

【11】證書號數：I938357

【45】公告日：中華民國 115 (2026) 年 09 月 11 日

【51】Int. Cl. : H10N97/00 (2023.01) H10P14/40 (2026.01)
H10P14/40 (2026.01) H10B12/00 (2023.01)

發明

全 20 頁

【54】名稱：半導體裝置及其製造方法

【21】申請案號：111133523

【22】申請日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 05 日

【11】公開編號：202316694

【43】公開日期：中華民國 112 (2023) 年 04 月 16 日

【30】優先權：2021/10/13

南韓

10-2021-0135776

【72】發明人：安智薰 (KR) AN, JI HOON；金丙上 (KR) KIM, BYUNG SANG；洪承範 (KR)
HONG, SEUNG BUM

【71】申請人：韓商愛思開海力士有限公司 SK HYNIX INC.
南韓

【74】代理人：王立成

【56】參考文獻：

US 2019/0165087A1

US 2019/0333985A1

審查人員：林士淵

【57】申請專利範圍

1. 一種半導體裝置，包括：
下電極結構，形成在基板上方；
電介質層，形成在所述下電極結構上方；以及
上電極結構，形成在所述電介質層上並且包括與所述電介質層接觸的含矽非晶層，
其中，所述上電極結構包括非晶金屬矽氮化物層和結晶金屬氮化物層的堆疊結構。
2. 如請求項 1 所述的半導體裝置，其中，所述上電極結構具有連續性並且覆蓋所述電介質層的整個表面。
3. 如請求項 1 所述的半導體裝置，其中，所述含矽非晶層包括非晶鈦矽氮化物。
4. 如請求項 1 所述的半導體裝置，其中，所述結晶金屬氮化物層包括氮化鈦。
5. 如請求項 1 所述的半導體裝置，其中，所述非晶金屬矽氮化物層的厚度小於所述結晶金屬氮化物層的厚度。
6. 如請求項 1 所述的半導體裝置，其中，所述上電極結構包括非晶金屬矽氮化物層、結晶金屬氮化物層和半導體材料層的堆疊結構。
7. 如請求項 1 所述的半導體裝置，其中，所述上電極結構包括非晶金屬矽氮化物層、結晶金屬氮化物層、矽鍺層和鎢層的堆疊結構。
8. 如請求項 1 所述的半導體裝置，
其中，所述下電極結構包括：
第一下電極，具有圓柱結構；以及
第二下電極，設置在所述第一下電極內部，所述第二下電極具有比所述第一下電極小的晶粒尺寸，並且具有柱狀結構。
9. 如請求項 8 所述的半導體裝置，其中，所述第二下電極的硬度大於所述第一下電極的硬度。

10. 如請求項 8 所述的半導體裝置，其中，所述第一下電極包括金屬氮化物，並且所述第二下電極包括金屬矽氮化物。
11. 如請求項 8 所述的半導體裝置，其中，所述第一下電極包括氮化鈦或低電阻率金屬氮化物。
12. 如請求項 8 所述的半導體裝置，其中，所述第二下電極包括鈦矽氮化物。
13. 如請求項 1 所述的半導體裝置，
其中，所述下電極結構包括：
第一下電極，具有圓柱結構；
第二下電極，沿所述第一下電極的內表面形成，所述第二下電極具有小於所述第一下電極的晶粒尺寸，並且具有圓柱結構；以及
第三下電極，設置在所述第二下電極內部並且具有柱狀結構。
14. 如請求項 13 所述的半導體裝置，其中
所述第一下電極包括金屬氮化物，
所述第二下電極包括金屬矽氮化物，以及
所述第三下電極包括多晶矽。
15. 如請求項 1 所述的半導體裝置，其中，所述下電極結構包括柱狀結構並且包括導電材料層，所述導電材料層具有比氮化鈦小的晶粒尺寸。
16. 如請求項 1 所述的半導體裝置，其中，所述下電極結構由鈦矽氮化物形成，具有柱狀結構。
17. 如請求項 1 所述的半導體裝置，還包括支撐所述下電極結構的外壁的支撐物。
18. 一種半導體裝置，包括：
下電極結構，包括由第一下電極和第二下電極形成的堆疊結構，所述第一下電極形成在基板上方並且具有圓柱結構，所述第二下電極設置在所述第一下電極內部，其中，所述第一下電極為具有第一晶粒尺寸的結晶且所述第二下電極為具有第二晶粒尺寸的結晶，所述第二晶粒尺寸小於所述第一晶粒尺寸；
電介質層，形成在所述下電極結構上方；以及
上電極結構，形成在所述電介質層上方。
19. 如請求項 18 所述的半導體裝置，其中，所述第二下電極具有柱狀結構。
20. 如請求項 18 所述的半導體裝置，其中，所述第一下電極包括金屬氮化物，並且所述第二下電極包括金屬矽氮化物。
21. 如請求項 18 所述的半導體裝置，其中，所述第一下電極包括氮化鈦或低電阻率金屬氮化物。
22. 如請求項 18 所述的半導體裝置，其中，所述第二下電極包括鈦矽氮化物。
23. 如請求項 18 所述的半導體裝置，其中
所述第二下電極包括由金屬矽氮化物層和多晶矽層形成的堆疊結構，所述金屬矽氮化物層沿所述第一下電極的內表面形成並具有圓柱結構，所述多晶矽層設置在所述金屬矽氮化物層內部並且具有柱狀結構。
24. 如請求項 18 所述的半導體裝置，其中，所述電介質層與所述第一下電極直接接觸。
25. 如請求項 18 所述的半導體裝置，還包括支撐所述下電極結構的外壁的支撐物。
26. 如請求項 18 所述的半導體裝置，其中，所述上電極結構包括與所述電介質層直接接觸的含矽非晶層。
27. 如請求項 18 所述的半導體裝置，其中，所述上電極結構包括非晶金屬矽氮化物層和結晶金屬氮化物層的堆疊結構。

28. 如請求項 18 所述的半導體裝置，其中，所述上電極結構具有連續性並且覆蓋所述電介質層的整個表面。
29. 如請求項 26 所述的半導體裝置，其中，所述含矽非晶層包括非晶鈦矽氮化物。
30. 如請求項 27 所述的半導體裝置，其中，所述結晶金屬氮化物層包括氮化鈦。
31. 如請求項 27 所述的半導體裝置，其中，所述非晶金屬矽氮化物層的厚度小於所述結晶金屬氮化物層的厚度。
32. 如請求項 18 所述的半導體裝置，其中，所述上電極結構包括非晶金屬矽氮化物層、結晶金屬氮化物層和半導體材料層的堆疊結構。
33. 如請求項 18 所述的半導體裝置，其中，所述上電極結構包括非晶金屬矽氮化物層、結晶金屬氮化物層、矽鍺層和鎢層的堆疊結構。
34. 一種製造半導體裝置的方法，所述方法包括：
在基板上方形成下電極結構；
在所述下電極結構上方形成電介質層；以及
在所述電介質層上方形成包括含矽非晶層的上電極結構，
其中，形成所述上電極結構包括：
在所述電介質層上方形成非晶金屬矽氮化物層；以及
在所述非晶金屬矽氮化物層上形成金屬氮化物層。
35. 如請求項 34 所述的方法，其中，所述非晶金屬矽氮化物層的形成和所述金屬氮化物層的形成在位執行。
36. 如請求項 34 所述的方法，其中，所述非晶金屬矽氮化物層的形成和所述金屬氮化物層的形成透過原子層沉積程序來執行。
37. 如請求項 34 所述的方法，其中，所述非晶金屬矽氮化物層包括非晶鈦矽氮化物，並且所述金屬氮化物層包括氮化鈦。
38. 如請求項 36 所述的方法，其中，用於形成所述非晶金屬矽氮化物層的所述原子層沉積程序透過重複單位循環來執行，所述單位循環包括供應 Ti 前驅物的步驟、供應吹掃氣體的步驟、供應反應氣體的步驟、供應吹掃氣體的步驟、供應 Si 源和吹掃氣體的步驟。
39. 如請求項 36 所述的方法，其中，形成所述金屬氮化物層的所述原子層沉積程序透過重複單位循環來執行，所述單位循環包括供應 Ti 前驅物的步驟、供應吹掃氣體的步驟、供應反應氣體和吹掃氣體的步驟。
40. 如請求項 34 所述的方法，
其中，形成所述下電極結構包括：
在所述基板上方形成模具結構；
透過蝕刻所述模具結構來形成開口；
沿所述開口的內表面形成第一下電極，所述第一下電極具有圓柱結構；
形成間隙填充所述第一下電極的內部的第二下電極，所述第二下電極具有小於所述第一下電極的晶粒尺寸，並且具有柱狀結構；以及
透過去除所述模具結構來暴露所述下電極結構的外壁。
41. 如請求項 39 所述的方法，其中，所述第一下電極包括金屬氮化物，並且所述第二下電極包括金屬矽氮化物。
42. 如請求項 34 所述的方法，
其中，形成所述下電極包括：
在所述基板上方形成模具結構；
透過蝕刻所述模具結構來形成開口；

沿所述開口的內表面形成第一下電極，所述第一下電極具有圓柱結構；
沿所述第一下電極的內表面形成第二下電極，所述第二下電極具有小於所述第一下電極的晶粒尺寸並且具有圓柱結構；以及
形成間隙填充所述第二下電極的內部並且具有柱狀結構的第三下電極。

43. 如請求項 42 所述的方法，其中
所述第一下電極包括金屬氮化物，
所述第二下電極包括金屬矽氮化物，以及
所述第三下電極包括多晶矽。
44. 如請求項 34 所述的方法，
其中，形成所述下電極包括：
在所述基板上方形成模具結構；
透過蝕刻所述模具結構來形成開口；
形成間隙填充所述開口的內部並且具有柱狀結構的下電極；以及
透過去除所述模具結構來暴露所述下電極結構的外壁。
45. 如請求項 44 所述的方法，其中，具有柱狀結構的所述下電極包括鈦矽氮化物。
46. 如請求項 45 所述的方法，其中，所述鈦矽氮化物是透過原子層沉積程序形成的。
47. 如請求項 46 所述的方法，其中，所述原子層沉積程序透過重複單位循環來執行，所述單位循環包括供應 Ti 前驅物和 Si 源的步驟、供應 Si 源的步驟、供應吹掃氣體的步驟、供應反應氣體和吹掃氣體的步驟。
48. 一種製造半導體裝置的方法，所述方法包括：
形成下電極結構，所述下電極結構包括由第一下電極和第二下電極形成的堆疊結構，所述第一下電極具有圓柱結構並且形成在基板上方，所述第二下電極設置在所述第一下電極內部並且具有比所述第一下電極小的晶粒尺寸；
在所述下電極結構上方形成電介質層；以及
在所述電介質層上方形成上電極結構。
49. 如請求項 48 所述的方法，
其中，形成所述下電極結構包括：
在所述基板上方形成所述第一下電極，所述第一下電極具有圓柱結構；以及
形成設置在所述第一下電極內部並且具有柱狀結構的所述第二下電極。
50. 如請求項 48 所述的方法，
其中，形成所述下電極結構包括：
在所述基板上方形成所述第一下電極，所述第一下電極具有圓柱結構；
沿所述第一下電極的內表面形成所述第二下電極，所述第二下電極具有圓柱結構；以及
形成間隙填充所述第二下電極的內部並且具有柱狀結構的第三下電極。
51. 如請求項 48 所述的方法，
其中，形成所述上電極結構包括：
在所述電介質層上方形成非晶金屬矽氮化物層；以及
在所述非晶金屬矽氮化物層上形成金屬氮化物層。
52. 如請求項 51 所述的方法，其中，所述非晶金屬矽氮化物層和所述金屬氮化物層透過原子層沉積程序在同一腔室中原位形成。
53. 如請求項 52 所述的方法，
其中，用於形成所述非晶金屬矽氮化物層的所述原子層沉積程序透過重複單位循環來執行，所述單位循環包括供應 Ti 前驅物的步驟、供應吹掃氣體的步驟、供應反應氣體的步驟、供應吹掃氣體的步驟、供應 Si 源和吹掃氣體的步驟；以及

(5)

其中，用於形成所述金屬氮化物層的所述原子層沉積程序透過重複單位循環來執行，所述單位循環包括供應 Ti 前驅物的步驟、供應吹掃氣體的步驟、供應反應氣體和吹掃氣體的步驟。

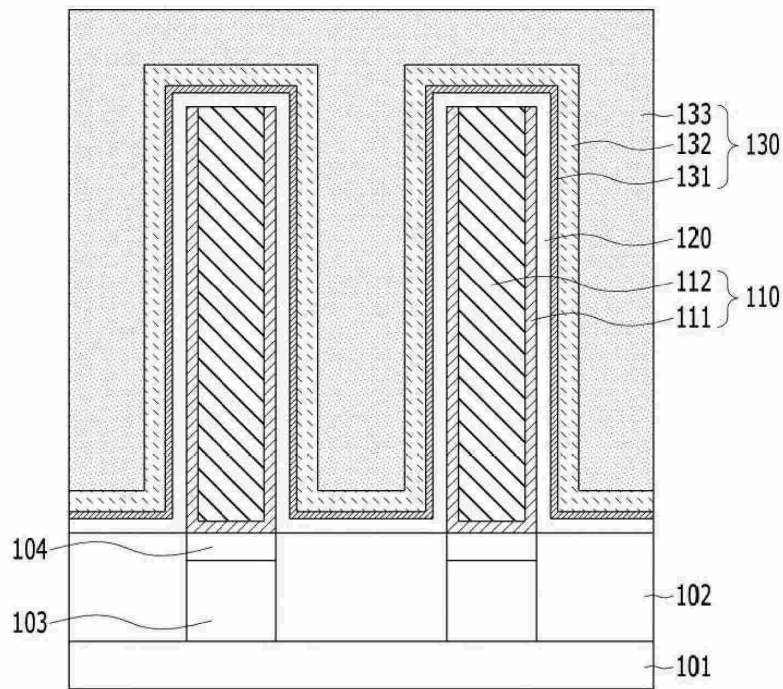
圖式簡單說明

圖 1 至圖 6 是示出根據本發明的實施例的電容器的剖面圖。

圖 7A 至圖 7H 是示出根據本發明的實施例的製造半導體裝置的方法的剖面圖。

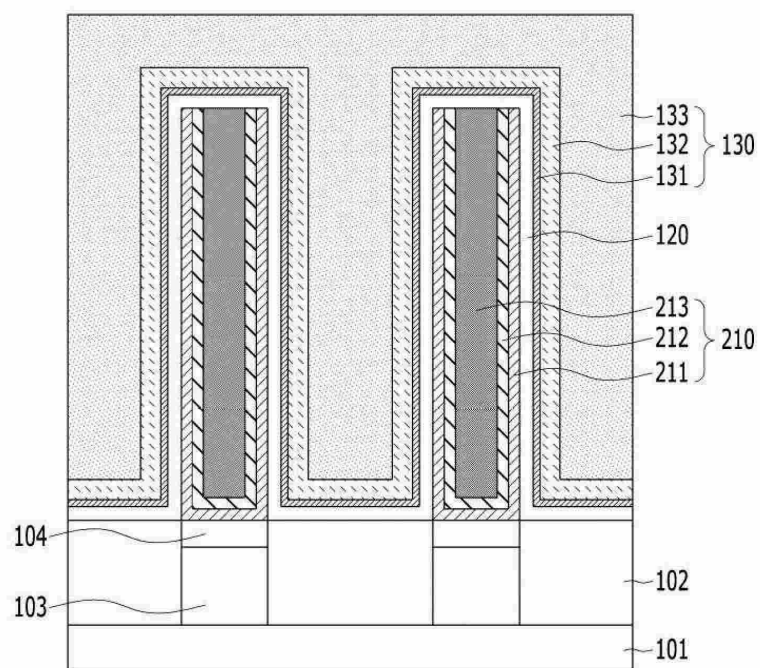
圖 8 是根據本發明的實施例的形成下電極的鈦矽氮化物的時序圖。

圖 9 是根據本發明的實施例的形成上電極的時序圖。



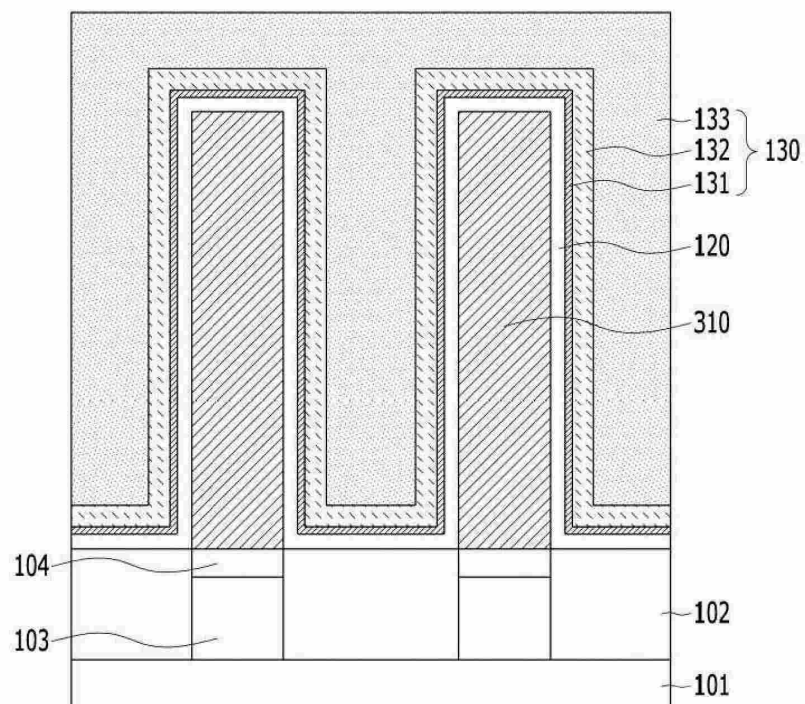
【圖1】

(6)



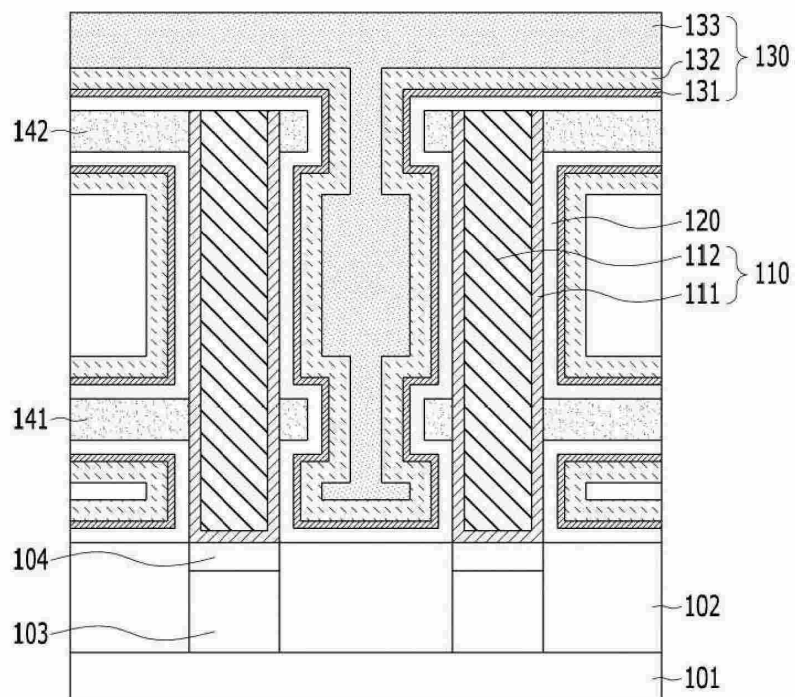
【圖2】

(7)



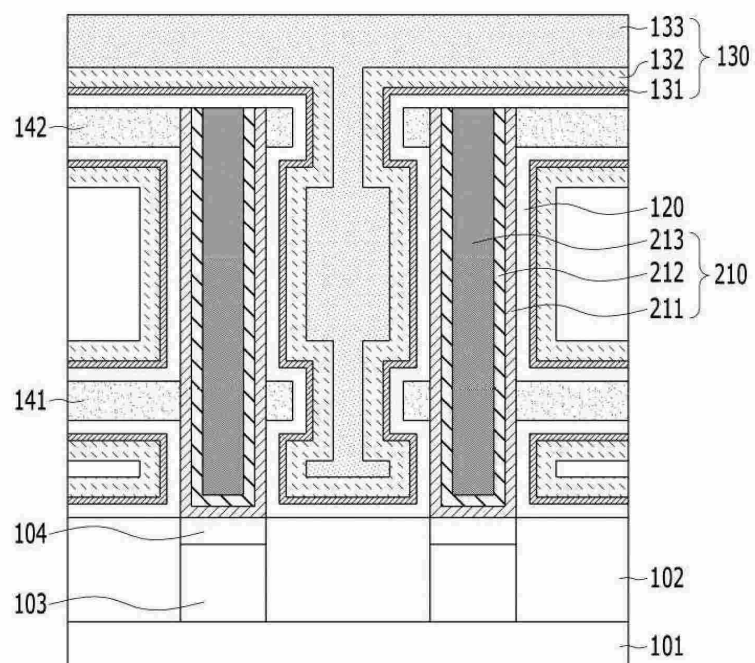
【圖3】

(8)



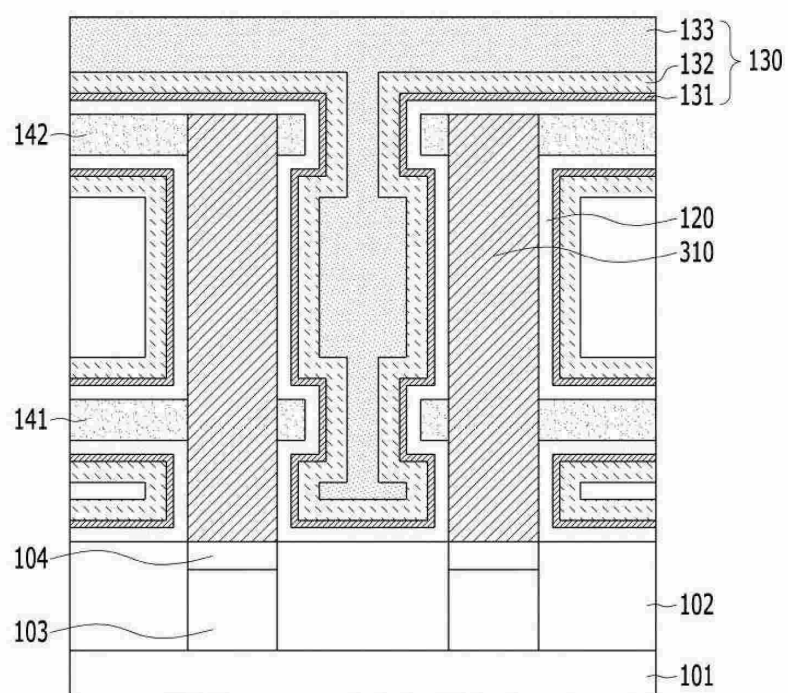
【圖4】

(9)



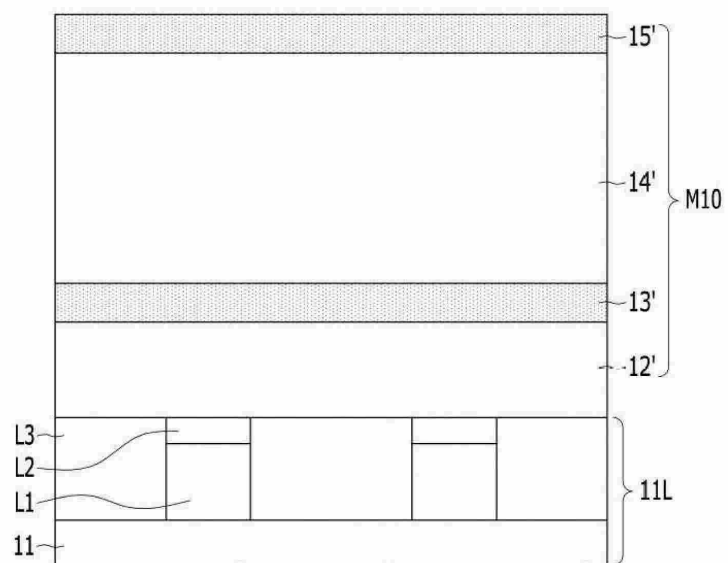
【圖5】

(10)



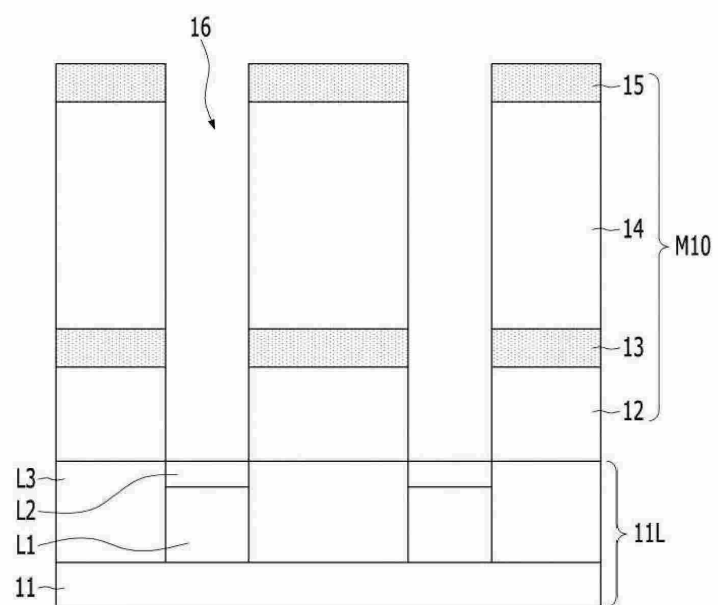
【圖6】

(11)



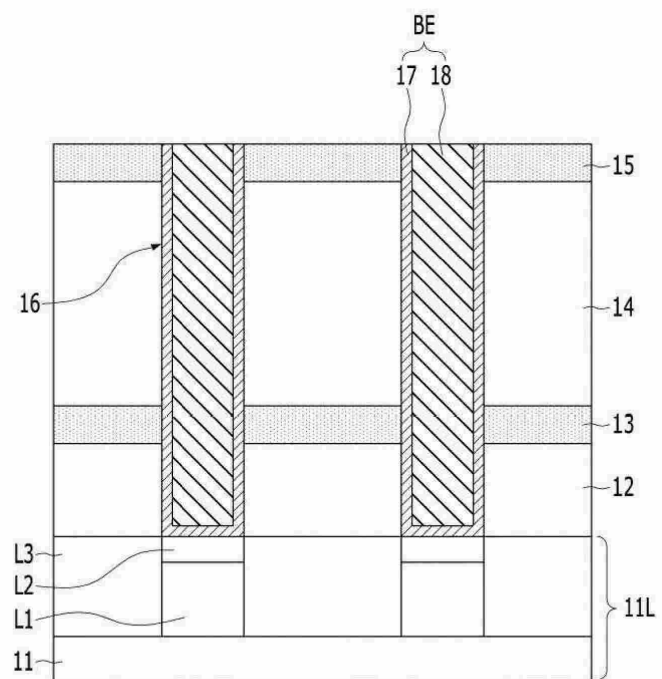
【圖7A】

(12)



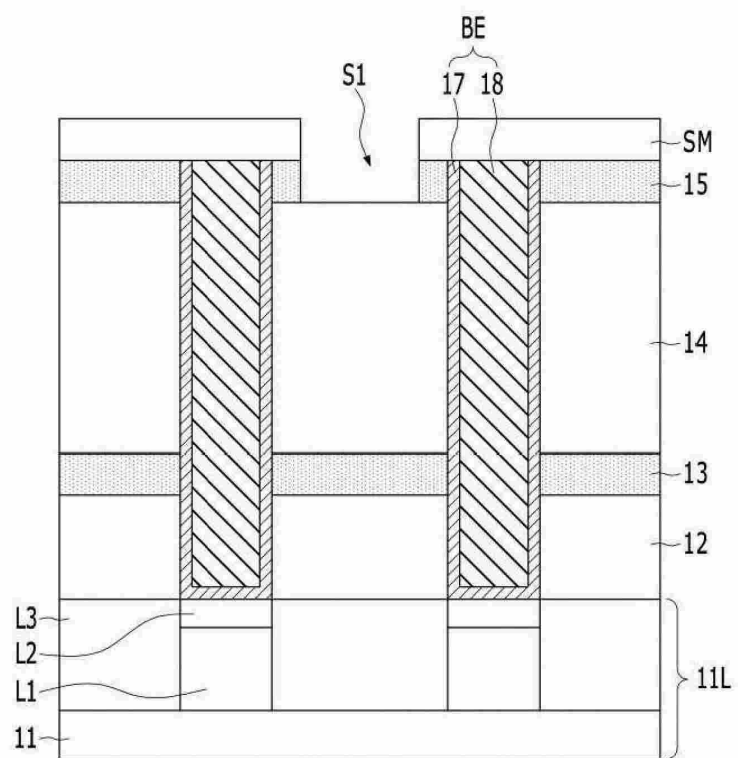
【圖7B】

(13)



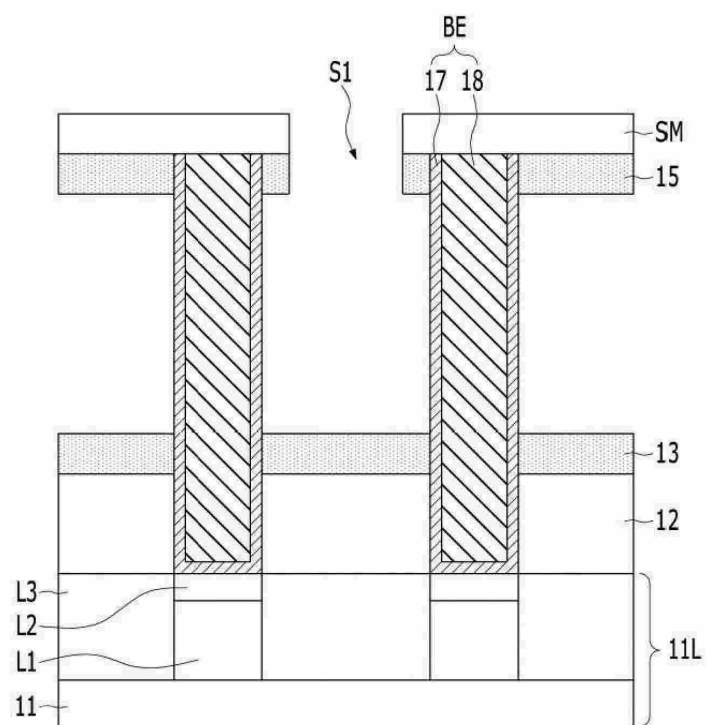
【圖7C】

(14)



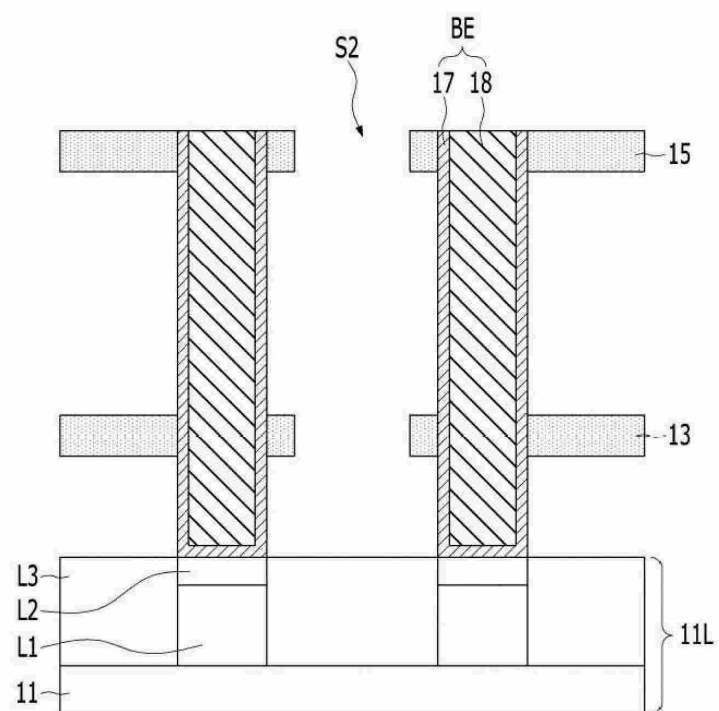
【圖7D】

(15)



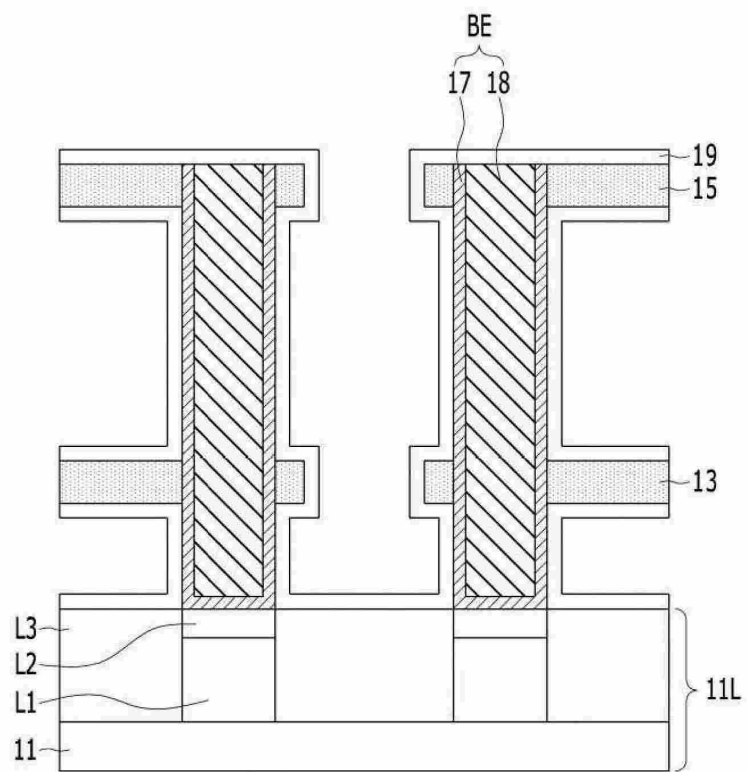
【圖7E】

(16)



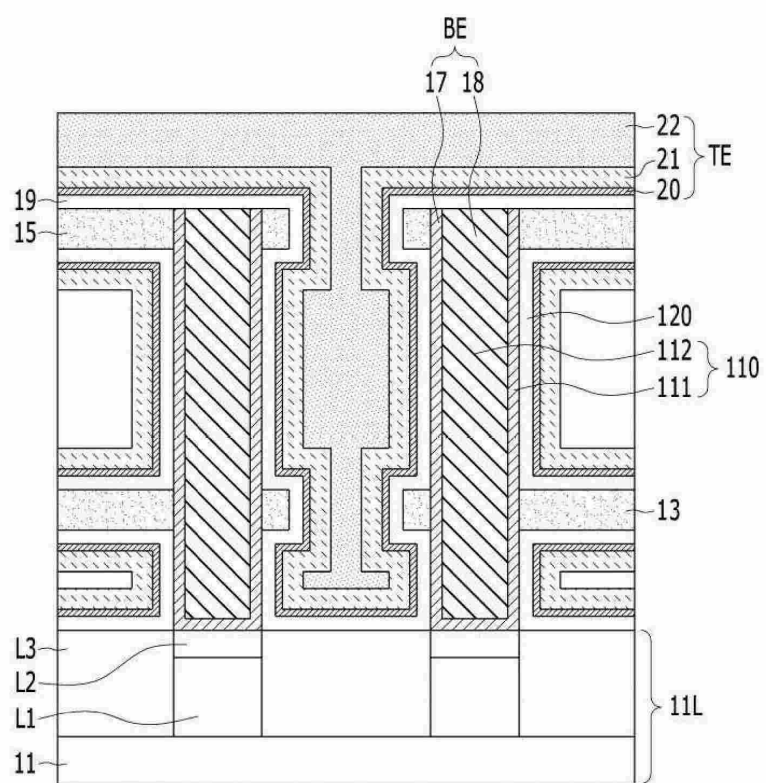
【圖7F】

(17)

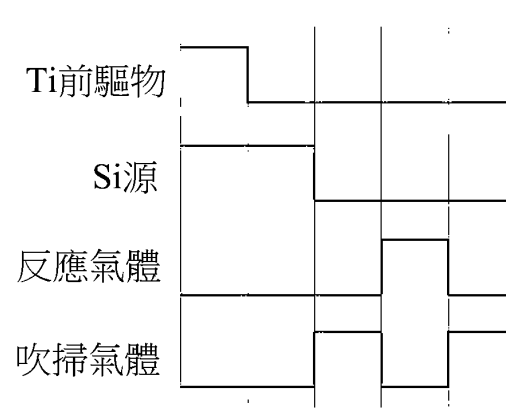


【圖7G】

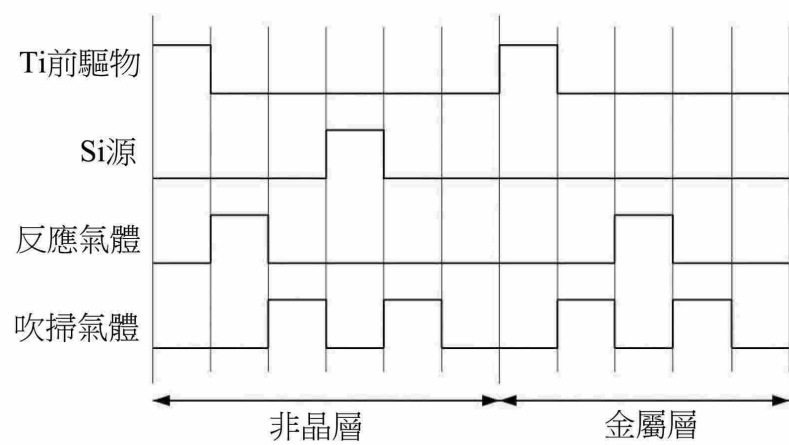
(18)



【圖7H】



【圖8】



【圖9】