【19】中華民國　　【12】專利公報　（B）

【11】證書號數：I941219
【45】公告日： 中華民國 115 (2026) 年 10 月 01 日
【51】Int. Cl.：　*H10D84/85 (2025.01)*　*H10D62/854 (2025.01)*
H10D64/27 (2025.01)　*H10D84/01 (2026.01)*
發明　全 32 頁

【54】名　稱：互補場效電晶體結構、半導體裝置結構及其形成方法
【21】申請案號：114118951　【22】申請日： 中華民國 114 (2025) 年 05 月 20 日
【11】公開編號：202633177　【43】公開日期： 中華民國 115 (2026) 年 08 月 01 日
【30】優 先 權： 2025/01/22　美國　19/033,681
【72】發 明 人： 胡逸凡 (TW) HU, I FAN；林政明 (TW) LIN, CHENG-MING；楊愷潔 (TW) YANG, KAI-CHIEH；陳思樺 (TW) CHEN, SZU-HUA；溫偉源 (TW) WOON, WEI-YEN；廖　思雅 (US) LIAO, SZUYA
【71】申 請 人： 台灣積體電路製造股份有限公司 TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING COMPANY, LTD.
新竹市新竹科學工業園區力行六路八號
【74】代 理 人： 秦建譜；許志銘
【56】參考文獻：

TW	202213787A	TW	202429629A
CN	116266591A	CN	116581027A
CN	118366993A	US	2024/0413221A1

審查人員：郭德豐

【57】申請專利範圍

1. 一種互補場效電晶體結構，包括：
一第一電晶體，包括一第一閘極結構，其中該第一閘極結構包括一第一數量的介電層和一第一導電類型的偶極子摻雜劑，其中該第一導電類型的偶極子摻雜劑的一峰值濃度位於該第一數量的介電層的一第一界面層和一第一閘極介電層之間的一界面處，其中該第一閘極結構包括該第一界面層、該第一閘極介電層和一第一閘極層；以及
一第二電晶體，設置在該第一電晶體上方，且包括一第二閘極結構，其中該第二閘極結構包括一第二數量的介電層和與該第一導電類型相反的一第二導電類型的偶極子摻雜劑，其中該第二數量與該第一數量不同，其中該第二閘極結構包括一第二界面層、被該第二界面層包圍的一第二閘極介電層、被該第二閘極介電層包圍的一第三界面層、被該第三界面層包圍的一偶極子層、被該偶極子層包圍的一第三閘極介電層和被該第三閘極介電層包圍的一第二閘極層，其中該偶極子層與該第三界面層接觸，並且該第二導電類型的偶極子摻雜劑的一峰值濃度位於該第二數量的介電層的該偶極子層中。
2. 如請求項 1 所述之互補場效電晶體結構，其中，該第二界面層和該第三界面層分別採用不同的一製程形成。
3. 如請求項 1 所述之互補場效電晶體結構，其中該第二閘極介電層和該第三閘極介電層基本上不包含該第二導電類型的偶極摻雜劑。
4. 如請求項 1 所述之互補場效電晶體結構，其中，該第一界面層與該第二界面層具有相同的一厚度，且該第一界面層的該厚度大於該第三界面層的一厚度。
5. 如請求項 4 所述之互補場效電晶體結構，其中，該第二閘極介電層和該第三閘極介電層的一總厚度與該第一閘極介電層的一厚度相同。

6. 一種半導體裝置結構，包括：
一半導體層；
一第一源極/汲極區，設置在該半導體層的一第一側；
一第二源極/汲極區，設置在該半導體層的與該第一側相對的一第二側上；
一第一閘極結構，設置在該半導體層上方，其中該第一閘極結構包括：
一第一界面層；以及
一第一閘極介電層，被該第一界面層包圍；
一第二界面層，被該第一閘極介電層包圍；
一偶極子層，被該第二界面層包圍，且該偶極子層與該第二界面層接觸，其中該偶極子層的一厚度範圍為約 3 埃至約 5 埃；
一第二閘極介電層，被該偶極子層包圍；以及
一閘極層，被該第二閘極介電層包圍。

7. 如請求項 6 所述之半導體裝置結構，還包括設置在該第一閘極結構下方的一第二閘極結構。

8. 如請求項 6 所述之半導體裝置結構，其中該偶極子層包括一金屬和氧、氮、碳或它們的組合。

9. 一種形成半導體裝置結構的方法，包括：
在一半導體層上方形成一第一閘極結構，包括：
沉積一第一閘極介電層；
在該第一閘極介電層上沉積一第一偶極子層；
執行一熱處理以將一摻雜劑從該第一偶極子層擴散到該第一閘極介電層中，其中該熱處理具有一第一製程溫度；以及
去除該第一偶極子層；以及
在該第一閘極結構上方形成一第二閘極結構，包括：
沉積一第一界面層；
沉積一第二偶極子層；以及
在該第二偶極子層上沉積一第二閘極介電層，其中，該沉積該第一界面層、該沉積該第二偶極子層以及該沉積該第二閘極介電層的該些製程具有低於該第一製程溫度的一第二製程溫度。

10. 如請求項 9 所述之方法，其中形成該第一閘極結構還包括透過與沉積該第一界面層的一第二製程不同的一第一製程形成一第二界面層。

圖式簡單說明

當搭配附圖閱讀時，可從以下詳細描述中最好地理解本揭露的各態樣。值得注意的是，根據業界標準慣例，各種部件並未按比例繪製。事實上，為了討論的清楚起見，各種部件的尺寸可任意增加或減少。

圖 1、圖 2、圖 3、圖 4、圖 5 和圖 6 是根據一些實施例的製造半導體裝置結構的各個階段的透視圖。

圖 7A 是根據一些實施例的沿圖 6 的線 A-A 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。

圖 7B 是根據一些實施例沿圖 6 的線 B-B 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。

圖 7C 是根據一些實施例沿圖 6 的線 C-C 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。

圖 8A 是根據一些實施例的沿圖 6 的線 A-A 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 8B 是根據一些實施例沿圖 6 的線 B-B 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 8C 是根據一些實施例沿圖 6 的線 C-C 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 9A 是根據一些實施例的沿圖 6 的線 A-A 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 9B 是根據一些實施例沿圖 6 的線 B-B 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 9C 是根據一些實施例沿圖 6 的線 C-C 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 10A 是根據一些實施例的沿圖 6 的線 A-A 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 10B 是根據一些實施例沿圖 6 的線 B-B 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 10C 是根據一些實施例沿圖 6 的線 C-C 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 11A 是根據一些實施例的沿圖 6 的線 A-A 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 11B 是根據一些實施例沿圖 6 的線 B-B 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 11C 是根據一些實施例沿圖 6 的線 C-C 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 12A 是根據一些實施例的沿圖 6 的線 A-A 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 12B 是根據一些實施例沿圖 6 的線 B-B 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 12C 是根據一些實施例沿圖 6 的線 C-C 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 13A 是根據一些實施例的沿圖 6 的線 A-A 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 13B 是根據一些實施例沿圖 6 的線 B-B 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 13C 是根據一些實施例沿圖 6 的線 C-C 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 14、圖 15、圖 16、圖 17、圖 18、圖 19、圖 20、圖 21 和圖 22 是根據一些實施例沿圖 6 的線 A-A 截取的製造半導體裝置結構的各個階段的橫截面側視圖。
圖 23 是根據一個替代實施例的閘極結構的一部分的橫截面側視圖。

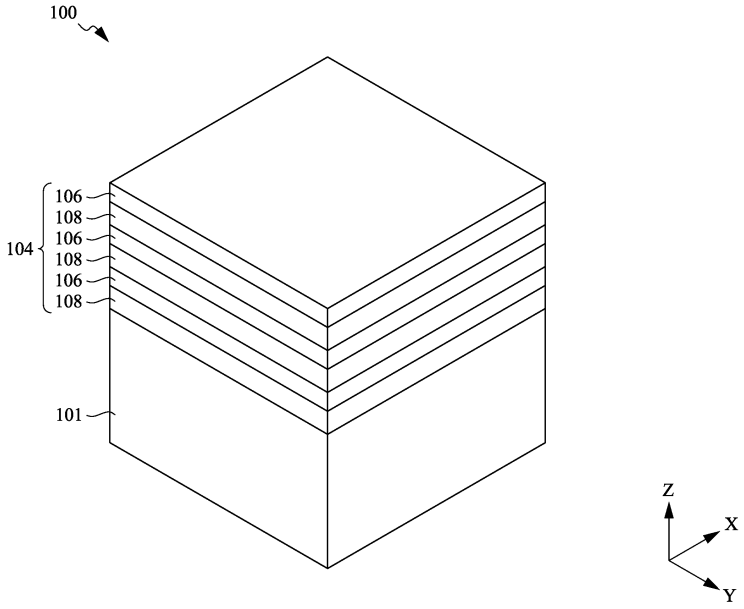

100
106
108
106
108
106
108
104
101
Z
X
Y

圖 1

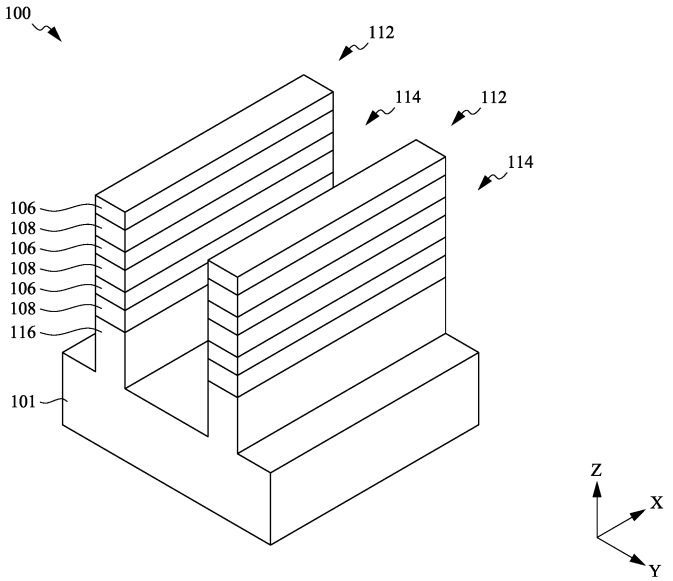

100
112
114
112
114
106
108
106
108
106
108
116
101
Z
X
Y

圖 2

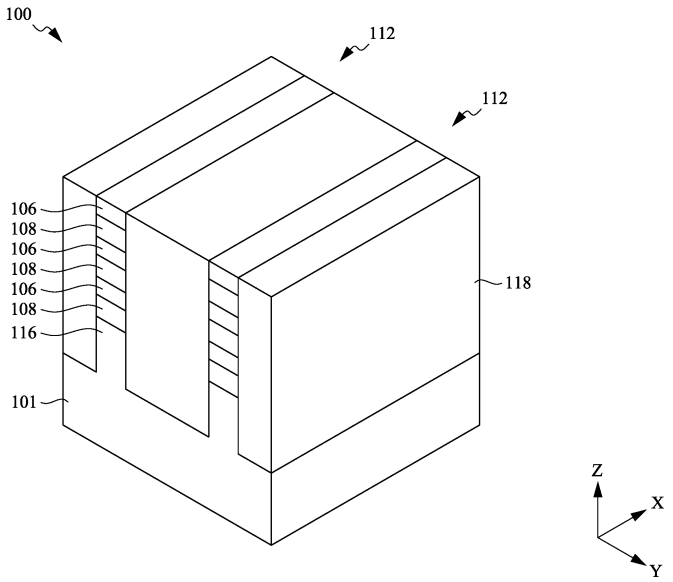

100
112
112
106
108
106
108
106
108
116
101
118
Z
X
Y

圖 3

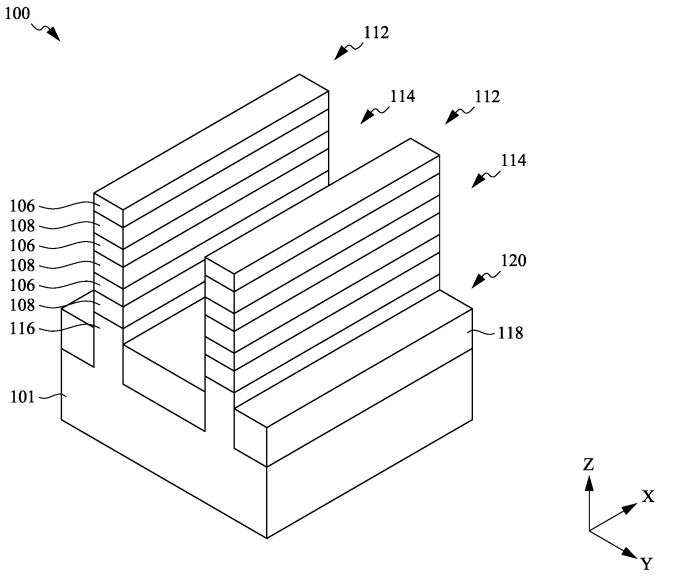

100
112
114
112
114
106
108
106
108
106
108
116
101
120
118
Z
X
Y

圖 4

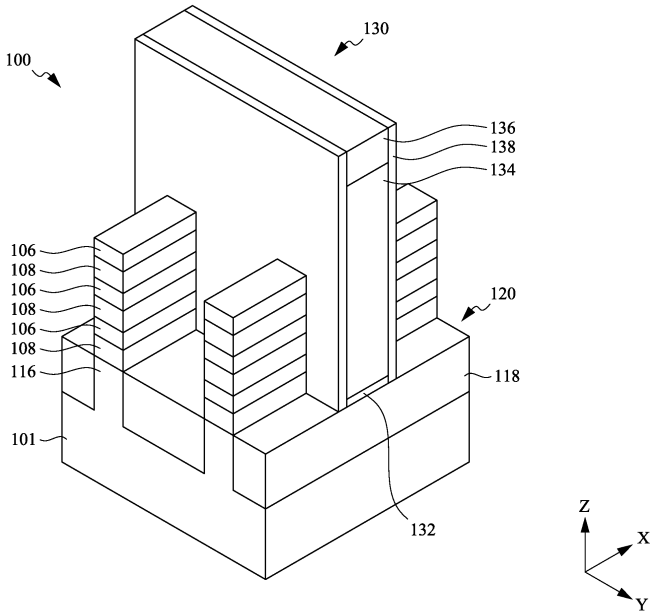

100
130
136
138
134
106
108
106
108
106
108
116
120
118
101
132
Z
X
Y

圖 5

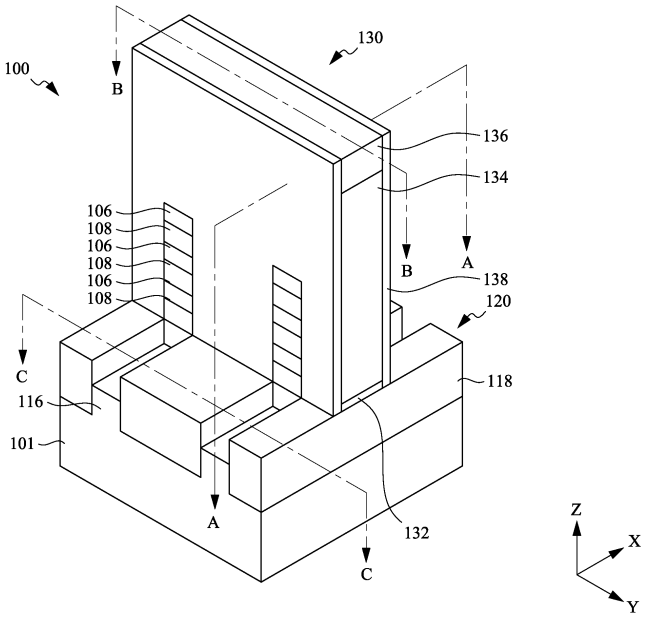

100
B
130
136
134
106
108
106
108
106
108
B
A
138
120
C
116
118
101
A
132
C
Z
X
Y

圖 6

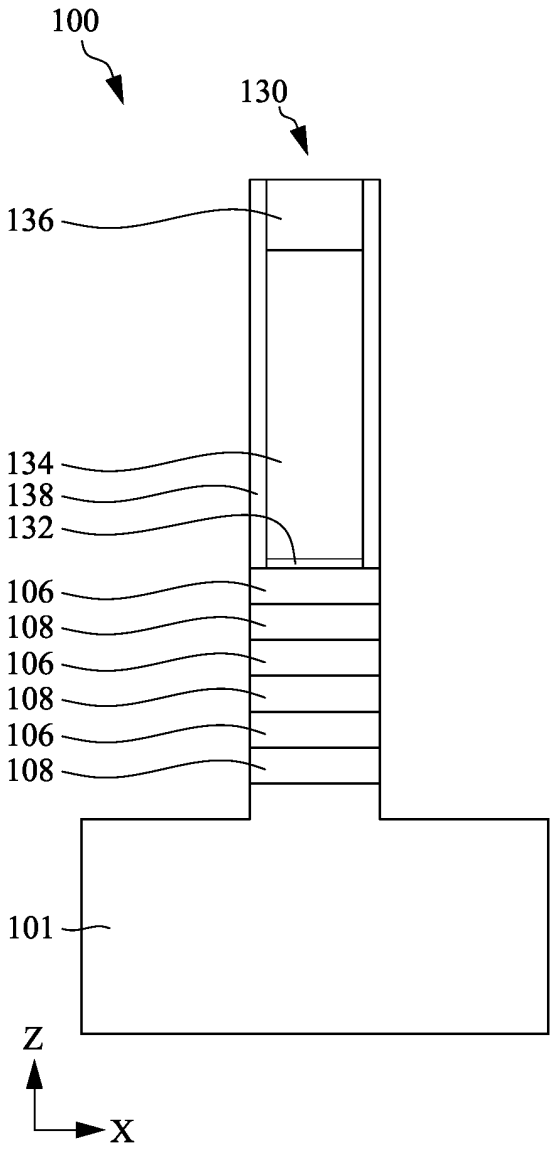


圖 7A

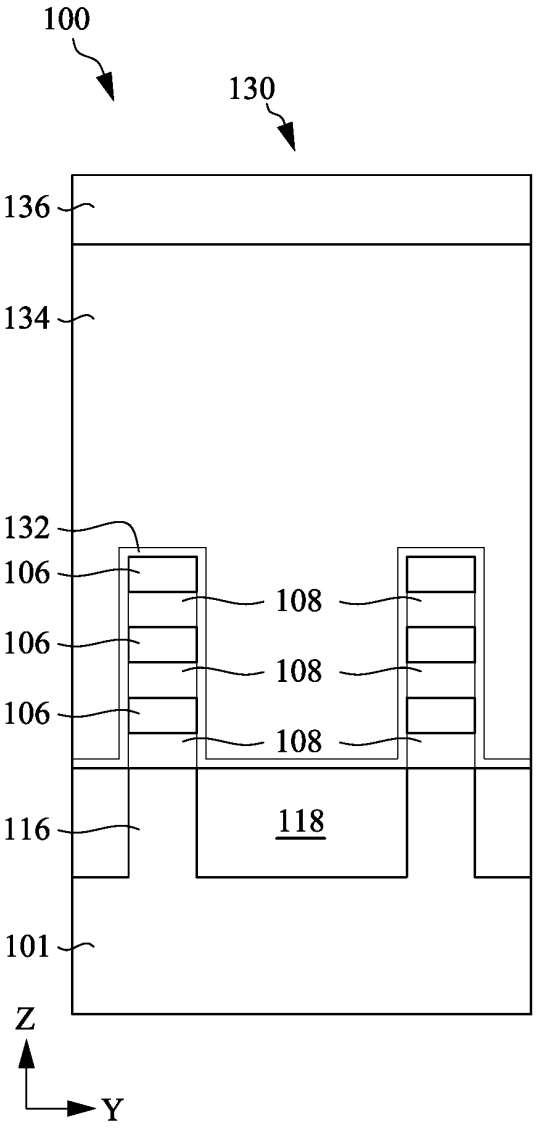


圖 7B

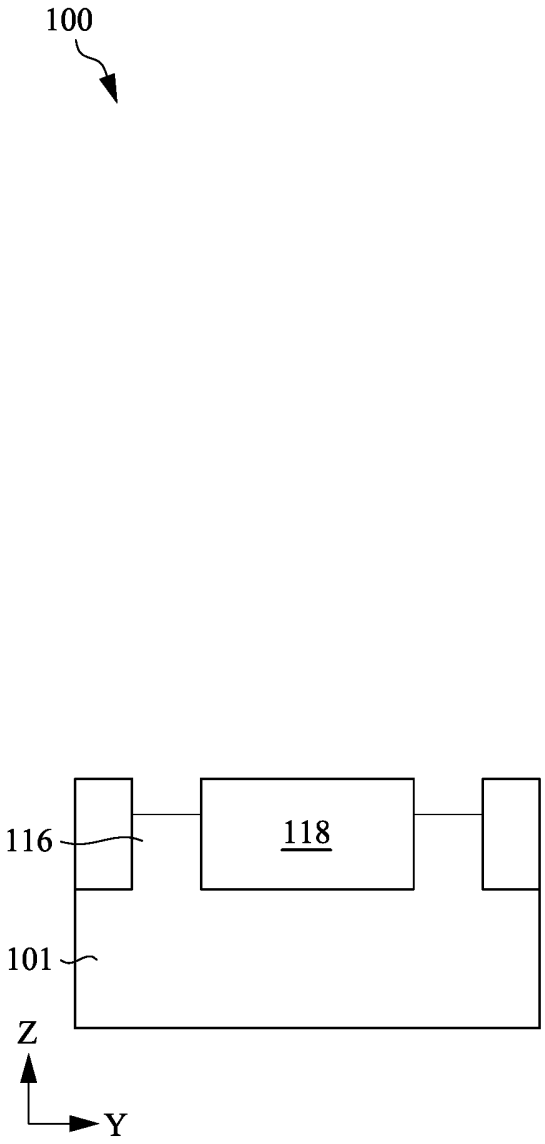


圖 7C

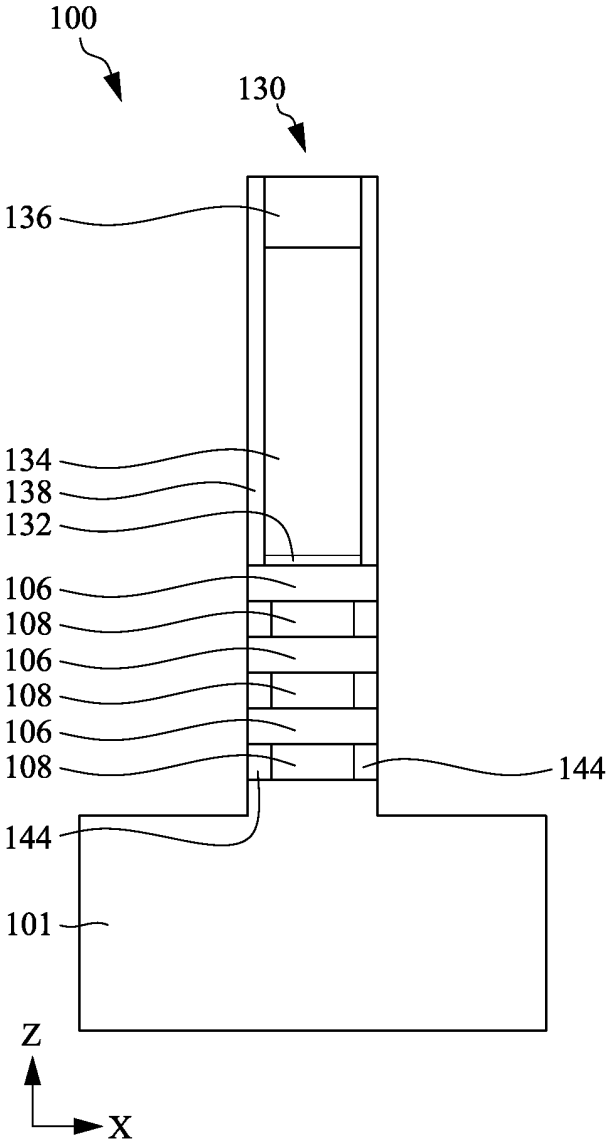


圖 8A

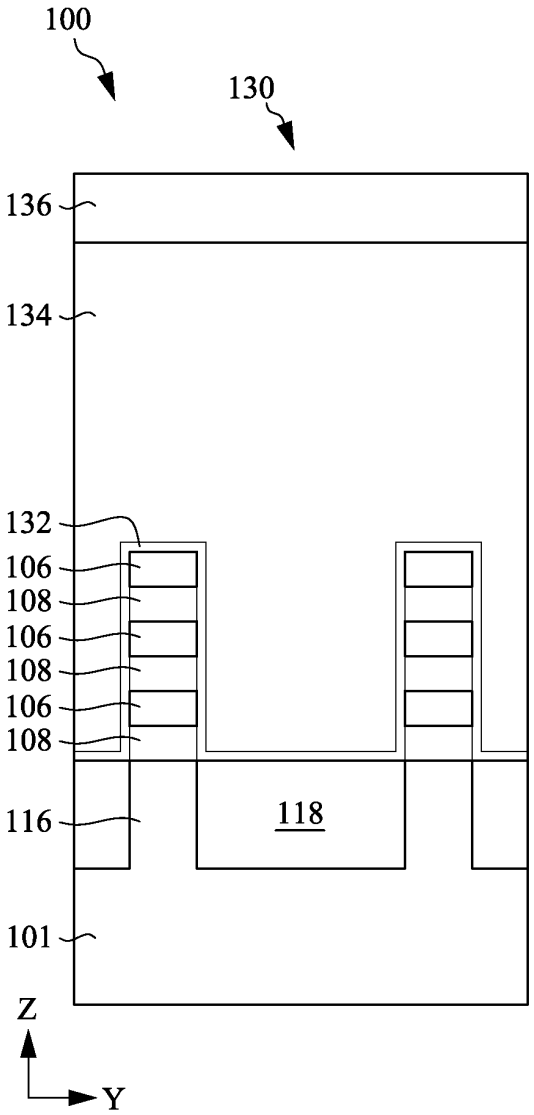


圖 8B

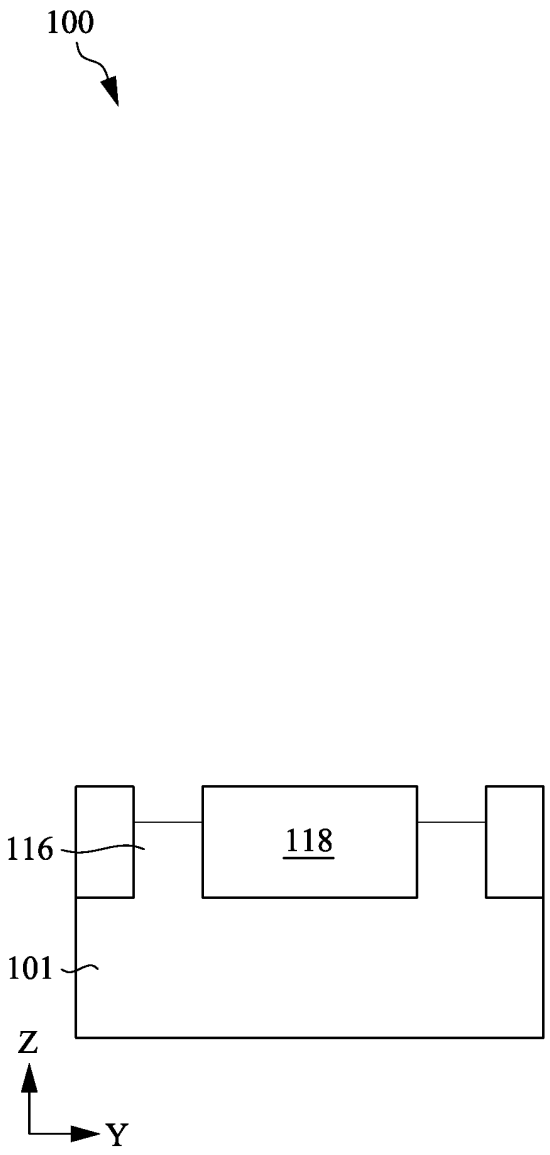


圖 8C

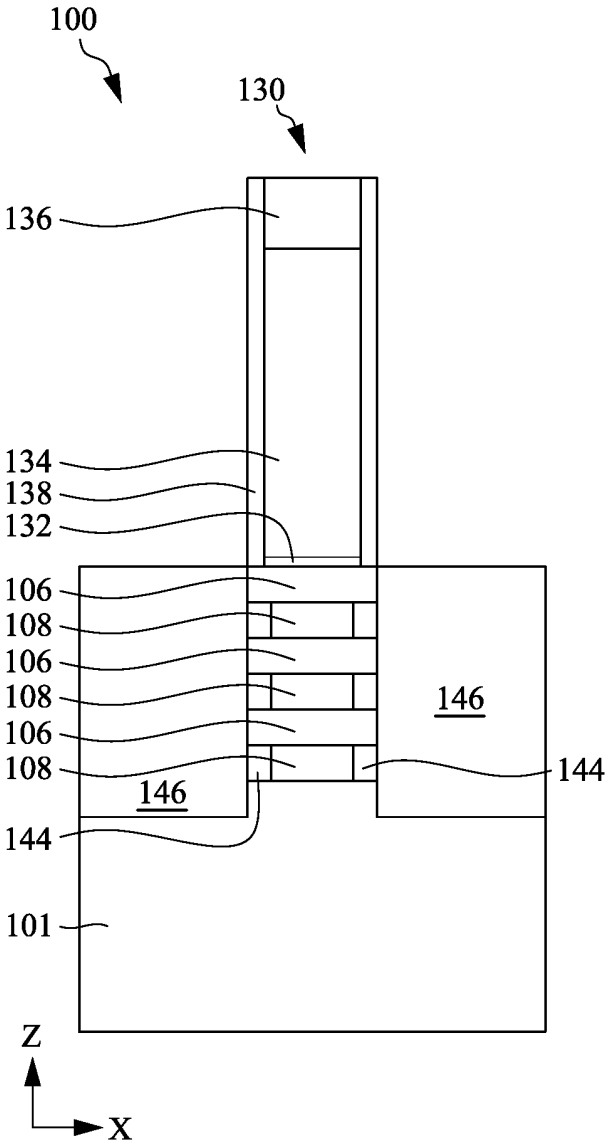

100
130
136
134
138
132
106
108
106
108
106
108
146
144
146
144
101
Z
X

圖 9A

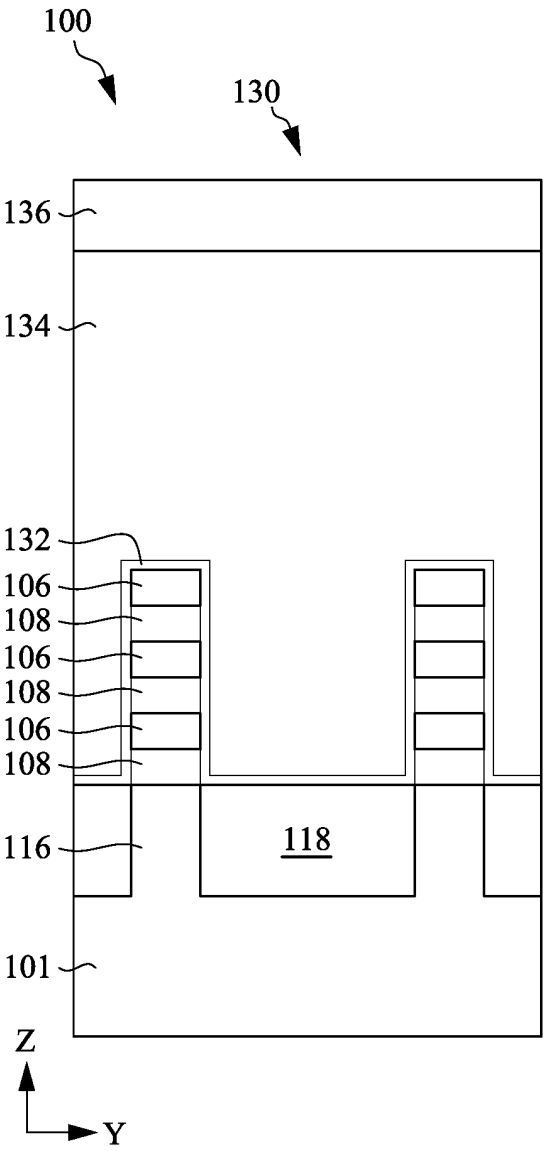


圖 9B

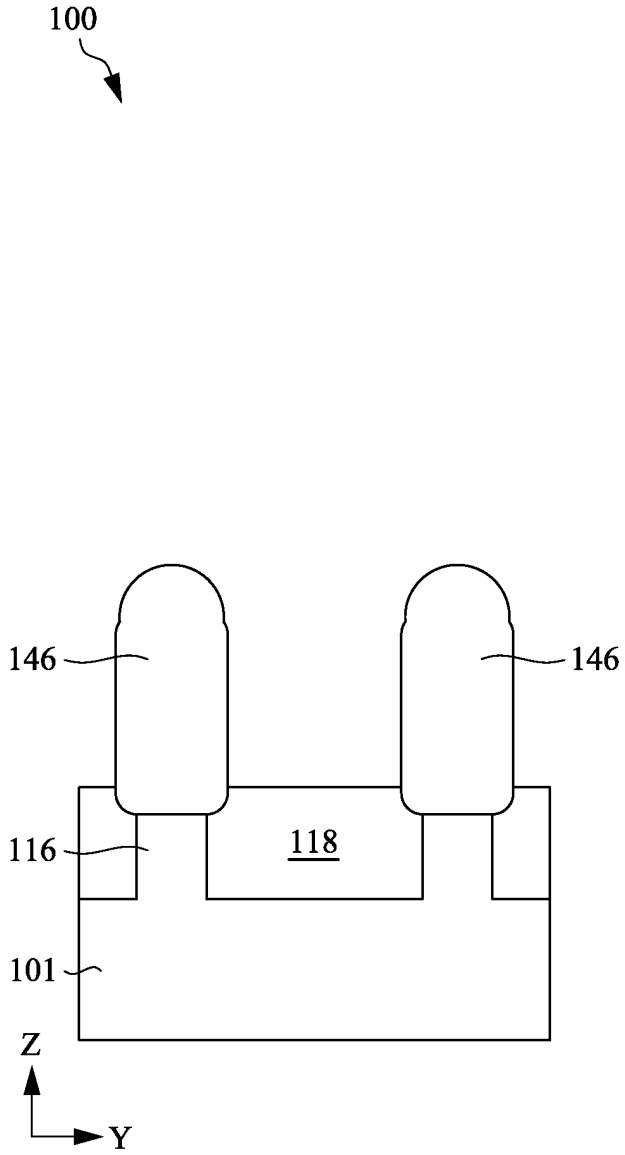


圖 9C

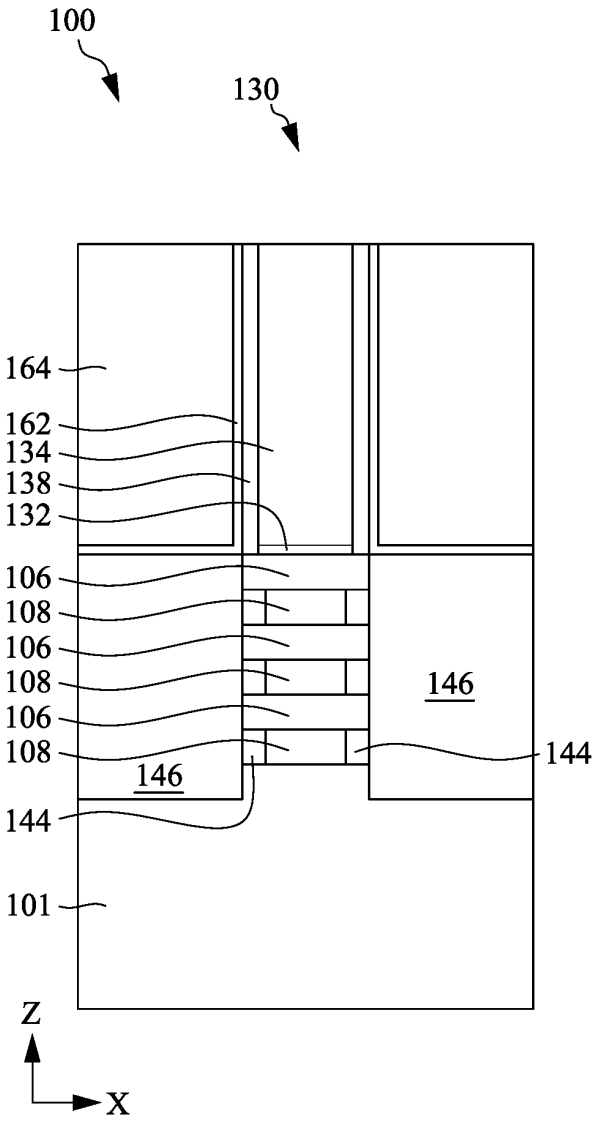

100
130
164
162
134
138
132
106
108
106
108
106
108
146
144
146
144
101
Z
X

圖 10A

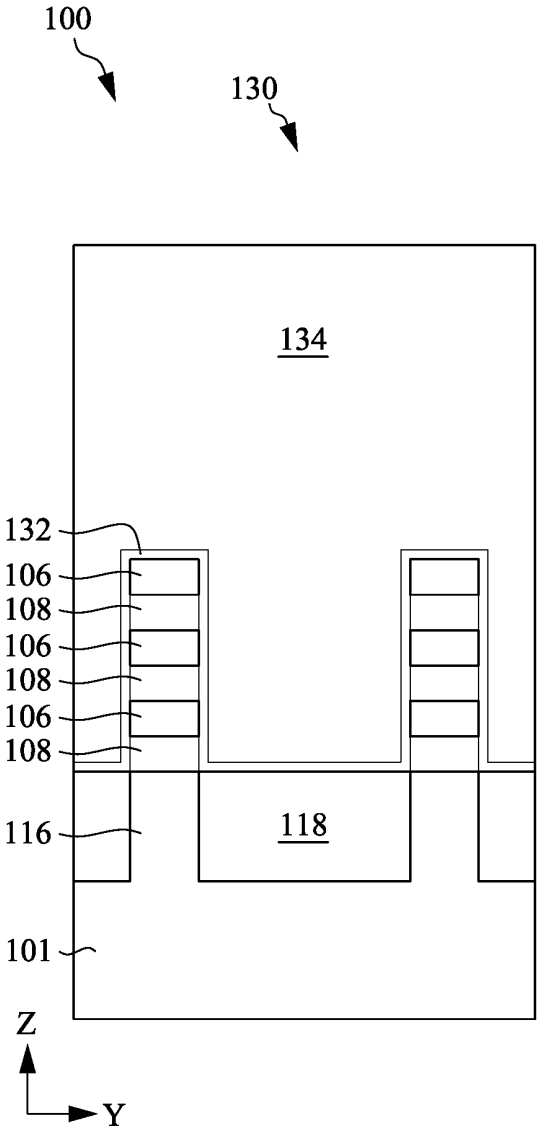


圖 10B

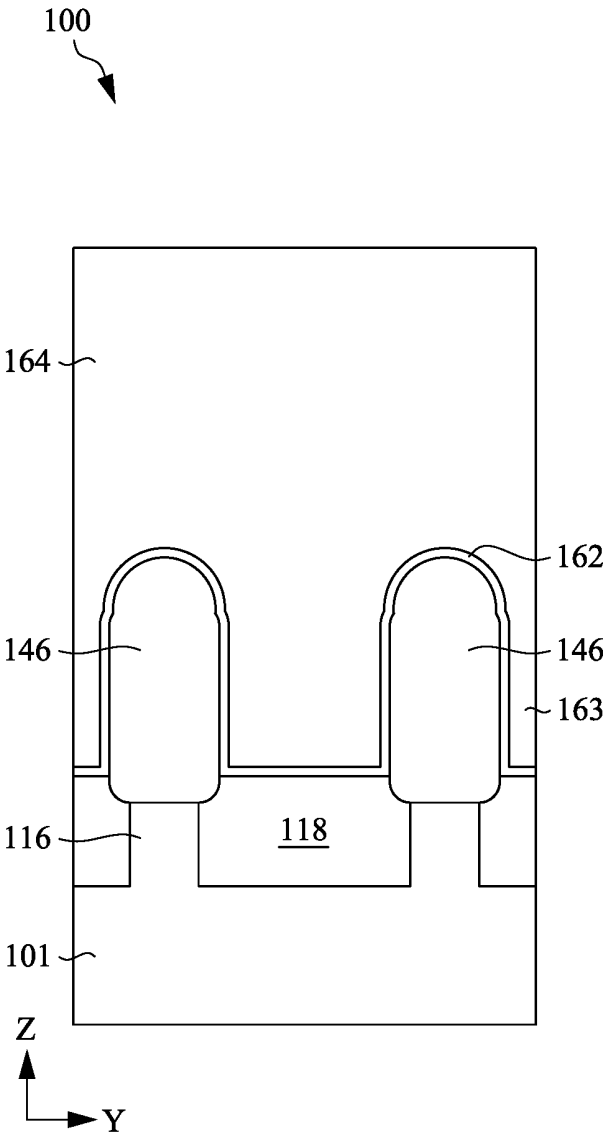


圖 10C

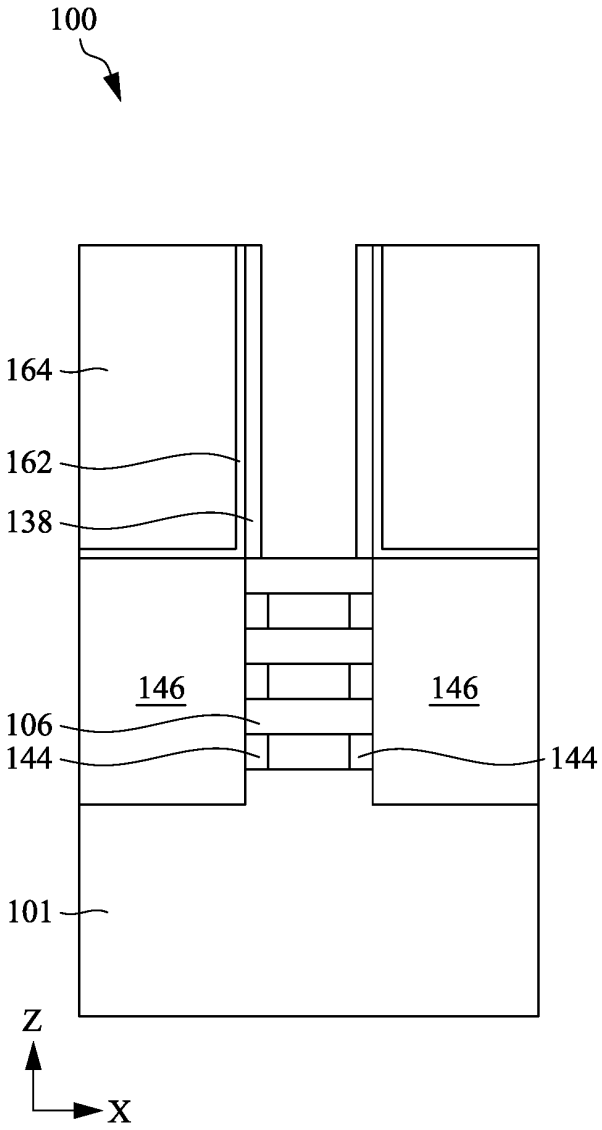


圖 11A

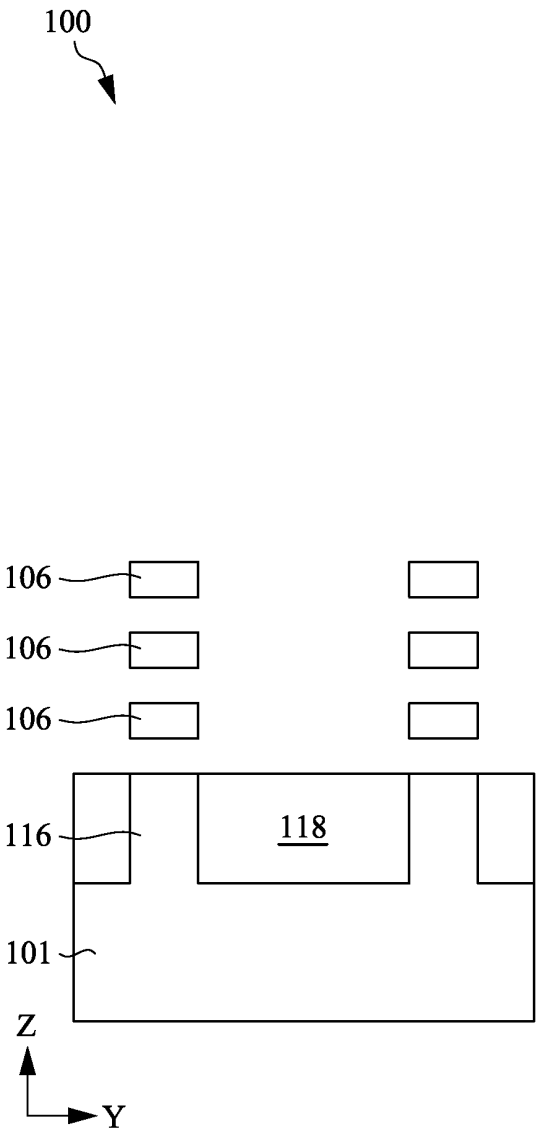


圖 11B

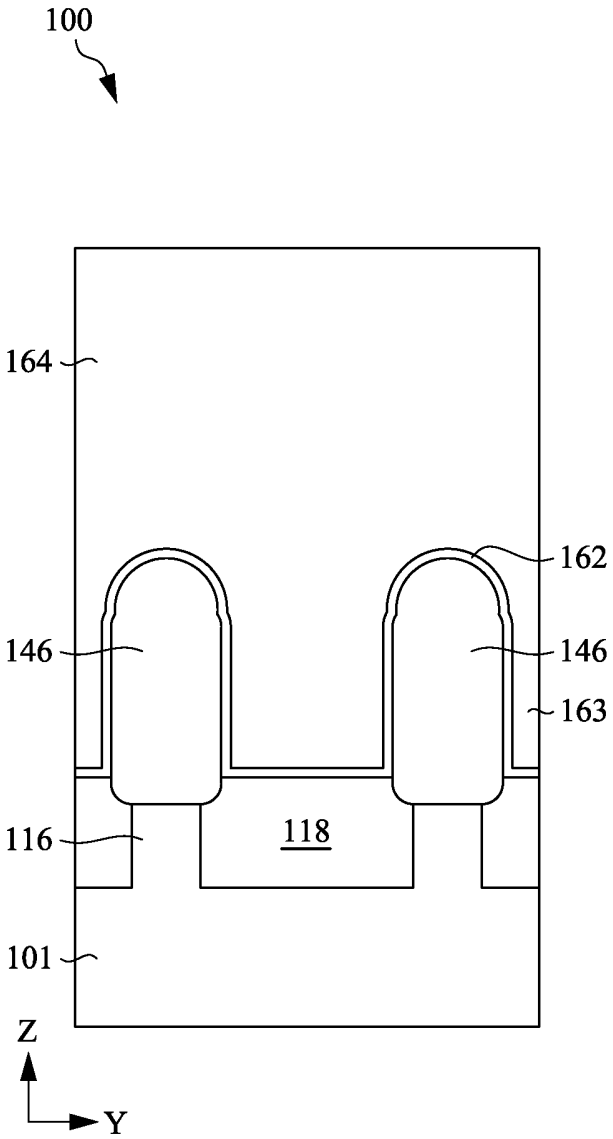


圖 11C

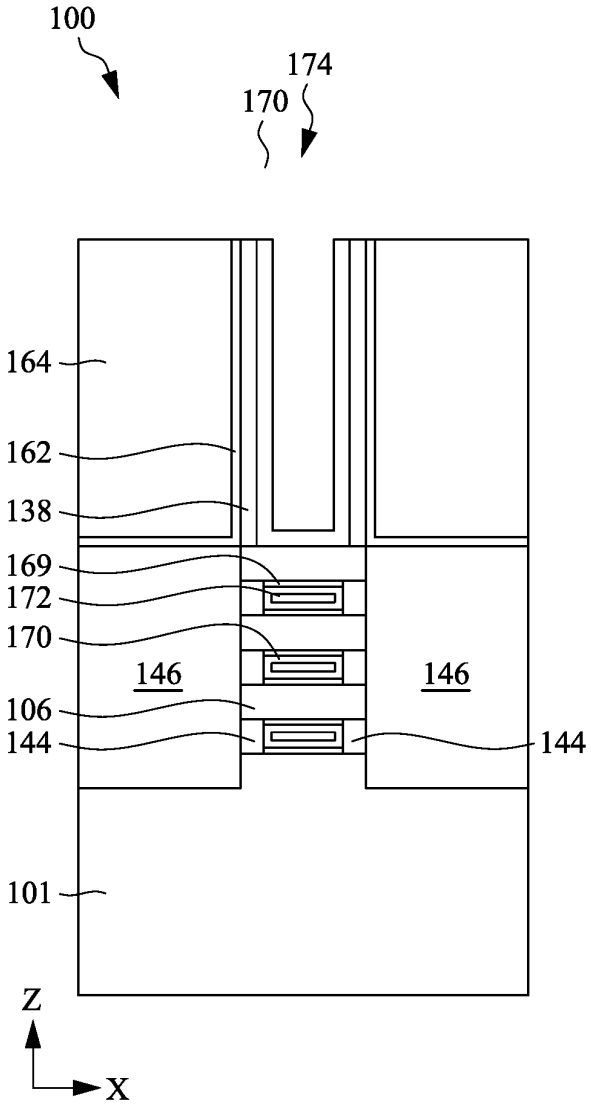


圖 12A

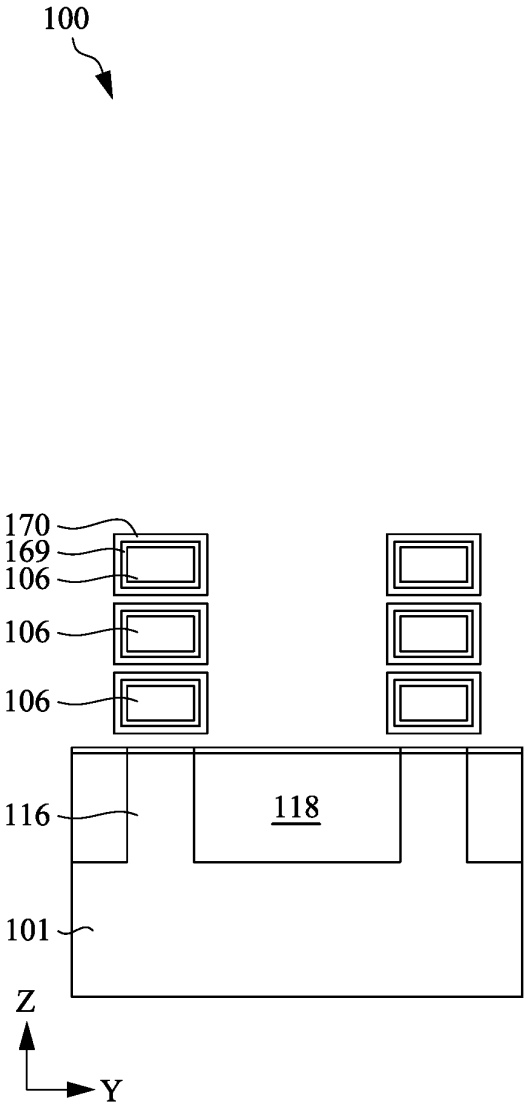


圖 12B

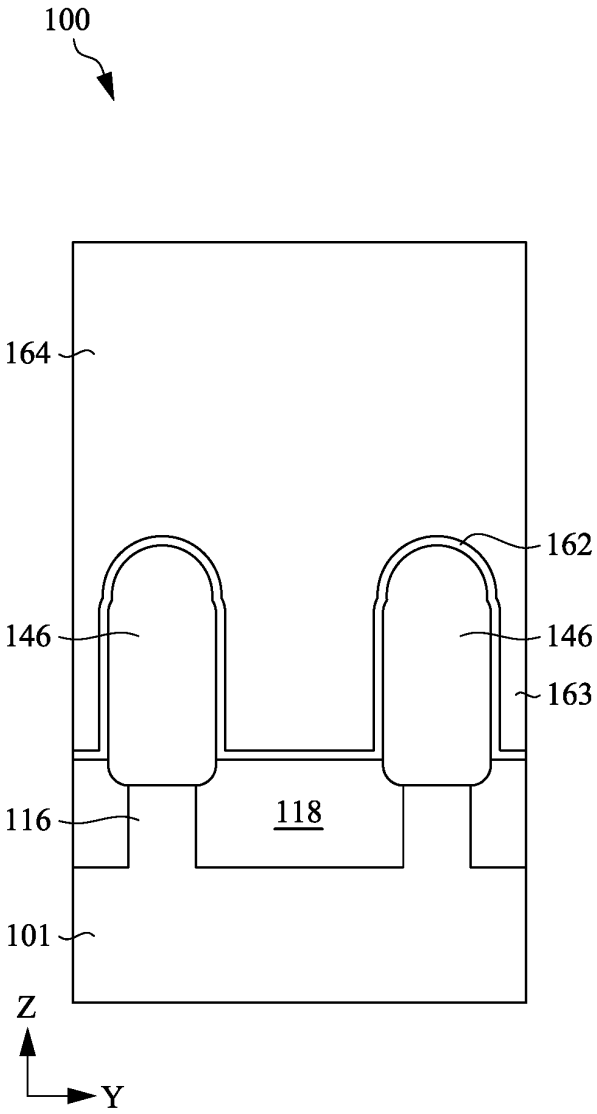


圖 12C

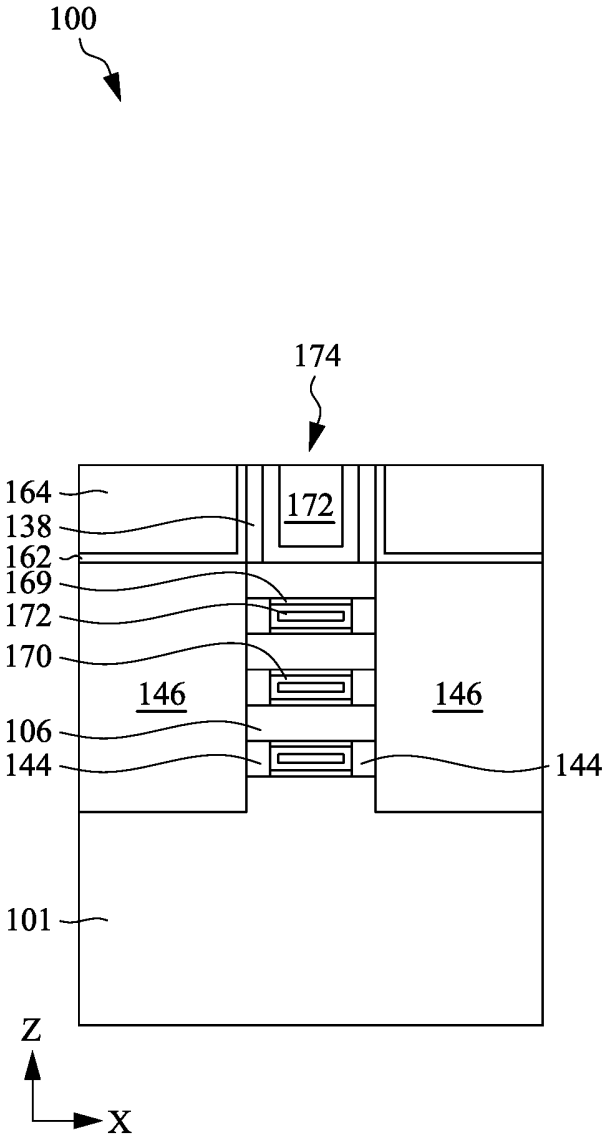


圖 13A

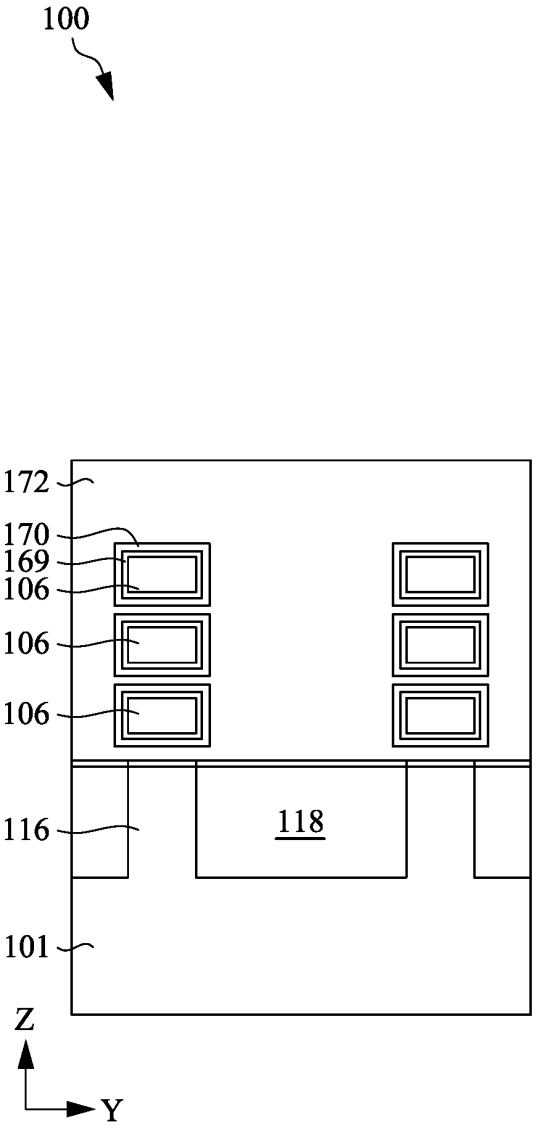


圖 13B

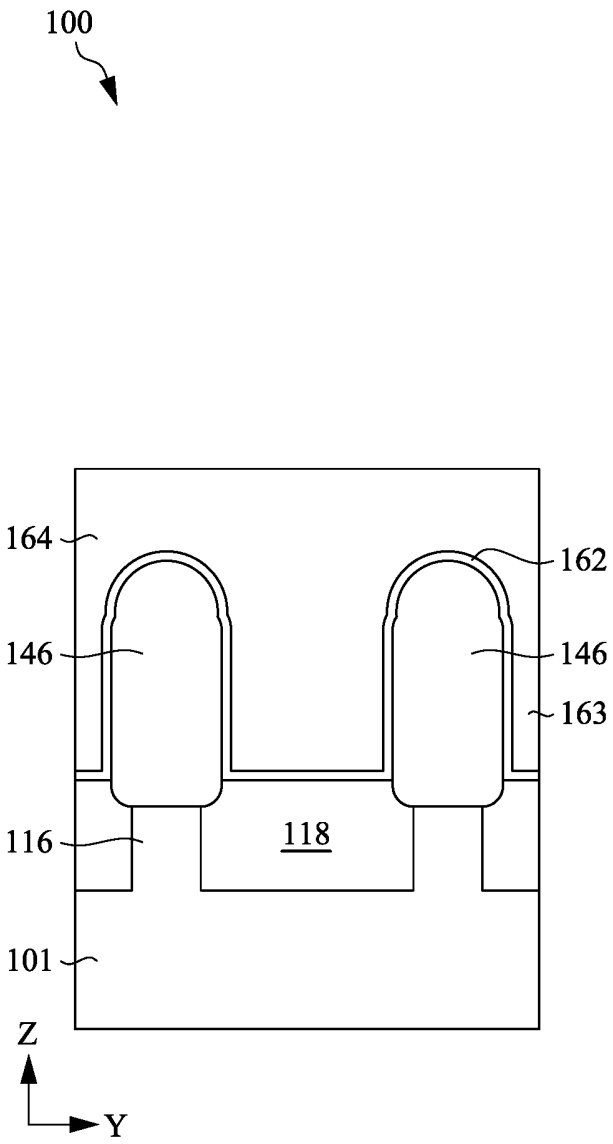


圖 13C


100

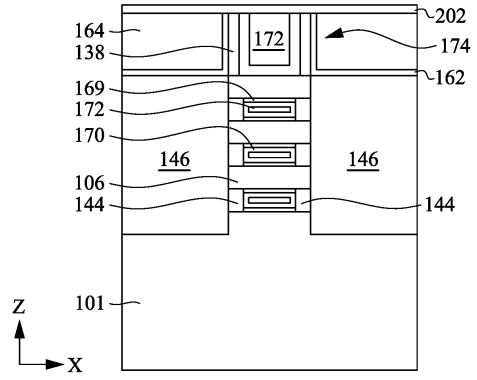

202
164
172
174
138
162
169
172
170
146
146
106
144
144
101
Z
X

圖 14


100

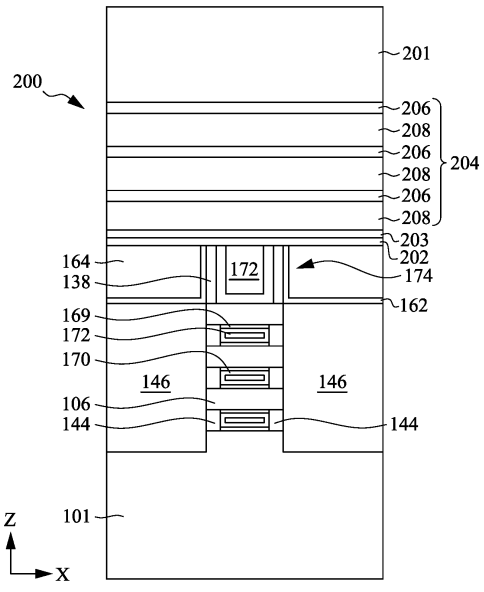

201
200
206
208
206
204
208
206
208
203
202
164
172
174
138
162
169
172
170
146
146
106
144
144
101
Z
X

圖 15

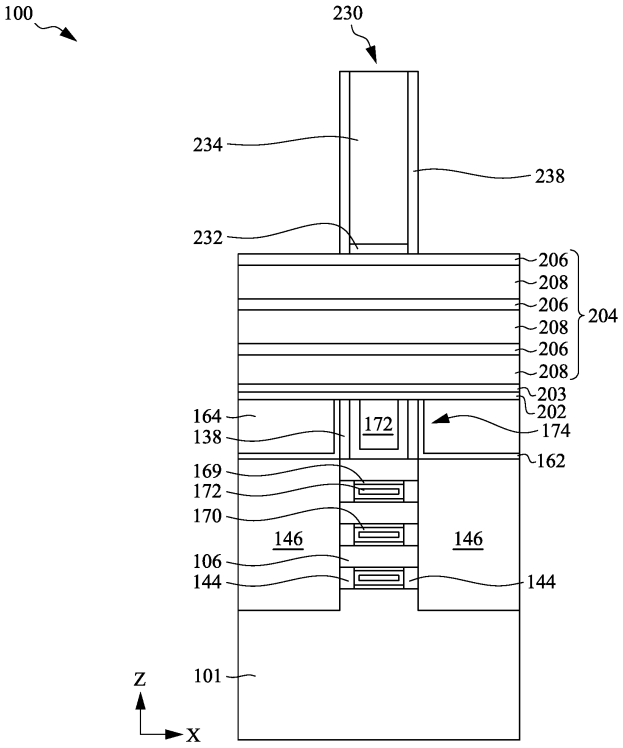

100
230
234
238
232
206
208
206
208
206
208
204
203
202
164
138
172
174
162
169
172
170
146
146
106
144
144
101
Z
X

圖 16

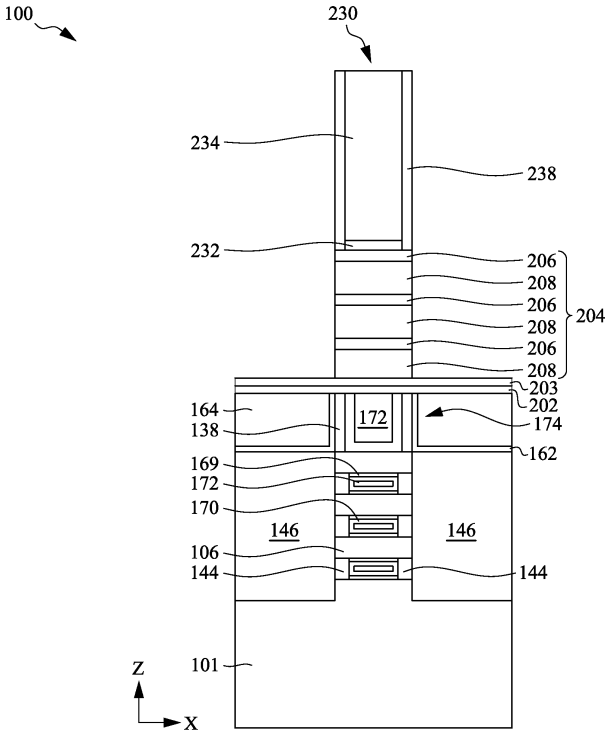

100
230
234
238
232
206
208
206
208
206
208
204
203
202
164
138
172
174
162
169
172
170
146
146
106
144
144
101
Z
X

圖 17

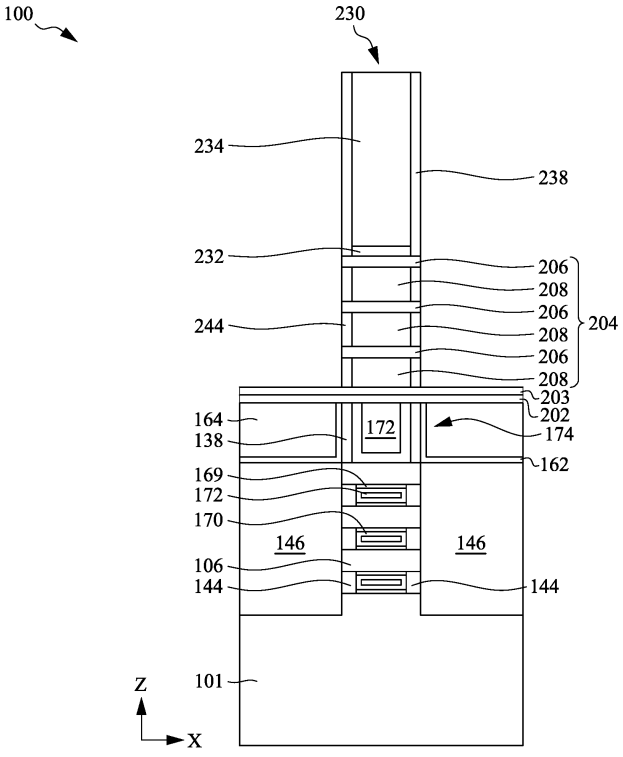

100
230
234
238
232
206
208
206
208
206
208
204
244
203
202
164
172
174
138
162
169
172
170
146
146
106
144
144
101
z
x

圖 18

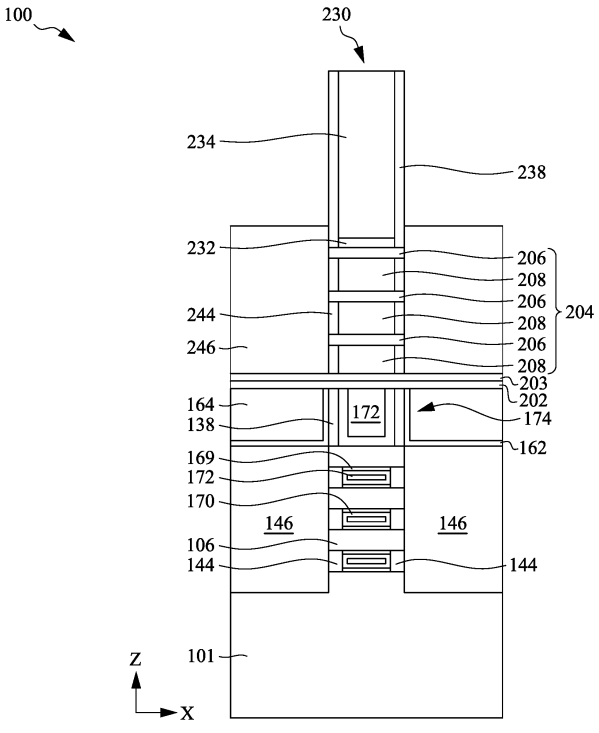

100
230
234
238
232
206
208
206
208
206
208
204
244
246
203
202
164
172
174
138
162
169
172
170
146
146
106
144
144
101
z
x

圖 19

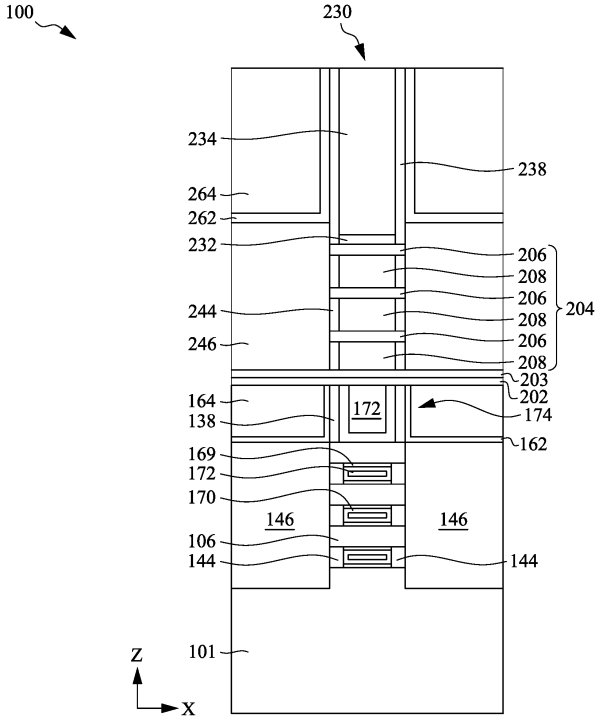

100
230
234
238
264
262
232
206
208
206
208
206
208
204
244
246
203
202
164
138
172
174
162
169
172
170
146
146
106
144
144
101
z
x

圖 20

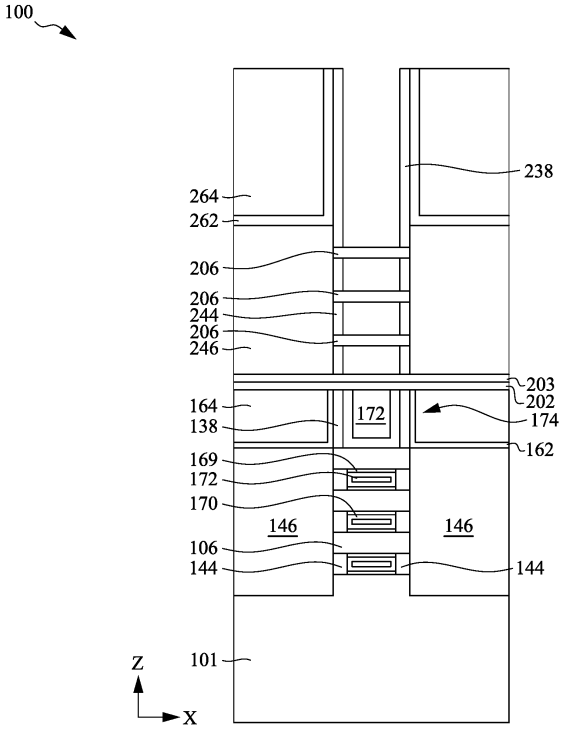

100
238
264
262
206
206
244
206
246
203
202
164
138
172
174
162
169
172
170
146
146
106
144
144
101
z
x

圖 21

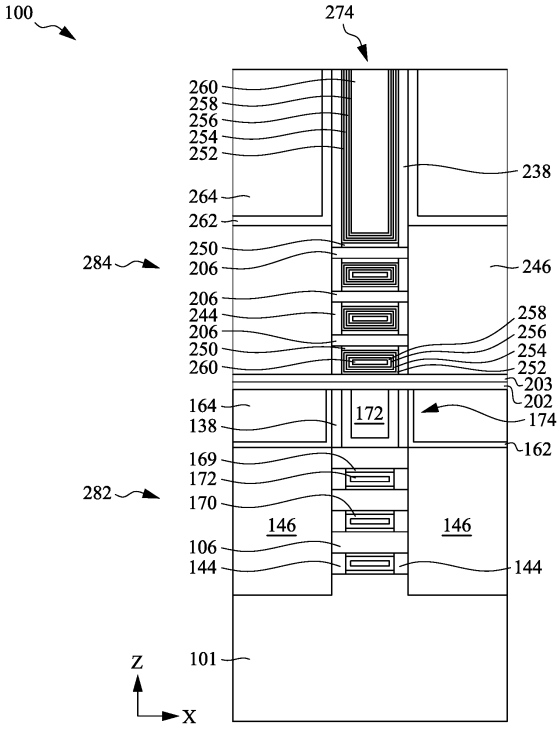

100
274
260
258
256
254
252
238
264
262
250
284
206
246
206
244
206
250
260
258
256
254
252
203
202
174
164
138
172
162
169
172
282
170
146
146
106
144
144
101
Z
X

圖 22

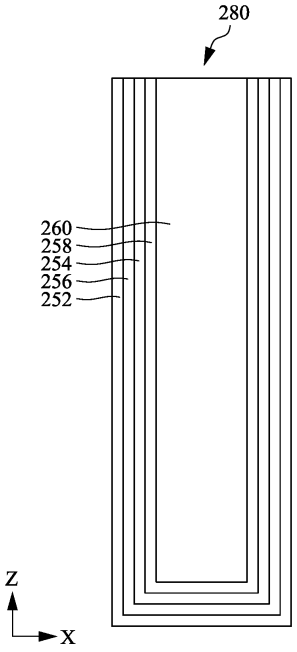

280
260
258
254
256
252
Z
X

圖 23