYA, KAUSTUVE (US)；克爾斯 馬汀 KERS,

MARTIN (NL)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

WO 2018/153711A1

審查人員：謝宏榮

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：10 共 65 頁

(54)名稱

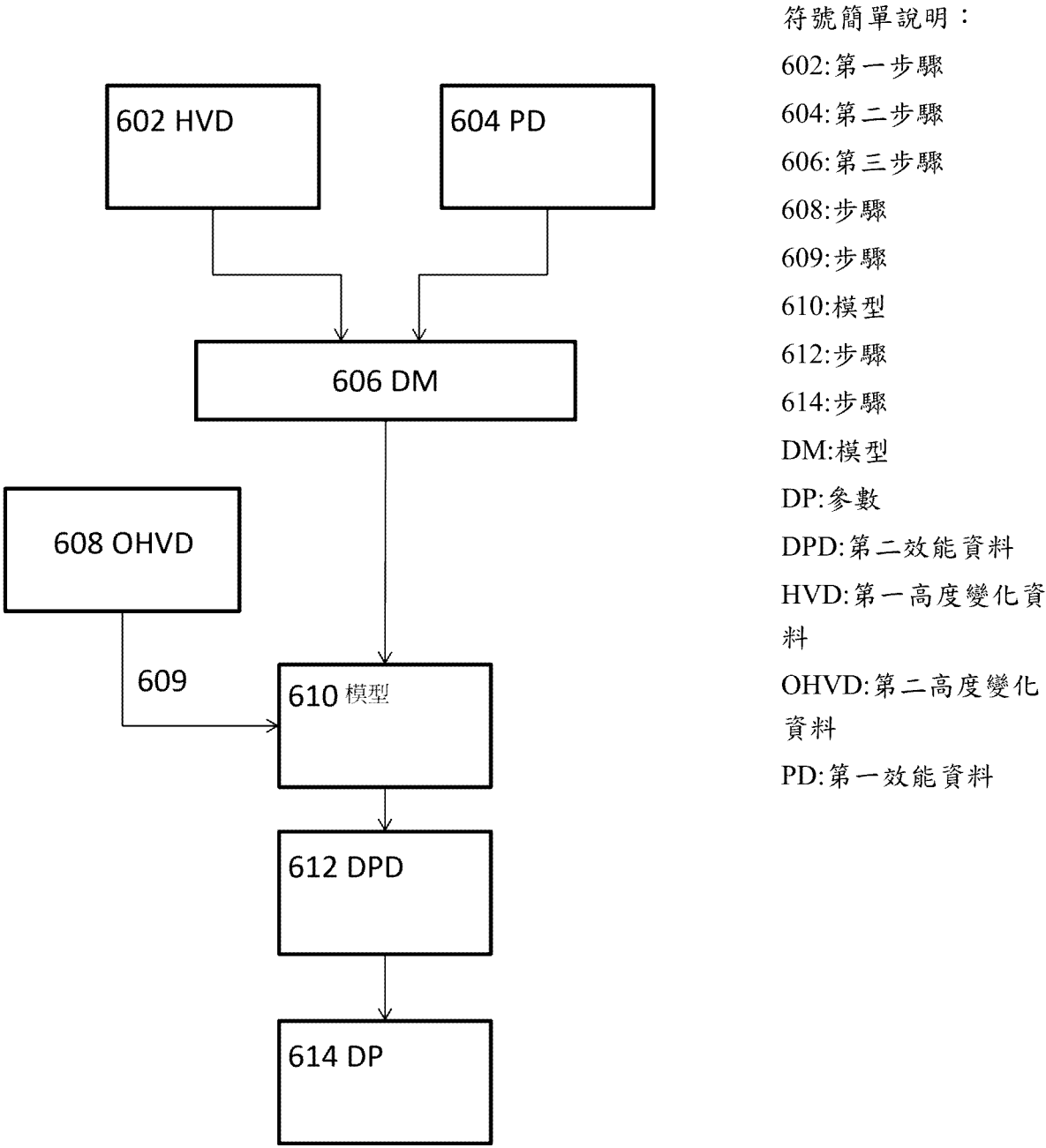
用於監測微影裝置之方法

(57)摘要

一種判定一微影裝置之一參數的方法，其中該方法包含提供一第一基板之第一高度變化資料(602)、提供一第一基板之第一效能資料(604)且基於該第一高度變化資料及該第一效能資料判定一模型(606)。該方法進一步包含獲得(608)一第二基板之第二高度變化資料，將該第二高度變化資料輸入(609)至該模型(610)，且藉由運行該模型來判定(612)該第二基板之第二效能資料。基於該第二效能資料，該方法判定(614)該裝置之一參數。

A method of determining a parameter of a lithographic apparatus, wherein the method comprises providing first height variation data (602) of a first substrate, providing first performance data (604) of a first substrate, and determining a model (606) based on the first height variation data and the first performance data. The method further comprises obtaining (608) second height variation data of a second substrate, inputting (609) the second height variation data to the model (610), and determining (612) second performance data of the second substrate by running the model. Based on the second performance data, the method determines (614) a parameter of the apparatus.

指定代表圖：



【圖5】



I778304

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於監測微影裝置之方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR MONITORING LITHOGRAPHIC APPARATUS

【中文】

一種判定一微影裝置之一參數的方法，其中該方法包含提供一第一基板之第一高度變化資料(602)、提供一第一基板之第一效能資料(604)且基於該第一高度變化資料及該第一效能資料判定一模型(606)。該方法進一步包含獲得(608)一第二基板之第二高度變化資料，將該第二高度變化資料輸入(609)至該模型(610)，且藉由運行該模型來判定(612)該第二基板之第二效能資料。基於該第二效能資料，該方法判定(614)該裝置之一參數。

【英文】

A method of determining a parameter of a lithographic apparatus, wherein the method comprises providing first height variation data (602) of a first substrate, providing first performance data (604) of a first substrate, and determining a model (606) based on the first height variation data and the first performance data. The method further comprises obtaining (608) second height variation data of a second substrate, inputting (609) the second height variation data to the model (610), and determining (612) second performance data of the second substrate by running the model. Based on the second performance data,

the method determines (614) a parameter of the apparatus.

【指定代表圖】

圖5

【代表圖之符號簡單說明】

602	第一步驟
604	第二步驟
606	第三步驟
608	步驟
609	步驟
610	模型
612	步驟
614	步驟
DM	模型
DP	參數
DPD	第二效能資料
HVD	第一高度變化資料
OHVD	第二高度變化資料
PD	第一效能資料

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於監測微影裝置之方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR MONITORING LITHOGRAPHIC APPARATUS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於用於監測微影裝置之方法。特定言之，方法係關於使用模型判定基板之效能資料且判定微影裝置的參數。

【先前技術】

【0002】 微影裝置為經建構以將所要圖案施加至基板上之機器。微影裝置可用於例如積體電路(IC)之製造中。微影裝置可例如將圖案化器件(例如光罩)處之圖案(亦常常稱為「設計佈局」或「設計」)投影至設置於基板(例如晶圓)上之輻射敏感材料(抗蝕劑)層上。

【0003】 為了將圖案投影在基板上，微影裝置可使用電磁輻射。此輻射之波長判定可形成於基板上之特徵的最小大小。當前在使用中之典型波長為365 nm (i線)、248 nm、193 nm及13.5 nm。相比於使用例如具有193 nm之波長之輻射的微影裝置，使用具有在4至20 nm之範圍內的波長(例如，6.7 nm或13.5 nm)之極紫外線(EUV)輻射的微影裝置可用於在基板上形成較小特徵。

【0004】 低 k_1 微影可用於處理尺寸小於微影裝置之經典解析度極限的特徵。在此製程中，可將解析度公式表達為 $CD = k_1 \times \lambda / NA$ ，其中 λ 為所採用的輻射之波長，NA為微影裝置中之投影光學器件之數值孔徑，CD為「臨界尺寸」(通常為經印刷之最小特徵大小，但在此情況下為半間距)且

k_1 為經驗解析度因數。一般而言， k_1 愈小，則愈難以在基板上再生類似於由電路設計者規劃之形狀及尺寸以便達成特定電功能性及效能的圖案。為了克服此等困難，可將複雜微調步驟應用於微影投影裝置及/或設計佈局。此等步驟包括例如(但不限於) NA之最佳化、自訂照明方案、使用相移圖案化器件、設計佈局之各種最佳化，諸如設計佈局中之光學近接校正(OPC，有時亦稱為「光學及製程校正」)，或通常定義為「解析度增強技術」(RET)之其他方法。可替代地，用於控制微影裝置之穩定性之嚴格控制迴路可用於改良在低 k_1 下的圖案之再生。

【0005】 度量衡裝置可用於藉由相對於微影製程量測資料來判定微影系統之參數以監測並控制圖案化製程。量測可相對於裝置自身執行，或可對待在微影裝置中圖案化或已在其中圖案化之基板執行。不同類型之度量衡工具可獲得不同類型之資料，且彼資料可用於判定不同類型的參數。不同量測工具具有其自身特性，例如關於可獲得資料之速率及解析度。因此，一些資料可比其他資料更易於獲得。本發明係有關經由改良度量衡製程來增強對微影製程及裝置之監測及控制。

【發明內容】

【0006】 根據本發明之一態樣，提供一種判定一微影裝置之一參數的方法，該方法包含提供一第一基板之第一高度變化資料，提供該第一基板之第一效能資料，且基於該第一高度變化資料及該第一效能資料判定一模型。該方法可進一步包含獲得一第二基板之第二高度變化資料，將該第二高度變化資料輸入至該模型，且藉由運行該模型來判定該第二基板之第二效能資料。該方法可進一步包含基於該第二效能資料判定該裝置的一參數。

【0007】 視情況，該第一基板及該第二基板為相同基板。

【0008】 視情況，該方法進一步包含將該第一高度變化資料分解成至少一基板特異性指紋(fingerprint)，且其中該模型之該判定係基於該基板特異性指紋。

【0009】 視情況，該效能資料為疊對資料。

【0010】 視情況，該高度變化資料為調平資料。

【0011】 視情況，該方法進一步包含獲得該第二基板之參考資料且將該參考資料輸入至該模型。

【0012】 視情況，獲得該參考資料包含運行該模型一第一時間，該方法進一步包含：將該第二效能資料儲存為用於在該模型的一後續運行期間輸入之該參考資料。

【0013】 視情況，監測該參數以安排該裝置之維護動作。

【0014】 視情況，該經安排維護動作係關於一基板支撐件或用於校準定位在該微影裝置中之基板的一參考基板。

【0015】 視情況，該方法進一步包含提供該第一基板之第一對準資料，基於該第一對準資料判定該模型，獲得該第二基板之第二對準資料，且將該第二對準資料輸入至該模型。

【0016】 視情況，該方法進一步包含基於該各別第一或第二高度變化資料對該第一或第二對準資料之解析度增加取樣。

【0017】 視情況，該方法進一步包含將該第二高度變化資料分解成複數個子組，且將該複數個子組中之至少一者輸入至該模型。

【0018】 視情況，該等子組中之一者包含與該第二基板之一場訊跡相關的資料，且在輸入至該模型之前自該複數個子組中之至少一者去除該

場訊跡子組。

【0019】視情況，該方法進一步包含在一稀疏解析度下獲得該第二基板之第二效能資料，將該稀疏第二效能資料輸入至該模型，且使用該模型用輸入資料估計密集第二效能資料。

【0020】視情況，該方法進一步包含使用一度量衡裝置自該第二基板獲得該稀疏第二效能資料。

【0021】視情況，該第二基板為一參考基板。

【0022】視情況，該第二基板為一校準基板。

【0023】視情況，該參數為支撐該第二基板之該裝置的一基板支撐件之品質之一度量。

【0024】視情況，該微影裝置包含該參考基板。

【0025】視情況，該參數係關於該微影裝置之一或多種設置。

【0026】視情況，該微影裝置之該一或多種設置為一曝光設置。

【0027】視情況，判定該模型包含判定權重及偏置之一矩陣。

【0028】視情況，判定該模型包含使用一機器學習演算法。

【0029】視情況，該模型包含一神經網路。

【0030】視情況，該參數係關於一度量衡圖。

【0031】視情況，該方法進一步包含：基於該度量衡圖更新該微影裝置之一或多種設置。

【0032】視情況，該一或多種設置係關於該微影裝置之一定位柵格。

【0033】視情況，該參數係關於該微影裝置之一曝光前條件，該方法進一步包含：判定該微影裝置之一或多種設置是否需要校正。

【0034】 視情況，該方法進一步包含估計一所需校正之程度。

【0035】 視情況，該模型包含一第一模型及一第二模型，其中該第一模型及該第二模型具有不同輸入及不同輸出。

【0036】 視情況，該第一模型以一第一週期性運行以判定與一第一參數相關之一第一輸出，且該第二模型以一第二週期性運行以判定與一第二參數相關的一第二輸出，其中該第一週期性大於該第二週期性。

【0037】 視情況，運行該第一模型包含使用一校準基板作為該第二基板，且使用該第二模型包含使用一參考基板作為該第二基板。

【0038】 根據本發明之另一態樣，提供一種藉由一微影裝置改良一曝光的方法，該方法包含將一基板裝載至一機器中裝載至一基板支撐件上，在一曝光之前判定該基板的高度變化資料，根據上文所描述的判定一微影裝置之一參數的該等方法中之任一者判定該微影裝置之一參數。該方法可進一步包含基於該參數更新該微影裝置，且藉由該微影裝置將一圖案曝光在該基板上。

【0039】 根據本發明之另一態樣，提供一種包含一處理器之微影裝置，該處理器經組態以根據上文所描述的該等方法判定一參數。

【0040】 根據本發明之另一態樣，提供一種包含指令之電腦程式，該等指令在至少一個處理器上執行時使該至少一個處理器控制一裝置進行根據上文所描述的該等方法中之任一者的該方法。

【0041】 根據本發明之另一態樣，提供一種含有如上文段落中所描述之該電腦程式的載體，其中該載體為一電子信號、光學信號、無線電信號中之一者，或為非暫時性電腦可讀儲存媒體。

【0042】 根據本發明之另一態樣，提供一種用於控制一微影裝置之

配方，該配方包含與如根據上文所描述的該等方法中之任一者之該方法判定的該參數相關聯之一控制參數的設定點。

【0043】 視情況，該控制參數與一疊對誤差之控制相關聯。

【0044】 視情況，該等設定點提供為描述跨一基板之定位誤差之一高階模型的係數。

【0045】 視情況，該配方經組態以週期性地校準該微影裝置。

【0046】 視情況，該校準經組態以校準該微影裝置內之一基板定位及/或基板量測系統的一座標系統。

【0047】 根據本發明之另一態樣，提供一種用於校準一基板的方法。該方法可包含獲得經訓練以使高度變化資料與效能參數資料相關之一模型。該方法可進一步包含獲得該基板之一高度變化資料且分解該高度變化資料以判定該基板之一製程訊跡。該方法亦可包含將與該製程訊跡相關的資料輸入至該模型，運行該模型以判定該基板與一基板標準之間的效能資料之一所預測的偏差，且使用該效能參數之該所預測的偏差來校準該基板。

【0048】 視情況，該高度變化資料可為調平資料。

【0049】 視情況，該效能資料可為疊對資料。

【0050】 視情況，與該製程訊跡相關的該資料可包含該製程訊跡。

【0051】 視情況，該方法可進一步包含針對複數個基板判定一平均製程訊跡。可自該製程訊跡減去該平均製程訊跡以判定一基板間製程訊跡。與該製程訊跡相關的該資料可包含該基板間製程訊跡。

【0052】 視情況，該製程訊跡可關於該基板之一蝕刻。

【0053】 視情況，該基板可為一參考基板。

【圖式簡單說明】

【0054】 僅舉例而言，現將參考隨附示意性圖式來描述本發明之實施例，在該等圖式中：

- 圖1描繪微影裝置之示意性綜述；
- 圖2描繪微影單元之示意性綜述；
- 圖3描繪整體微影之示意性表示，其表示最佳化半導體製造的三種關鍵技術之間的合作；
- 圖4描繪位階感測器之示意性表示；
- 圖5描繪用於判定微影裝置的參數之方法之示意性流程圖；
- 圖6描繪用於判定微影裝置的參數之另一方法之示意性流程圖；
- 圖7描繪用於校準基板之方法之示意性流程圖；
- 圖8描繪將高度變化資料分解成至少一製程訊跡之示意性綜述；
- 圖9描繪判定與製程訊跡相關的資料以用於提供至模型以用於校準基板之方法之示意性流程圖；及
- 圖10描繪判定基板之w2w製程訊跡的示意性綜述。

【實施方式】

【0055】 在本發明文件中，術語「輻射」及「光束」用於涵蓋所有類型之電磁輻射，包括紫外輻射(例如具有365、248、193、157或126 nm之波長)及極紫外輻射(EUV，例如具有介於約5至100 nm的範圍內之波長)。如本文中所採用之術語「倍縮光罩」、「光罩」或「圖案化器件」可廣泛地解譯為係指可用於向入射光束賦予經圖案化橫截面之通用圖案化器件，該經圖案化橫截面對應於待在基板的目標部分中產生之圖案。在此上下文中亦可使用術語「光閥」。除經典光罩(透射或反射、二元、相移、混

合式等)以外，其他此類圖案化器件之實例包括可程式規劃鏡面陣列及可程式規劃LCD陣列。

【0056】圖1示意性地描繪微影裝置LA。微影裝置LA包括：照明系統(亦稱為照明器) IL，其經組態以調節輻射光束B（例如，UV輻射、DUV輻射或EUV輻射）；光罩支撐件(例如，光罩台) T，其經建構以支撐圖案化器件(例如，光罩) MA且連接至經組態以根據某些參數準確地定位圖案化器件MA的第一定位器PM；基板支撐件(例如，晶圓台) WT，其經建構以固持基板(例如，抗蝕劑塗佈晶圓) W且連接至經組態以根據某些參數準確地定位該基板支撐件之第二定位器PW；及投影系統(例如，折射投影透鏡系統) PS，其經組態以藉由圖案化器件MA將經賦予至輻射光束B之圖案投影於基板W的目標部分C（例如，包含一或多個晶粒)上。

【0057】在操作中，照射系統IL例如經由光束遞送系統BD自輻射源SO接收輻射光束。照射系統IL可包括用於導向、塑形及/或控制輻射的各種類型之光學組件，諸如折射、反射、磁性、電磁、靜電及/或其他類型之光學組件，或其任何組合。照明器IL可用於調節輻射光束B，以在圖案化器件MA之平面處在其橫截面中具有所要空間及角強度分佈。

【0058】本文中所使用之術語「投影系統」PS應廣泛地解譯為涵蓋適於所使用之曝光輻射及/或適於諸如浸潤式液體的使用或真空之使用的其他因素之各種類型之投影系統，包括折射、反射、反射折射、變形、磁性、電磁及/或靜電光學系統，或其任何組合。可認為本文中對術語「投影透鏡」之任何使用均與更一般術語「投影系統」PS同義。

【0059】微影裝置LA可屬於一種類型，其中基板的至少一部分可由具有相對高折射率之之液體(例如水)覆蓋，以便填充投影系統PS與基板W

之間的空間--此亦稱為浸潤微影。以引用之方式併入本文中的US6952253中給出關於浸潤技術之更多資訊。

【0060】微影裝置LA亦可屬於具有兩個或更多個基板支撐件WT(亦稱為「雙載物台」)之類型。在此「多載物台」機器中，可並行地使用基板支撐件WT，且/或可在位於基板支撐件WT中之一者上的基板W上進行準備基板W之後續曝光的步驟，同時將另一基板支撐件WT上之另一基板W用於將圖案曝光在另一基板W上。

【0061】除了基板支撐件WT以外，微影裝置LA亦可包含量測載物台。量測載物台經配置以固持感測器及/或清潔器件。感測器可經配置以量測投影系統PS之屬性或輻射光束B之屬性。量測載物台可固持多個感測器。清潔器件可經配置以清潔微影裝置之一部分，例如投影系統PS之一部分或提供浸潤式液體的系統之一部分。量測載物台可在基板支撐件WT遠離投影系統PS時在投影系統PS之下移動。

【0062】在操作中，輻射光束B入射於固持於光罩支撐件T上之圖案化器件(例如光罩) MA上，且藉由存在於圖案化器件MA上之圖案(設計佈局)圖案化。在已橫穿光罩MA的情況下，輻射光束B穿過投影系統PS，該投影系統PS將光束聚焦於基板W之目標部分C上。憑藉第二定位器PW及位置量測系統IF，可準確地移動基板支撐件WT，例如以便將輻射光束B之路徑中之不同目標部分C定位於經聚焦且對準之位置處。類似地，第一定位器PM及可能的另一位置感測器(其未在圖1中明確地描繪)可用於相對於輻射光束B之路徑來準確地定位圖案化器件MA。可使用光罩對準標記M1、M2及基板對準標記P1、P2來對準圖案化器件MA及基板W。儘管如所說明之基板對準標記P1、P2佔據專用目標部分，但該等標記可位於目

標部分之間的空間中。在基板對準標記P1、P2位於目標部分C之間時，此等基板對準標記稱為切割道對準標記。

【0063】如圖2中所展示，微影裝置LA可形成微影單元(lithographic cell) LC (有時亦稱為微影單元(lithocell)或(微影(litho))叢集)之一部分，該微影單元LC常常亦包括用以對基板W執行曝光前製程及曝光後製程之裝置。常規地，此等裝置包括用以沈積抗蝕劑層之旋塗器SC、用以顯影經曝光之抗蝕劑的顯影器DE、例如用於調節基板W之溫度(例如，用於調節抗蝕劑層中之溶劑)的冷卻板CH及烘烤板BK。基板處置器或機器人RO自輸入/輸出埠I/O1、I/O2拾取基板W，在不同製程裝置之間移動該等基板W且將基板W遞送至微影裝置LA之裝載匣LB。微影單元中常常亦統稱為塗佈顯影系統(track)之器件通常處於塗佈顯影系統控制單元TCU之控制下，該塗佈顯影系統控制單元TCU自身可受到監督控制系統SCS控制，該監督控制系統SCS亦可例如經由微影控制單元LACU來控制微影裝置LA。

【0064】為了正確且一致地曝光由微影裝置LA曝光之基板W，需要檢測基板以量測經圖案化結構之屬性，諸如後續層之間的疊對誤差、線厚度、臨界尺寸(CD)等。出於此目的，可在微影單元LC中包括檢測工具(未展示)。若偵測到誤差，則可例如對後續基板之曝光或對待對基板W執行之其他處理步驟進行調整，尤其在相同批量或批次之其他基板W仍待曝光或處理之前進行檢測的情況下。

【0065】亦可稱為度量衡裝置之檢測裝置用於判定基板W的屬性，且詳言之，判定不同基板W之屬性如何變化或與相同基板W的不同層相關聯之屬性在層與層間如何變化。檢測裝置可替代地經建構以識別基板W上

之缺陷，且可例如為微影單元LC之一部分，或可整合至微影裝置LA中，或可甚至為獨立器件。檢測裝置可量測潛影(在曝光之後在抗蝕劑層中之影像)上的屬性，或半潛影(在曝光後烘烤步驟PEB之後在抗蝕劑層中之影像)上的屬性，或經顯影抗蝕劑影像(其中已去除抗蝕劑之曝光部分或未曝光部分)上的屬性，或甚至經蝕刻影像(在諸如蝕刻之圖案轉印步驟之後)上的屬性。

【0066】 通常微影裝置LA中之圖案化製程為在處理中之最重要步驟中的一者，其需要基板W上之結構之尺寸標定及置放的高準確度。為了確保此高準確度，可將三個系統組合於所謂的「整體」控制環境中，如圖3中示意性地描繪。此等系統中之一者為微影裝置LA，其(實際上)連接至度量衡工具MT (第二系統)且連接至電腦系統CL (第三系統)。此「整體」環境之關鍵在於最佳化此等三個系統之間的合作以增強總體程序窗且提供嚴格控制迴路，以確保由微影裝置LA執行之圖案化保持在程序窗內。程序窗定義特定製造製程產生經定義結果(例如功能性半導體器件)內--通常允許微影製程或圖案化製程中之程序參數變化內--的一系列程序參數(例如用量、焦點、疊對)。

【0067】 電腦系統CL可使用待圖案化之設計佈局(之部分)以預測使用哪種解析度增強技術且執行計算微影模擬及計算以判定哪種光罩佈局及微影裝置設置實現圖案化製程之最大總體程序窗(在圖3中由第一標度SC1中之雙箭頭描繪)。通常，解析度增強技術經配置以匹配微影裝置LA之圖案化可能性。電腦系統CL亦可用於偵測程序窗內何處之微影裝置LA當前正在操作(例如，使用來自度量衡工具MT之輸入)以預測缺陷是否由於例如次佳處理而可能存在(在圖3中由第二標度SC2中的指向「0」之箭頭描

繪)。

【0068】 度量衡工具MT可將輸入提供至電腦系統CL以實現準確模擬及預測，且可將回饋提供至微影裝置LA以識別例如微影裝置LA之校準狀態中的可能漂移(在圖3中由第三標度SC3中之多個箭頭描繪)。

【0069】 在微影製程中，需要頻繁地對所產生結構進行量測，例如以用於製程控制及驗證。進行此類量測之工具通常稱為度量衡工具MT。用於進行此類量測之不同類型之度量衡工具MT為已知的，包括掃描電子顯微鏡或各種形式之散射計度量衡工具MT。散射計為多功儀器，其允許藉由在光瞳或與散射計之接物鏡之光瞳共軛的平面中具有感測器來量測微影製程之參數(量測通常稱為以光瞳為基礎之量測)，或藉由在影像平面或與影像平面共軛的平面中具有感測器來量測微影製程之參數，在此情況下量測通常稱為以影像或場為基礎之量測。以全文引用之方式併入本文中之專利申請案US20100328655、US2011102753A1、US20120044470A、US20110249244、US20110026032或EP1628164A中進一步描述此類散射計及相關聯量測技術。前述散射計可使用來自軟x射線及可見光至近IR波長範圍之光來量測光柵。

【0070】 散射計MT可為角度解析散射計。在此散射計中，重構方法可應用於經量測信號以重構或計算光柵之屬性。此重構可例如由模擬經散射輻射與目標結構之數學模型之相互作用且比較模擬結果與量測的結果引起。調整數學模型之參數直至經模擬相互作用產生類似於自真實目標觀測到之繞射圖案的繞射圖案為止。

【0071】 散射計MT可為光譜散射計MT。在此光譜散射計MT中，由輻射源發射之輻射經導向至目標上且來自目標之經反射或經散射輻射經

導向至光譜儀偵測器上，該光譜儀偵測器量測鏡面反射輻射的光譜(亦即隨波長而變之強度之量測)。根據此資料，可例如藉由嚴密耦合波分析(Rigorous Coupled Wave Analysis)及非線性回歸或藉由與經模擬光譜庫比較來重建構產生偵測到之光譜的目標之結構或剖面。

【0072】 散射計MT可為橢圓量測散射計。橢圓量測散射計允許藉由量測針對每一偏振狀態之經散射輻射來判定微影製程之參數。此度量衡裝置藉由在度量衡裝置之照明區段中使用例如適當偏振濾光器來發射偏振光(諸如線性、圓形或橢圓)。適用於度量衡裝置之源亦可提供偏振輻射。以全文引用之方式併入本文中之美國專利申請案 11/451,599、11/708,678、12/256,780、12/486,449、12/920,968、12/922,587、13/000,229、13/033,135、13/533,110及13/891,410中描述現有橢圓量測散射計的各種實施例。

【0073】 散射計MT可經調適以藉由量測經反射光譜及/或偵測組態中之不對稱性來量測兩個未對準光柵或週期性結構之疊對，該不對稱性與疊對範圍相關。可將兩個(通常重疊)光柵結構應用於兩個不同層(未必連續層)中，且可實質上形成於晶圓上之相同位置處。散射計可具有如例如共同擁有之專利申請案EP1628164中所描述之對稱偵測組態，使得可明確區分任何不對稱性。此提供用以量測光柵中之未對準之直接了當的方式。可在以全文引用之方式併入本文中之PCT專利申請公開案第WO 2011/012624號或美國專利申請案第US 20160161863號中找到藉由週期性結構之不對稱性來量測含有作為目標的週期性結構之兩個層之間的疊對誤差的其他實例。

【0074】 其他所關注參數可為焦點及用量。可藉由如以全文引用之

方式併入本文中之美國專利申請案US2011-0249244中所描述之散射量測(或可替代地藉由掃描電子顯微法)同時判定焦點及用量。可使用具有針對焦點能量矩陣(FEM-亦稱為焦點曝光矩陣)中之每一點的臨界尺寸及側壁角量測之獨特組合的單一結構。若可得到臨界尺寸及側壁角之此等獨特組合，則可根據此等量測獨特地判定焦點及用量值。

【0075】 度量衡目標可為藉由微影製程主要在抗蝕劑中形成且亦在例如蝕刻製程之後形成之複合光柵的集合。通常，光柵中之結構之間距及線寬很大程度上取決於量測光學器件(尤其光學器件之NA)以能夠捕捉來自度量衡目標之繞射階。如較早所指示，繞射信號可用於判定兩個層之間的移位(亦稱為「疊對」)或可用於重建構如藉由微影製程所產生的原始光柵之至少一部分。此重建構可用於提供微影製程之品質指導，且可用於控制微影製程之至少一部分。目標可具有經組態以模仿目標中之設計佈局的功能性部分之尺寸的較小子分段。歸因於此子分段，目標將表現得更類似於設計佈局之功能性部分，使得總體程序參數量測與設計佈局之功能性部分更佳地相似。可在填充不足模式下或在填充過度模式下量測目標。在填充不足模式下，量測光束產生小於總體目標之光點。在填充過度模式下，量測光束產生大於總體目標之光點。在此填充過度模式下，亦有可能同時量測不同目標，由此同時判定不同處理參數。

【0076】 使用具體目標之微影參數之總體量測品質至少部分由用於量測此微影參數的量測配方來判定。術語「基板量測配方」可包括量測自身之一或多個參數、經量測之一或多個圖案的一或多個參數，或兩者。舉例而言，若用於基板量測配方中之量測為以繞射為基礎之光學量測，則量測的參數中之一或多者可包括輻射之波長、輻射的偏振、輻射相對於基板

之入射角、輻射相對於基板上之圖案的定向等。用以選擇量測配方之準則中之一者可例如為量測參數中之一者對於處理變化之敏感度。以全文引用之方式併入本文中之美國專利申請案US2016-0161863及所公開的美國專利申請案US 2016/0370717A1中描述更多實例。

【0077】 可整合於微影裝置中之構形量測系統、位階感測器或高度感測器經配置以量測基板(或晶圓)的頂部表面之構形。基板之構形的圖(亦稱為高度圖)可由指示隨在基板上的位置而變之基板的高度之此等量測產生。此高度圖隨後可用於在將圖案轉印於基板上期間校正基板之位置，以便在基板上之恰當聚焦位置中提供圖案化器件的空中影像。應理解，「高度」在此上下文中係指相對於基板廣泛地在平面外之尺寸(亦稱為Z軸)。通常，位階或高度感測器在固定位置(相對於其自身光學系統)處執行量測，且基板與位階或高度感測器之光學系統之間的相對移動跨基板在各部位處產生高度量測。

【0078】 圖4中示意性展示如此項技術中已知之位階或高度感測器LS的實例，其僅說明操作原理。在此實例中，位階感測器包含光學系統，該光學系統包括投影單元LSP及偵測單元LSD。投影單元LSP包含提供輻射光束LSB之輻射源LSO，該輻射光束LSB由投影單元LSP之投影光柵PGR賦予。舉例而言，輻射源LSO可為窄頻帶或寬頻帶輻射源，諸如超連續光譜光源，偏振或非偏振、脈衝或連續，諸如偏振或非偏振雷射光束。輻射源LSO可包括具有不同顏色或波長範圍之複數個輻射源，諸如複數個LED。位階感測器LS之輻射源LSO不限於可見光輻射，但可另外地或可替代地涵蓋UV及/或IR輻射及適合於自基板之表面反射的任何波長範圍。

【0079】 投影光柵PGR為包含引起具有週期性變化強度之輻射光束BE1之週期性結構的週期性光柵。具有週期性變化強度之輻射光束BE1經導向基板W上的量測部位MLO，該量測部位MLO相對於垂直於入射基板表面之軸線(Z軸)具有入射角ANG，該入射角ANG介於0度與90度之間，通常介於70度與80度之間。在量測部位MLO處，圖案化輻射光束BE1由基板W反射(藉由箭頭BE2指示)且經導向偵測單元LSD。

【0080】 為了判定量測部位MLO處之高度位階，位階感測器進一步包含偵測系統，該偵測系統包含偵測光柵DGR、偵測器DET及用於處理偵測器DET之輸出信號的處理單元(未展示)。偵測光柵DGR可與投影光柵PGR相同。偵測器DET產生偵測器輸出信號，該偵測器輸出信號指示所接收之光，例如指示所接收之光的強度，諸如光偵測器，或表示所接收之強度的空間分佈，諸如攝影機。偵測器DET可包含一或多種偵測器類型之任何組合。

【0081】 藉助於三角量測技術，可判定量測部位MLO處之高度位階。偵測到的高度位階通常與如藉由偵測器DET所量測之信號強度相關，該信號強度具有尤其取決於投影光柵PGR之設計及(傾斜)入射角ANG的週期性。投影單元LSP及/或偵測單元LSD可沿投影光柵PGR與偵測光柵DGR之間的圖案化輻射光束之路徑包括其他光學元件，諸如透鏡及/或鏡面(未展示)。在一實施例中，可省略偵測光柵DGR，且可將偵測器DET置放於偵測光柵DGR所在的位置處。此組態提供投影光柵PGR之影像之較直接偵測。

【0082】 為了有效地覆蓋基板W之表面，位階感測器LS可經組態以將量測光束BE1之陣列投影至基板W的表面上，藉此產生覆蓋較大量測範

圍之量測區域MLO或光點的陣列。例如在皆以引用之方式併入的US7265364及US7646471中揭示一般類型之各種高度感測器。在以引用之方式併入的US2010233600A1中揭示使用UV輻射代替可見光或紅外輻射之高度感測器。在以引用之方式併入的WO2016102127A1中，描述使用多元件偵測器來偵測及識別光柵影像之位置而無需偵測光柵的緊湊型高度感測器。

【0083】 上文所描述的各種量測通常發生在將基板夾持至基板支撐件上之後且在曝光之前。在夾持狀態下，偏差可來自若干來源，諸如來自將基板置放至基板支撐件上之誤差；對基板上之前一層的處理如何使基板表面塑形；或在基板之背面上存在污染的情況下。因為將基板夾持至基板支撐件上，所以基板背面與基板固持器之表面之間的任何污染或任何非均一支撐特性可影響基板表面構形。當在操作中時，控制微影裝置之基板間調整的實體模型使用對準及調平度量衡以一致地正確定位每一基板以便達成對基板之準確圖案化。

【0084】 諸如夾持期間對基板支撐件之損壞的缺陷可使得基板變形。特定言之，應理解，基板支撐件將歸因於其支撐表面與基板的背側之間的摩擦力及/或化學物質(在一或多個處理步驟期間用於處理基板)之效果而隨時間推移劣化。此支撐表面可通常包含多個突出部或凸起，其主要目的係降低基板與支撐件之間的介入污染物顆粒之效果。此等凸起中之一或多者或基板支撐件(特定言之，邊緣處)的其他態樣可受此劣化影響，從而引起其形狀隨著時間推移之改變，該等改變將影響夾持於基板支撐件上之基板的形狀。基板支撐件之此劣化的效果不可使用現有控制系統進行校正。本文中所描述之方法試圖提供判定何時需要解決基板支撐件之劣化的

經改良方式。

【0085】 微影裝置及經處理基板之監測可在各個載物台處進行。微影裝置可在安裝時經歷一或多個校準製程，作為引入新製造製程之一部分、作為用以偵測短期改變的每日例程或更週期性地(比如一週一次)偵測微影裝置參數之更長期漂移的例程之一部分。舉例而言，其可為量測在每日基礎上對晶圓台WT的調平及/或一週一次或隨選地針對特定製程疊對對準之標準工序。另外，可量測穿過微影裝置之每一基板以判定在曝光之前基板的位置。

【0086】 為能夠確立準確圖像，有成效的監測通常需要搜集大量資料以提供足夠晶圓間資訊。一般言之，具有更多資料往往意謂著具有更大數目之量測點，亦即度量衡的密集解析度，此可能夠進行更詳細及/或確切的監測但不可避免地損失時間。足夠密集效能資料(諸如疊對資料)可能需要自參考基板獲得數千次量測以便提供具有校正解析度的資料。此可花費大量時間進行收集。因此，減少度量衡工具檢測基板所需的時間量同時仍維持進行微影裝置LA效能之詳細及確切監測的能力將為合乎需要的。

【0087】 藉由延伸量測製程之間的時間隔減小數目或資料採集(亦即量測)亦為合乎需要的。

【0088】 本文中所揭示的為用於使用模型判定微影裝置LA之參數的方法。模型可用於對稀疏度量衡資料進行有效增加取樣以提供更有用的密集度量衡資料。可隨後利用此度量衡資料以判定參數。以此方式使用模型之方法允許資料擷取(亦即量測時間)減少，同時提供可接受密集資料集。

【0089】 在一個實例中，可藉由輸入一或多個稀疏度量衡資料的集合且訓練演算法來將模型提供至密集度量衡資料之對應輸出。一旦經過訓

練，模型即可用於對稀疏度量衡資料增加取樣以提供密集度量衡資料之輸出。密集度量衡資料可隨後用於評定微影裝置之一或多個屬性或判定何時可能需要校準。

【0090】 屬性可係關可調整以改良微影裝置之效能的一或多個參數。另外地或可替代地，屬性可關於指示可能需要微影裝置或系統的一些校正性維持、部分置換或再校準之一或多個參數。此類部分可包括基板支撐系統之一或多個部分。再校準可關於更新可用於調整微影裝置之參數的高階模型之度量衡圖或係數。

【0091】 在一個實例中，度量衡資料可獲自參考基板(其亦可稱為參考晶圓)。度量衡資料可包括效能資料，諸如疊對資料、對準及高度圖或調平資料。度量衡資料可包括稀疏資料及密集資料。舉例而言，疊對資料可包括稀疏資料集及密集資料集。

【0092】 模型(其在一個實例中可為神經網路)可包括由將輸入映射至輸出之許多權重及/或偏置定義之一或多個層。例如調平、對準及稀疏疊對資料之一系列度量衡資料可用作模型之輸入，其中已知之輸出為經量測密集疊對資料。藉由反覆地運行模型且調整權重及偏置以最小化誤差，可獲得將稀疏資料之特定輸入映射至對應密集資料的權重及偏置。一旦訓練完成，即判定權重及偏置，且模型可用於對在服務中的輸入度量衡資料增加取樣以提供對應密集疊對資料之輸出。密集度量衡資料可隨後用於提供例如晶圓及/或微影裝置的可轉而用於調整裝置之度量衡圖。

【0093】 由此，所揭示之方法的優勢為，使用經適合訓練的模型，稀疏度量衡資料可用於提供可以許多不同方式使用之對應密集度量衡資料。

【0094】 在另一實例中，模型可在一或多個度量衡資料之不同集合上進行訓練。舉例而言，對模型之輸入可僅為調平資料，將該調平資料訓練成諸如疊對資料之度量衡資料的輸出。疊對資料可為密集的。一旦經過訓練，例如在處理步驟之前獲取或作為通用監測或校準製程之一部分的調平資料可用作對模型之輸入以僅自調平資料提供密集疊對資料。僅使用一種類型之度量衡資料訓練模型可產生較不準確的模型。從而，僅使用調平資料可產生疊對資料的近似。然而，此近似可節約大量時間及資源且對於判定關於微影裝置之適用度量值可為足夠的。此類度量值可關於晶圓台WT或校準準確度及何時可能需要再校準。

【0095】 本文中亦揭示用於控制微影裝置之配方。配方可包含與如藉由所描述的方法所判定之參數相關聯的控制參數之複數個設定點。控制參數可與例如疊對誤差之控制相關聯。設定點可提供為描述跨基板定位誤差之高階模型的係數。配方可經組態以週期性地校準微影裝置。校準可根據基於模型的輸出之新衍生設定點。高階模型可包括度量衡圖。校準可經組態以校準微影裝置內之基板定位及/或基板量測系統的座標系統。

【0096】 更通常，圖5描繪用於判定微影裝置之參數之方法的步驟之流程圖。在第一步驟602中，提供度量衡資料之第一集合。度量衡資料可為第一基板之第一高度變化資料HVD。在第二步驟604處，可提供度量衡資料之第二集合。度量衡資料之第二集合可為關於第一基板之第一效能資料PD。第一效能資料PD可為例如疊對資料或對準資料，或與參考基板或處理裝置之一或多個製程相關參數相關之任何其他適合資料。在第三步驟606中，基於例如第一高度變化資料HVD及第一效能資料PD之所提供度量衡資料判定DM模型。一旦訓練完成且已判定模型610，方法即可進

一步包含獲得608第二基板之第二高度變化資料OHVD。可在步驟609處將所獲得的第二高度變化資料OHVD作為輸入提供至模型。使用所提供輸入資料，模型可經運行且作為模型之輸出判定612第二基板的第二效能資料DPD。方法可進一步包含基於第二效能資料判定614微影裝置LA之參數DP。

【0097】 如上文所提及，獲得效能資料量測可為耗時的。在一個實例中，效能資料可為用於基板上之圖案的疊對資料。模型可用於在密集解析度下判定基板上之疊對資料，同時使用度量衡裝置在基板上以稀疏分佈執行疊對量測。模型能夠判定密集疊對資料，同時使用度量衡僅判定稀疏疊對資料，藉此減少用於獲得基板之檢測資料的度量衡製程所使用之時間量。在另一實例中，可針對基板在密集解析度下使用除疊對資料外之度量衡資料作為輸入來判定疊對資料。由模型測定之疊對資料可用於判定微影裝置LA的參數及/或監測效能，從而去除對獲得疊對度量衡之需求。

【0098】 基於針對基板所判定之疊對資料，微影裝置LA之一或多個參數、配方或製程可經調整以在後續曝光中藉由微影裝置LA實現較好疊對效能。可替代地或另外，疊對資料可用於判定微影裝置LA未如所預期或所需地執行。諸如疊對資料之效能資料可因此用作例如誤差偵測或預測性維持安排的工具。

【0099】 方法之優勢為，可基於第二效能資料而無需量測彼基板之效能資料來判定微影裝置LA的參數。使用高度變化資料代替效能資料將通常需要較少時間。高度變化資料可使用與用於獲得效能資料之量測工具不同的例如位階感測器或高度感測器之量測工具獲得。另外，高度變化為通常地在頻繁基礎上出於其他目的獲得的參數。從而，所描述的方法可利

用現有資料來判定效能資料而無需額外度量衡。

【0100】 第一高度變化資料及第一效能資料與第一基板相關。第一基板可為具有已知特性之基板，且可為參考基板。可以第一解析度提供第一高度變化資料，該第一解析度可為高解析度。可以高解析度提供第一效能資料。高度變化之解析度可高於效能資料的解析度。

【0101】 稀疏資料及密集資料以相對意義使用，此係由於密集資料包含比稀疏資料多的資料點，例如量測點。密集及稀疏之準確定義將取決於所討論之應用及度量衡資料。與可稱為密集之全資料集相比，例如經減少取樣之資料集之任何子集可視為稀疏的。由此，稀疏資料集可視為密集資料集之子集。密集資料集可包括設置於基板上之度量衡目標中之每一者的至少一個條目。通常，與稀疏資料相比，密集資料將具有至少兩倍的資料點之量。因此，例如，76 mm直徑之晶圓針對密集度量衡可具有介於一千個與數千個之間的資料點，且針對稀疏度量衡資料可具有小於一千個資料點。可替代地，密集量測可對應於在預定區域內獲取的特定數目之量測點。應瞭解，晶圓大小在直徑上可顯著大於76 mm且可與450 mm一樣大或更大。典型晶圓將介於200 mm與300 mm之間。

【0102】 第一及第二基板可為相同基板或相同類型之基板。由此，第二基板可為具有相同特徵且已經經歷實質上相同之處理的相同類型之基板但仍然為不同實體基板。可替代地，第二基板可為相同之第一基板，但在稍後時間點時。第二基板可與第一基板相同，但在應用於基板之製程中的不同之稍後步驟處。製程可為微影圖案化製程。

【0103】 基板可為用於獲得度量衡資料作為監測或校準製程之一部分的參考晶圓。參考晶圓可在一或多個層上具有一或多個參考特徵。舉例

而言，參考晶圓可經設計且用於允許度量衡系統判定對準資料及疊對資料。因而，參考晶圓可包括如此項技術中已知之一或多個管線及空間或柵格。此參考晶圓可稱為如此項技術中已知之基襯套匹配機器疊對基板。從而，方法可涉及將特徵定期曝光至參考晶圓，該參考晶圓具有安置在已知經校準位置處的第一特徵。藉由量測曝光特徵相對於第一特徵之位置，可判定跨晶圓之掃描器柵格，該掃描器柵格判定曝光量及焦點。

【0104】 可替代地或另外，參考基板可用於僅相對於調平資料提供校準資料。此參考基板可稱為調平基板，可能需要比用於疊對評定之第一參考基板的更少層及特徵。調平基板可為空白晶圓。調平基板可用於校準基板支撐件之調平及/或其他參數。此基板取決於應用可稱為調節晶圓或夾盤溫度晶圓。

【0105】 疊對參考基板及調平基板可出於不同目的及在不同時間使用。舉例而言，可例如在每日基礎上使用調平基板作為每日校準或監測製程之一部分。由此，調平基板可置放於夾盤上，且搜集調平資料。可相比於調平基板較少使用疊對參考基板作為監測製程之一部分，該監測製程判定在預定時間或製造運行數之後是否需要微影裝置的任何校準。疊對基板可例如一週一次地使用，其中結果用於調整微影裝置之掃描器或一或多種其他參數。出於本發明之目的，參考基板可視為形成微影裝置LA的一部分，作為微影裝置LA之監測及校準製程之一部分。

【0106】 參考基板(尤其疊對基板)可能需要不時地更新曝光，使得可更新度量衡圖及微影裝置校準。在一個實例中，藉由方法測定之微影裝置的參數可關於基板中之一者。舉例而言，參數可關於疊對基板且提供何時需要新曝光之指示及/或提供度量衡圖或參考晶圓量測之誤差的估計

值。

【0107】 取決於所使用之模型及所判定的參數，第一基板及第二基板可皆為疊對參考基板。在其他實例中，第一基板可為用於訓練模型之疊對基板，且可自呈調平基板形式之第二基板提供輸入，如下文所描述。

【0108】 模型可為可足以將稀疏輸入資料映射至密集輸出資料的任何模型。舉例而言，模型可為機器學習演算法，其中資料設置於輸入處，且反覆地調整演算法直至輸出在預定誤差臨限值內為止。模型可為神經網路或深度神經網路。

【0109】 模型可基於自複數個基板獲取之所提供第一高度變化資料HVD及第一效能資料PD判定，例如訓練。複數個基板可再分成訓練、驗證及測試子集。由此，模型可使用複數個基板中之至少兩者的高度變化資料HVD及效能資料PD來判定。模型可基於來自複數個基板中之一些但並非所有之高度變化資料HVD及效能資料PD判定。一或多個第一基板可為尤其製造用於訓練模型之參考基板。可能已經對訓練參考基板執行詳細及時間密集度量衡，以便具有關於可訓練哪個模型且可驗證結果之詳細資訊。

【0110】 在一個實例中，提供十四個疊對參考基板。將複數個十四個基板分成子組。第一子組包括用於訓練模型之複數個訓練基板。第二組包含用於驗證模型之複數個驗證基板。第三組基板用於對模型進行盲測。第三組基板使用替代方法評定以提供相對於可評定模型的輸出之已知度量。

【0111】 為訓練模型，複數個參考基板之訓練子集經量測以判定密集效能資料PD及高度變化資料HVD。將高度變化資料HVD輸入至模型以

判定將高度變化資料HVD映射至經量測密集效能資料之校正權重及偏置。

【0112】 為驗證模型，驗證子組之第二高度變化資料OHVD經獲得且提供以判定輸出密集效能資料與經量測效能資料之間的誤差是否在預定公差內。應瞭解，第二解析度可為產生稀疏高度變化資料集合之稀疏解析度。此時，模型準備好經受測試子組之盲測。

【0113】 返回參看圖5，在使用中，可將第二高度變化資料608輸入至模型610中，且可運行模型610以提供輸出。運行模型610可包含藉由模型610接收提供至模型610之輸入，且基於模型610及輸入判定輸出。輸出之判定可涉及由模型610進行的一或多個計算及/或估計。

【0114】 模型610的輸出可包含第二基板之第二效能資料DPD。第二效能資料DPD可在至少高達第一效能資料PD之解析度的解析度下判定。可在至少高達第二高度變化資料OHVD之解析度的解析度下提供第二效能資料DPD。在一些實例中，輸出效能資料DPD可經增加取樣以提供超密集效能資料。若在高於第二基板之度量衡量測的解析度下提供效能資料，則該效能資料可視為超密集的。超密集資料可在第二基板不具例如對準標記之度量衡標記的部位中提供效能資料。超密集效能資料可使用計算度量衡技術判定，關於該超密集效能資料之更多資訊在以引用之方式併入本文中的WO2018149553中給出。輸出效能資料可用於判定可用於調整微影裝置LA之製程圖。使用超密集效能資料判定製程圖或判定與資料之另一擬合的優勢為，較大數目之資料點允許對效能資料執行更高階擬合，此會產生更好及/或更詳細的製程圖或其他擬合。

【0115】 第二效能資料DPD可用於在步驟614處判定微影裝置LA之

參數DP。第二基板可能已經在微影裝置中經處理，使得效能資料包含由效果產生之分量，該等效果由微影裝置LA引起。微影裝置LA之影響或效果可包含於針對第二基板所獲得的第二高度變化資料OHVD內。例如在獲得資料之高度變化度量衡工具與該微影裝置LA整合之情況下，可已經獲得高度變化資料，同時第二基板位於微影裝置LA內。可替代地或另外，微影裝置LA在第二基板上之效果可為使得第二基板上的高度變化OHVD已由於微影裝置LA例如經由在定位於微影裝置LA中期間使基板變形來改變。

【0116】 高度變化資料HVD、OHVD可由調平資料提供。用於量測調平資料之量測工具可為位階感測器或高度感測器，該量測工具可整合於微影裝置LA中。高度變化資料可以高度圖形式提供，如上文所描述。

【0117】 基板W可為平面的，換言之，在兩個維度中與在基板W之第三維度中相比顯著更大。較小維度可稱為基板W之高度。另外兩個維度可形成基板W之平面。平面基板W跨晶圓平面可具有實質上類似的高度。高度之變化可藉由微影及/或蝕刻製程引入基板上。跨基板平面之高度的變化可歸因於例如由基板材料中之缺陷引起的基板W之變形。基板W之高度的變化可進一步由在基板W上工作之微影裝置LA的效果引起，例如，基板W可藉由將基板W固持及/或夾持在載物台上之適當位置以將其定位於載物台上的基板支撐件變形。

【0118】 用於判定高度變化資料HVD之量測工具及用於判定效能資料PD之量測工具皆可與微影裝置LA整合。在微影裝置LA中處理基板例如以用於圖案化基板時，基板W可定位在基板支撐件WT上。基板可以可拆卸方式例如藉由機械夾持、真空定位等附接至基板支撐件WT。基板W貫

穿對基板W執行之微影圖案化步驟、高度變化HVD資料量測、效能資料PD量測及其他處理步驟中之一或多者可保持定位在相同基板支撐件上。

【0119】 高度變化資料OHVD、HVD可分解(亦稱為去卷積)成表示不同效果之構成部分。此等效果中之至少一者可為基板特異性指紋。模型之判定可基於高度變化資料HVD之基板特異性指紋。基板W之高度變化資料HVD的分解可針對基板W在獲得高度變化資料之量測工具MT的基板支撐件WT上之位置執行。分解可包含將高度變化資料反卷積至複數個子組中，其中子組中之一或多者可形成基板特異性指紋。高度變化資料HVD可去卷積至四個子組中，該等子組表示基板之夾持形狀、基板的徑向形狀、基板之高頻訊跡及基板之場訊跡。夾持形狀可藉由將基板W置放在基板支撐件WT上引起，且可尤其由將基板W暫時及以可拆卸方式附接在基板支撐件WT上之機構引起。

【0120】 夾持子組中之夾持形狀去卷積資料可藉由將規則化最小平方模型擬合至高度變化資料HVD來獲得。徑向子組資料之判定可涉及使用在獲得高度變化資料HVD時基板W所處之基板支撐件WT的設計規格。可自高度變化資料去除(例如減去)徑向子組及夾持子組，且一系列低通濾波器可用於將剩餘高度變化信號分離成高頻訊跡及場位階訊跡。高頻資料可包含經圖案化在基板上之結構。場位階訊跡資料可包含經圖案化特徵，該等經圖案化特徵可為由微影裝置LA圖案化之特徵。場位階訊跡可包含對基板自身具有特異性的特徵，例如基板W之材料中之缺陷。

【0121】 如上文所提及，效能資料PD可為疊對資料。具體言之，疊對資料可能已經藉由包含一或多個感測器之度量衡工具進行之一或多個量測獲得。度量衡工具MT可為散射計。度量衡工具MT可整合於微影裝置

LA中。度量衡工具MT可在逐點基礎上量測疊對資料，換言之，可一次針對一個量測部位量測疊對。度量衡工具MT執行疊對量測所需的時間量可與由度量衡工具MT量測之點量線性地成正比。度量衡工具MT可在低解析度下藉由獲得跨基板之疊對量測點的稀疏分佈來提供疊對資料。度量衡工具MT可在高解析度下藉由獲得跨基板之疊對量測點的密集分佈來提供疊對資料。提供低解析度疊對量測所需的時間量明顯比提供高解析度疊對量測所需之時間量短。

【0122】關於訓練神經網路之其他資訊可在Hwang, Chan等人的論文「Smart overlay metrology pairing adaptive deep learning with the physics-based models used by a lithographic apparatus」Proc. SPIE 10587, Optical Microlithography XXXI, 105870B，2018年3月20日中找到，該論文描述適用於進行本文中所描述的方法之神經網路模型及高度資料反卷積製程。

【0123】方法可進一步包含獲得第二基板W之參考資料且將參考資料輸入至該模型。模型可使用將判定效能資料之基板W的所提供參考資料以及第一或第二基板W的所獲得高度變化資料HVD。參考資料可包含高度變化資料HVD及效能資料PD中之一或多者。參考資料可包含來自基板W之先前量測的經量測高度變化資料HVD及/或來自基板W之先前量測的經量測效能資料PD。參考資料可包含在模型之先前運行期間判定之效能資料PD。舉例而言，可運行模型以判定基板W之效能資料PD。可將效能資料PD作為參考資料儲存在適合記憶體中。針對模型之後續使用，參考效能資料PD可自記憶體再調用且輸入至模型以提供上一已知效能資料之基線。以此方式使用上一已知效能資料可減少使用最新高度變化資料執行

模型並獲得校正效能資料PD所需的時間。

【0124】 參考資料可稱為歷史資料。歷史資料可包含經量測或判定的效能資料及/或經量測高度變化資料。歷史資料可能已經針對與第二基板相同之基板但在更早時間點獲得。參考資料可由模型610使用作為用於判定第二基板之輸出效能資料的參考或基礎。在一個實例中，模型610週期性地判定基板之疊對資料。針對基板W判定之最新疊對資料可用作模型610之下一運行的參考資料。在判定最新疊對資料時，模型610可使用經先前判定之疊對資料作為用於判定新疊對資料的輸入。在一些情況下，模型可使用來自模型之複數個先前運行之疊對資料或(更通常)效能資料。

【0125】 參考資料可為在訓練或再訓練模型時所使用之所提供權重及偏置。以此方式使用參考資料減少了使用新參數訓練模型所需之時間量。

【0126】 在使用時，自模型610輸出之第二效能資料DPD可用於判定微影裝置LA的參數。效能資料DPD可用於安排微影裝置LA之維持。此可藉由監測自效能資料DPD判定之參數來進行。監測參數可包含用所獲得的輸入資料之新集合(換言之，基板W之所獲得的高度變化資料OHVD)週期性地運行模型。此能夠基於由模型輸出之效能資料PD週期性地判定微影裝置LA的參數。基於隨著時間推移監測參數值，可預測對維持之需求，且因此可預測維持排程。

【0127】 舉例而言，若所判定之參數傳遞臨限值或落在預定範圍外部；若判定未預期參數值；或若出現對參數之突然或反常改變，則可確立對維持之需求。在一個實例中，效能資料DPD可為疊對資料，且高度變化資料OHVD可為調平資料。模型610可基於週期性地獲得的調平資料判定

基板之疊對資料。若疊對資料傳遞臨限值或若判定未預期疊對資料值，則疊對資料可用於重複校準或調整微影裝置之一或多個部分。從而，舉例而言，掃描器之一或多個參數可經調整以更改晶圓W之特定區域上的焦點或用量。在一個實例中，所判定之參數可指示度量衡圖或其他模型需要更新且亦可提供現有度量衡圖或模型的所需更新或誤差之估計值。

【0128】 在另一實例實施中，微影裝置LA之參數可關於用於在微影裝置LA中支撐基板之基板支撐件WT的品質。基板支撐件可為晶圓台WT。基板支撐件可藉由使用基板支撐件WT，例如藉由將基板W置放在該支撐件WT上及/或後續去除該基板W，而隨著時間推移劣化。基板支撐件WT之品質可影響基板W在支撐件WT上之定位及針對彼支撐件WT判定之效能參數。因此，本文中所揭示之方法可用於判定表示基板支撐件WT之品質的參數。模型之週期運行允許監測參數。基板支撐件WT之維持可包含置換基板支撐件WT。

【0129】 使用高度變化資料OHVD作為對模型之輸入以提供密集疊對資料可引起對疊對資料的較不準確預測。亦即，疊對資料之使用僅提供疊對資料之更近似估計。此近似出於以下的目的可為適當：判定夾盤是否已經劣化；是否可能需要更新一或多個參數；及提供可能需要更新多少參數之估計。舉例而言，由高度調平資料提供之所估計密集疊對可指示度量衡圖可能過時且提供對過時多久的估計。

【0130】 可使用近似疊對資料與已知或參考目標或晶圓比較。在一個實例中，類似性索引方法可用於判定與已知或參考目標或晶圓之類似性。類似性索引方法可為層級集群方法。來自比較之輸出可提供關於是否需要更新及(在一些情況下)需要更新之近似的指示。

【0131】 在一些實例中，預定臨限值可設定用於判定已達成類似性之發散的時間。預定臨限值可關於需要新校準之時間或系統需要清潔之時間。臨限值可關於相對於類似性距離之基於距離的良率。

【0132】 本文中所揭示之方法可進一步包含提供第一基板之第一對準資料，其中基於第一對準資料以及第一高度變化資料HVD及第一效能資料PD判定模式610。對準資料可藉由對準度量衡工具獲得。對準度量衡工具可整合於微影裝置LA中。

【0133】 基板之對準資料可藉由度量衡在與針對基板所獲得的高度變化資料之解析度相比之低解析度下來量測。在低解析度下所獲得的稀疏對準資料可作為方法之一部分經增加取樣至更高解析度。舉例而言，對準之增加取樣可藉由使用在可用於基板之稀疏對準資料上的基於三角量測之內插值及雙三次內插值之組合來達成。可實施用貝氏框架(Bayesian framework)之自動規則化以最小化過度擬合資料的可能性。對第一對準資料增加取樣意謂模型610之判定係基於高解析度對準資料。對第二對準資料增加取樣意謂模型610接收高解析度對準資料作為輸入。

【0134】 如上文所提及，高度變化資料可分解成複數個子組，該等子組可包含夾持形狀子組、徑向形狀子組、高頻訊跡及場位階訊跡。第二高度變化資料可分解成複數個子組，其中子組中之至少一者用作對模型610之輸入以用於判定第二效能資料。

【0135】 高度變化資料之子組中之一者可包含與第二基板的場位階訊跡相關之資料。在上文所列之實例分解中，與場位階訊跡相關的資料可含於場位階訊跡內。場位階訊跡可包含基板自身固有之特徵。場位階特徵可包含獨特標記，例如獨特標記歸因於蝕刻誤差可存在於基板之基底光柵

上，該等蝕刻誤差係基底光柵在基板上產生期間出現。由於此等特徵對個別基板具有特異性，因此去除由來自分析之場位階訊跡引起之效果及包括例如由微影裝置引起的效果之由其他屬性引起之對高度變化資料的分離效果係有益的。去除來自模型610判定及模型610輸入之場位階訊跡可去除對用在方法之後期或其他後續資料分析時處置場訊跡的其他校正方法之需求。

【0136】 如上文所描述，方法使用模型610及第二基板的高度變化資料判定第二基板之效能資料。在本文中所描述的一些實施中，方法可進一步包含獲得第二基板之第二效能資料。可在稀疏解析度下獲得第二效能資料。方法進一步包含將第二效能資料輸入至模型610中。模型610可在密集解析度下判定第二效能資料，換言之，該密集解析度為高於稀疏輸入第二效能資料之解析度的解析度。可使用度量衡工具MT獲得第二效能資料，該度量衡工具MT可為散射計。

【0137】 圖6描繪用於判定微影裝置LA之參數的另一實例方法之流程圖，其中模型610以與上文所描述類似的方式但用額外輸入資料判定。由此，在此第二實例中，方法可進一步包含使用三種不同類型之輸入資料訓練模型，該等輸入資料包括例如對準資料AD、高度變化資料HVD及效能資料PD。將輸入映射至經量測稀疏效能資料DPD。在一個實例中，模型610之訓練可用稀疏疊對資料、稀疏或密集對準資料及調平資料(其可能已經如上文所描述去卷積)之輸入達成。模型610之輸出可為經量測密集疊對資料，如同先前已描述之模型一樣。

【0138】 在使用時，一旦已判定模型，方法即可包含獲得608第二基板之高度變化資料HVD，獲得616對準資料AD (該對準資料可自稀疏對

準資料增加取樣)，且獲得618稀疏效能資料PD，其中步驟608、616及618之資料皆獲自第二基板。將所獲得的資料608、616、618輸入至模型610中，且運行模型以判定第二基板之密集效能資料DPD的輸出612。基於所判定之效能資料，可判定620微影裝置之參數DOVL。密集效能資料可為密集疊對資料。密集效能資料可在超密集解析度下提供，該超密集解析度可高於可藉由用於量測效能資料之度量衡工具獲得的解析度。模型610可進一步使用參考資料作為輸入，其中參考資料可為第二基板之歷史資料。

【0139】 在一些實施中，第一及第二基板可為參考基板。在一個實例中，參考基板通常將為疊對基板，但可使用其他基板，諸如如上文所描述之調平基板。模型可針對基板例如以預定時間間隔或在尤其由使用者例如回應於偵測到之事件實施時運行多次。多次執行方法(其可週期性地進行)可包含重複獲得輸入資料及運行模型610以判定輸出效能資料之步驟。模型610之重複使用可包含判定模型610一次且針對模型610之多個運行使用相同之經判定模型610。更新模型610可與運行模型610分離地執行。

【0140】 微影裝置之參數可為用於第二基板之微影裝置的基板支撐件之品質之度量。可替代地或另外，基板支撐件可與微影裝置之一或多種設置相關。具體言之，設置可為微影裝置之曝光設置。更具體言之，一或多種設置可影響所得經曝光圖案之疊對。

【0141】 參數可包含單一值，或可包含複數個值。參數可關於度量衡圖。度量衡圖可為將度量衡值連結至基板上之位置以提供與微影裝置之校準相關的資訊之複數個值。舉例而言，度量衡圖可包括關於何時曝光焦點及/或用量需要校正之指示。從而，方法可進一步包含基於度量衡圖更新微影裝置LA之一或多種設置。微影裝置之一或多種設置可關於微影裝

置LA之定位柵格。

【0142】 在一些實施中，參數可關於微影裝置LA之曝光前條件。方法可進一步包含基於所判定之參數判定微影裝置LA的設置中之一或多者是否需要校正。方法可進一步包含估計所需校正之程度，換言之，定量地估計基於微影裝置LA的所判定之參數需要修正設置中之一或多者之量。舉例而言，效能資料可為第二基板之疊對資料。基於疊對資料判定之參數可包含微影裝置LA之一或多種設置，且可對設置中之一或多者進行調整以校正判定疊對資料所指示之疊對的失配，以改良後續曝光中之疊對效能。

【0143】 如上文所描述之方法可包含兩個模型，其中模型具有不同輸入及不同輸出。因此，第一模型及第二模型可具有不同權重及/或偏置集合。具體言之，方法可包含以第一週期性運行第一模型，且以第二週期性運行第二模型。第一週期性可高於第二週期性，換言之，第一模型可比第二模型更頻繁地運行。第一模型可使用校準基板作為第二基板，且第二模型可使用參考模型作為第二基板。第一模型可接收高度變化資料及視情況對準資料作為輸入。可運行第一模型以判定第一輸出，其中輸出可為效能資料且較佳地可為超密集效能資料。第二模型可接收高度變化資料、對準資料及稀疏效能資料作為輸入資料。可運行第二模型以判定第二輸出，其中第二輸出可為效能資料且較佳地可為超密集效能資料。

【0144】 為了例如使用上文所描述之模型及方法判定基板之參數，知道判定參數的基板之屬性係有益的。此等屬性可用於解譯基板之度量衡資料以判定參數。基板之此校準可涉及晶圓誤差校正(WEC)檔案之判定。WEC檔案可表現基板與基板之特定的預定標準之偏差。包含於WEC檔案

內之資料可例如提供至上文所描述的方法及/或模型以判定基板之效能資料。

【0145】 WEC檔案可基於度量衡資料。獲得度量衡資料可為耗時的，佔據與本文中所描述的微影裝置LA及製程相關的一或多個度量衡工具MT之時間。當度量衡工具MT執行對基板之校準的量測時，其不能自由地用於其他度量衡應用。由於WEC檔案含有與對每一基板具有特異性的屬性相關之資料，因此可針對每一基板產生不同WEC檔案。可能需要相當多度量衡及管理工作量以獲得基板之校準的WEC檔案。因此減少校準基板所需的時間及成本係合乎需要的。此可例如藉由減少度量衡資料之量進行且/或可進行以改變判定基板之屬性所需的度量衡資料之類型。

【0146】 本文中提出使用模型校準基板之方法。模型可用於判定用於校準基板之參數的估計值，例如基板之效能資料，諸如疊對。參數可能難以量測，使得需要基於例如與基板相關的高度變化資料之其他資料估計該參數。量測參數之困難可藉由模型自資料推斷，獲得該資料為較不耗時/成本較低的。資料可為度量衡資料，例如高度變化資料，諸如調平資料。獲得密集調平資料所需之成本及時間可明顯低於獲得疊對資料的成本及時間。

【0147】 可在度量衡資料上訓練模型。具體言之，可提供高度變化資料及對應效能資料(例如疊對資料)。高度變化資料及效能資料可為度量衡資料。可訓練模型以基於高度變化資料預測效能資料。模型之準確度可藉由比較對所提供效能資料之預測來測試及訓練。用於訓練模型之所提供高度變化資料及效能資料可為密集高度變化資料及密集效能資料。高度變化資料可為調平資料。效能資料可為疊對資料。

【0148】 一旦訓練模型，即可基於高度變化資料推斷效能資料。在一個實例實施中，自高度變化資料藉由模型在不提供效能資料之情況下推斷效能資料。此模型之優勢為去除了對基板之校準的效能資料之度量衡之需求。所推斷效能資料可為密集的。在另一實例實施中，可自密集高度變化資料及稀疏效能資料推斷密集效能資料。此減少校準基板所需之效能資料度量衡之量。效能資料可為疊對資料。

【0149】 模型可用於判定處理步驟對基板之屬性的貢獻。舉例而言，模型可用於推斷疊對資料，該疊對資料可用於校準基板。具體言之，基板可為已經歷蝕刻步驟之參考基板。模型可判定由基板之蝕刻產生的疊對。疊對可基於已輸入至模型之基板的調平資料判定。針對基板所獲得的調平資料或其他形式之高度變化資料可如上文所描述去卷積/分解成構成部分。使用此分解，蝕刻步驟對基板之屬性的貢獻可自高度變化資料提取。蝕刻步驟之貢獻可描述為場訊跡或製程訊跡。

【0150】 圖7描繪具有用於校準基板之方法之步驟的流程圖。首先，獲得700經過訓練以使高度變化資料與效能資料相關之模型。在702中，獲得待校準之基板的高度變化資料。高度變化資料可作為方法之一部分經量測，或可自判定與方法分離的高度變化資料之源提供。在704中，可判定製程訊跡。判定可涉及將高度變化資料分解成複數個子組，將相對於圖8更詳細地解釋該等子組。子組中之一者可為製程訊跡。製程訊跡可為包含與基板所經歷之一或多個處理步驟相關的資訊之高度變化資料。舉例而言，處理訊跡可關於基板之蝕刻。與製程訊跡相關的資料可提供706作為對模型之輸入。在一些情況下，與製程訊跡相關之資料可為製程訊跡自身。在其他情況下，製程訊跡可在作為輸入提供至模型之前經進一步處

理。舉例而言，資料可包含基板間製程訊跡，如下文更詳細地描述。一旦已提供與製程訊跡相關的輸入，即可運行708模型，以判定模型輸出。模型輸出可包含與效能資料相關的資訊。具體言之，輸出可包含基板與基板標準之間的效能資料之所預測的偏差。基板標準可為針對基板所提供之屬性/參數值的預定標準集合。所預測偏差可用於校準710基板。舉例而言，疊對資料之所預測偏差可對應於晶圓誤差量測疊對資料。代替包含疊對度量衡資料之晶圓誤差校正檔案或除該晶圓誤差校正檔案之外，可因此提供所預測疊對偏差。疊對資料之估計可降低或去除對疊對度量衡資料之要求。此可具有減少度量衡工具MT用於校準基板之時間量的優勢。

【0151】圖8描繪將高度變化資料分解成複數個子組之示意性綜述。圓盤展示跨基板之高度變化資料。經量測高度變化資料可為高度變化圖表750及752之總和，其中752展示跨基板之二階多項式分佈，表示由晶圓載物台變形產生的效果。自經量測高度變化資料去除晶圓載物台變形效果752以形成高度變化資料750，該高度變化資料750包含由基板自身之效果產生之高度變化資料。高度變化資料750可分解754成複數個子組。每一子組可表示對於基板之效果的訊跡。舉例而言，高度變化資料子組756包含基板之主要訊跡。高度變化資料子組758包含徑向訊跡，高度變化資料子組760包含次要訊跡，高度變化資料子組762包含製程訊跡，且高度變化資料子組764包含高頻、中頻及低頻訊跡。

【0152】可使用分解自高度變化資料提取具有不同原因之對高度變化資料的貢獻。如圖8中所說明，藉由處理晶圓對高度變化資料之貢獻可提取為圖8中之子組762，從而形成製程訊跡。參考基板之製程訊跡可例如表示對由基板之蝕刻產生的基板之屬性的貢獻。蝕刻之效果可在相對於

相同設計產生的不同參考基板之間變化。不同基板之間的差異可表示基板之間的偏差，且可稱為基板間或晶圓-至-晶圓(w2w)製程訊跡。為了判定基板之製程訊跡的偏差，可比較製程訊跡與自複數個基板獲取之平均製程訊跡。使用本文中所描述的模型，w2w製程訊跡可提供為模型輸入以判定基板與預定基板標準之效能資料的偏差。效能資料之此偏差可視為w2w效能資料訊跡。

【0153】 w2w製程訊跡可判定為兩個基板之間的差異。在一些情況下，來自複數個基板之高度變化可用於判定w2w製程訊跡。為了能夠比較基板，設計基板之標準對於複數個基板而言係相同的。具體言之，待比較之複數個基板可屬於相同批次之基板。比較屬於相同批次之基板的基板之優勢為，該等基板已經歷相同生產步驟集合，且因此可具有緊密對準屬性。此可使該等基板適於經比較及/或平均化。

【0154】 為了比較複數個基板之製程訊跡，可判定平均製程訊跡，且隨後可比較基板之製程訊跡與彼平均值。判定平均值之優勢為減少存在於任何單一基板上的屬性之誤差或偏差之效果。圖9描繪判定與製程訊跡相關的資料以用於提供至模型之例示性方法中的步驟之流程圖。在900中，提供了複數個基板。複數個基板可皆具有相同設計。複數個基板可屬於相同批次。在步驟902中，針對複數個基板中之每一者提供高度變化資料。在步驟904中，自來自複數個基板中之每一者的高度變化資料判定製程訊跡。基板之製程訊跡的判定可基於彼基板之高度變化資料而無需考量與其他基板相關的高度變化或其他資料。判定906複數個個別判定之製程訊跡的平均值。自基板之製程訊跡減去908平均值，以便判定彼基板之w2w製程訊跡910。將w2w製程訊跡作為輸入提供至模型以判定效能資料。

w2w製程訊跡可表示與其他基板相比之製程訊跡的偏差。可針對複數個基板中之每一者判定該製程訊跡，自該製程訊跡判定平均值。

【0155】 圖10描繪w2w製程訊跡之判定的示意性綜述。三個基板之製程訊跡提供為101、102及103。基於基板101、102、103判定平均製程訊跡AVG。針對基板中之每一者，隨後自製程訊跡101、102、103減去平均製程訊跡AVG。所得高度變化資料為三個基板之w2w製程訊跡：111、112、113。

【0156】 在以下經編號條項之清單中揭示本發明之其他實施例：

1. 一種判定一微影裝置之一參數的方法，該方法包含：
提供一第一基板之第一高度變化資料；
提供該第一基板之第一效能資料；
基於該第一高度變化資料及該第一效能資料判定一模型；
獲得一第二基板之第二高度變化資料；
將該第二高度變化資料輸入至該模型；
藉由運行該模型，判定該第二基板之第二效能資料；及
基於該第二效能資料判定該裝置的一參數。
2. 如條項1之方法，其中該第一基板及該第二基板為相同基板。
3. 如條項1之方法，其進一步包含將該第一高度變化資料分解成至少一基板特異性指紋，並且其中該模型之該判定係基於該基板特異性指紋。
4. 如前述條項中任一項之方法，其中該效能資料為疊對資料。
5. 如前述條項中任一項之方法，其中該高度變化資料為調平資料。
6. 如前述條項中任一項之方法，其進一步包含：
獲得該第二基板之參考資料；及

將該參考資料輸入至該模型。

7.如條項6之方法，其中獲得該參考資料包含運行該模型一第一時間，該方法進一步包含：將該第二效能資料儲存為用於在該模型的一後續運行期間輸入之該參考資料。

8.如前述條項中任一項之方法，其中監測該參數以安排該裝置之維護動作。

9.如條項8之方法，其中該經安排維護動作係關於一基板支撐件或用於校準定位在該微影裝置中之基板的一參考基板。

10. 如前述條項中任一項之方法，其進一步包含：

提供該第一基板之第一對準資料；

基於該第一對準資料判定該模型；

獲得該第二基板之第二對準資料；及

將該第二對準資料輸入至該模型。

11. 如條項10之方法，其進一步包含基於該各別第一或第二高度變化資料對該第一或第二對準資料之解析度增加取樣。

12. 如前述條項中任一項之方法，其進一步包含：

將該第二高度變化資料分解成複數個子組，且將該複數個子組中之至少一者輸入至該模型。

13. 如條項12之方法，其中該等子組中之一者包含與該第二基板之一場訊跡相關的資料，且在輸入至該模型之前自該複數個子組中之至少一者去除該場訊跡子組。

14. 如前述條項中任一項之方法，其進一步包含：

在一稀疏解析度下獲得該第二基板之第二效能資料；

將該稀疏第二效能資料輸入至該模型；及

使用該模型用輸入資料估計密集第二效能資料。

15. 如條項14之方法，其進一步包含使用一度量衡裝置自該第二基板獲得該稀疏第二效能資料。

16. 如前述條項中任一項之方法，其中該第二基板為一參考基板。

17. 如條項1至13中任一項之方法，其中該第二基板為一校準基板。

18. 如前述條項中任一項之方法，其中該參數為支撐該第二基板之該裝置的一基板支撐件之品質之一度量。

19. 如條項16至18中任一項之方法，其中該微影裝置包含該參考基板。

20. 如前述條項中任一項之方法，其中該參數係關於該微影裝置之一或多種設置。

21. 如前述條項中任一項之方法，其中該微影裝置之該一或多種設置為一曝光設置。

22. 如前述條項中任一項之方法，其中判定該模型包含判定權重及偏置之一矩陣。

23. 如前述條項中任一項之方法，其中判定該模型包含使用一機器學習演算法。

24. 如前述條項中任一項之方法，其中該模型包含一神經網路。

25. 如前述條項中任一項之方法，其中該參數係關於一度量衡圖。

26. 如條項25之方法，其進一步包含：基於該度量衡圖更新該微影裝置之一或多種設置。

27. 如條項26之方法，其中該一或多種設置係關於該微影裝置之一定位柵格。

28. 如任一前述條項之方法，其中該參數係關於該微影裝置之一曝光前條件，該方法進一步包含：判定該微影裝置之一或多種設置是否需要校正。

29. 如條項28之方法，其進一步包含：估計一所需校正之程度。

30. 如前述條項中任一項之方法，其中該模型包含一第一模型及一第二模型，其中該第一模型及該第二模型具有不同輸入及不同輸出。

31. 如條項30之方法，其中該第一模型以一第一週期性運行以判定與一第一參數相關的一第一輸出；且，

該第二模型以一第二週期性運行以判定與一第二參數相關之一第二輸出，其中該第一週期性大於該第二週期性。

32. 如條項31之方法，其中運行該第一模型包含使用一校準基板作為該第二基板，且使用該第二模型包含使用一參考基板作為該第二基板。

33. 一種藉由一微影裝置改良一曝光的方法，該方法包含：

將一基板裝載至一機器中裝載至一基板支撐件上；

在一曝光之前判定該基板之高度變化資料；

根據如條項1至32之方法判定該微影裝置之一參數；

基於該參數更新該微影裝置；及

藉由該微影裝置將一圖案曝光在該基板上。

34. 一種微影裝置，其包含：

一處理器，其經組態以如條項1至33之方法判定一參數。

35. 一種電腦程式，其包含在至少一個處理器上執行時使得該至少

一個處理器控制一裝置以進行如條項1至33中任一項之方法的指令。

36. 一種載體，其含有如條項35之電腦程式，其中該載體為一電子信號、光學信號、無線電信號中之一者，或為非暫時性電腦可讀儲存媒體。

37. 一種用於控制一微影裝置之配方，該配方包含與如根據如條項1至33中任一項之方法所判定的該參數相關聯之一控制參數之設定點。

38. 如條項37之用於控制該微影裝置的配方，其中該控制參數與一疊對誤差之控制相關聯。

39. 如條項38之用於控制該微影裝置的配方，其中該等設定點提供為描述跨一基板定位誤差之一高階模型的係數。

40. 如條項37至39任一項之配方，其中該配方經組態以週期性地校準該微影裝置。

41. 如條項40之配方，其中該校準經組態以校準該微影裝置內之一基板定位及/或基板量測系統的一座標系統。

42. 一種用於校準一基板之方法，該方法包含：

獲得經訓練以使高度變化資料與效能參數資料相關之一模型；

獲得該基板之一高度變化資料；

分解該高度變化資料以判定該基板之一製程訊跡；

將與該製程訊跡相關的資料輸入至該模型；

運行該模型以判定該基板與一基板標準之間的效能資料之一所預測的偏差；及

使用該效能參數之該所預測的偏差校準該基板。

43. 如條項42之方法，其中該高度變化資料為調平資料。

44. 如條項42至43中任一項之方法，其中該效能資料為疊對資料。

45. 如條項42至44中任一項之方法，其中與該製程訊跡相關的該資料包含該製程訊跡。

46. 如條項42至45中任一項之方法，其進一步包含：

針對複數個基板判定一平均製程訊跡；及

自該基板之該製程訊跡減去該平均製程訊跡以判定一基板間製程訊跡；

其中與該製程訊跡相關的該資料包含該基板間製程訊跡。

47. 如條項42至46中任一項之方法，其中該製程訊跡係關於該基板之一蝕刻。

48. 如條項42至47中任一項之方法，其中該基板為參考基板。

【0157】 本文中所描述的為藉由微影裝置LA改良曝光之方法，其中方法包含在藉由微影裝置LA曝光之前將基板裝載至機器中，其中該機器可為高度變化度量衡工具，例如位階感測器。高度變化度量衡工具可整合至微影裝置中，在此情況下，機器可指具有整合式高度變化度量衡工具之微影裝置LA。方法進一步包含根據上文所描述的方法判定微影裝置之參數。方法進一步包含基於參數更新微影裝置LA且藉由經更新的微影裝置LA將圖案曝光在基板上。更新微影裝置LA可包含更新如上文所描述之微影裝置LA的一或多種設置。

【0158】 本文中所描述的方法可用於定義用於控制微影裝置LA之一或多種配方。配方可包含與根據上文所描述的方法所判定之參數相關聯的控制參數之複數個設定點。控制參數可與藉由微影裝置LA之曝光之疊對誤差的控制相關聯。複數個設定點可提供為描述跨基板定位誤差之高階模

型的係數。配方可用於校準微影裝置LA。可週期性地執行基於配方之校準。微影裝置LA之校準可包含微影裝置內之基板定位系統的座標系統及基板量測系統中之一或兩者的校準。

【0159】 微影裝置LA包含處理器，且可包含複數個處理器。處理器可連接至載體，該載體可包含於微影裝置LA或連接至微影裝置LA之電腦系統CL內。載體可為電子信號、光學信號、無線電信號中之一者，或為非暫時性電腦可讀儲存媒體，例如記憶體。載體包含在處理器上執行時使處理器控制裝置進行如上文所描述之方法中之任一者的指令。裝置可為電腦系統CL及微影裝置LA中之一或兩者。

【0160】 儘管可在本文中具體參考IC製造中之微影裝置之使用，但應理解，本文中所描述之微影裝置可具有其他應用。可能之其他應用包括製造整合式光學系統、用於磁域記憶體之導引及偵測圖案、平板顯示器、液晶顯示器(LCD)、薄膜磁頭等等。

【0161】 儘管可在本文中具體參考在微影裝置之上下文中的本發明之實施例，但本發明之實施例可用於其他裝置中。本發明之實施例可形成光罩檢測裝置、度量衡裝置或量測或處理諸如晶圓(或其他基板)或光罩(或其他圖案化器件)之物件的任何裝置之部分。此等裝置可通常稱為微影工具。此微影工具可使用真空條件或環境(非真空)條件。

【0162】 儘管上文可具體參考在光學微影之上下文中對本發明的實施例之使用，但應瞭解，本發明在上下文允許之情況下不限於光學微影，且可用於其他應用(例如壓印微影)中。

【0163】 雖然上文已描述本發明之具體實施例，但應瞭解，本發明可以不同於如所描述之其他方式實踐，上文描述意欲為說明性而非限制性

的。由此，對於熟習此項技術者將顯而易見，可在不脫離下文所陳述之申請專利範圍之範疇的情況下對如所描述之本發明進行修改。

【符號說明】

【0164】

101	製程訊跡
102	製程訊跡
103	製程訊跡
111	w2w製程訊跡
112	w2w製程訊跡
113	w2w製程訊跡
602	第一步驟
604	第二步驟
606	第三步驟
608	步驟
609	步驟
610	模型
612	步驟
614	步驟
616	步驟
618	步驟
620	步驟
700	步驟
702	步驟

704	步驟
706	步驟
708	步驟
710	步驟
750	高度變化圖表
752	高度變化圖表
754	分解
756	高度變化資料子組
758	高度變化資料子組
760	高度變化資料子組
762	高度變化資料子組
764	高度變化資料子組
900	步驟
902	步驟
904	步驟
906	步驟
908	步驟
AD	對準資料
ANG	入射角
AVG	平均製程訊跡
B	輻射光束
BD	光束遞送系統
BE1	輻射光束

BE2	箭頭
BK	烘烤板
C	目標部分
CH	冷卻板
CL	電腦系統
DE	顯影器
DET	偵測器
DGR	偵測光柵
DM	判定
DOVL	參數
DP	參數
DPD	第二效能資料
HVD	第一高度變化資料
IF	位置量測系統
IL	照明系統
I/O1	輸入/輸出埠
I/O2	輸入/輸出埠
LA	微影裝置
LACU	微影控制單元
LB	裝載匣
LC	微影單元
LS	位階或高度感測器
LSB	輻射光束

LSD	偵測單元
LSO	輻射源
LSP	投影單元
M1	光罩對準標記
M2	光罩對準標記
MA	圖案化器件
MLO	量測部位
MT	度量衡工具
OHVD	第二高度變化資料
P1	基板對準標記
P2	基板對準標記
PD	第一效能資料
PEB	曝光後烘烤步驟
PGR	投影光柵
PM	第一定位器
PS	投影系統
PW	第二定位器
RO	基板處置器或機器人
SC	旋塗器
SC1	第一標度
SC2	第二標度
SC3	第三標度
SCS	監督控制系統

SO	輻射源
T	光罩支撐件
TCU	塗佈顯影系統控制單元
W	基板
WT	基板支撐件

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種判定一微影裝置之一參數的方法，該方法包含：

提供一第一基板之第一高度變化資料；

將該第一高度變化資料分解（**decomposing**）成至少一基板特異性指紋（**specific fingerprint**）；

提供該第一基板之第一效能資料；

至少部分地基於該第一高度變化資料、該第一效能資料及該基板特異性指紋判定一模型；

獲得一第二基板之第二高度變化資料；

將該第二高度變化資料輸入至該模型；

藉由運行該模型，判定該第二基板之第二效能資料；及

基於該第二效能資料判定該裝置的一參數。

【第2項】

如請求項1之方法，其中該第一基板及該第二基板為相同基板。

【第3項】

如請求項1或2之方法，其中該第一效能資料及該第二效能資料為疊對資料，且該第一高度變化資料及該第二高度變化資料為調平資料。

【第4項】

如請求項1之方法，其進一步包含：

獲得該第二基板之參考資料；及

將該參考資料輸入至該模型。

【第5項】

如請求項4之方法，其中獲得該參考資料包含運行該模型一第一時間，該方法進一步包含：將該第二效能資料儲存為用於在該模型的一後續運行期間輸入之該參考資料。

【第6項】

如請求項1之方法，其進一步包含：

提供該第一基板之第一對準資料；

另外基於該第一對準資料判定該模型；

獲得該第二基板之第二對準資料；及

將該第二對準資料輸入至該模型。

【第7項】

如請求項6之方法，其進一步包含基於該各別第一或第二高度變化資料對該第一或第二對準資料之解析度增加取樣(upsampling)。

【第8項】

如請求項1之方法，其進一步包含：

將該第二高度變化資料分解成複數個子組，且將該複數個子組中之至少一者輸入至該模型。

【第9項】

如請求項1之方法，其進一步包含：

在一稀疏解析度(sparse resolution)下獲得該第二基板之第二效能資料；

將該稀疏第二效能資料輸入至該模型；及

使用該模型用輸入資料估計密集第二效能資料。

【第10項】

如請求項1之方法，其中該第二基板為一參考基板或校準基板。

【第11項】

如請求項1之方法，其中該參數為支撐該第二基板之該裝置的一基板支撐件之品質之一度量。

【第12項】

如請求項1之方法，其中判定該模型包含判定權重及偏置之一矩陣。

【第13項】

如請求項1之方法，其中該模型包含一第一模型及一第二模型，其中該第一模型及該第二模型具有不同輸入及不同輸出。

【第14項】

如請求項13之方法，其中該第一模型以一第一週期性運行以判定與一第一參數相關的一第一輸出；且，

該第二模型以一第二週期性運行以判定與一第二參數相關之一第二輸出，其中該第一週期性大於該第二週期性。

【第15項】

如請求項14之方法，其中運行該第一模型包含使用一校準基板作為該第二基板，且使用該第二模型包含使用一參考基板作為該第二基板。

【第16項】

一種用於校準一基板之方法，該方法包含：

獲得經訓練以使高度變化資料與效能參數資料相關之一模型；

獲得該基板之一高度變化資料；

分解該高度變化資料以判定該基板之一製程訊跡（process signature）；

將與該製程訊跡相關的資料輸入至該模型；

運行該模型以判定該基板與一基板標準之間的效能資料之一所預測的偏差；及

使用該效能參數之該所預測的偏差來校準該基板。

【第17項】

如請求項16之方法，其中該高度變化資料為調平資料。

【第18項】

如請求項16之方法，其中該效能資料為疊對資料。

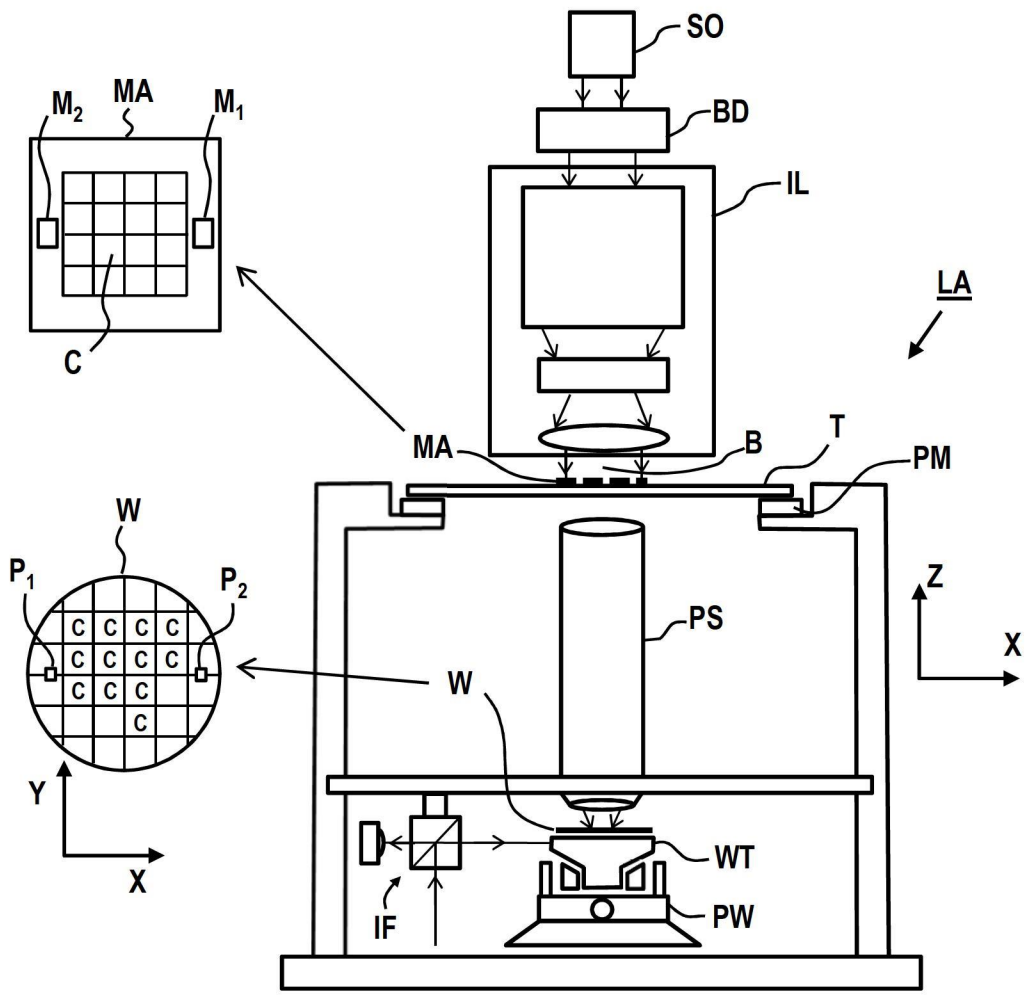
【第19項】

如請求項16之方法，其中與該製程訊跡相關的該資料包含該製程訊跡。

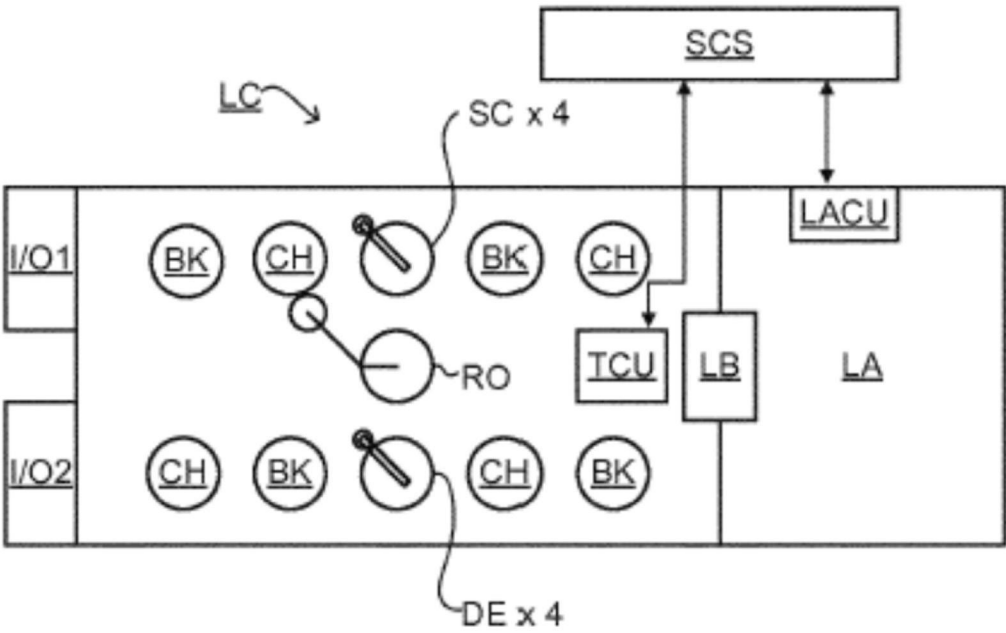
【第20項】

如請求項16之方法，其中該基板為一參考基板。

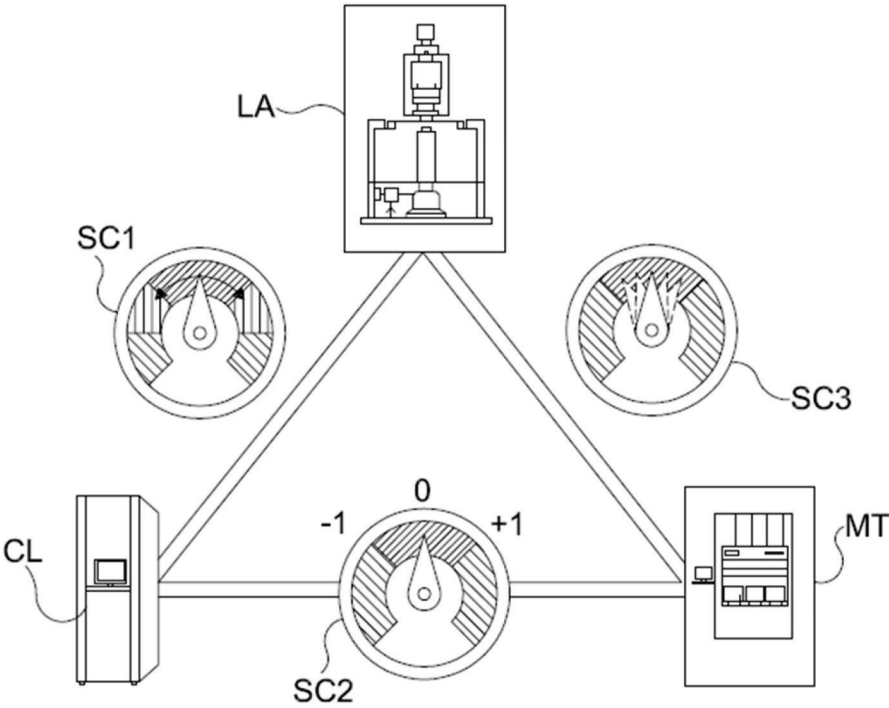
【發明圖式】



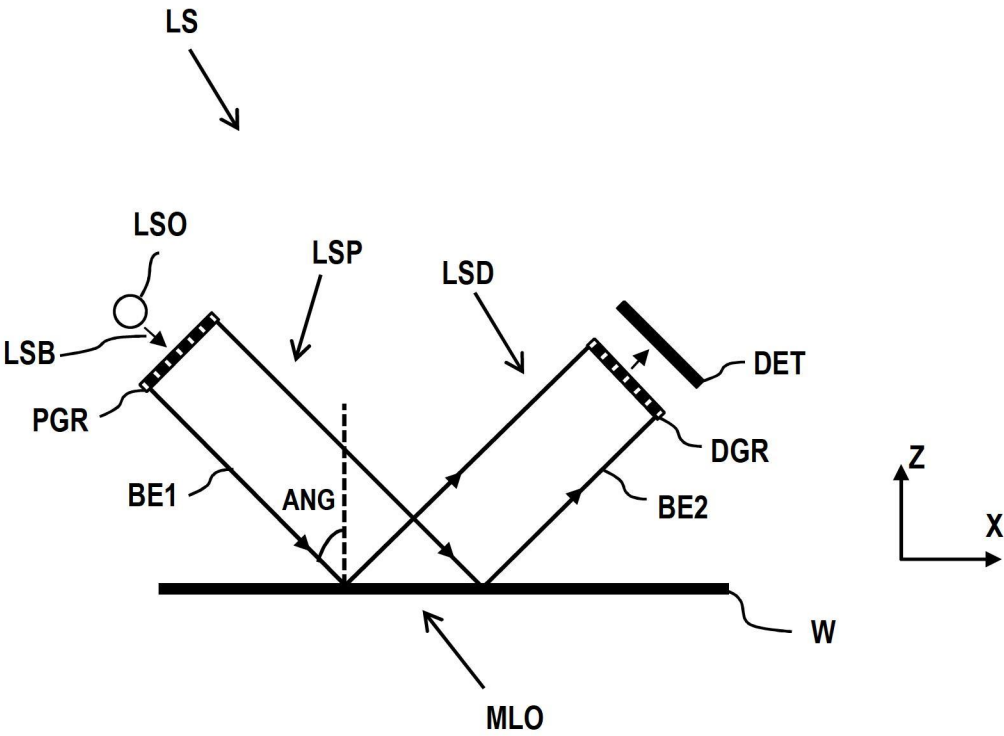
【圖1】



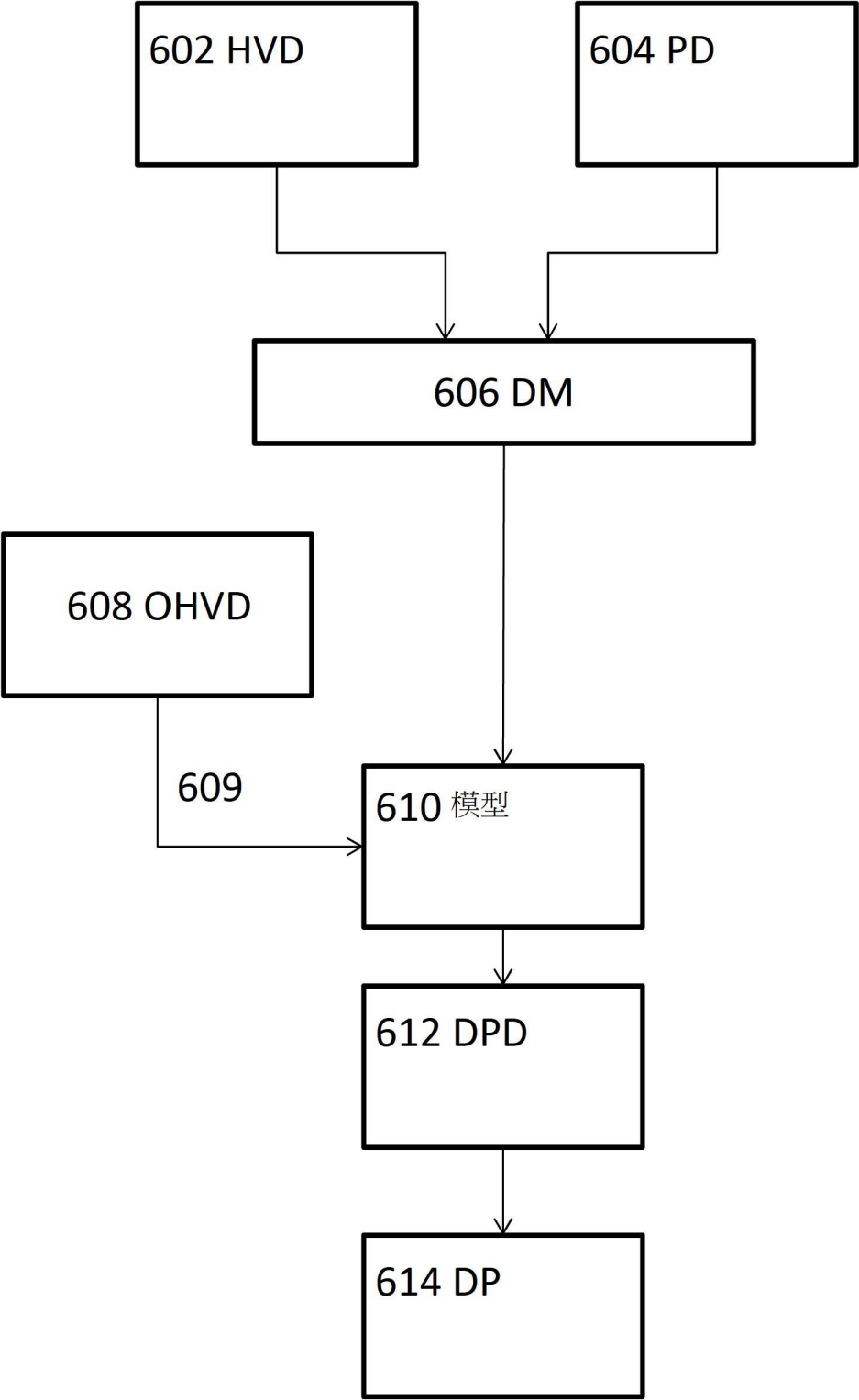
【圖2】



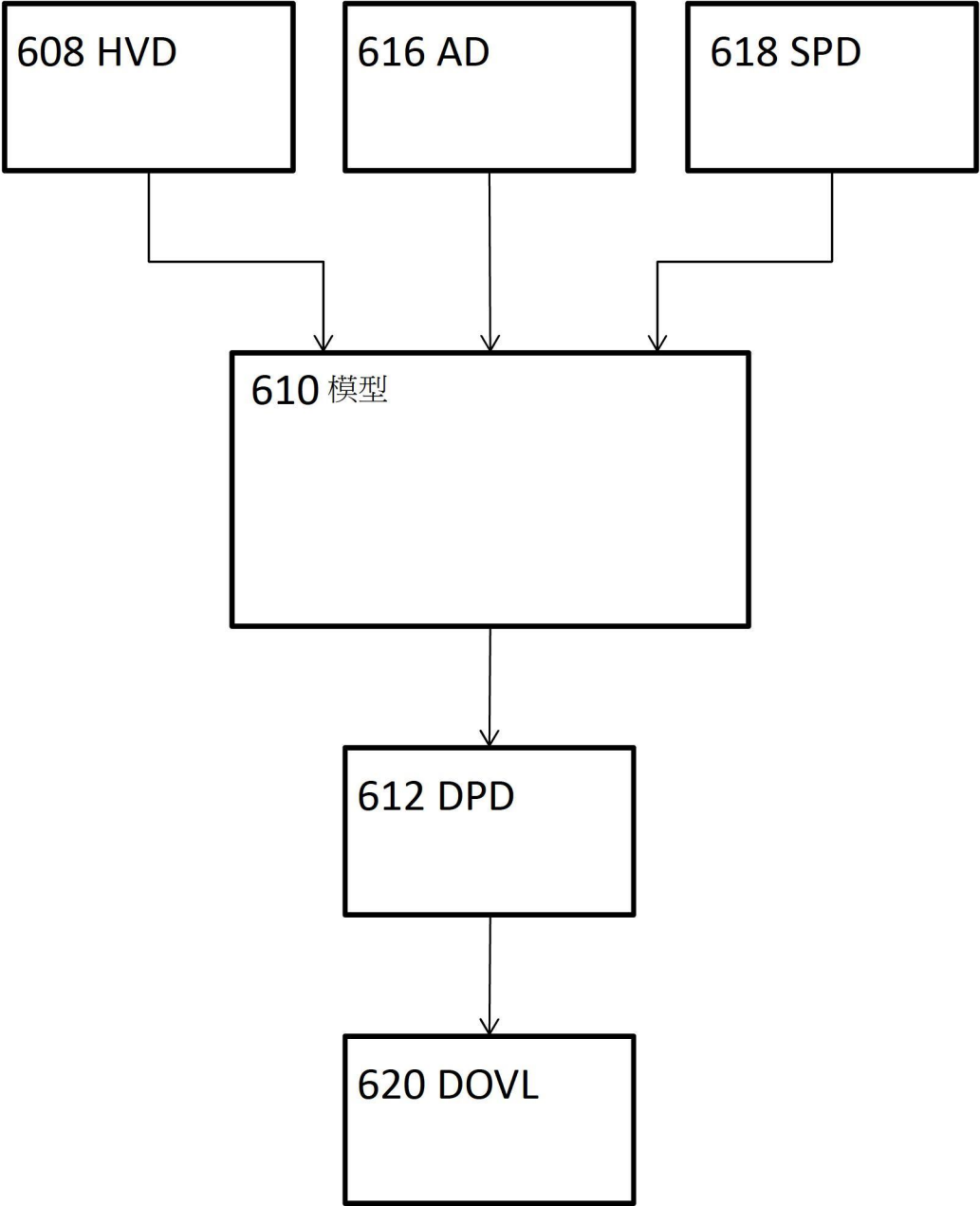
【圖3】



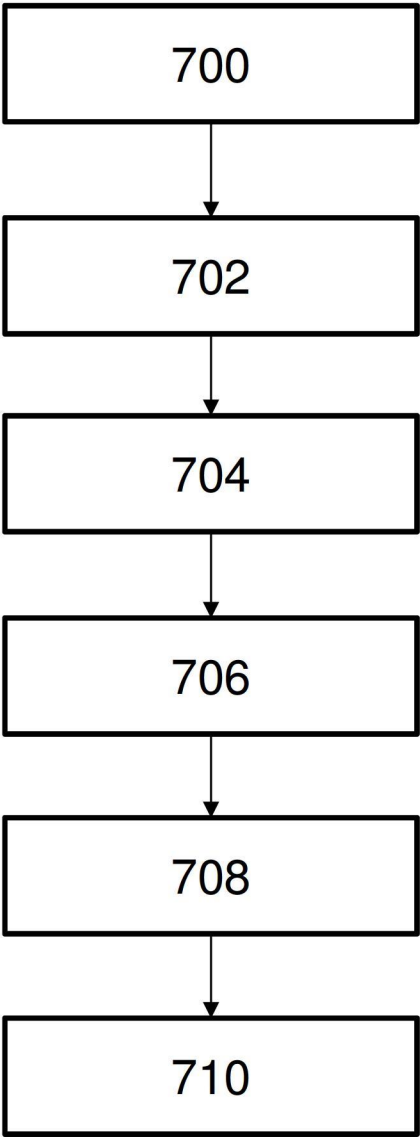
【圖4】



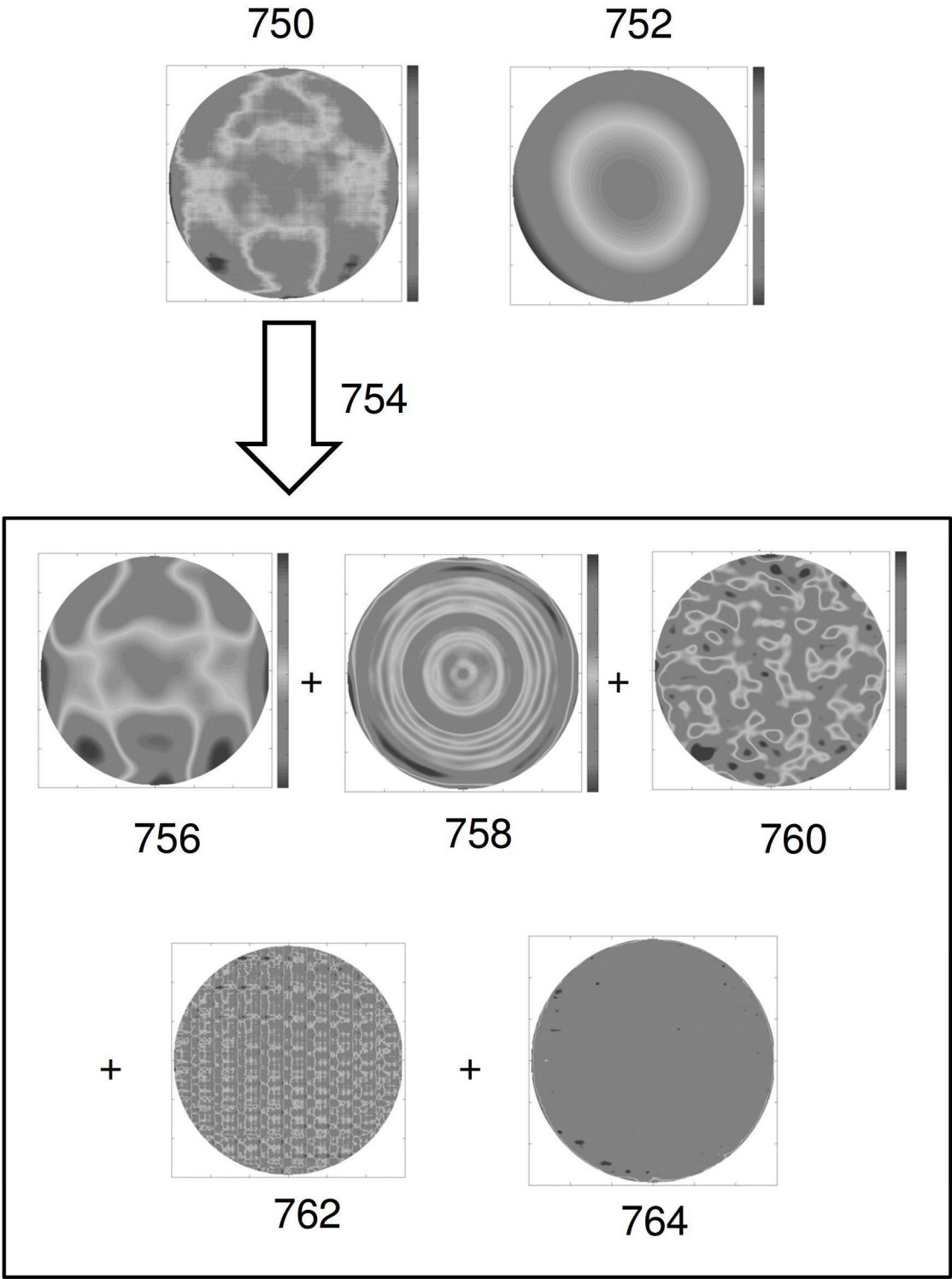
【圖5】



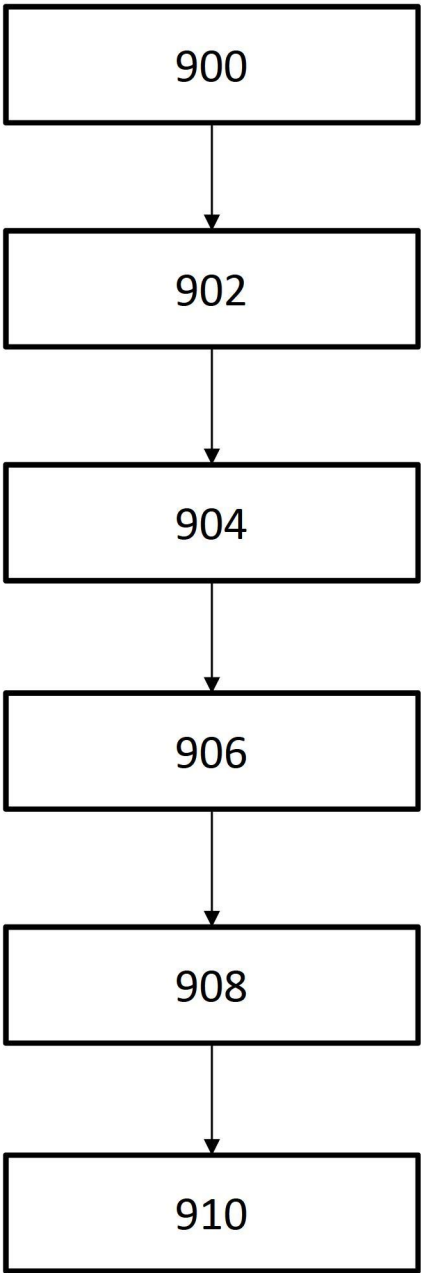
【圖6】



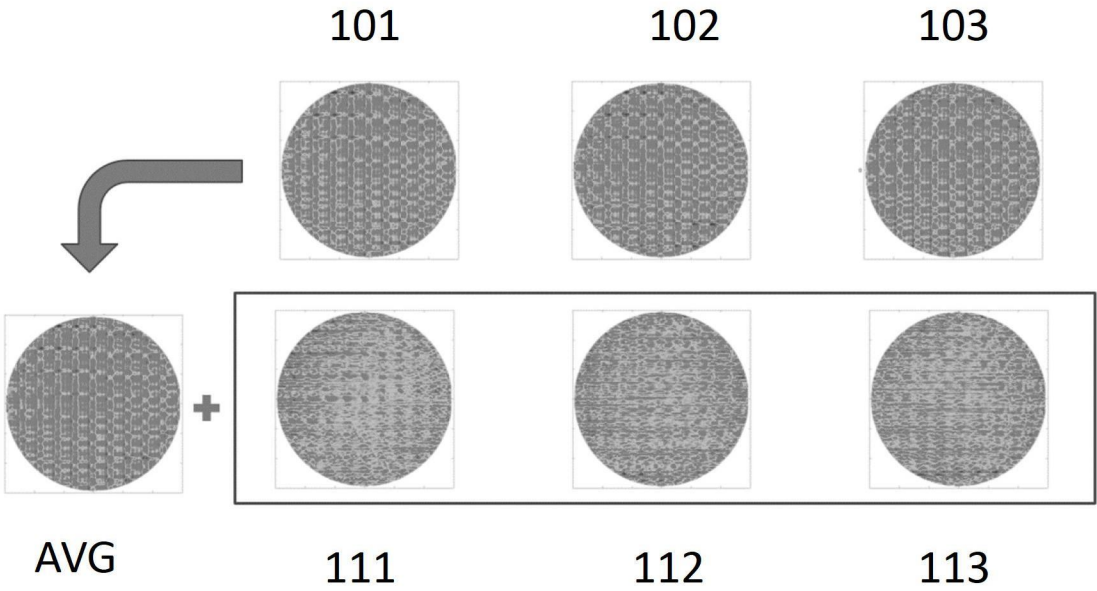
【圖7】



【圖8】



【圖9】



【圖10】