【19】中華民國　　【12】專利公報　（B）

【11】證書號數：I940076
【45】公告日： 中華民國 115 (2026) 年 09 月 21 日
【51】Int. Cl.：　*H10D64/01　(2025.01)*　*H10D64/27　(2025.01)*
H10D64/60　(2025.01)

發明　　全 39 頁

【54】名　　稱：半導體閘極結構及其形成方法

【21】申請案號：114115452　　【22】申請日： 中華民國 114 (2025) 年 04 月 24 日
【11】公開編號：202543427　　【43】公開日期： 中華民國 114 (2025) 年 11 月 01 日
【30】優 先 權：　2024/04/25　美國　63/638,492
2024/06/17　美國　18/745,093

【72】發 明 人：　沈宗翰 (TW) SHEN, TSUNG-HAN；張勝詠 (TW) CHANG, SHENG-YUNG；黃　君平 (MY) WONG, JUAN PENG；林杰 (TW) LIN, CHIEH；蘇崇毅 (TW) SU, CHUNG-YI；劉冠廷 (TW) LIU, KUAN-TING；洪正隆 (TW) HUNG, CHENG-LUNG；張文 (TW) CHANG, WENG；徐　志安 (US) CHUI, CHI ON
【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　202105618A　　TW　202114221A
TW　202145503A

審查人員：陳憶緣

【57】申請專利範圍

1. 一種半導體閘極結構的形成方法，其包含以下步驟：
在一第一通道區上及一第二通道區上沉積一閘極介電層；
在該第一通道區上的該閘極介電層上沉積一 p 型功函數調諧層；
將該 p 型功函數調諧層及該第二通道區上的該閘極介電層曝露於一矽基前驅物一段時間，以形成一第一含矽層於該 p 型功函數調諧層及形成一第二含矽層於該第二通道區上的該閘極介電層上，該第二含矽層接觸該閘極介電層；及
在該 p 型功函數調諧層上沉積一 n 型功函數調諧層。
2. 如請求項 1 所述之方法，其中該矽基前驅物包含矽烷、二矽烷、三矽烷、四矽烷、甲基矽烷、二甲基矽烷、乙基矽烷、甲基二矽烷、二甲二矽烷、六甲基二矽烷、或三(二甲氨基)矽烷中之至少一者。
3. 如請求項 1 所述之方法，其中該 p 型功函數調諧層包含氮化鈦。
4. 如請求項 1 所述之方法，其中該 n 型功函數調諧層包含鋁。
5. 一種半導體閘極結構的形成方法，其包含以下步驟：
在一第一通道區上形成一第一閘極介電層，在一第二通道區上形成一第二閘極介電層；
在該第一閘極介電層上方及在該第二閘極介電層上方形成一第一功函數調諧層，該第一功函數調諧層為一 p 型功函數調諧層；
移除該第二閘極介電層上方的該第一功函數調諧層；

對該第一功函數調諧層及該第二閘極介電層執行一表面改質製程，以在該第一功函數調諧層上形成一第一含矽層及在該第二閘極介電層上形成一第二含矽層，該第二含矽層接觸該第二閘極介電層；

從該第一閘極介電層移除該第一功函數調諧層；及

在該第一閘極介電層上及在該第二閘極介電層上方的該第一功函數調諧層上方形成一第二功函數調諧層，該第二功函數調諧層為一 n 型功函數調諧層。

6. 如請求項 5 所述之方法，其中該第一閘極介電層上的該第二功函數調諧層的一厚度大於該第一功函數調諧層上方的該第二功函數調諧層的一厚度。

7. 如請求項 5 所述之方法，其中在該第一閘極介電層上形成該第二功函數調諧層的一生長速度大於在該第一功函數調諧層上方形成該第二功函數調諧層的一生長速度。

8. 一種半導體閘極結構，其包含：

在一第一複數個奈米結構上方的一第一閘極結構，其中該第一閘極結構包含：

一第一閘極介電層；

在該第一閘極介電層上方的一 n 型功函數調諧材料的一第一層；

在該 n 型功函數調諧材料的該第一層上方的一金屬填充材料；及

在該第一閘極介電層與該 n 型功函數調諧材料的該第一層之間的一第二含矽層，其中該第二含矽層接觸該第一閘極介電層；及

在一第二複數個奈米結構上方的一第二閘極結構，其中該第二閘極結構包含：

一第二閘極介電層；

在該第二閘極介電層上方的一 p 型功函數調諧材料的一第一層；

在該 p 型功函數調諧材料的該第一層上方的一第一含矽層；

在該第一含矽層上方的該 n 型功函數調諧材料的一第二層；及

在該 n 型功函數調諧材料的該第二層上方的該金屬填充材料。

9. 如請求項 8 所述之半導體閘極結構，其中該 n 型功函數調諧材料的該第一層的一厚度大於該 n 型功函數調諧材料的該第二層的一厚度。

10. 如請求項 8 所述之半導體閘極結構，其進一步包含在該第一閘極介電層與該 n 型功函數調諧材料的該第一層之間的一含矽層。

圖式簡單說明

本揭露的態樣在與隨附諸圖一起研讀時自以下詳細描述內容來最佳地理解。應注意，根據行業中的標準規範，各種特徵未按比例繪製。實際上，各種特徵的維度可為了論述清楚經任何地增大或減小。

第 1 圖圖示根據一些實施例的以三維視圖的奈米結構場效電晶體(奈米結構 FET)的實例。

第 2 圖、第 3 圖、第 4 圖、第 5 圖、第 6 圖、第 7 圖、第 8A 圖、第 8B 圖、第 8C 圖、第 9A 圖、第 9B 圖、第 9C 圖、第 10 圖、第 11A 圖、第 11B 圖、第 11C 圖、第 12A 圖、第 12B 圖、第 12C 圖、第 13A 圖、第 13B 圖、第 13C 圖、第 14A 圖、第 14B 圖、第 14C 圖、第 15A 圖、第 15B 圖、第 15C 圖、第 16A 圖、第 16B 圖、第 16C 圖、第 17A 圖、第 17B 圖、第 17C 圖、第 18A 圖、第 18B 圖、及第 18C 圖係根據一些實施例的製造奈米結構 FET 的中間階段之視圖。

第 19A 圖、第 19B 圖、及第 19C 圖係根據一些實施例的矽浸泡製程中的中間階段之示意圖示。

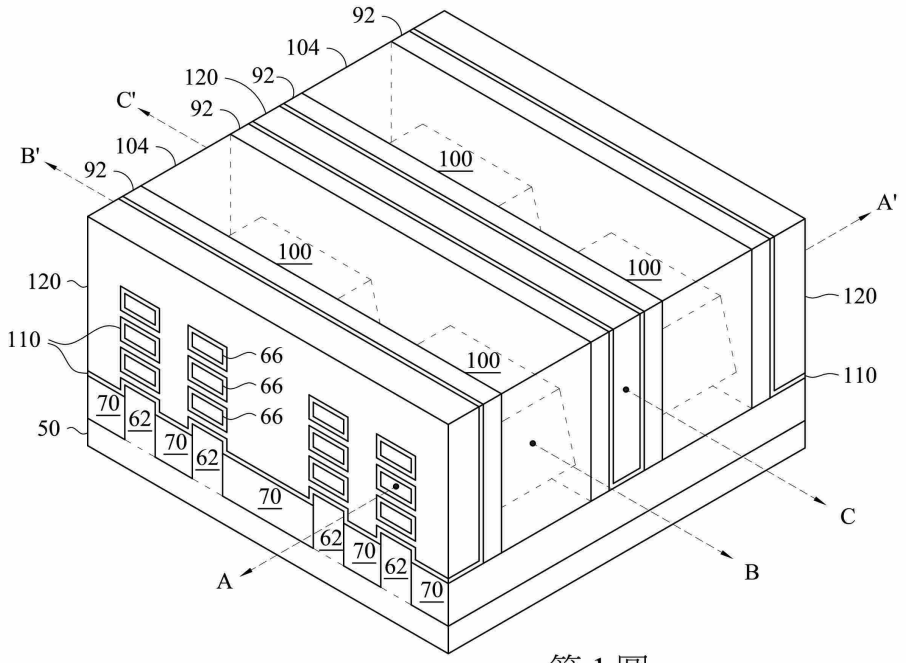
第 20A 圖、第 20B 圖、第 20C 圖、第 21A 圖、第 21B 圖、第 21C 圖、第 22A 圖、第 22B 圖、第 22C 圖、第 23A 圖、第 23B 圖、及第 23C 圖係根據一些實施例的製造奈米結構 FET 的中間階段之視圖。

第 24A 圖、第 24B 圖、及第 24C 圖係根據一些實施例的形成 n 型功函數調諧層的中間階段之示意圖示。

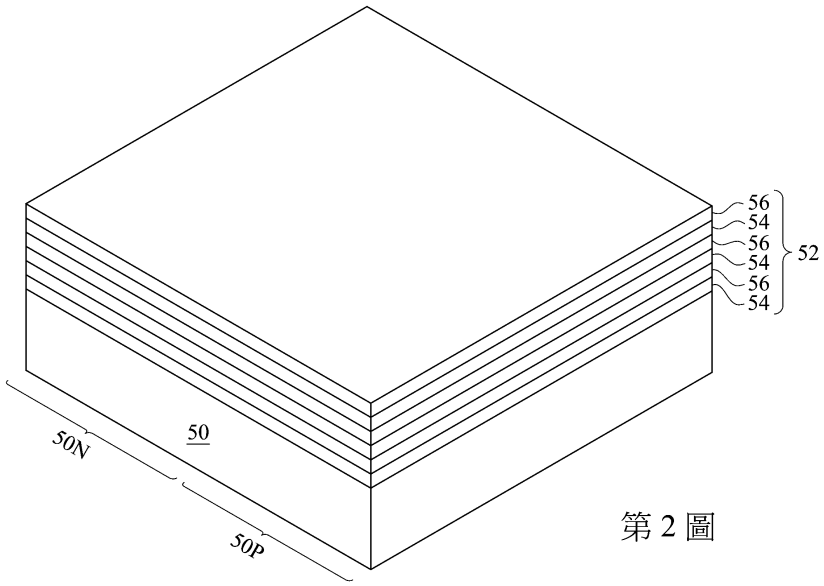
第 25 圖圖示根據一些實施例的 n 型功函數調諧層的生長圖表。

第 26A 圖、第 26B 圖、第 26C 圖、第 27A 圖、第 27B 圖、第 27C 圖、第 28A 圖、第 28B 圖、及第 28C 圖係根據一些實施例的製造奈米結構 FET 的中間階段之視圖。

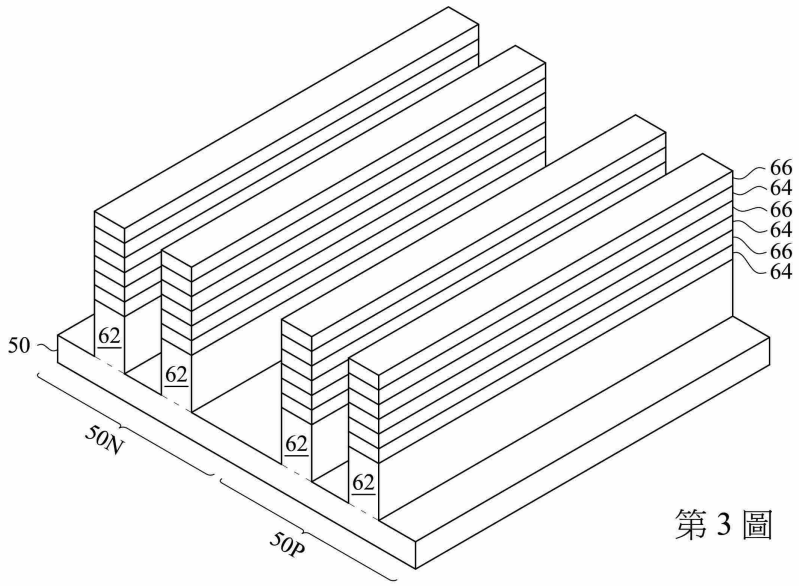
第 29 圖、第 30 圖、第 31 圖、第 32 圖、及第 33 圖係根據一些實施例的製造奈米結構 FET 的中間階段之視圖。



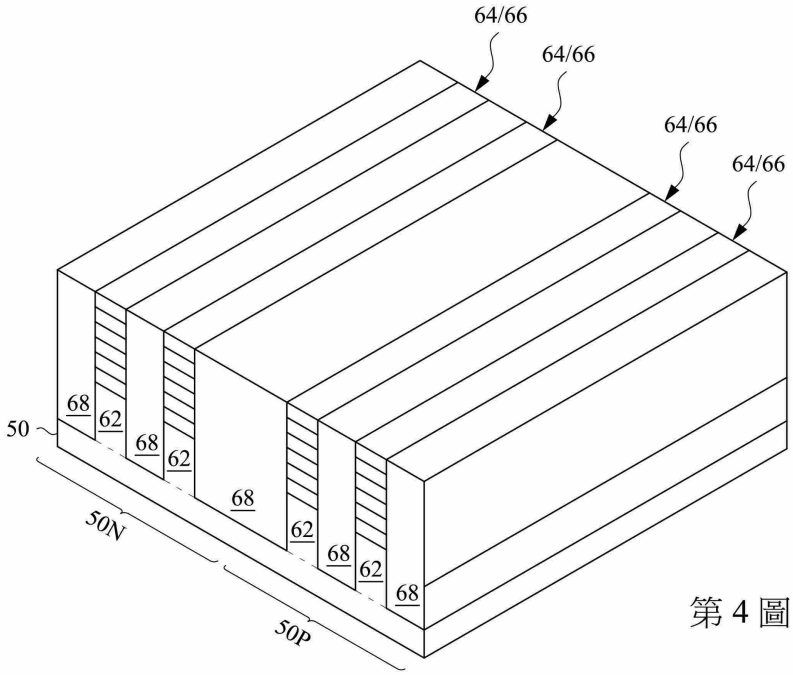
第 1 圖



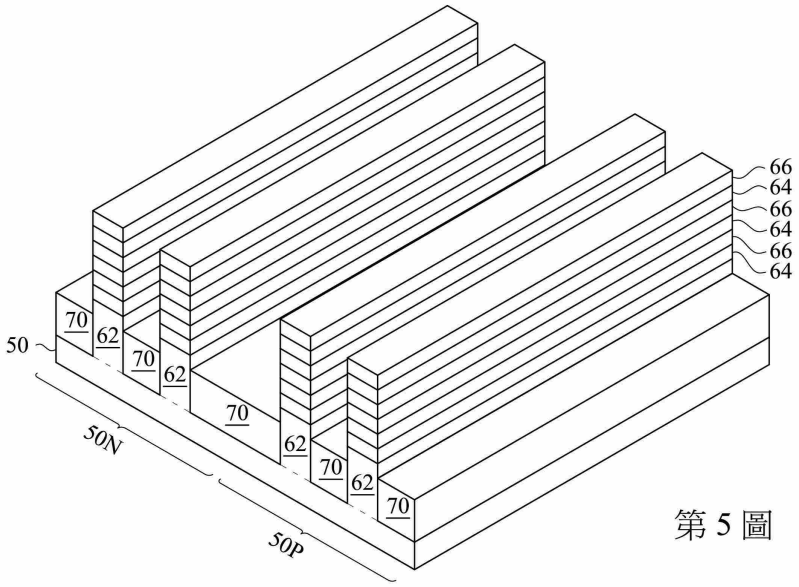
第 2 圖


66
64
66
64
66
64
50
62
62
62
62
50N
50P

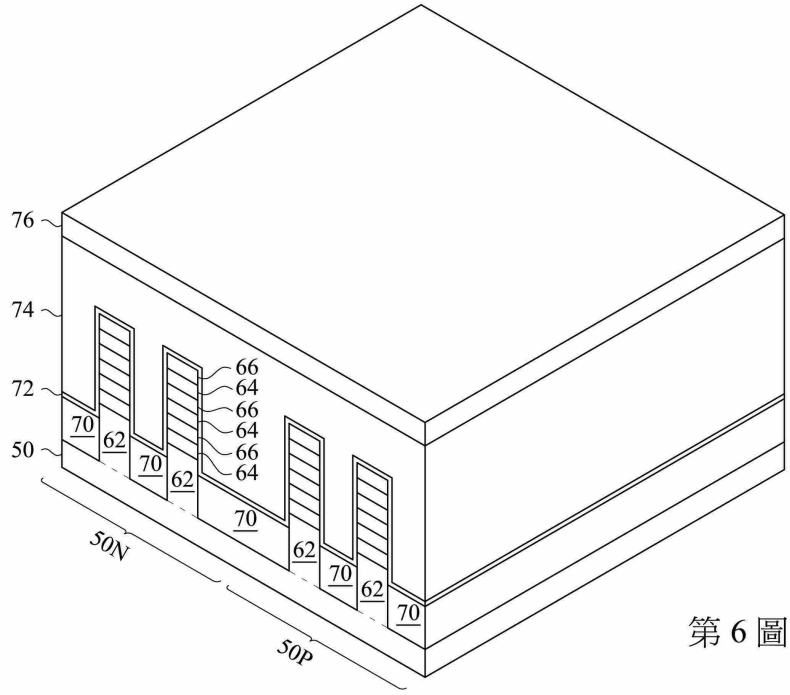
第 3 圖


64/66
64/66
64/66
64/66
68
62
68
62
68
62
68
62
68
50
50N
50P

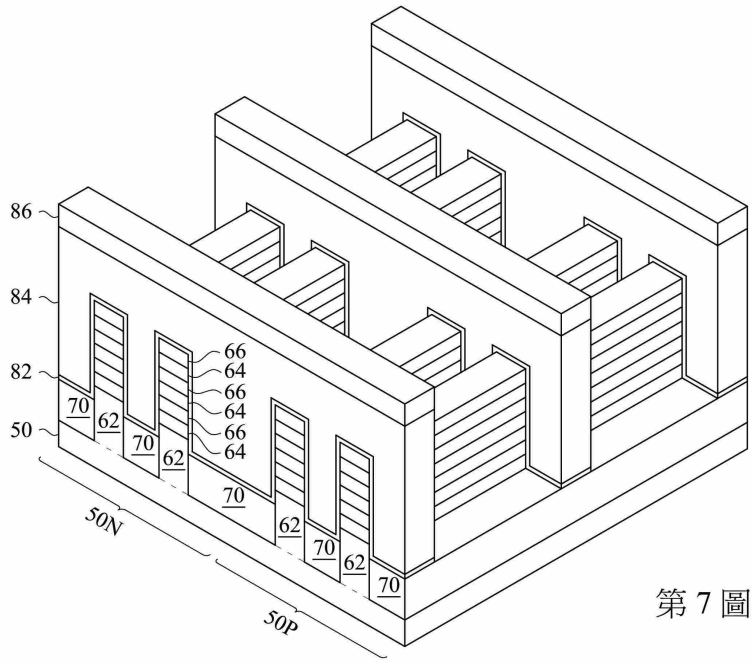
第 4 圖


66
64
66
64
66
64
70
62
70
62
70
62
70
62
70
62
70
50
50N
50P

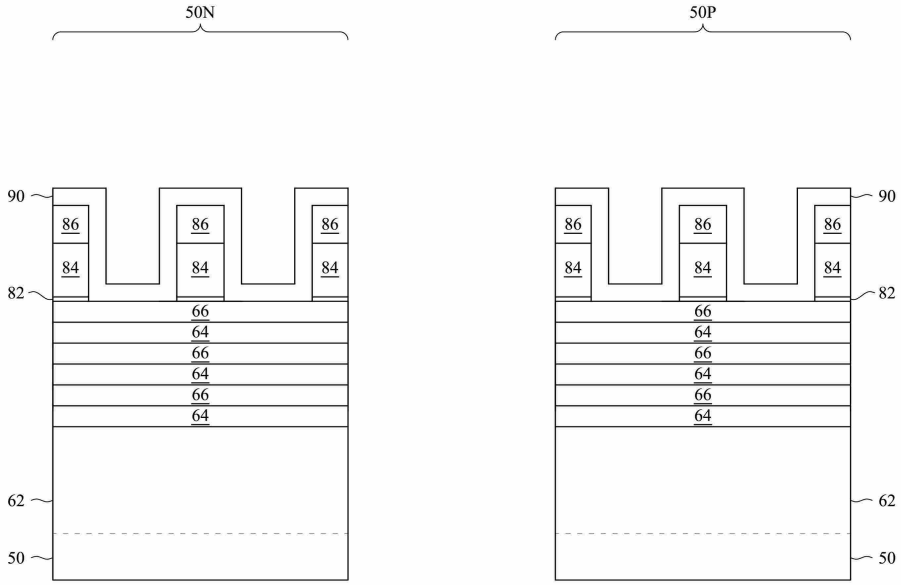
第 5 圖


76
74
72
50
66
64
66
64
66
64
70
62
70
62
70
62
70
62
70
50N
50P

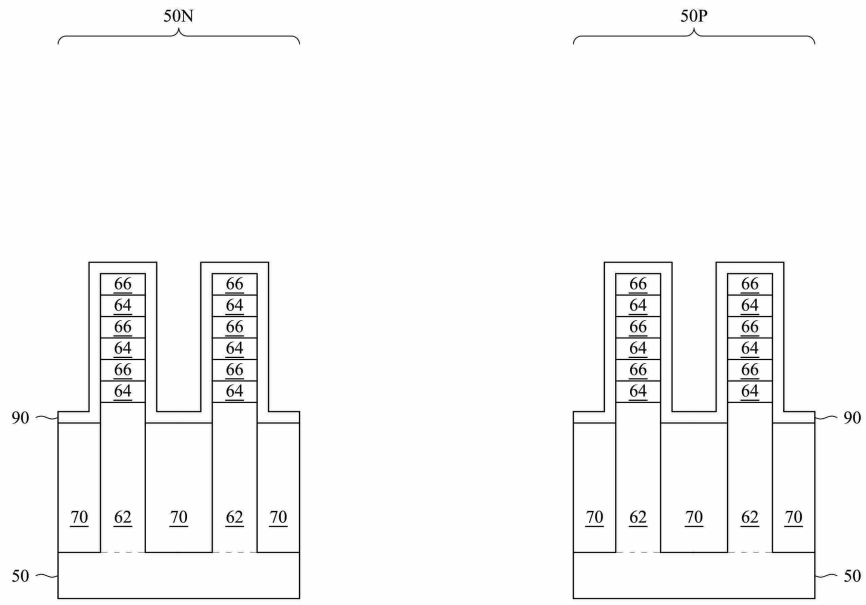
第 6 圖


86
84
82
50
66
64
66
64
66
64
70
62
70
62
70
62
70
62
70
50N
50P

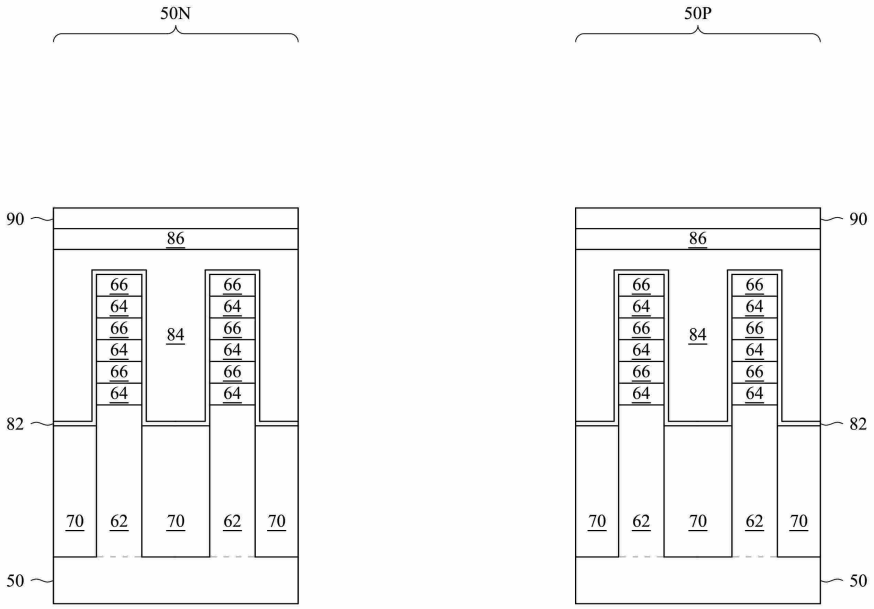
第 7 圖


50N
50P
90
86
84
82
66
64
62
50

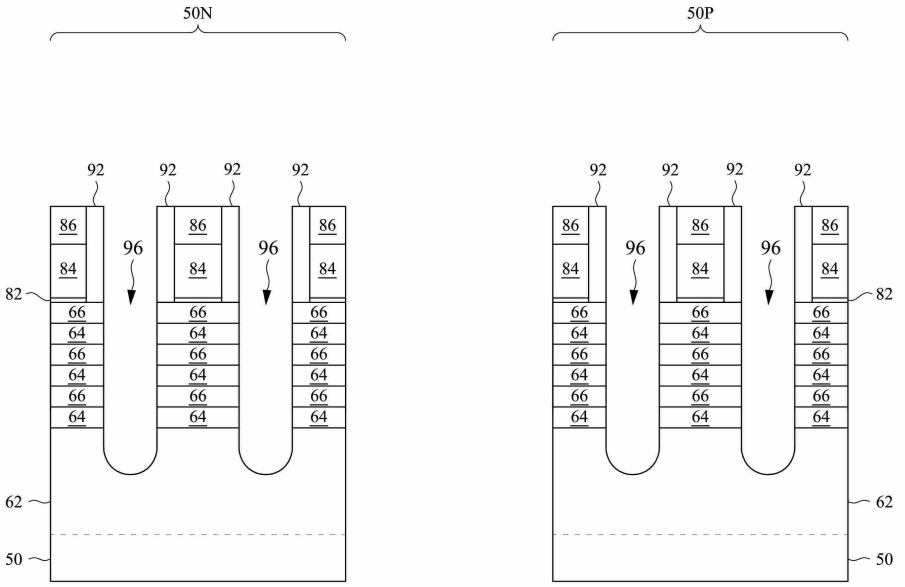
第 8A 圖



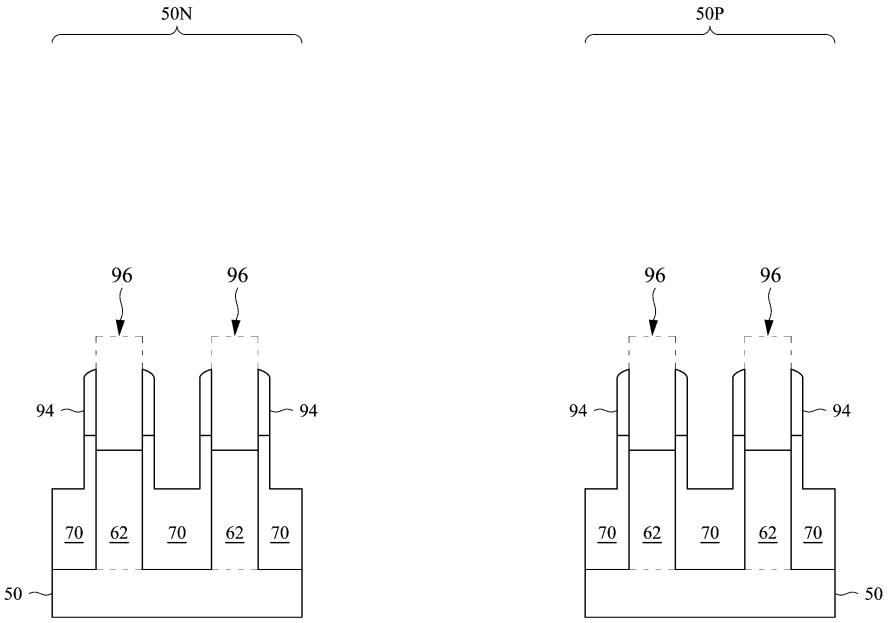
第 8B 圖



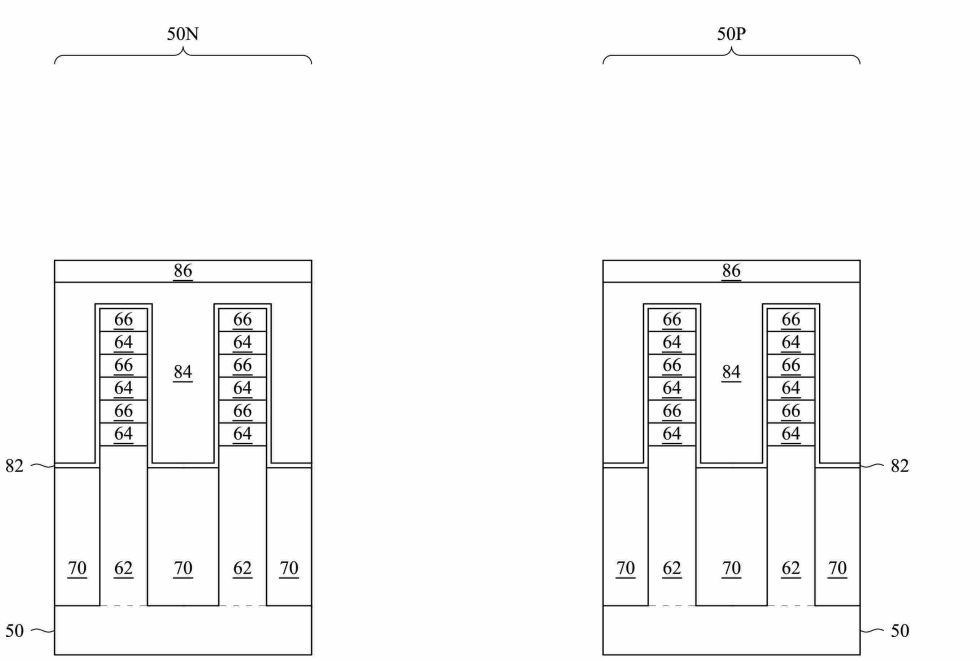
第 8C 圖



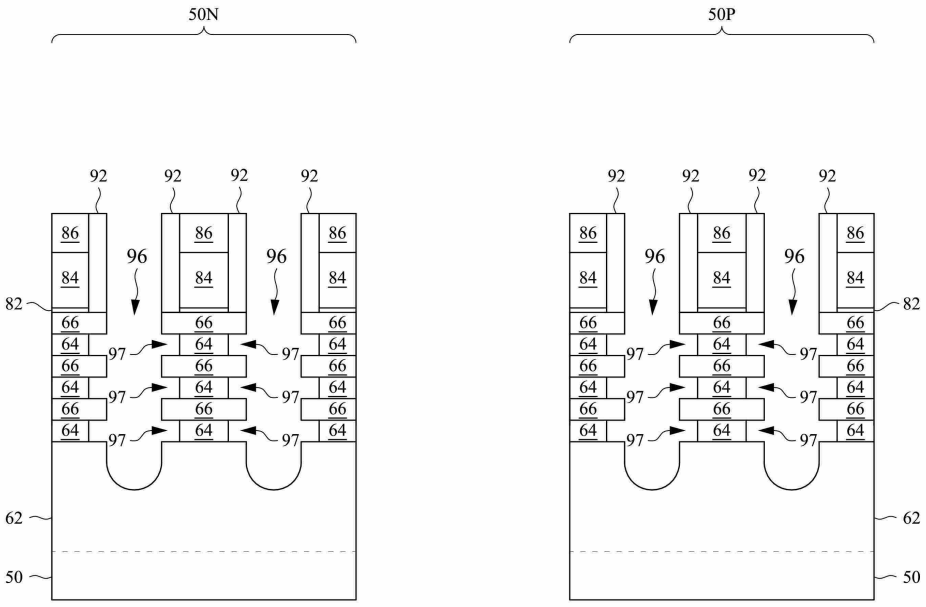
第 9A 圖



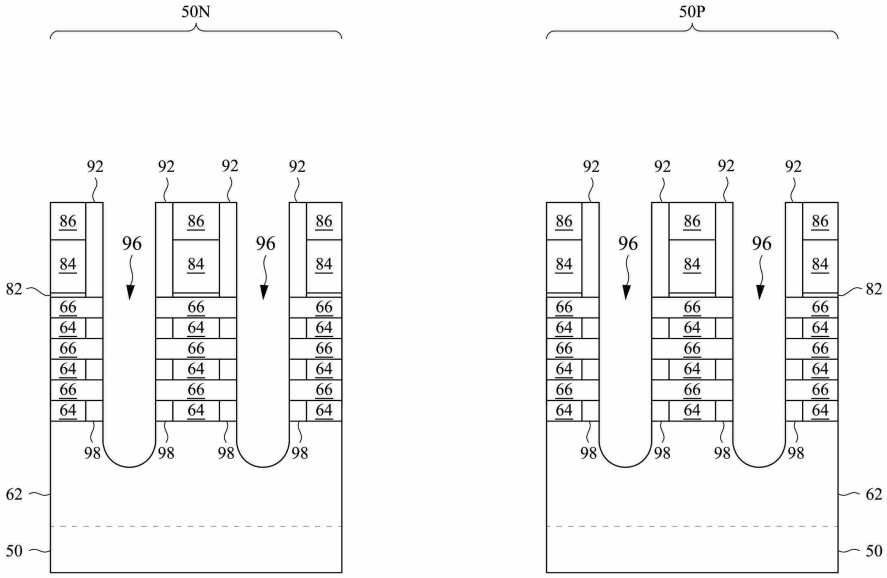
第 9B 圖



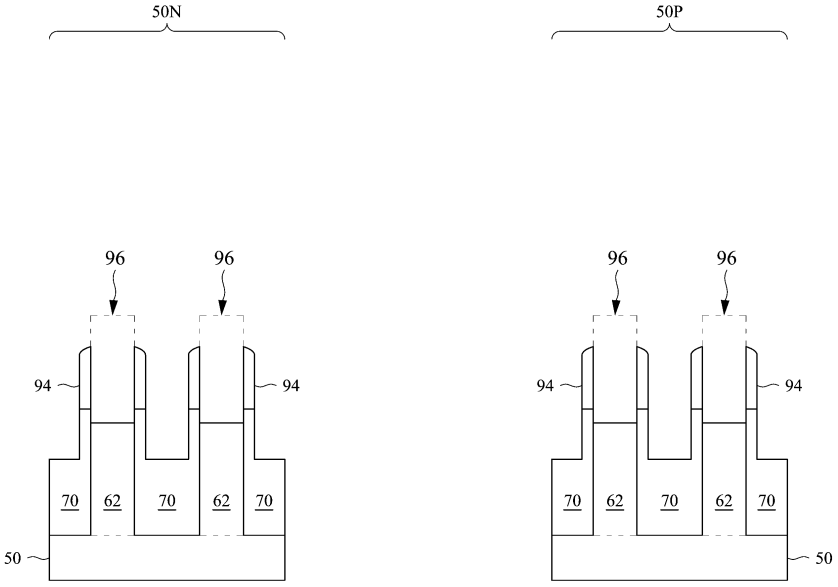
第 9C 圖



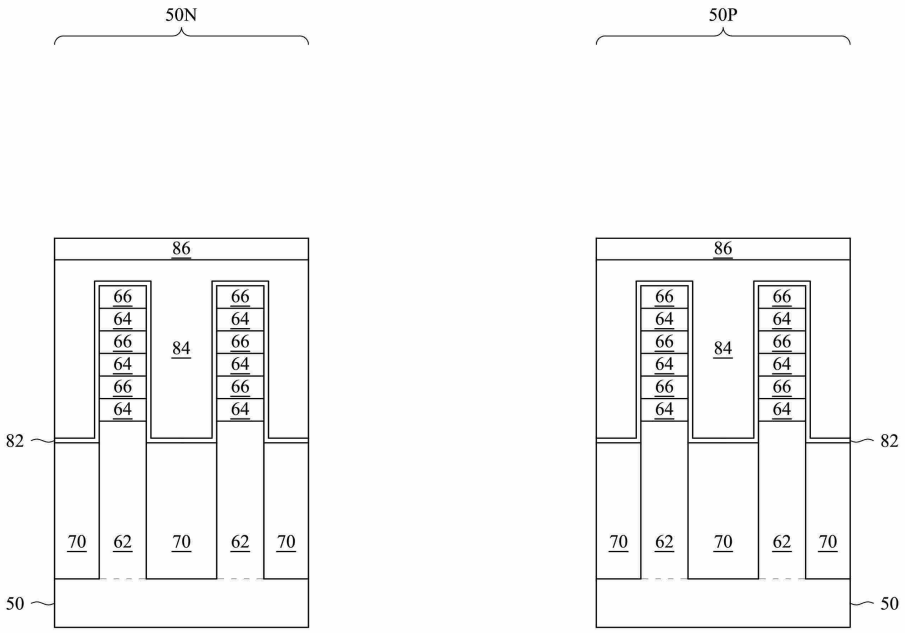
第 10 圖



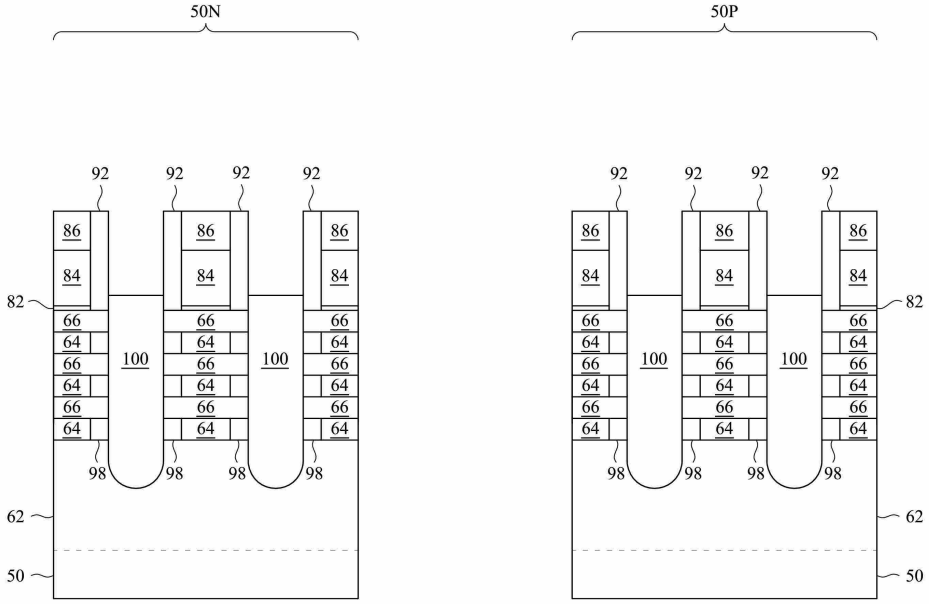
第 11A 圖



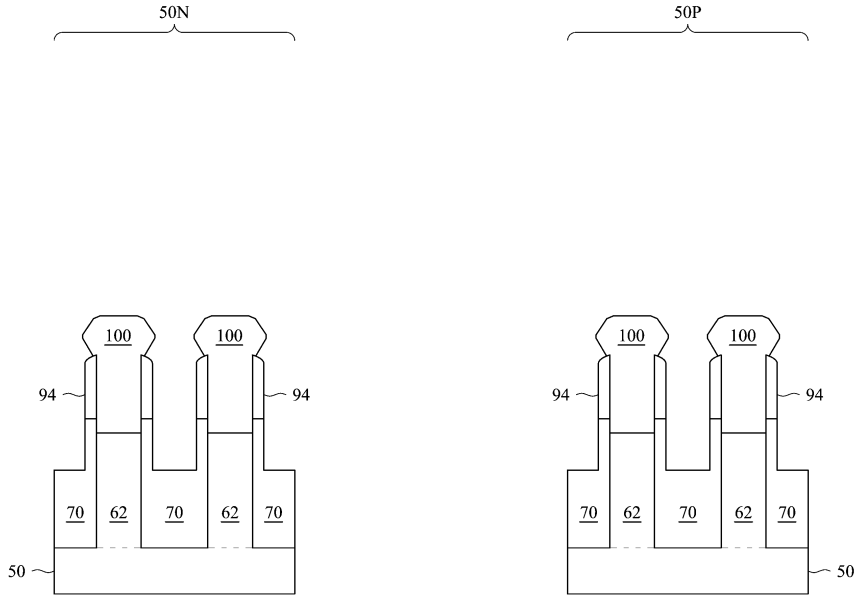
第 11B 圖



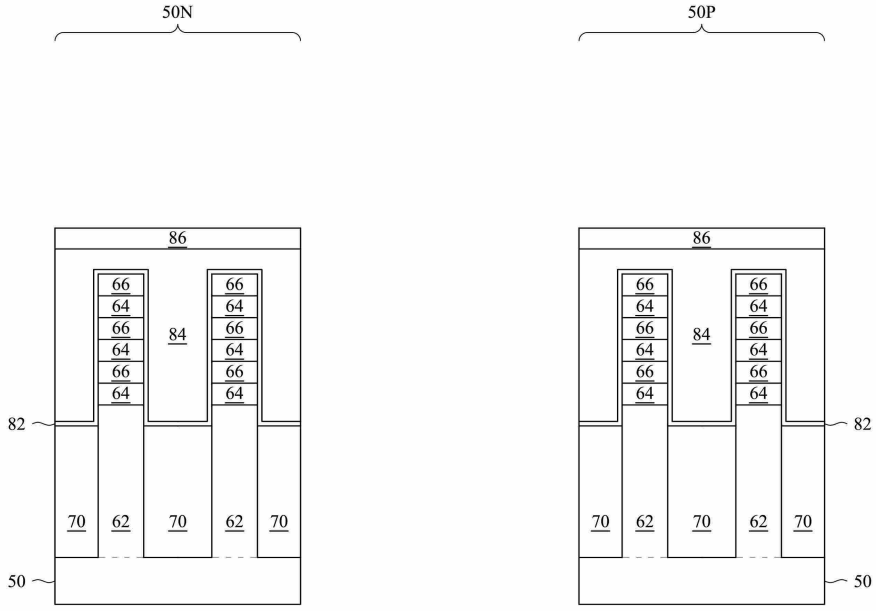
第 11C 圖



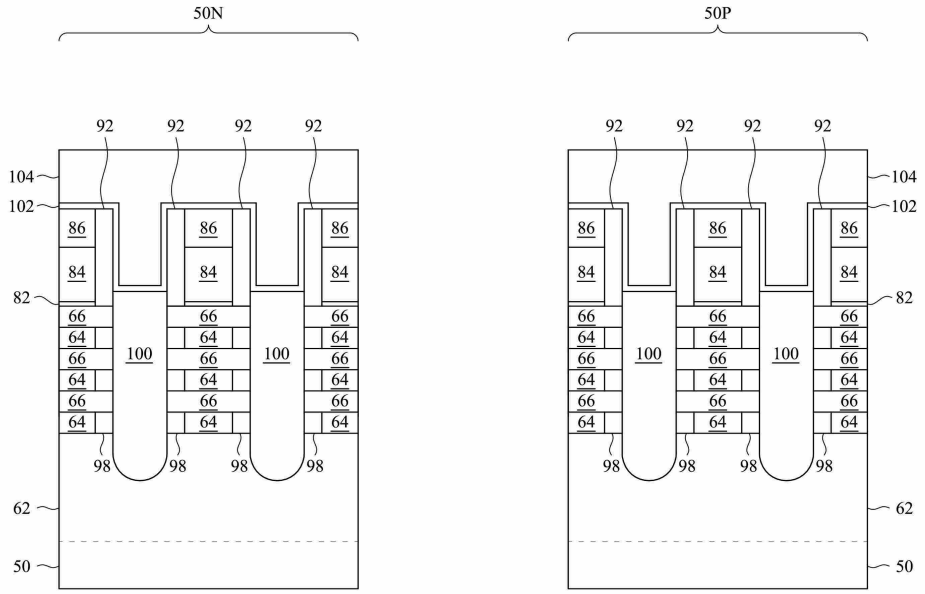
第 12A 圖


50N
50P
100
100
94
94
70
62
70
62
70
50

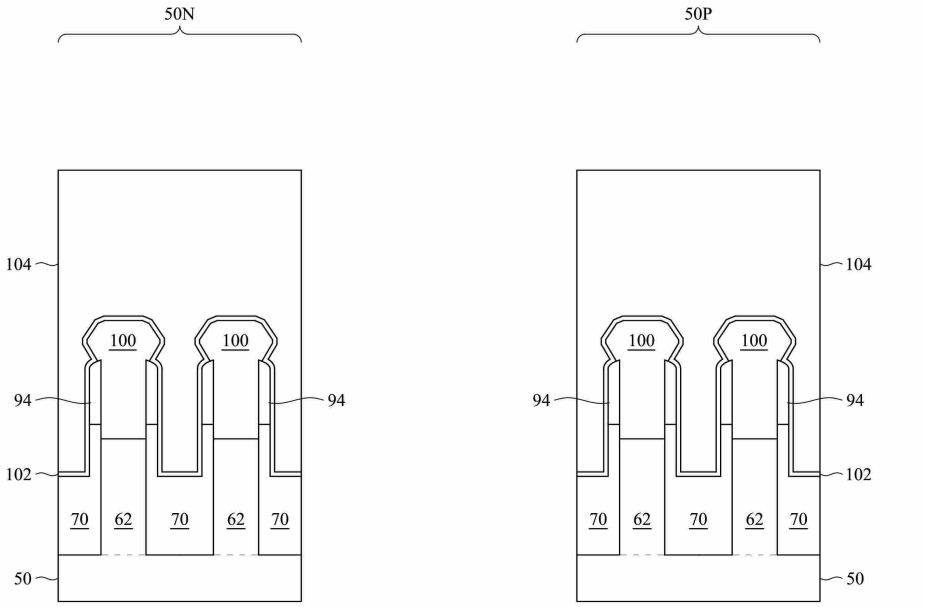
第 12B 圖


50N
50P
86
66
64
84
82
70
62
50

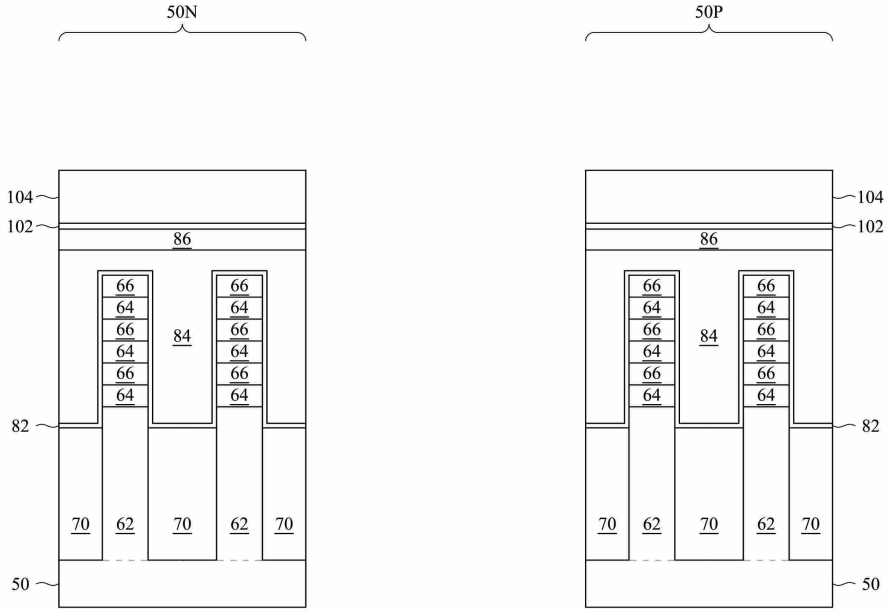
第 12C 圖


50N
50P
92
104
102
86
84
82
66
64
100
98
62
50

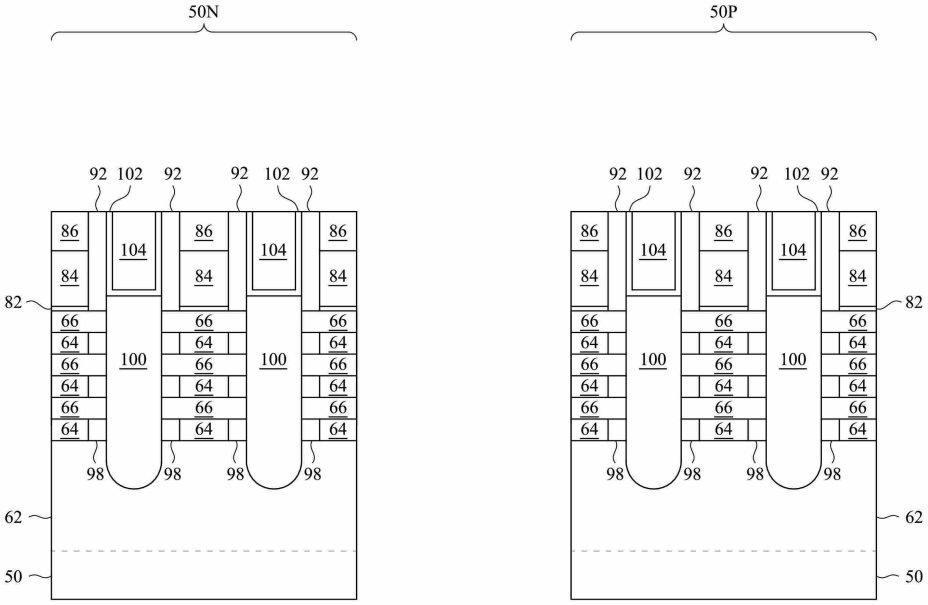
第 13A 圖


50N
50P
104
100
94
102
70
62
50

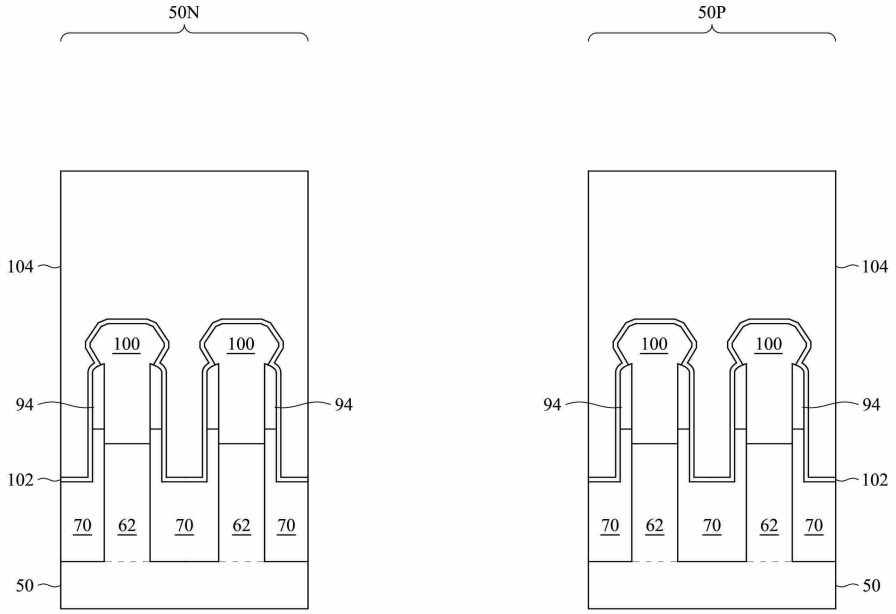
第 13B 圖


50N
50P
104
102
86
66
64
84
82
70
62
50

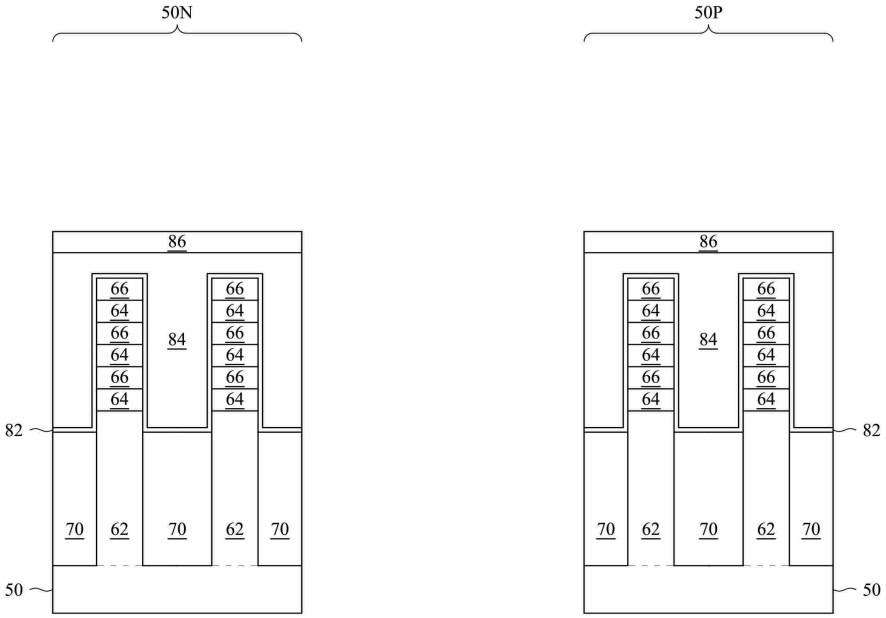
第 13C 圖


50N
50P
92
102
86
104
84
82
66
64
100
98
62
50

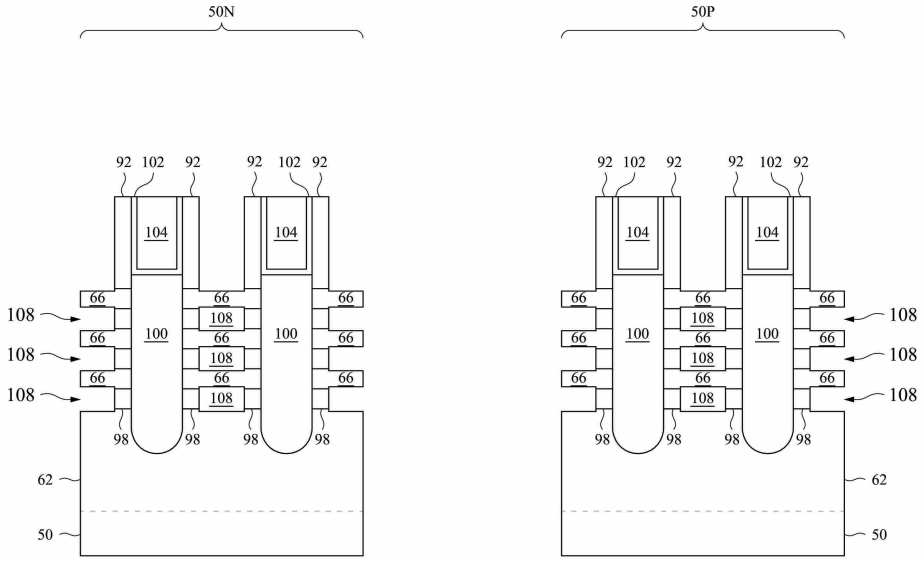
第 14A 圖


50N
50P
104
104
100
100
100
100
94
94
94
94
102
102
70
62
70
62
70
70
62
70
62
70
50
50

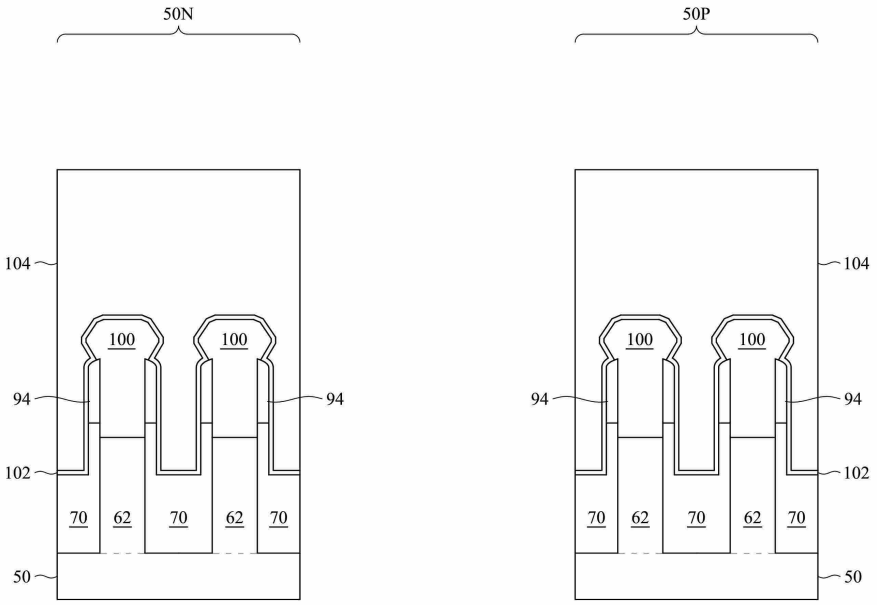
第 14B 圖


50N
50P
86
86
66
64
84
82
82
70
62
70
62
70
50
50

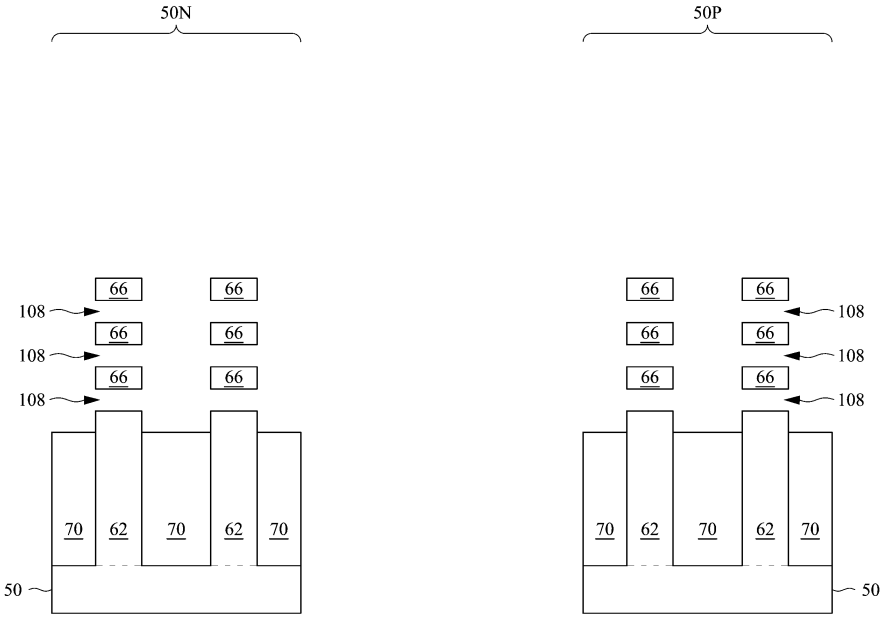
第 14C 圖


50N
50P
92 102 92 92 102 92
104
66
108
100
98
62
50

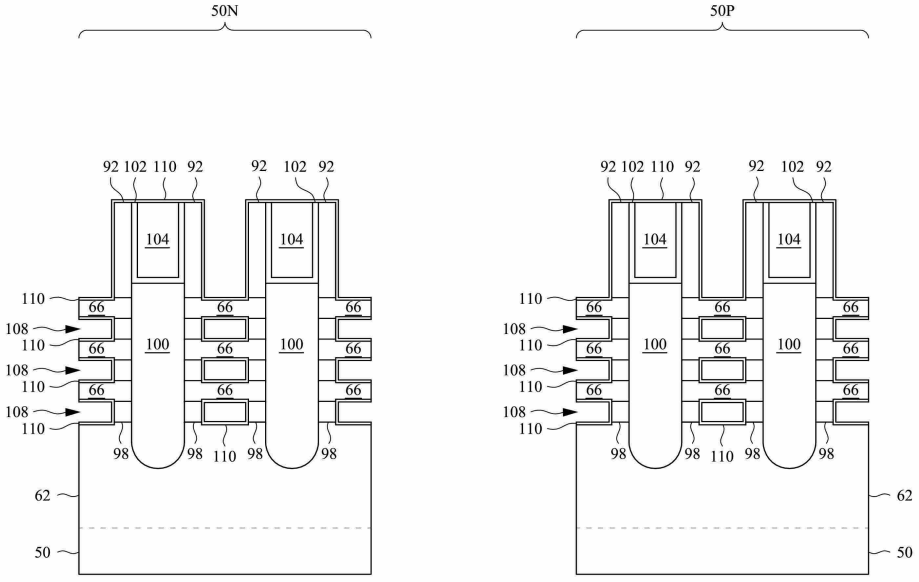
第 15A 圖


50N
50P
104
100
94
102
70
62
50

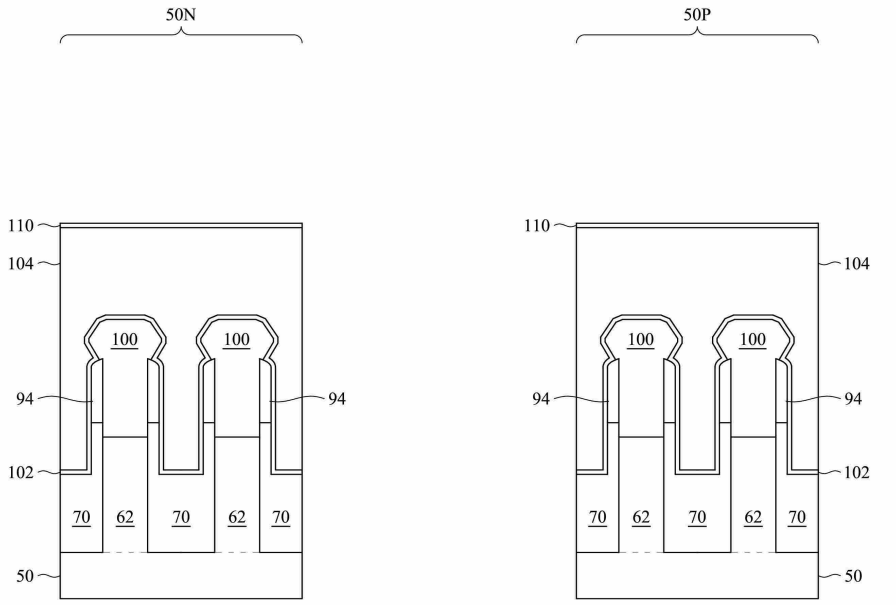
第 15B 圖



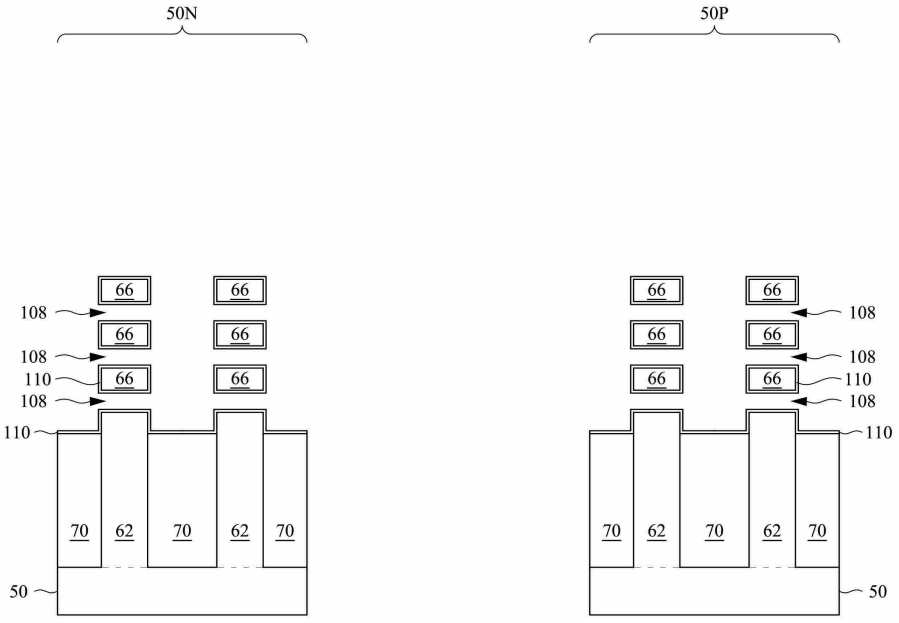
第 15C 圖



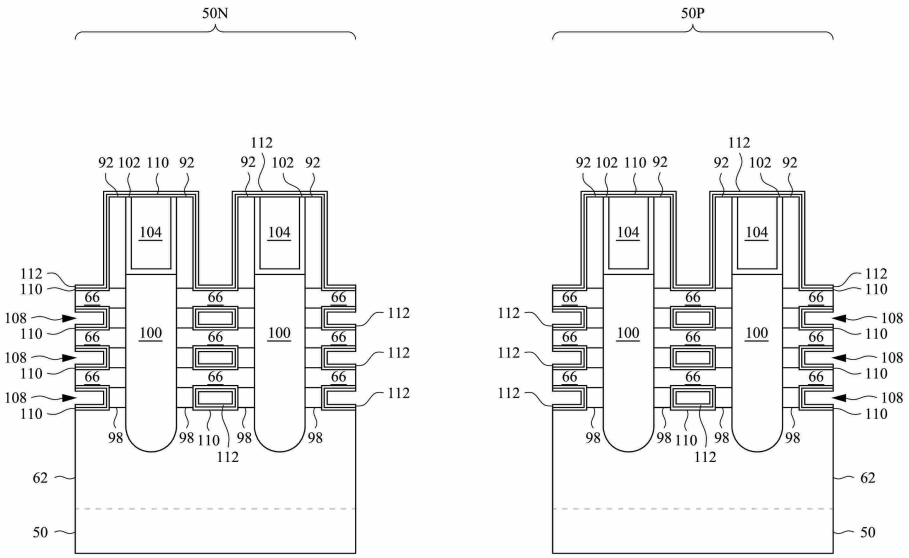
第 16A 圖


50N
50P
110
104
100
100
94
94
102
70
62
70
62
70
50

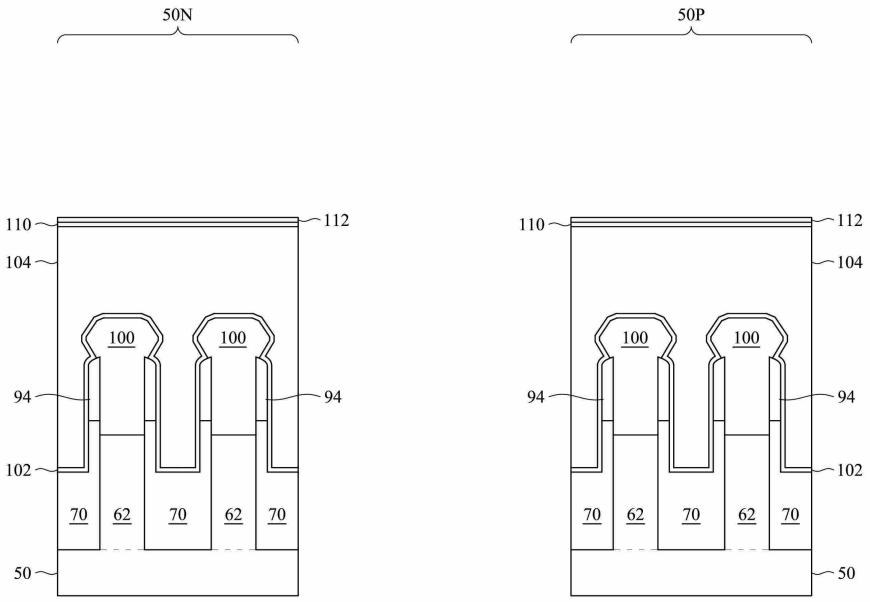
第 16B 圖


50N
50P
66
108
110
70
62
50

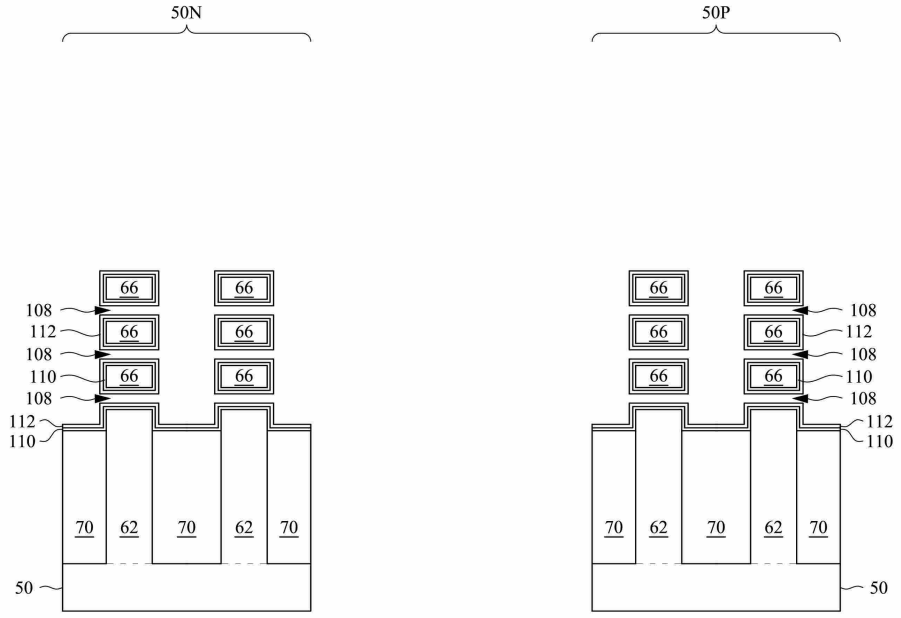
第 16C 圖


50N
50P
112
92 102 110 92
92 102 92
104
100
66
108
110
98
62
50

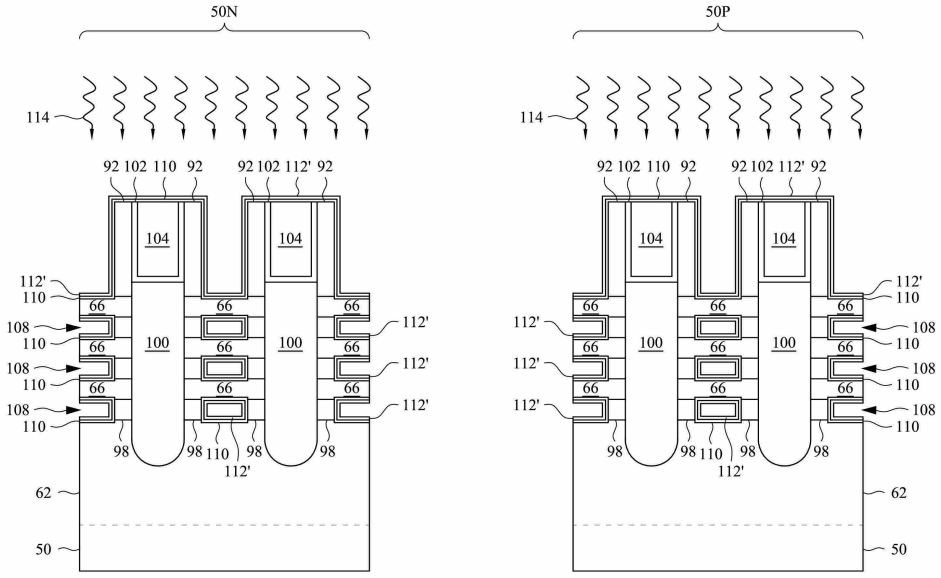
第 17A 圖


50N
50P
110
112
104
100
94
102
70
62
50

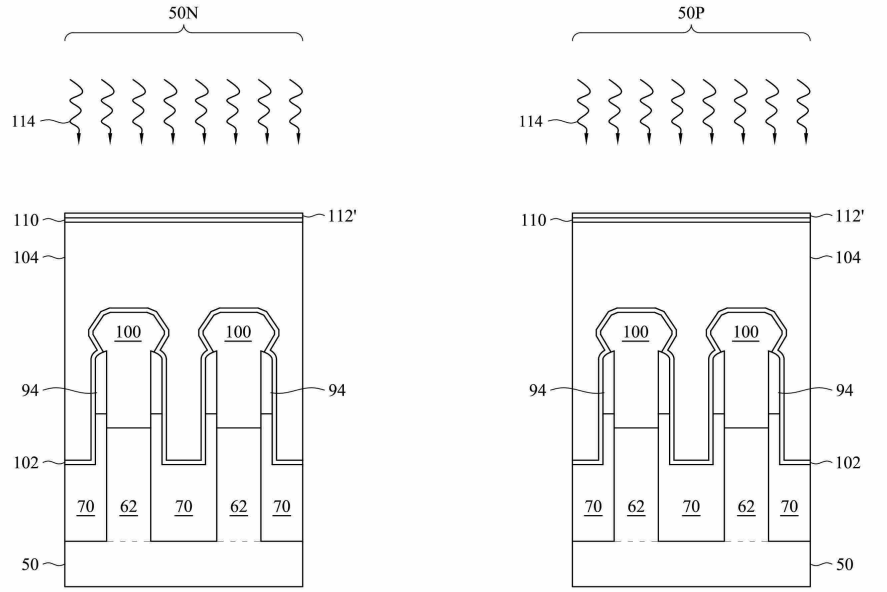
第 17B 圖


50N
50P
66
108
112
110
70
62
50

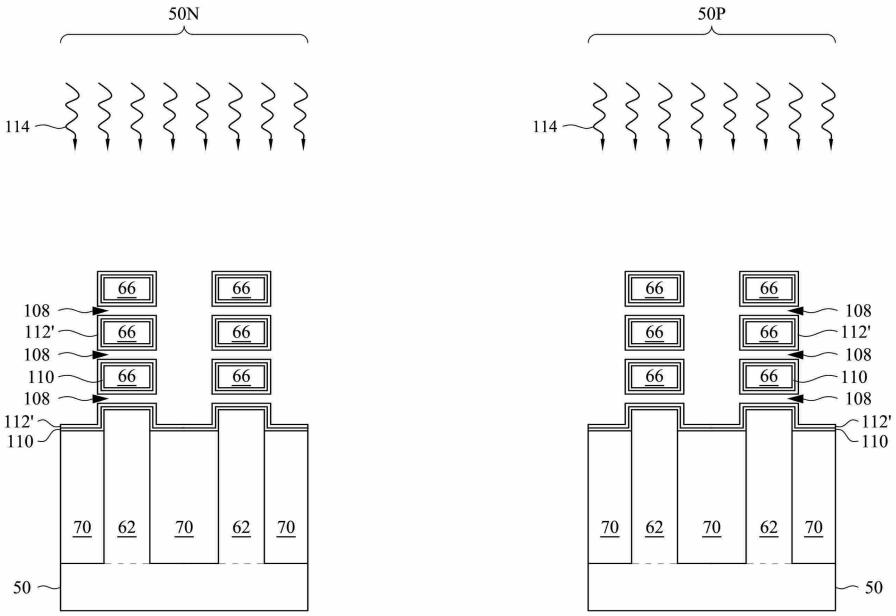
第 17C 圖


50N
50P
114
92 102 110 92
92 102 112' 92
104
100
66
108
110
112'
98
62
50

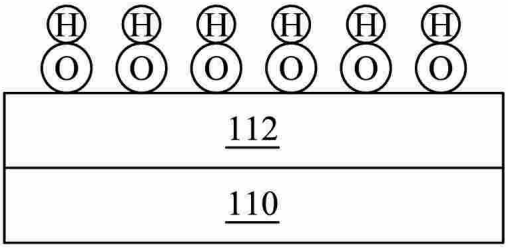
第 18A 圖


50N
50P
114
110
112'
104
100
94
102
70
62
50

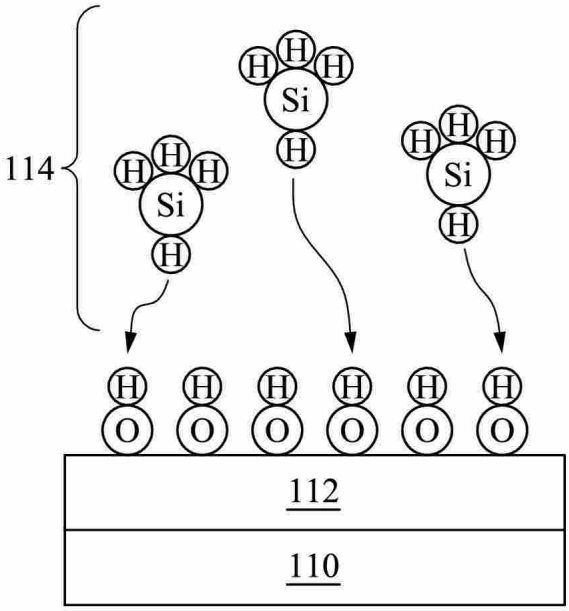
第 18B 圖


50N
50P
114
66
108
112'
110
70
62
50

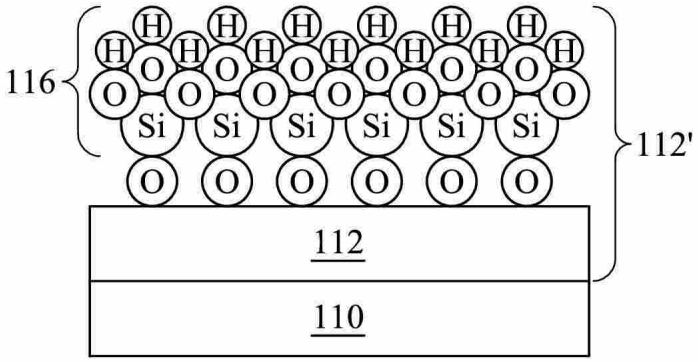
第 18C 圖



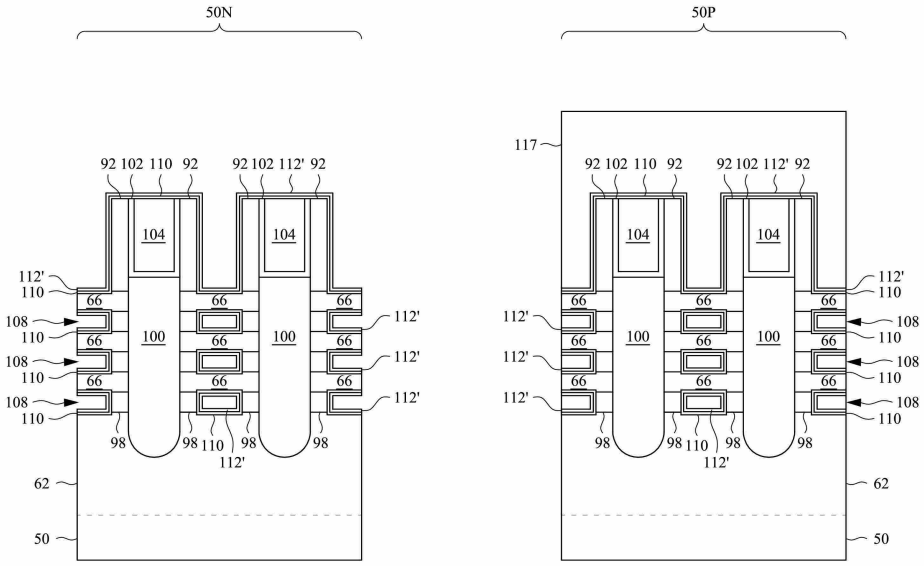
第 19A 圖



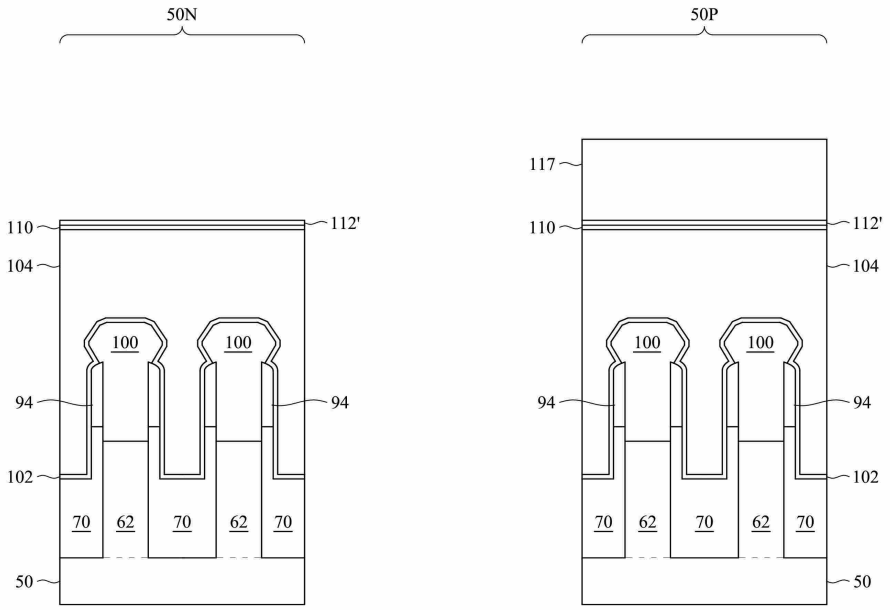
第 19B 圖


116
H
O
Si
112'
112
110

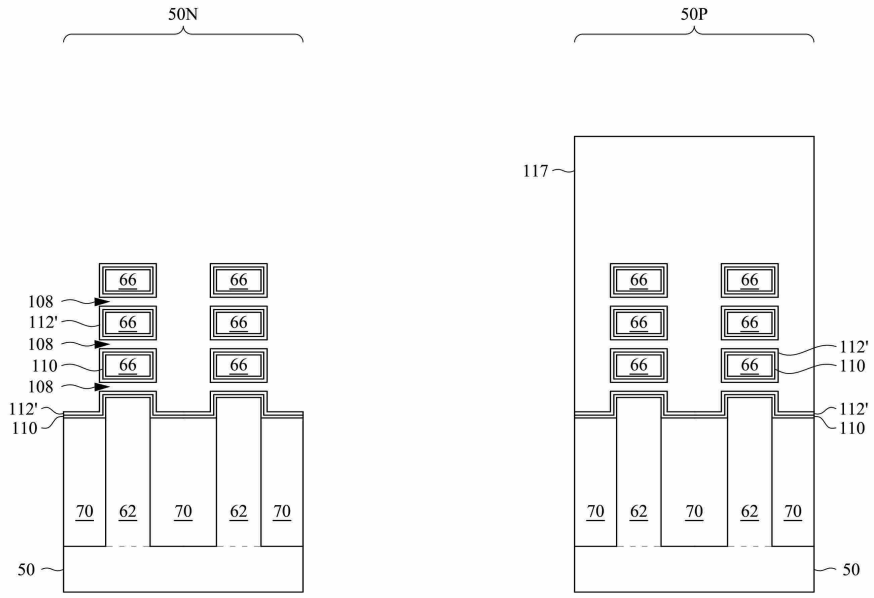
第 19C 圖


50N
50P
92 102 110 92
92 102 112' 92
117
104
112'
110
66
108
100
98
62
50

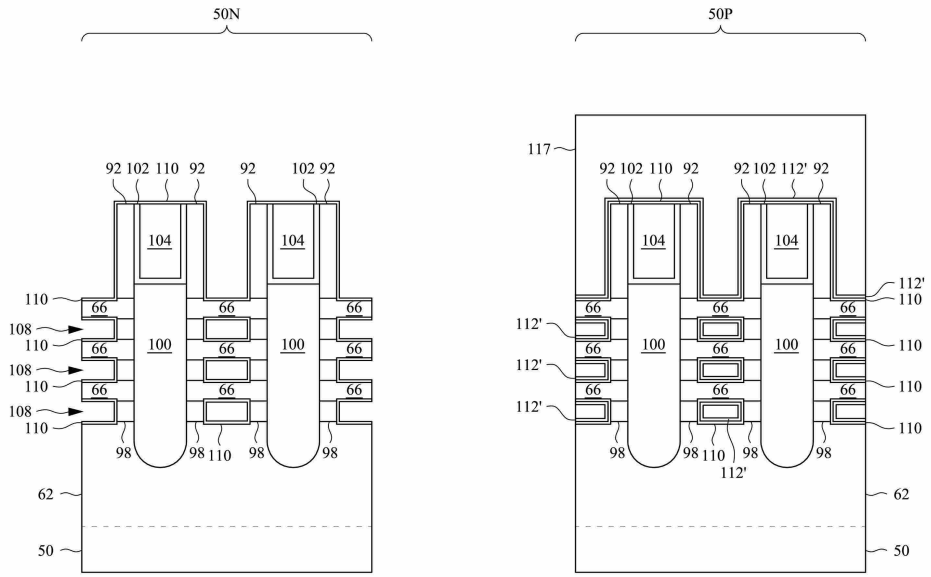
第 20A 圖


50N
50P
117
110
112'
104
100
100
94
94
102
70
62
70
62
70
50

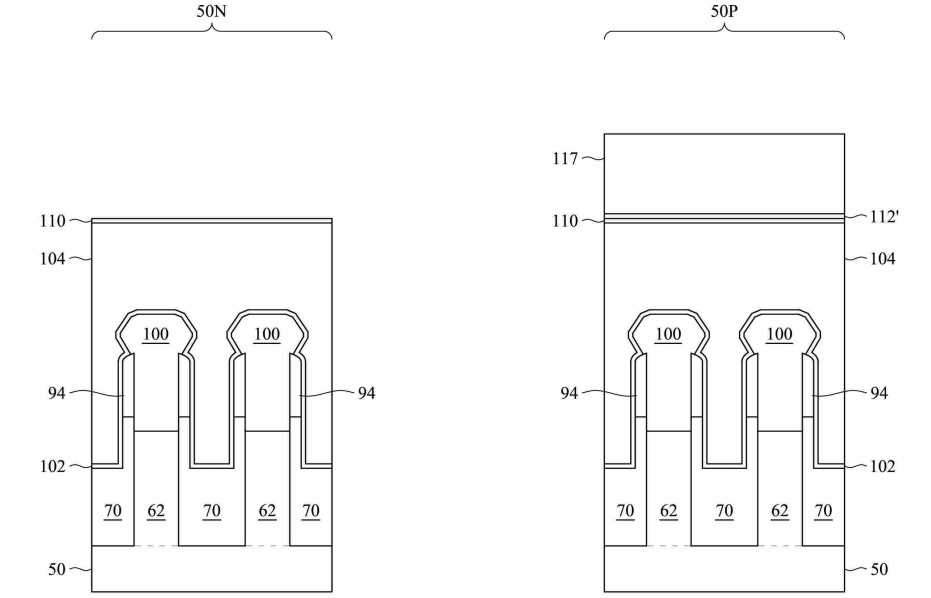
第 20B 圖


50N
50P
117
66
108
112'
110
112'
110
50

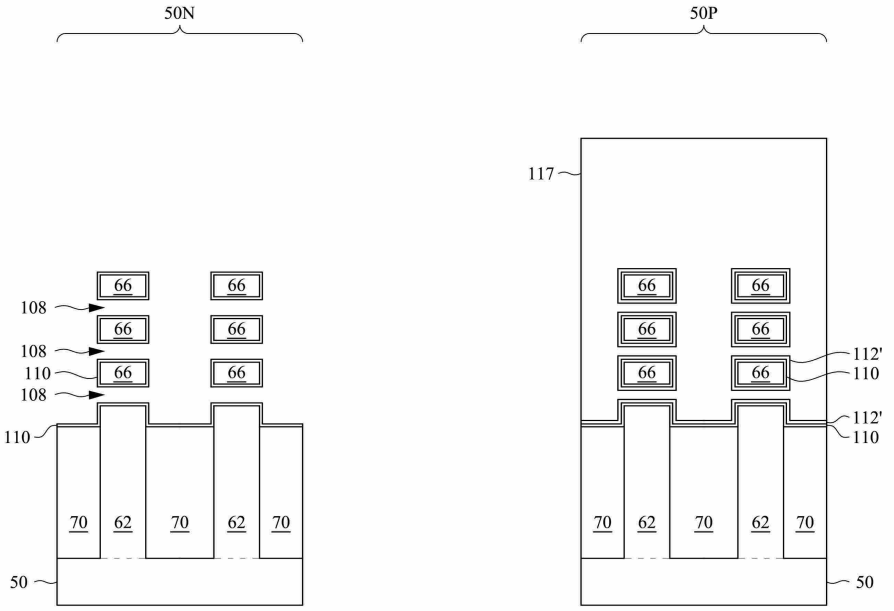
第 20C 圖


50N
50P
92 102 110 92 92 102 92
92 102 110 92 92 102 112' 92
104
100
66
108
110
112'
98
62
50
117

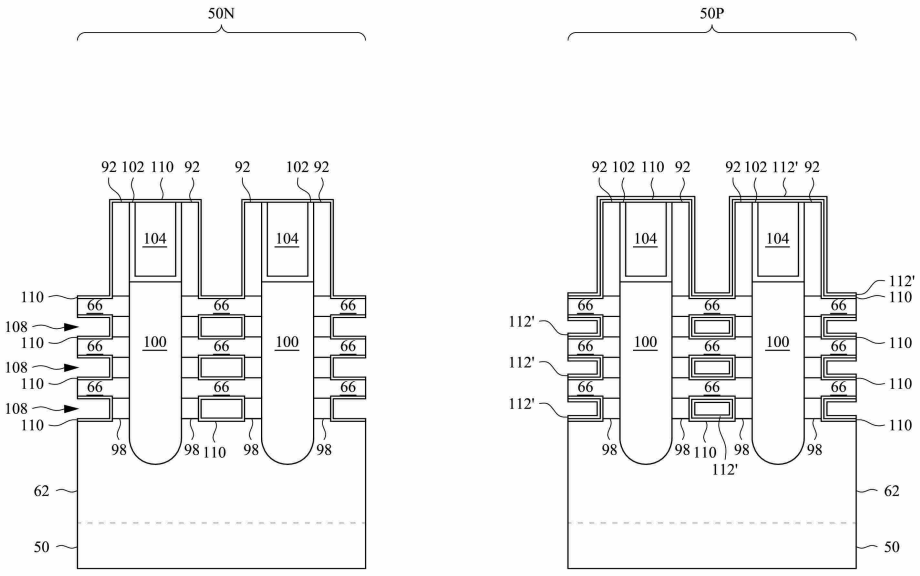
第 21A 圖


50N
50P
110
104
100
94
102
70
62
50
117
112'

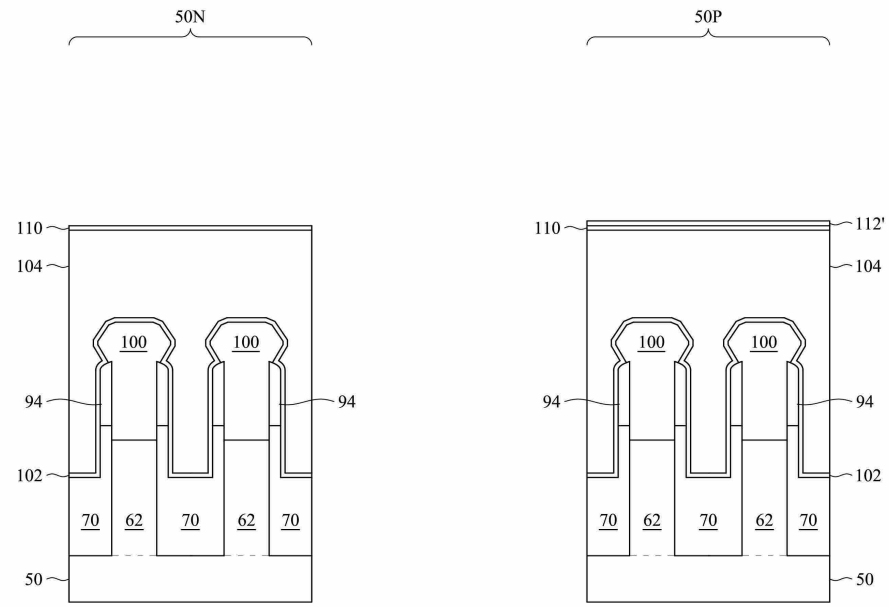
第 21B 圖


50N
50P
117
66
108
110
112'
70
62
50

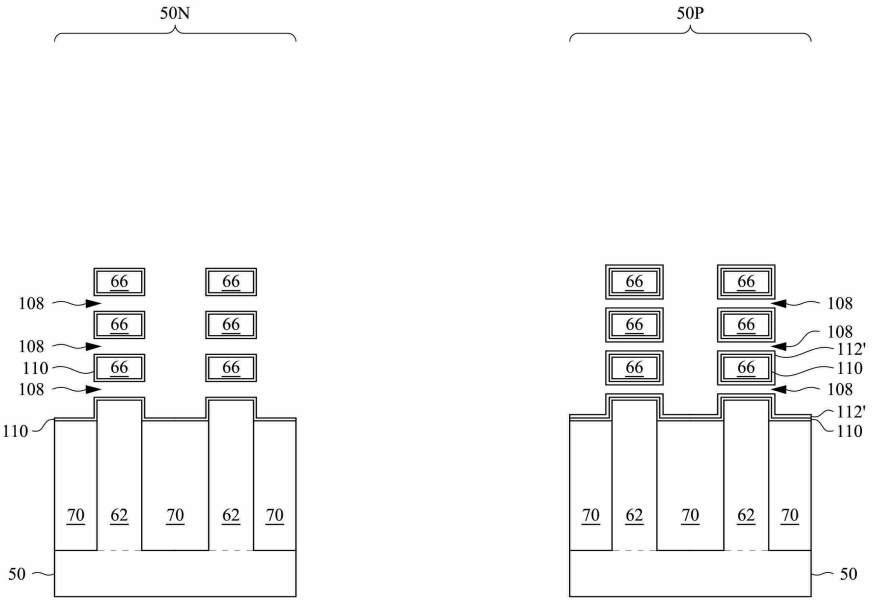
第 21C 圖


50N
50P
92 102 110 92 92 102 92
92 102 110 92 92 102 112' 92
104
100
66
108
110
112'
98
62
50

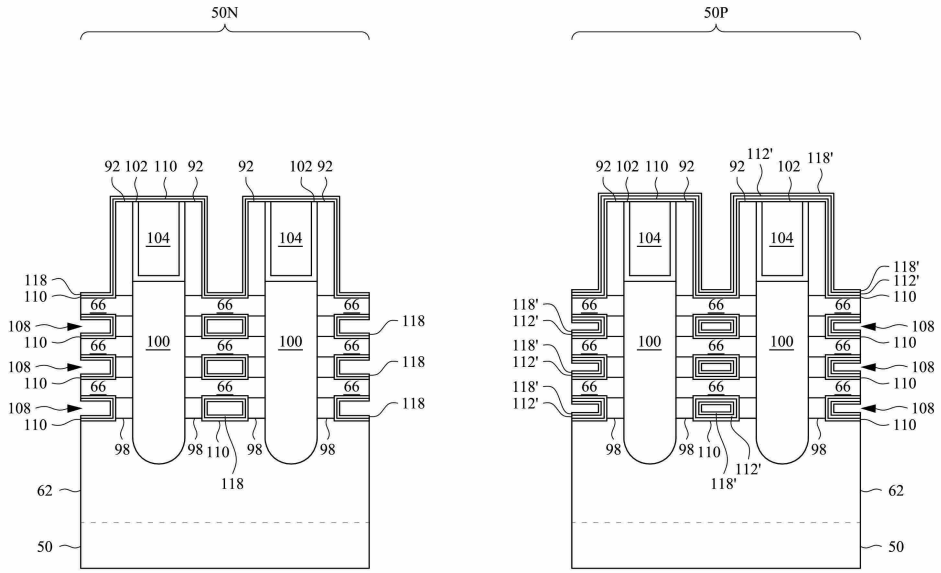
第 22A 圖


50N
50P
110
104
100
100
94
94
102
70
62
70
62
70
50
110
112'
104
100
100
94
94
102
70
62
70
62
70
50

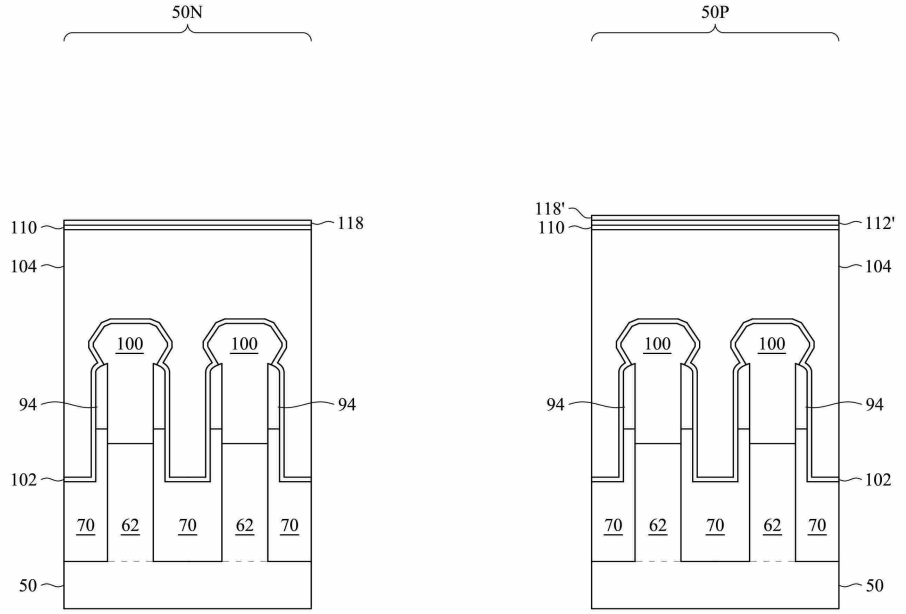
第 22B 圖


50N
50P
66
108
110
112'
70
62
70
62
70
50

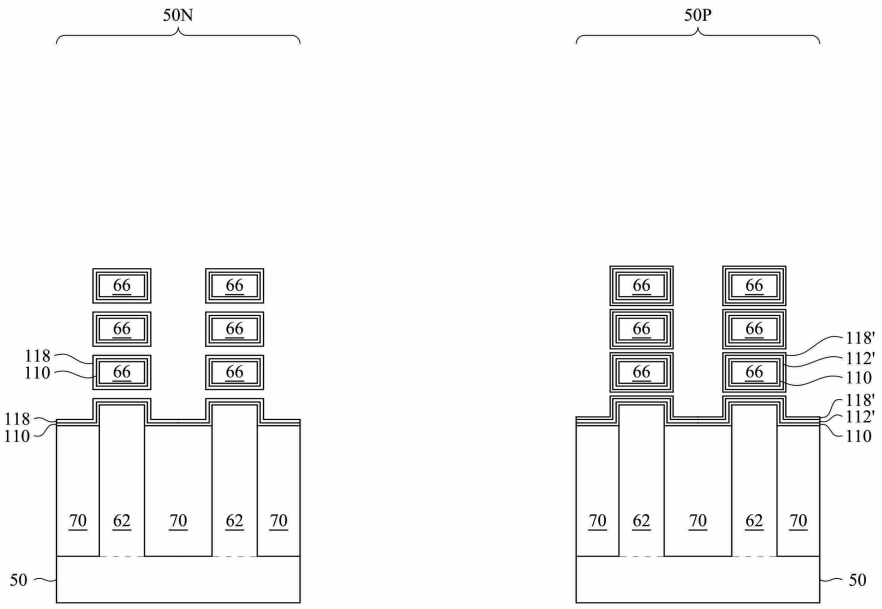
第 22C 圖


50N
50P
92 102 110 92 92 102 92
92 102 110 92 112' 102 118'
104
100
66
108
110
118
118'
112'
98
62
50

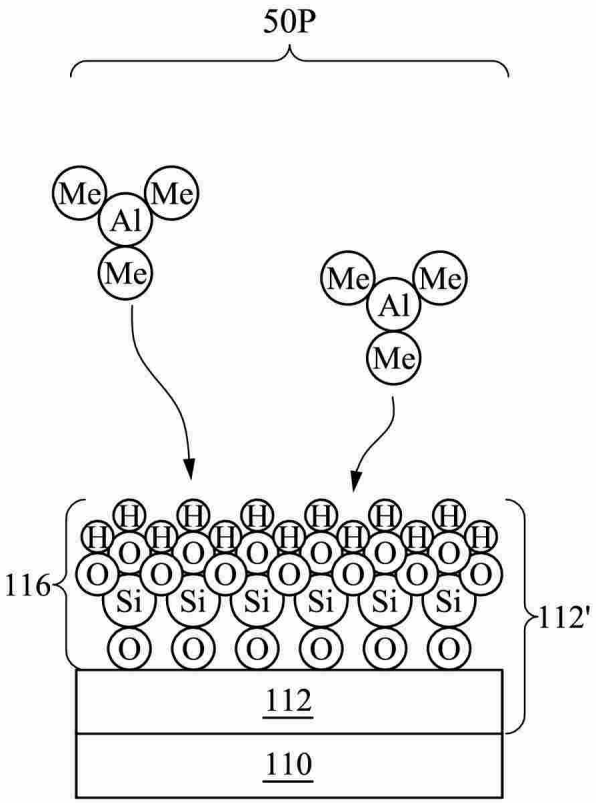
第 23A 圖


50N
50P
110
104
118
118'
112'
100
94
102
70
62
50

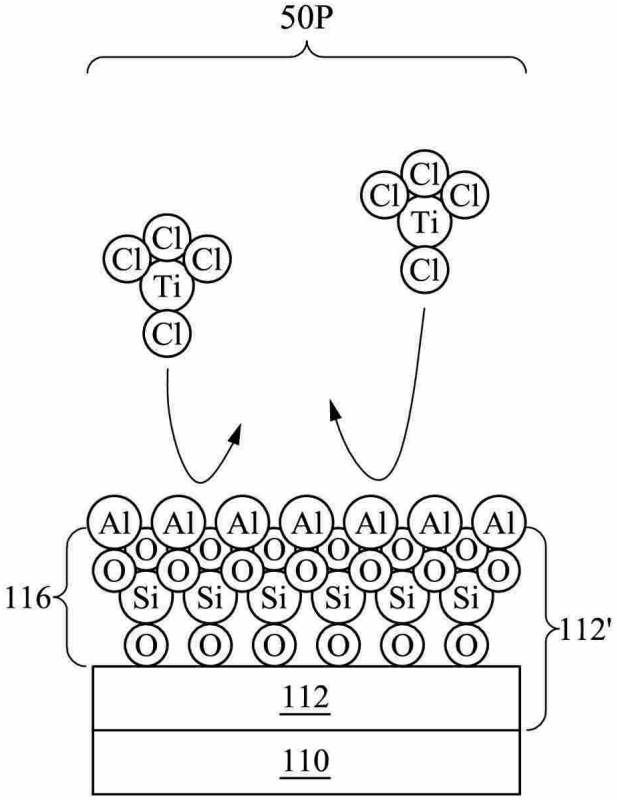
第 23B 圖



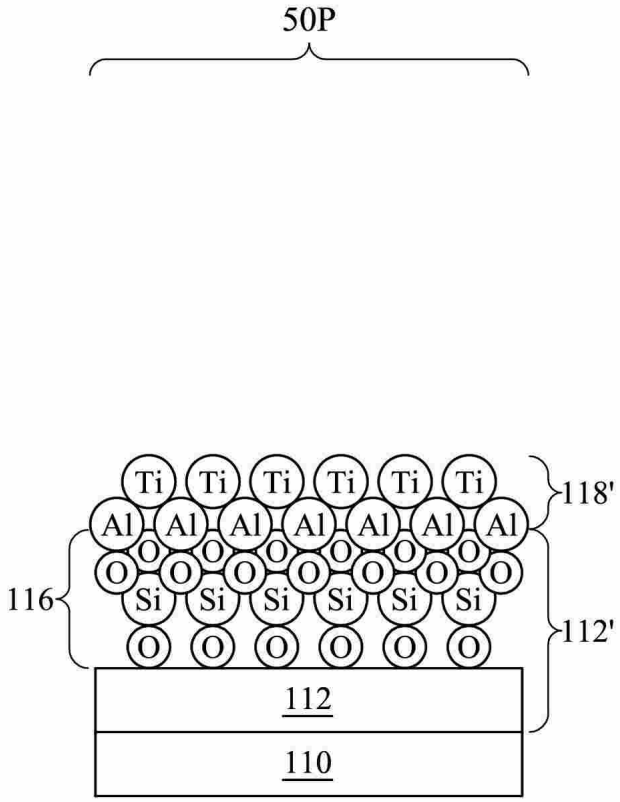
第 23C 圖



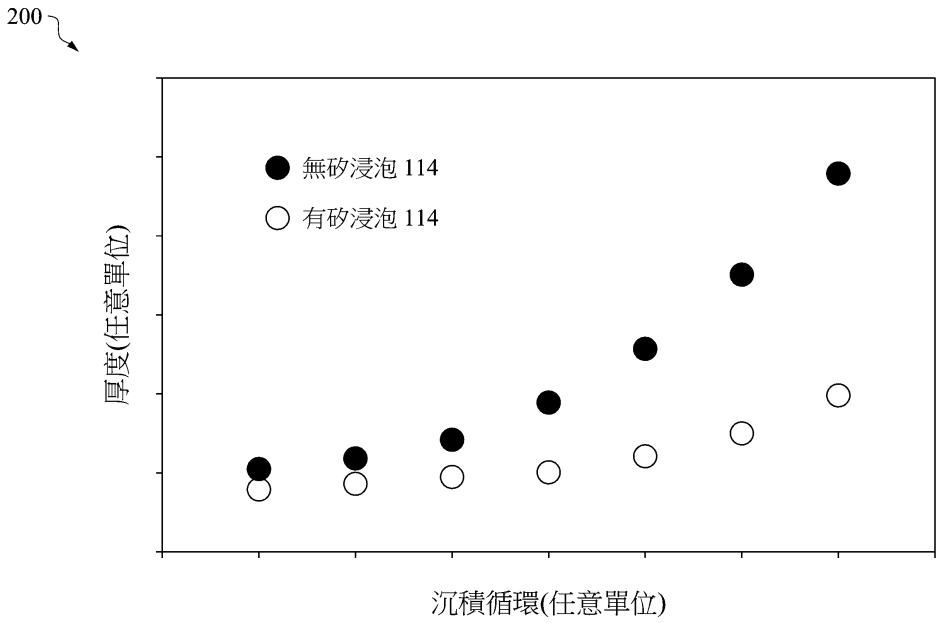
第 24A 圖



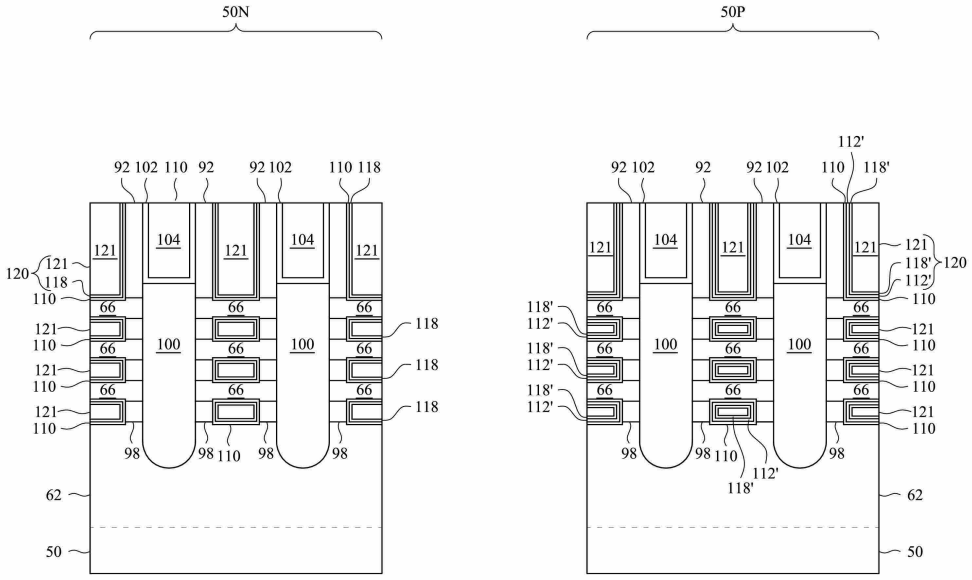
第 24B 圖



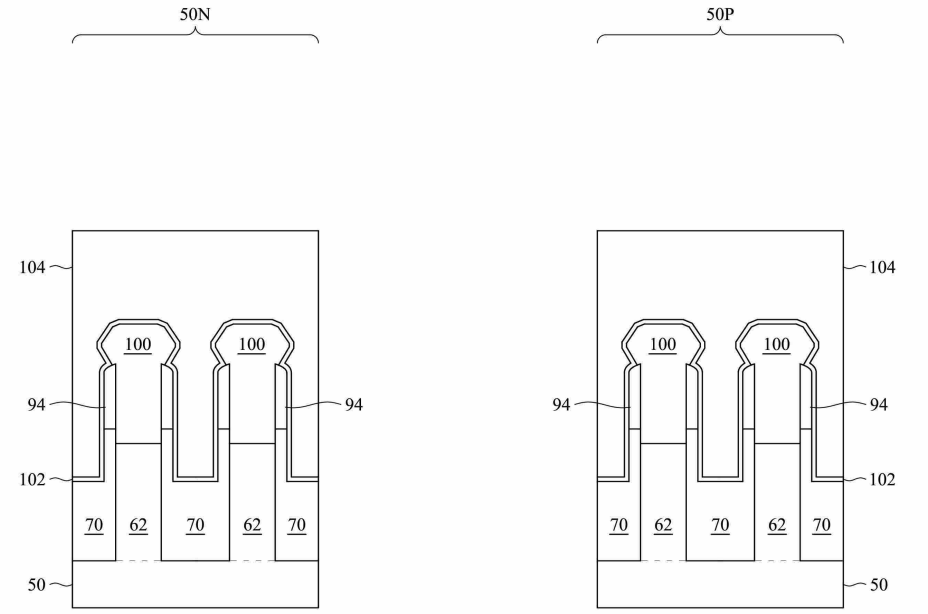
第 24C 圖


200
無矽浸泡 114
有矽浸泡 114
厚度(任意單位)
沉積循環(任意單位)

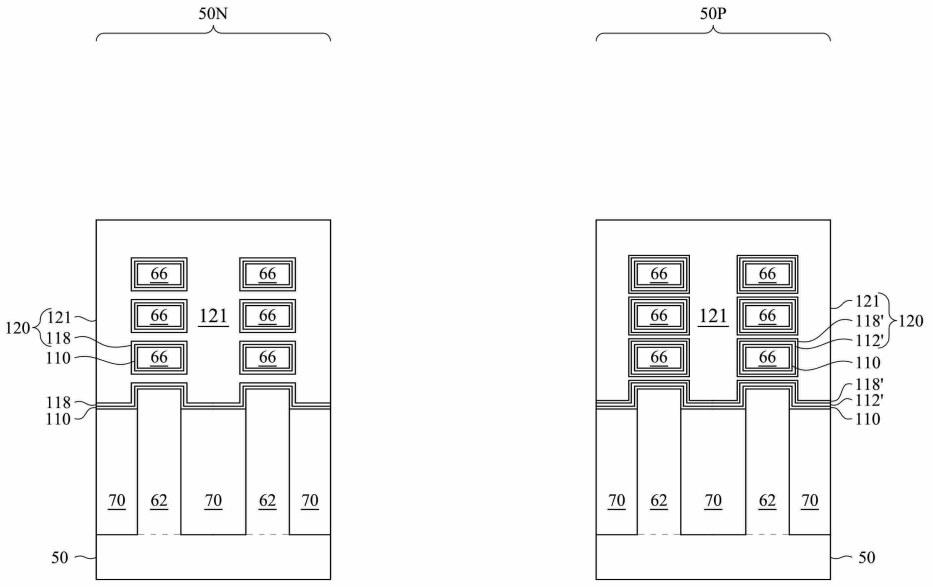
第 25 圖


50N
50P
92 102 110 92 92 102 110 118
92 102 92 92 102 110 118
112'
121
104
100
66
98
110
118
118'
112'
120
62
50

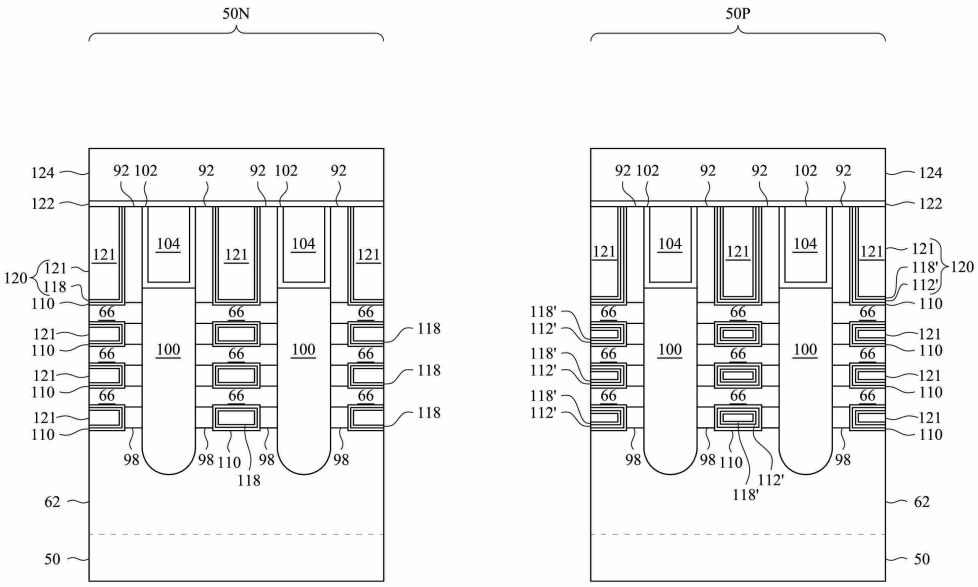
第 26A 圖


50N
50P
104
100
100
94
94
102
70
62
70
62
70
50

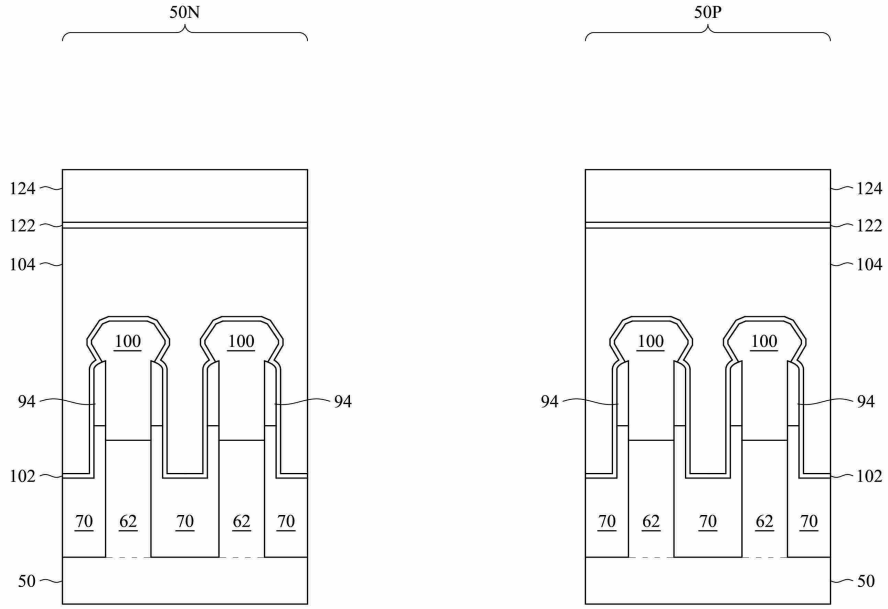
第 26B 圖


50N
50P
66
121
120
118
110
118
110
118'
112'
70
62
50

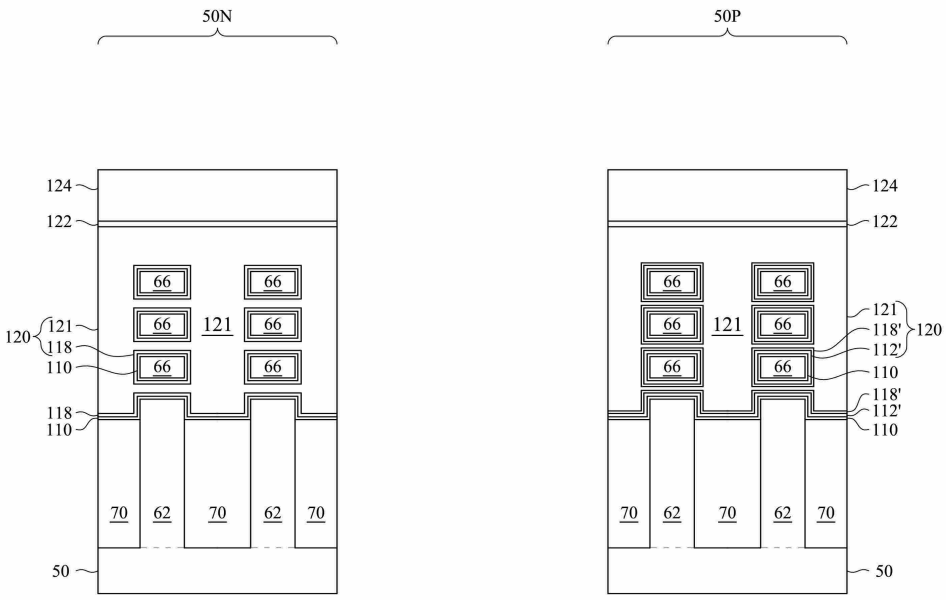
第 26C 圖


50N
50P
124
122
120
121
118
110
66
100
104
92
102
98
62
50
112'

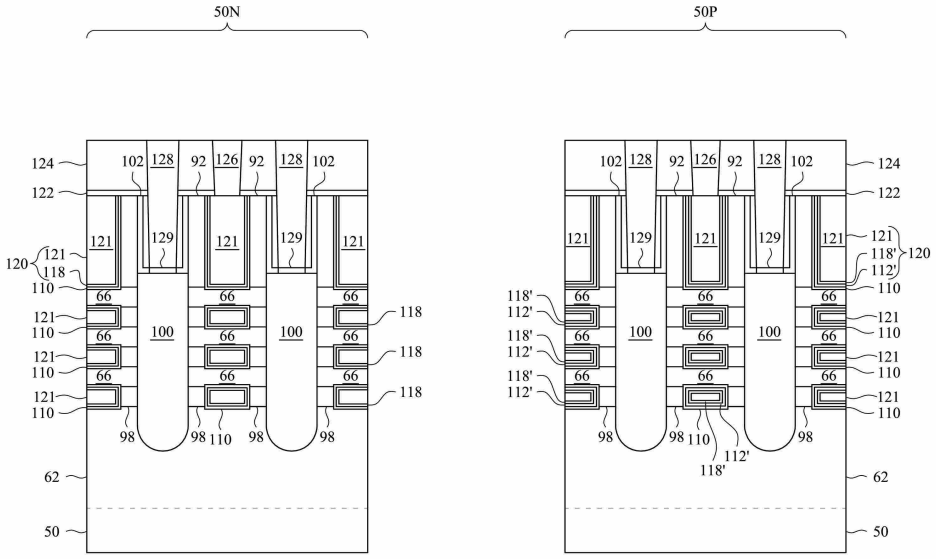
第 27A 圖


50N
50P
124
122
104
100
94
102
70
62
50

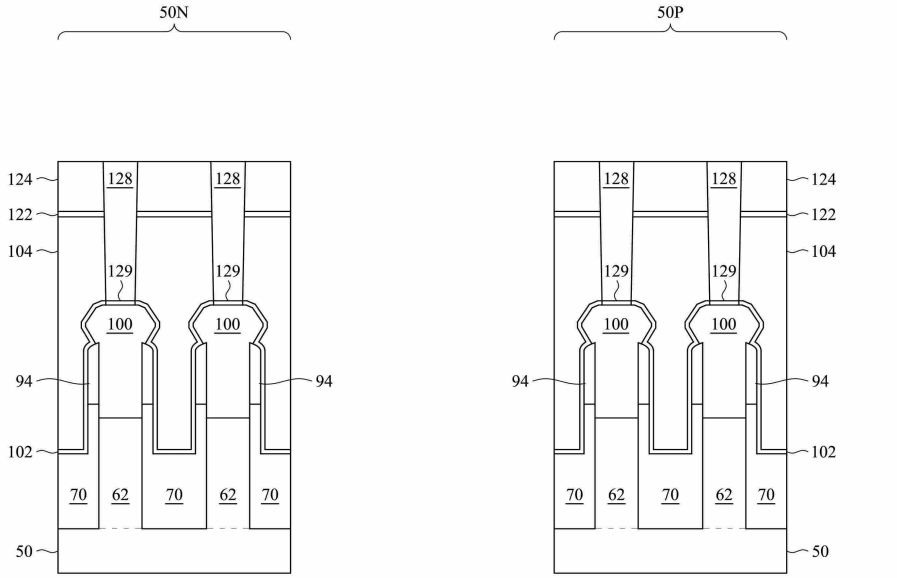
第 27B 圖


50N
50P
124
122
66
121
120
118
110
70
62
50
118'
112'

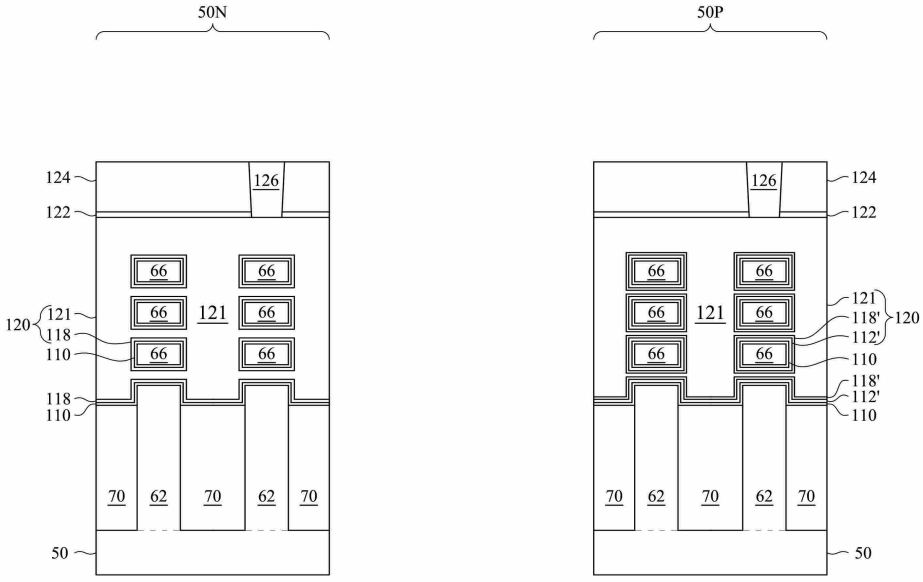
第 27C 圖


50N
50P
124
122
102
128
92
126
129
100
98
62
50
118
118'
112'
120

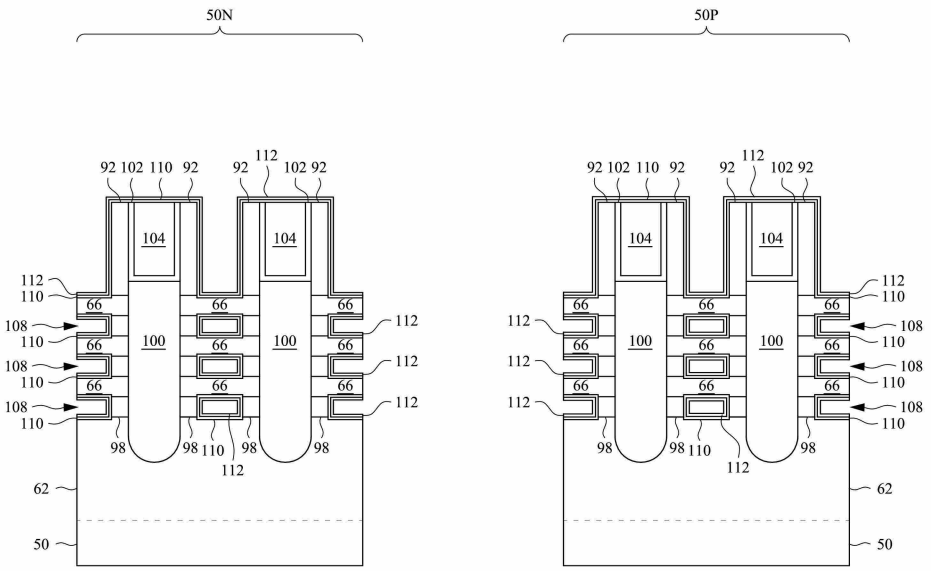
第 28A 圖


50N
50P
124
128
128
122
104
129
129
100
100
94
94
102
70
62
70
62
70
50

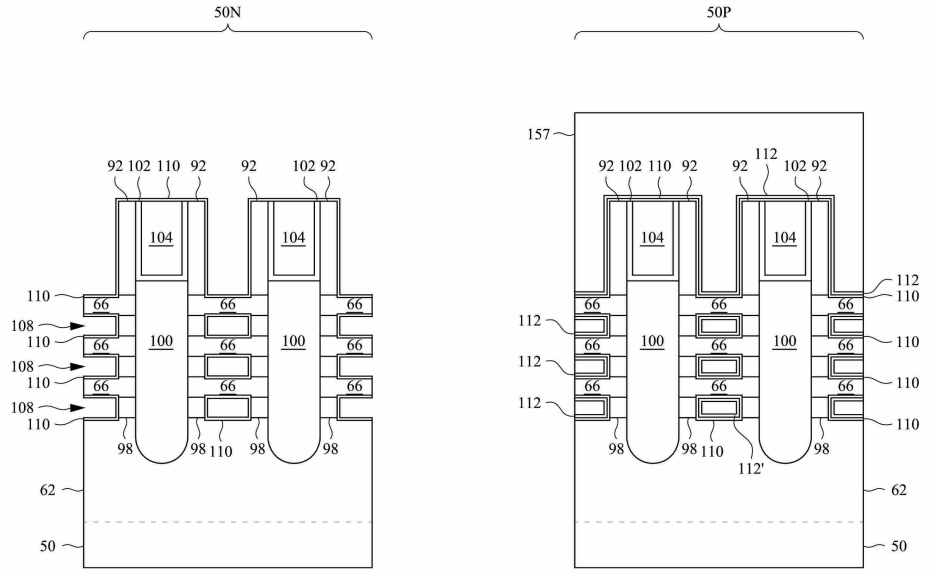
第 28B 圖


50N
50P
124
126
122
66
121
120
118
110
50

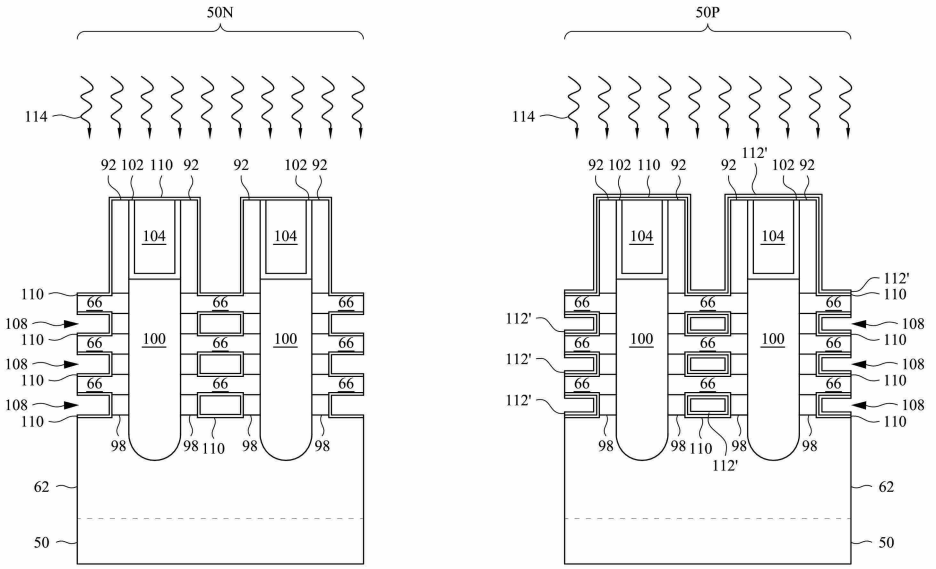
第 28C 圖


50N
50P
92 102 110 92 92 112 102 92
104
100
66
108
110
112
98
62
50

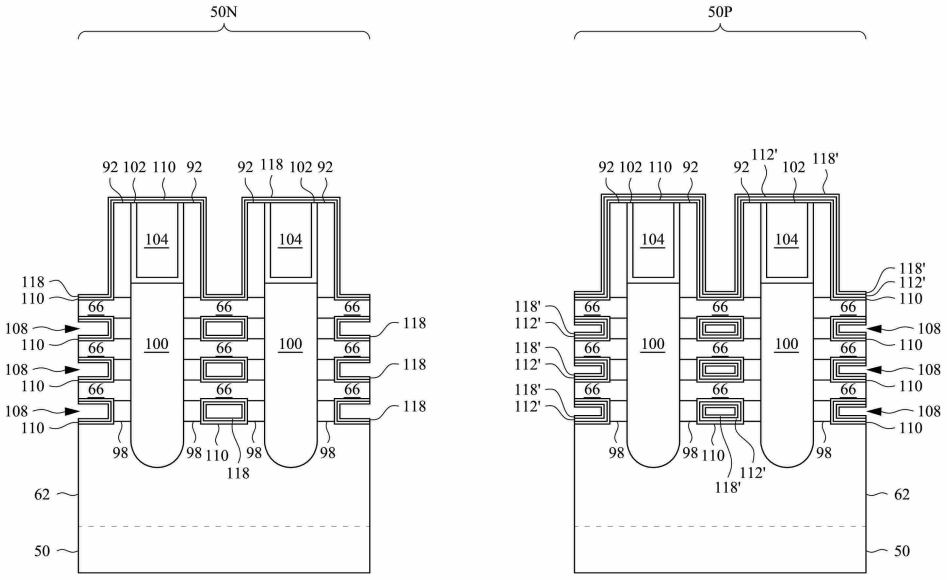
第 29 圖


50N
50P
157
92 102 110 92 92 112 102 92
104
100
66
108
110
112
112'
98
62
50

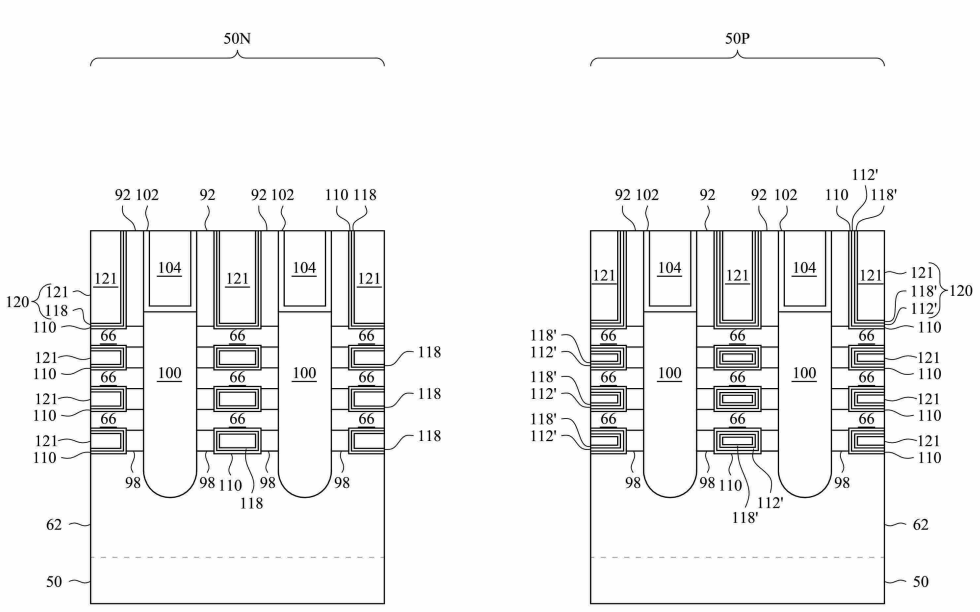
第 30 圖


50N
50P
114
92 102 110 92 92 102 92
92 102 110 92 92 112' 102 92
104
100
66
108
110
112'
98
62
50

第 31 圖


50N
50P
92 102 110 92 92 118 102 92
92 102 110 92 92 112' 102 118'
104
100
66
108
110
112'
118
118'
98
62
50

第 32 圖


50N
50P
92 102
92
110 118
112'
118'
121
104
120
118
110
66
100
98
62
50

第 33 圖