

【11】證書號數：I662381

【45】公告日：中華民國 108 (2019) 年 06 月 11 日

【51】Int. Cl. : *G03F9/00 (2006.01)* *G03F7/20 (2006.01)*
G06F17/50 (2006.01)

發明

全 25 頁

【54】名稱：用於組態參數判定製程之方法和系統、用於量測圖案化製程之物件之度量衡設備、及電腦程式產品

METHOD AND SYSTEM FOR CONFIGURING A PARAMETER
DETERMINATION PROCESS, METROLOGY APPARATUS FOR
MEASURING AND OBJECT OF A PATTERNING PROCESS, AND
COMPUTER PROGRAM PRODUCT

【21】申請案號：106106738 【22】申請日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 01 日

【11】公開編號：201743141 【43】公開日期：中華民國 106 (2017) 年 12 月 16 日

【30】優先權：	2016/03/01	美國	62/301,880
	2016/12/16	美國	62/435,662
	2016/12/16	美國	62/435,670
	2016/12/16	美國	62/435,649
	2016/12/16	美國	62/435,630
	2017/02/14	美國	62/458,932

【72】發明人：凡 力司特 雅得安 喬漢 (NL) VAN LEEST, ADRIAAN JOHAN ; 柒特瑪司 艾納諾斯堤斯 (GR) TSIATMAS, ANAGNOSTIS ; 希尼 保羅 克利絲丁安 (NL) HINNEN, PAUL CHRISTIAAN ; 麥克 納馬拉 艾略特 葛雷德 (IE) MC NAMARA, ELLIOTT GERARD ; 沃馬 艾羅克 (IN) VERMA, ALOK ; 休威斯 湯馬士 (NL) THEEUWES, THOMAS ; 克瑞馬 雨果 奧格斯提納斯 約瑟夫 (NL) CRAMER, HUGO AUGUSTINUS JOSEPH

【71】申請人：A S M L 荷蘭公司 ASML NETHERLANDS B.V.
荷蘭

【74】代理人：林嘉興

【56】參考文獻：

US 2009/0224413A1	US 2013/0135600A1
WO 2009/100867A1	WO 2010/034674A1
WO 2011/151121A1	WO 2015/082158A1

審查人員：盧贊文

【57】申請專利範圍

- 一種組態一參數判定製程之方法，該方法包含：獲得一結構之一數學模型 (mathematical model)，該數學模型經組態以在運用一輻射光束照明該結構時預測一光學回應，且該結構在一標稱實體組態下具有幾何對稱性 (geometric symmetry)；藉由一硬體電腦系統使用該數學模型以模擬該結構之該實體組態中的為某一量之一擾動 (perturbation)，以判定複數個像素中之每一者中的該光學回應之一對應改變以獲得複數個像素敏感度；及基於該等像素敏感度，判定為了得到與該實體組態之改變相關聯的一參數之一值而與一基板上之該結構之經量測像素光學特性值結合之複數個權重 (weights)，每一權重對應於一像素。

2. 如請求項 1 之方法，其中該參數為疊對，且該不同實體組態為該結構之至少部分相對於該結構之另一部分之一移位。
3. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其中該光學回應包含呈一光瞳影像之形式的光學特性。
4. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其中該光學回應主要為零階輻射。
5. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其中該判定該等權重包含使用一亞可比矩陣。
6. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其中該判定該等權重包含使用一赫賽矩陣。
7. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其中該判定該等權重包含使用一莫耳-潘羅斯偽逆。
8. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其中該等權重經組態為使得可使用針對偵測到輻射表示之複數個像素的用於每一像素之一光學特性值乘以該複數個權重之與彼像素相關聯的權重之一求和來判定該參數之該值。
9. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其中該光學特性為強度及/或相位。
10. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其中該結構為一器件結構。
11. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其中該結構為包含一器件結構的一基板晶粒內之一非器件結構。
12. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其進一步包含為了獲得該等經量測像素光學特性值而判定量測設定之一集合，量測設定之該集合對應於該複數個權重。
13. 如請求項 12 之方法，其中量測設定之該集合包含選自以下各者中之一或多者：一量測光束之一波長、該量測光束之一偏振、該量測光束之一劑量，及/或由一偵測器感測器獲得的該結構之一個特定照明之數個光學特性讀取。
14. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其中該獲得該數學模型包含對包含該結構之一或多個基板執行 CD 量測且對照該等 CD 量測校準該數學模型，以獲得用於該結構之該實體組態之擾動的該結構之一標稱剖面。
15. 如請求項 1 或請求項 2 之方法，其進一步包含：量測由複數個結構重新導向之輻射之光學特性值，該複數個結構具有已知不同實體組態及該參數之關聯預期值；組合該等權重及該等經量測光學特性值以判定用於該等已知不同實體組態中之每一者的該參數之一值；及相對於該參數之該等預期值而評估該參數之該等經判定值；及回應於該評估，調整該數學模型之一參數及/或調整該等權重中之一或多者。
16. 一種組態一參數判定製程之方法，其包含：藉由一硬體電腦系統使用一結構之一數學模型以在運用一輻射光束照明該結構時預測一光學回應，該結構在一標稱實體組態下具有幾何對稱性且一圖案化製程參數量測該實體組態之改變；及藉由該硬體電腦系統使用一非線性求解程序以基於該光學回應而判定該圖案化製程參數之一數學函數之係數作為其一變數，在不同於該標稱實體組態的一實體組態下，該等經判定係數及該函數與自一基板上之該結構偵測到之輻射的一經量測表示一起使用以判定用於該經量測結構之該圖案化製程參數之一值，該不同實體組態造成該偵測到之表示中之一不對稱光學特性分佈。
17. 如請求項 16 之方法，其包含使用該數學模型以模擬該結構之該實體組態中的為某一量之一擾動以判定該光學回應之一對應改變，且其中判定該等係數使用該改變之光學回應。
18. 如請求項 16 或請求項 17 之方法，其進一步包含：獲得由該基板上之具有該不同實體組態的該結構重新導向之輻射之一偵測到之表示，及使用一非線性求解程序判定該圖案化製程參數之一值，該非線性求解程序處理自該偵測到之表示導出之光學特性值且使用該等經判定係數。
19. 如請求項 16 或請求項 17 之方法，其中該非線性求解程序對一函數進行求解，其中該函數之一或多個變數項僅由使該圖案化製程參數作為至一奇數幕之變數的一或多個變數項

及/或使該圖案化製程參數作為變數而與作為一變數之該結構之另一參數結合的一或多個變數項組成。

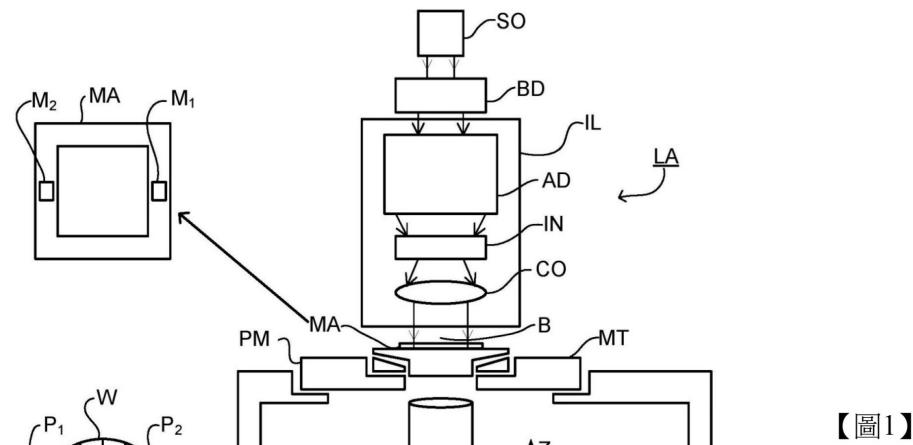
20. 如請求項 16 或請求項 17 之方法，其進一步包含處理該光學回應以減去橫越一對稱軸線之光學特性值以便縮減或消除該光學回應中之一對稱光學特性分佈之該等光學特性值，且該判定該等係數係基於自該經處理光學回應導出之光學特性值。
21. 如請求項 16 或請求項 17 之方法，其中該數學模型使用該結構之一標稱剖面，該標稱剖面係為了獲得該結構之該標稱剖面而自對照 CD 量測進行之該數學模型之校準導出。
22. 如請求項 16 或請求項 17 之方法，其中該等係數包含用於該光學回應中之複數個像素中之每一者的係數之一集合。
23. 一種組態一參數判定製程之方法，其包含：獲得藉由一圖案化製程而產生之一結構之不同例項之量測結果，其中在一圖案化製程參數之複數個不同設定值(set values)中之每一者下獲得量測結果，該圖案化製程參數量測該結構之實體組態之一改變，且該圖案化製程參數之每一不同設定值對應於該結構之造成一幅射表示中之一不對稱光學特性分佈之一實體組態；及藉由一硬體電腦系統判定複數個資料驅動值，該複數個資料驅動值對應於為了得到該圖案化製程參數之一值而與該結構之一另外例項之經量測光學特性值結合之權重，其中將該等設定值及該等量測結果用於一目標(objective)或優質化(merit)函數或一機器學習演算法中，以判定該等資料驅動值。
24. 如請求項 23 之方法，其進一步包含使用該等經判定資料驅動值以修改該結構之一數學模型，及使用該數學模型以導出與該結構之該另外例項之經量測光學特性值結合之該等權重。
25. 如請求項 24 之方法，其進一步包含使用該數學模型之一赫賽矩陣以更新體現於該數學模型中的該結構之一標稱剖面之值。
26. 如請求項 24 或請求項 25 之方法，其進一步包含使用該經修改數學模型之一赫賽矩陣以計算與該結構之該另外例項之經量測光學特性值結合之該等權重。
27. 如請求項 23 至 25 中任一項之方法，其中該等量測結果為由該結構之該等不同例項重新導向之輻射的複數個偵測到之表示。
28. 如請求項 27 之方法，其中藉由運用一幅射光束照明一基板使得該基板上之一光束光點填充有該結構而獲得該輻射之該等偵測到之表示。
29. 如請求項 23 至 25 中任一項之方法，其進一步包含產生預期待由該結構之一例項重新導向且針對該圖案化製程中之一變化而預期的輻射之一或多個合成表示，且其中該判定該複數個資料驅動值係基於該等設定值、該等量測結果及該一或多個合成表示。
30. 如請求項 29 之方法，其中藉由使用該數學模型之一赫賽矩陣來產生輻射之該一或多個合成表示。
31. 如請求項 29 之方法，其中使用一非線性模擬來產生輻射之該一或多個合成表示。
32. 如請求項 23 至 25 中任一項之方法，其中該圖案化製程參數為疊對。
33. 如請求項 23 至 25 中任一項之方法，其進一步包含基於結合該結構之該另外例項之經量測光學特性值之該複數個權重而判定用於該結構之該另外例項的該圖案化製程參數之該值。
34. 如請求項 33 之方法，其中該等經量測光學特性值中之每一者對應於一光瞳表示中之一像素，且包含基於針對該光瞳表示之複數個像素的用於每一像素之一經量測光學特性值乘以用於彼像素之一關聯加權之一求和來判定用於該另外例項之該圖案化製程參數之該值，其中用於該光瞳表示之一不對稱光學特性分佈部分中之像素之該加權不同於用於該光瞳表示之一對稱光學特性分佈部分中之像素之該加權。

35. 一種用於量測一圖案化製程之一物件之度量衡設備，該度量衡設備經組態以執行如請求項 1 至 34 中任一項之方法。
36. 一種電腦程式產品，其包含經記錄有指令之一電腦非暫時性可讀媒體，該等指令在藉由一電腦執行時實施如請求項 1 至 34 中任一項之方法。
37. 一種組態一參數判定製程之系統，其包含：一硬體處理器系統；及一非暫時性電腦可讀儲存媒體，其經組態以儲存機器可讀指令，其中該等機器可讀指令在經執行時致使該硬體處理器系統執行如請求項 1 至 34 中任一項之方法。
38. 一種組態一參數判定製程之系統，其包含：一度量衡設備，其經組態以將一輻射光束提供至一物件表面上且偵測由該物件表面上之結構重新導向之輻射；及如請求項 36 之電腦程式產品。
39. 如請求項 38 之系統，其進一步包含一微影設備，該微影設備包含：一支撐結構，其經組態以固持用以調變一輻射光束之一圖案化器件；及一投影光學系統，其經配置以將該經調變輻射光束投影至一輻射敏感基板上，其中該物件為該基板。

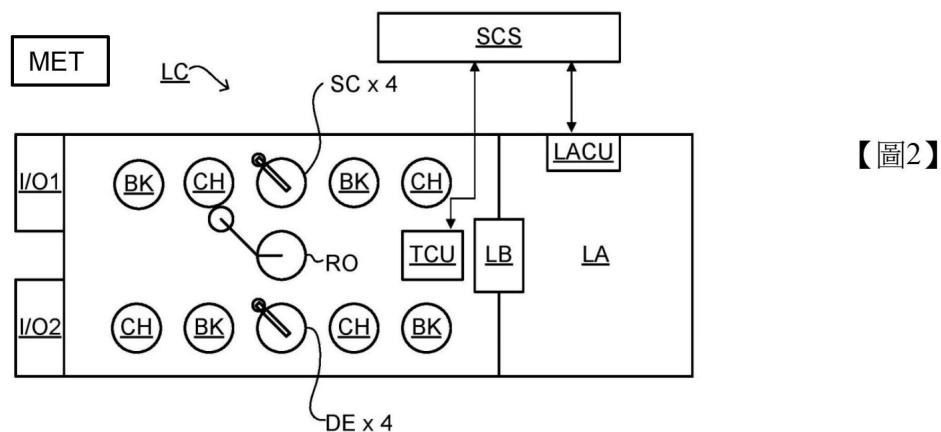
圖式簡單說明

現在將參考隨附圖式而僅作為實例來描述實施例，在該等圖式中：圖 1 示意性地描繪微影設備之實施例；圖 2 示意性地描繪微影製造單元或叢集之實施例；圖 3A 為用於使用提供某些照明模式之第一對照明孔徑來量測根據一實施例之目標的量測設備之示意圖；圖 3B 為用於給定照明方向之目標之繞射光譜的示意性細節；圖 3C 為在使用量測設備以用於以繞射為基礎之疊對量測時提供另外照明模式之第二對照明孔徑的示意性說明；圖 3D 為在使用量測設備以用於以繞射為基礎之疊對量測時提供另外照明模式的組合第一對孔徑與第二對孔徑之第三對照明孔徑的示意性說明；圖 4 示意性地描繪基板上的多重週期性結構(例如，多重光柵)目標之形式及量測光點之輪廓；圖 5 示意性地描繪圖 3 之設備中獲得的圖 4 之目標之影像；圖 6 示意性地描繪實例度量衡設備及度量衡技術；圖 7 示意性地描繪實例度量衡設備；圖 8 說明度量衡設備之照明光點與度量衡目標之間的關係；圖 9 示意性地描繪基於量測資料導出一或多個所關注變數之製程；圖 10A 示意性地描繪實例單位胞元、關聯光瞳表示及關聯所導出之光瞳表示；圖 10B 示意性地描繪實例單位胞元、關聯光瞳表示及關聯所導出之光瞳表示；圖 10C 示意性地描繪包含單位胞元之一或多個實體例項的實例目標；圖 11 描繪獲得加權以自經量測輻射判定圖案化製程參數之高階流程；圖 12 描繪自經量測輻射判定圖案化製程參數之高階流程；圖 13 描繪資料驅動技術之實施例的高階流程；圖 14 描繪結合實體幾何模型之資料驅動技術之實施例的高階流程；圖 15 描繪結合實體幾何模型之資料驅動技術之實施例的高階流程；圖 16 描繪結合實體幾何模型之資料驅動技術之實施例的高階流程；圖 17 描繪結合實體幾何模型之資料驅動技術之實施例的高階流程；圖 18 示意性地描繪目標之多重疊對單位胞元的實施例；圖 19 示意性地描繪目標之多重疊對單位胞元的實施例；圖 20 描繪對於兩個不同疊對之兩個向量的實例曲線圖；圖 21A 及圖 21B 示意性地描繪非產品目標設計之實例；圖 22A、圖 22B、圖 22C 及圖 22D 示意性地描繪非產品目標設計之實例；圖 23A 及圖 23B 示意性地描繪非產品目標設計之實例；圖 24A 及圖 24B 示意性地描繪非產品目標設計之實例；圖 25A 及圖 25B 示意性地描繪非產品目標設計之實例；圖 26A、圖 26B 及圖 26C 示意性地描繪非產品目標設計之實例；圖 27A 及圖 27B 示意性地描繪非產品目標設計之實例；圖 28A、圖 28B 及圖 28C 示意性地描繪非產品目標設計之實例；圖 29A 示意性地描繪器件圖案特徵之實例；圖 29B、圖 29C、圖 29D 及圖 29E 示意性地描繪器件圖案化製程之步驟的實例；圖 29F 示意性地描繪對於圖 29B 及圖 29D 之步驟的非產品目標設計之結構之實例；圖 29G 示意性地描繪自圖 29F 之結構產生之非產品目標設計的實例；圖 30A 示意性地描繪器件圖案特徵之實例；圖 30B 示意性地描繪非產品目標設計之結構的實例；圖 30C 示意性

地描繪自圖 30B 之結構產生之非產品目標設計的實例；圖 31 對應於設計非產品目標設計之方法的實施例；及圖 32 示意性地描繪可實施本發明之實施例之電腦系統。

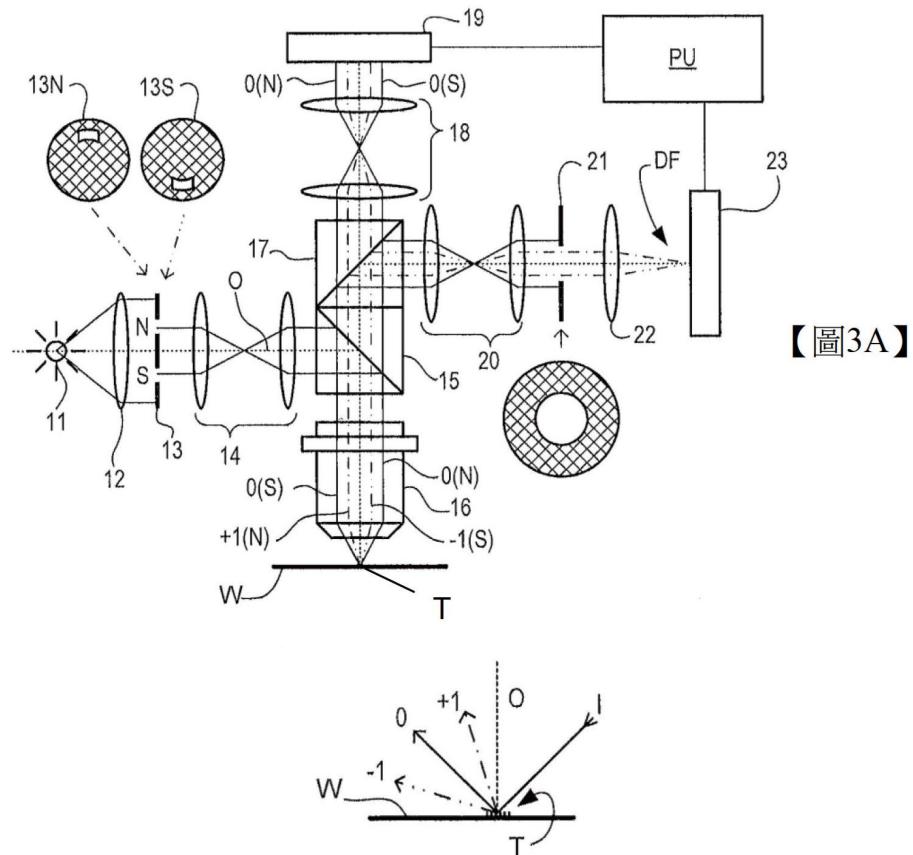


【圖1】

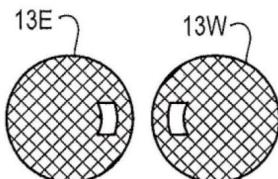


【圖2】

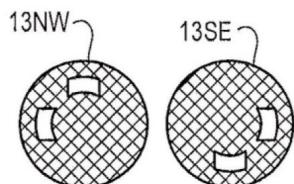
(6)



【圖3B】

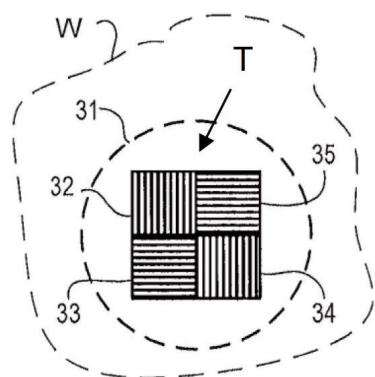


【圖3C】

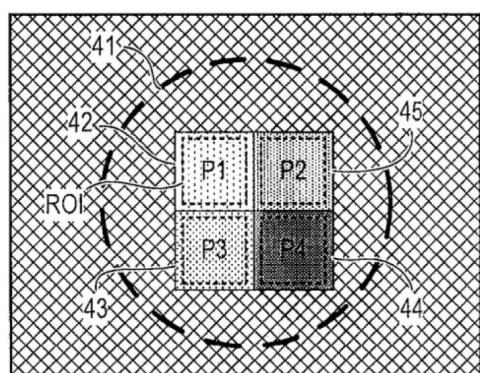


【圖3D】

(7)

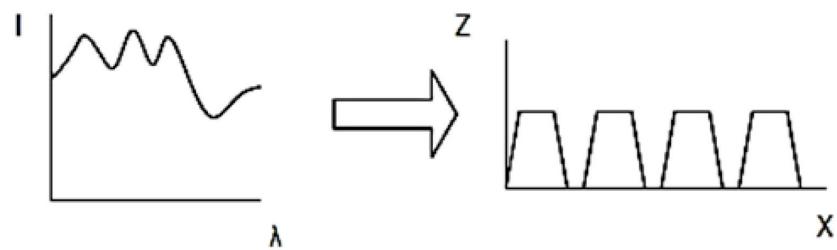
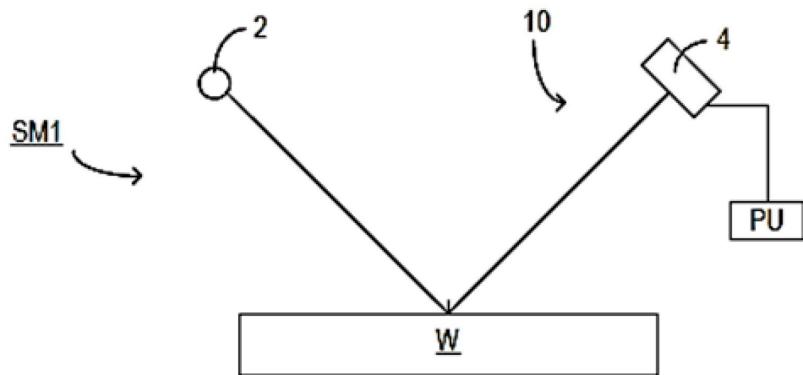


【圖4】

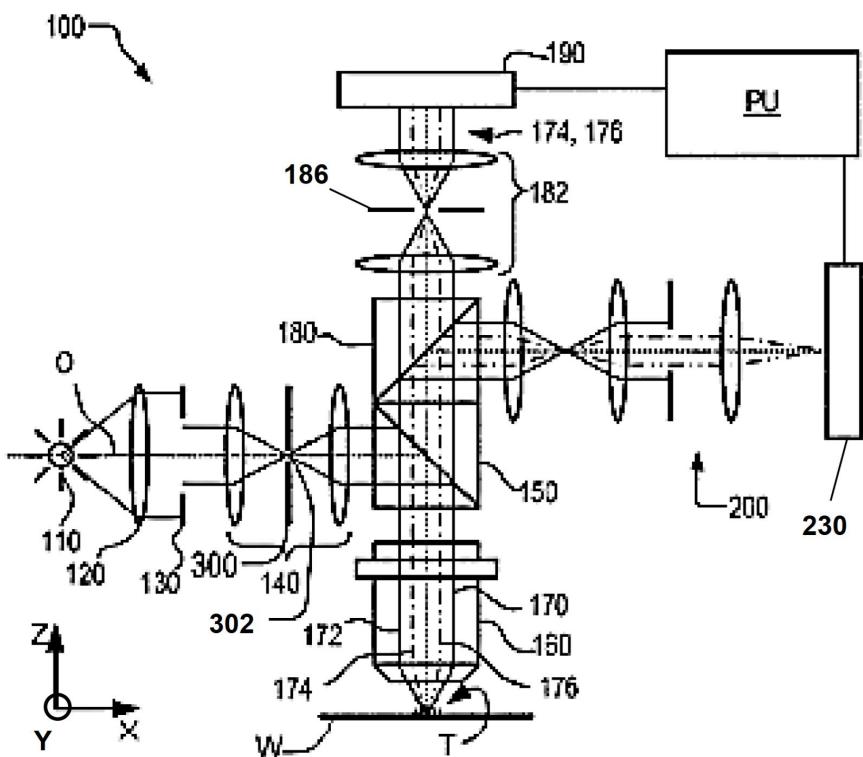


【圖5】

(8)

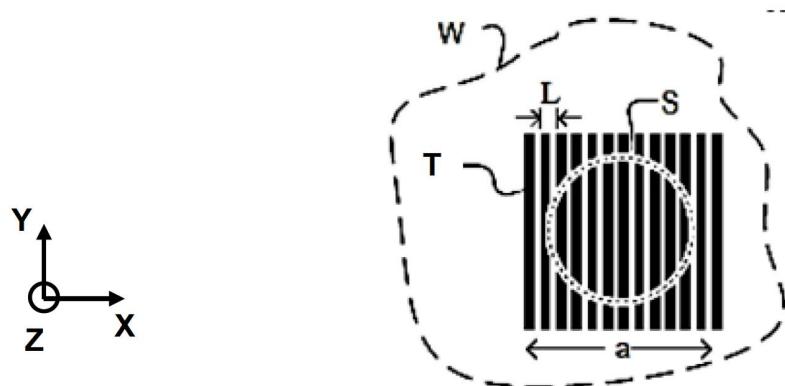


【圖6】

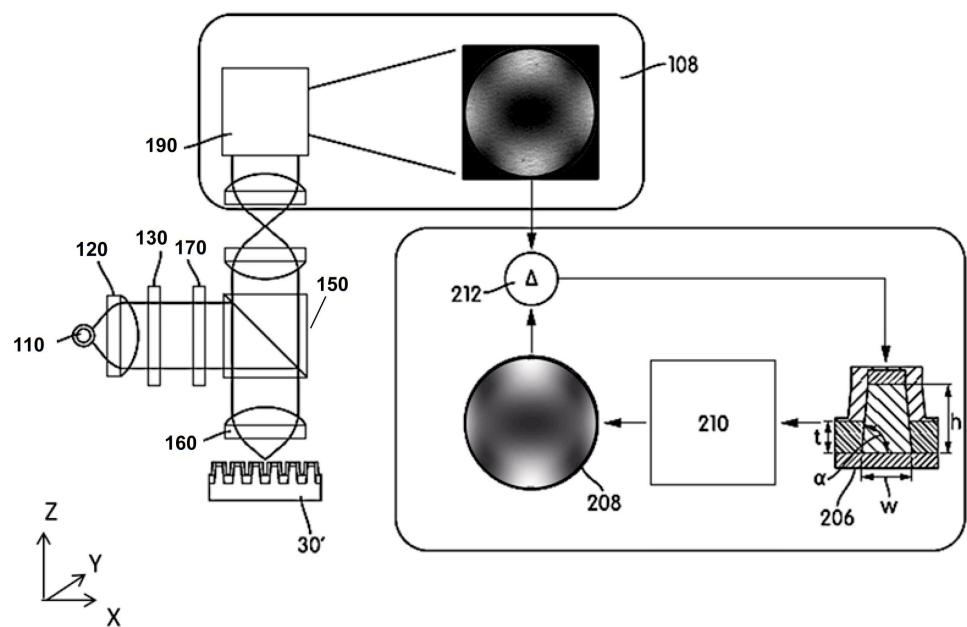


【圖7】

(9)



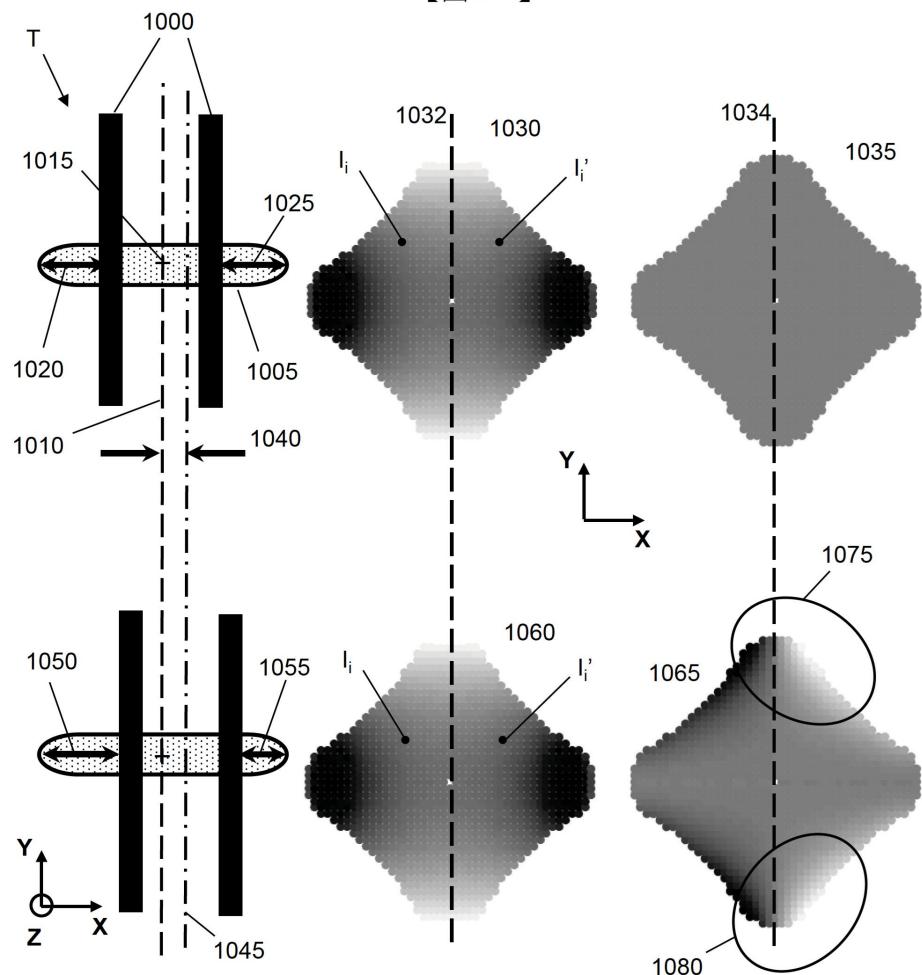
【圖8】



【圖9】

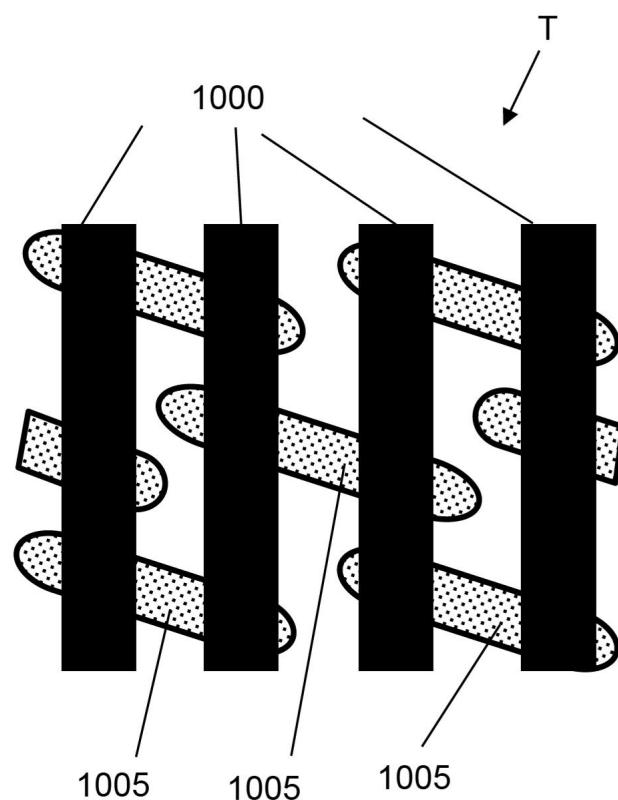
(10)

【圖10A】

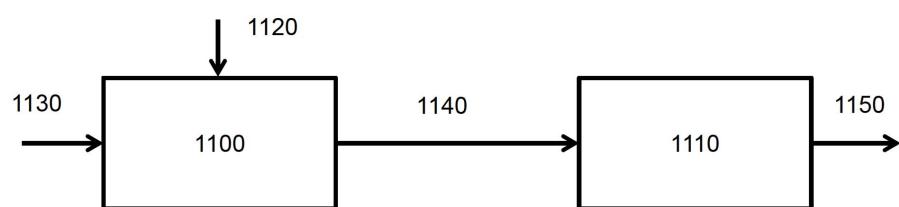


【圖10B】

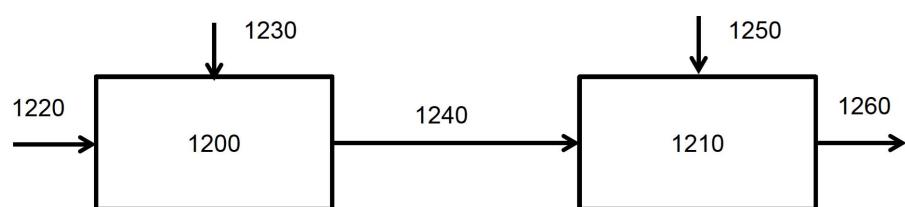
(11)



【圖10C】

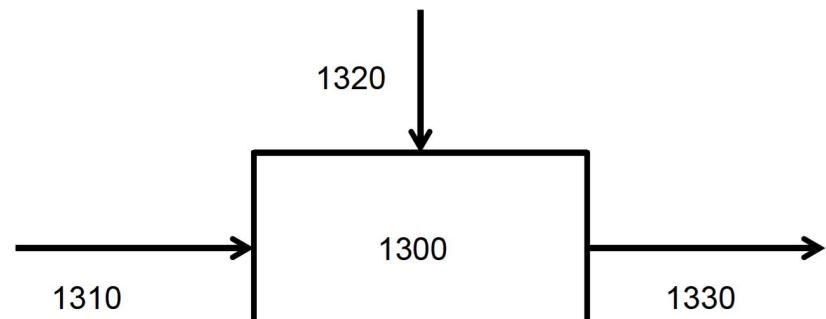


【圖11】

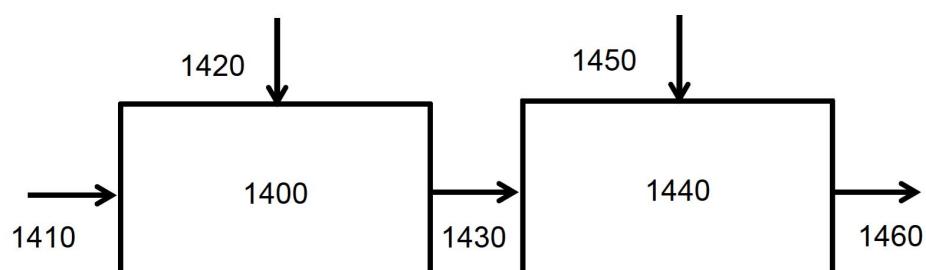


【圖12】

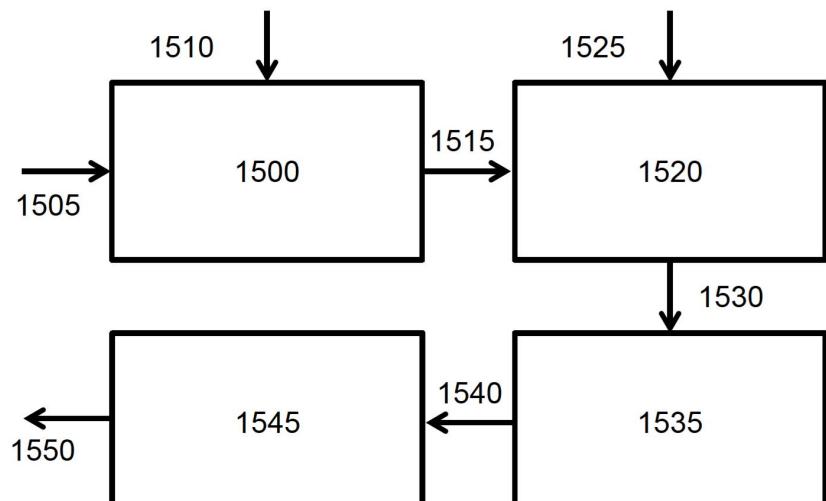
(12)



【圖13】

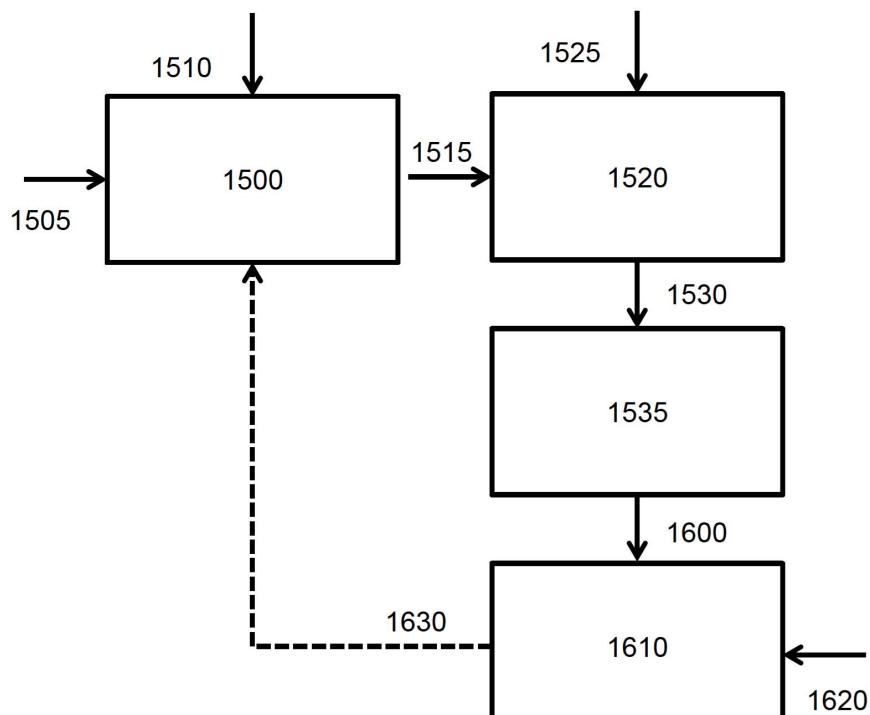


【圖14】

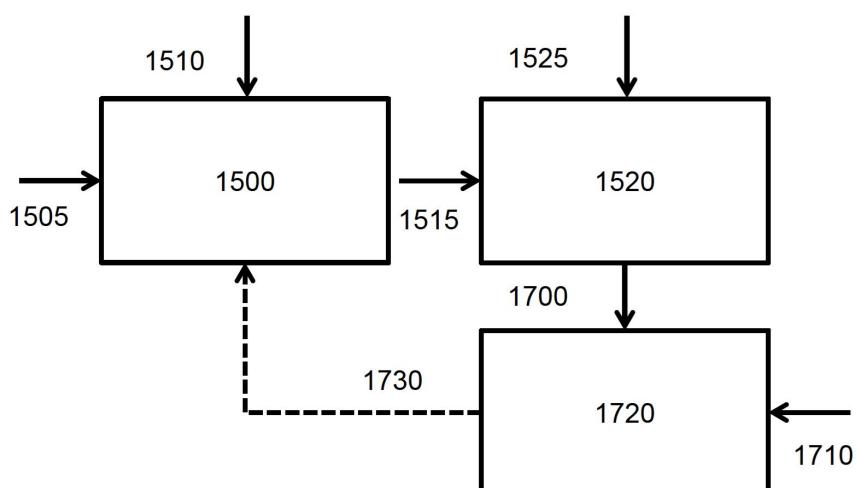


【圖15】

(13)

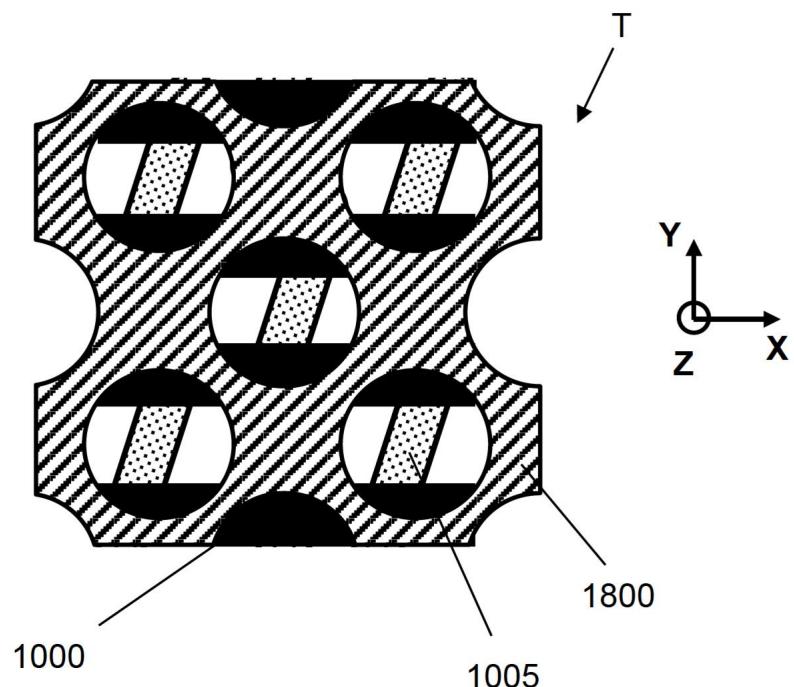


【圖16】

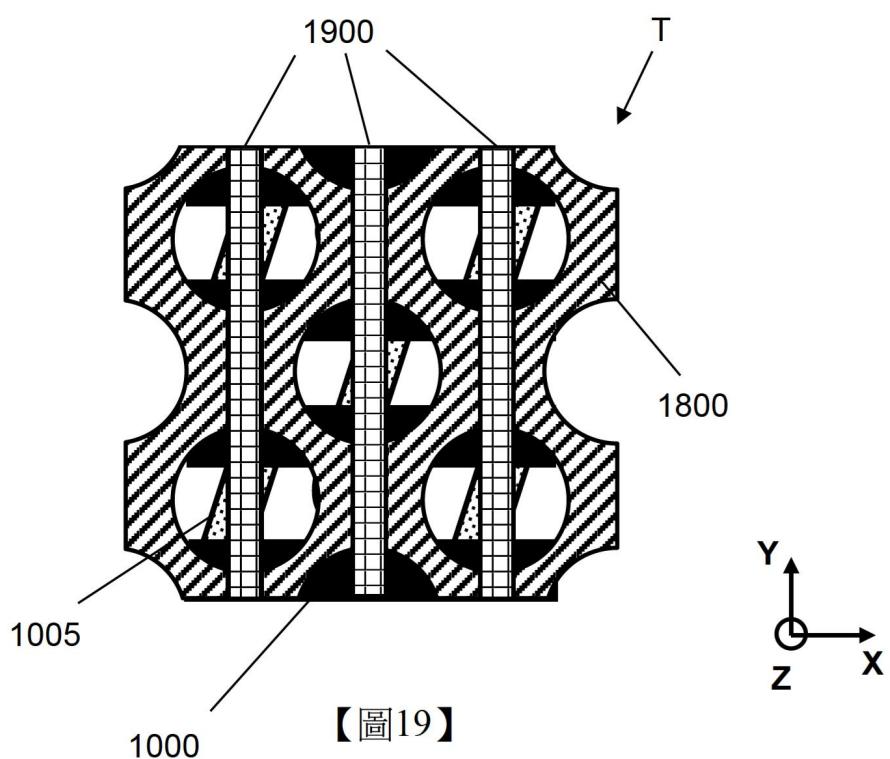


【圖17】

(14)

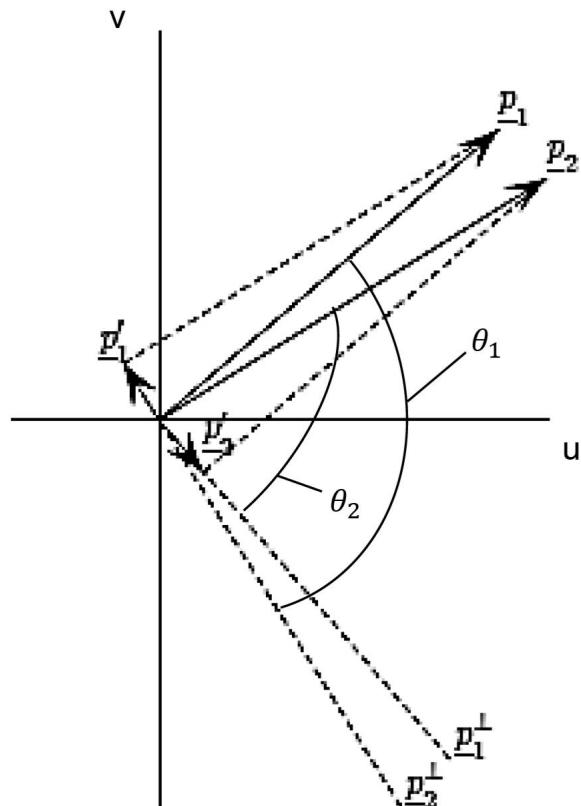


【圖18】

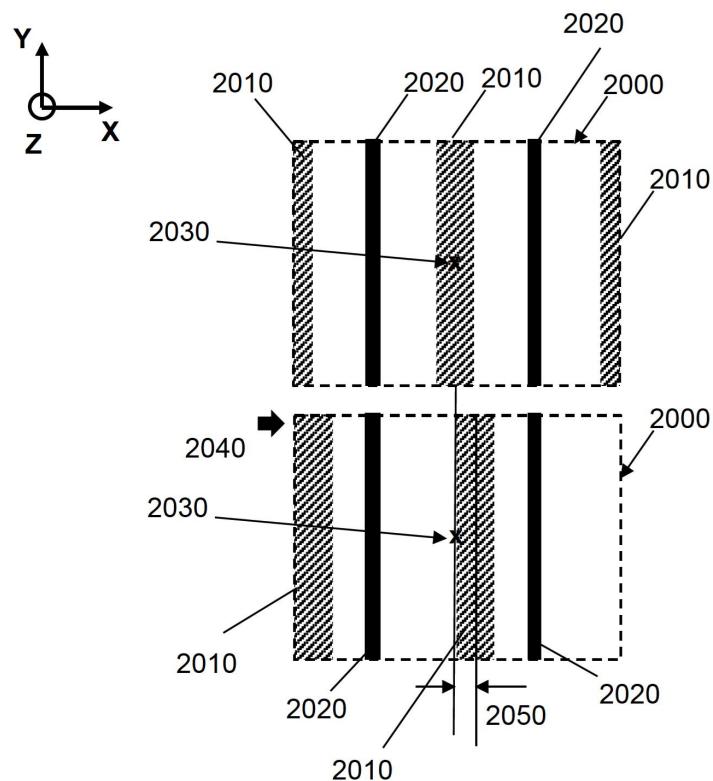


【圖19】

(15)



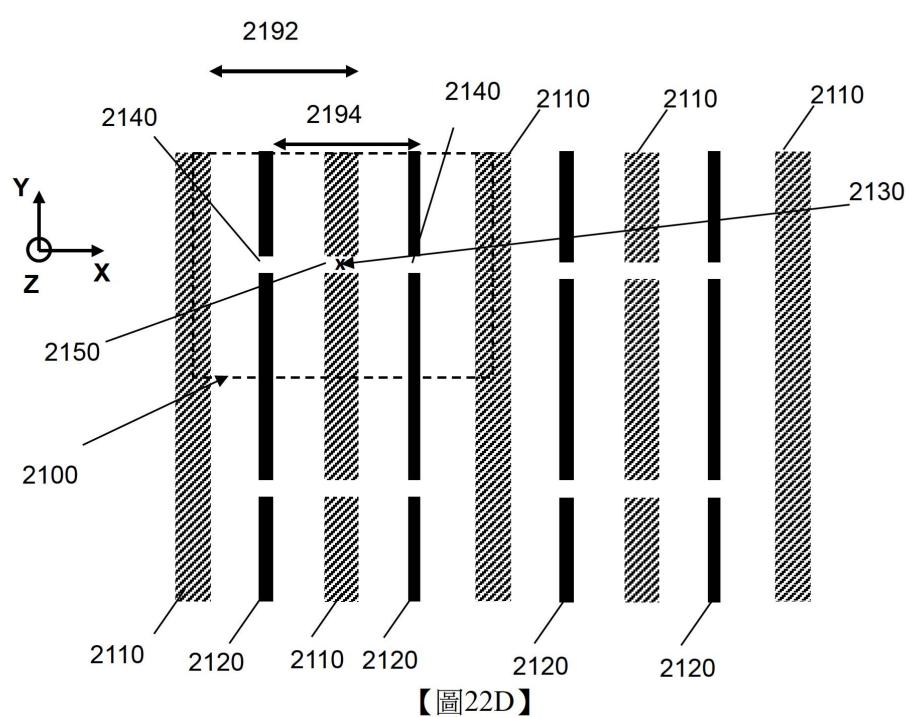
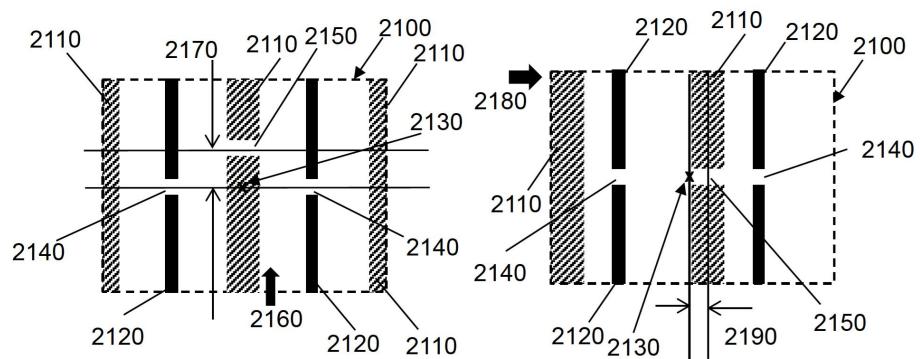
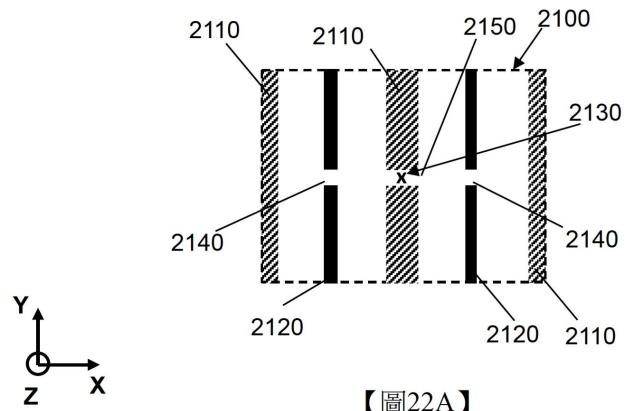
【圖20】

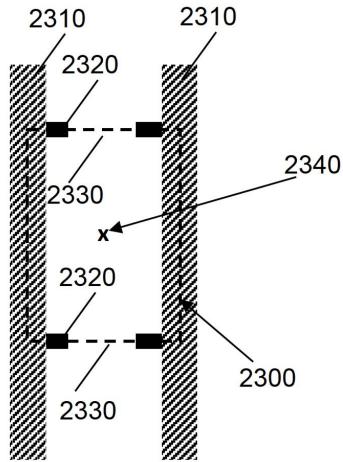


【圖21A】

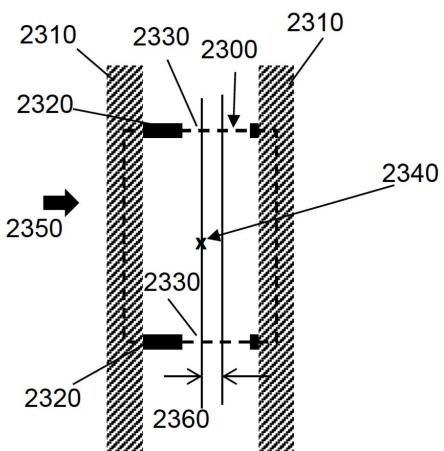
【圖21B】

(16)

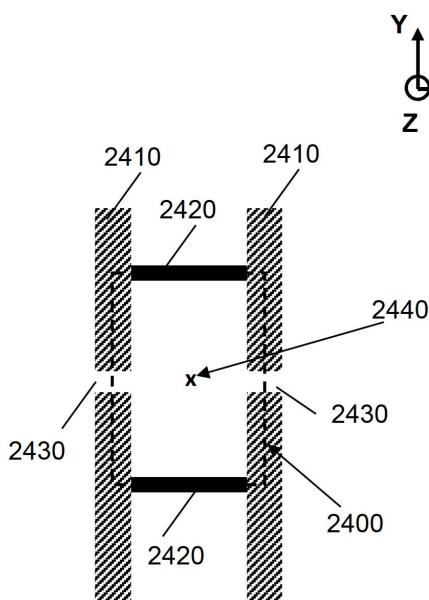




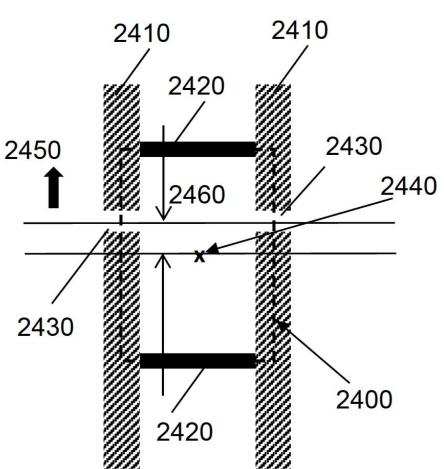
【圖23A】



【圖23B】

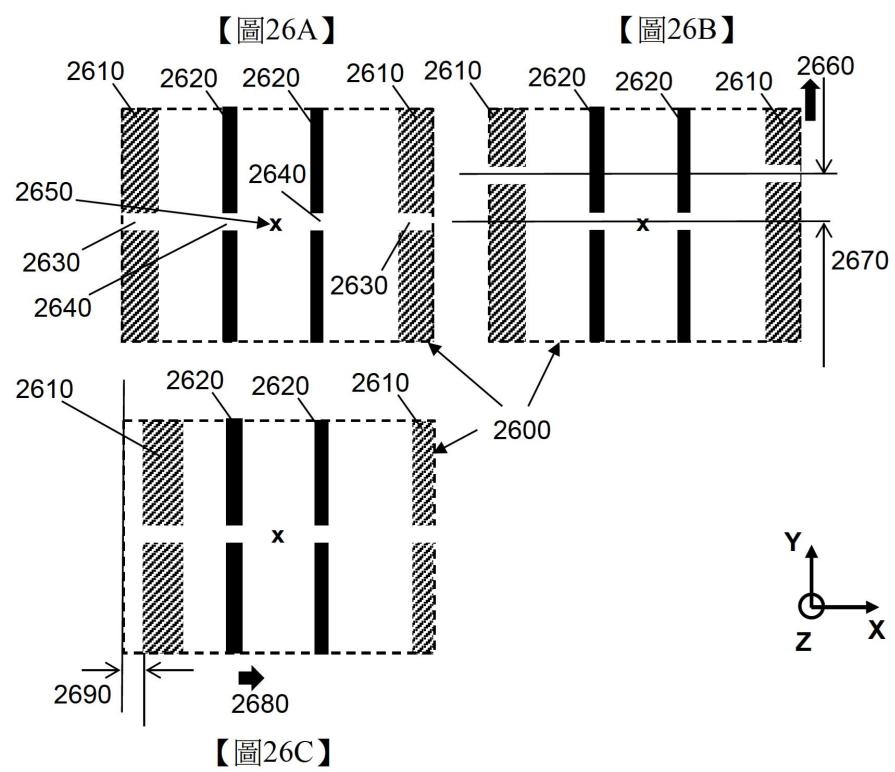
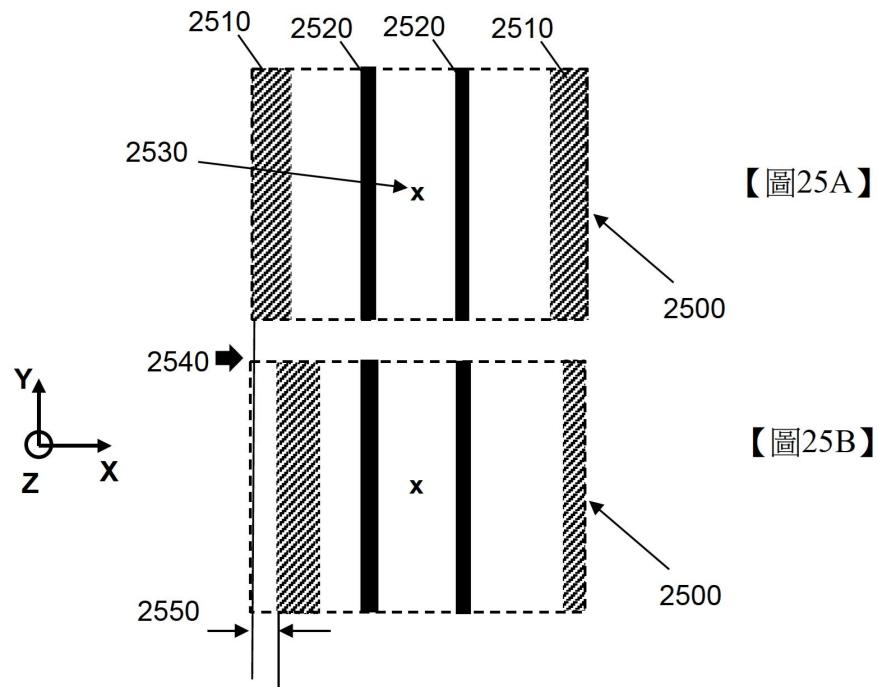


【圖24A】

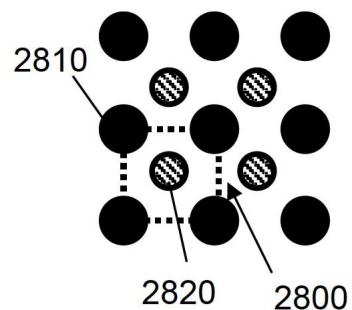
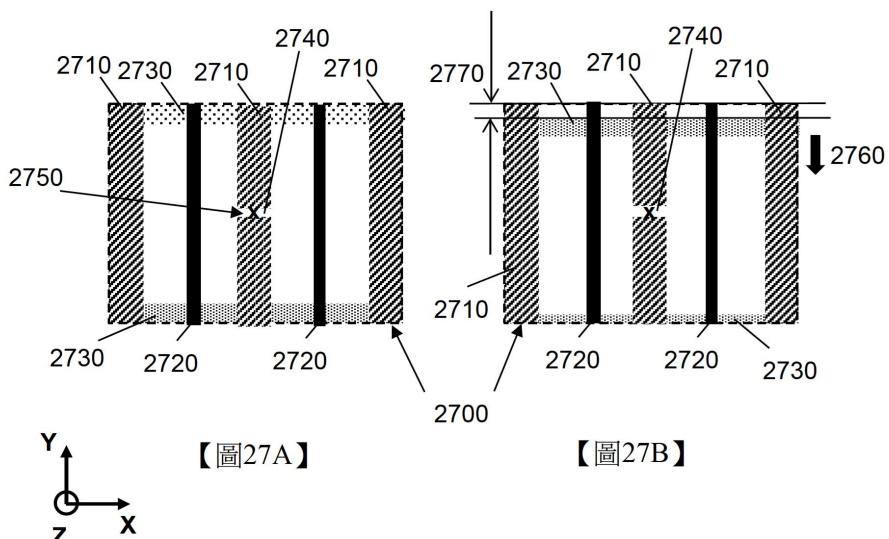


【圖24B】

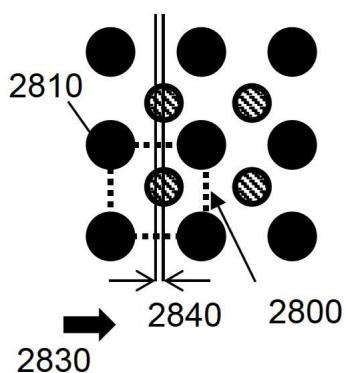
(18)



(19)

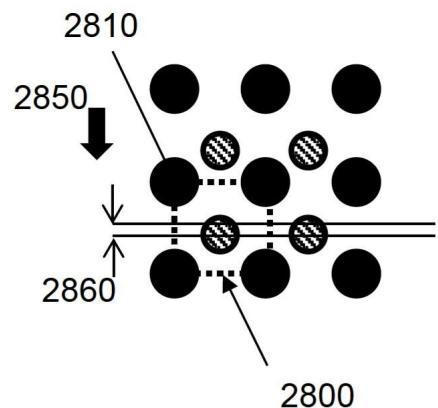


【圖28A】



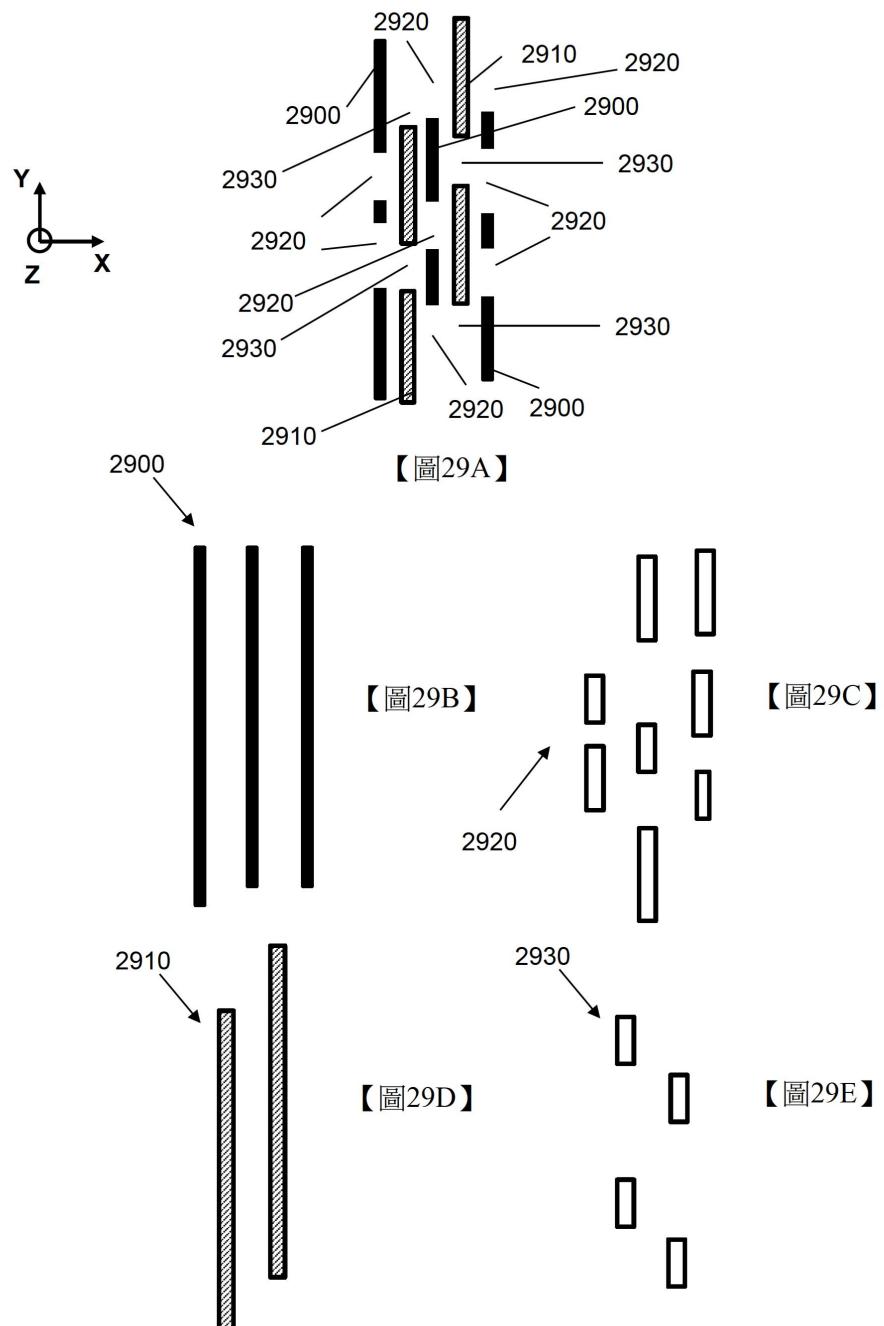
【圖28B】

(20)

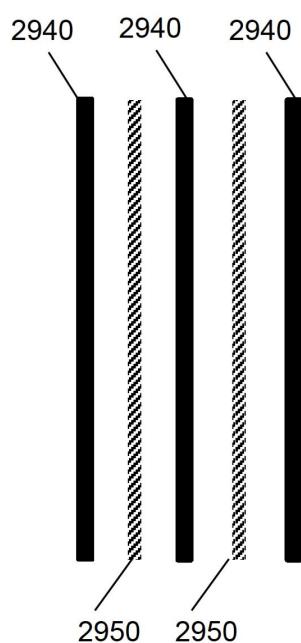


【圖28C】

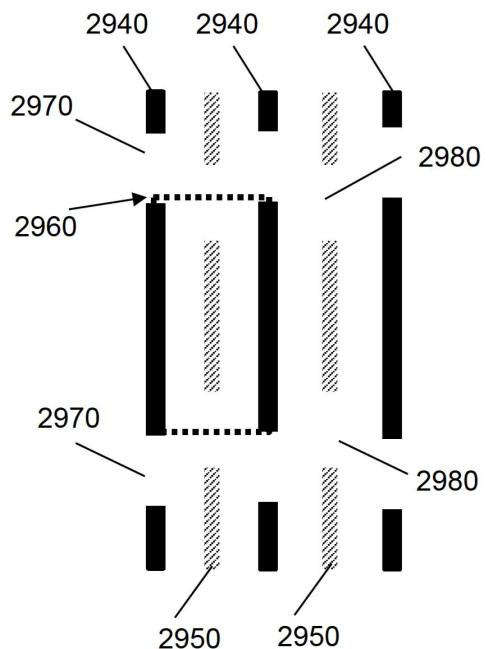
(21)



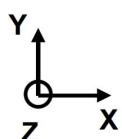
(22)



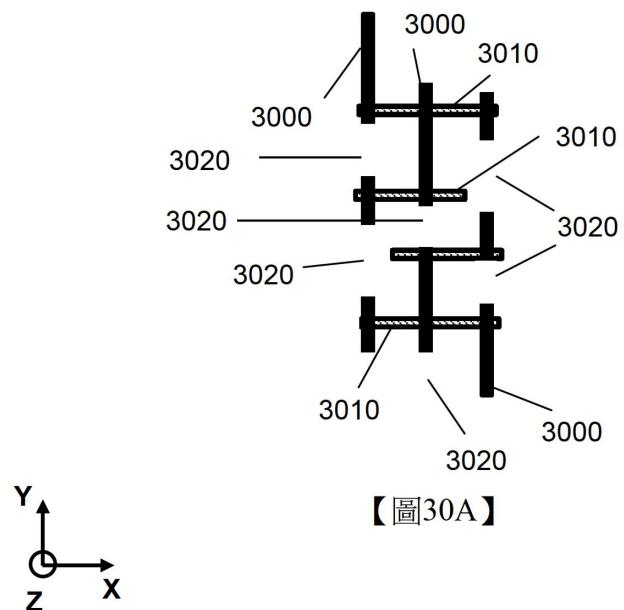
【圖29F】



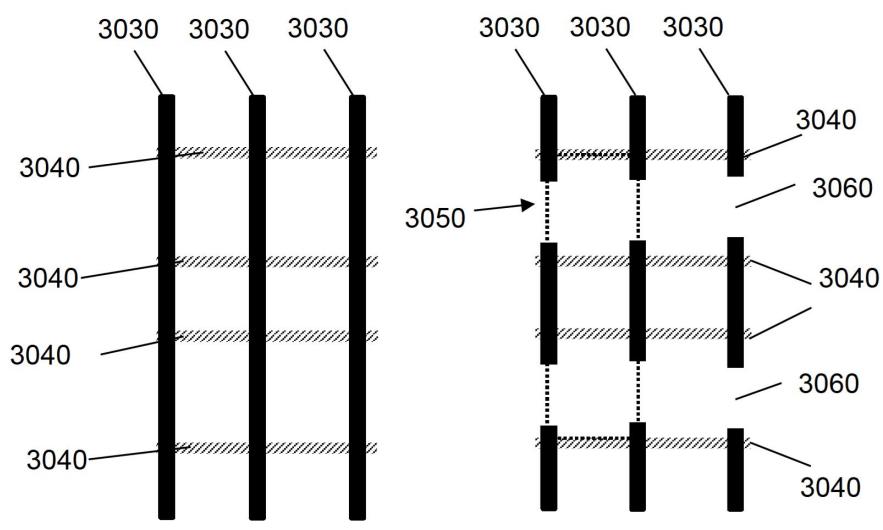
【圖29G】



(23)



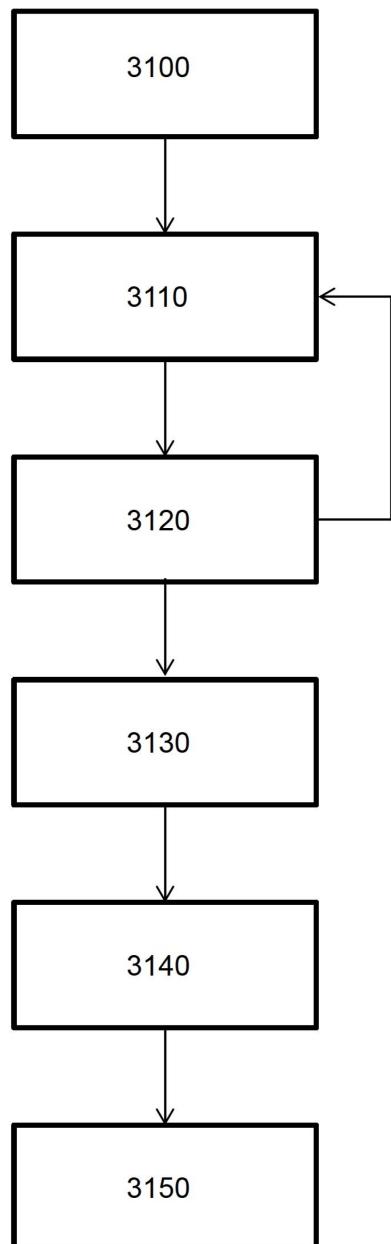
【圖30A】



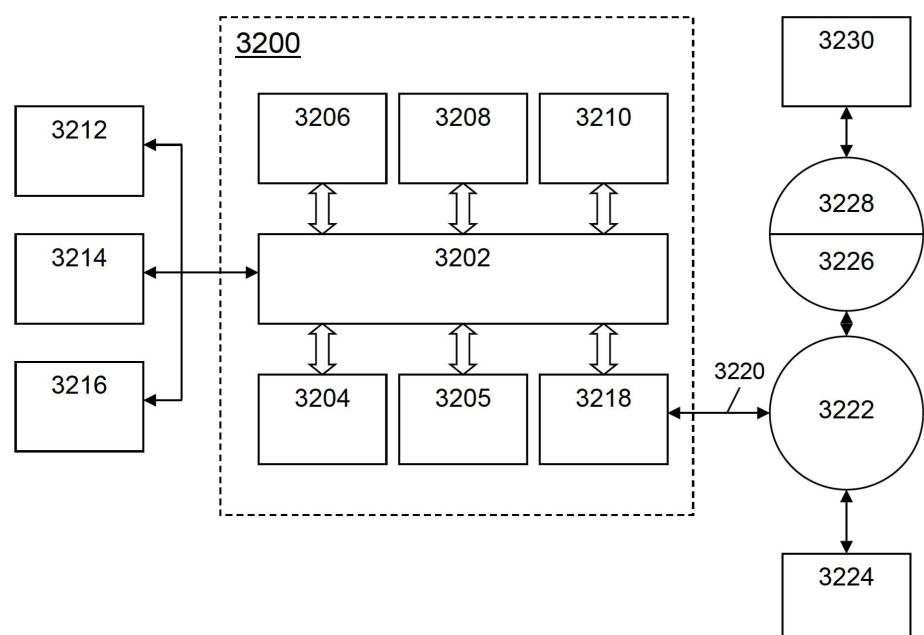
【圖30B】

【圖30C】

(24)



【圖31】



【圖32】