【19】中華民國　　【12】專利公報　（B）

【11】證書號數：I940827
【45】公告日： 中華民國 115 (2026) 年 10 月 01 日
【51】Int. Cl.：　*H10W10/00　(2026.01)*　　*H10P76/00　(2026.01)*
發明　　全 15 頁

【54】名　　稱：半導體裝置結構的製造方法

【21】申請案號：112140082　　【22】申請日： 中華民國 112 (2023) 年 10 月 20 日
【11】公開編號：202512382　　【43】公開日期： 中華民國 114 (2025) 年 03 月 16 日
【30】優 先 權： 2023/08/30　美國　18/240,033

【72】發 明 人： 詹貴麟 (TW) CHAN, KUEI-LIN；葉韋廷 (TW) YEH, WEI-TING；顏甫庭 (TW) YEN, FU-TING；彭羽筠 (TW) PENG, YU-YUN；林耕竹 (TW) LIN, KENG-CHU
【71】申 請 人： 台灣積體電路製造股份有限公司 TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING COMPANY, LTD.
新竹市力行六路八號
【74】代 理 人： 洪澄文

【56】參考文獻：
TW　202315116A

審查人員：董柏昌

【57】申請專利範圍

1. 一種半導體裝置結構的製造方法，包括：
移除一第一半導體層，其中該第一半導體層設置在一第二半導體層與一第三半導體層之間，其中移除該第一半導體層在該第二半導體層與該第三半導體層之間形成一開口；以及
執行一氧化物回填（refill）製程以在該二半導體層與該第三半導體層之間形成一無縫（seamless）介電材料填滿該開口，包括：
將該二半導體層以及該第三半導體層暴露於一含矽前驅物達一第一持續時間（duration）以形成一單層（monolayer），其中該含矽前驅物具有一第一流速以及一化學結構：

，其中每個 R 基團包含至少兩個碳；
將該單層暴露於一含氧前驅物達一第二持續時間以形成該無縫介電材料，其中該含氧前驅物具有一第二流速，該第二流速為該第一流速的大約 2 倍至大約 20 倍，且該第二持續時間為該第一持續時間的大約 2 倍至大約 20 倍。
2. 如請求項 1 之半導體裝置結構的製造方法，其中該第二流速為該第一流速的大約 5 倍至大約 10 倍，且該第二持續時間為該第一持續時間的大約 5 倍至大約 10 倍。
3. 如請求項 1 或 2 之半導體裝置結構的製造方法，其中該含氧前驅物包括臭氧。
4. 一種半導體裝置結構的製造方法，包括：
從一基底形成一鰭片結構，其中該鰭片結構包括一半導體層堆疊，該半導體層堆疊包括交替的複數個第一半導體層以及複數個第二半導體層；
形成一犧牲閘極堆疊在該鰭片結構的一第一部上；
凹陷該鰭片結構的一第二部；

移除設置在該犧牲閘極堆疊下方的該些第二半導體層，以在垂直鄰近的該些第一半導體層之間形成複數個開口；以及

執行一原子層沉積製程以在該些開口中形成一無縫介電材料，包括：

執行複數個第一循環，該些第一循環中的每一個包括將一第一含矽前驅物以一第一流速流入一製程腔達一第一持續時間，以及將一第一含氧前驅物以一第二流速流入該製程腔達一第二持續時間；以及接著

執行複數個第二循環，該些第二循環中的每一個包括將不同於該第一含矽前驅物的一第二含矽前驅物以一第三流速流入該製程腔達一第三持續時間，以及將一第二含氧前驅物以一第四流速流入該製程腔達一第四持續時間。

5. 如請求項 4 之半導體裝置結構的製造方法，其中該第一流速與該第二流速以及該第三流速實質上相同，且該第四流速實質上大於該第二流速。

6. 如請求項 4 之半導體裝置結構的製造方法，其中該第一持續時間與該第二持續時間以及該第三持續時間實質上相同，且該第四持續時間實質上大於該第二持續時間。

7. 如請求項 4 之半導體裝置結構的製造方法，更包括移除該無縫介電材料的多個端部以形成複數個空腔，以及在該些空腔中沉積複數個介電間隔物。

8. 一種半導體裝置結構的製造方法，包括：

從一基底形成一鰭片結構，其中該鰭片結構包括一半導體層堆疊，該半導體層堆疊包括交替的複數個第一半導體層以及複數個第二半導體層；

凹陷該鰭片結構的一部分以暴露該鰭片結構的一井部（well portion）；

移除該些第二半導體層以在垂直鄰近的該些第一半導體層之間形成複數個開口；

執行一混合（hybrid）原子層沉積製程以在該些開口中形成一無縫介電材料，包括：

在一第一溫度下執行一電漿增強原子層沉積製程；以及接著

在一第二溫度下執行一熱原子層沉積製程，該第二溫度實質上大於該第一溫度；

從該井部形成一源極/汲極區；

移除該無縫介電材料；以及

形成圍繞該些第一半導體層的多個暴露部分的一閘極電極層。

9. 如請求項 8 之半導體裝置結構的製造方法，其中該第一溫度在大約攝氏 50 度至大約攝氏 100 度的範圍，且該第二溫度在大約攝氏 200 度至大約攝氏 500 度的範圍。

10. 如請求項 8 之半導體裝置結構的製造方法，其中該電漿增強原子層沉積製程包括一第一數量的循環，且該熱原子層沉積製程包括一第二數量的循環，該第一數量的循環為該第二數量的循環的大約 1.5 倍至大約 9 倍。

圖式簡單說明

以下將配合所附圖式詳述本揭露的各種態樣。應注意的是，依據在業界的標準做法，各種部件並未按照比例繪製且僅用以說明例示。事實上，可任意地放大或縮小元件的尺寸，以清楚地表現出本發明實施例的部件。

第 1 圖至第 10 圖是根據一些實施例，繪示出半導體裝置結構於各製造階段之透視圖。

第 10-1 圖是根據一些實施例，繪示出第 10 圖的半導體裝置結構的一部分之剖面側視圖。

第 11A 圖至第 11D 圖是根據一些實施例，繪示出第 10 圖的半導體裝置結構的一部分於熱原子沉積製程的各個階段之剖面側視圖。

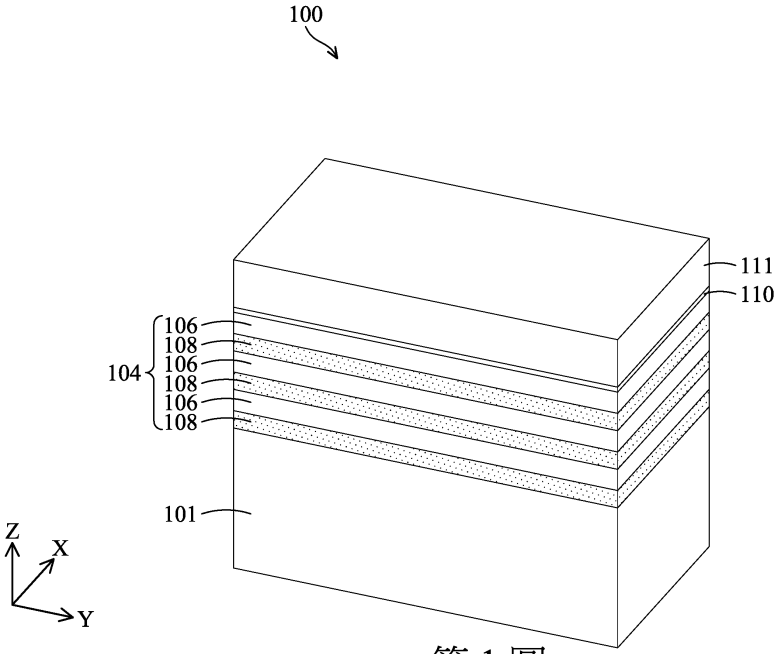
第 12 圖是根據一些實施例，繪示出在熱原子沉積製程中所使用的含矽前驅物的化學結構。

第 13 圖是根據一些實施例，繪示出藉由熱原子沉積製程形成的化合物的各個狀態。

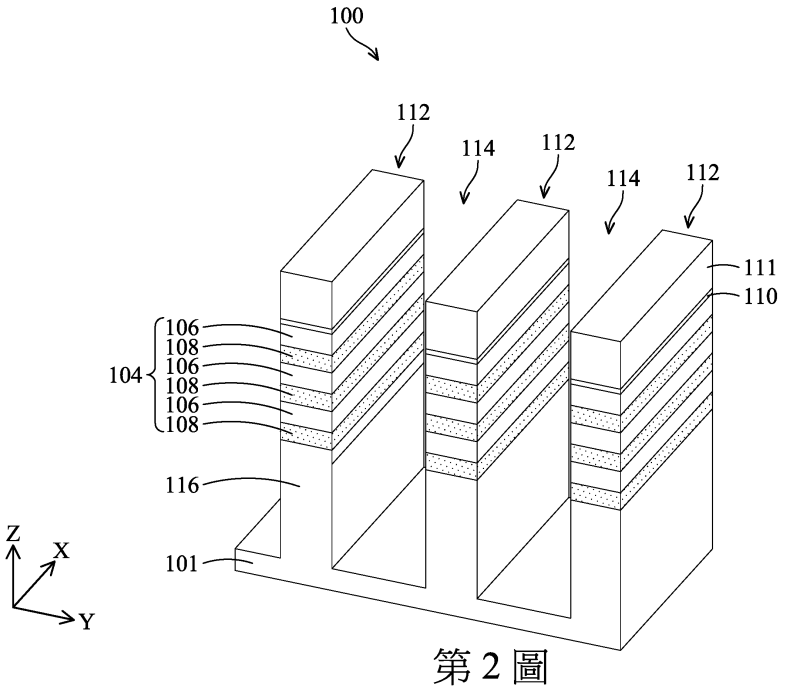
第 14 圖至第 20 圖是根據一些實施例，繪示出半導體裝置結構於各製造階段之透視圖。

第 15-1 圖是根據一些實施例，繪示出第 15 圖的半導體裝置結構的一部分之剖面側視圖。

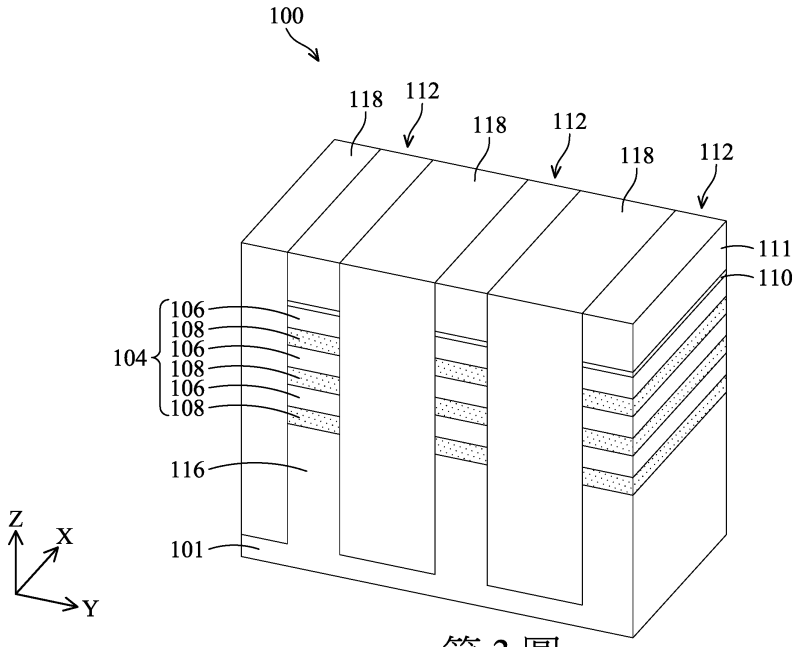
第 15-2 圖是根據一些實施例，繪示出第 15 圖的半導體裝置結構的一部分之剖面側視圖。


100
111
110
106
108
106
108
106
108
104
101
Z
X
Y

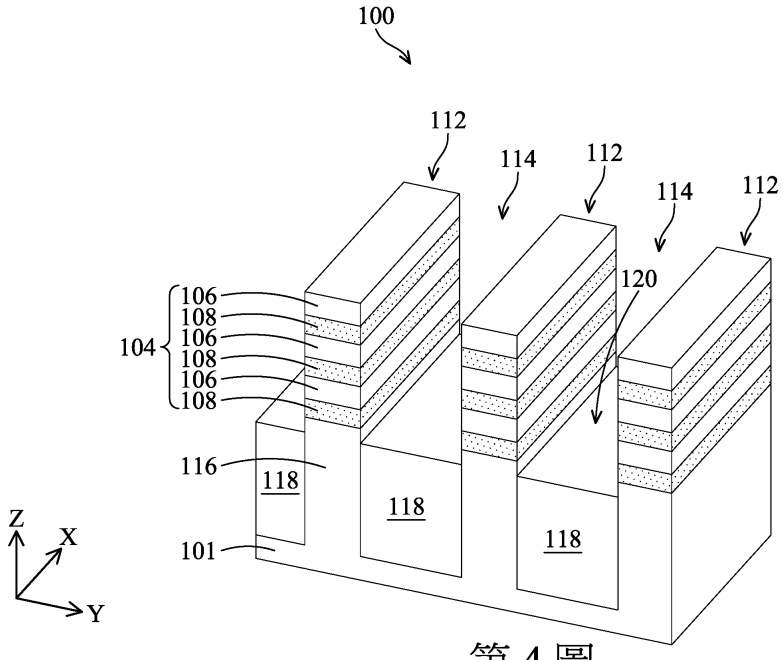
第 1 圖


100
112
114
112
114
112
111
110
106
108
106
108
106
108
104
116
101
Z
X
Y

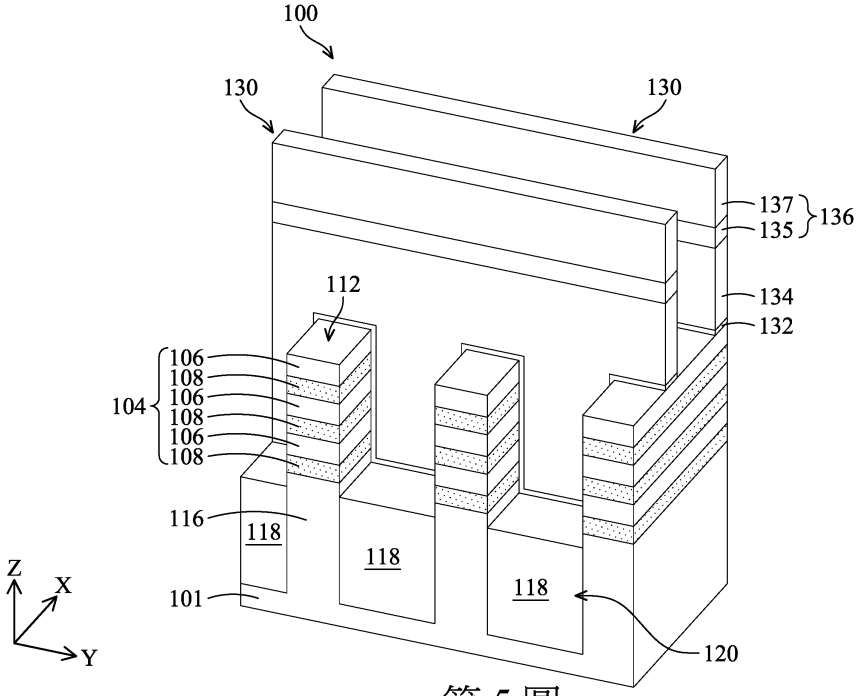
第 2 圖


100
118
112
118
112
118
112
111
110
106
108
106
108
106
108
104
116
101
Z
X
Y

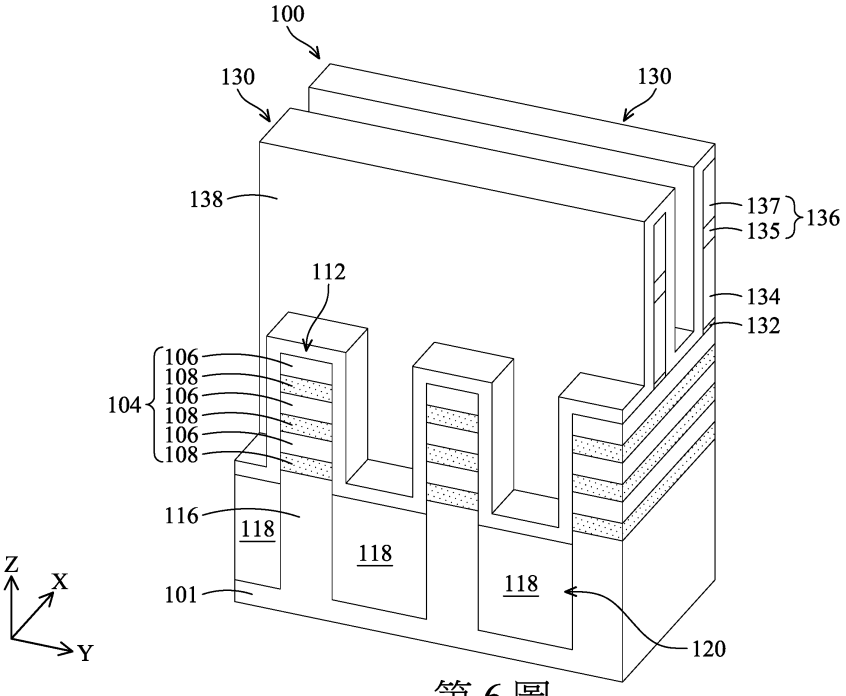
第 3 圖


100
112
114
112
114
112
120
106
108
106
108
106
108
104
116
118
118
118
101
Z
X
Y

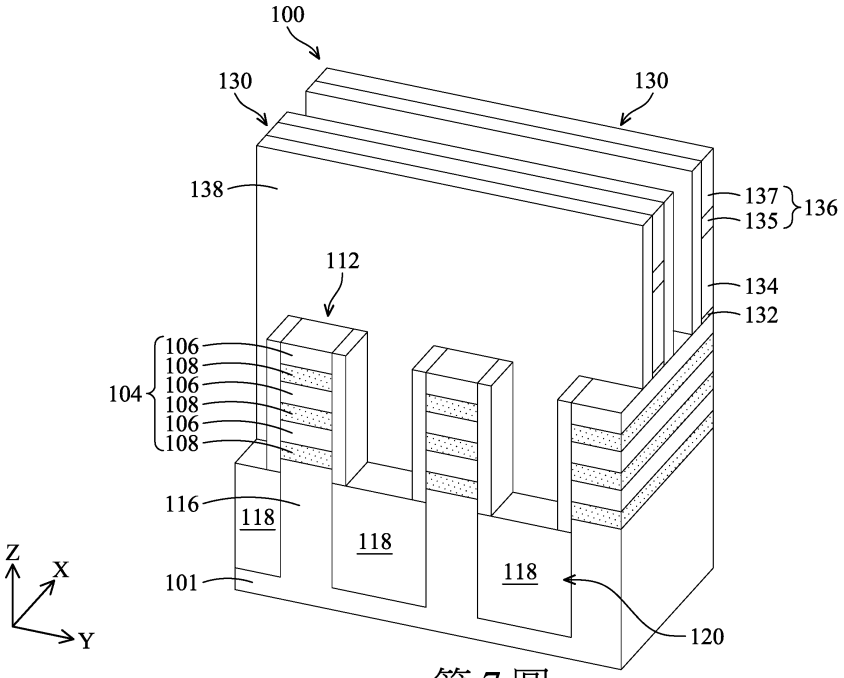
第 4 圖


100
130
130
137
135
136
134
132
112
106
108
104
106
108
106
108
116
118
118
118
101
120
Z
X
Y

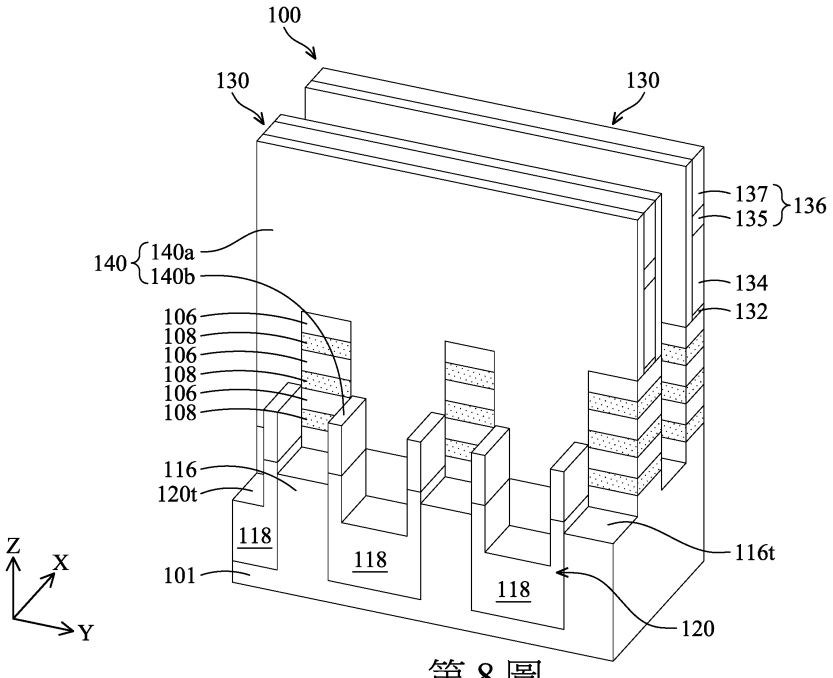
第 5 圖


100
130
130
138
137
135
136
134
132
112
106
108
104
106
108
106
108
116
118
118
118
101
120
Z
X
Y

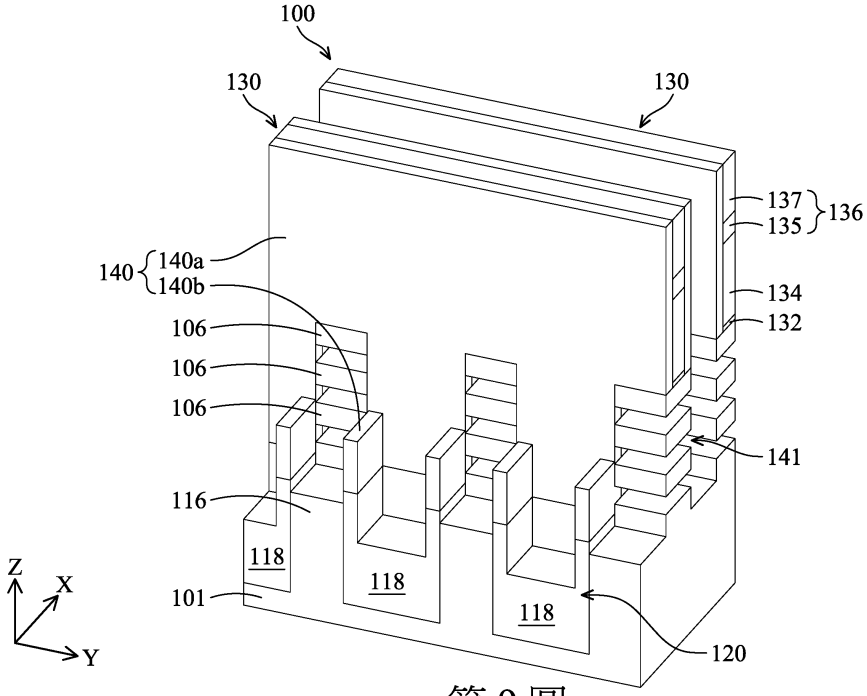
第 6 圖


100
130
130
138
137
135
136
112
134
132
106
108
104
106
108
106
108
116
118
118
118
101
120
Z
X
Y

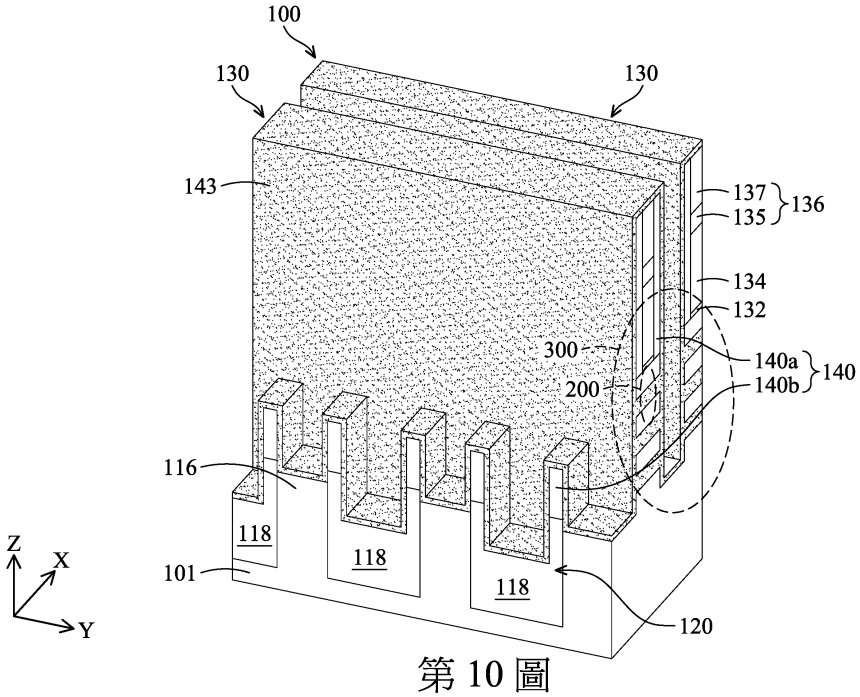
第 7 圖


100
130
130
137
135
136
140
140a
140b
134
132
106
108
106
108
106
108
116
120t
118
118
118
101
116t
120
Z
X
Y

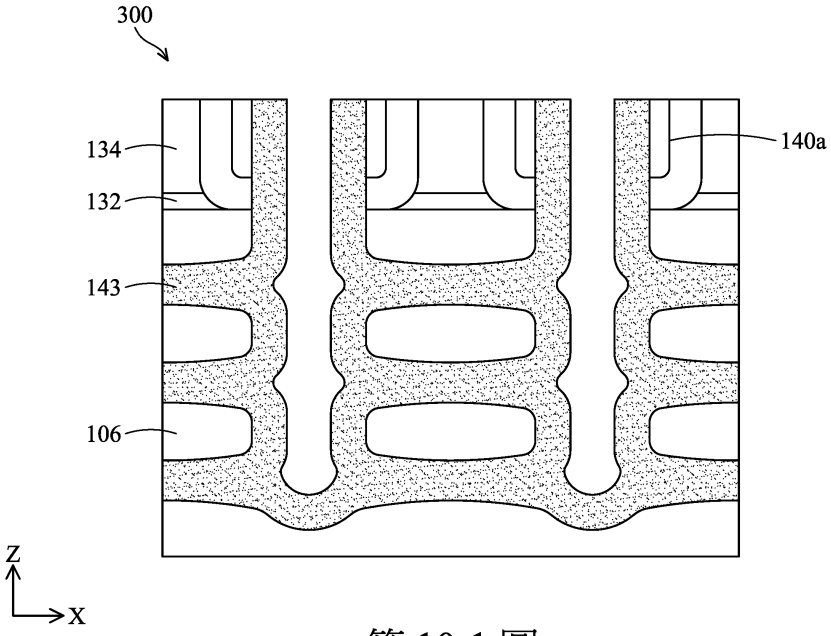
第 8 圖


100
130
130
137
135
136
140
140a
140b
134
132
106
106
106
141
116
118
118
118
101
120
Z
X
Y

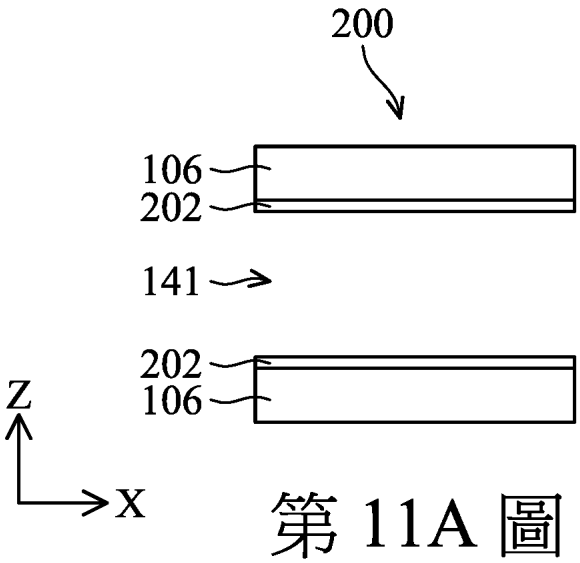
第 9 圖


100
130
130
143
137
135
136
134
132
300
140a
140
200
140b
116
118
118
118
101
120
Z
X
Y

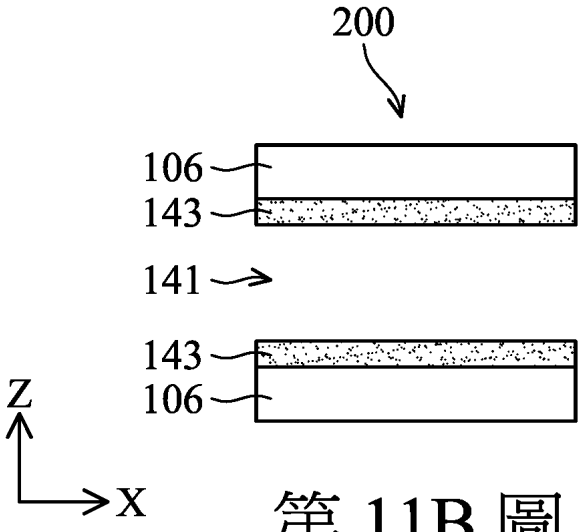
第 10 圖



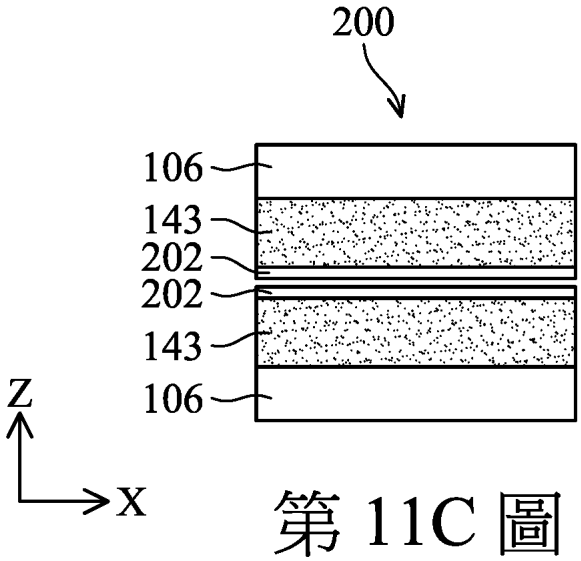
第 10-1 圖



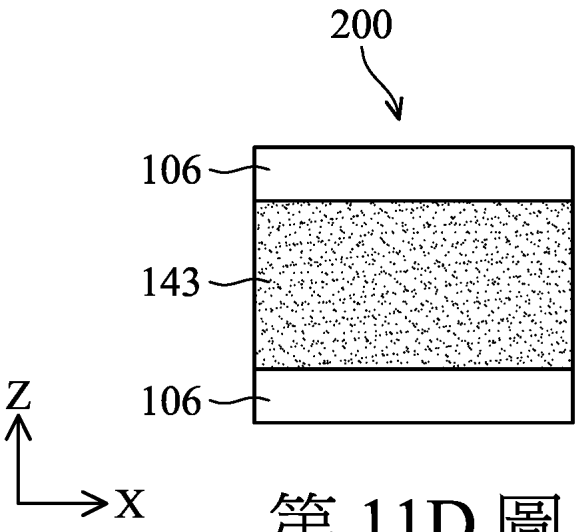
第 11A 圖



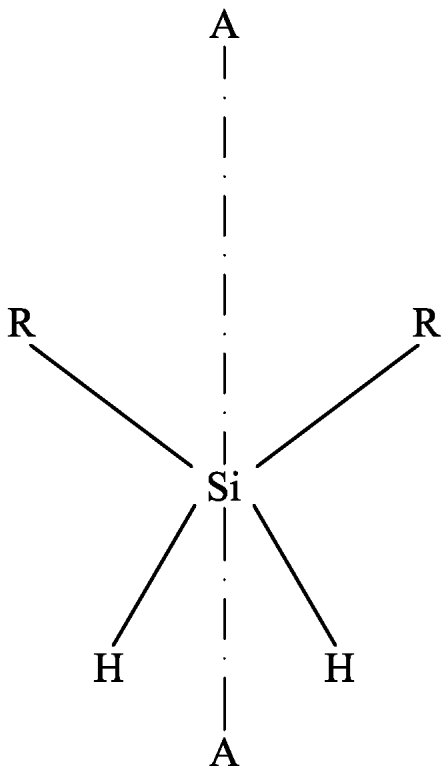
第 11B 圖



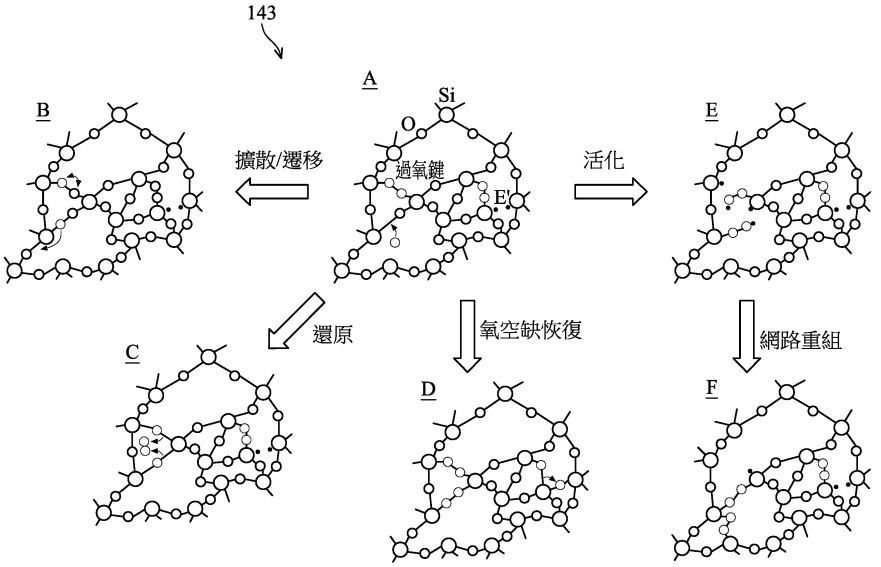
第 11C 圖



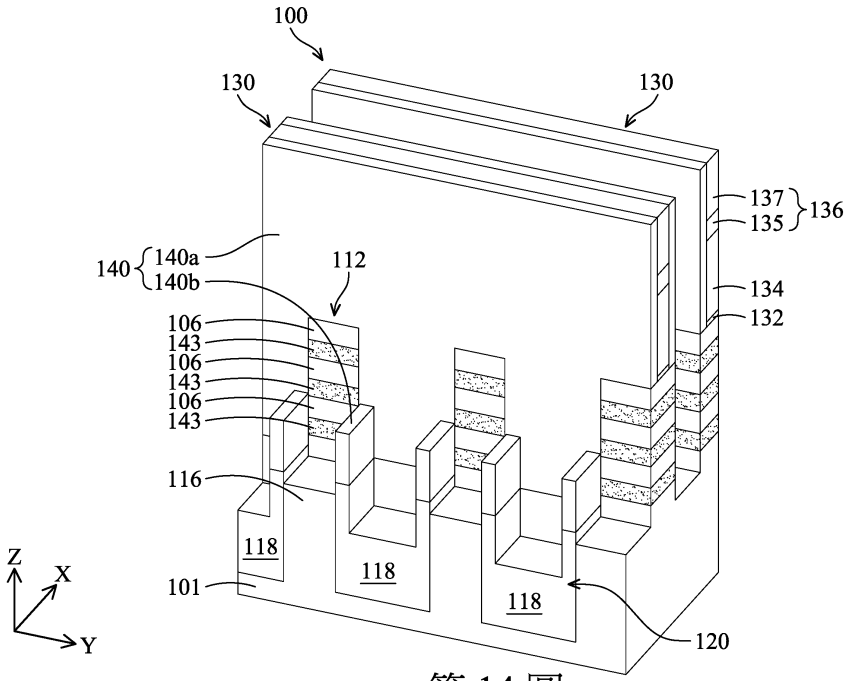
第 11D 圖



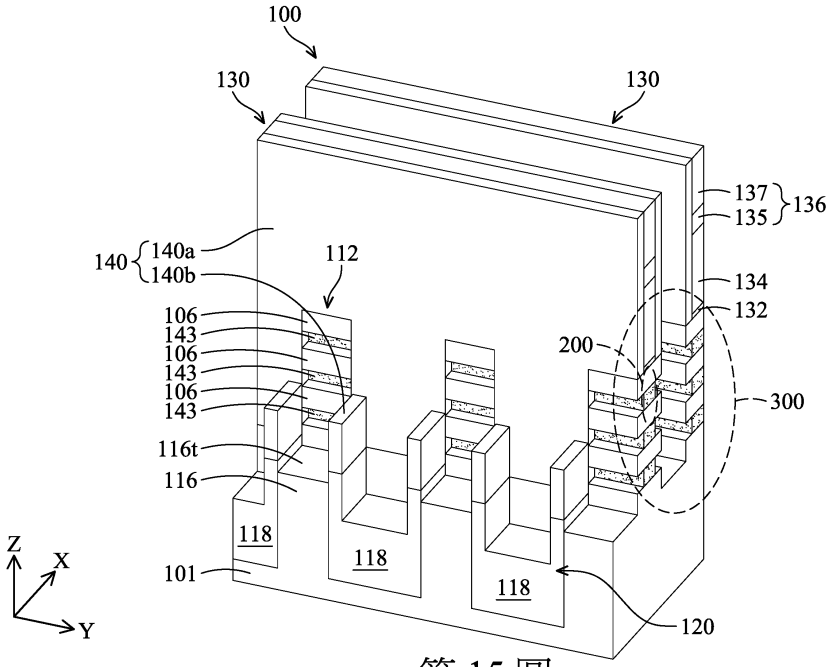
第 12 圖


143
A
Si
O
過氧鍵
E'
B
擴散/遷移
活化
E
還原
氧空缺恢復
網路重組
C
D
F

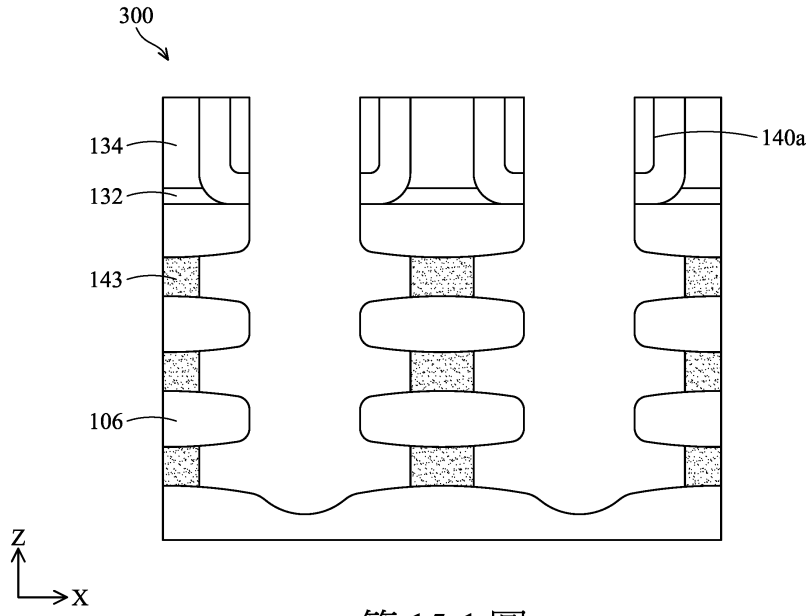
第 13 圖


100
130
130
137
135
136
140
140a
140b
112
134
132
106
143
106
143
106
143
116
118
118
118
101
120
Z
X
Y

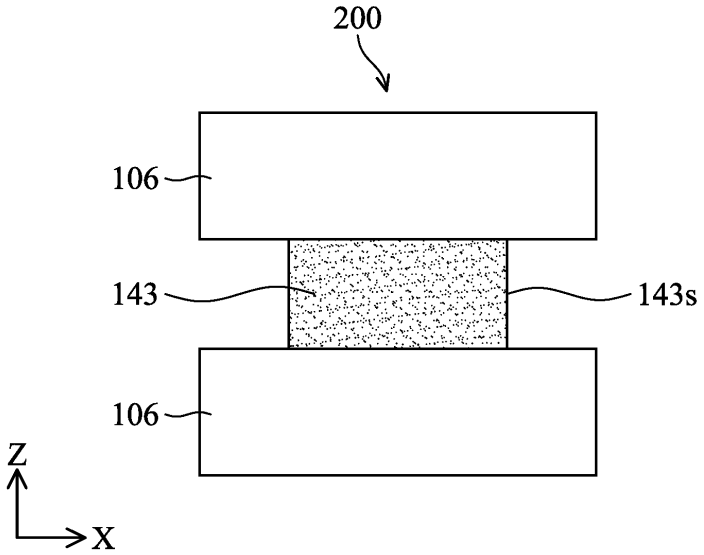
第 14 圖


100
130
130
137
135
136
140
140a
140b
112
134
132
106
143
106
143
106
143
200
300
116t
116
118
118
118
101
120
Z
X
Y

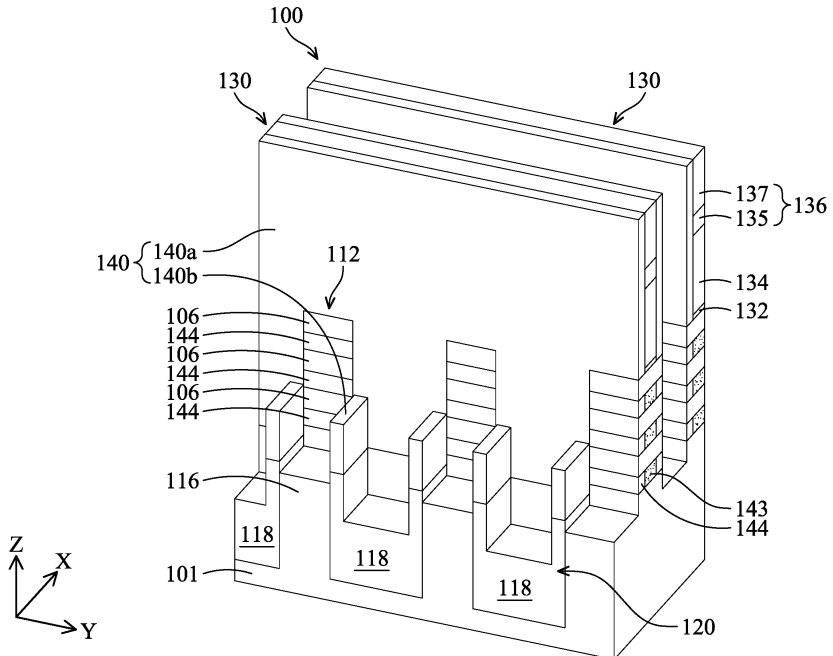
第 15 圖


300
134
132
143
106
140a
Z
X

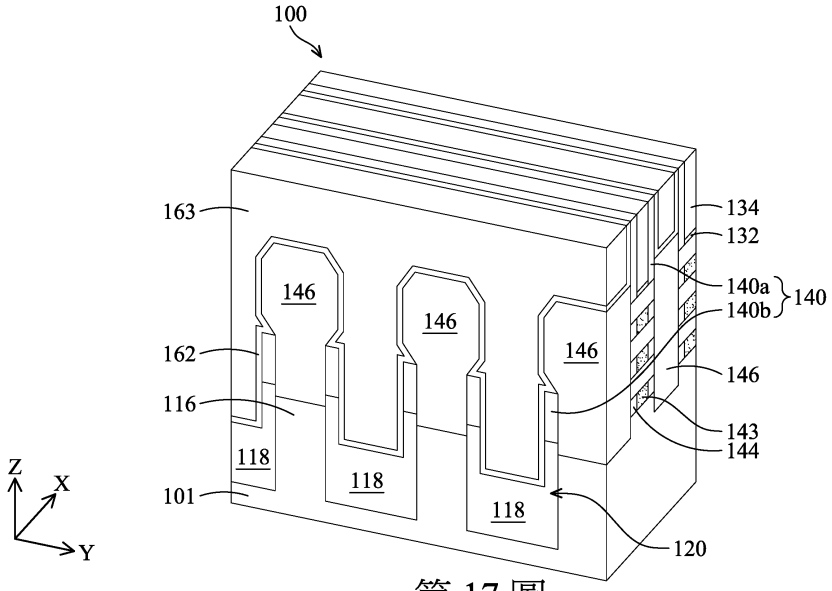
第 15-1 圖


200
106
143
143s
106
Z
X

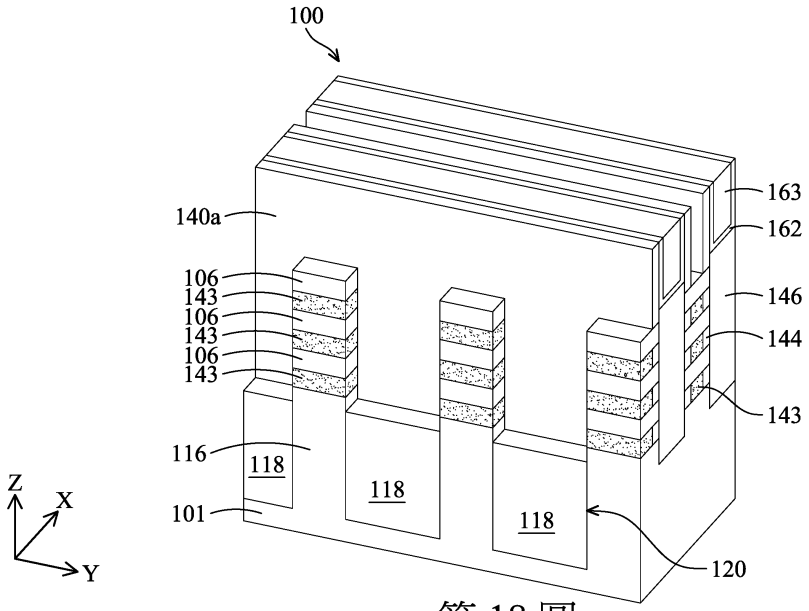
第 15-2 圖


100
130
130
137
135
136
140
140a
140b
112
134
132
106
144
106
144
106
144
116
143
144
118
118
118
101
120
Z
X
Y

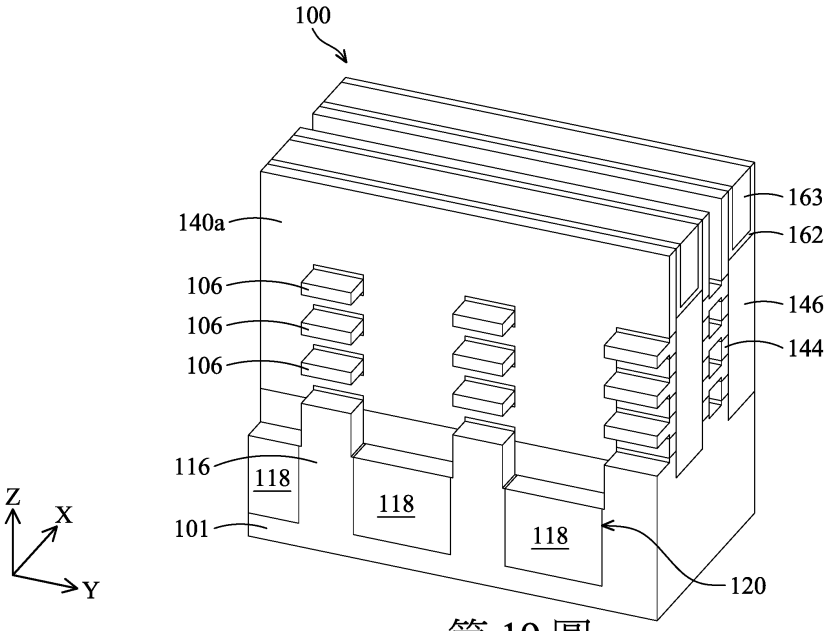
第 16 圖


100
163
134
132
140a
140b
140
146
146
146
162
146
116
143
144
118
118
118
101
120
Z
X
Y

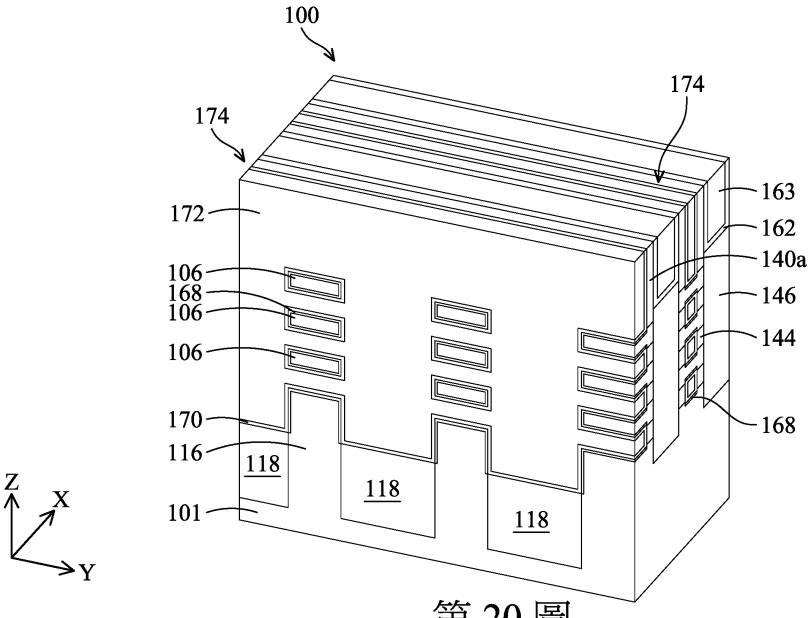
第 17 圖


100
163
140a
162
106
143
106
143
106
143
146
144
143
116
118
118
118
101
120
Z
X
Y

第 18 圖


100
140a
106
106
106
116
118
118
118
101
120
163
162
146
144
Z
X
Y

第 19 圖


100
174
174
172
106
168
106
106
170
116
118
118
118
101
163
162
140a
146
144
168
Z
X
Y

第 20 圖