【19】中華民國　　【12】專利公報　（B）

【11】證書號數：I940417
【45】公告日： 中華民國 115 (2026) 年 09 月 21 日
【51】Int. Cl.：　*H10F30/225 (2025.01)*　*H10D62/10 (2025.01)*
發明　全 9 頁

【54】名　稱：於倍增區界面包含超晶格之單光子雪崩二極體（ＳＰＡＤ）元件及其相關方法

【21】申請案號：114148385　【22】申請日： 中華民國 114 (2025) 年 12 月 10 日
【11】公開編號：202633196　【43】公開日期： 中華民國 115 (2026) 年 08 月 01 日
【30】優 先 權： 2024/12/10　美國　63/730,089

【72】發 明 人： 魯緬采夫　伊利亞 (US) RUMYANTSEV, ILYA；米爾斯　羅勃Ｊ (GB) MEARS, ROBERT J.
【71】申 請 人： 美商安托梅拉公司　ATOMERA INCORPORATED
美國
【74】代 理 人： 陳絲倩；郭建中

【56】參考文獻：

TW	202115920A	US	10276625B1
US	2008/0012104A1	US	2017/0244002A1
US	2020/0313022A1		

審查人員：劉漢胤

【57】申請專利範圍

1. 一種單光子雪崩二極體(SPAD)元件，包括：
一半導體基板，其具有一第一導電類型；
該半導體基板中之一深井區，該深井區具有不同於該第一導電類型之一第二導電類型；
具該第二導電類型之該深井區中之一倍增區；
位於該倍增區上且具有該第一導電類型之一中央主動區；
環繞該中央主動區及該倍增區且具有該第一導電類型之一防護環；以及
與該倍增區與該中央主動區間一界面相鄰之一超晶格層，該超晶格層包括複數個堆疊之層群組，各層群組包含複數個堆疊的基底半導體單層共同界定出一基底半導體部分，以及包含被侷限在相鄰基底半導體部分之一晶格中之至少一個非半導體單層。
2. 如請求項 1 之 SPAD 元件，其中該超晶格層位於該倍增區與該中央主動區間之該界面處。
3. 如請求項 2 之 SPAD 元件，其中該超晶格層位於該防護環內部。
4. 如請求項 2 之 SPAD 元件，其中該超晶格層延伸超出該防護環。
5. 如請求項 1 之 SPAD 元件，其中該超晶格層被埋置在該中央主動區內部。
6. 如請求項 1 之 SPAD 元件，其包括鄰接該防護環之複數個接觸區。
7. 如請求項 1 之 SPAD 元件，其中該第一導電類型包括 p 型，該第二導電類型包括 n 型。
8. 如請求項 1 之 SPAD 元件，其中所述基底半導體包括矽。
9. 如請求項 1 之 SPAD 元件，其中所述基底半導體包括鍺。
10. 如請求項 1 之 SPAD 元件，其中該至少一個非半導體單層包括選自由氧、氮、氟、碳及碳氧所構成之群組之一種非半導體。

11. 如請求項 1 之 SPAD 元件，其中該至少一個非半導體單層包括氧。

12. 一種用於製造一單光子雪崩二極體(SPAD)元件之方法，包括：

在具有一第一導電類型之一半導體基板中形成一深井區，該深井區具有不同於該第一導電類型之一第二導電類型；

在具該第二導電類型之該深井區中形成一倍增區；

在該倍增區上形成具有該第一導電類型之一中央主動區；

環繞該中央主動區及該倍增區形成具有該第一導電類型之一防護環；以及

形成與該倍增區與該中央主動區間一界面相鄰之一超晶格層，該超晶格層包括複數個堆疊之層群組，各層群組包含複數個堆疊的基底半導體單層共同界定出一基底半導體部分，以及包含被侷限在相鄰基底半導體部分之一晶格中之至少一個非半導體單層。

13. 如請求項 12 之方法，其中該超晶格層位於該倍增區與該中央主動區間之該界面處。

14. 如請求項 13 之方法，其中該超晶格層位於該防護環內部。

15. 如請求項 13 之方法，其中該超晶格層延伸超出該防護環。

16. 如請求項 12 之方法，其中該超晶格層被埋置在該中央主動區內部。

17. 如請求項 12 之方法，其更包括形成鄰接該防護環之複數個接觸區。

18. 如請求項 12 之方法，其中該第一導電類型包括 p 型，該第二導電類型包括 n 型。

19. 如請求項 12 之方法，其中所述基底半導體包括矽。

20. 如請求項 12 之方法，其中所述基底半導體包括鍺。

21. 如請求項 12 之方法，其中該至少一個非半導體單層包括選自由氧、氮、氟、碳及碳氧所構成之群組之一種非半導體。

22. 如請求項 12 之方法，其中該至少一個非半導體單層包括氧。

圖式簡單說明

圖 1 為依照一示例實施例之半導體元件用超晶格之放大概要剖視圖。

圖 2 為圖 1 所示超晶格之一部份之透視示意原子圖。

圖 3 為依照另一示例實施例之超晶格放大概要剖視圖。

圖 4 為依照一示例實施例之包括超晶格的單光子雪崩二極體(SPAD)元件的概要剖視圖。

圖 5 為圖 4 所示 SPAD 元件另一實施例的概要剖視圖。

圖 6 為依照一示例實施例之包括超晶格的另一 SPAD 元件的概要剖視圖。

圖 7 為依照一示例實施例之包括超晶格的又另一 SPAD 元件的概要剖視圖。

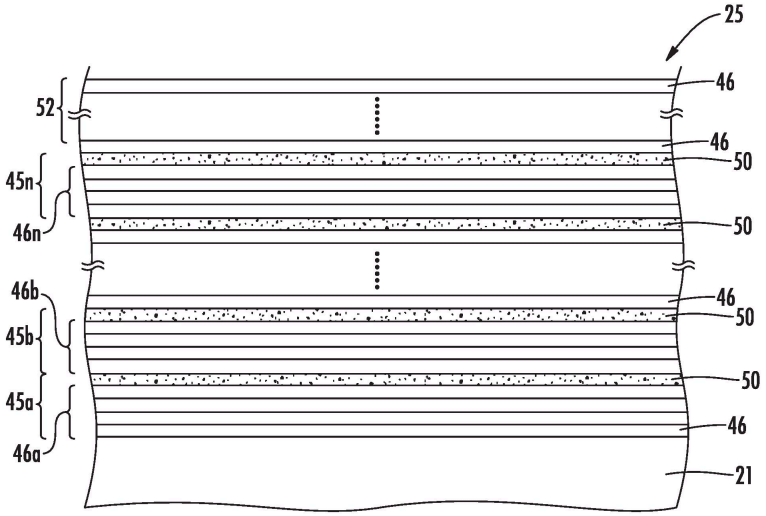


圖1

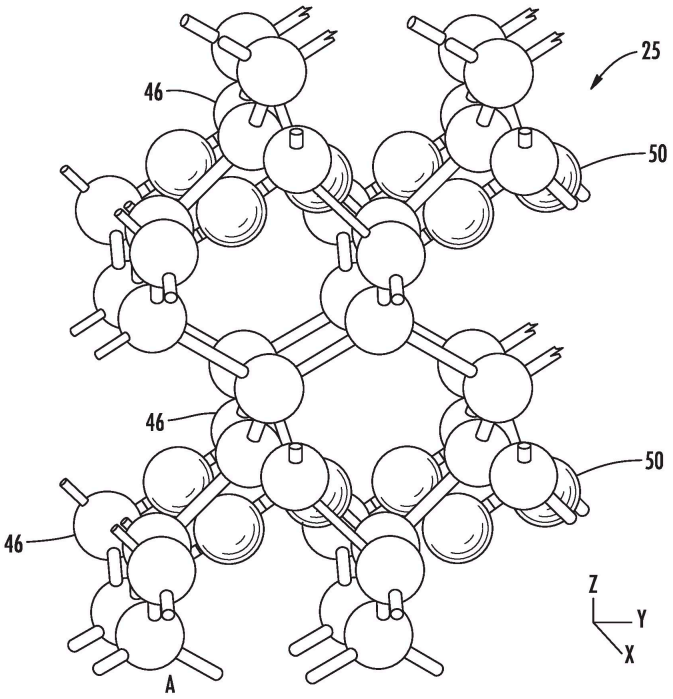


圖2

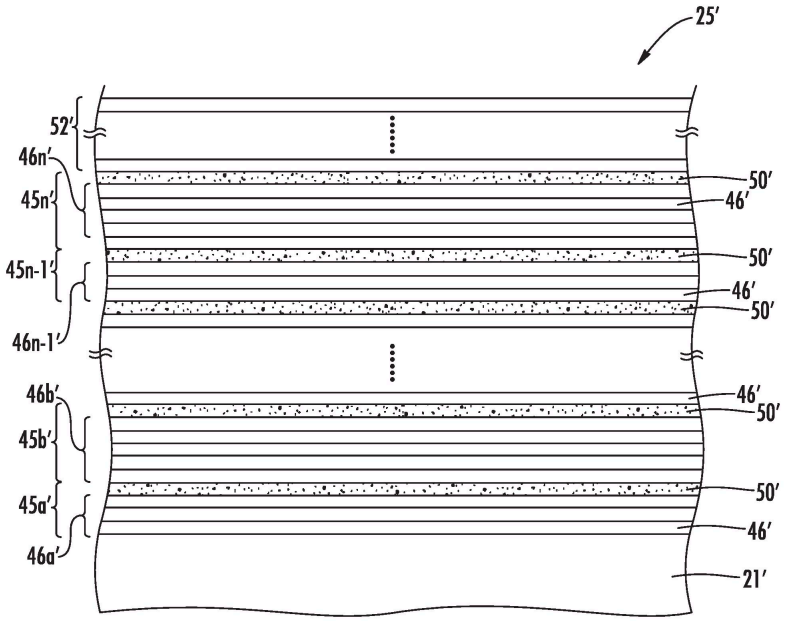

25′
52′
46n′
45n′
45n-1′
46n-1′
46b′
45b′
45a′
46a′
50′
46′
50′
46′
50′
46′
50′
50′
46′
21′

圖3

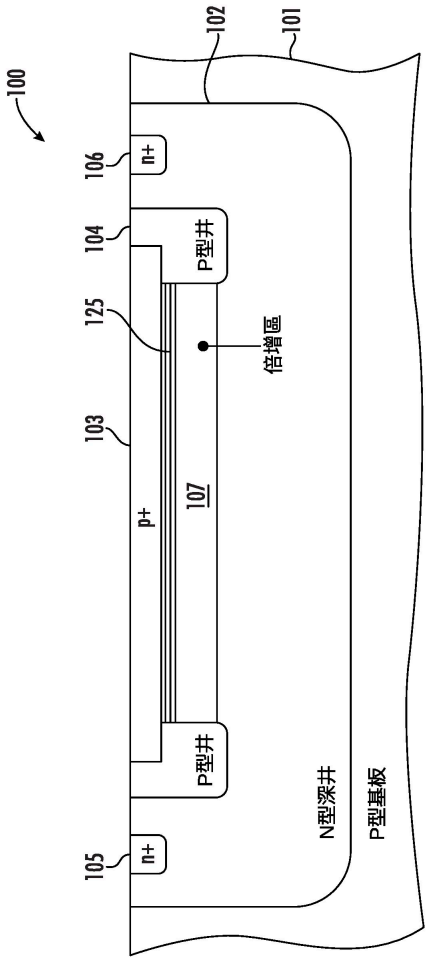


圖4

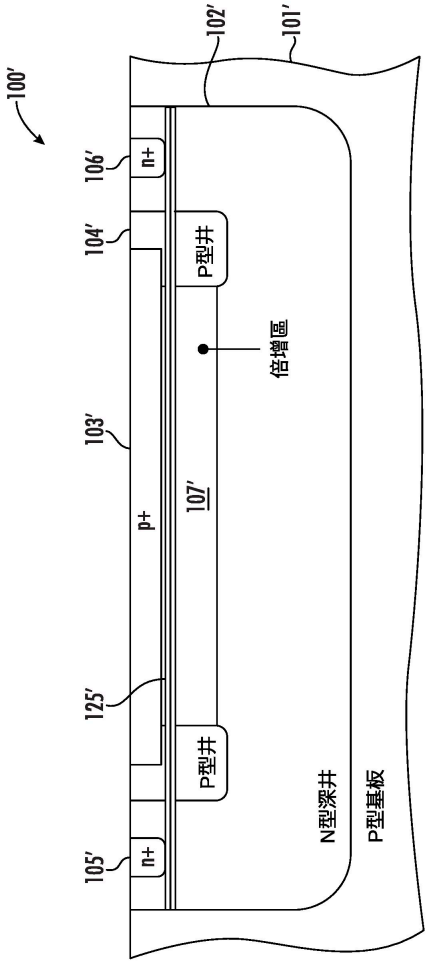


圖5

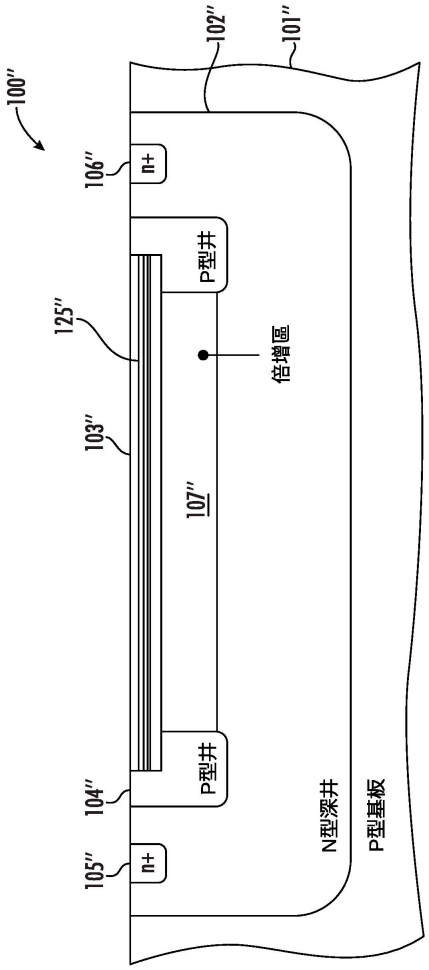


圖6

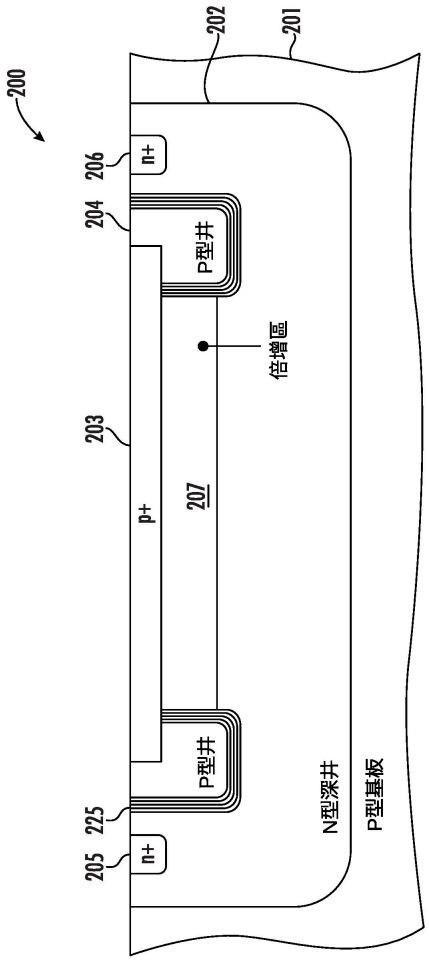


圖7