【19】中華民國　　【12】專利公報　（B）

【11】證書號數：I940599
【45】公告日： 中華民國 115 (2026) 年 10 月 01 日
【51】Int. Cl.：　*H10P10/00　(2026.01)*　　*H10D30/01　(2025.01)*
發明　　全 7 頁

【54】名　　稱：減少半導體元件中之接觸電阻之製程整合
【21】申請案號：111117154　　【22】申請日： 中華民國 111 (2022) 年 05 月 06 日
【11】公開編號：202320133　　【43】公開日期： 中華民國 112 (2023) 年 05 月 16 日
【30】優 先 權：　2021/05/07　美國　63/185,766
2022/03/28　美國　63/324,615
2022/05/03　美國　17/735,830
【72】發 明 人：　林三貴 (TW) LIN, SANKUEI；蘇柏拉曼央　普拉迪Ｋ (US) SUBRAHMANYAN, PRADEEP K.
【71】申 請 人：　美商應用材料股份有限公司　APPLIED MATERIALS, INC.
美國
【74】代 理 人：　李世章；彭國洋
【56】參考文獻：
US　2019/0393306A1
審查人員：孫建文

【57】申請專利範圍

1. 一種形成奈米片場效電晶體（FET）元件之方法，包括：
蝕刻該奈米片 FET 元件之一奈米片堆疊，而形成複數個第一源極/汲極區域以及複數個第二源極/汲極區域，該奈米片堆疊包括複數個奈米片通道層與複數個犧牲奈米片層之交替層；
形成鄰近於該複數個犧牲奈米片層之內間隔件，其中，鄰近於該複數個第一源極/汲極區域，該等內間隔件延伸進入該複數個第一源極/汲極區域中而超出該複數個奈米片通道層之多個側壁；
透過一選擇性矽化製程，在該複數個奈米片通道層的多個側壁處於該複數個第一源極/汲極區域中沉積一矽化物層，以控制在相鄰的第一源極/汲極區域之間的該複數個奈米片通道層的一通道長度；以及
執行一金屬填充製程，以填充該複數個第一源極/汲極區域，其中該金屬填充物從該複數個奈米片通道層的一最下方的奈米片通道層延伸至該複數個奈米片通道層的一最上方的奈米片通道層之上。
2. 如請求項 1 所述之方法，進一步包括：在沉積該矽化物層之前，執行一受控磊晶生長製程，以在該複數個奈米片通道層的多個暴露側壁上沉積矽或矽鍺並且僅部分地填充該複數個第一源極/汲極區域。
3. 如請求項 2 所述之方法，其中該受控磊晶生長製程防止該複數個第一源極/汲極區域中的磊晶融合（epitaxial merge）。
4. 如請求項 1 所述之方法，其中直接地在該複數個第一源極/汲極區域的一下表面上以及直接地在該複數個奈米片通道層的該等側壁上沉積或形成該矽化物層。

5. 如請求項 1 至 4 任一項所述之方法，其中該複數個第一源極/汲極區域對應該奈米片 FET 元件的多個 pMOS 區，且該複數個第二源極/汲極區域對應該奈米片 FET 元件的多個 nMOS 區。

6. 一種形成奈米片場效電晶體（FET）元件之方法，包括：
蝕刻該奈米片 FET 元件之一奈米片堆疊，而形成複數個第一源極/汲極區域以及複數個第二源極/汲極區域，該奈米片堆疊包括複數個奈米片通道層與複數個犧牲奈米片層之交替層；
在該複數個第二源極/汲極區域上施加一硬遮罩；之後，
透過一選擇性矽化製程，在該複數個奈米片通道層的多個側壁處於該複數個第一源極/汲極區域中沉積一矽化物層，以控制在相鄰的第一源極/汲極區域之間的該複數個奈米片通道層的一通道長度；以及
執行一金屬填充製程，以填充該複數個第一源極/汲極區域，其中該金屬填充物從該複數個奈米片通道層的一最下方的奈米片通道層延伸至該複數個奈米片通道層的一最上方的奈米片通道層之上。

7. 如請求項 1 至 4 任一項所述之方法，其中該矽化物層包括下述至少一者：鈦、鎳、鈀、鉬、鉑、銥、或鉍。

8. 如請求項 1 至 4 任一項所述之方法，進一步包括：
透過一選擇性矽化製程，在該複數個第二源極/汲極區域中沉積一矽化物層，該矽化物層位在該複數個第二源極/汲極區域中所設置的該複數個奈米片通道層的多個側壁上；以及
執行一第二金屬填充製程，以填充該複數個第二源極/汲極區域，其中該第二金屬填充物從該最下方的奈米片通道層延伸至該最上方的奈米片通道層之上，而助於減少源極/汲極接觸電阻。

9. 如請求項 8 所述之方法，進一步包括：在該複數個第二源極/汲極區域中沉積該矽化物層之前，執行一受控磊晶生長製程，以在該複數個第二源極/汲極區域中所設置的該複數個奈米片通道層的多個暴露側壁上沉積矽或矽鍺並且僅部分地填充該複數個第二源極/汲極區域。

10. 一種形成具有減少的源極/汲極接觸電阻的奈米片場效電晶體（FET）元件之方法，包括：
在一基板上形成一奈米片堆疊，該奈米片堆疊包括多個奈米片通道層與多個犧牲奈米片層之交替層；
蝕刻該奈米片 FET 元件的該奈米片堆疊，而形成複數個第一源極/汲極區域以及複數個第二源極/汲極區域；
在該複數個第二源極/汲極區域上施加一硬遮罩；
透過一選擇性矽化製程，在該等奈米片通道層的多個側壁處，於該複數個第一源極/汲極區域中沉積一矽化物層，以控制該等第一源極/汲極區域之間的該等奈米片通道層的一通道長度；
執行一金屬填充製程，以填充該複數個第一源極/汲極區域，其中該金屬填充物從一最下方的奈米片通道層延伸至一最上方的奈米片通道層之上，而助於該減少的源極/汲極接觸電阻；
在該複數個第一源極/汲極區域中於該金屬填充物上面施加一硬遮罩；
透過一選擇性矽化製程，在該複數個第二源極/汲極區域中沉積一矽化物層，以控制相鄰的第二源極/汲極區域之間的該等奈米片通道層的一通道長度，該矽化物層位在暴露於該複數個第二源極/汲極區域的該等奈米片通道層之多個側壁處；以及

執行一第二金屬填充製程，以填充該複數個第二源極/汲極區域，其中該第二金屬填充物從該最下方的奈米片通道層延伸至該最上方的奈米片通道層之上，而助於該減少的源極/汲極接觸電阻。

11. 如請求項 10 所述之方法，進一步包括：
在該複數個第一源極/汲極區域中沉積該矽化物層之前，執行一受控磊晶生長製程，以在該等奈米片通道層的多個暴露側壁上沉積矽或矽鍺並且僅部分地填充該複數個第一源極/汲極區域；以及
在該複數個第二源極/汲極區域中沉積該矽化物層之前，執行一受控磊晶生長製程，以在該等奈米片通道層的多個暴露側壁上沉積矽或矽鍺並且僅部分地填充該複數個第二源極/汲極區域。

12. 如請求項 10 所述之方法，進一步包括：
在該複數個第一源極/汲極區域中沉積該矽化物層之前，在該等犧牲奈米片層與該複數個第一源極/汲極區域之間形成一間隔件；以及
在該複數個第二源極/汲極區域中沉積該矽化物層之前，在該等犧牲奈米片層與該複數個第二源極/汲極區域之間形成一間隔件。

13. 如請求項 10 至 12 任一項所述之方法，其中該等奈米片通道層是由矽製成，且該等犧牲奈米片層是由矽鍺製成。

14. 一種奈米片場效電晶體（FET）元件，包括：
一奈米片堆疊，包括複數個奈米片通道層；
一源極/汲極區域，與該複數個奈米片通道層之多個端部部分接觸，其中該源極/汲極區域填充有一金屬填充物及一矽化物層，該金屬填充物在該複數個奈米片通道層之一最上方的奈米片通道層下方延伸，該矽化物層設置在該金屬填充物與該複數個奈米片通道層的多個側壁之間，以及
矽或矽鍺，設置在該複數個奈米片通道層之該等側壁與該矽化物層之間，且設置在該源極/汲極區域之一下表面上。

15. 如請求項 14 所述之奈米片 FET 元件，其中該矽化物層為約 1 奈米至約 4 奈米厚。

16. 如請求項 14 所述之奈米片 FET 元件，其中該複數個奈米片通道層包括正好三個堆疊的層。

17. 如請求項 14 所述之奈米片 FET 元件，其中該奈米片 FET 元件之一通道長度為約 10 至約 15 奈米。

18. 如請求項 14 至 17 任一項所述之奈米片 FET 元件，其中該矽化物層包括下述至少一者：鈦、鎳、鈀、鉬、鉑、鐵、或鉍。

19. 如請求項 14 至 17 任一項所述之奈米片 FET 元件，其中該複數個奈米片通道層由單晶矽製成。

圖式簡單說明

可透過參考在附隨之圖式中描繪的本案揭示內容的說明性實施例，而理解上文簡要概括並且在下文更詳細討論的本案揭示內容的實施例。然而，附隨的圖式僅說明本案揭示內容的典型實施例，並且因此不應被視為對範疇之限制，因為本案揭示內容可認可其他等效實施例。

圖 1 描繪根據本案揭示內容之至少一些實施例的形成奈米片場效電晶體（FET）元件的方法的流程圖。

圖 2 描繪具有複數個源極/汲極區域的奈米片 FET 元件的示意性等角視圖。

圖 3 描繪根據本案揭示內容之至少一些實施例的奈米片 FET 元件的一部分的剖面視圖。

圖 4 描繪根據本案揭示內容之至少一些實施例的奈米片 FET 元件的一部分的剖面視圖。

為有助於理解，如可能則使用相同的元件符號指定多幅圖所共用的相同元件。這些圖並非按比例繪製，且為了清楚起見可經簡化。一個實施例的元件和特徵可有益地併入其他實施例中而無需進一步記載。

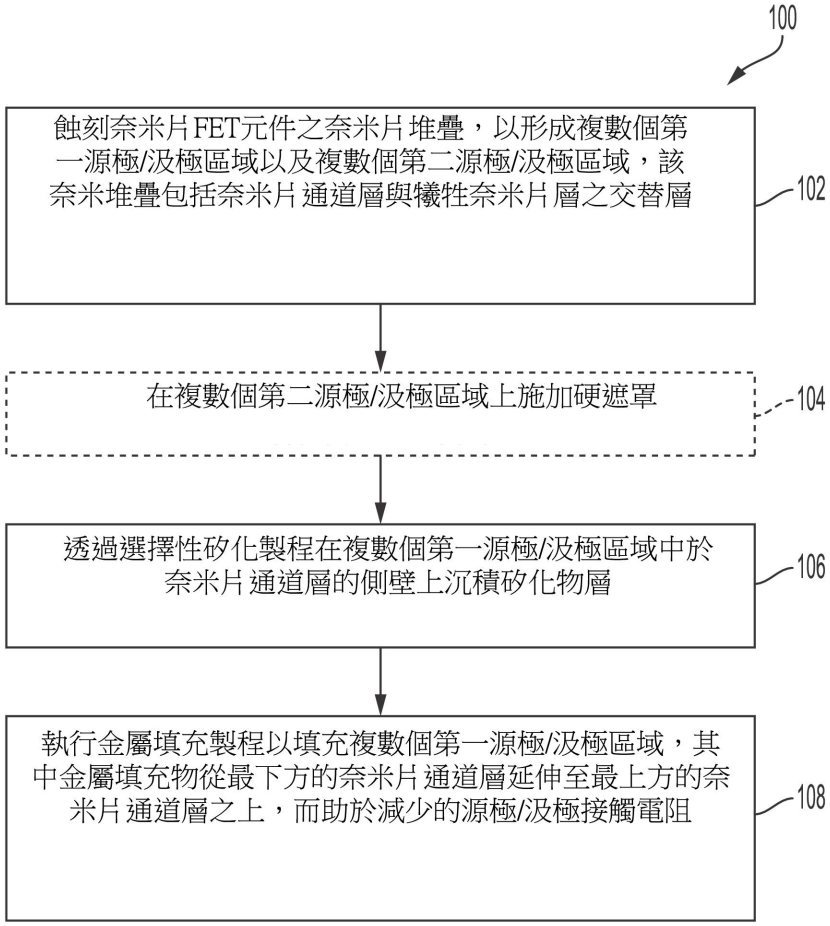


圖1

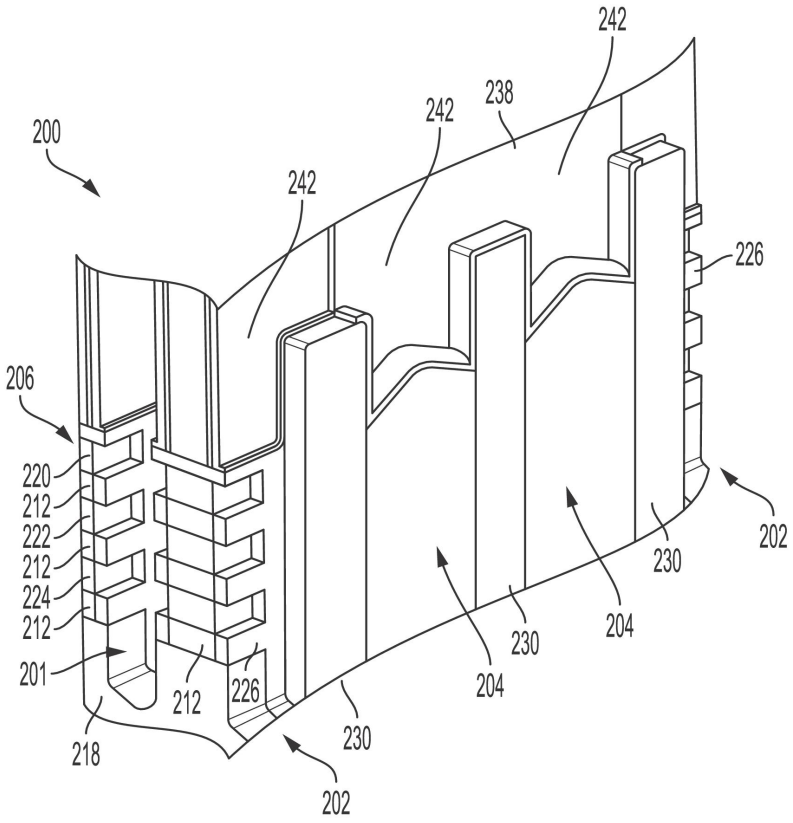

200
242
242
238
242
226
206
220
212
222
212
224
212
201
218
212
226
230
202
204
230
204
230
202

圖2

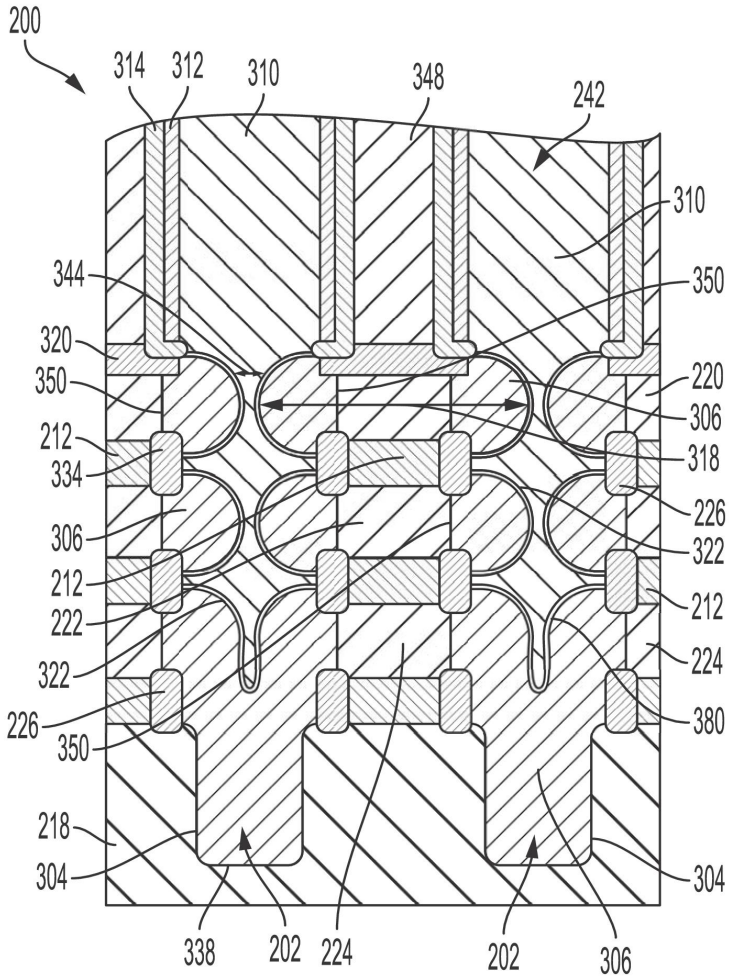

200
314
312
310
348
242
310
344
350
320
350
220
306
212
318
334
226
306
322
212
212
222
224
322
380
226
350
218
304
304
338
202
224
202
306

圖3

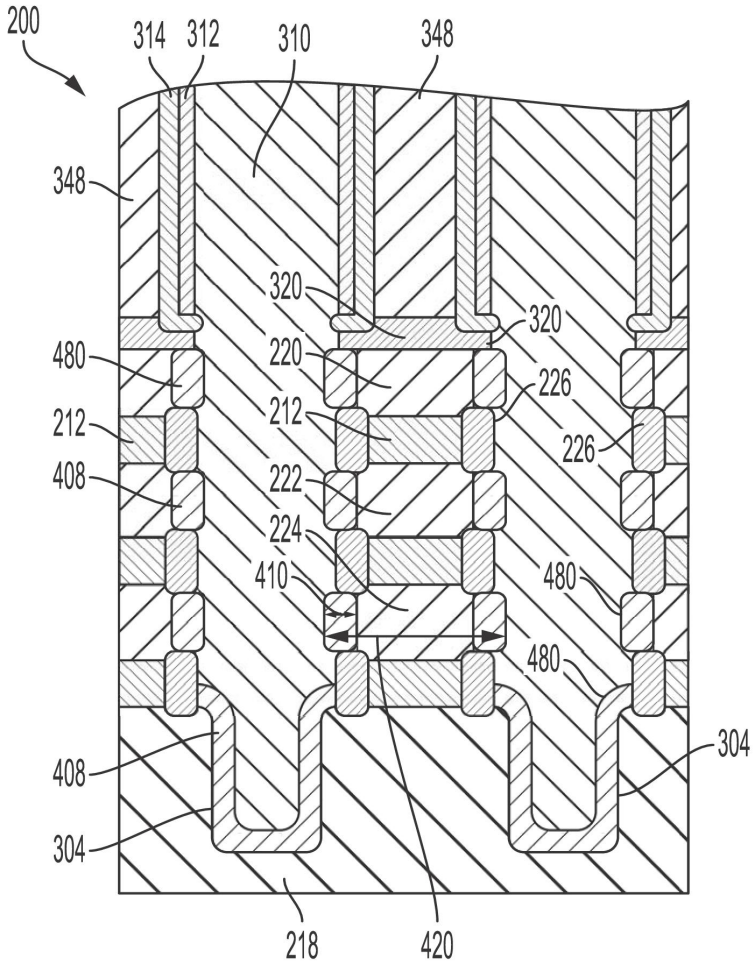

200
314
312
310
348
348
320
320
480
220
226
212
212
226
408
222
224
410
480
480
304
408
304
218
420

圖4