



(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 I804708 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：109102370

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 22 日

(51)Int. Cl. : G03F7/20 (2006.01)

H01L21/66 (2006.01)

(30)優先權：2019/02/15 美國

62/806,226

2019/06/04 世界智慧財產權組織

PCT/US19/35282

(71)申請人：美商科磊股份有限公司 (美國) KLA CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：弗克維奇 羅伊 VOLKOVICH, ROIE (IL)；葉魯夏米 里蘭 YERUSHALMI, LIRAN

(IL)；古特曼 那達夫 GUTMAN, NADAV (IL)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201843533A

US 06678038B2

US 07138629B2

審查人員：呂燦

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：8 共 62 頁

(54)名稱

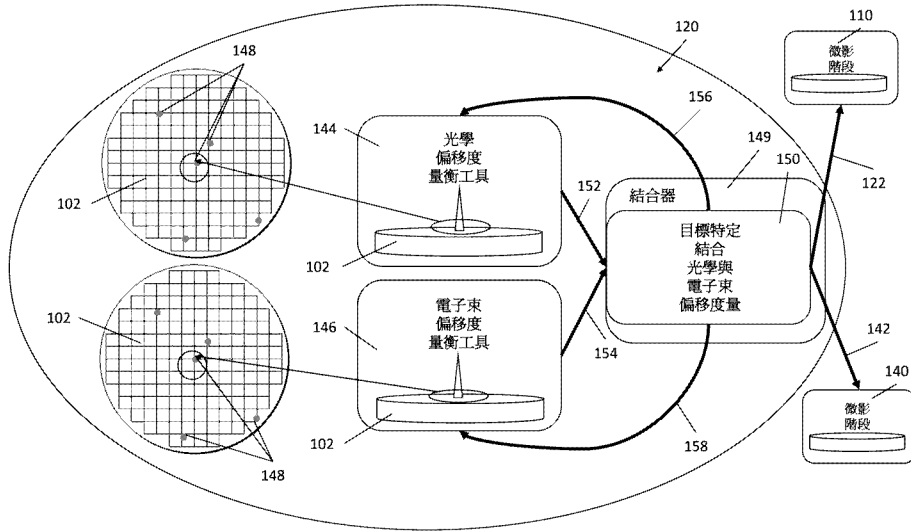
偏移度量衡系統，製造半導體裝置晶圓之方法，及用於在半導體裝置之製造中之偏移之量測中使用之目標

(57)摘要

本發明揭示一種可用於製造半導體裝置晶圓中之偏移度量衡系統，其包含：一光學偏移度量衡工具，其經組態以量測選自旨在相同之一批半導體裝置晶圓之一半導體裝置之兩個層之間之至少一個目標處之偏移；一電子束偏移度量衡工具，其經組態以量測選自該批之一半導體裝置之兩個層之間之該至少一個目標處之偏移；及一結合器，其可操作以結合該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具之輸出以提供一結合偏移度量。

A misregistration metrology system useful in manufacturing semiconductor device wafers including an optical misregistration metrology tool configured to measure misregistration at at least one target between two layers of a semiconductor device which is selected from a batch of semiconductor device wafers which are intended to be identical, an electron beam misregistration metrology tool configured to measure misregistration at the at least one target between two layers of a semiconductor device which is selected from the batch and a combiner operative to combine outputs of the optical misregistration metrology tool and the electron beam misregistration metrology tool to provide a combined misregistration metric.

指定代表圖：



【圖1B】

符號簡單說明：

- 102: 半導體裝置晶圓
- 110: 第一微影階段
- 120: 偏移度量衡系統
- 122: 箭頭
- 140: 額外微影階段
- 142: 箭頭
- 144: 光學偏移度量衡工具
- 146: 電子束偏移度量衡工具
- 148: 位點
- 149: 結合器
- 150: 目標特定結合光學與電子束偏移度量 (TSCOEBMM)
- 152: 箭頭
- 154: 箭頭
- 156: 箭頭
- 158: 箭頭



I804708

【發明摘要】

【中文發明名稱】

偏移度量衡系統，製造半導體裝置晶圓之方法，及用於在半導體裝置之製造中之偏移之量測中使用之目標

【英文發明名稱】

MISREGISTRATION METROLOGY SYSTEM, METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE WAFERS, AND TARGET FOR USE IN MEASUREMENT OF MISREGISTRATION

【中文】

本發明揭示一種可用於製造半導體裝置晶圓中之偏移度量衡系統，其包含：一光學偏移度量衡工具，其經組態以量測選自旨在相同之一批半導體裝置晶圓之一半導體裝置之兩個層之間之至少一個目標處之偏移；一電子束偏移度量衡工具，其經組態以量測選自該批之一半導體裝置之兩個層之間之該至少一個目標處之偏移；及一結合器，其可操作以結合該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具之輸出以提供一結合偏移度量。

【英文】

A misregistration metrology system useful in manufacturing semiconductor device wafers including an optical misregistration metrology tool configured to measure misregistration at at least one target between two layers of a semiconductor device which is selected from a batch of semiconductor device wafers which are intended to be identical, an electron beam misregistration metrology tool configured to measure misregistration at the at least one target between two layers of a semiconductor device which is selected from the batch and a combiner

operative to combine outputs of the optical misregistration metrology tool and the electron beam misregistration metrology tool to provide a combined misregistration metric.

【指定代表圖】

圖1B

【代表圖之符號簡單說明】

102:半導體裝置晶圓

110:第一微影階段

120:偏移度量衡系統

122:箭頭

140:額外微影階段

142:箭頭

144:光學偏移度量衡工具

146:電子束偏移度量衡工具

148:位點

149:結合器

150:目標特定結合光學與電子束偏移度量(TSCOEBMM)

152:箭頭

154:箭頭

156:箭頭

158:箭頭

【發明說明書】

【中文發明名稱】

偏移度量衡系統，製造半導體裝置晶圓之方法，及用於在半導體裝置之製造中之偏移之量測中使用之目標

【英文發明名稱】

MISREGISTRATION METROLOGY SYSTEM, METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE WAFERS, AND TARGET FOR USE IN MEASUREMENT OF MISREGISTRATION

【技術領域】

【0001】 本發明係關於度量衡之領域且更特定言之，係關於偏移度量衡程序。

【先前技術】

【0002】 已知用於度量衡及偏移度量衡程序之各種類型之裝置。

【發明內容】

【0003】 本發明設法提供經改良之偏移量測系統及方法。

【0004】 因此，根據本發明之一較佳實施例，提供一種可用於製造半導體裝置晶圓中之偏移度量衡系統，其包含：一光學偏移度量衡工具，其經組態以量測選自旨在相同之一批半導體裝置晶圓之一半導體裝置之兩個層之間之至少一個目標處之偏移；一電子束偏移度量衡工具，其經組態以量測選自該批之一半導體裝置之兩個層之間之該至少一個目標處之偏移；及一結合器，其可操作以結合該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具之輸出以提供一結合偏移度量。

【0005】 較佳地，該光學偏移度量衡工具包含一散射量測度量衡工具。替代地，該光學偏移度量衡工具包含一成像度量衡工具。

【0006】 根據本發明之一較佳實施例，該光學偏移度量衡工具及該

電子束偏移度量衡工具各量測一單一半導體裝置之兩個層之間之偏移。替代地，該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具各量測兩者係選自該批之不同半導體裝置晶圓之兩個層之間之偏移。

【0007】 根據本發明之另一較佳實施例，亦提供一種用於製造半導體裝置晶圓之方法，其包含：對選自旨在相同之一批半導體裝置晶圓之至少一個半導體裝置晶圓執行一微影程序中之至少一初始階段；此後藉由以下項而量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之至少一個半導體裝置晶圓之至少兩個層之偏移：採用一光學偏移度量衡工具以量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之該至少一個半導體裝置晶圓之至少一者之該兩個層之間之至少一個目標處之偏移；採用一電子束偏移度量衡工具以量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之該至少一個半導體裝置晶圓之至少一者之兩個層之間之該至少一個目標處之偏移；及結合該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具之輸出以提供一結合偏移度量；及利用該結合偏移度量用於調整該微影程序以提供一經調整微影程序。

【0008】 根據本發明之一較佳實施例，該量測偏移包含採用該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具以量測一單一半導體裝置之兩個層之間之偏移。替代地，該量測偏移包含採用該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具以量測兩者係選自該批之不同半導體裝置晶圓之兩個層之間之偏移。

【0009】 根據本發明之一較佳實施例，該經調整微影程序包含該微影程序中之該初始階段。另外，該方法亦包含使用該經調整微影程序執行微影重工。

【0010】 較佳地，該經調整微影程序包含該微影程序中不同於該微

影程序中之該初始階段之一階段。

【0011】 根據本發明之一較佳實施例，該方法亦包含使用該經調整微影程序對具有旨在與該半導體裝置之組態相同之一組態之額外半導體裝置執行微影。

【0012】 根據本發明之一較佳實施例，該方法亦包含利用該結合偏移度量用於調整該光學偏移度量衡工具之量測參數及結果之至少一者。另外或替代地，該方法亦包含利用該結合偏移度量用於調整該電子束偏移度量衡工具之量測參數及結果之至少一者。

【0013】 根據本發明之一較佳實施例，該光學偏移度量衡工具包含一散射量測度量衡工具。替代地或另外，該光學偏移度量衡工具包含一成像度量衡工具。

【0014】 較佳地，針對至少一個半導體裝置晶圓之一微影程序中之至少一初始階段之該執行包含：對選自旨在相同之一批半導體裝置晶圓之至少一個半導體裝置執行一微影程序；此後量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之至少一個半導體裝置之至少兩個層之微影後偏移；及此後對選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之至少一個半導體裝置執行一蝕刻程序。

【0015】 較佳地，該量測偏移包含採用該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具以量測一單一半導體裝置之兩個層之間之偏移。替代地，該量測偏移包含採用該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具以量測兩者係選自該批之不同半導體裝置晶圓之兩個層之間之偏移。

【0016】 根據本發明之一較佳實施例，該方法亦包含使用該經調整微影程序對具有旨在與該半導體裝置之組態相同之一組態之額外半導體裝

置執行微影。

【0017】 根據本發明之一較佳實施例，該光學偏移度量衡工具包含一散射量測度量衡工具。替代地，該光學偏移度量衡工具包含一成像度量衡工具。

【0018】 較佳地，該方法亦包含利用該結合偏移度量用於調整該量測微影後偏移之量測參數及結果之至少一者。另外或替代地，該方法亦包含利用該結合偏移度量用於調整該光學偏移度量衡工具之量測參數及結果之至少一者。替代地或另外，該方法亦包含利用該結合偏移度量用於調整該電子束偏移度量衡工具之量測參數及結果之至少一者。

【0019】 根據本發明之一較佳實施例，該量測微影後偏移包含採用一光學偏移度量衡工具以量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之該至少一個半導體裝置晶圓之至少一者之兩個層之間之至少一個目標處之偏移。另外或替代地，該量測微影後偏移包含採用一電子束偏移度量衡工具以量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之該至少一個半導體裝置晶圓之至少一者之兩個層之間之至少一個目標處之偏移。替代地或另外，該量測微影後偏移包含：採用一微影後光學偏移度量衡工具以量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之該至少一個半導體裝置晶圓之至少一者之兩個層之間之至少一個目標處之偏移；採用一微影後電子束偏移度量衡工具以量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之該至少一個半導體裝置晶圓之至少一者之該兩個層之間之該至少一個目標處之偏移；及結合該微影後光學偏移度量衡工具及該微影後電子束偏移度量衡工具之輸出以提供一結合偏移度量。

【0020】 根據本發明之又一較佳實施例，進一步提供一種用於在半

導體裝置之製造中之偏移之量測中使用之目標，該目標包括：一第一週期性結構，其經形成於一半導體裝置之一第一層上且具有沿著一軸線之一第一間距；及一第二週期性結構，其經形成於該半導體裝置之一第二層上且具有沿著平行於該軸線之一軸線之一第二間距，該目標之特徵在於其包含尤其適用於光學度量衡之至少一個第一區域及尤其適用於電子束度量衡之與該至少第一區域分離之至少一個第二區域。

【0021】 較佳地，在該至少一個第一區域之至少一個部分中，存在該第一週期性結構且不存在該第二週期性結構。另外或替代地，在該至少一個第一區域之至少一個第二部分中，不存在該第一週期性結構且存在該第二週期性結構。

【0022】 根據本發明之一較佳實施例，在該至少一個第二區域中，存在該第一週期性結構及該第二週期性結構兩者。

【0023】 根據本發明之一較佳實施例，在該至少一個第二區域中，存在一第三週期性結構及一第四週期性結構。替代地，在該至少一個第二區域中，存在該第一週期性結構及該第二週期性結構之一者且存在一第三週期性結構。

【0024】 根據本發明之一較佳實施例，在該至少一個第二區域中，該第一週期性結構及該第二週期性結構部分重疊。另外或替代地，在該至少一個第二區域中，該第三週期性結構及該第四週期性結構部分重疊。

【0025】 較佳地，在該至少一個第二區域中，該第一週期性結構及該第二週期性結構之該一者及該第三週期性結構部分重疊。

【0026】 根據本發明之一較佳實施例，該第一週期性結構及該第二週期性結構之不同部分部分重疊達不同程度。

【0027】 根據本發明之一較佳實施例，該第三週期性結構及該第四週期性結構之不同部分部分重疊達不同程度。

【0028】 根據本發明之一較佳實施例，該第一週期性結構及該第二週期性結構之該一者之不同部分及該第三週期性結構部分重疊達不同程度。

【0029】 較佳地，該第一週期性結構及該第二週期性結構之至少一者包含複數個週期性子結構。另外或替代地，該第三週期性結構及該第四週期性結構之至少一者包含複數個週期性子結構。

【0030】 根據本發明之一較佳實施例，在該至少一個第二區域中，該第一週期性結構及該第二週期性結構不重疊。

【0031】 根據本發明之一較佳實施例，在該至少一個第二區域中，該第三週期性結構及該第四週期性結構不重疊。

【圖式簡單說明】

【0032】 自結合圖式進行之以下詳細描述將更完全理解並瞭解本發明，其中：

【0033】 圖1A係用於製造半導體裝置晶圓之一第一方法之一簡化示意立體圖解；

【0034】 圖1B係對應於圖1A中之放大圓B之一放大，其展示可用於圖1A之用於製造半導體裝置晶圓之方法中之一偏移度量衡系統之一簡化示意立體圖解；

【0035】 圖2A及圖2B一起係繪示圖1A及圖1B之用於製造半導體裝置晶圓之第一方法之一簡化流程圖；

【0036】 圖3A係用於製造半導體裝置晶圓之一第二方法之一簡化示

意立體圖解；

【0037】 圖3B係對應於圖3A中之放大圓B之一放大，其展示可用於圖3A之用於製造半導體裝置晶圓之方法中之一偏移度量衡系統之一簡化示意立體圖解；

【0038】 圖4A及圖4B一起係繪示圖3A及圖3B之用於製造半導體裝置晶圓之第二方法之一簡化流程圖；

【0039】 圖5A至圖5D係展示可結合圖1A至圖4B之用於製造半導體裝置晶圓之方法使用之一第一混合目標之四個替代實施例之簡化圖解；

【0040】 圖6A至圖6D係展示可結合圖1A至圖4B之用於製造半導體裝置晶圓之方法使用之一第二混合目標之四個替代實施例之簡化圖解；

【0041】 圖7A至圖7D係展示可結合圖1A至圖4B之用於製造半導體裝置晶圓之方法使用之一第三混合目標之四個替代實施例之簡化圖解；及

【0042】 圖8A至圖8D係展示可結合圖1A至圖4B之用於製造半導體裝置晶圓之方法使用之一第四混合目標之四個替代實施例之簡化圖解。

【實施方式】

相關申請案之參考

【0043】 參考2019年2月15日申請且標題為NOVEL APPROACH FOR ACCURATE OVL USING COMBINE OPTICAL AND EBEAM TECHNOLOGY之美國臨時專利申請案第62/806,226號，該案之揭示內容藉此以引用的方式併入且藉此主張該案之優先權。

【0044】 亦參考以下專利及專利申請案，該等案與本申請案之標的物相關，該等案之揭示內容藉此以引用的方式併入：

申請者之標題為OVERLAY MEASUREMENTS OF OVERLAPPING

TARGET STRUCTURES BASED ON SYMMETRY OF SCANNING ELECTRON BEAM SIGNALS且在2018年5月14日申請之美國專利申請案第15/979,336號；

申請者之標題為DEVICE CORRELATED METROLOGY (DCM) FOR OVL WITH EMBEDDED SEM STRUCTURE OVERLAY TARGETS且在2015年7月28日頒布之美國專利第US9,093,458號；

申請者之標題為OVERLAY MARKS, METHODS OF OVERLAY MARK DESIGN AND METHODS OF OVERLAY MEASUREMENTS且在2012年12月11日頒布之美國專利第US8,330,281號；及

申請者之標題為APPARATUS AND METHODS FOR DETECTING OVERLAY ERRORS USING SCATTEROMETRY且在2008年1月8日頒布之美國專利第US7,317,531號。

【0045】 現參考圖1A，其係用於製造半導體裝置晶圓之一第一方法100之一簡化示意圖。如圖1A中所見，在第一微影階段110處圖案化選自旨在相同之一批半導體裝置晶圓(BSDWII) 104之至少一個半導體裝置晶圓102。應瞭解，雖然BSDWII 104經繪製為具有十二個半導體裝置晶圓102，但BSDWII 104可包含大於或等於1之任何數目個半導體裝置晶圓102。

【0046】 在第一微影階段110處之圖案化之後，半導體裝置晶圓102之至少兩個層之偏移視情況由一偏移度量衡系統120量測且如由一箭頭122指示，可將來自藉由偏移度量衡系統120之量測之結果發送至第一微影階段110用於圖案化選自BSDWII 104之半導體裝置晶圓102之額外者之任一者或重新圖案化先前已經圖案化之半導體裝置晶圓102。應瞭解，並

不需要將在第一微影階段110處圖案化之每一半導體裝置晶圓102發送至偏移度量衡系統120用於偏移量測。

【0047】 在本發明之一較佳實施例中，在第一微影階段110處之可接受圖案化之後，將選自BSDWII 104之半導體裝置晶圓102發送至一額外微影階段140用於額外圖案化。應注意，亦可將來自偏移度量衡系統120之結果發送至額外微影階段140，如由一箭頭142指示。應瞭解，可在上文參考圖1A描述之第一方法100之步驟之前、之間及之後對選自BSDWII 104之半導體裝置晶圓102執行其他步驟，包含量測及製造程序。

【0048】 現參考圖1B，其係對應於圖1A中之放大圓B之一放大，圖1B展示可用於第一方法100中之偏移度量衡系統120之一簡化示意立體圖解，可見偏移度量衡系統120包含一光學偏移度量衡工具144及一電子束偏移度量衡工具146兩者。應瞭解，光學偏移度量衡工具144可係任何適合光學偏移度量衡工具，諸如一散射量測度量衡工具或一成像度量衡工具。

【0049】 可用作光學偏移度量衡工具144之一典型散射量測度量衡工具係商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市(Milpitas)之KLA-Tencor Corporation的一ATL™ 100。可用作光學偏移度量衡工具144之一典型成像度量衡工具係商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一Archer™ 600。一典型電子束偏移度量衡工具146係商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一eDR7xxx™。

【0050】 應瞭解，光學偏移度量衡工具144及電子束偏移度量衡工

具146可操作以量測選自BSDWII 104之相同半導體裝置晶圓102或半導體裝置晶圓102之不同者之偏移。無論是否量測相同或不同半導體裝置晶圓102之偏移，光學偏移度量衡工具144及電子束偏移度量衡工具146可操作以量測選自BSDWII 104之半導體裝置晶圓102之相同兩層之間之偏移。

【0051】 應進一步瞭解，在本發明之一較佳實施例中，由光學偏移度量衡工具144及由電子束偏移度量衡工具146進行之偏移量測通常包含在半導體裝置晶圓102上之多個位點148處進行之多個量測。然而，在本發明之替代實施例中，由光學偏移度量衡工具144及由電子束偏移度量衡工具146進行之偏移量測可僅包含在一半導體裝置晶圓102上之一單一位點148處進行之單一量測或多個量測。

【0052】 偏移度量衡系統120進一步包含一結合器149，如由箭頭152及154指示，該結合器149結合光學偏移度量衡工具144及電子束偏移度量衡工具146之輸出以提供一結合偏移度量，諸如一目標特定結合光學與電子束偏移度量(TSCOEBMM) 150。

【0053】 偏移度量衡系統120可將TSCOEBMM 150傳達至微影階段110及140，如分別由箭頭122及142指示，且TSCOEBMM 150可用於調整微影階段110及140之參數。另外，可在調整光學偏移度量衡工具144之量測參數及結果之至少一者時利用TSCOEBMM 150，如由一箭頭156指示。亦可在調整電子束偏移度量衡工具146之量測參數及結果之至少一者時利用TSCOEBMM 150，如由一箭頭158指示。

【0054】 現參考圖2A及圖2B，其等一起係繪示第一方法100 (圖1A及圖1B)之一簡化流程圖。如在一第一步驟202處所見，在第一微影階段110處圖案化選自BSDWII 104之至少一個半導體裝置晶圓102。如在一下

一步驟204處所見，在第一微影階段110處之圖案化之後，利用偏移度量衡系統120之光學偏移度量衡工具144以量測半導體裝置晶圓102之兩個層之間之至少一個目標處之微影後光學偏移。應瞭解，在步驟204處量測之半導體裝置晶圓102之至少兩個層之一者係在步驟202處圖案化之層。在步驟204處量測之半導體裝置晶圓102之至少兩個層之其他者可係在第一方法100之前形成之任何層。

【0055】 應瞭解，在本發明之一較佳實施例中，在步驟204處進行之偏移量測通常包含在一半導體裝置晶圓102上之多個位點148處進行之多個量測。然而，在本發明之替代實施例中，在步驟204處進行之偏移量測可僅包含在一半導體裝置晶圓102上之一單一位點148處進行之單一量測或多個量測。

【0056】 如在一下一步驟206處所見，在第一微影階段110處之圖案化之後，亦利用偏移度量衡系統120之電子束偏移度量衡工具146以量測半導體裝置晶圓102之兩個層之間之至少一個目標處之微影後光學偏移。

【0057】 應瞭解，在步驟206處量測之半導體裝置晶圓102可係在步驟204處量測之相同半導體裝置晶圓102，但亦可係選自BSDWII 104之一不同半導體裝置晶圓102。

【0058】 應進一步瞭解，在本發明之一較佳實施例中，在步驟206處進行之偏移量測包含在一半導體裝置晶圓102上之多個位點148處進行之多個量測。然而，在本發明之一替代實施例中，在步驟206處進行之偏移量測可僅包含在半導體裝置晶圓102上之一單一位點148處進行之單一量測或多個量測。應注意，無關於所進行之量測之數目或所量測之位點之數目，在步驟204及206處，在選自BSDWII 104且在步驟202處由第一

微影階段110圖案化之一半導體裝置晶圓102之對應層之間量測偏移。

【0059】 在步驟204及206之後，如在一下一步驟208處所見，偏移度量衡系統120結合步驟204處之光學偏移度量衡工具144之輸出及步驟206處之電子束偏移度量衡工具146之輸出以產生TSCOEBMM 150。TSCOEBMM 150可使用一加權平均值、迴歸、機器學習方法或任何額外方法產生。

【0060】 例如，在步驟208處，針對在半導體裝置晶圓102上量測之各位點148，可比較步驟204處量測之光學偏移及步驟206處量測之電子束偏移，且在步驟204或步驟206處進行之量測中導致較少殘差之任一者可用作該位點148之TSCOEBMM 150。

【0061】 在一下一步驟210中，第一方法100確定在步驟204及206處量測之偏移是否高於一第一臨限值。若在步驟204及206處量測之偏移高於第一臨限值，則第一方法100繼續進行至一下一步驟212，在該下一步驟212處執行基於TSCOEBMM 150之調整。步驟212包含選用于步驟214、216及218之至少一者。

【0062】 在選用于步驟214處，在調整光學偏移度量衡工具144之量測參數及結果之至少一者時利用TSCOEBMM 150。例如，可調整光學偏移度量衡工具144之量測參數(諸如在其處量測偏移之所關注區域、在偏移量測中利用之光之波長、在偏移量測中利用之光之偏光、數值孔徑、繞射遮罩及繞射孔徑)，因此來自光學偏移度量衡工具144之量測結果更緊密匹配電子束偏移度量衡工具146之量測結果。

【0063】 在選用于步驟216處，在調整電子束偏移度量衡工具146之量測參數及結果之至少一者時利用TSCOEBMM 150。例如，可利用

TSCOEBMM 150以識別並移除來自在步驟206處由電子束偏移度量衡工具146進行之偏移量測之離群量測結果。

【0064】 在選用于步驟218處，在調整第一微影階段110時利用TSCOEBMM 150。例如，可調整第一微影階段110之參數，尤其包含旋轉、按比例調整及平移。

【0065】 在步驟212之後，第一方法100在一下一步驟220處繼續進行以確定在步驟204及206處量測之偏移是否高於一第二臨限值。若在步驟204及206處量測之偏移高於第二臨限值，則第一方法100在一下一步驟222處繼續進行以判定是否將一或多個半導體裝置晶圓102發送回用於重工。

【0066】 若將重工一或多個半導體裝置晶圓102，則剝離一或多個半導體裝置晶圓102且第一方法100返回至步驟202用於在經調整第一微影階段110處圖案化一或多個半導體裝置晶圓102。若將不重工一或多個半導體裝置晶圓102 (尤其包含其中不執行選用于步驟218之一情況)，則拒絕半導體裝置晶圓102或整個BSDWII 104，如在一下一步驟224處所見。

【0067】 若偏移不高於第二臨限值，則第一方法100自步驟220繼續進行至一下一步驟226。應注意，當在步驟204及206處量測之偏移不高於第一臨限值時，第一方法100自步驟210繼續進行至步驟226，如圖2A及圖2B中所見。

【0068】 在步驟226處，第一方法100確定在步驟204及206處量測之偏移是否高於一第三臨限值。若偏移高於第三臨限值，則第一方法100繼續進行至一下一步驟228，在該一下一步驟228處在調整第二微影階段140時利用TSCOEBMM 150。例如，可調整第二微影階段140之參數，尤其包

含旋轉、按比例調整及平移。

【0069】 在步驟228之後或在步驟226之後，當偏移不高於第三臨限值時，第一方法100繼續進行至一選用下一步驟230，在該選用下一步驟230處在第二微影階段140處圖案化半導體裝置晶圓或若干半導體裝置晶圓102。在一下一步驟232處，作出關於是否處理額外半導體裝置晶圓102之一決策，在此之後，在一下一步驟234處使用經調整微影階段110及140之至少一者製造額外半導體裝置晶圓102，或第一方法100結束，如在一下一步驟236處所見。

【0070】 應瞭解，可使用第一方法100或任何其他適合替代方法(其包含第一微影階段110及視情況光學偏移度量衡工具144、電子束偏移度量衡工具146及第二微影階段140 (其等已作為第一方法100之部分被調整)之任何者)製造在步驟234處製造之額外半導體裝置晶圓102。

【0071】 應進一步瞭解，可在上文參考圖2A及圖2B描述之第一方法100之步驟之前、之間及之後對選自BSDWII 104之半導體裝置晶圓102執行其他步驟，包含量測及製造程序。

【0072】 現參考圖3A，其係用於製造半導體裝置晶圓之一第二方法300之一簡化示意圖。如圖3A中所見，在一微影階段310處圖案化選自旨在相同之一批半導體裝置晶圓(BSDWII) 304之至少一個半導體裝置晶圓302。應瞭解，雖然BSDWII 304經繪製為具有十二個半導體裝置晶圓302，但BSDWII 304可包含大於或等於1之任何數目個半導體裝置晶圓302。

【0073】 在微影階段310處之圖案化之後，視情況藉由一偏移度量衡工具312量測半導體裝置晶圓302。偏移度量衡工具312可係任何適合偏

移度量衡工具，包含如上文參考圖1A及圖1B描述之偏移度量衡系統120、一光學偏移度量衡工具(諸如一散射量測度量衡工具或一成像度量衡工具)及一電子束偏移度量衡工具。

【0074】 可用作偏移度量衡工具312之一典型散射量測度量衡工具係商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一ATL™ 100。可用作偏移度量衡工具312之一典型成像度量衡工具係商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一Archer™ 600。可用作偏移度量衡工具312之一典型電子束偏移度量衡工具係商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一eDR7xxx™。

【0075】 如由一箭頭314指示，可將來自藉由偏移度量衡工具312之量測之結果發送至微影階段310用於圖案化選自BSDWII 304之半導體裝置晶圓302之額外者之任一者或重新圖案化先前已經圖案化之半導體裝置晶圓302。應瞭解，並不需要將在微影階段310處圖案化之每一半導體裝置晶圓302發送至偏移度量衡工具312用於偏移量測。

【0076】 在微影階段310處之可接受圖案化之後，將選自BSDWII 304之半導體裝置晶圓302發送至一蝕刻階段316用於蝕刻。在蝕刻階段316之後，半導體裝置晶圓302視情況由一偏移度量衡系統320量測且如由一箭頭322指示，可將來自藉由偏移度量衡系統320之量測之結果發送至微影階段310用於圖案化選自BSDWII 304之半導體裝置晶圓302之額外者。亦可將來自偏移度量衡系統320之結果發送至偏移度量衡工具312，如由一箭頭342指示。應瞭解，並不需要將在第一微影階段110處圖案化之每一半導體裝置晶圓102發送至偏移度量衡系統120用於偏移量測。

【0077】 應瞭解，可在上文參考圖3A描述之第二方法300之步驟之前、之間及之後對選自BSDWII 304之半導體裝置晶圓302執行其他步驟，包含量測及製造程序。

【0078】 現參考圖3B，其係對應於圖1A中之放大圓B之一放大，圖3B展示可用於第二方法300中之偏移度量衡系統320之一簡化示意圖。如圖3B中所見，偏移度量衡系統320包含一光學偏移度量衡工具344及一電子束偏移度量衡工具346兩者。應瞭解，光學偏移度量衡工具344可係任何適合光學偏移度量衡工具，諸如一散射量測度量衡工具或一成像度量衡工具。

【0079】 可用作光學偏移度量衡工具344之一典型散射量測度量衡工具係商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一ATL™ 100。可用作光學偏移度量衡工具344之一典型成像度量衡工具係商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一Archer™ 600。一典型電子束偏移度量衡工具346係商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一eDR7xxx™。

【0080】 應瞭解，光學偏移度量衡工具344及電子束偏移度量衡工具346可操作以量測選自BSDWII 304之相同半導體裝置晶圓302或半導體裝置晶圓302之不同者之偏移。無論是否量測相同或不同半導體裝置晶圓302之偏移，光學偏移度量衡工具344及電子束偏移度量衡工具346可操作以量測選自BSDWII 304之半導體裝置晶圓302之相同兩層之間之偏移。

【0081】 應進一步瞭解，在本發明之一較佳實施例中，由光學偏移度量衡工具344及由電子束偏移度量衡工具346進行之偏移量測通常包含

在半導體裝置晶圓302上之多個位點348處進行之多個量測。然而，在本發明之替代實施例中，由光學偏移度量衡工具344及由電子束偏移度量衡工具346進行之偏移量測可僅包含在一半導體裝置晶圓302上之一單一位點348處進行之單一量測或多個量測。

【0082】 偏移度量衡系統320進一步包含一結合器349，如由箭頭352及354指示，該結合器349結合光學偏移度量衡工具344及電子束偏移度量衡工具346之輸出以提供一結合偏移度量，諸如一目標特定結合光學與電子束偏移度量(TSCOEBMM) 350。

【0083】 偏移度量衡系統320可將TSCOEBMM 350傳達至微影階段310且至偏移度量衡工具312，如分別由箭頭322及342指示，且TSCOEBMM 150可用於調整微影階段310之參數以及偏移度量衡工具312之量測參數及結果之至少一者。

【0084】 另外，可在調整光學偏移度量衡工具344之量測參數及結果之至少一者時利用TSCOEBMM 350，如由一箭頭356指示。亦可在調整電子束偏移度量衡工具346之量測參數及結果之至少一者時利用TSCOEBMM 350，如由一箭頭358指示。

【0085】 現參考圖4A及圖4B，其等一起係繪示圖3A及圖3B之第二方法300之一簡化流程圖。如在一第一步驟402處所見，在微影階段310處圖案化選自BSDWII 304之至少一個半導體裝置晶圓302。如在一下一步驟404處所見，在微影階段310處之圖案化之後，利用偏移度量衡工具312以量測半導體裝置晶圓302之兩個層之間之微影後偏移。應瞭解，在步驟404處量測之半導體裝置晶圓302之至少兩個層之一者係在步驟402處圖案化之層。在步驟404處量測之半導體裝置晶圓302之至少兩個層之其他者

可係在第二方法300之前形成之任何層。

【0086】 應瞭解，在本發明之一較佳實施例中，在步驟404處進行之偏移量測通常包含在一半導體裝置晶圓302上之多個位點348處進行之多個量測。然而，在本發明之替代實施例中，在步驟404處進行之偏移量測可僅包含在一半導體裝置晶圓302上之一單一位點348處進行之單一量測或多個量測。

【0087】 如在一下一步驟406處所見，第二方法300確定在步驟404處量測之微影後偏移是否高於一第一臨限值。若在步驟404處量測之微影後偏移高於第一臨限值，則第二方法300繼續進行至一下一步驟408，在該下一步驟408處基於在步驟404處量測之微影後偏移調整微影階段310。例如，可調整微影階段310之參數，尤其包含旋轉、按比例調整及平移。

【0088】 在步驟408之後，當偏移高於第一臨限值時，或在步驟406之後，當偏移不高於第一臨限值時，第二方法300繼續進行至一下一步驟410，在該下一步驟410處在蝕刻階段316處蝕刻半導體裝置晶圓302。應瞭解，在步驟316處蝕刻之半導體裝置晶圓302可係在步驟404處量測之相同半導體裝置晶圓302，但亦可係選自BSDWII 304且在步驟402處由微影階段310圖案化之一不同半導體裝置晶圓302。

【0089】 如在一下一步驟412處所見，在步驟410處之蝕刻之後，利用偏移度量衡系統320之光學偏移度量衡工具344以量測半導體裝置晶圓302之兩個層之間之蝕刻後光學偏移。應瞭解，在本發明之一較佳實施例中，在步驟412處進行之偏移量測通常包含在一半導體裝置晶圓302上之多個位點348處進行之多個量測。然而，在本發明之替代實施例中，在步驟412處進行之偏移量測可僅包含在一半導體裝置晶圓302上之一單一位

點348處進行之單一量測或多個量測。

【0090】如在一下一步驟414處所見，在蝕刻階段316處之蝕刻之後，亦藉由偏移度量衡系統320之電子束偏移度量衡工具346量測半導體裝置晶圓302之兩個層之間之蝕刻後偏移。應瞭解，在步驟414處量測之半導體裝置晶圓302可係在步驟412處量測之相同半導體裝置晶圓302，但亦可係選自BSDWII 104且在步驟402處由微影階段310圖案化之一不同半導體裝置晶圓302。

【0091】應進一步瞭解，在本發明之一較佳實施例中，在步驟414處進行之偏移量測包含在一半導體裝置晶圓302上之多個位點348處進行之多個量測。然而，在本發明之一替代實施例中，在步驟414處進行之偏移量測可僅包含在半導體裝置晶圓302上之一單一位點348處進行之單一量測或多個量測。應注意，無關於所進行之量測之數目或所量測之位點之數目，在步驟412及414處，在選自BSDWII 304之一半導體裝置晶圓302之對應層之間量測偏移。

【0092】在步驟412及414之後，如在一下一步驟416處所見，偏移度量衡系統320輸出TSCOEBMM 350。應瞭解，自來自步驟412處之光學偏移度量衡工具344及步驟414處之電子束偏移度量衡工具346兩者之量測產生TSCOEBMM 350。TSCOEBMM 350可使用一加權平均值、迴歸、機器學習方法或任何額外方法產生。

【0093】例如，在步驟416處，針對在半導體裝置晶圓302上量測之各位點348，可比較步驟412處量測之光學偏移及步驟414處量測之電子束偏移，且在步驟412或步驟414處進行之量測中導致較少殘差之任一者可用作該位點348之TSCOEBMM 350。

【0094】 在一下一步驟418處，第二方法300確定在步驟412及414處量測之偏移是否高於一第二臨限值。若偏移高於第二臨限值，則第二方法300繼續進行至一下一步驟420，在該一下一步驟420處執行基於TSCOEBMM 350之調整。步驟420包含選用于步驟422、424、426及428之至少一者。

【0095】 在選用于步驟422處，在調整光學偏移度量衡工具344之量測參數及結果之至少一者時利用TSCOEBMM 350。例如，可調整光學偏移度量衡工具344之量測參數(諸如在其處量測偏移之所關注區域、在偏移量測中利用之光之波長、在偏移量測中利用之光之偏光、數值孔徑、繞射遮罩及繞射孔徑)，因此來自光學偏移度量衡工具344之量測結果更緊密匹配電子束偏移度量衡工具346之量測結果。

【0096】 在選用于步驟424處，在調整電子束偏移度量衡工具346之量測參數及結果之至少一者時利用TSCOEBMM 350。例如，可利用TSCOEBMM 350以識別並移除來自在步驟414處由電子束偏移度量衡工具346進行之偏移量測之離群量測結果。

【0097】 在選用于步驟426處，在調整微影階段310時利用TSCOEBMM 150。例如，可調整第一微影階段310之參數，尤其包含旋轉、按比例調整及平移。

【0098】 在選用于步驟428處，在調整在步驟404處由偏移度量衡工具312進行之微影後偏移量測之量測參數及結果之至少一者時利用TSCOEBMM 150。例如，可調整偏移度量衡工具312之量測參數，諸如在其處量測偏移之所關注區域、在偏移量測中利用之光之波長、在偏移量測中利用之光之偏光、數值孔徑、繞射遮罩及繞射孔徑。作為一額外實

例，可利用TSCOEBMM 350以識別並移除來自在步驟404處由偏移度量衡工具312進行之偏移量測之離群量測結果。

【0099】 在步驟420之後，如在一下一步驟430處所見，作出關於是否處理額外半導體裝置晶圓302之一決策，在此之後，在一下一步驟432處製造額外半導體裝置晶圓302，或第二方法300結束，如在一步驟434處所見。

【0100】 應注意，當在步驟412及414中量測之偏移不高於第二臨限值時，第二方法300自步驟418直接繼續進行至步驟430，如圖4A及圖4B中所見。

【0101】 應瞭解，可使用第二方法300或任何其他適合替代方法(其包含微影階段310及視情況偏移度量衡工具312、光學偏移度量衡工具344及電子束偏移度量衡工具346 (其等已作為第二方法300之部分被調整)之任何者)製造在步驟432處製造之額外半導體裝置晶圓302。

【0102】 應進一步瞭解，可在上文參考圖4A及圖4B描述之第二方法300之步驟之前、之間及之後對選自BSDWII 304之半導體裝置晶圓302執行其他步驟，包含量測及製造程序。

【0103】 現參考圖5A至圖5D，其等係展示形成於一半導體裝置晶圓502 (諸如半導體裝置晶圓102 (圖1A至圖2B)或半導體裝置晶圓302 (圖3A至圖4B))之兩個單獨層上之一第一混合目標500之四個替代實施例之簡化圖解。可在用於製造半導體裝置晶圓之第一方法100及第二方法300中使用第一混合目標500。

【0104】 如圖5A至圖5D中所見，第一混合目標500包含形成於半導體裝置晶圓502之一第一層506上之一第一週期性結構504及形成於半導體

裝置晶圓502之一第二層509上之一第二週期性結構508。

【0105】 如在圖5A至圖5D中進一步所見，第一混合目標500包含第一光學敏感區域510及第二光學敏感區域512及較佳定位於其等之間之一單獨電子束敏感區域518。應瞭解，光學敏感區域510及512尤其適用於光學度量衡且電子束敏感區域518尤其適用於電子束度量衡。

【0106】 應瞭解，半導體裝置晶圓502之第一層506及第二層509可但不需要彼此鄰近。應進一步瞭解，第一光學敏感區域510及第二光學敏感區域512可操作以在藉由一適合成像偏移度量衡工具(諸如商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一Archer™ 600)量測時使用一成像演算法(諸如在美國專利第8,330,281號中描述之成像演算法，該專利之揭示內容藉此以引用的方式併入)指示半導體裝置晶圓502之第一層506與第二層509之間之偏移。

【0107】 電子束敏感區域518可操作以在藉由一適合電子束偏移度量衡工具(諸如商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一eDR7xxx™)量測時使用一散射量測演算法(諸如在2018年5月14日申請之標題為OVERLAY MEASUREMENTS OF OVERLAPPING TARGET STRUCTURES BASED ON SYMMETRY OF SCANNING ELECTRON BEAM SIGNALS之美國專利申請案第15/979,336號中描述之散射量測演算法，該申請案之揭示內容藉此以引用的方式併入)指示半導體裝置晶圓502之第一層506與第二層509之間之偏移。

【0108】 在半導體裝置晶圓502之第一層506上，第一光學敏感區域510經形成為具有此處展示為包含線522及空間524之具有沿著一軸線530

之在600 nm與2400 nm之間之一間距A之一光柵之第一週期性結構504。在半導體裝置晶圓502之第二層509上，第二光學敏感區域512經形成為具有此處展示為包含線532及空間534之具有沿著平行於軸線530之一軸線之在600 nm與2400 nm之間之一間距B之一光柵之第二週期性結構508。線522及532之寬度較佳分別在間距A及B之20%與80%之間。

【0109】如在圖5A中繪示之實施例中所見，第一光學敏感區域510之第一週期性結構504及第二光學敏感區域512之第二週期性結構508在電子束敏感區域518中部分重疊。應注意，光學敏感區域510之第一週期性結構504及光學敏感區域512之第二週期性結構508經相對於彼此配置，使得在電子束敏感區域518中，線522及532之各種對部分重疊達不同程度。例如，在電子束敏感區域518中，線522及532之各種對可重疊達 $\frac{A}{4} + \frac{A}{8}$ 、 $\frac{A}{4} - \frac{A}{8}$ 、 $-\frac{A}{4} + \frac{A}{8}$ 及 $-\frac{A}{4} - \frac{A}{8}$ 之程度。

【0110】如在圖5B至圖5D中繪示之實施例中所見，第一光學敏感區域510之第一週期性結構504及第二光學敏感區域512之第二週期性結構508不存在於電子束敏感區域518中。代替性地，在半導體裝置晶圓502之第一層506上，電子束敏感區域518經形成為具有此處展示為包含線542及空間544之具有沿著平行於軸線530之一軸線之在30 nm與600 nm之間且較佳在30 nm與200 nm之間之一間距C之一光柵之一第三週期性結構540。在半導體裝置晶圓502之第二層509上，電子束敏感區域518經形成為具有此處展示為包含線552及空間554之具有沿著平行於軸線530之一軸線之在30 nm與600 nm之間且較佳在30 nm與200 nm之間之一間距D之一光柵之一第四週期性結構550。線542及552之寬度較佳分別在間距C及D之20%與80%之間。應注意，第三週期性結構540及第四週期性結構550在電子束

敏感區域518中部分重疊。

【0111】 應注意，在參考圖5A描述之實施例中，第一週期性結構504及第二週期性結構508經相對於彼此配置，使得線522及532之各種對部分重疊達不同程度。類似地，在參考圖5B至圖5D描述之實施例中，第三週期性結構540及第四週期性結構550經相對於彼此配置，使得線542及552之各種對部分重疊達不同程度。然而，應瞭解，在間距A、B、C及D或線522、532、542及552之寬度之間不需要設定關係。

【0112】 應進一步注意，週期性結構504、508、540及550較佳包含複數個週期性子結構(未展示)。更具體言之，線522、532、542及552可經分段，但其等不需要經分段。在其中線522、532、542及552經分段之一實施例中，線522、532、542及552之各者由複數個子線及子線之間之子空間定義。

【0113】 現參考圖6A至圖6D，其等係展示形成於一半導體裝置晶圓602 (諸如半導體裝置晶圓102 (圖1A至圖2B)或半導體裝置晶圓302 (圖3A至圖4B))之兩個單獨層上之一第二混合目標600之四個替代實施例之簡化圖解。可在用於製造半導體裝置晶圓之第一方法100及第二方法300中使用第二混合目標600。

【0114】 如圖6A至圖6D中所見，第二混合目標600包含形成於半導體裝置晶圓602之一第一層606上之一第一週期性結構604及形成於半導體裝置晶圓602之第二層609上之一第二週期性結構608。

【0115】 如在圖6A至圖6D中進一步所見，第二混合目標600包含第一光學敏感區域610及第二光學敏感區域612及較佳定位於其等之間之一單獨電子束敏感區域618。應瞭解，光學敏感區域610及612尤其適用於光

學度量衡且電子束敏感區域618尤其適用於電子束度量衡。

【0116】 應瞭解，半導體裝置晶圓602之第一層606及第二層609可但不需要彼此鄰近。應進一步瞭解，第一光學敏感區域610及第二光學敏感區域612可操作以在藉由一適合成像偏移度量衡工具(諸如商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一Archer™ 600)量測時使用一成像演算法(諸如在美國專利第8,330,281號中描述之成像演算法，該專利之揭示內容藉此以引用的方式併入)指示半導體裝置晶圓602之第一層606與第二層609之間之偏移。

【0117】 電子束敏感區域618可操作以在藉由一適合電子束偏移度量衡工具(諸如商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一eDR7xxx™)量測時使用一成像演算法(諸如在美國專利第9,093,458號中描述之成像演算法，該專利之揭示內容藉此以引用的方式併入)指示半導體裝置晶圓602之第一層606與第二層609之間之偏移。

【0118】 在半導體裝置晶圓602之第一層606上，第一光學敏感區域610經形成為具有此處展示為包含線622及空間624之具有沿著平行於一軸線630之一軸線之在600 nm與2400 nm之間之一間距E之一光柵之第一週期性結構604。在半導體裝置晶圓602之第二層609上，第二光學敏感區域612經形成為具有此處展示為包含線632及空間634之具有沿著軸線630之在600 nm與2400 nm之間之一間距F之一光柵之一第二週期性結構608。線622及632之寬度較佳在間距E及F之20%與80%之間

【0119】 如在圖6A中繪示之實施例中所見，第一光學敏感區域610之第一週期性結構604及第二光學敏感區域612之第二週期性結構608延伸

至電子束敏感區域618中。應注意，第一週期性結構604及第二週期性結構608經相對於彼此配置，使得在電子束敏感區域618中，第一週期性結構604及第二週期性結構608不重疊。

【0120】 如在圖6B至圖6D中繪示之實施例中所見，第一光學敏感區域610之第一週期性結構604及第二光學敏感區域612之第二週期性結構608不存在於電子束敏感區域618中。代替性地，在半導體裝置晶圓602之第一層606上，電子束敏感區域618經形成為具有此處展示為包含線642及空間644之具有沿著平行於軸線630之一軸線之在100 nm與600 nm之間且較佳在100 nm與300 nm之間之一間距G之一光柵之一第三週期性結構640。在半導體裝置晶圓602之第二層609上，電子束敏感區域618經形成為具有此處展示為包含線652及空間654之具有沿著平行於軸線630之一軸線之在100 nm與600 nm之間且較佳在100 nm與300 nm之間之一間距H之一光柵之一第四週期性結構650。線642及652之寬度較佳分別在間距G及H之20%與80%之間。

【0121】 應注意，電子束敏感區域618之第三週期性結構640及第四週期性結構650經相對於彼此配置，使得第三週期性結構640及第四週期性結構650不重疊。應進一步注意，在間距E、F、G及H或線622、632、642及652之寬度之間不需要設定關係。

【0122】 應進一步注意，週期性結構604、608、640及650較佳包含複數個週期性子結構(未展示)。更具體言之，線622、632、642及652可經分段，但其等不需要經分段。在其中線622、632、642及652經分段之一實施例中，線622、632、642及652之各者由複數個子線及子線之間之子空間定義。

【0123】 現參考圖7A至圖7D，其等係展示形成於一半導體裝置晶圓702 (諸如半導體裝置晶圓102 (圖1A至圖2B)或半導體裝置晶圓302 (圖3A至圖4B))之兩個單獨層上之一第三混合目標700之四個替代實施例之簡化圖解。可在用於製造半導體裝置晶圓之第一方法100及第二方法300中使用第三混合目標700。

【0124】 如圖7A至圖7D中所見，第三混合目標700包含形成於半導體裝置晶圓702之第一層706上之一第一週期性結構704及形成於半導體裝置晶圓702之第二層709上之一第二週期性結構708。

【0125】 如在圖7A至圖7D中進一步所見，第三混合目標700包含第一光學敏感區域710及第二光學敏感區域712及較佳定位於其等之間之一單獨電子束敏感區域718。應瞭解，光學敏感區域710及712尤其適用於光學度量衡且電子束敏感區域718尤其適用於電子束度量衡。

【0126】 應瞭解，半導體裝置晶圓702之第一層706及第二層709可但不需要彼此鄰近。應進一步瞭解，第一光學敏感區域710及第二光學敏感區域712可操作以在藉由一適合散射量測偏移度量衡工具(諸如商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一ATL™ 100)量測時使用一散射量測演算法(諸如在美國專利第7,317,531號中描述之散射量測演算法，該專利之揭示內容藉此以引用的方式併入)指示半導體裝置晶圓702之第一層706與第二層709之間之偏移。

【0127】 電子束敏感區域718可操作以在藉由一適合電子束偏移度量衡工具(諸如商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一eDR7xxx™)量測時使用一散射量測演算法(諸如在2018年5月14日申請之標題為OVERLAY MEASUREMENTS OF

OVERLAPPING TARGET STRUCTURES BASED ON SYMMETRY OF SCANNING ELECTRON BEAM SIGNALS 之美國專利申請案第 15/979,336號中描述之散射量測演算法)指示半導體裝置晶圓702之第一層 706與第二層709之間之偏移。

【0128】 在半導體裝置晶圓702之第一層706上，第一光學敏感區域 710及第二光學敏感區域712經形成為具有此處展示為包含線722及空間 724之具有沿著一軸線730之在400 nm與900 nm之間之一間距I之一光柵之第一週期性結構704。在半導體裝置晶圓702之第二層709上，第一光學敏感區域710及第二光學敏感區域712經形成為具有此處展示為包含線732及空間734之具有沿著軸線730之在400 nm與900 nm之間之一間距J之一光柵之第二週期性結構708。線722及732之寬度較佳分別在間距I及J之20%與 80%之間。

【0129】 如圖7A中繪示之實施例中所見，第二週期性結構708存在於電子束敏感區域718中。應瞭解，在參考圖7A描述之實施例中，第一週期性結構704及第二週期性結構708之任一者存在於電子束敏感區域718中。

【0130】 另外，在圖7A中繪示之實施例中，一第三週期性結構740存在於電子束敏感區域718中。第三週期性結構740在此處展示為包含線 742及空間744之具有沿著平行於軸線730之一軸線之在30 nm與600 nm之間且較佳在30 nm與200 nm之間之一間距K之一光柵。應注意，第二週期性結構708及第三週期性結構740在電子束敏感區域718中部分重疊。

【0131】 應注意，第二週期性結構708及第三週期性結構740經相對於彼此配置，使得在電子束敏感區域718中，線732及742之各種對部分重

疊達不同程度。例如，在電子束敏感區域718中，線732及742之各種對可重疊達 $\frac{K}{4} + \frac{K}{8}$ 、 $\frac{K}{4} - \frac{K}{8}$ 、 $-\frac{K}{4} + \frac{K}{8}$ 及 $-\frac{K}{4} - \frac{K}{8}$ 之程度。

【0132】 如在圖7B至圖7D中繪示之實施例中所見，第一週期性結構704及第二週期性結構708不存在於電子束敏感區域718中。代替性地，在半導體裝置晶圓702之第一層706上，電子束敏感區域718經形成為具有第三週期性結構740。在半導體裝置晶圓702之第二層709上，電子束敏感區域718經形成為具有此處展示為包含線752及空間754之具有沿著平行於軸線730之一軸線之在30 nm與600 nm之間且較佳在30 nm與200 nm之間之一間距L之一光柵之一第四週期性結構750。線742及752之寬度較佳分別在間距K及L之20%與80%之間。應注意，第三週期性結構740及第四週期性結構750在電子束敏感區域718中部分重疊。

【0133】 應注意，在參考圖7A描述之實施例中，第二週期性結構708及第三週期性結構740經相對於彼此配置，使得線722及742之各種對部分重疊達不同程度。類似地，在參考圖7B至圖7D描述之實施例中，第三週期性結構740及第四週期性結構750經相對於彼此配置，使得線742及752之各種對部分重疊達不同程度。然而，應瞭解，在間距I、J、K及L或線722、732、742及752之寬度之間不需要設定關係。

【0134】 應進一步注意，週期性結構704、708、740及750較佳包含複數個週期性子結構(未展示)。更具體言之，線722、732、742及752可經分段，但其等不需要經分段。在其中線722、732、742及752經分段之一實施例中，線722、732、742及752之各者由複數個子線及子線之間之子空間定義。

【0135】 現參考圖8A至圖8D，其等係展示形成於半導體裝置晶圓

802 (諸如半導體裝置晶圓102 (圖1A至圖2B)或半導體裝置晶圓302 (圖3A至圖4B))之兩個單獨層上之一第四混合目標800之四個替代實施例之簡化圖解。可在用於製造半導體裝置晶圓之第一方法100及第二方法300中使用第四混合目標800。

【0136】 如圖8A至圖8D中所見，第四混合目標800包含形成於半導體裝置晶圓802之一第一層806上之一第一週期性結構804及形成於半導體裝置晶圓802之一第二層809上之一第二週期性結構808。

【0137】 如在圖8A至圖8D中進一步所見，第四混合目標800包含第一光學敏感區域810及第二光學敏感區域812及較佳定位於其等之間之一單獨電子束敏感區域818。應瞭解，光學敏感區域810及812尤其適用於光學度量衡且電子束敏感區域818尤其適用於電子束度量衡。

【0138】 應瞭解，半導體裝置晶圓802之第一層806及第二層809可但不需要彼此鄰近。應進一步瞭解，第一光學敏感區域810及第二光學敏感區域812可操作以在藉由一適合散射量測偏移度量衡工具(諸如商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一ATL™ 100)量測時使用一散射量測演算法(諸如在美國專利第7,317,531號中描述之散射量測演算法，該專利之揭示內容藉此以引用的方式併入)指示半導體裝置晶圓802之第一層806與第二層809之間之偏移。

【0139】 電子束敏感區域818可操作以在藉由一適合電子束偏移度量衡工具(諸如商業上可購自美國加利福尼亞州之米爾皮塔斯市之KLA-Tencor Corporation的一eDR7xxx™)量測時使用一成像演算法(諸如在美國專利第9,093,458號中描述之成像演算法，該專利之揭示內容藉此以引用的方式併入)指示半導體裝置晶圓802之第一層806與第二層809之間之

偏移。

【0140】 在半導體裝置晶圓802之第一層806上，第一光學敏感區域810及第二光學敏感區域經形成為具有此處展示為包含線822及空間824之具有沿著一軸線830之在400 nm與900 nm之間之一間距M之一光柵之第一週期性結構804。在半導體裝置晶圓802之第二層809上，第一光學敏感區域及第二光學敏感區域812經形成為具有此處展示為包含線832及空間834之具有沿著軸線830之在400 nm與900 nm之間之一間距N之一光柵之第二週期性結構808。線822及832之寬度較佳分別在間距M及N之20%與80%之間。

【0141】 如在圖8A中繪示之實施例中所見，第一光學敏感區域810之第一週期性結構804及第二光學敏感區域812之第二週期性結構808延伸至電子束敏感區域818中。應注意，第一週期性結構804及第二週期性結構808經相對於彼此配置，使得在電子束敏感區域818中，第一週期性結構804及第二週期性結構808不重疊。

【0142】 如在圖8B至圖8D中繪示之實施例中所見，第一週期性結構804及第二週期性結構808不存在於電子束敏感區域818中。代替性地，在半導體裝置晶圓802之第一層806上，電子束敏感區域818經形成為具有此處展示為包含線842及空間844之具有沿著平行於軸線830之一軸線之在100 nm與600 nm之間且較佳在100 nm與300 nm之間之一間距O之一光柵之一第三週期性結構840。在半導體裝置晶圓802之第二層809上，電子束敏感區域818經形成為具有此處展示為包含線852及空間854之具有沿著平行於軸線830之一軸線之在100 nm與600 nm之間且較佳在100 nm與300 nm之間之一間距P之一光柵之一第四週期性結構850。線842及852之寬度

較佳分別在間距O及P之20%與80%之間。

【0143】 應注意，電子束敏感區域818之第三週期性結構840及第四週期性結構850經相對於彼此配置，使得第三週期性結構840及第四週期性結構850不重疊。應進一步注意，在間距M、N、O及P或線822、832、842及852之寬度之間不需要設定關係。

【0144】 應進一步注意，週期性結構804、808、840及850較佳包含複數個週期性子結構(未展示)。更具體言之，線822、832、842及852可經分段，但其等不需要經分段。在其中線822、832、842及852經分段之一實施例中，線822、832、842及852之各者由複數個子線及子線之間之子空間定義。

【0145】 熟習此項技術者將瞭解，本發明不限於上文已特定展示並描述之內容。本發明之範疇包含上文描述之各種特徵之結合及子結合兩者以及其等之修改，其等全部不在先前技術中。

【符號說明】

【0146】

100:第一方法

102:半導體裝置晶圓

104:旨在相同之一批半導體裝置晶圓(BSDWII)

110:第一微影階段

120:偏移度量衡系統

122:箭頭

140:額外微影階段

142:箭頭

144:光學偏移度量衡工具

146:電子束偏移度量衡工具

148:位點

149:結合器

150:目標特定結合光學與電子束偏移度量(TSCOEBMM)

152:箭頭

154:箭頭

156:箭頭

158:箭頭

202:第一步驟

204:步驟

206:步驟

208:步驟

210:步驟

212:步驟

214:子步驟

216:子步驟

218:子步驟

220:步驟

222:步驟

224:步驟

226:步驟

228:步驟

- 230:步驟
- 232:步驟
- 234:步驟
- 236:步驟
- 300:第二方法
- 302:半導體裝置晶圓
- 304:旨在相同之一批半導體裝置晶圓(BSDWII)
- 310:微影階段
- 312:偏移度量衡工具
- 314:箭頭
- 316:蝕刻階段
- 320:偏移度量衡系統
- 322:箭頭
- 342:箭頭
- 344:光學偏移度量衡工具
- 346:電子束偏移度量衡工具
- 348:位點
- 349:結合器
- 350:目標特定結合光學與電子束偏移度量(TSCOEBMM)
- 352:箭頭
- 354:箭頭
- 356:箭頭
- 358:箭頭

- 402:第一步驟
- 404:步驟
- 406:步驟
- 408:步驟
- 410:步驟
- 412:步驟
- 414:步驟
- 416:步驟
- 418:步驟
- 420:步驟
- 422:子步驟
- 424:子步驟
- 426:子步驟
- 428:子步驟
- 430:步驟
- 432:步驟
- 434:步驟
- 500:第一混合目標
- 504:第一週期性結構
- 506:第一層
- 508:第二週期性結構
- 509:第二層
- 510:第一光學敏感區域

512:第二光學敏感區域

518:單獨電子束敏感區域

522:線

524:空間

530:軸線

532:線

534:空間

540:第三週期性結構

542:線

544:空間

550:第四週期性結構

552:線

554:空間

600:第二混合目標

604:第一週期性結構

606:第一層

608:第二週期性結構

609:第二層

610:第一光學敏感區域

612:第二光學敏感區域

618:電子束敏感區域

622:線

624:空間

630:軸線
632:線
634:空間
640:第三週期性結構
642:線
644:空間
650:第四週期性結構
652:線
654:空間
700:第三混合目標
704:第一週期性結構
706:第一層
708:第二週期性結構
709:第二層
710:第一光學敏感區域
712:第二光學敏感區域
718:電子束敏感區域
722:線
724:空間
730:軸線
732:線
734:空間
740:第三週期性結構

742:線
744:空間
750:第四週期性結構
752:線
754:空間
800:第四混合目標
804:第一週期性結構
806:第一層
808:第二週期性結構
809:第二層
810:第一光學敏感區域
812:第二光學敏感區域
818:電子束敏感區域
822:線
824:空間
830:軸線
832:線
834:空間
840:第三週期性結構
842:線
844:空間
850:第四週期性結構
852:線

854:空間

A:間距

B:間距

C:間距

D:間距

E:間距

F:間距

G:間距

H:間距

I:間距

J:間距

K:間距

L:間距

M:間距

N:間距

O:間距

P:間距

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種可用於製造半導體裝置晶圓中之偏移度量衡系統，其包括：

一光學偏移度量衡工具，其經組態以量測選自旨在相同之一批半導體裝置晶圓之一半導體裝置之兩個層之間之至少一個目標處之偏移；

一電子束偏移度量衡工具，其經組態以量測選自該批之一半導體裝置之兩個層之間之該至少一個目標處之偏移；及

一結合器，其可操作以結合該光學偏移度量衡工具所量測的該偏移及該電子束偏移度量衡工具所量測的該偏移以提供一結合偏移度量，其中該結合器經組態以使用一加權平均值、一迴歸、或一機器學習方法。

【請求項2】

如請求項1之系統，其中該光學偏移度量衡工具包括一散射量測度量衡工具或一成像度量衡工具。

【請求項3】

如請求項1之系統，其中該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具各量測一單一半導體裝置之兩個層之間之偏移。

【請求項4】

如請求項1之系統，其中該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具各量測兩者係選自該批之不同半導體裝置晶圓之兩個層之間之偏移。

【請求項5】

一種用於製造半導體裝置晶圓之方法，其包括：

對選自旨在相同之一批半導體裝置晶圓之至少一個半導體裝置晶圓

執行一微影程序中之至少一初始階段；

此後藉由以下項而量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之至少一個半導體裝置晶圓之至少兩個層之偏移：

採用一光學偏移度量衡工具以量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之該至少一個半導體裝置晶圓之至少一者之該兩個層之間之至少一個目標處之偏移；

採用一電子束偏移度量衡工具以量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之該至少一個半導體裝置晶圓之至少一者之兩個層之間之該至少一個目標處之偏移；及

結合該光學偏移度量衡工具所量測的該偏移及該電子束偏移度量衡工具所量測的該偏移以藉由使用一加權平均值、一迴歸、或一機器學習方法來提供一結合偏移度量；

判定是否用該光學偏移度量衡工具在該至少一個目標處量測的該偏移高於一第一臨限值；

判定是否用該電子束偏移度量衡工具在該至少一個目標處量測的該偏移高於該第一臨限值；及

如果用該光學偏移度量衡工具在該至少一個目標處量測的該偏移高於該第一臨限值以及用該電子束偏移度量衡工具在該至少一個目標處量測的該偏移高於該第一臨限值，則利用該結合偏移度量用於調整該微影程序以提供一經調整微影程序。

【請求項6】

如請求項5之方法，其中該量測偏移包含採用該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具以量測一單一半導體裝置之兩個層之間之偏

移。

【請求項7】

如請求項5之方法，其中該量測偏移包含採用該光學偏移度量衡工具及該電子束偏移度量衡工具以量測兩者係選自該批之不同半導體裝置晶圓之兩個層之間之偏移。

【請求項8】

如請求項5之方法，其進一步包括利用該結合偏移度量用於調整量測參數、該光學偏移度量衡工具之結果或該電子束偏移度量衡工具之結果之至少一者。

【請求項9】

如請求項5之方法，其中該光學偏移度量衡工具包括一散射量測度量衡工具或一成像度量衡工具。

【請求項10】

如請求項5之方法，其中針對至少一個半導體裝置晶圓之一微影程序中至少一初始階段之該執行包括：

對選自旨在相同之一批半導體裝置晶圓之至少一個半導體裝置執行一微影程序；

此後量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之至少一個半導體裝置之至少兩個層之微影後偏移；及

此後對選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之至少一個半導體裝置執行一蝕刻程序。

【請求項11】

如請求項10之方法，其中該量測微影後偏移包括採用一光學偏移度

量衡工具或一電子束偏移度量衡工具以量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之該至少一個半導體裝置晶圓之至少一者之兩個層之間之至少一個目標處之偏移。

【請求項12】

如請求項10之方法，其中該量測微影後偏移包括：

採用一微影後光學偏移度量衡工具以量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之該至少一個半導體裝置晶圓之至少一者之兩個層之間之至少一個目標處之偏移；

採用一微影後電子束偏移度量衡工具以量測選自旨在相同之該批半導體裝置晶圓之該至少一個半導體裝置晶圓之至少一者之該兩個層之間之該至少一個目標處之偏移；及

結合該微影後光學偏移度量衡工具及該微影後電子束偏移度量衡工具之輸出以提供一結合偏移度量。

【請求項13】

一種用於在半導體裝置之製造中之偏移之量測中使用之目標，該目標包括：

一第一週期性結構，其經形成於一半導體裝置之一第一層上，其具有沿著一軸線之一第一間距，其中該第一間距在600 nm與2400 nm之間；及

一第二週期性結構，其經形成於該半導體裝置之一第二層上且具有沿著平行於該軸線之一軸線之一第二間距，其中該第一間距在30 nm與600 nm之間；

該目標之特徵在於其包含適用於光學度量衡之至少一個第一區域及

適用於電子束度量衡之與該至少第一區域分離之至少一個第二區域。

【請求項14】

如請求項13之目標，其中在該至少一個第二區域中，存在該第一週期性結構及該第二週期性結構兩者。

【請求項15】

如請求項13之目標，其中在該至少一個第二區域中，存在一第三週期性結構及一第四週期性結構。

【請求項16】

如請求項13之目標，其中在該至少一個第二區域中，存在該第一週期性結構及該第二週期性結構之一者且存在一第三週期性結構。

【請求項17】

如請求項13之目標，其中該第一週期性結構及該第二週期性結構之至少一者包含複數個週期性子結構。

【請求項18】

如請求項14之目標，其中在該至少一個第二區域中，該第一週期性結構及該第二週期性結構不重疊。

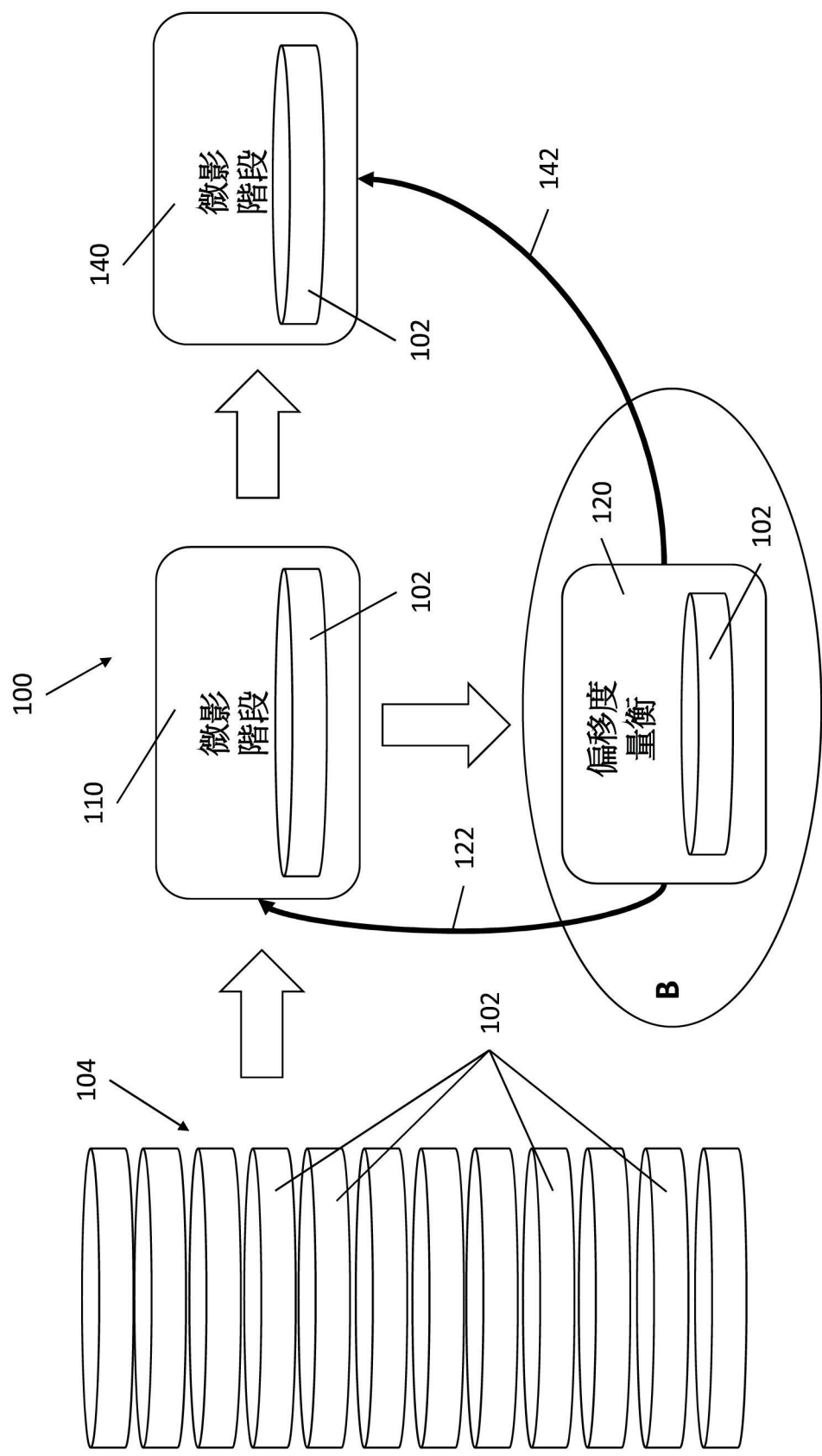
【請求項19】

如請求項15之目標，其中該第三週期性結構及該第四週期性結構之至少一者包含複數個週期性子結構。

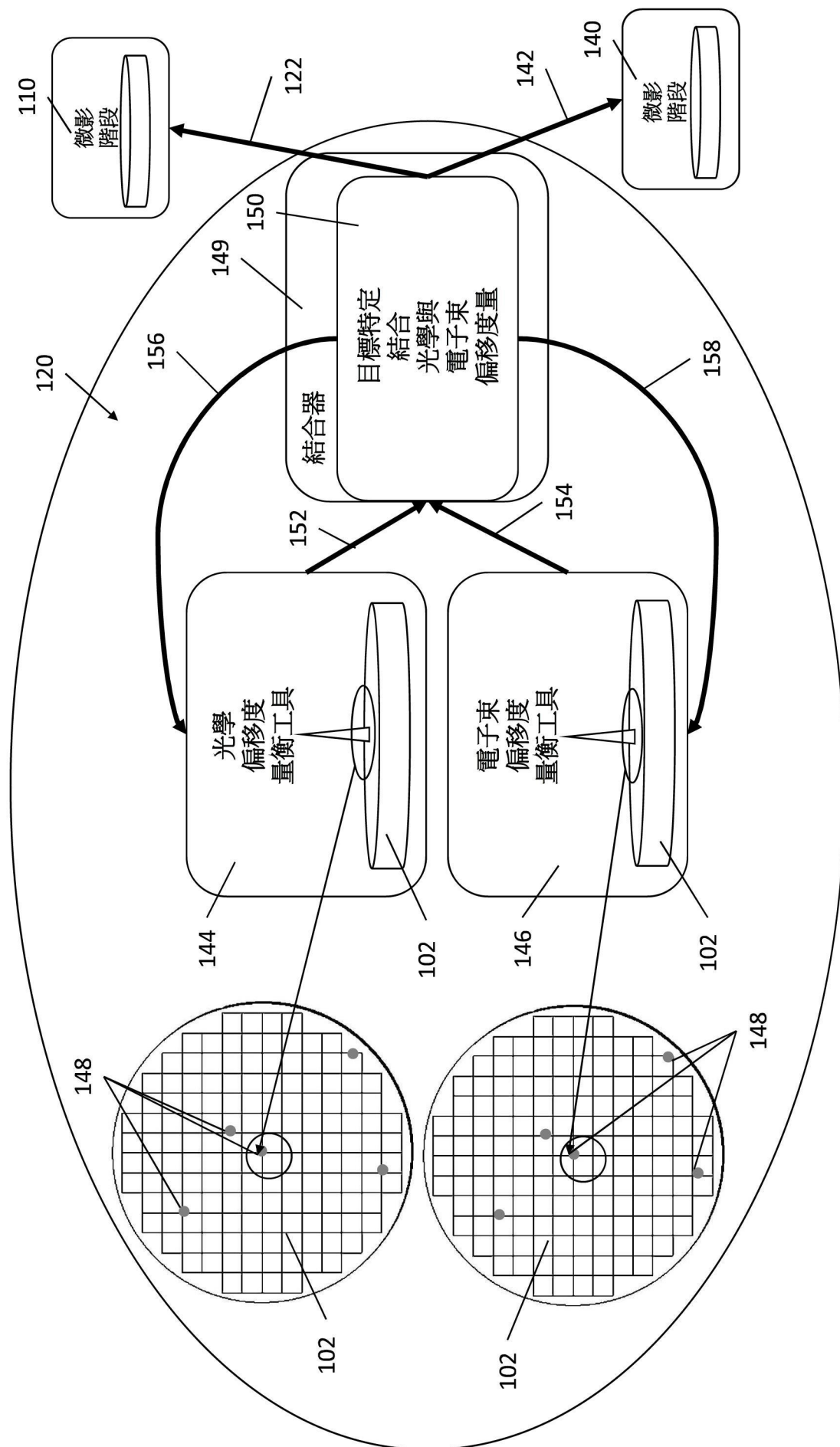
【請求項20】

如請求項15之目標，其中在該至少一個第二區域中，該第三週期性結構及該第四週期性結構不重疊。

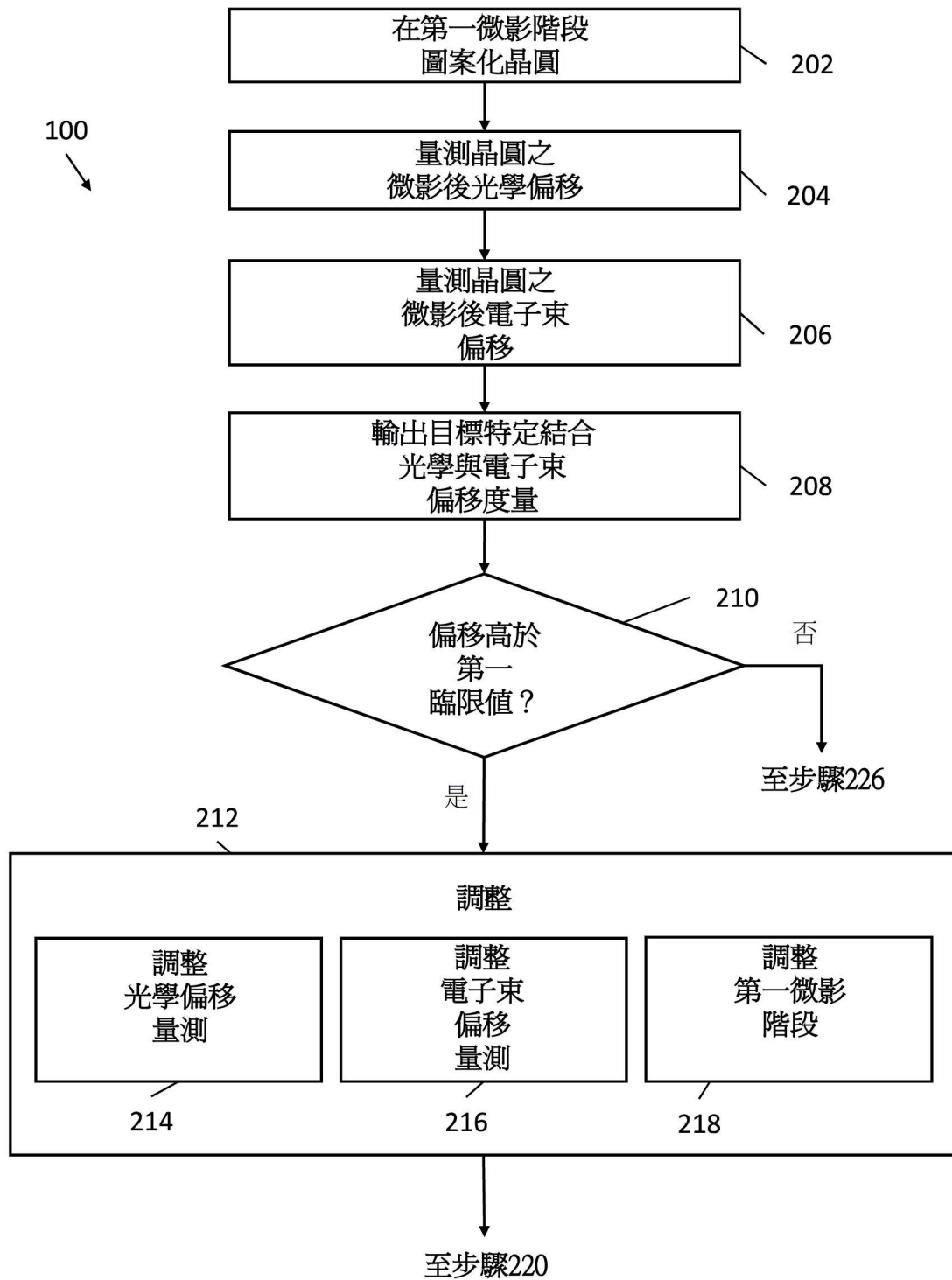
【發明圖式】



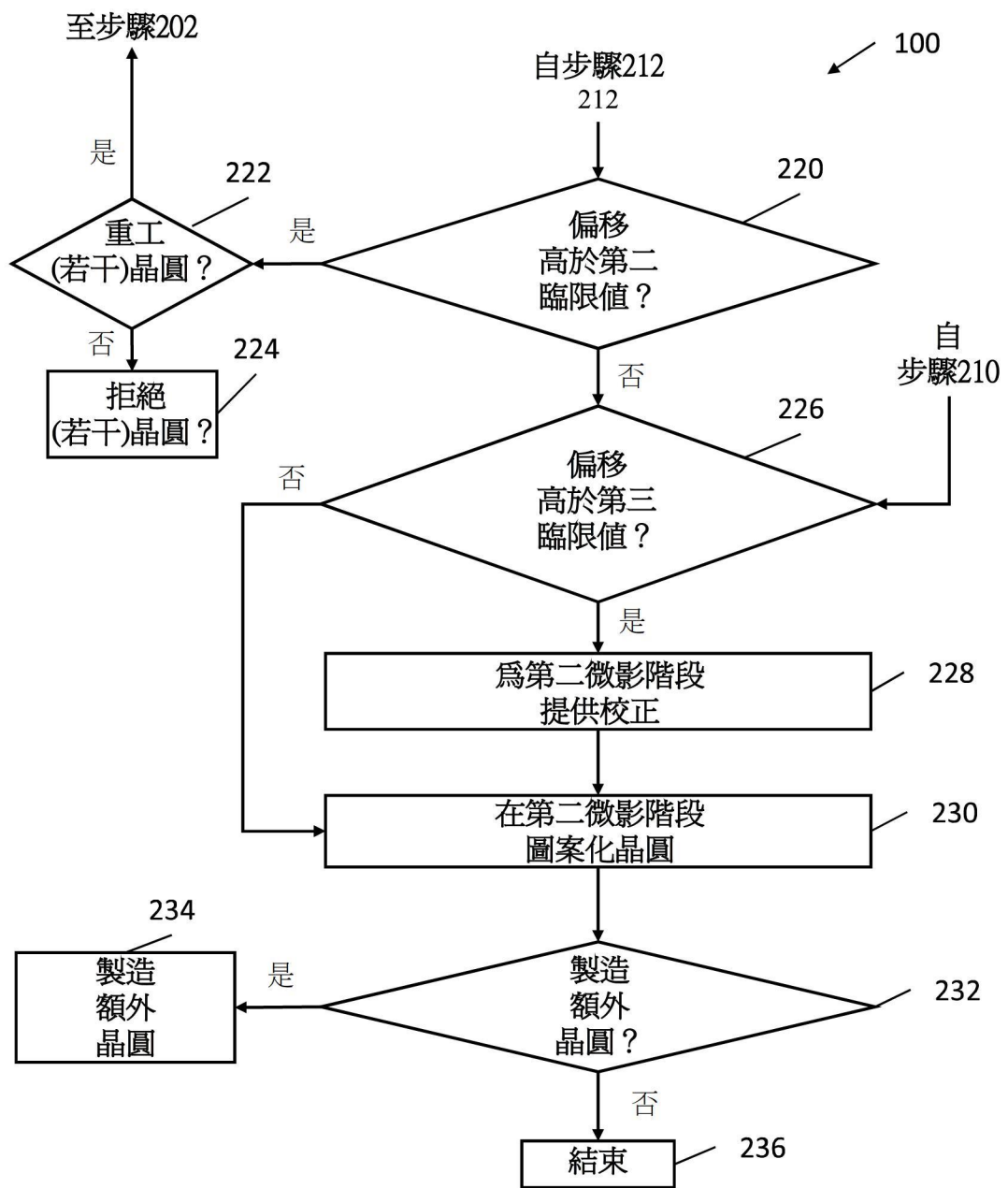
【圖1A】



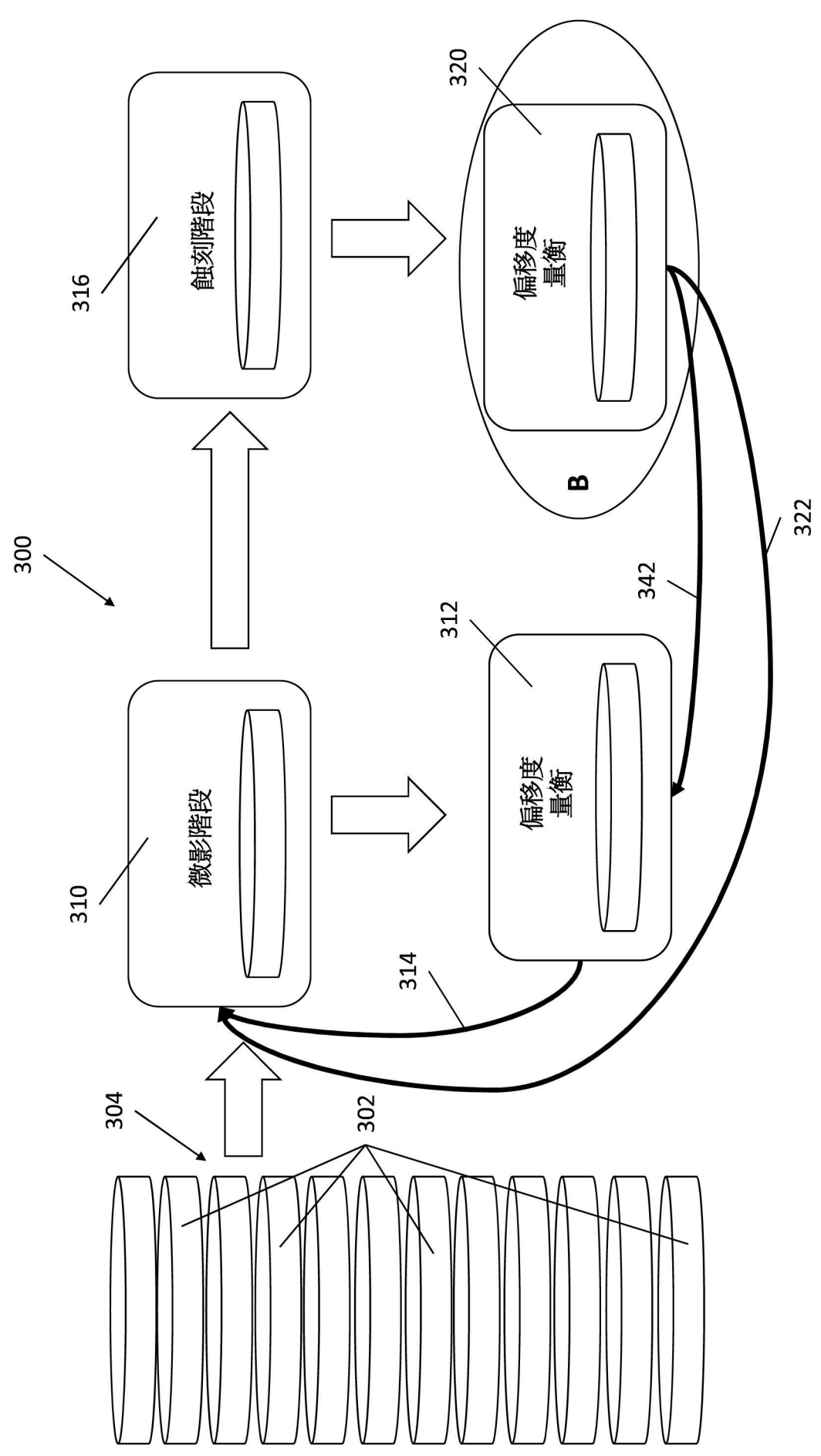
【圖1B】



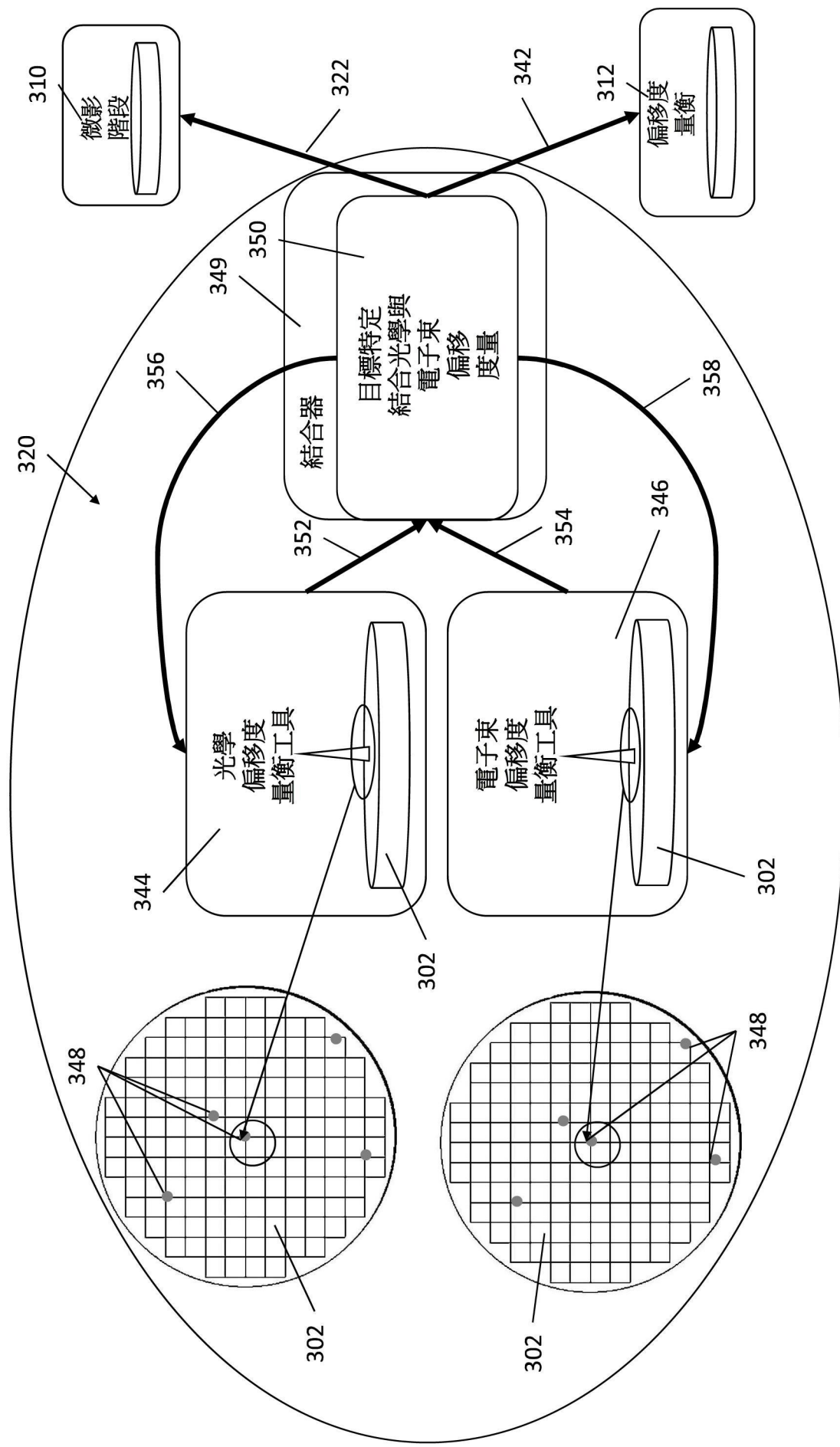
【圖2A】



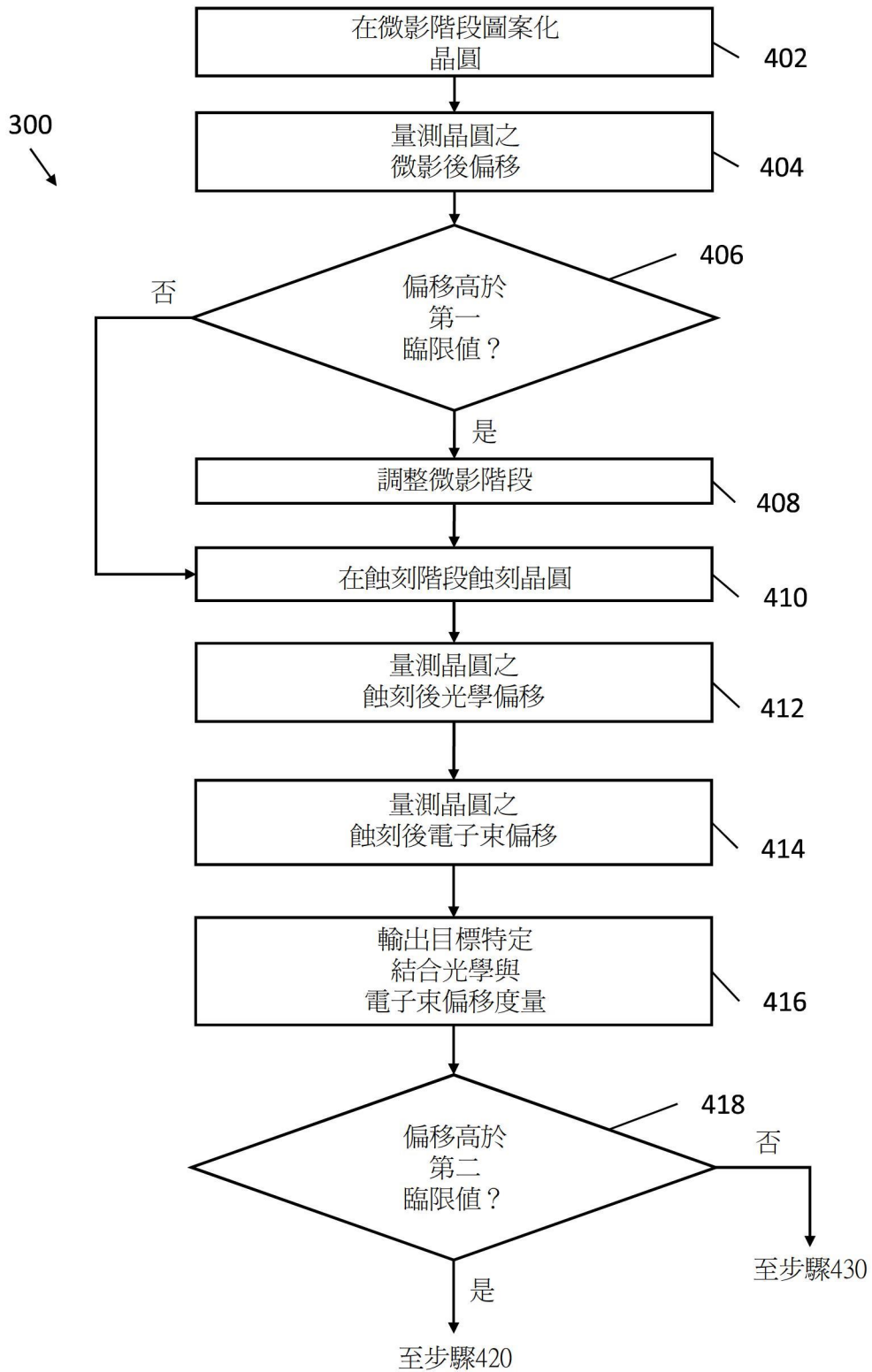
【圖2B】



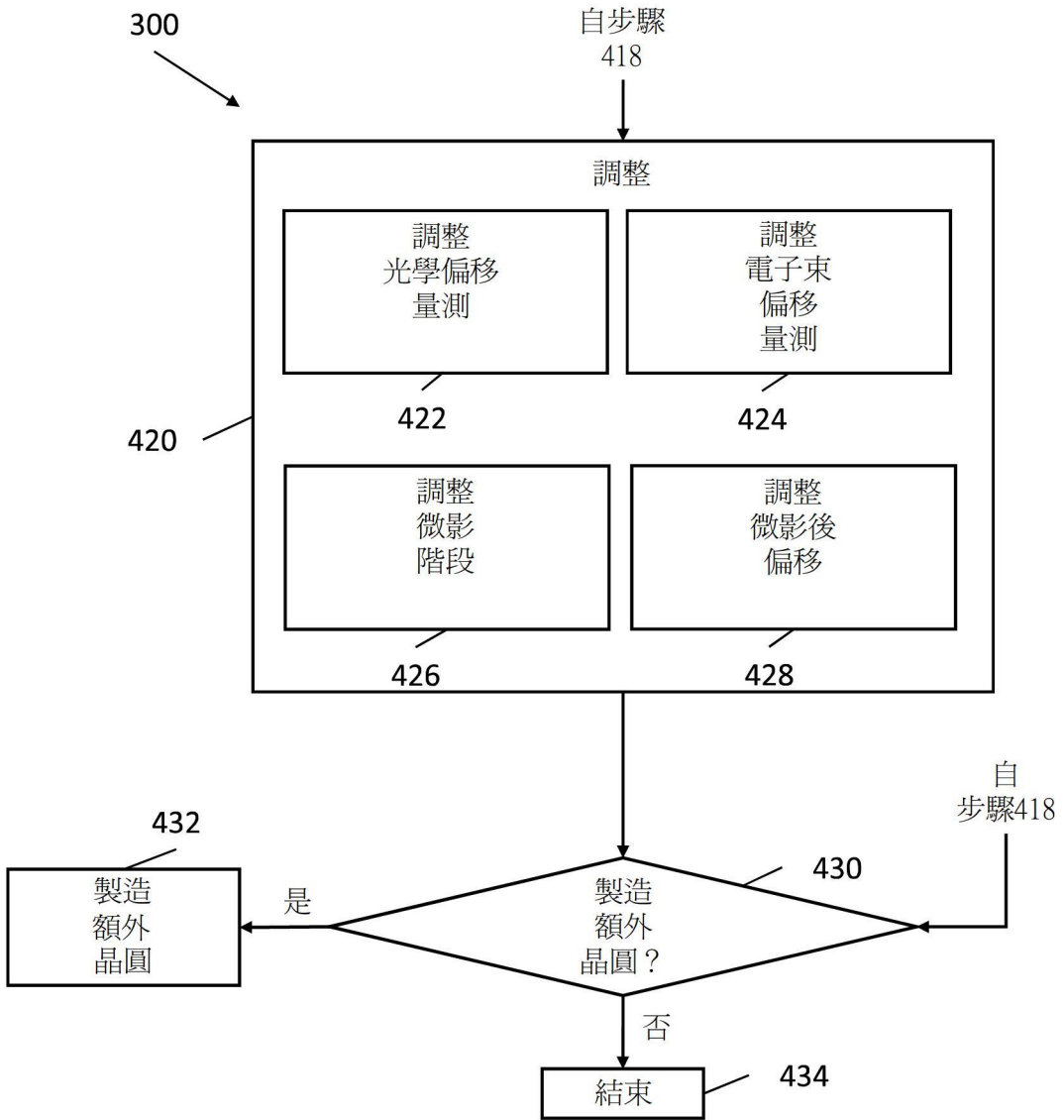
【圖3A】



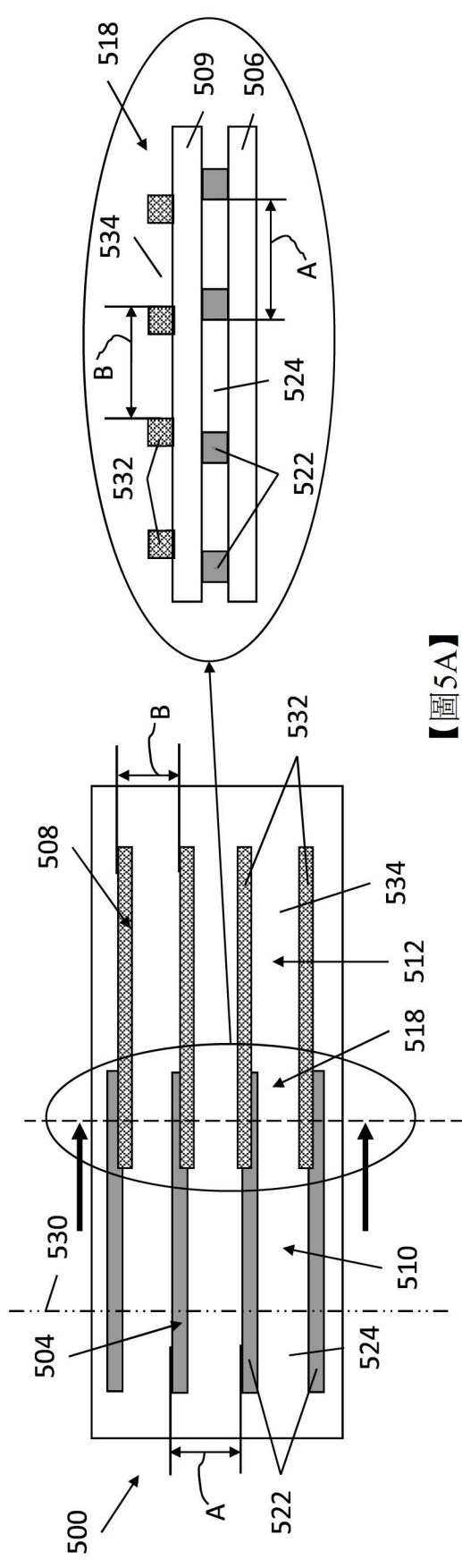
【圖3B】



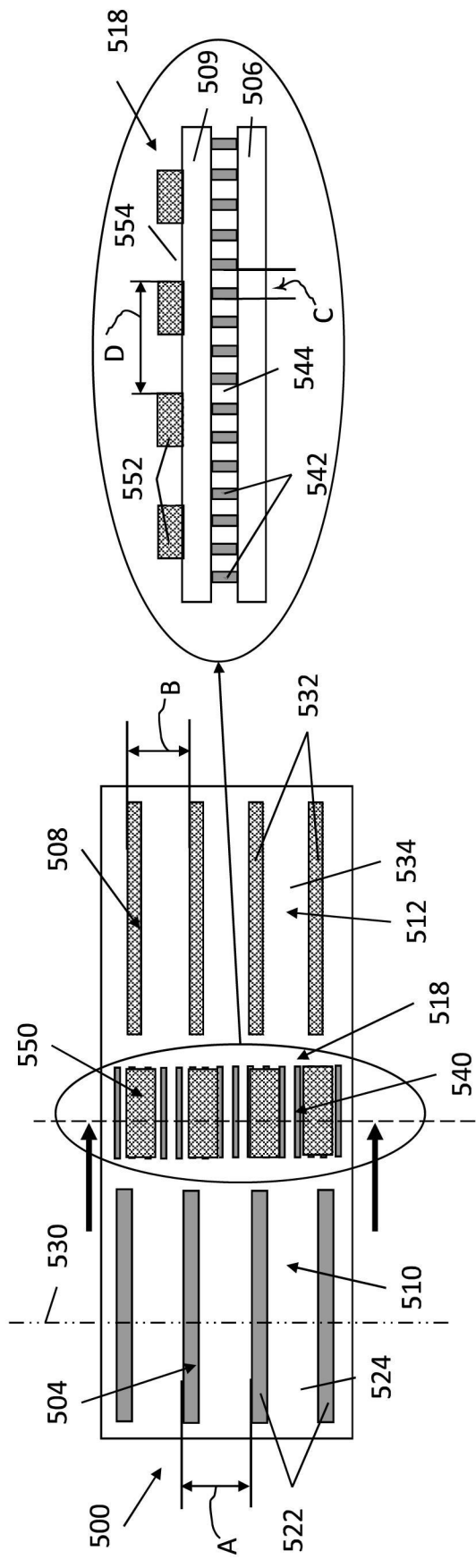
【圖4A】



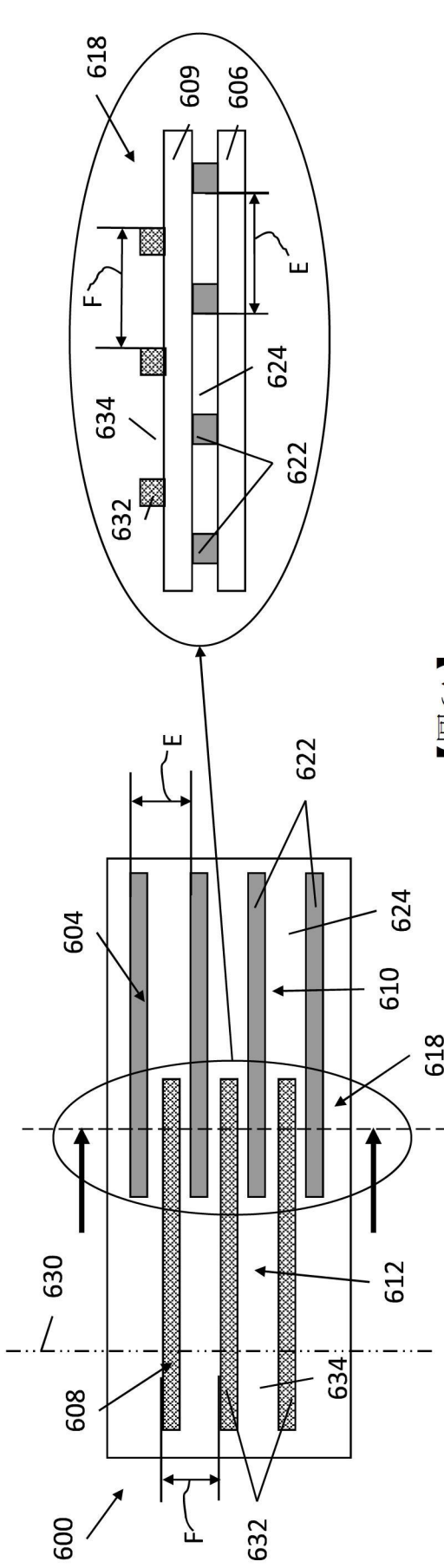
【圖4B】



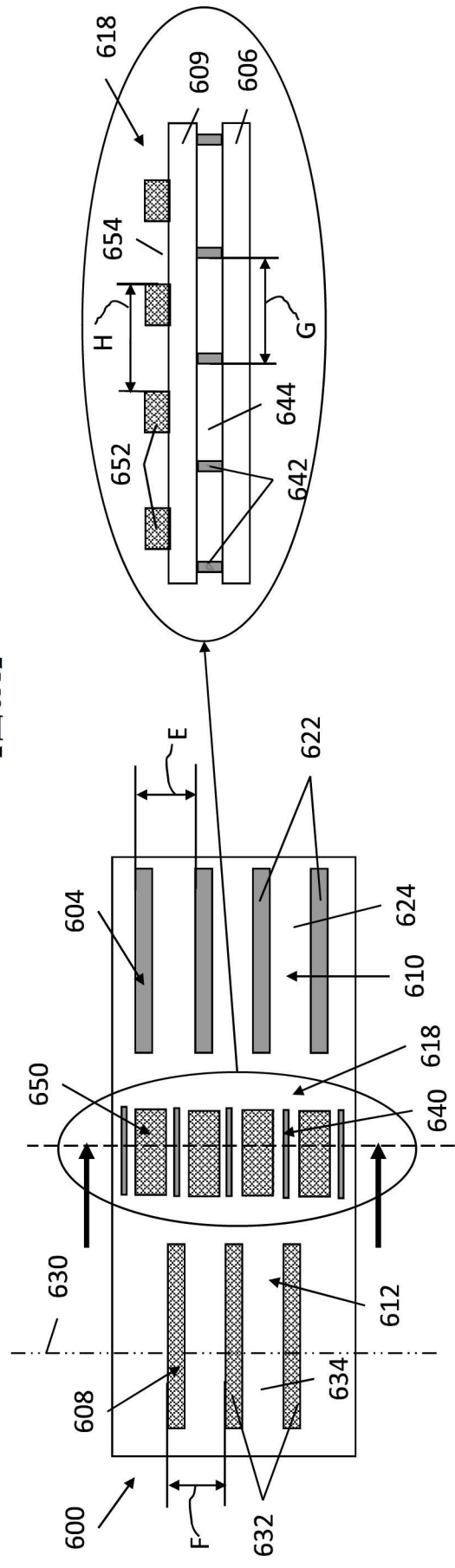
【圖5A】



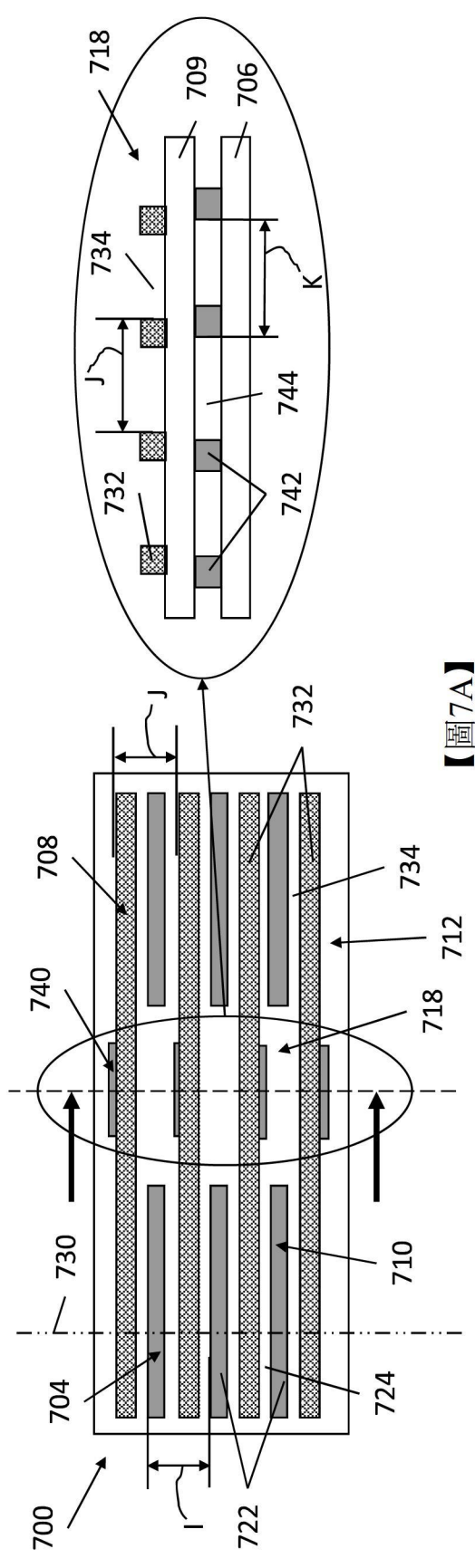
【圖5B】



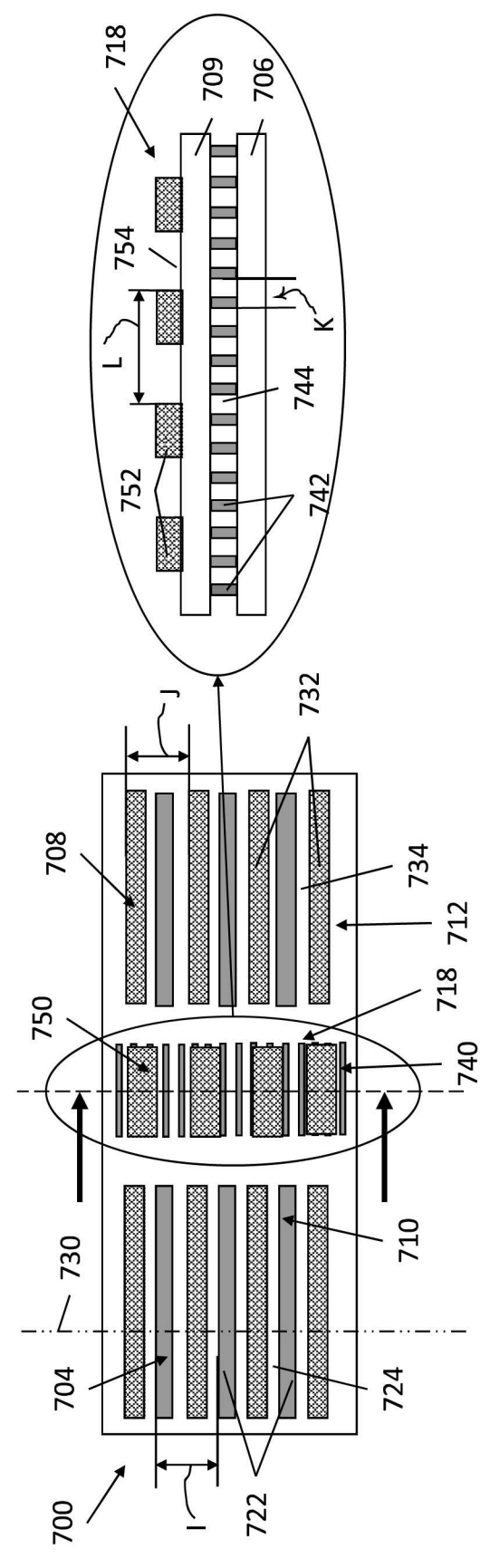
【圖6A】



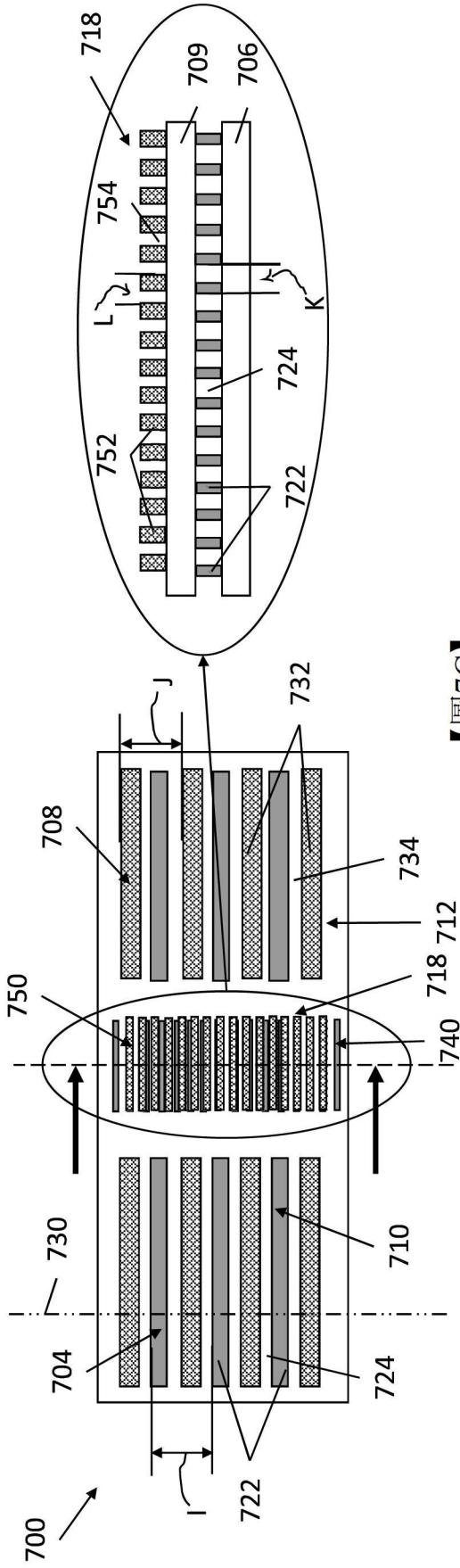
【圖6B】



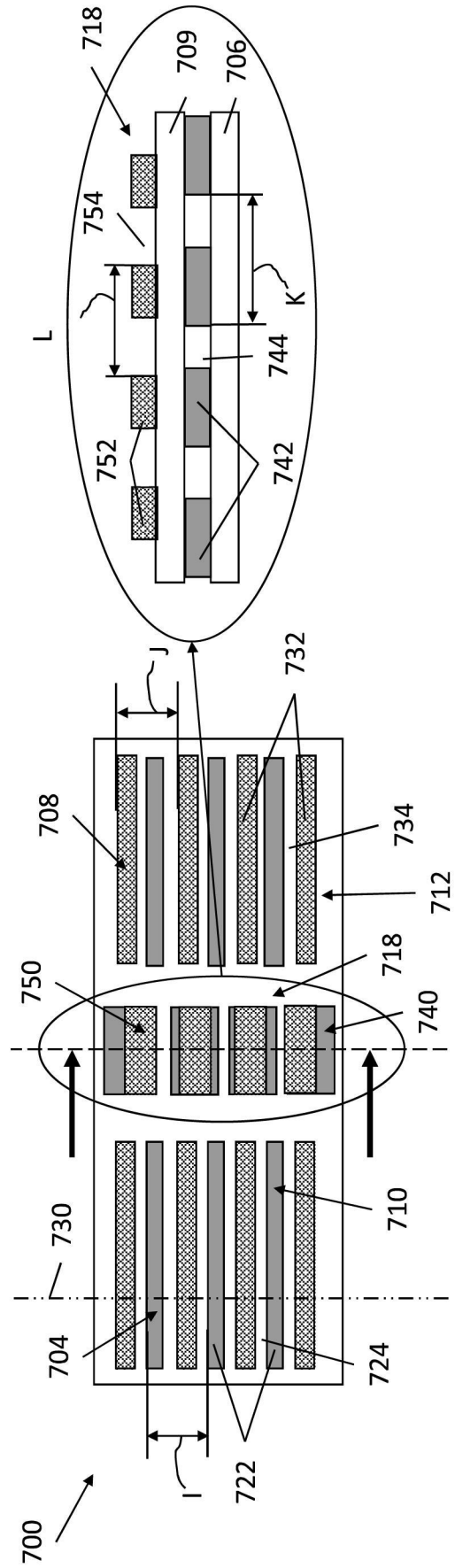
【圖7A】



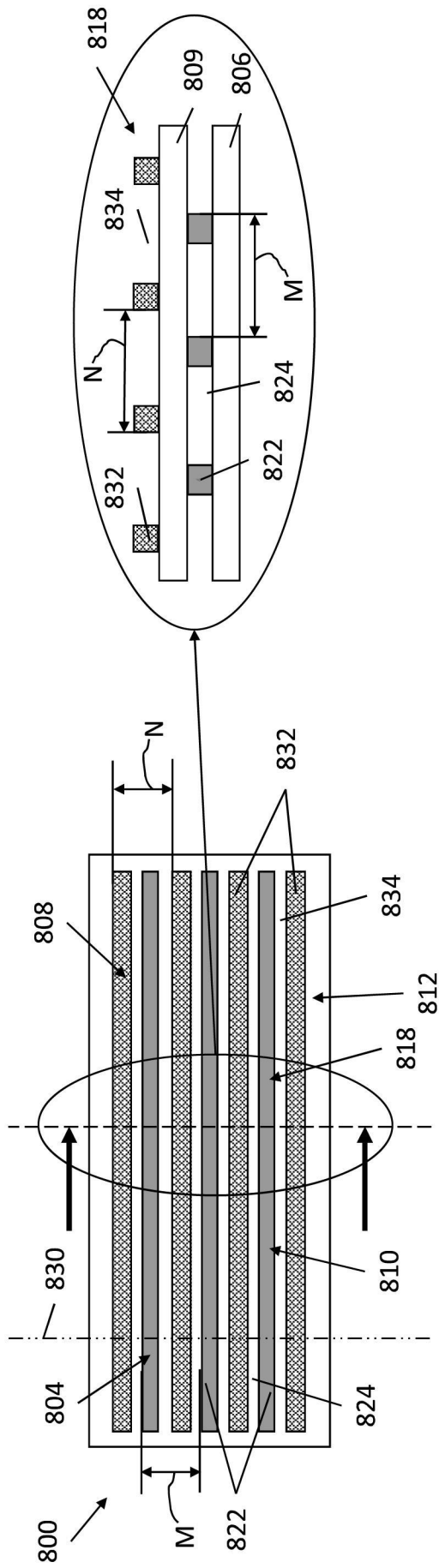
【圖7B】



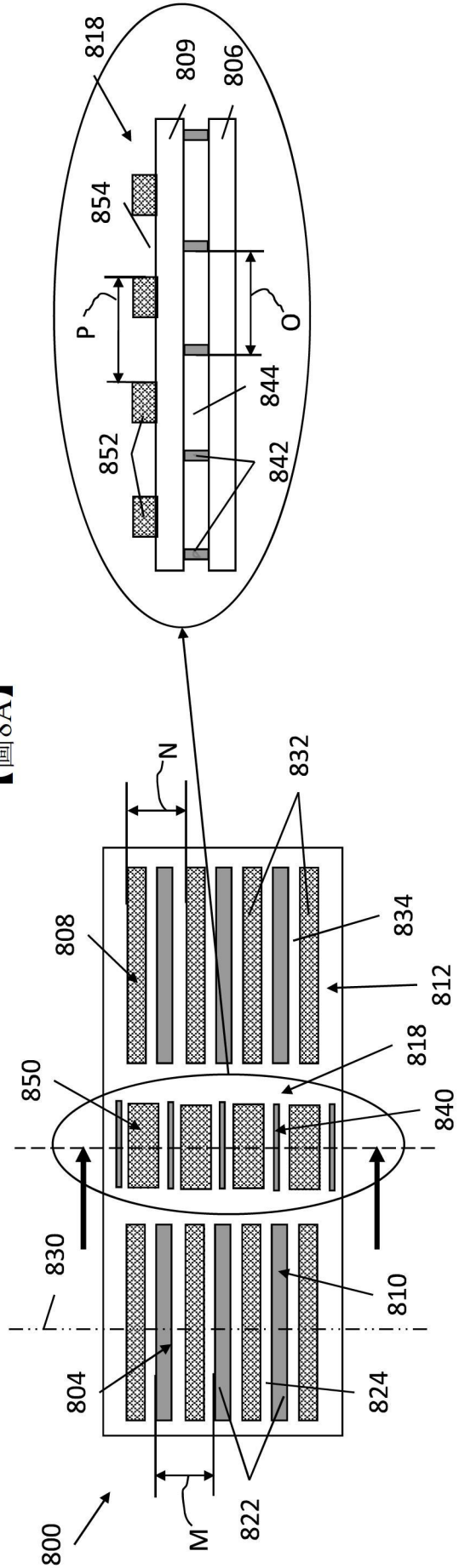
【圖7C】



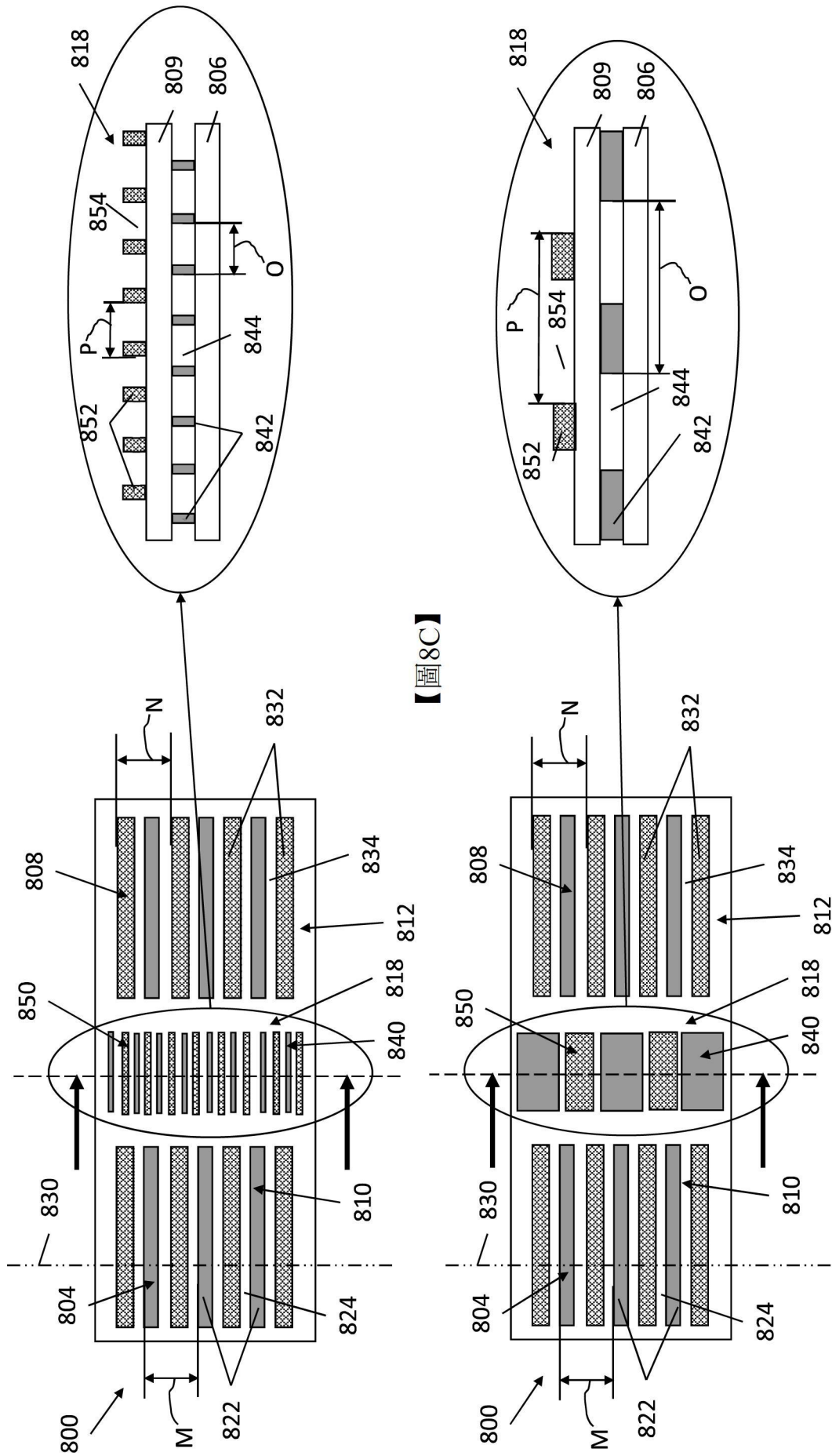
【圖7D】



【圖8A】



【圖8B】



【圖8C】

【圖8D】