【19】中華民國　　【12】專利公報　（B）

【11】證書號數：I941324
【45】公告日： 中華民國 115 (2026) 年 10 月 01 日
【51】Int. Cl.：　*H10D84/83 (2025.01)*　*H10D84/01 (2026.01)*
H10D30/62 (2025.01)　*H10P10/00 (2026.01)*
H10P50/00 (2026.01)　*H10P76/00 (2026.01)*
發明　全 48 頁

【54】名　稱：半導體裝置及其形成方法
【21】申請案號：114127823　【22】申請日： 中華民國 114 (2025) 年 07 月 22 日
【11】公開編號：202628679　【43】公開日期： 中華民國 115 (2026) 年 07 月 01 日
【30】優 先 權： 2024/12/17　美國　63/735,211
2025/05/24　美國　19/218,265
【72】發 明 人： 林志昌 (TW) LIN, ZHI-CHANG；蔡佳融 (TW) TSAI, CHIA-JUNG
【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：
US　2023/0402528A1　US　2024/0312997A1
WO　2024/125246A1
審查人員：賴文能

【57】申請專利範圍

1. 一種形成半導體裝置的方法，包括:
接收一工件，其包括:
一基板；
沿一第一方向在該基板上方延伸的一鰭狀結構，該鰭狀結構包括一鰭狀基底、位於該鰭狀基底上方的一底部半導體堆疊、位於該底部半導體堆疊上方的一中間介電層以及位於該中間介電層上方的一頂部半導體堆疊，該頂部半導體堆疊和該底部半導體堆疊通道均包括由複數個犧牲層交錯排列的複數個通道層；
設置在該基板上方的一隔離特徵，當沿該第一方向觀察時，該隔離特徵的一頂面為非平面，該隔離特徵的一介電常數在約 3 至約 5 之間；以及
設置在該鰭狀結構和該隔離特徵上方的一虛設閘極堆疊，沿不同於該第一方向的一第二方向延伸；
使該虛設閘極堆疊的一部分凹陷以形成一溝槽，該溝槽暴露該鰭狀結構；
從該溝槽中去除該頂部半導體堆疊和該底部半導體堆疊中的該些犧牲層；
從該溝槽中移除該頂部半導體堆疊和底該部半導體堆疊中的該些通道層；以及
在該溝槽中沉積一介電特徵，該介電特徵環繞該中間介電層。
2. 如請求項 1 所述之方法，其中，去除該些犧牲層包括應用一第一各向同性蝕刻製程。
3. 如請求項 2 所述之方法，其中，去除該些通道層包括應用不同於該第一各向同性蝕刻製程的一第二各向同性蝕刻製程。
4. 如請求項 3 所述之方法，其中，使該虛設閘極堆疊的該部分凹陷包括應用一各向異性蝕刻製程。

5. 如請求項 1 所述之方法，其中，該介電特徵包括一介電襯墊和該介電襯墊上方的一介電層，其中該介電襯墊與該中間介電層交界並包裹該中間介電層。

6. 一種形成半導體裝置的方法，包括:
形成從一基板突出並沿一第一方向延伸的一鰭狀結構，該鰭狀結構包括由複數個犧牲層交錯排列的複數個通道層；
在該鰭狀結構的一第一區上方形成一虛設閘極堆疊，該虛設閘極堆疊沿著不同於該第一方向的一第二方向延伸；
在該虛設閘極堆疊的複數個側壁上沉積複數個閘極間隔物；
使該鰭狀結構的一第二區凹陷以形成一第一源極/汲極溝槽，並使該鰭狀結構的一第三區凹陷以形成一第二源極/汲極溝槽；
用一中間介電層取代該些犧牲層的其中一者；
在該第一源極/汲極溝槽中沉積一第一底部源/汲極特徵，在該第一底部源/汲極特徵上方沉積一第一介電層，並在該第一介電層上方沉積一第一頂部源/汲極特徵；
在該第二源極/汲極溝槽中沉積一第二底部源極/汲極特徵，在該第二底部源極/汲極特徵上方沉積一第二介電層，並在該第二介電層上方沉積一第二頂部源極/汲極特徵，其中該中間介電層連接該第一介電層和該第二介電層；
移除該虛設閘極堆疊以在該些閘極間隔物的相對複數個側壁之間形成一溝槽；
從該溝槽中去除該些犧牲層以釋放該些通道層；
從該溝槽中移除該些通道層以釋放該中間介電層；
在該溝槽中沉積介電特徵，其中介電特徵包覆中間介電層；
在該第二頂部源極/汲極特徵上方沉積一頂部介電層；
在該第二頂部源極/汲極特徵上方形成一金屬矽化物層，其中該金屬矽化物層具有一彎曲輪廓；以及
形成穿過該頂部介電層的一源極/汲極接觸件，以透過該金屬矽化物層與該第二頂部源極/汲極特徵電耦合，其中該源極/汲極接觸的一導電率大於該第二頂部源極/汲極特徵的一導電率。

7. 如請求項 6 所述之方法，其中，沿該第一方向，該中間介電層突出於該介電特徵的複數個側壁。

8. 如請求項 6 所述之方法，其中，去除該些犧牲層包括一第一各向同性蝕刻製程，去除該些通道層包括不同於該第一各向同性蝕刻製程的一第二各向同性蝕刻製程。

9. 一種半導體裝置，包括:
一下部源極/汲極特徵；
耦合至該下部源極/汲極特徵的複數個第一奈米結構；
環繞該些第一奈米結構中的每一者的一第一閘極結構；
位於該下部源極/汲極特徵上方的一下部接觸蝕刻停止層和一下部層間介電層，其中該下部接觸蝕刻停止層的一介電常數大於該下部層間介電層的一介電常數；
位於該下部接觸蝕刻停止層和該下部層間介電層上方的一上部源極/汲極特徵；
位於該上部源極/汲極特徵上方的一上部接觸蝕刻停止層和一上部層間介電層，其中該上部接觸蝕刻停止層的一介電常數大於該上部層間介電層的一介電常數；
耦合至該上部源極/汲極特徵的複數個第二奈米結構；
環繞該些第二多個奈米結構中的每一者的一第二閘極結構，其中該第二閘極結構包括一閘極介電層和位於該閘極介電層上方的一閘極層；
沿著該第二閘極結構的一側壁延伸的一閘極間隔物，其中該閘極介電層的一介電常數大於該閘極間隔物的一介電常數；

沿著該下部接觸蝕刻停止層的一側壁水平延伸的一介電奈米結構；以及

環繞該介電奈米結構的一隔離結構，其中該隔離結構與該第一閘極結構和該第二閘極結構的複數個側壁相交。

10. 如請求項 9 所述之半導體裝置，還包括:

部分嵌入該隔離結構的一底部的一鰭狀介電特徵。

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，各種特徵並未按比例繪製。事實上，為了討論的清楚起見，各種特徵的尺寸可任意增加或減少。

圖 1 示出了根據本揭露的一個或多個方面的包括垂直互補場效電晶體的半導體裝置的透視圖。

圖 2 示出了根據本揭露的一個或多個方面的用於形成包括垂直互補場效電晶體的半導體裝置的方法的流程圖。

圖 3A、圖 3B、圖 4、圖 5、圖 6、圖 7、圖 8、圖 9、圖 10、圖 11、圖 12、圖 13A、圖 13B、圖 14A、圖 14B、圖 15A、圖 15B、圖 16A、圖 16B、圖 17A、圖 17B、圖 18A、圖 18B、圖 19A、圖 19B、圖 20A、圖 20B、圖 21A、圖 21B、圖 22A、圖 22B、圖 23A、圖 23B、圖 24A、圖 24B、圖 25A、圖 25B、圖 26A、圖 26B、圖 27A、圖 27B、圖 28A 和圖 28B 示出了根據本揭露的各個方面，圖 2 的方法中各個製造階段期間工件的局部橫截面視圖。

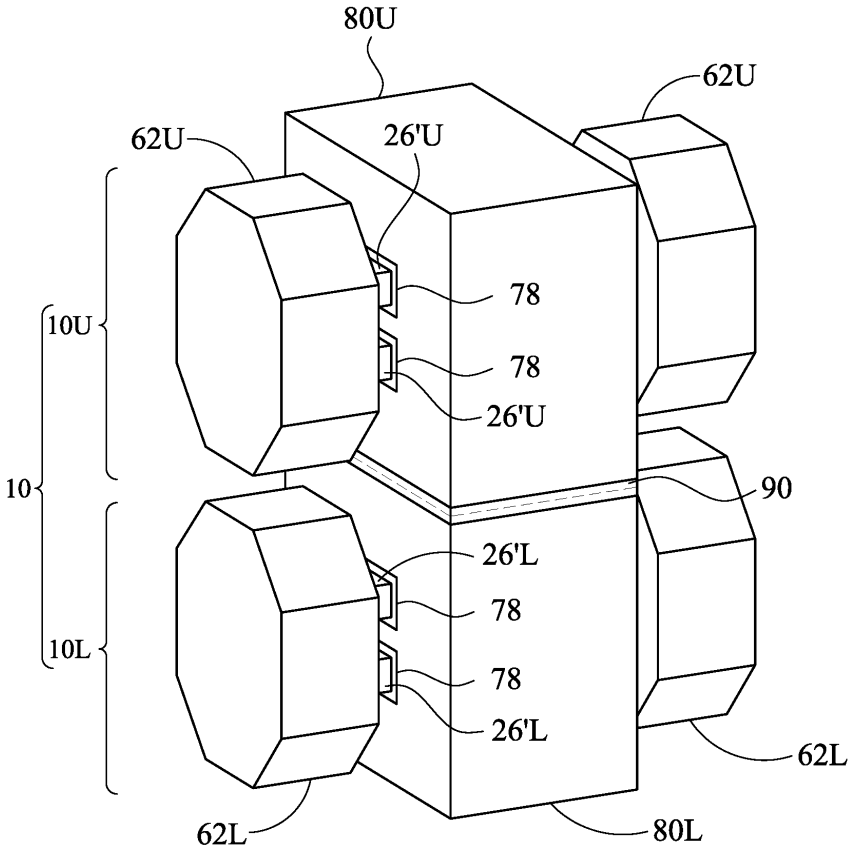

80U
62U
62U
26'U
78
78
26'U
10U
10
90
26'L
78
78
26'L
10L
62L
62L
80L
Z
Y
X

圖 1


100
提供一工件，其包含在基板上的複數個鰭狀結構，鰭狀結構的每一者包含超晶格結構
102
在鰭狀結構的通道區上方形成虛設閘極堆疊
104
鰭狀結構的源極/汲極區被凹陷，以形成源極/汲極溝槽
106
形成內間隔物凹槽
108
形成內間隔物和中間介電層
110
在源極/汲極溝槽中形成底部源極/汲極特徵
112
沉積底部接觸蝕刻停止層和底部層間介電層
114
回蝕底部接觸蝕刻停止層和底部層間介電層，以暴露超晶格結構的的上部
116
在源極/汲極溝槽中形成頂部源極/汲極特徵
118
上方沉積頂部接觸蝕刻停止層和頂部層間介電層
120
在頂部層間介電層上形成覆蓋層
122
形成硬遮罩層和蝕刻遮罩
124
將蝕刻遮罩的開口轉移至硬遮罩層
126
蝕刻虛設閘極堆疊，以形成CPODE溝槽
128
移除虛設閘極堆疊的虛設介電層
130
執行各向同性蝕刻製程以從CPODE溝槽中移除犧牲層
132
執行各向同性蝕刻製程以從CPODE溝槽中移除通道層
134
在CPODE溝槽中沉積隔離結構，其中隔離結構環繞中間介電層
136
以閘極結構取代虛設閘極堆疊
138
形成正面多層互連結構
140
從工件的背面減薄基板，並以背面介電層取代鰭狀結構的鰭狀基底
142
形成背面多層互連結構
144

圖 2

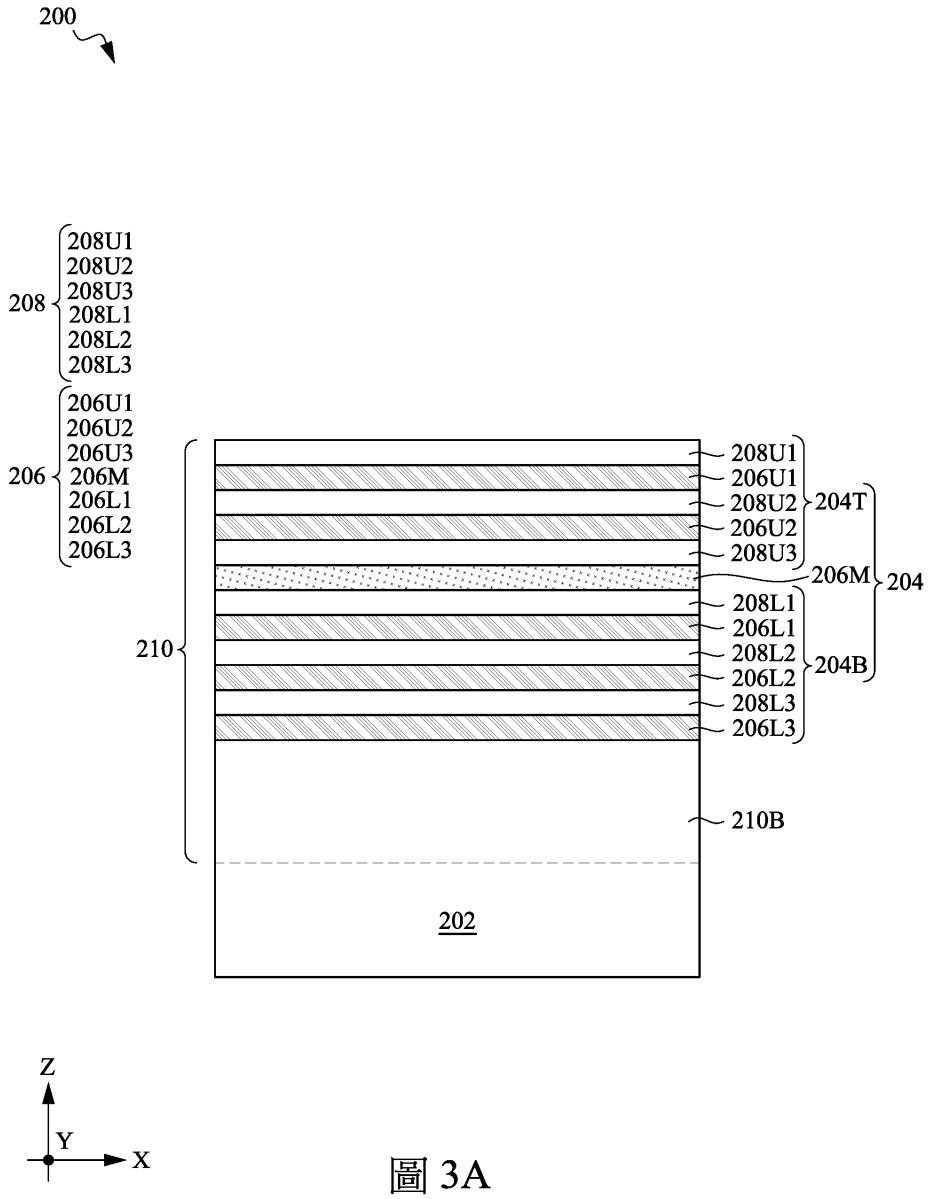

200
208
208U1
208U2
208U3
208L1
208L2
208L3
206
206U1
206U2
206U3
206M
206L1
206L2
206L3
210
204T
204
204B
210B
202
Z
Y
X

圖 3A

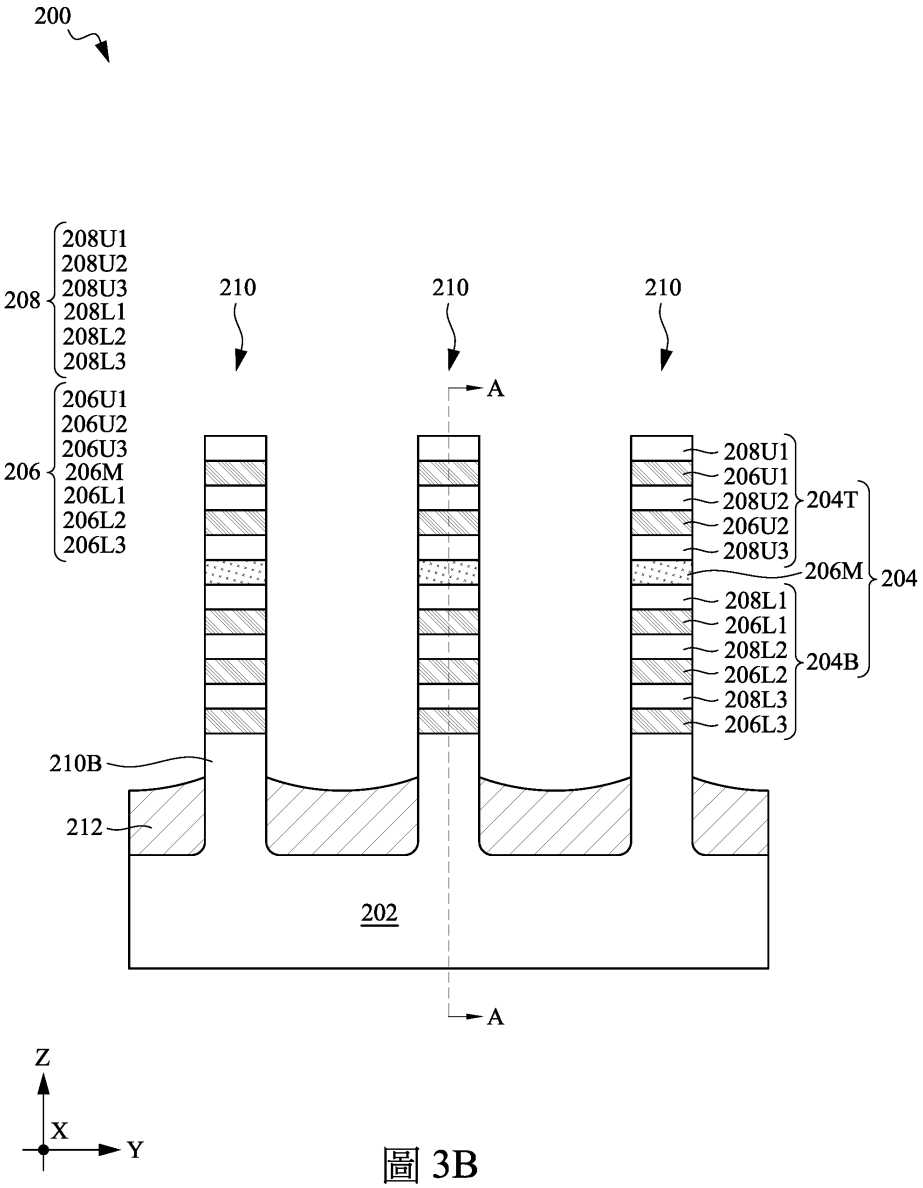

200
208
208U1
208U2
208U3
208L1
208L2
208L3
206
206U1
206U2
206U3
206M
206L1
206L2
206L3
210
210
210
A
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
206M
204
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
210B
212
202
A
Z
X
Y

圖 3B

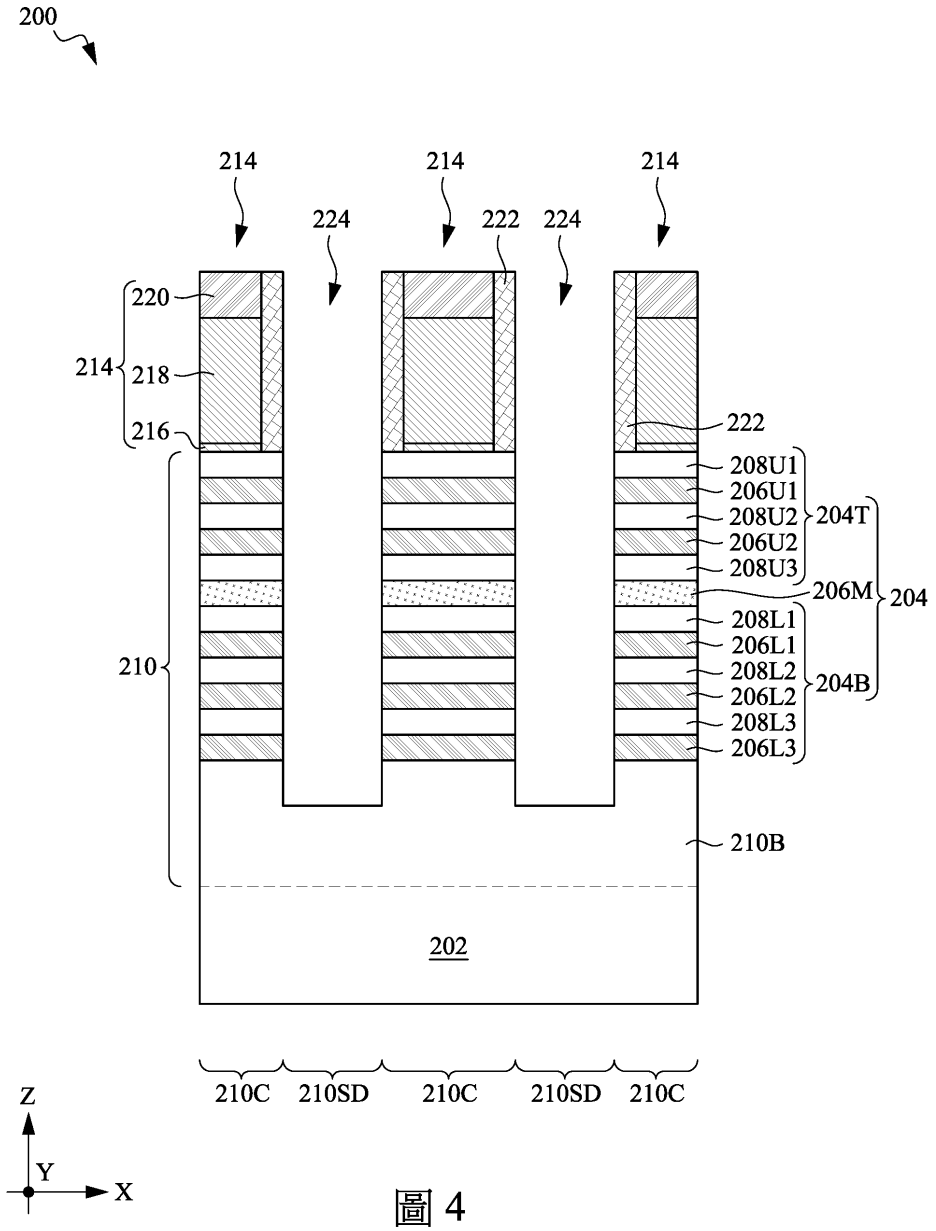

200
214
214
214
224
222
224
220
214
218
216
222
208U1
206U1
208U2
204T
206U2
208U3
206M
204
208L1
206L1
208L2
204B
206L2
208L3
206L3
210
210B
202
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 4

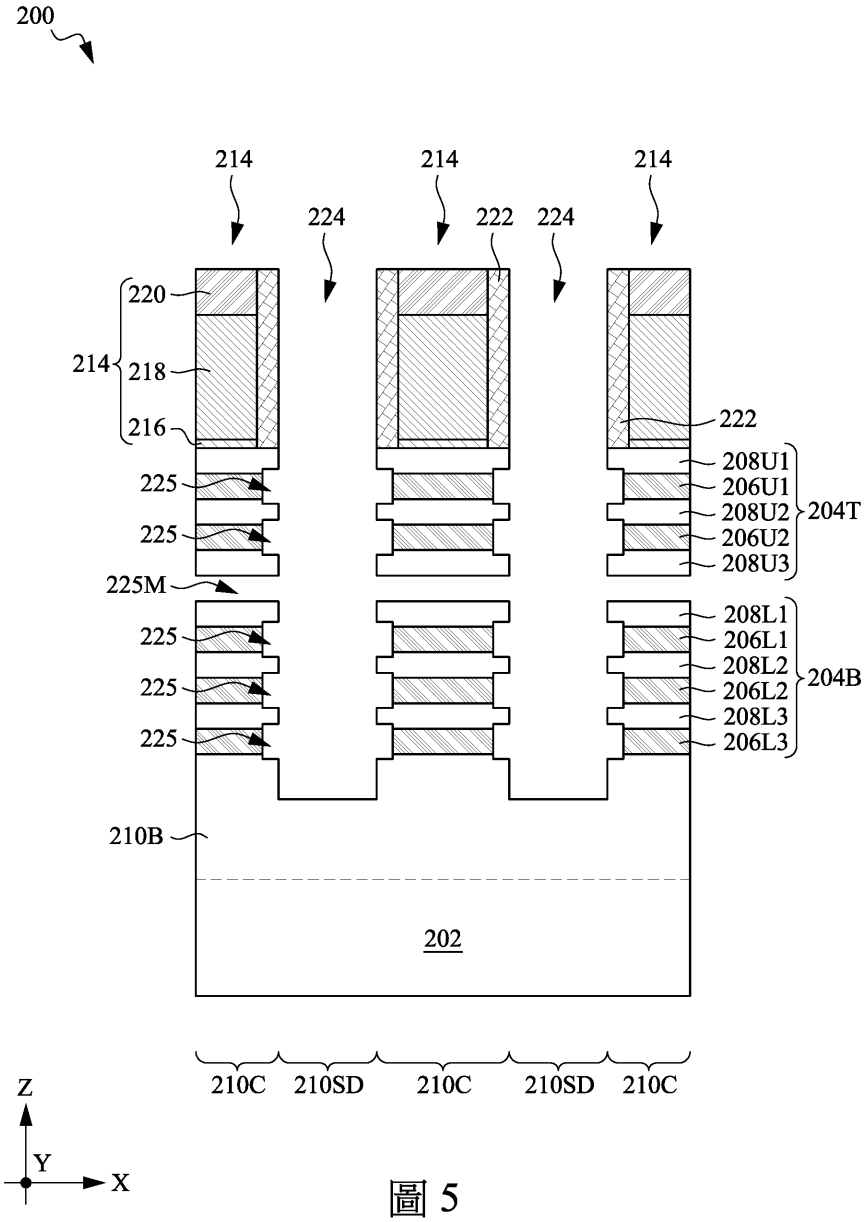

200
214
214
214
224
222
224
220
214
218
216
222
208U1
206U1
208U2
204T
206U2
208U3
225
225
225M
225
225
225
208L1
206L1
208L2
204B
206L2
208L3
206L3
210B
202
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 5

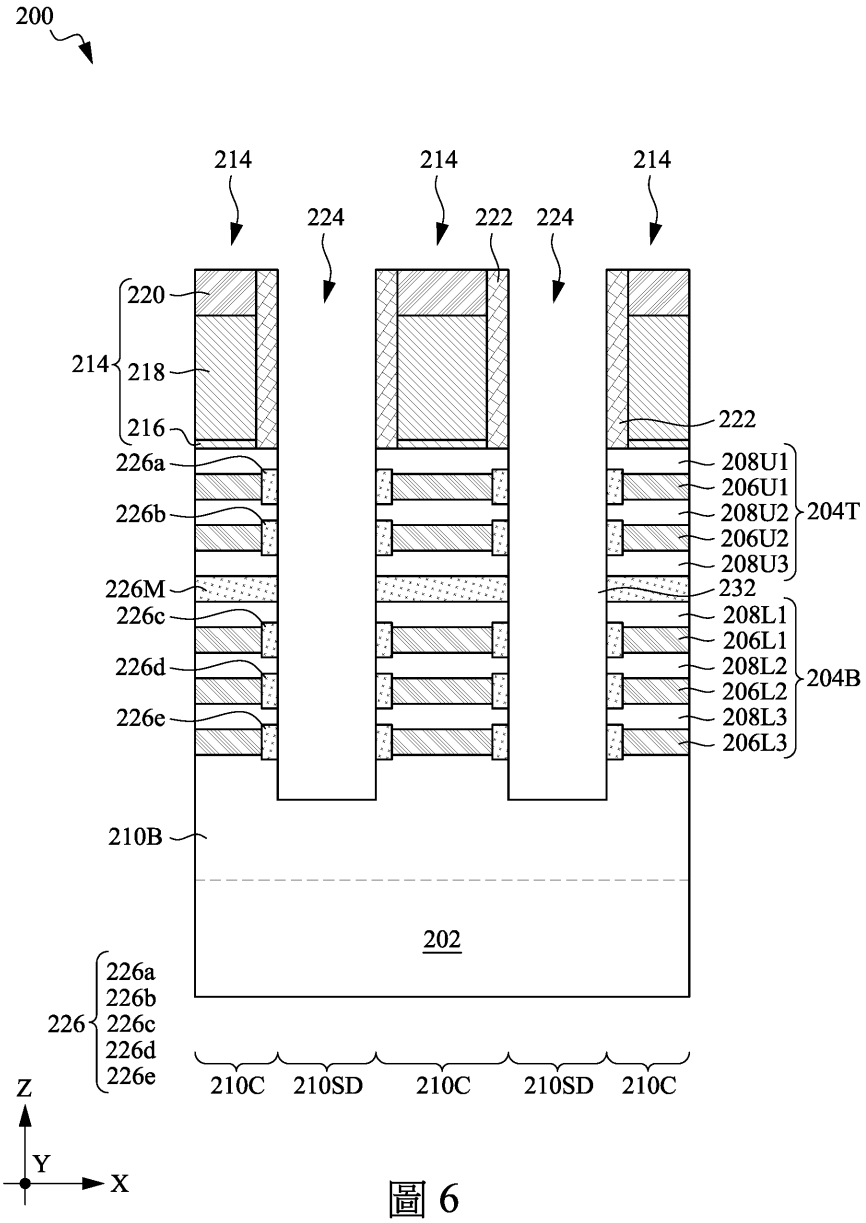

200
214
214
214
224
222
224
220
214
218
216
222
226a
208U1
206U1
226b
208U2
204T
206U2
208U3
226M
232
226c
208L1
206L1
226d
208L2
204B
206L2
226e
208L3
206L3
210B
202
226
226a
226b
226c
226d
226e
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 6

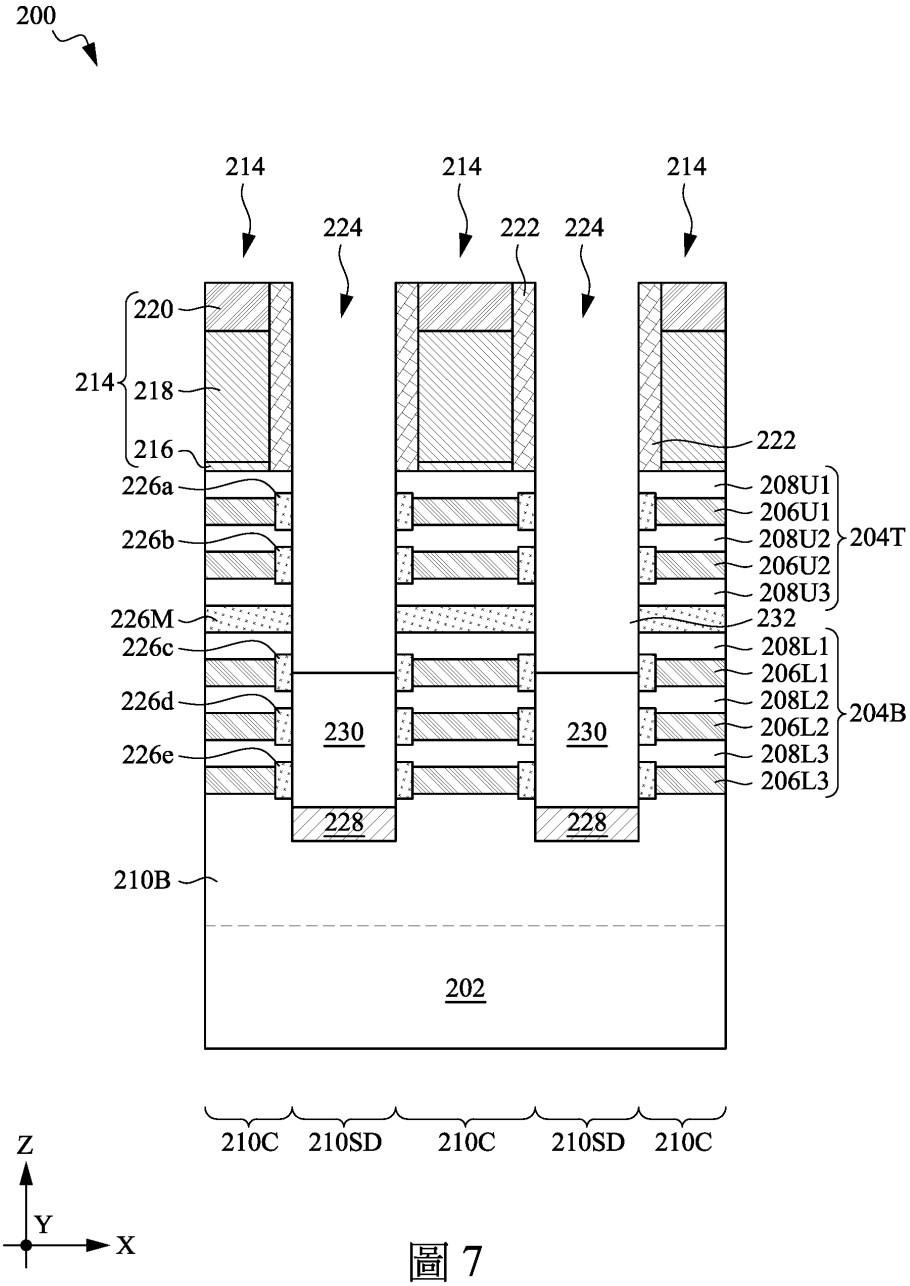

200
214
214
214
224
222
224
220
214
218
216
222
226a
208U1
206U1
208U2
204T
226b
206U2
208U3
226M
232
226c
208L1
206L1
208L2
226d
230
230
204B
206L2
226e
208L3
206L3
228
228
210B
202
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 7

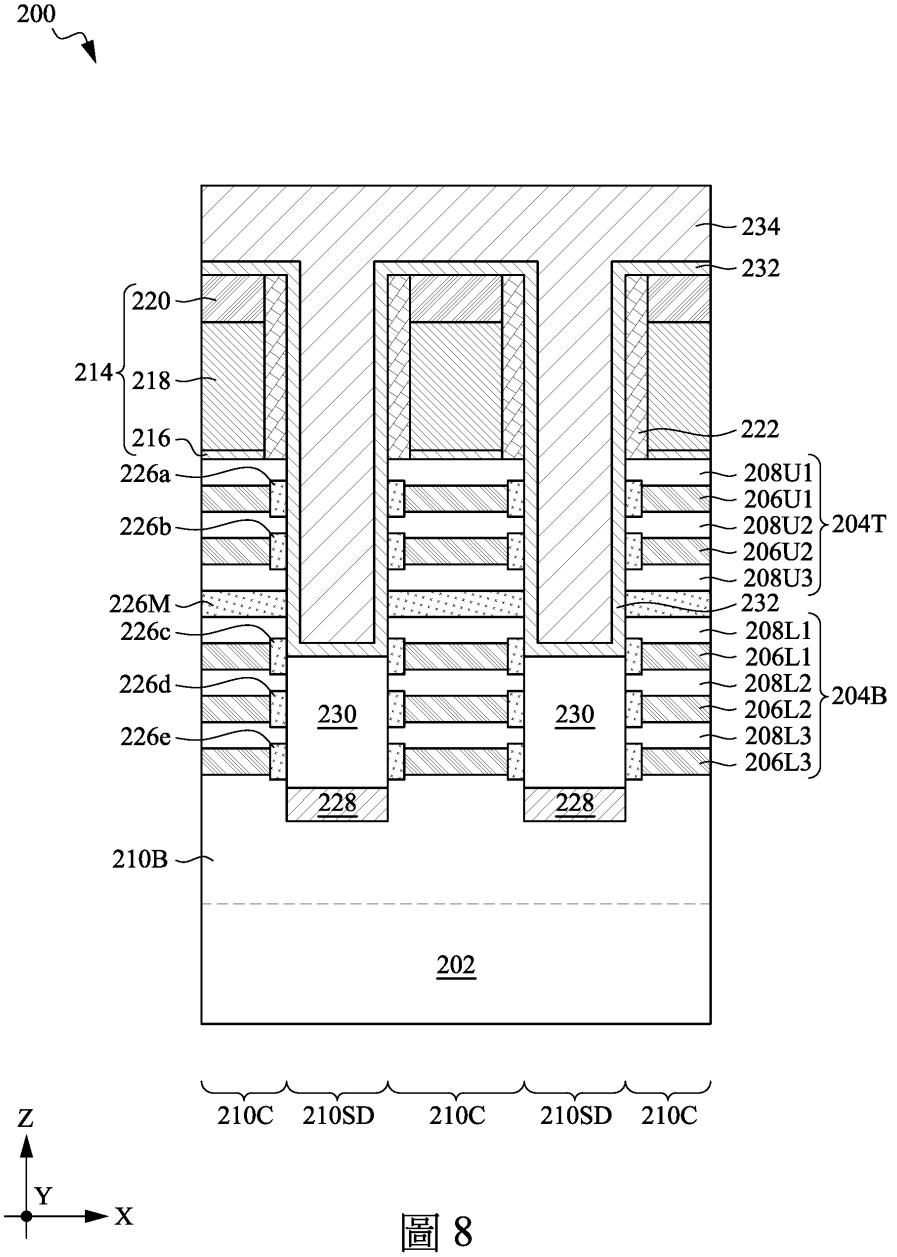

200
234
232
220
214
218
216
222
226a
208U1
206U1
208U2
204T
226b
206U2
208U3
226M
232
226c
208L1
206L1
226d
208L2
204B
230
230
206L2
226e
208L3
206L3
228
228
210B
202
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 8

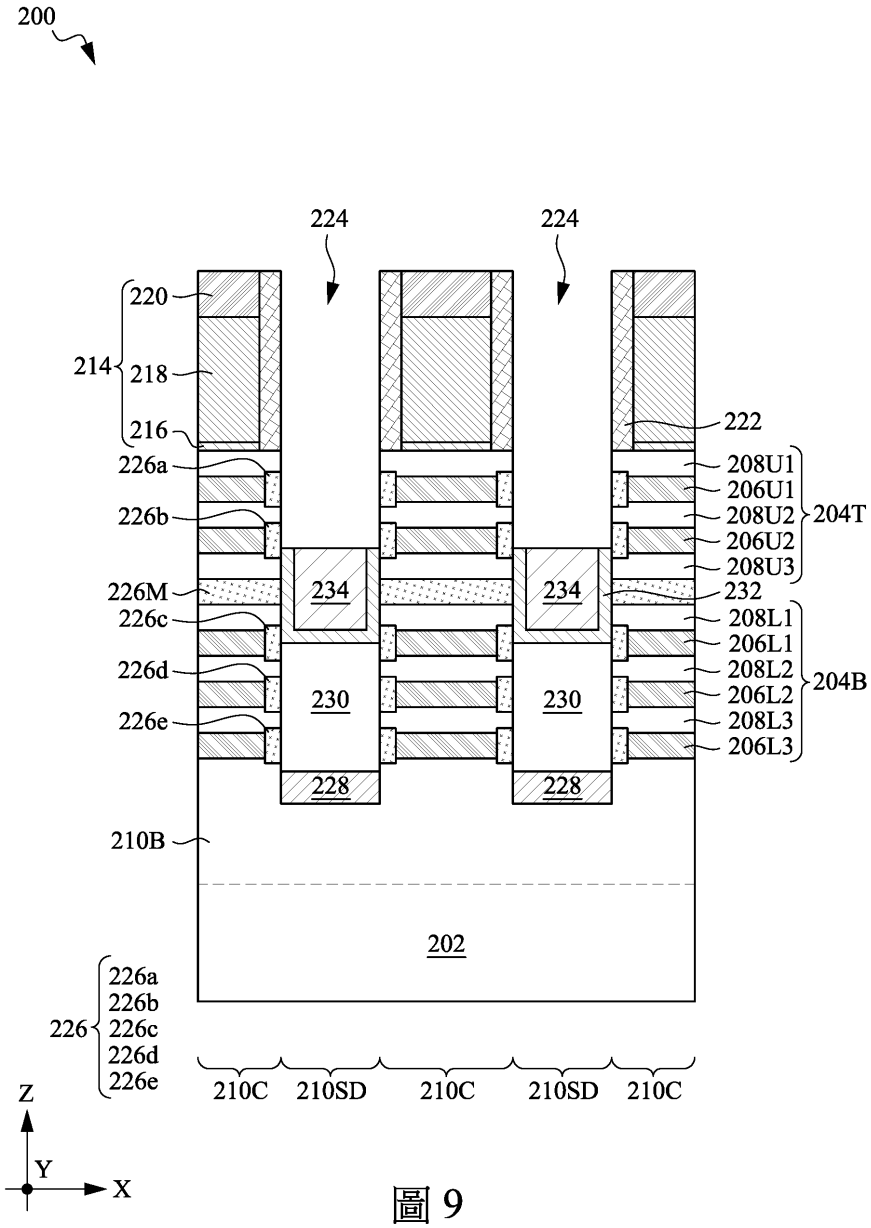

200
224
224
220
214
218
216
222
226a
208U1
206U1
226b
208U2
204T
206U2
208U3
226M
234
234
232
226c
208L1
206L1
226d
208L2
230
230
206L2
204B
226e
208L3
206L3
228
228
210B
202
226
226a
226b
226c
226d
226e
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 9

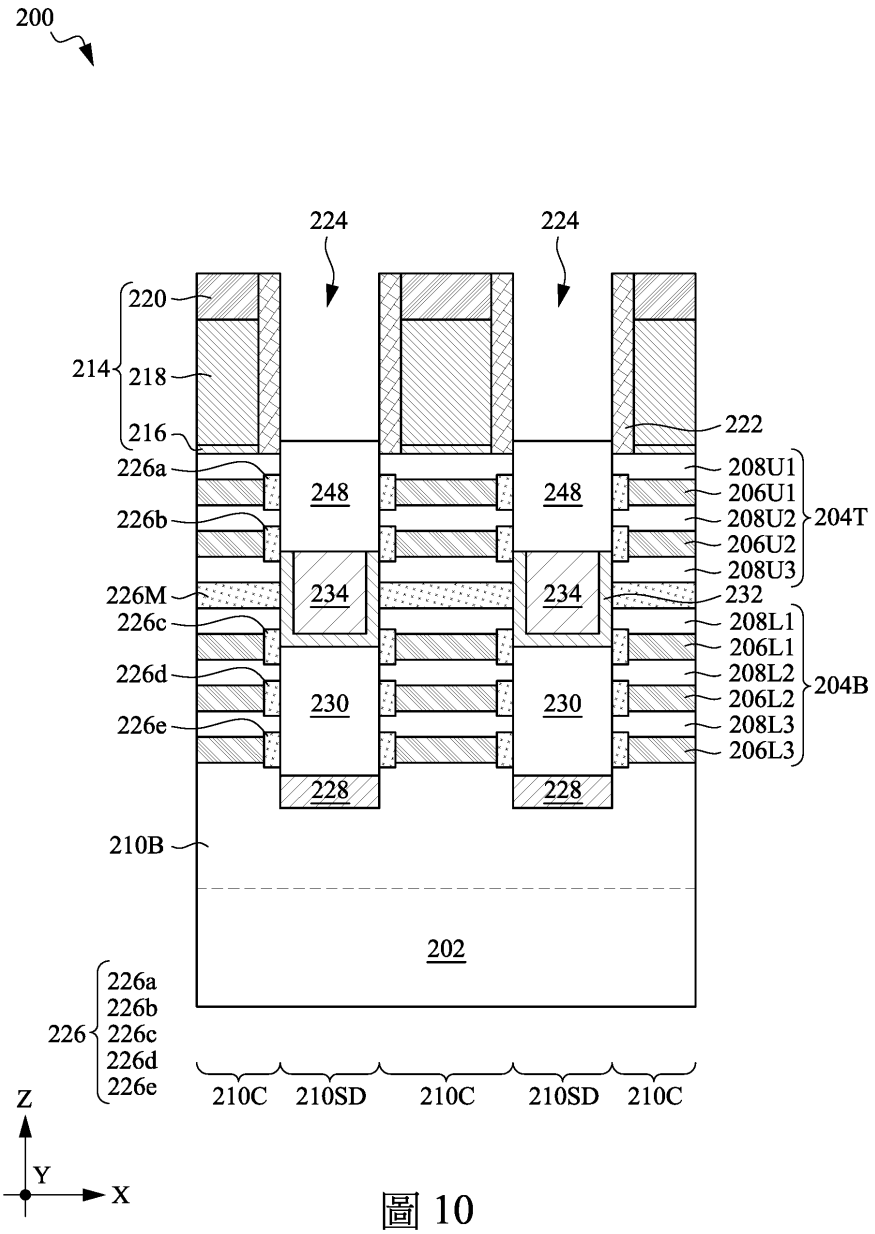

200
224
224
220
214
218
216
222
226a
248
248
208U1
206U1
208U2
204T
226b
206U2
208U3
226M
234
234
232
226c
208L1
206L1
226d
230
230
208L2
206L2
204B
226e
208L3
206L3
228
228
210B
202
226
226a
226b
226c
226d
226e
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 10

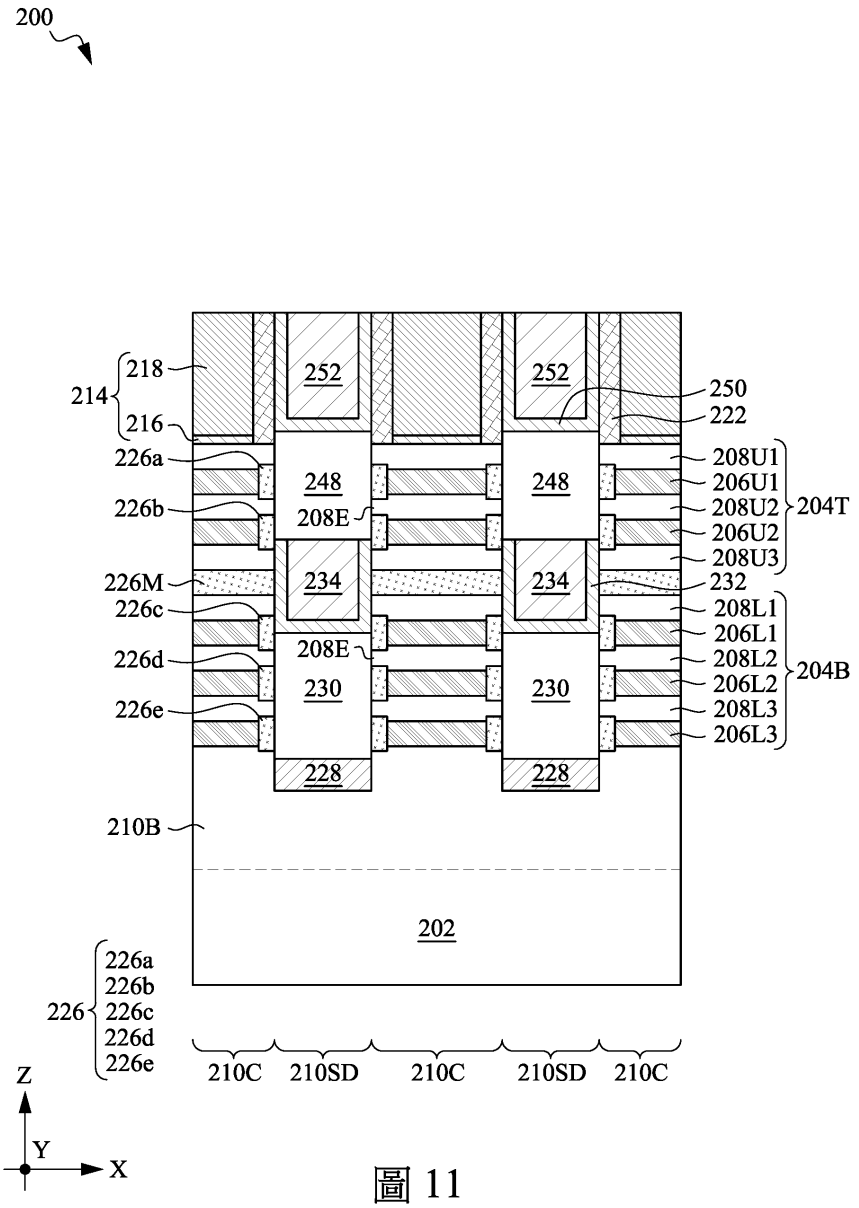

200
214
218
216
252
252
250
222
226a
226b
226M
226c
226d
226e
248
208E
248
234
234
232
230
230
228
228
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
210B
202
226
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 11

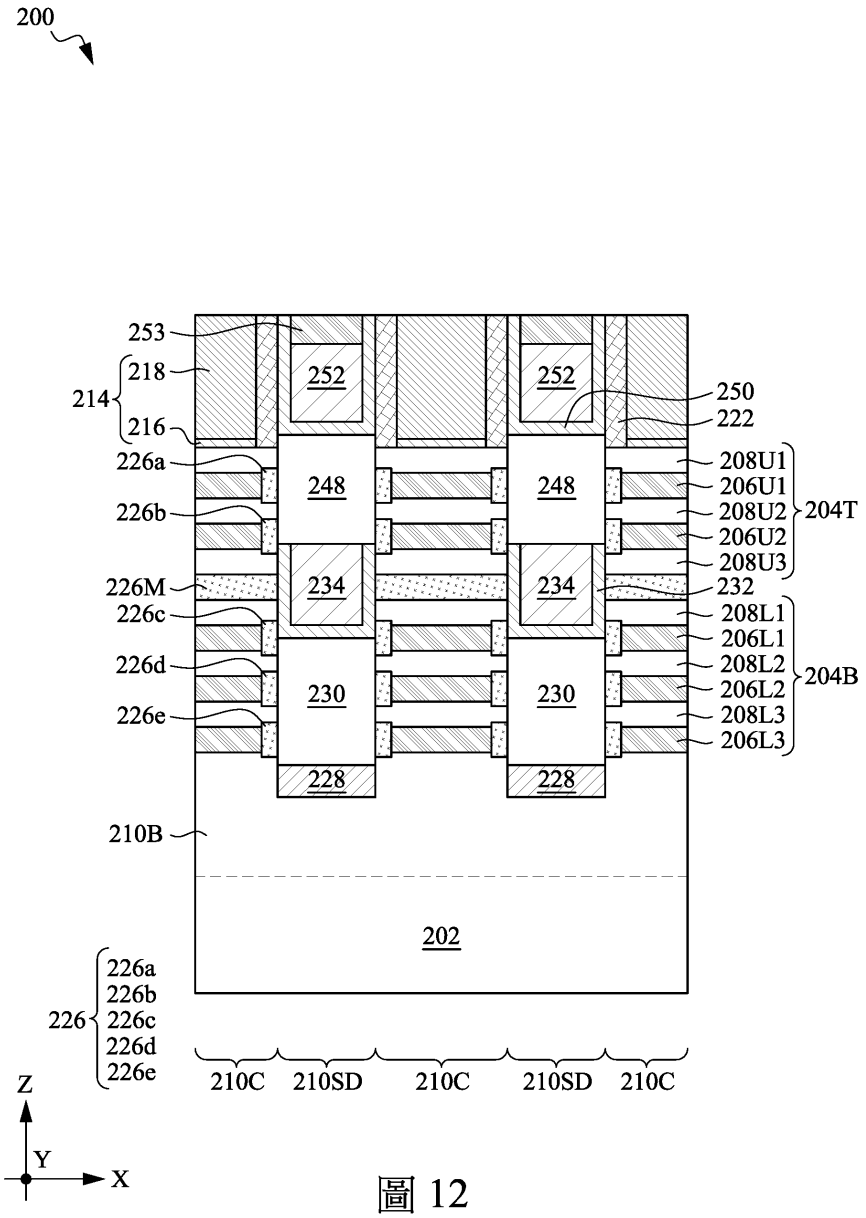

200
253
218
214
216
252
252
250
222
226a
248
248
208U1
206U1
208U2
204T
226b
206U2
208U3
226M
234
234
232
226c
208L1
206L1
226d
208L2
204B
230
230
206L2
226e
208L3
206L3
228
228
210B
202
226
226a
226b
226c
226d
226e
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 12

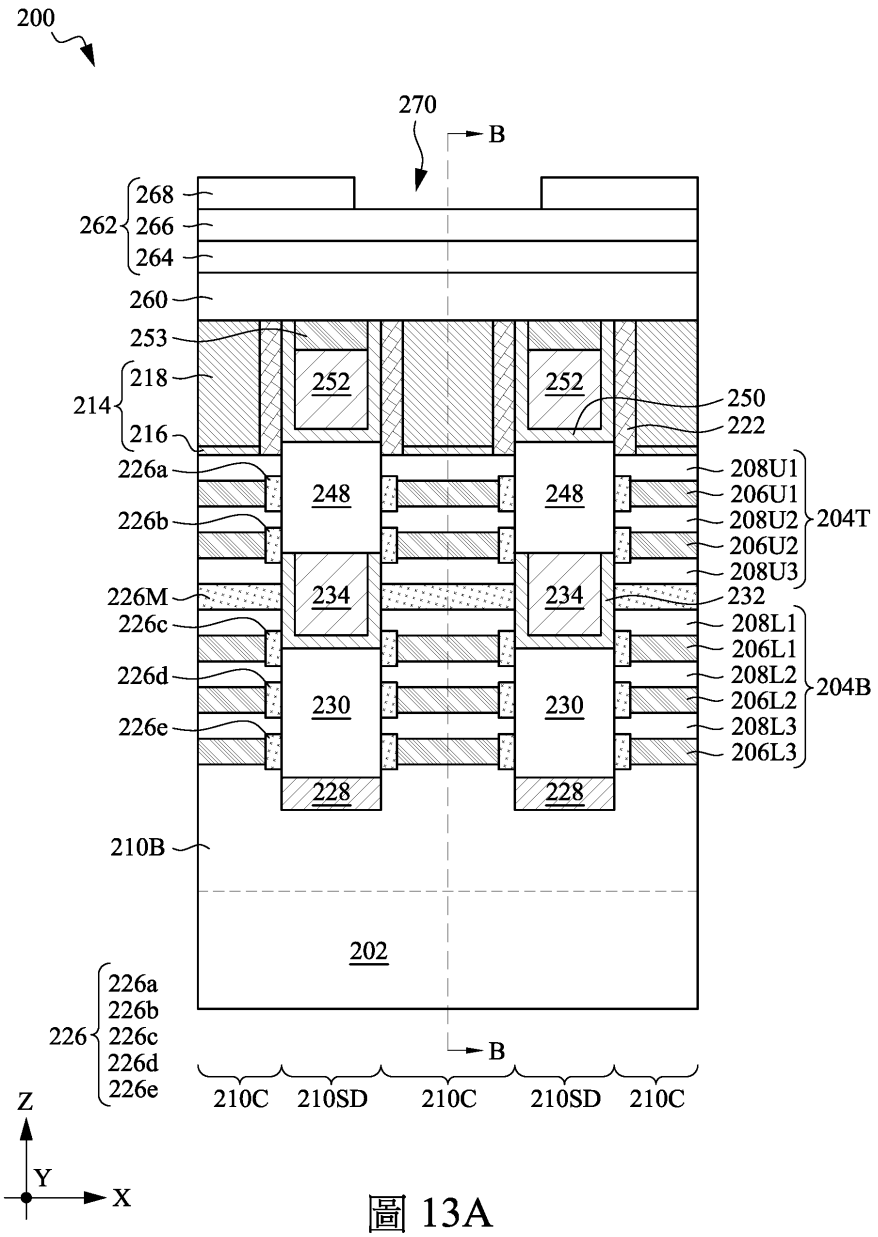

200
270
B
268
262
266
264
260
253
252
252
218
214
216
250
222
226a
248
248
208U1
206U1
208U2
204T
226b
206U2
208U3
226M
234
234
232
226c
208L1
206L1
208L2
226d
230
230
204B
206L2
208L3
226e
206L3
228
228
210B
202
226a
226b
226
226c
226d
226e
B
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 13A

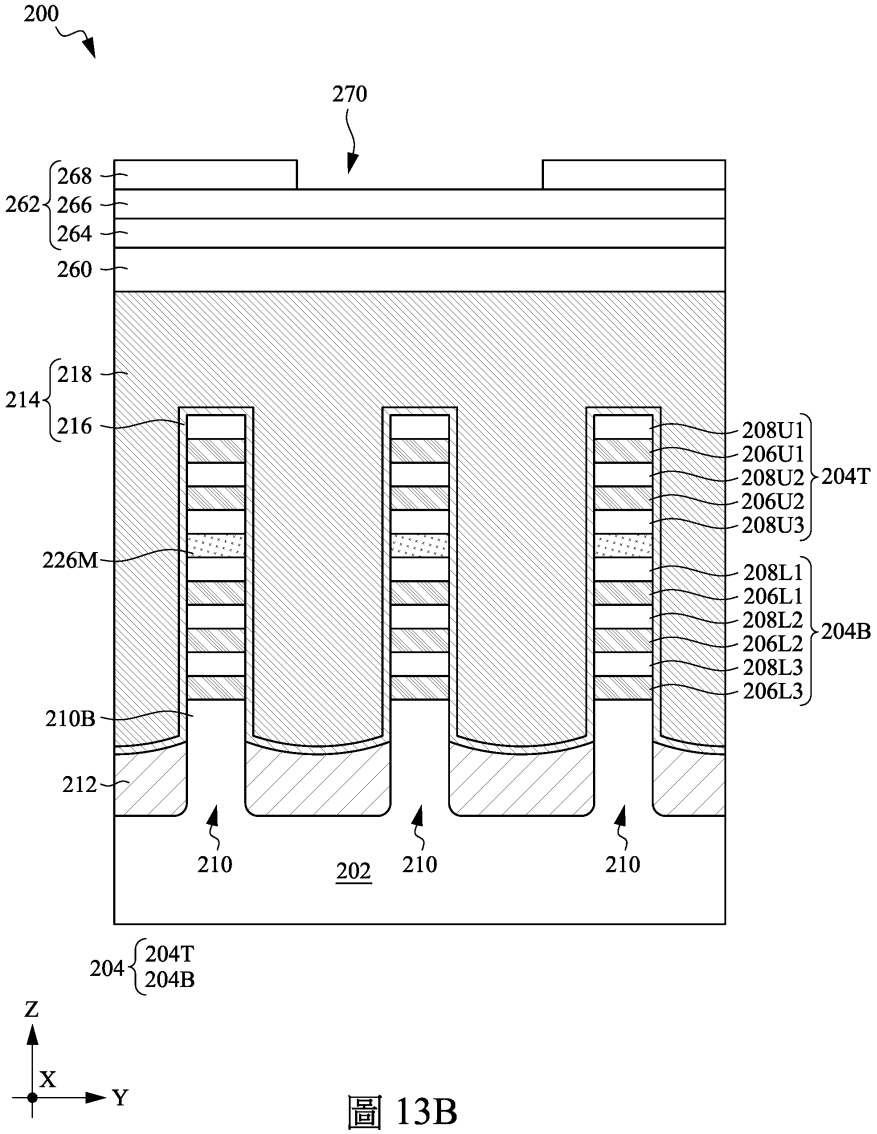

200
270
268
262
266
264
260
218
214
216
226M
210B
212
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
210
202
210
210
204
204T
204B
Z
X
Y

圖 13B

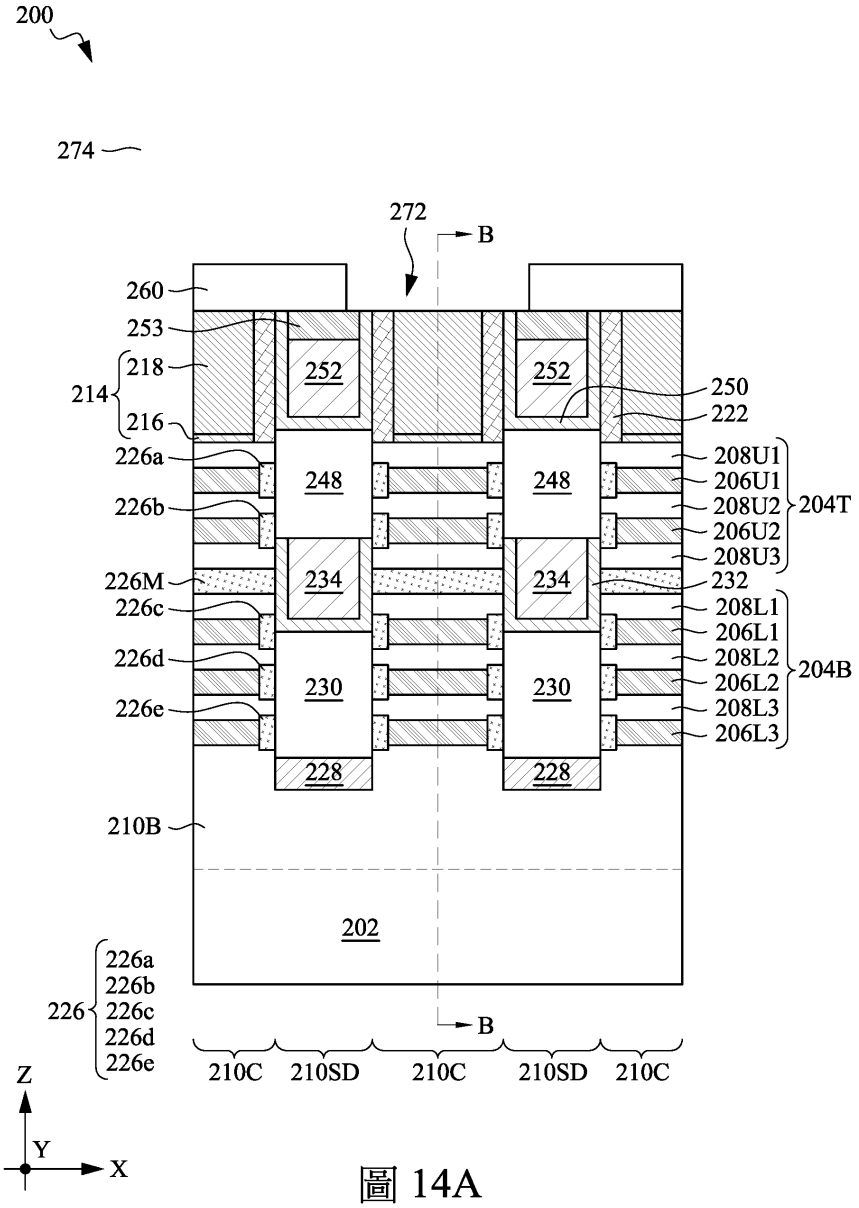

200
274
272
B
260
253
218
214
216
226a
226b
226M
226c
226d
226e
226
252
252
250
222
248
248
208U1
206U1
208U2
204T
206U2
208U3
234
234
232
208L1
206L1
208L2
204B
206L2
208L3
206L3
230
230
228
228
210B
202
B
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 14A

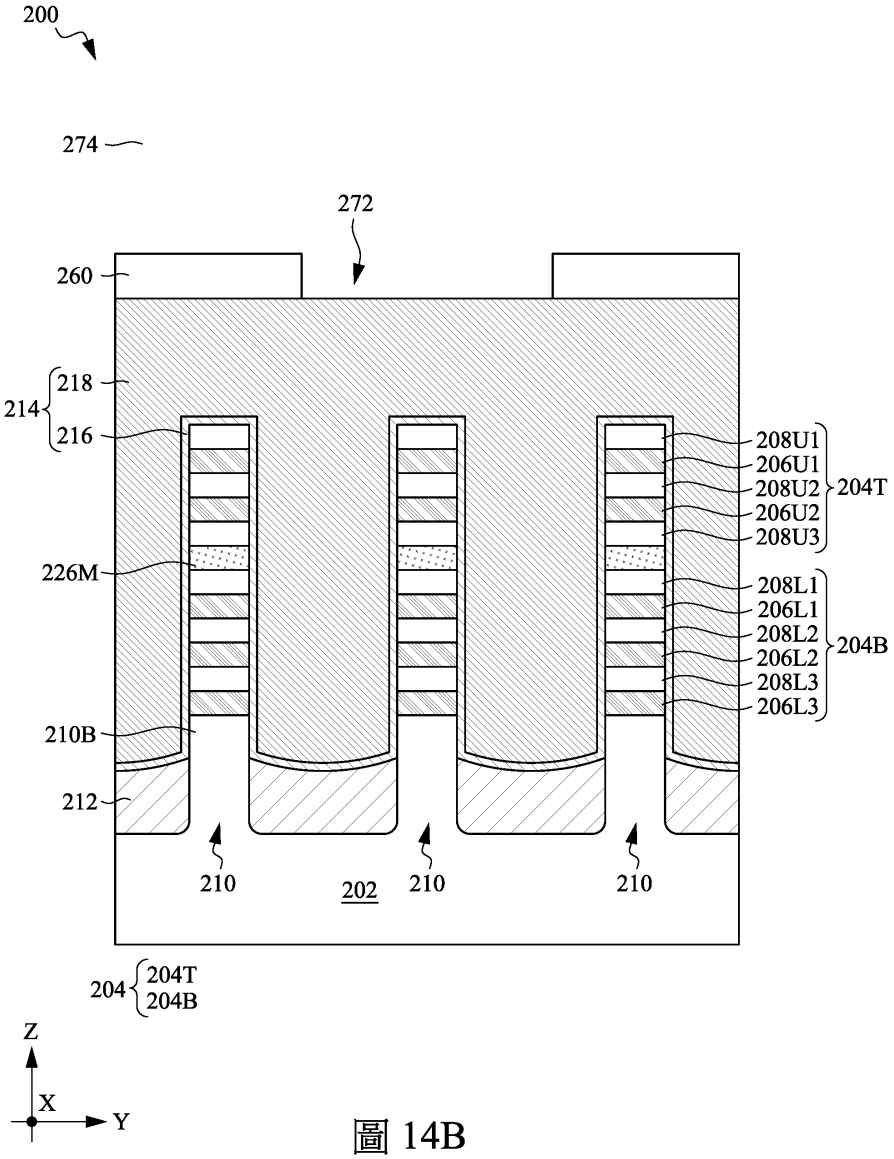

200
274
272
260
218
214
216
226M
210B
212
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
210
202
210
210
204
204T
204B
Z
X
Y

圖 14B

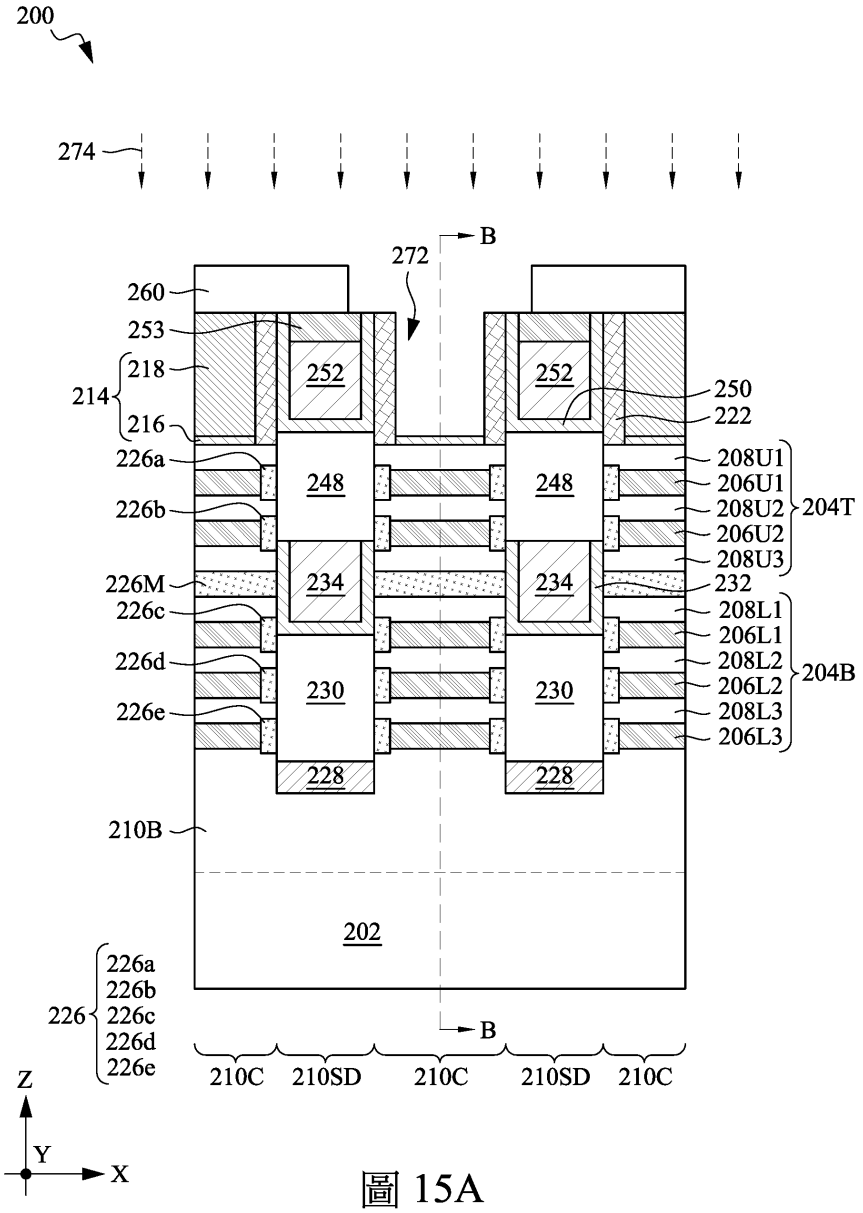

200
274
272
B
260
253
218
214
216
226a
226b
226M
226c
226d
226e
252
252
250
222
248
248
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
234
234
232
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
230
230
228
228
210B
202
226
226a
226b
226c
226d
226e
B
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 15A

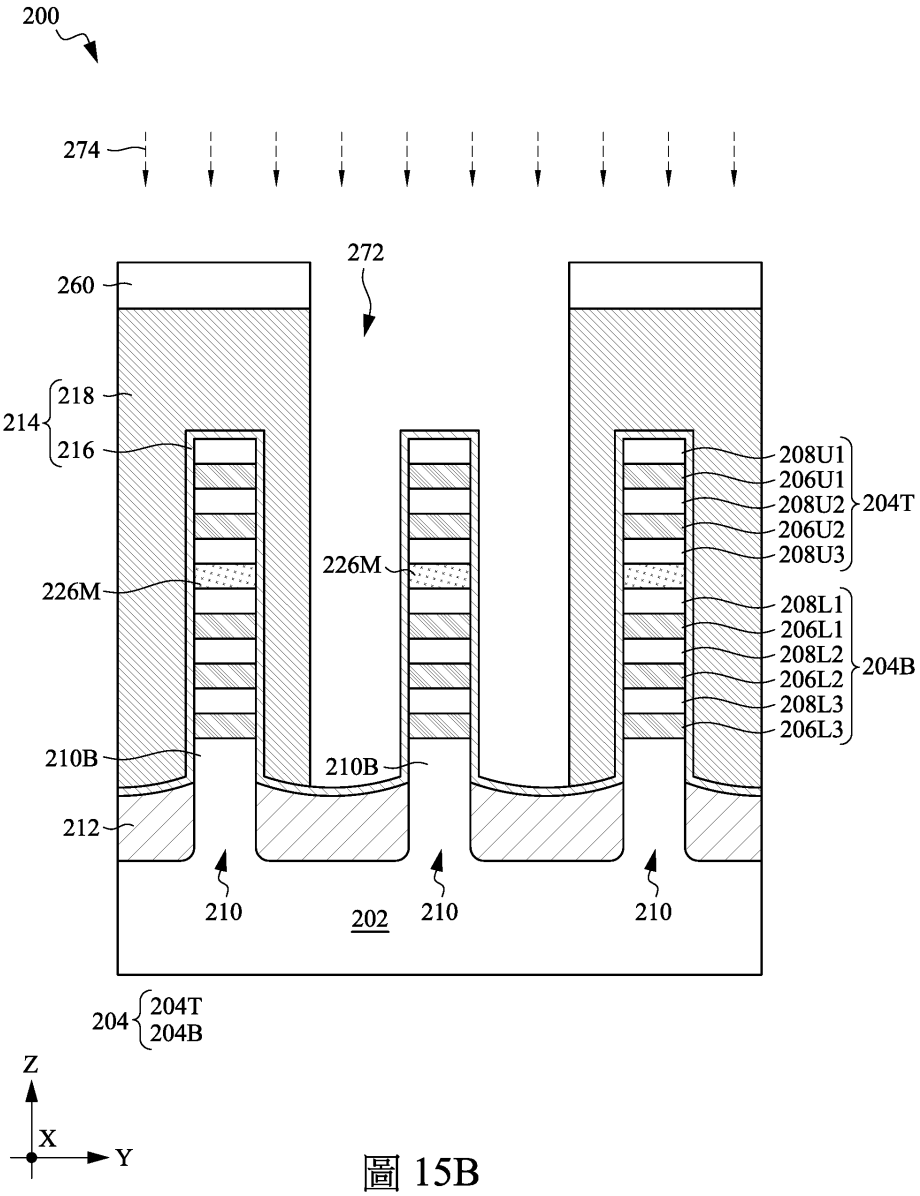

200
274
272
260
218
214
216
226M
226M
208U1
206U1
208U2
204T
206U2
208U3
208L1
206L1
208L2
204B
206L2
208L3
206L3
210B
210B
212
210
202
210
210
204
204T
204B
Z
X
Y

圖 15B

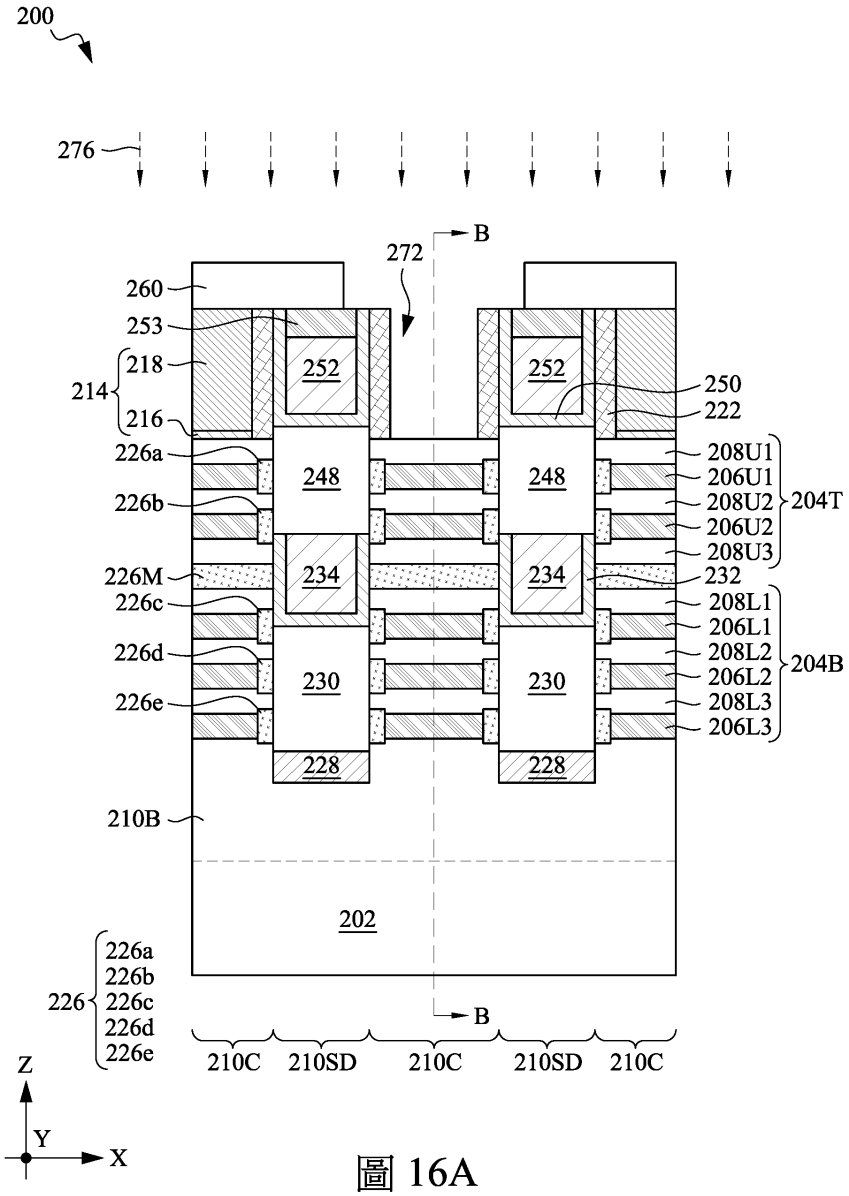

200
276
272
B
260
253
218
214
216
252
252
250
222
226a
226b
248
248
208U1
206U1
208U2
204T
206U2
208U3
226M
234
234
232
226c
226d
230
230
208L1
206L1
208L2
204B
206L2
208L3
206L3
226e
228
228
210B
202
226
226a
226b
226c
226d
226e
B
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 16A

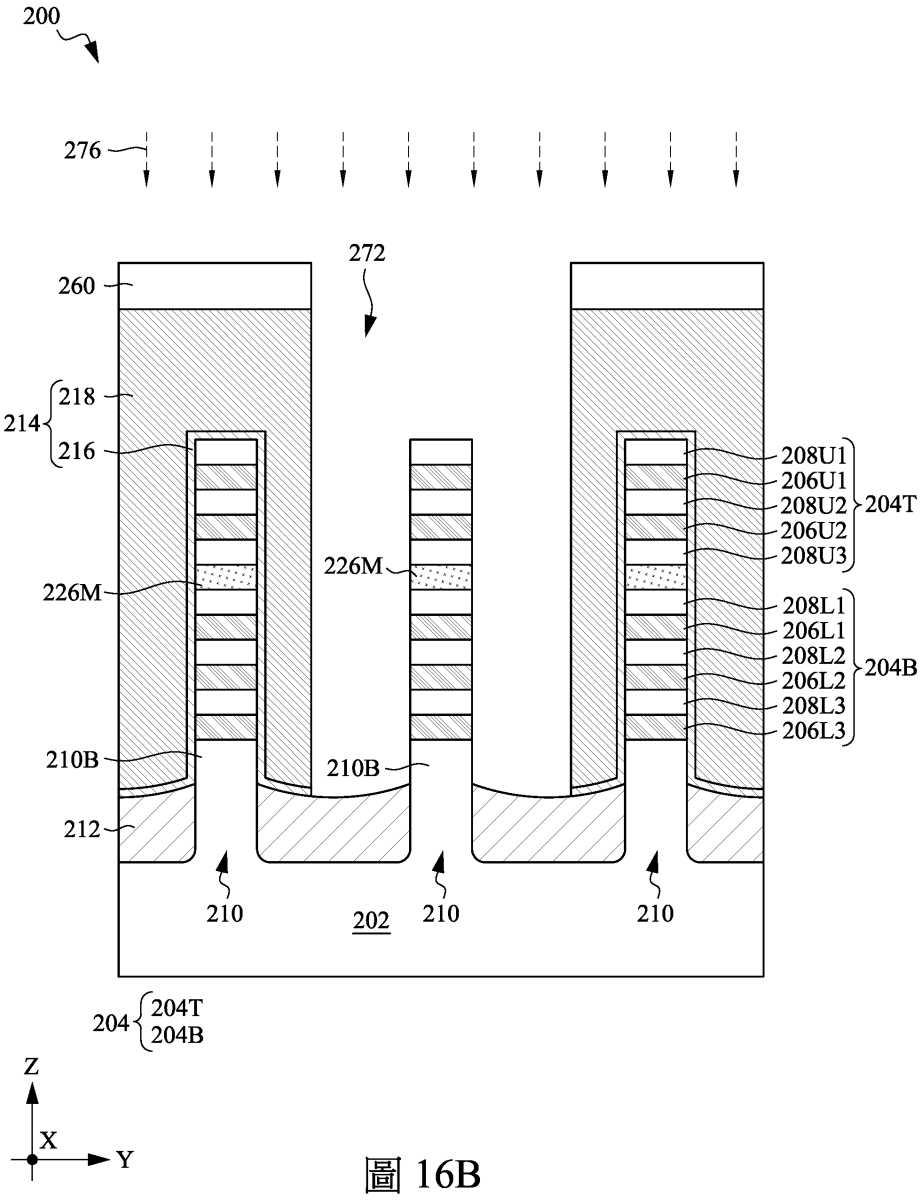

200
276
272
260
218
214
216
226M
226M
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
210B
210B
212
210
202
210
210
204
204T
204B
Z
X
Y

圖 16B

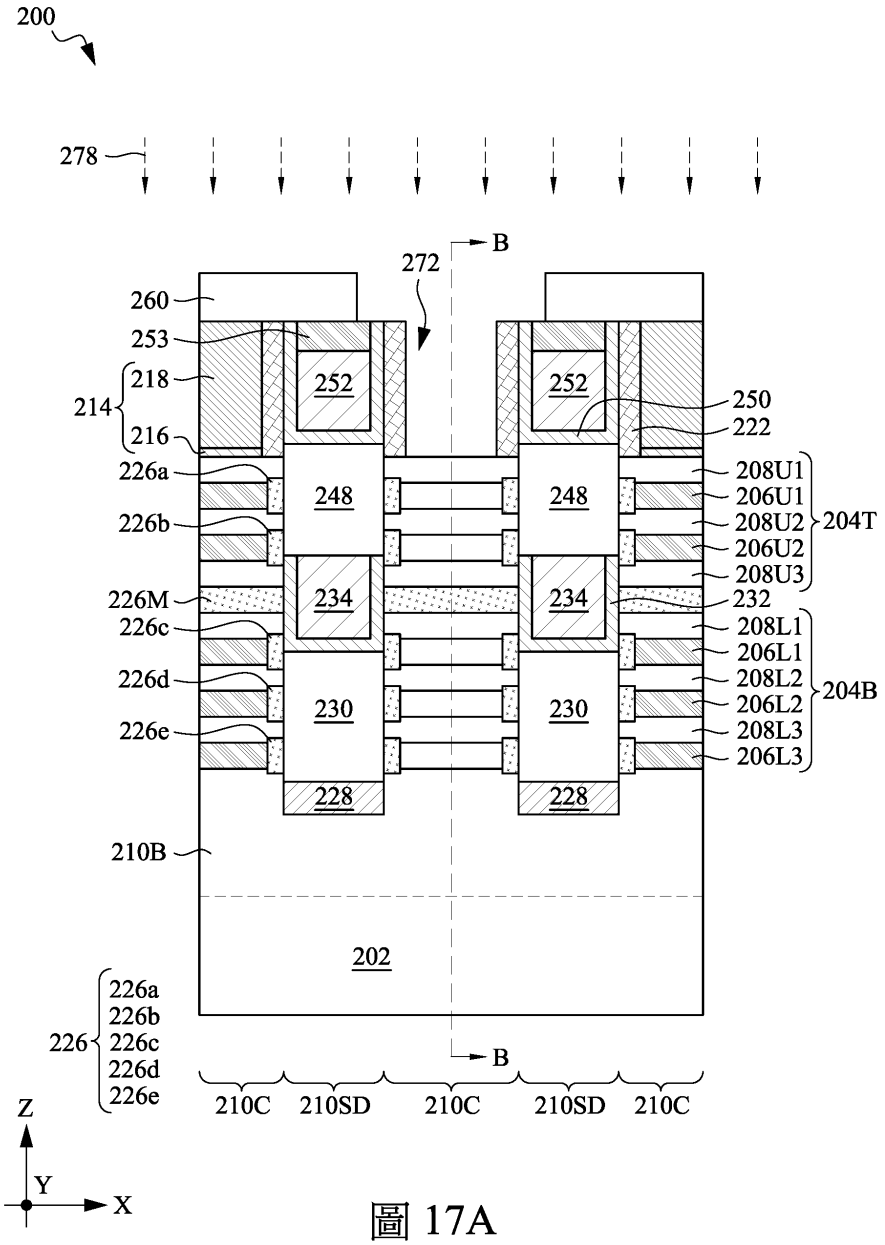

200
278
B
272
260
253
214
218
216
252
252
250
222
226a
226b
248
248
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
226M
226c
226d
226e
234
234
232
230
230
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
228
228
210B
202
226
226a
226b
226c
226d
226e
B
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 17A

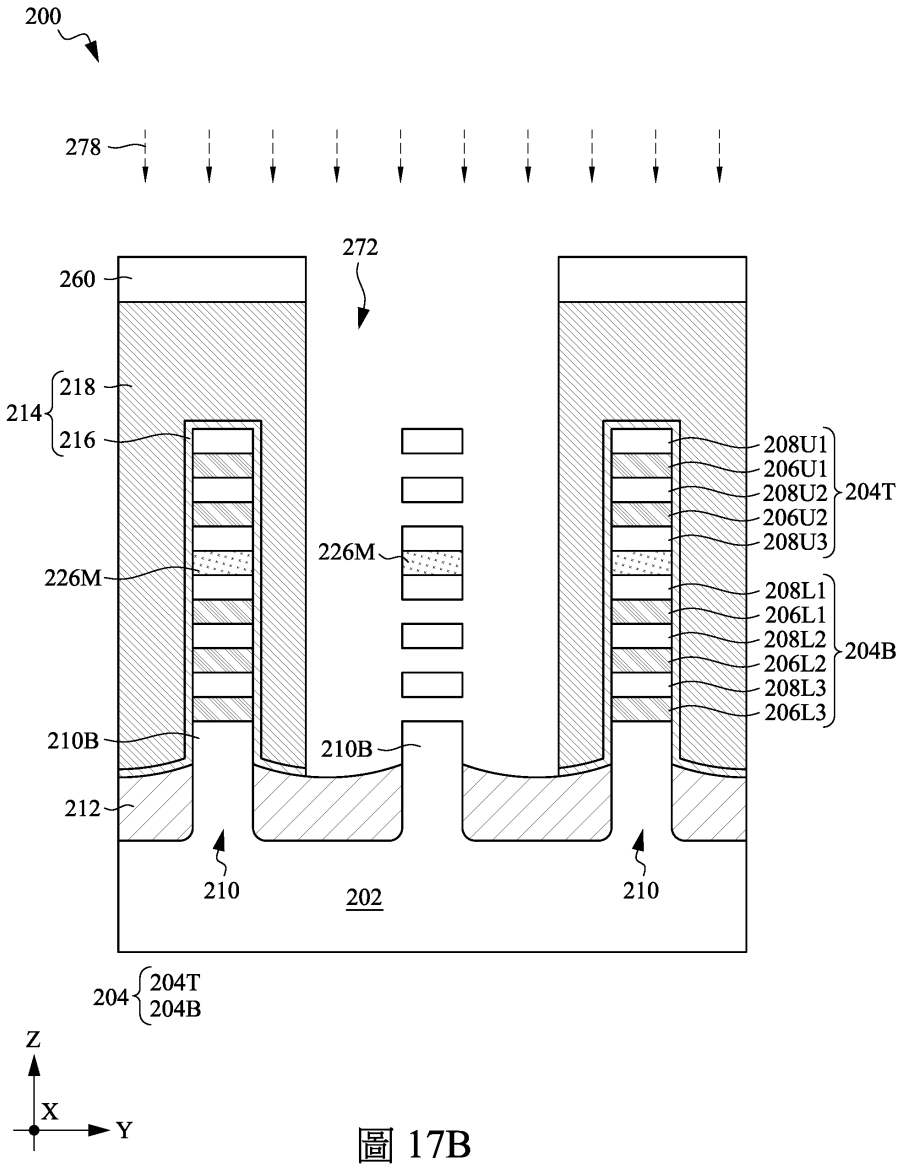

200
278
272
260
218
214
216
226M
226M
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
210B
210B
212
210
202
210
204
204T
204B
Z
X
Y

圖 17B

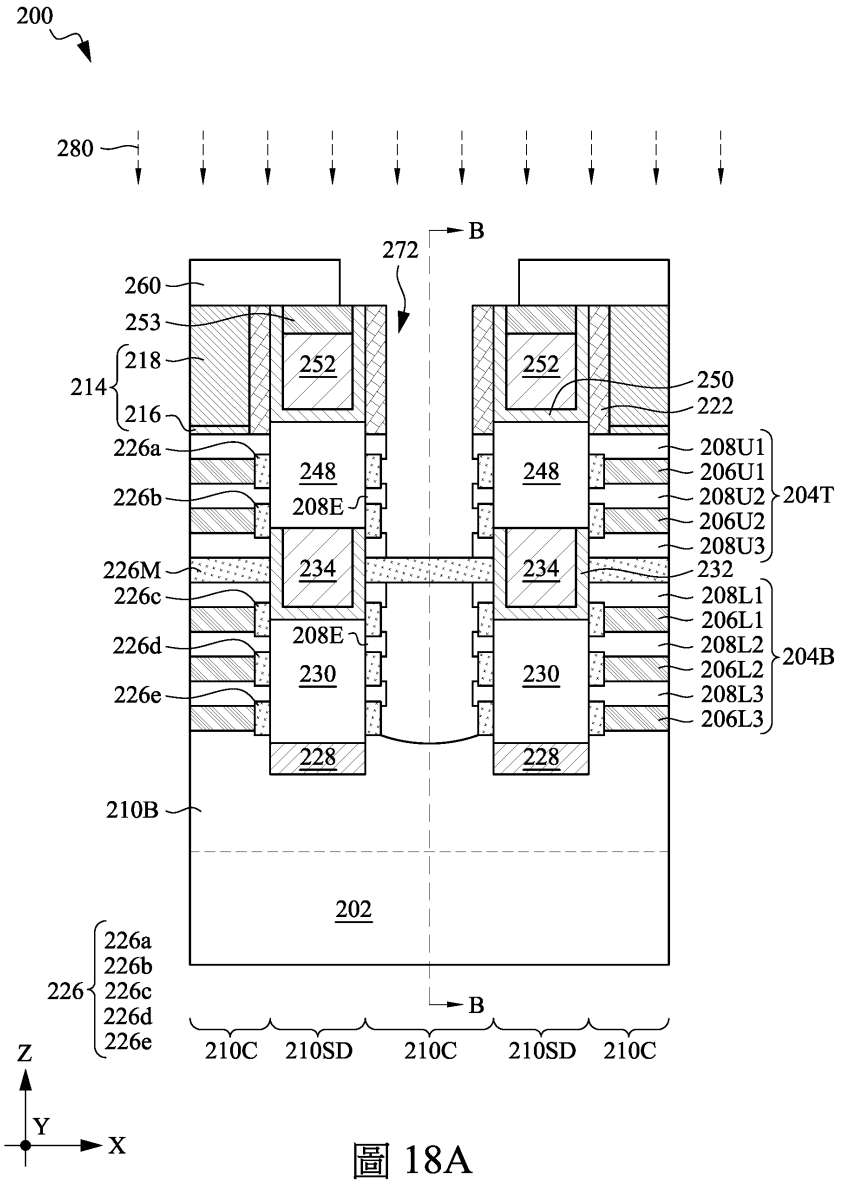

200
280
272
B
260
253
214
218
216
226a
226b
226M
226c
226d
226e
226
252
248
208E
234
230
228
210B
202
250
222
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
232
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
210C
210SD
Z
Y
X

圖 18A

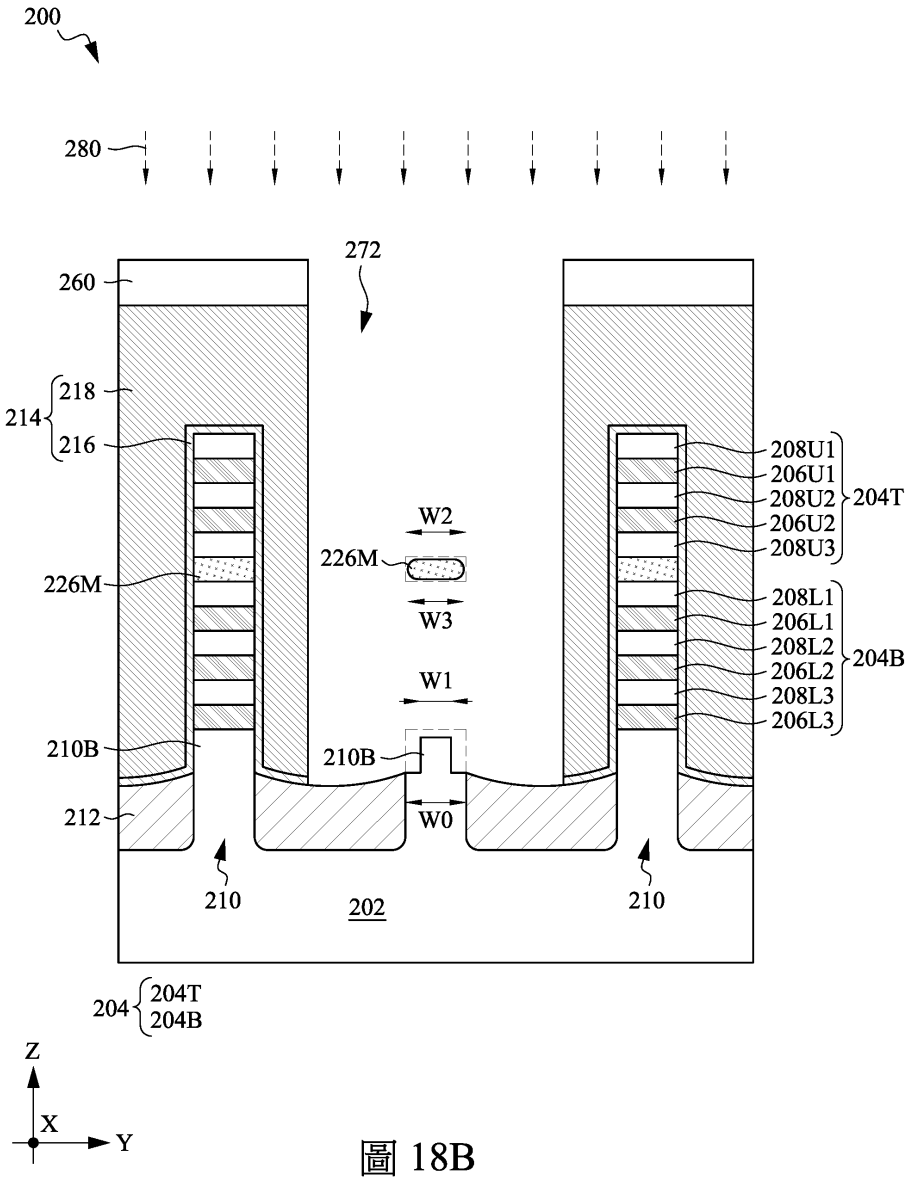

200
280
272
260
218
214
216
226M
226M
W2
W3
W1
210B
210B
W0
212
210
202
210
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
204
204T
204B
Z
X
Y

圖 18B

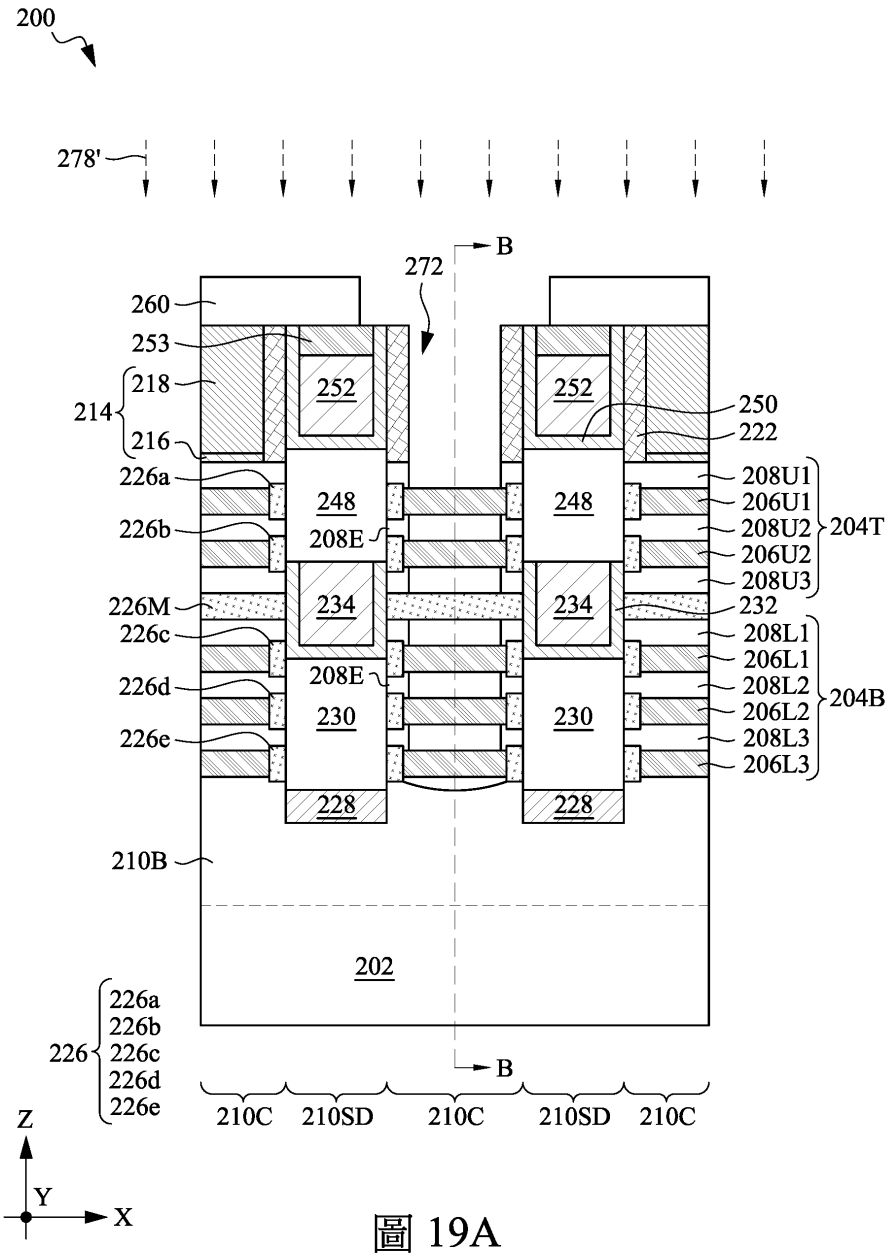

200
278'
B
272
260
253
218
214
216
226a
226b
226M
226c
226d
226e
252
252
250
222
248
248
208E
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
234
234
232
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
208E
230
230
228
228
210B
202
226
226a
226b
226c
226d
226e
B
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 19A

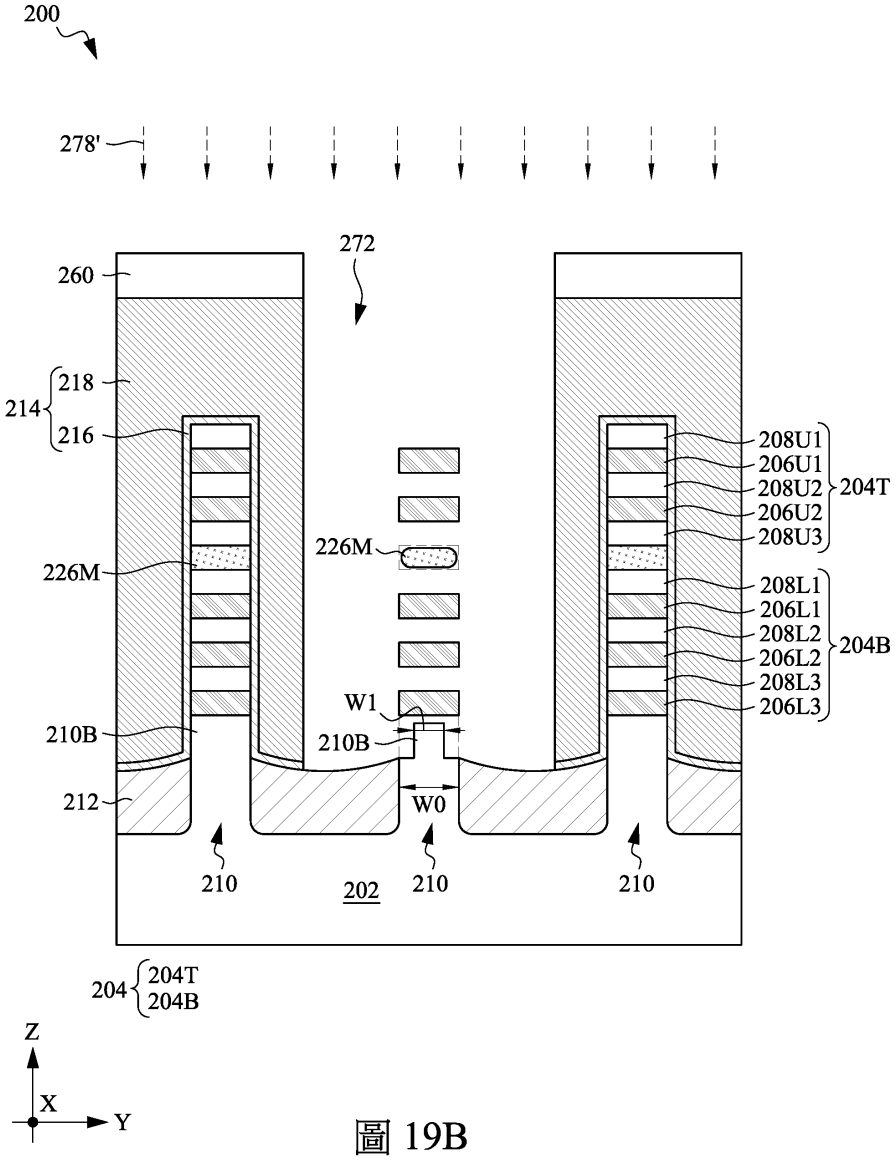

200
278'
272
260
218
214
216
226M
226M
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
W1
210B
210B
W0
212
210
202
210
210
204
204T
204B
Z
X
Y

圖 19B

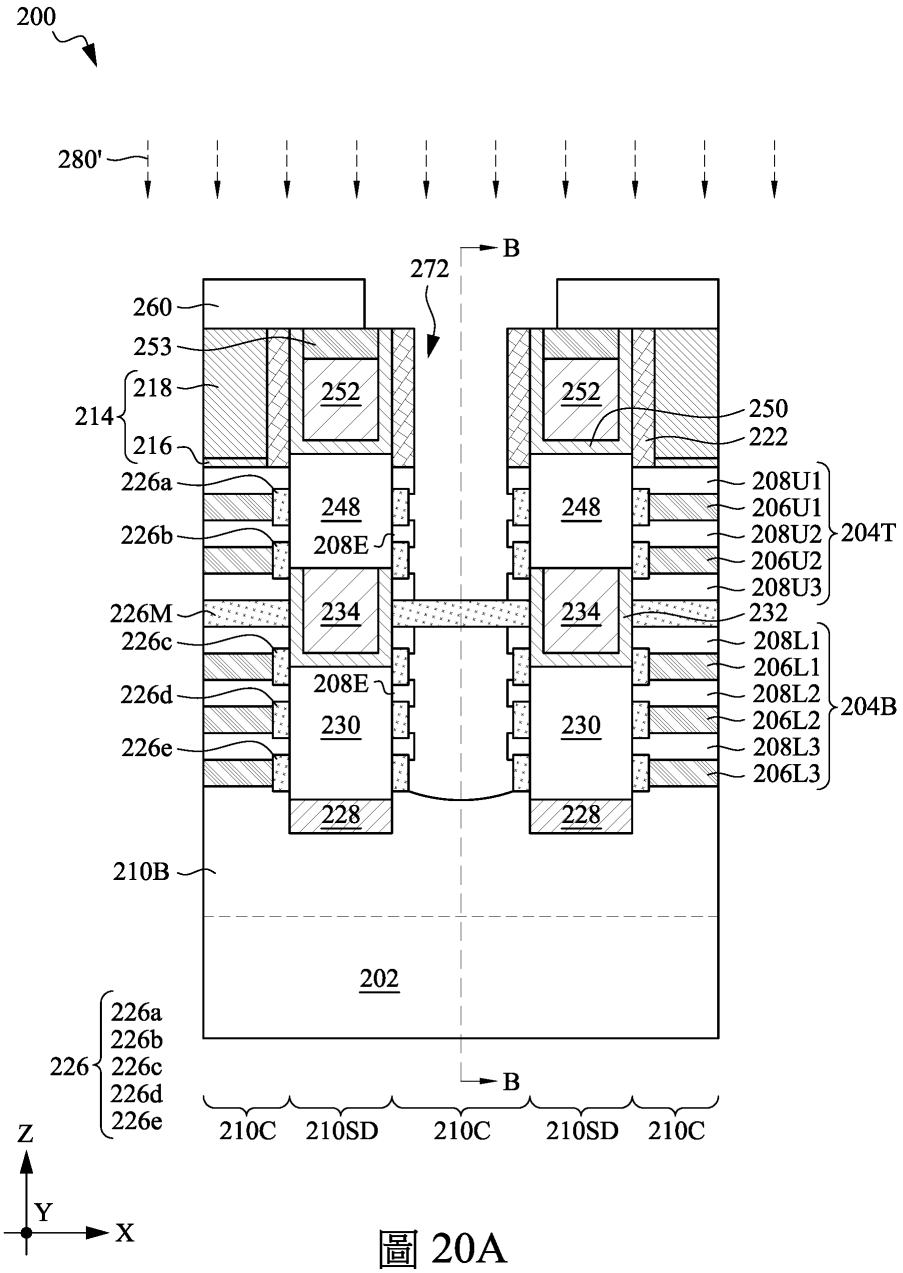

200
280'
B
272
260
253
218
214
216
252
252
250
222
226a
226b
248
208E
248
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
226M
226c
234
234
232
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
226d
226e
208E
230
230
228
228
210B
202
226
226a
226b
226c
226d
226e
B
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 20A

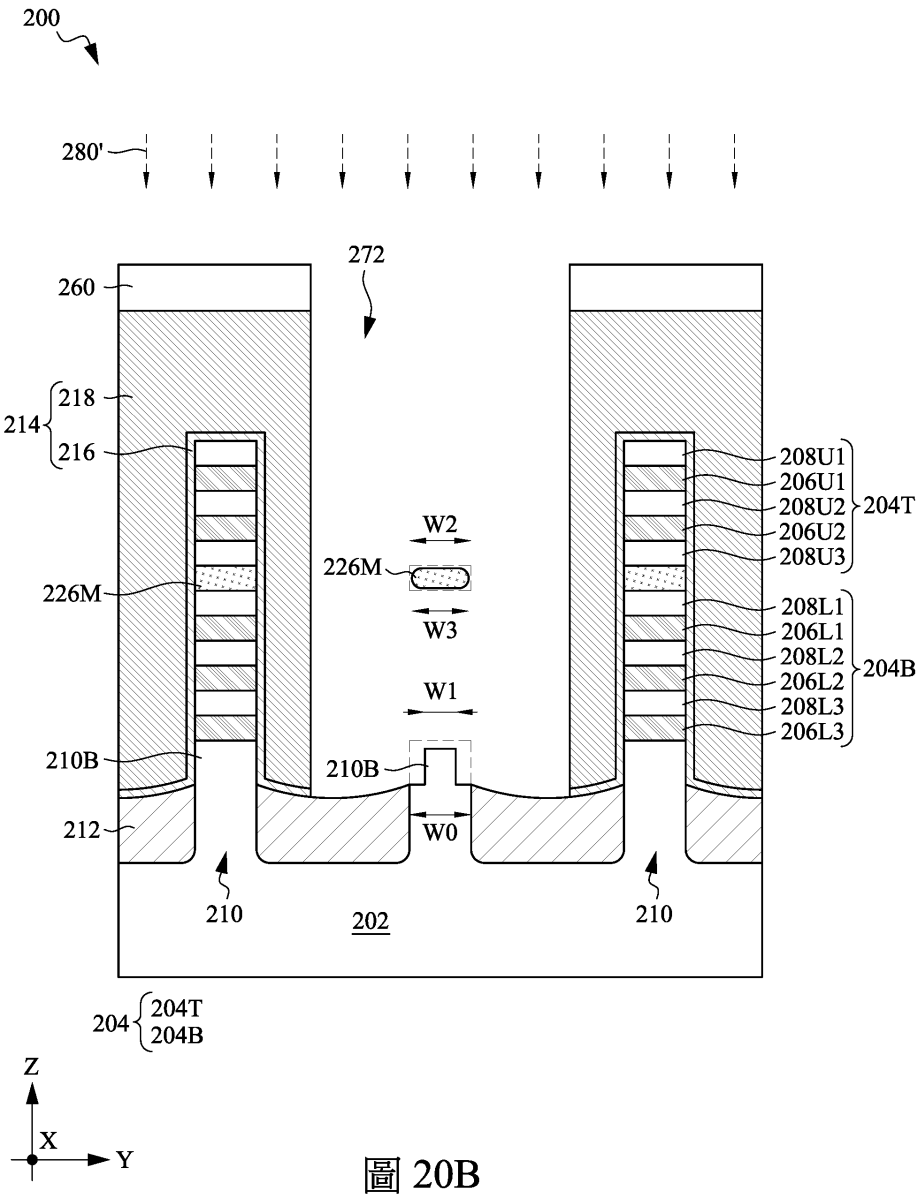

200
280'
272
260
218
214
216
226M
210B
212
210
202
210
210B
226M
W2
W3
W1
W0
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
204
204T
204B
Z
X
Y

圖 20B

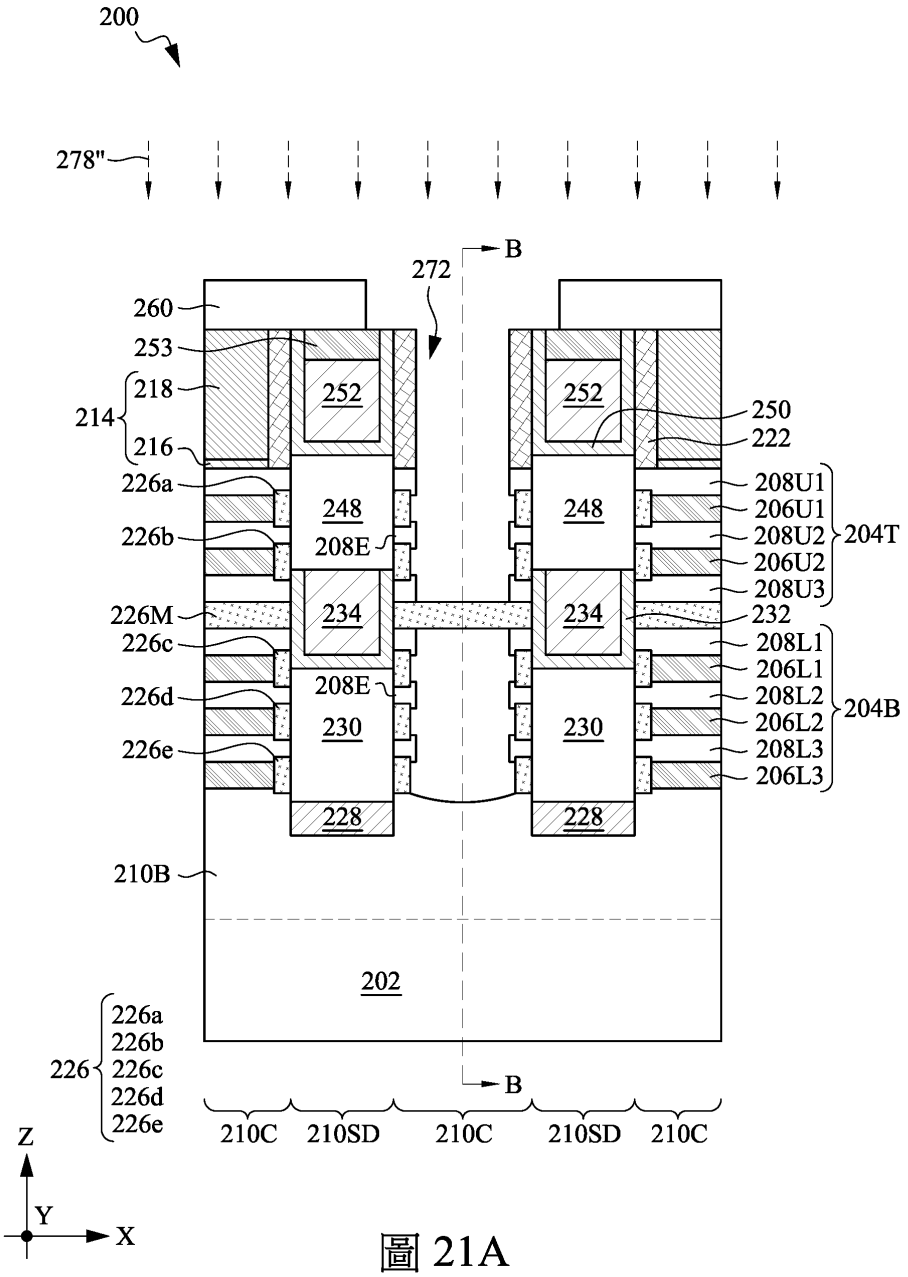

200
278"
B
272
260
253
218
214
216
226a
226b
226M
226c
226d
226e
252
252
250
222
248
248
208E
234
234
232
208E
230
230
228
228
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
210B
202
226
226a
226b
226c
226d
226e
B
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 21A

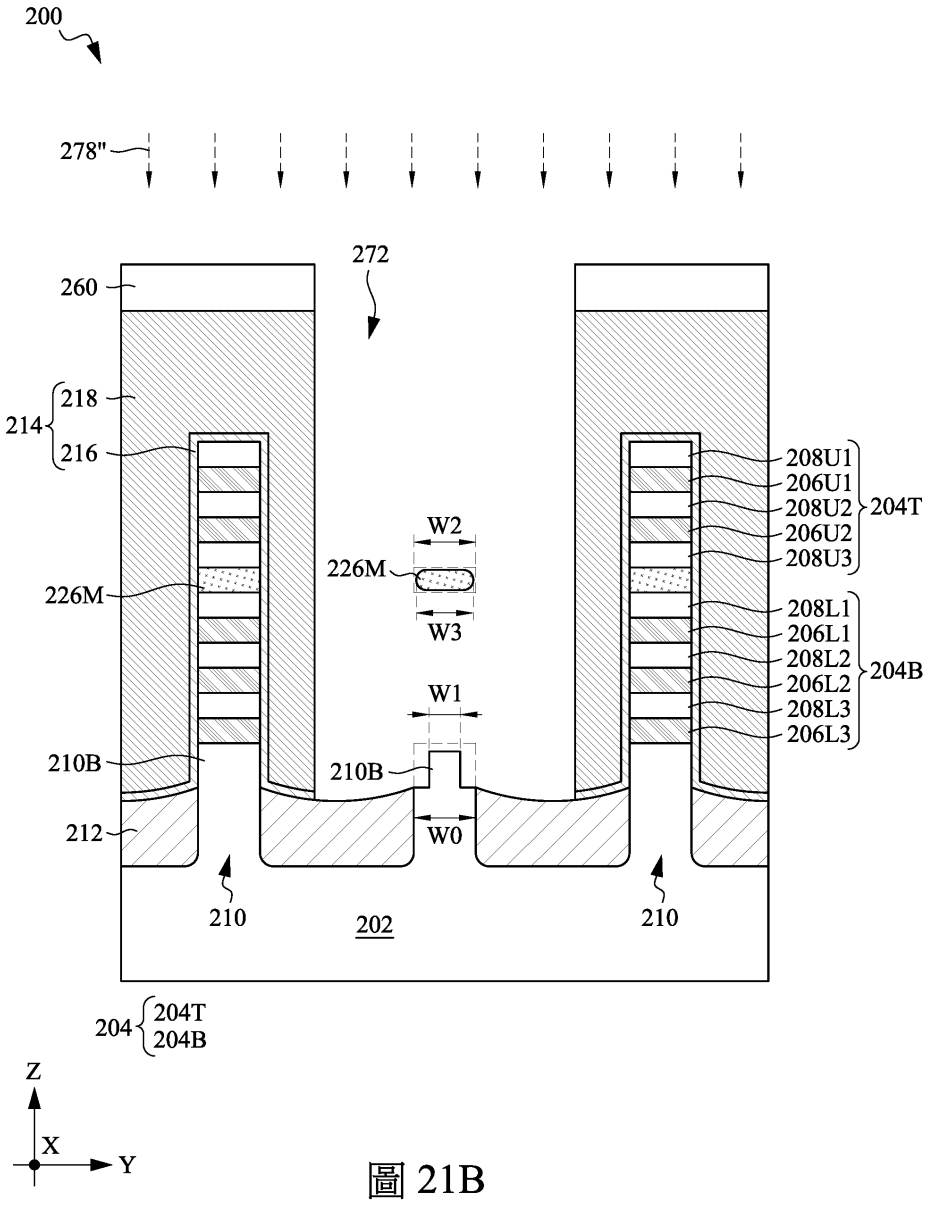

200
278"
272
260
218
214
216
226M
210B
212
210
202
210
W2
W3
W1
W0
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
204T
204
204B
Z
X
Y

圖 21B

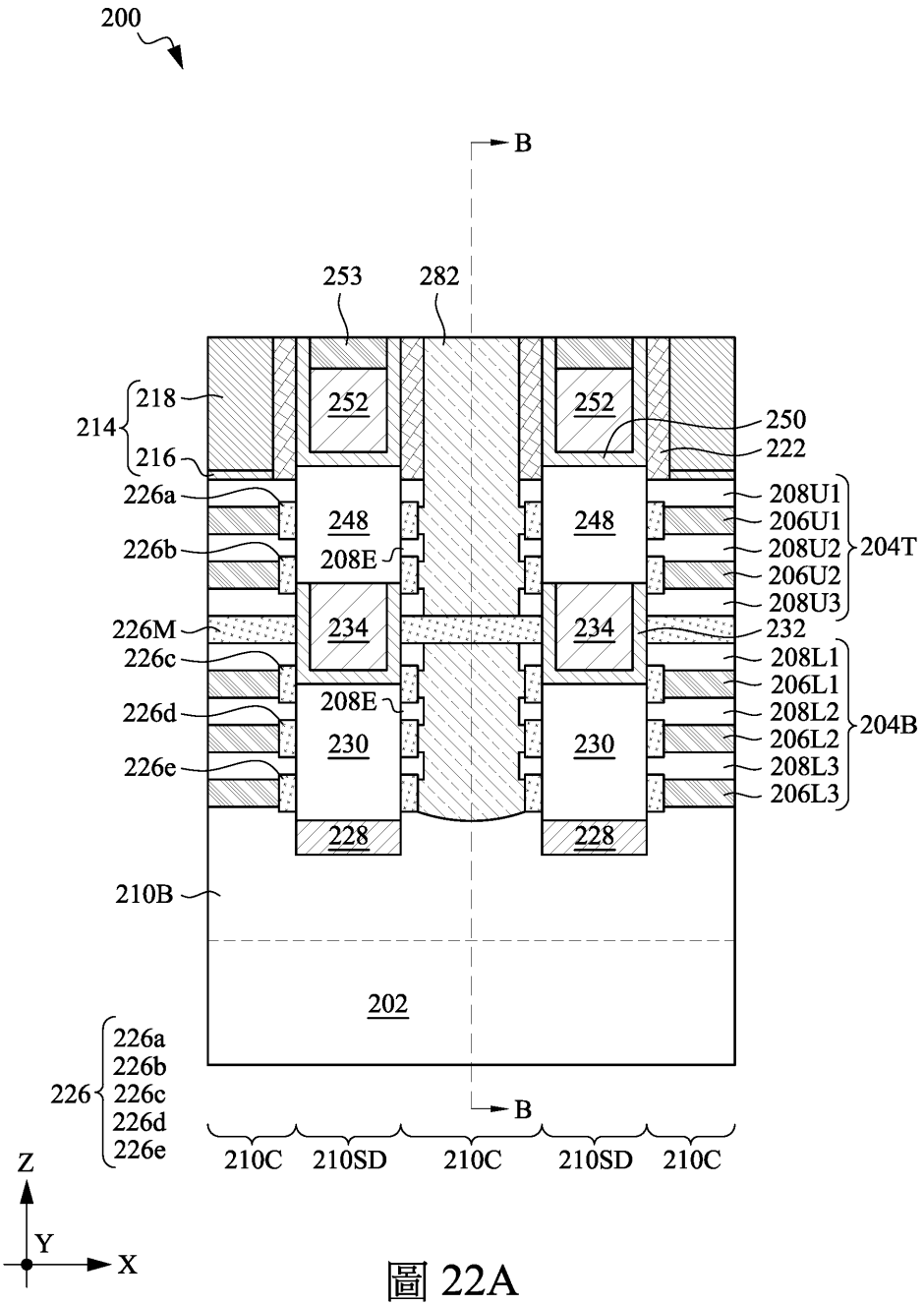

200
B
253
282
218
214
216
252
252
250
222
226a
248
248
208U1
206U1
226b
208E
208U2
206U2
204T
208U3
226M
234
234
232
226c
208L1
206L1
226d
208E
208L2
206L2
204B
230
230
226e
208L3
206L3
228
228
210B
202
226a
226b
226
226c
226d
226e
B
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 22A

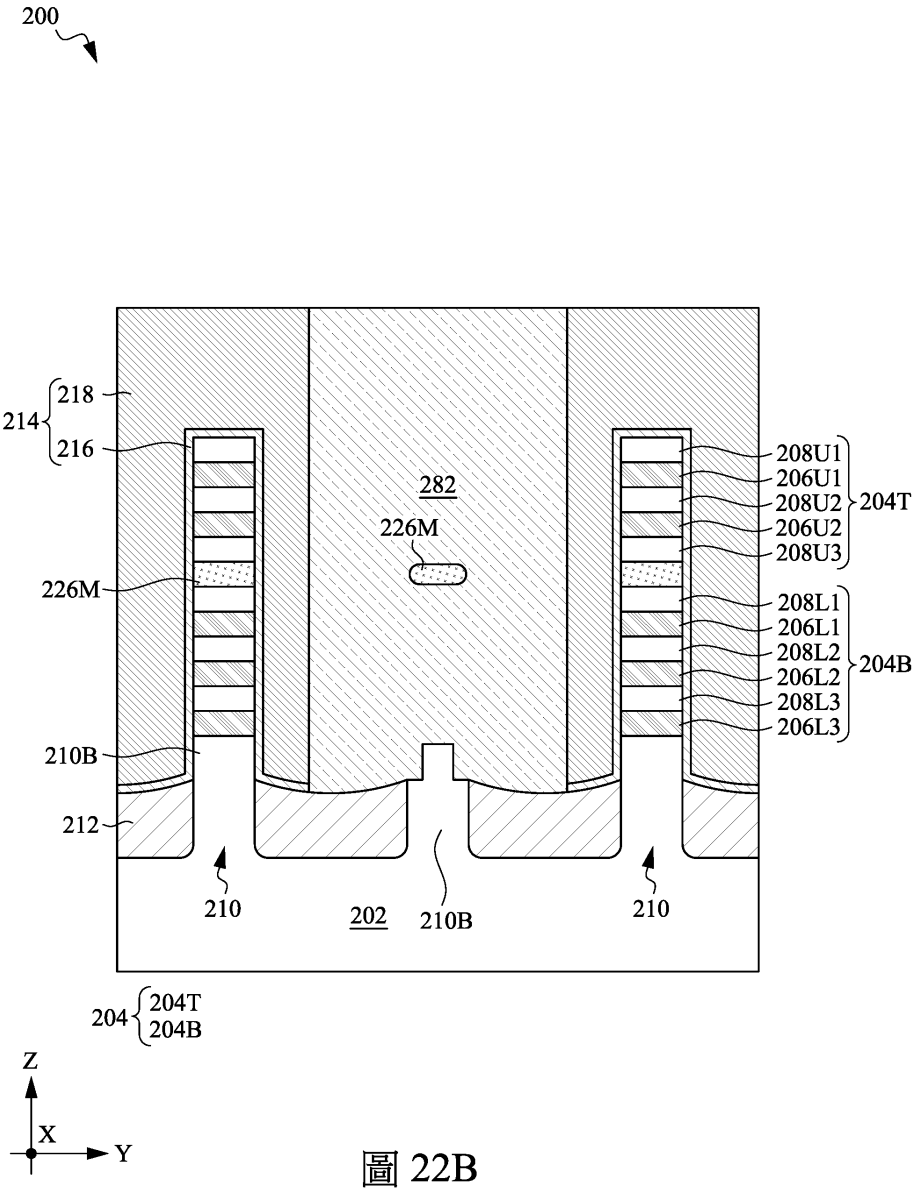

200
218
214
216
226M
282
226M
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
210B
212
210
202
210B
210
204
204T
204B
Z
X
Y

圖 22B

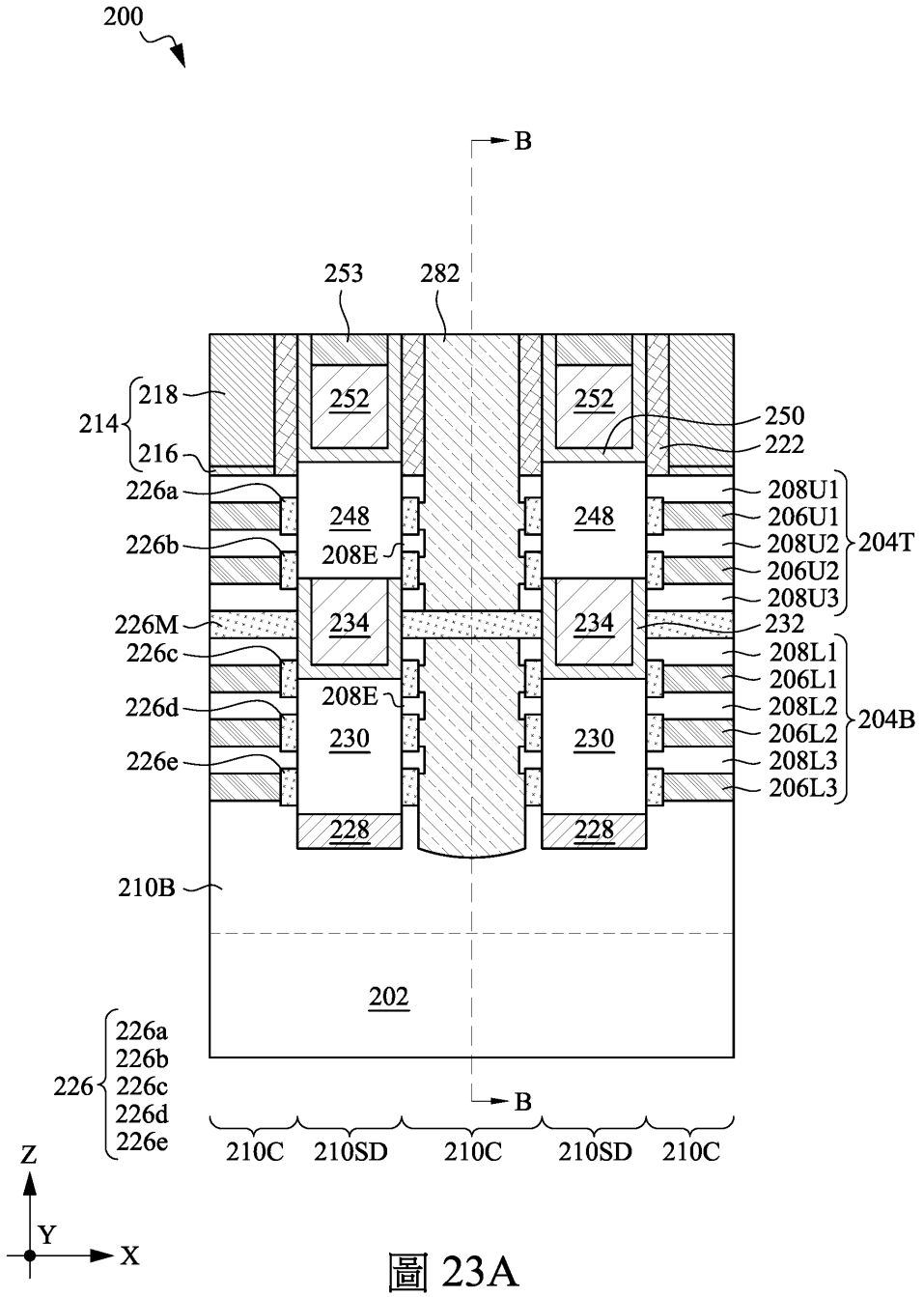

200
B
253
282
252
252
218
214
216
250
222
226a
248
248
208U1
206U1
208U2
204T
226b
208E
206U2
208U3
226M
234
234
232
226c
208L1
206L1
208E
208L2
204B
226d
230
230
206L2
208L3
226e
206L3
228
228
210B
202
226a
226b
226
226c
226d
226e
B
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 23A

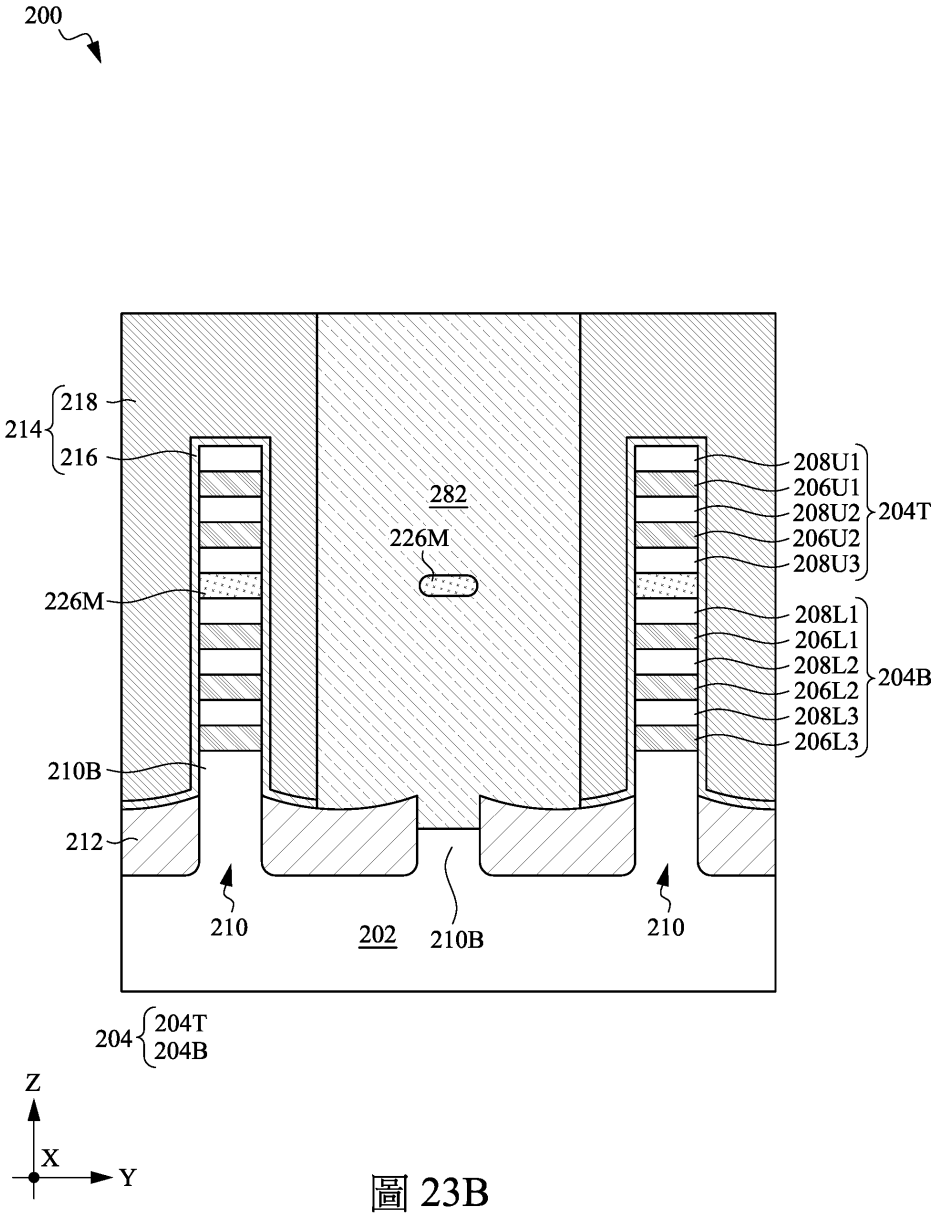

200
214
218
216
226M
210B
212
282
226M
208U1
206U1
208U2
206U2
208U3
204T
208L1
206L1
208L2
206L2
208L3
206L3
204B
210
202
210B
210
204
204T
204B
Z
X
Y

圖 23B

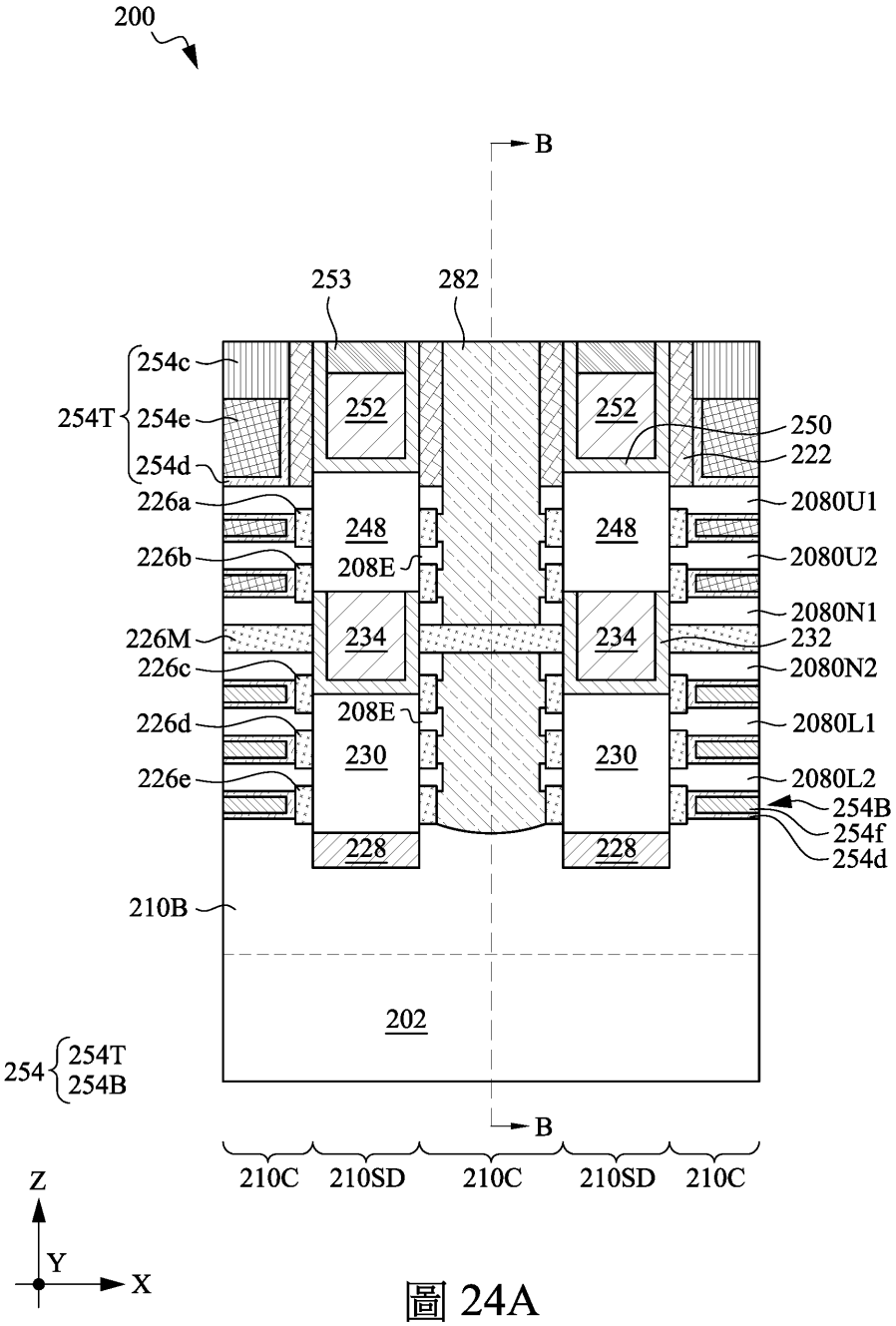

200
B
253
282
254c
254T
254e
254d
252
252
250
222
226a
248
248
2080U1
226b
208E
2080U2
2080N1
226M
234
234
232
226c
2080N2
208E
226d
2080L1
230
230
226e
2080L2
254B
254f
254d
228
228
210B
202
254
254T
254B
B
210C
210SD
210C
210SD
210C
Z
Y
X

圖 24A

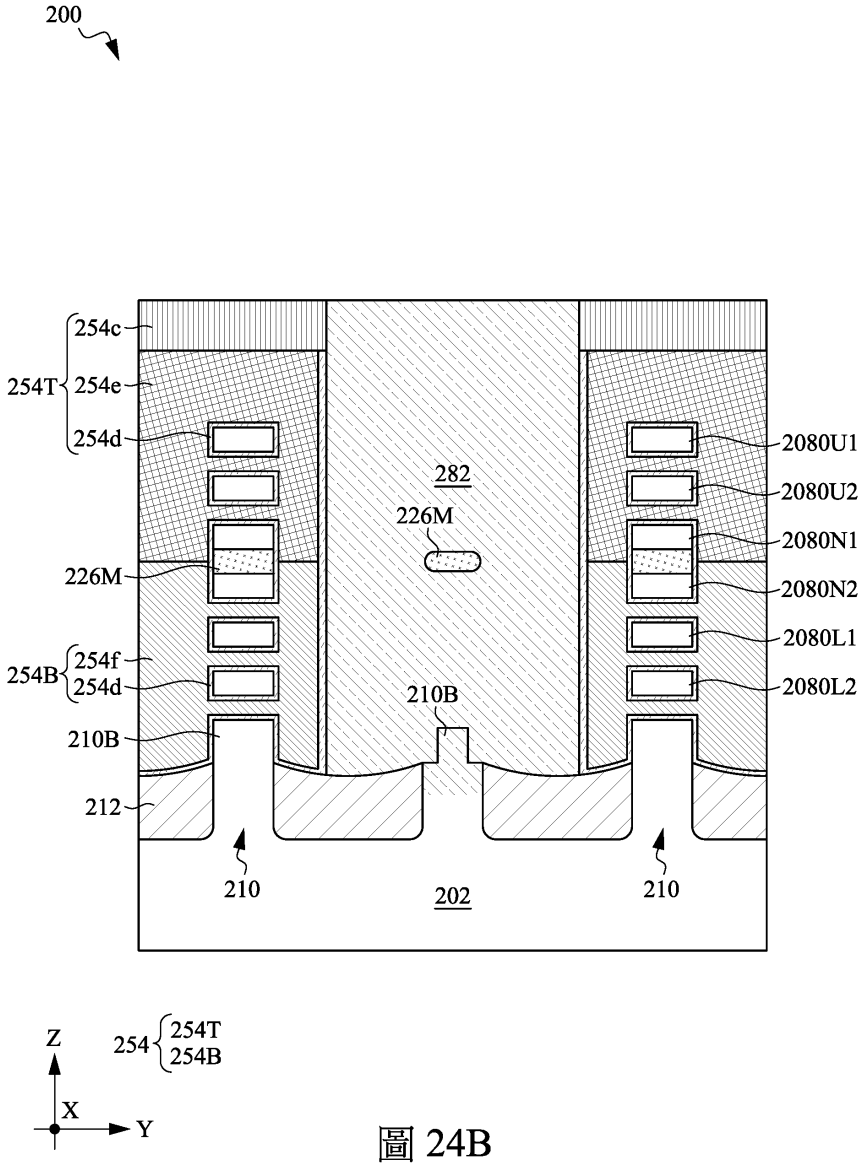

200
254c
254T
254e
254d
226M
254B
254f
254d
210B
212
210
282
226M
210B
202
210
2080U1
2080U2
2080N1
2080N2
2080L1
2080L2
Z
254
254T
254B
X
Y

圖 24B

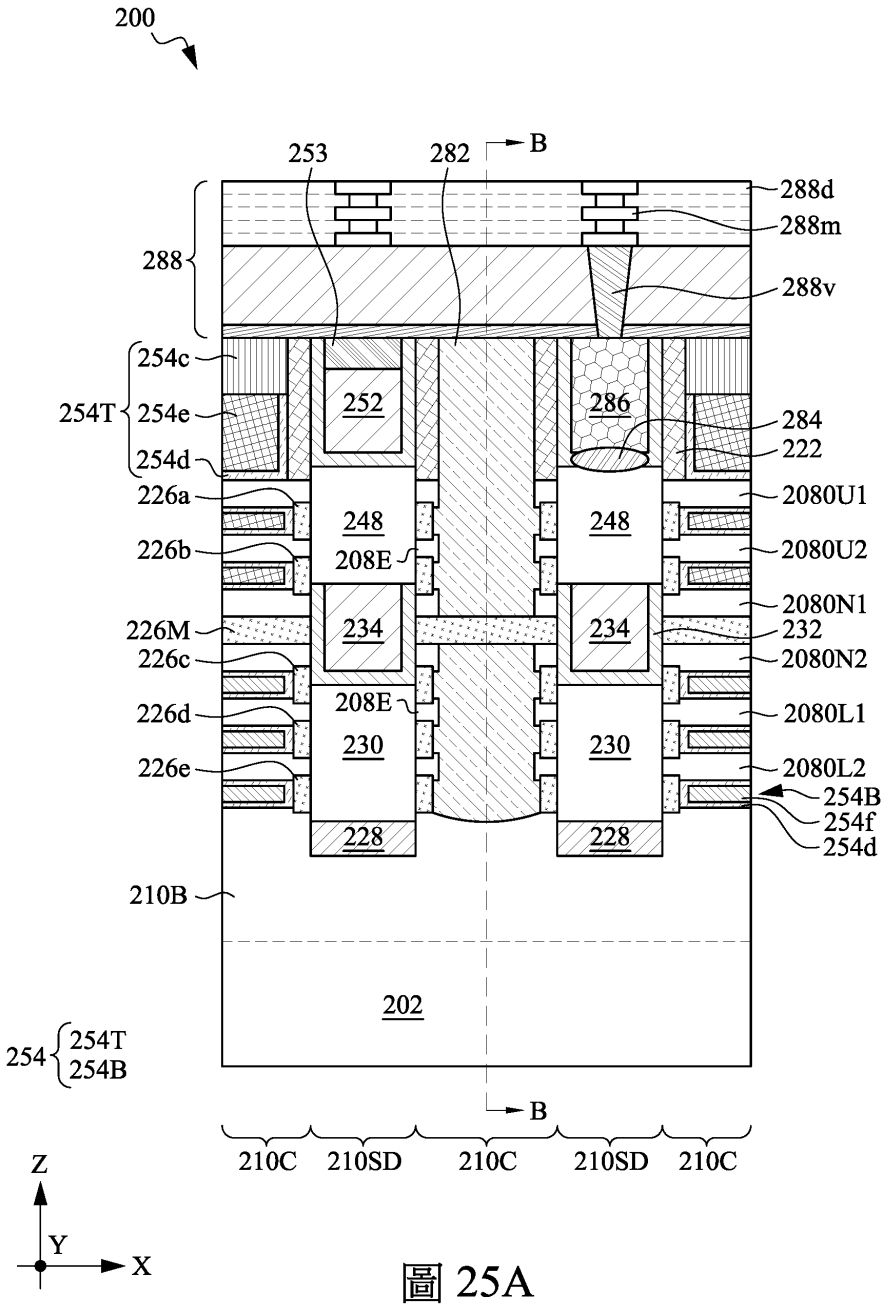

200
253
282
B
288
288d
288m
288v
254c
254T
254e
254d
252
286
284
222
226a
226b
248
208E
2080U1
2080U2
226M
226c
226d
226e
234
230
232
2080N1
2080N2
2080L1
2080L2
254B
254f
228
210B
202
254
254T
254B
210C
210SD
Z
Y
X

圖 25A

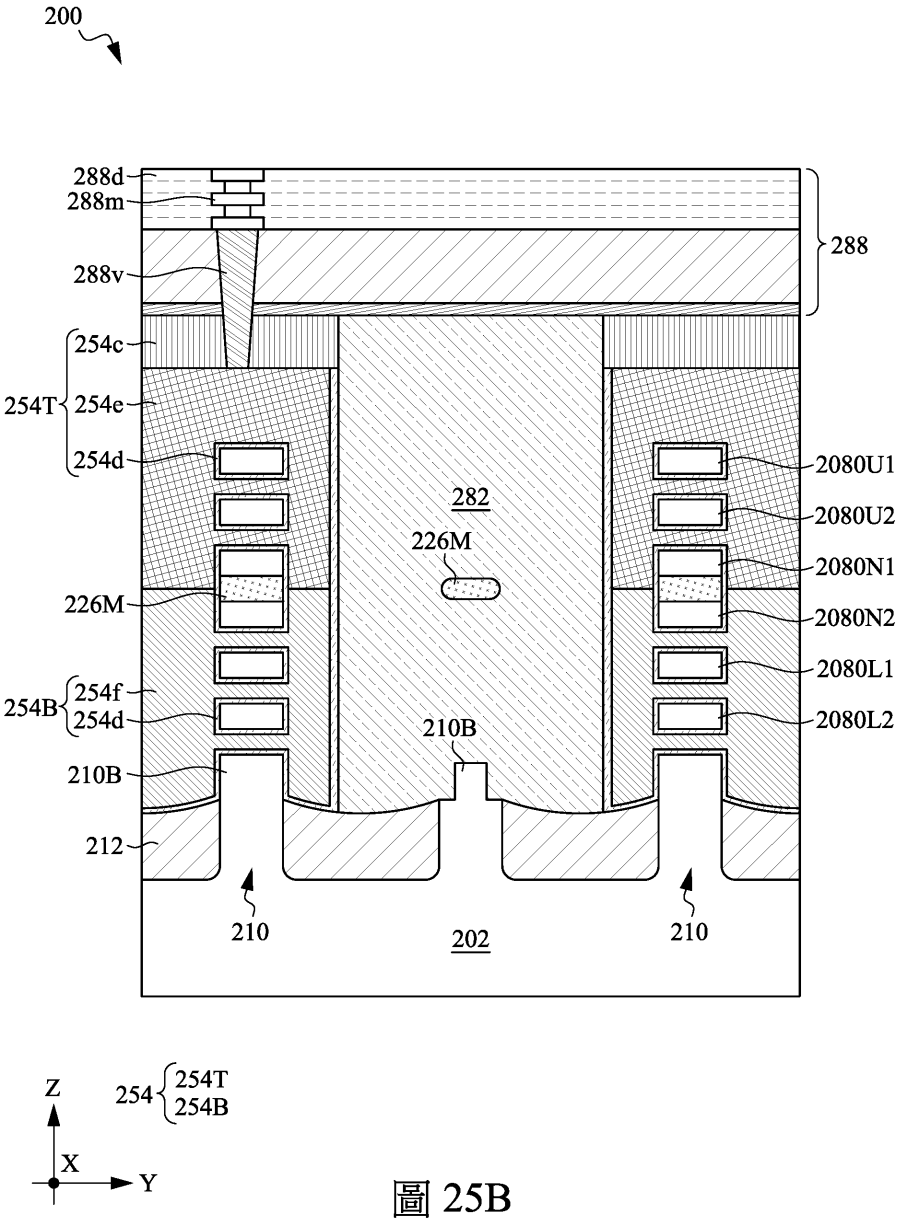

200
288d
288m
288v
288
254c
254T
254e
254d
282
226M
2080U1
2080U2
2080N1
2080N2
2080L1
2080L2
254f
254B
254d
210B
212
210
202
210
Z
254
254T
254B
X
Y

圖 25B

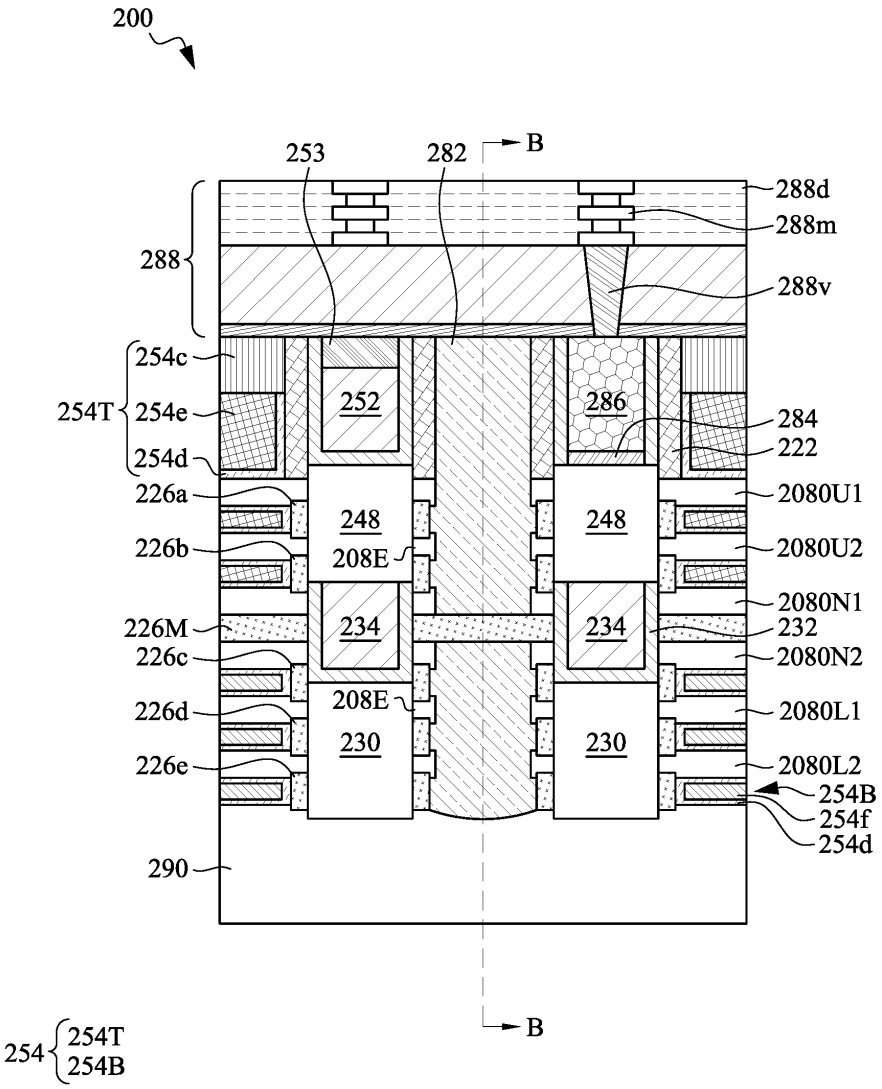

200
253
282
B
288d
288m
288
288v
254c
254T
254e
254d
252
286
284
222
226a
248
248
2080U1
226b
208E
2080U2
2080N1
226M
234
234
232
226c
2080N2
208E
226d
230
230
2080L1
226e
2080L2
254B
254f
254d
290
B
254
254T
254B
Z
Y
X

圖 26A

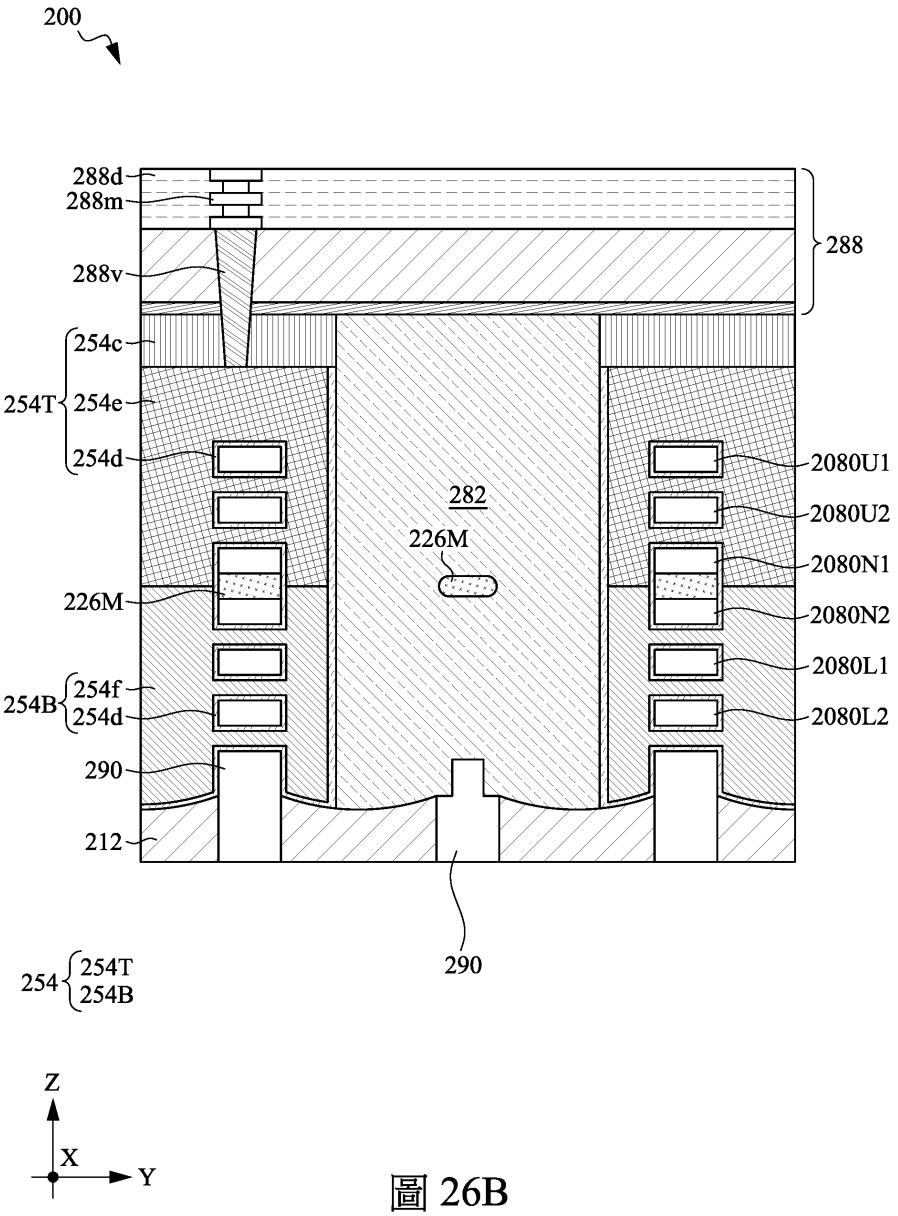

200
288d
288m
288v
288
254c
254T
254e
254d
2080U1
282
2080U2
226M
2080N1
226M
2080N2
2080L1
254B
254f
254d
2080L2
290
212
290
254
254T
254B
Z
X
Y

圖 26B

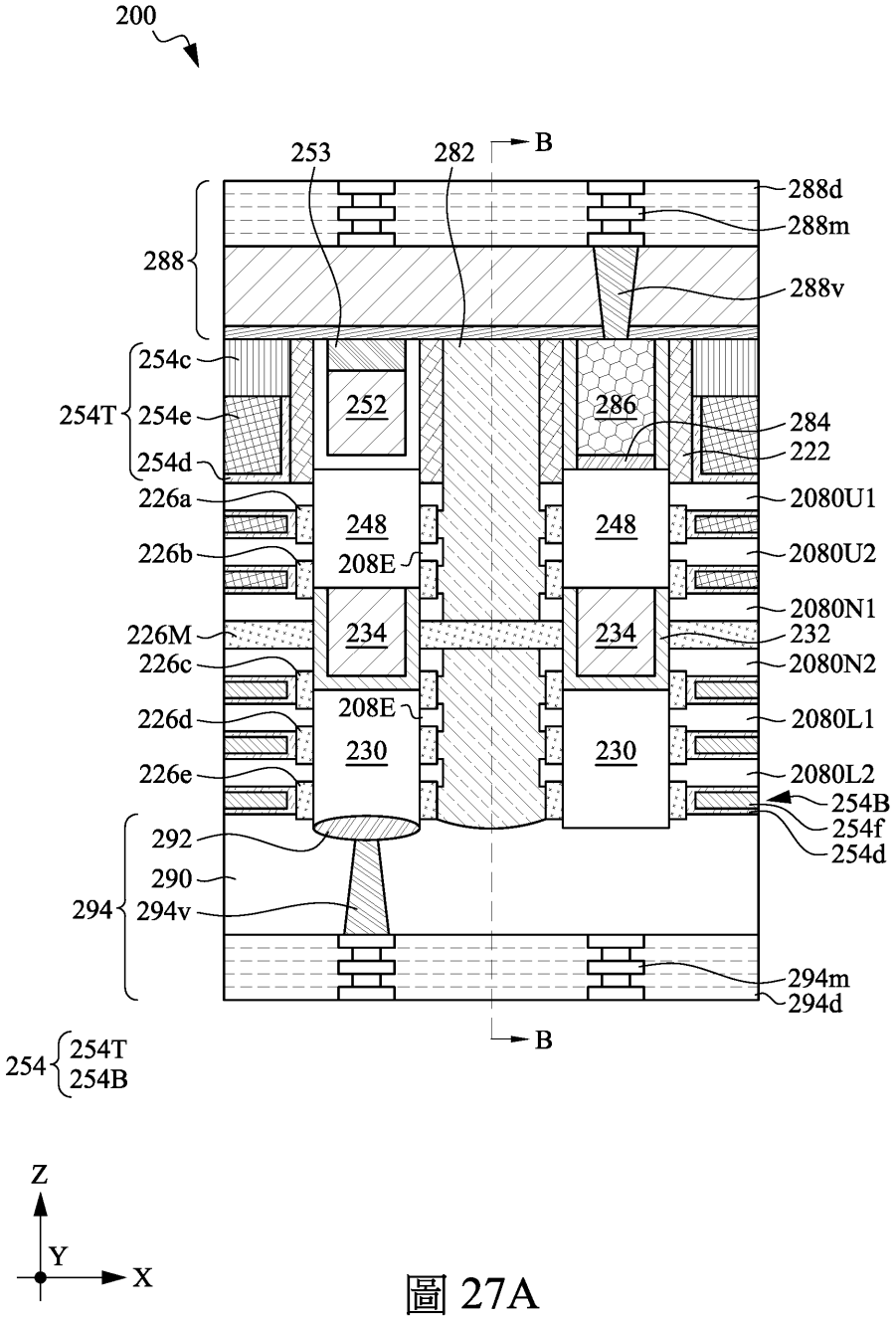

200
253
282
B
288d
288m
288
288v
254c
254T
254e
254d
252
286
284
222
226a
248
248
2080U1
226b
208E
2080U2
2080N1
226M
234
234
232
226c
2080N2
208E
226d
230
230
2080L1
226e
2080L2
254B
254f
254d
292
290
294
294v
294m
294d
B
254
254T
254B
Z
Y
X

圖 27A

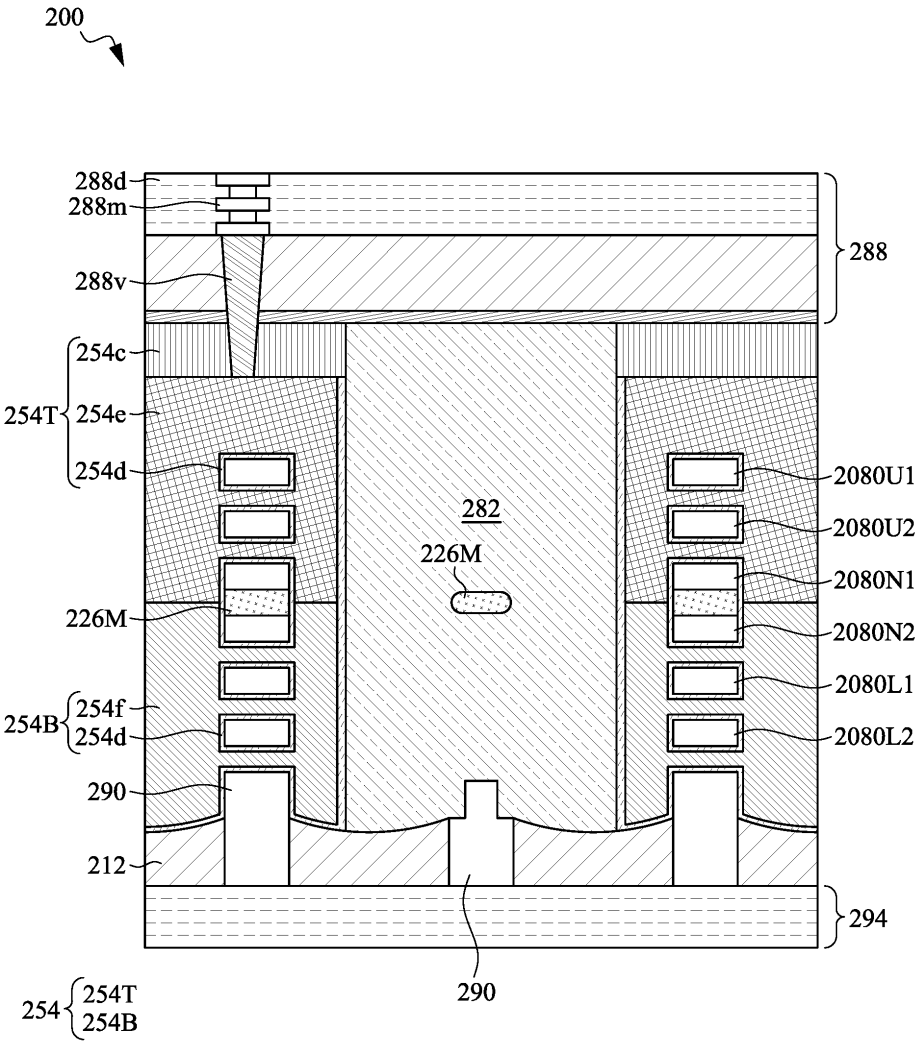

200
288d
288m
288v
288
254c
254T
254e
254d
2080U1
2080U2
282
226M
2080N1
226M
2080N2
2080L1
254B
254f
254d
2080L2
290
212
294
290
254
254T
254B
Z
X
Y

圖 27B

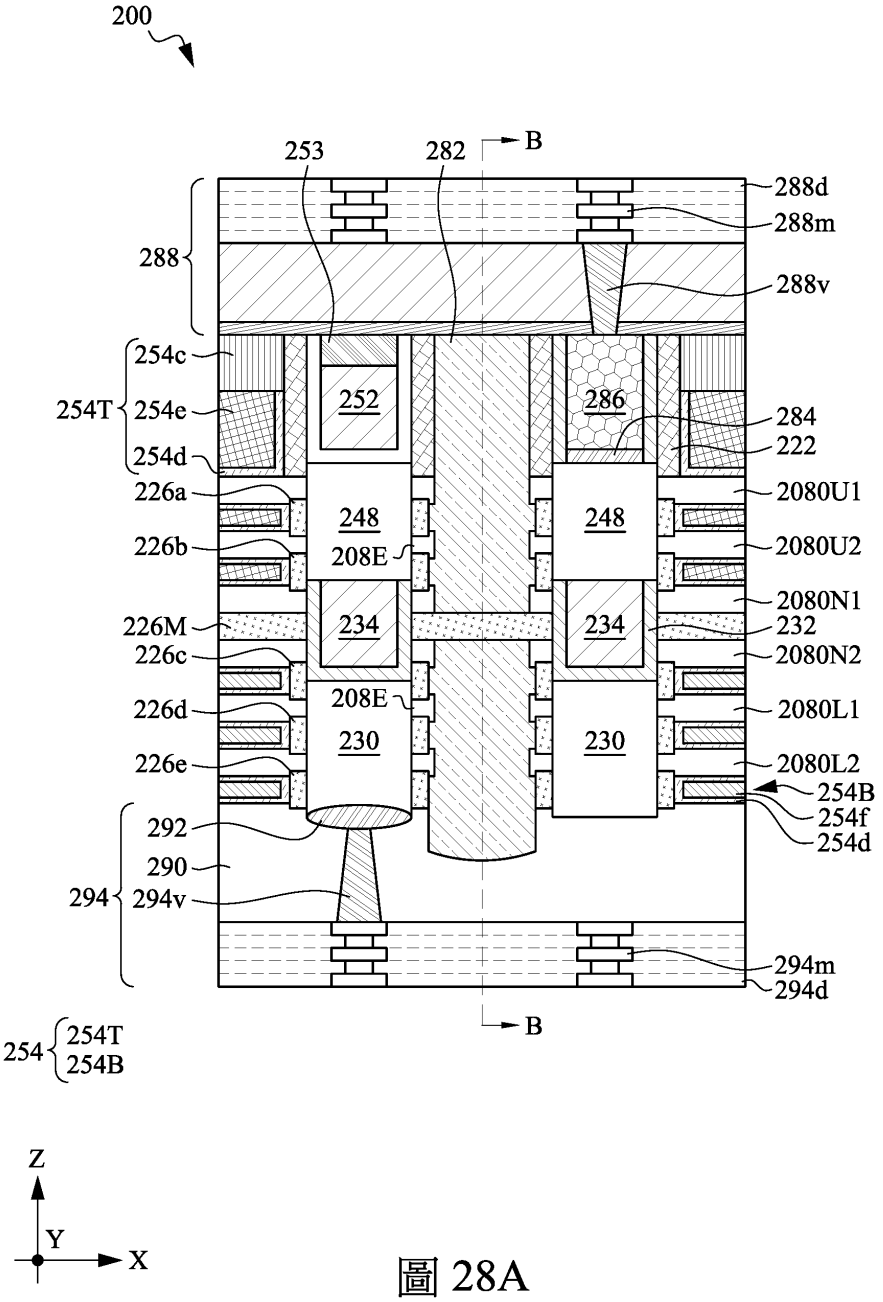

200
253
282
B
288d
288m
288
288v
254c
254T
254e
254d
252
286
284
222
226a
248
248
2080U1
226b
208E
2080U2
2080N1
226M
234
234
232
226c
2080N2
208E
226d
2080L1
230
230
226e
2080L2
254B
254f
254d
292
290
294
294v
294m
294d
B
254
254T
254B
Z
Y
X

圖 28A

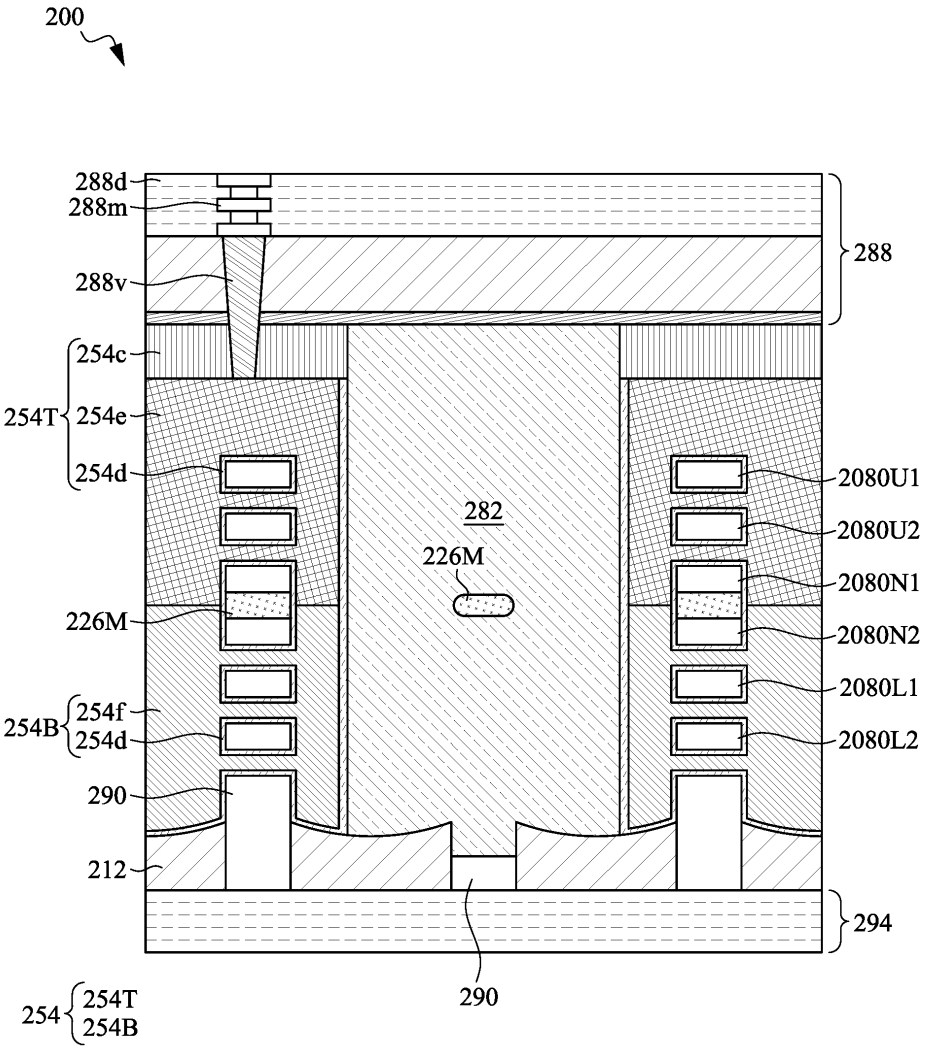

200
288d
288m
288v
288
254c
254T
254e
254d
2080U1
2080U2
282
226M
2080N1
226M
2080N2
2080L1
254B
254f
254d
2080L2
290
212
294
290
254
254T
254B
Z
X
Y

圖 28B