



(19)中華民國智慧財產局

(12)新型說明書公告本

(11)證書號數：TW M576340 U

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：107214695

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 29 日

(51)Int. Cl. : *H01L29/78 (2006.01)**H01L27/02 (2006.01)**H01L27/085 (2006.01)*

(71)申請人：力祥半導體股份有限公司(中華民國) UBIQ SEMICONDUCTOR CORP. (TW)

新竹縣竹北市台元一街 5 號 9 樓之 6

(72)新型創作人：陳勁甫 CHEN, CHIN-FU (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：4 共 23 頁

(54)名稱

功率電晶體裝置

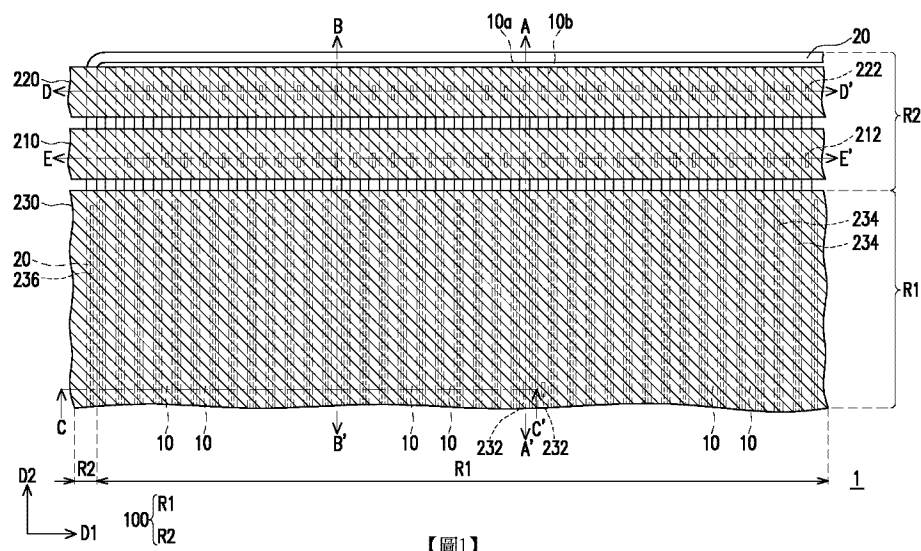
POWER TRANSISTOR DEVICE

(57)摘要

一種功率電晶體裝置包括：基底、多個主動溝槽、多個第一閘極接觸結構、N 個第二閘極接觸結構以及 M 個第三閘極接觸結構。基底定義有主動區與終端區。終端區環繞主動區。主動溝槽配置在基底中。各主動溝槽中分別設置有第一閘極、第二閘極以及絕緣層。絕緣層配置在第一閘極與第二閘極之間。第一閘極接觸結構配置在終端區中。N 個第二閘極接觸結構配置在終端區中。第一閘極接觸結構位於第二閘極接觸結構與主動區之間。M 個第三閘極接觸結構配置在主動區，其中 N 大於 M。

Provided is a power transistor device including a substrate, a plurality of active trenches, a plurality of first gate contact structures, N second gate contact structures, and M third gate contact structures. The substrate has an active region and a terminal region. The terminal region surrounds the active region. The active trenches are disposed in the substrate. Each of the active trenches has a first gate, a second gate, and an insulating layer disposed between the first gate and the second gate. The first gate contact structures are disposed in the terminal region. The N second gate contact structures are disposed in the terminal region. The first gate contact structures are disposed between the second gate contact structures and the active region. The M third gate contact structures are disposed in the active region, wherein N is greater than M.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 1 . . . 功率電晶體裝置
- 10、10a、10b . . . 主動溝槽
- 20 . . . 終端溝槽
- 100 . . . 基底
- 210 . . . 第一金屬層
- 212 . . . 第一閘極接觸結構
- 220 . . . 第二金屬層
- 222 . . . 第二閘極接觸結構
- 234、236 . . . 接觸結構
- 230 . . . 第三金屬層
- 232 . . . 第三閘極接觸結構
- D1 . . . 第一方向
- D2 . . . 第二方向
- R1 . . . 主動區
- R2 . . . 終端區

【新型說明書】

【中文新型名稱】 功率電晶體裝置

【英文新型名稱】 POWER TRANSISTOR DEVICE

【技術領域】

【0001】 本新型創作是有關於一種半導體裝置，且特別是有關於一種功率電晶體裝置。

【先前技術】

【0002】 功率電晶體裝置是一種廣泛使用在類比電路的半導體裝置。由於功率電晶體裝置具有低導通電阻與快切換速度，因此，功率電晶體裝置可應用在電源切換（Power switch）電路上，使得電源管理技術（power management techniques）更有效率。

【0003】 隨著科技進步，現今功率電晶體裝置越來越高頻，因此，對於切換速度的要求也越來越高。在此趨勢下，提高切換速度以降低功率損耗將成為此領域人員致力研究的課題。

【新型內容】

【0004】 本新型創作提供一種功率電晶體裝置，其可在不影響導通電阻（ R_{on} ）的情況下，改善功率電晶體裝置關斷的切換效率。

【0005】 本新型創作提供一種功率電晶體裝置包括：基底、多個主動溝槽、多個第一閘極接觸結構、N 個第二閘極接觸結構以及

M 個第三閘極接觸結構。基底定義有主動區與終端區。終端區環繞主動區。主動溝槽配置在基底中。各主動溝槽中分別設置有第一閘極、第二閘極以及絕緣層。絕緣層配置在第一閘極與第二閘極之間。第一閘極接觸結構配置在終端區中。**N** 個第二閘極接觸結構配置在終端區中。第一閘極接觸結構位於第二閘極接觸結構與主動區之間。**M** 個第三閘極接觸結構配置在主動區，其中 **N** 大於 **M**。

【0006】 在本新型創作的一實施例中，第二閘極接觸結構的面積總合大於第三閘極接觸結構的面積總合。

【0007】 在本新型創作的一實施例中，上述的功率電晶體結構更包括：介電層、第一金屬層、第二金屬層以及第三金屬層。介電層配置在基底上。第一金屬層配置在介電層上，且第一閘極接觸結構貫穿介電層，以分別電性連接第一金屬層與第二閘極。第二金屬層配置在介電層上，且第二閘極接觸結構貫穿介電層，以分別電性連接第二金屬層與第一閘極。第三金屬層配置在介電層上，且第三閘極接觸結構貫穿介電層，以分別電性連接第三金屬層與第一閘極。第一金屬層位於第二金屬層與第三金屬層之間並與第二金屬層與第三金屬層分離。

【0008】 在本新型創作的一實施例中，第二閘極接觸結構與第二金屬層之間的接觸面積大於第三閘極接觸結構與第三金屬層之間的接觸面積。

【0009】 在本新型創作的一實施例中，第二金屬層與第三金屬層

為等電位。

【0010】 在本新型創作的一實施例中，第三閘極接觸結構位於第三金屬層的正下方且與第三金屬層重疊，第二閘極接觸結構位於第二金屬層的正下方且與第二金屬層重疊。

【0011】 在本新型創作的一實施例中，第二閘極接觸結構彼此連接以形成連續接觸結構。

【0012】 在本新型創作的一實施例中，連續接觸結構沿著第一方向延伸，主動溝槽沿著第二方向延伸，第一方向與第二方向彼此垂直。

【0013】 在本新型創作的一實施例中，主動溝槽與位於終端區的終端溝槽相連，且第一導體層更延伸至終端溝槽中。

【0014】 在本新型創作的一實施例中，上述的功率電晶體結構更包括第四閘極接觸結構位於終端溝槽的正上方，以電性連接第二金屬層與第一導體層。

【0015】 基於上述，本新型創作將第三閘極接觸結構的數量調整為小於第二閘極接觸結構的數量，使得電流路徑變長，藉此增加第一閘極（或底部閘極）的阻抗（ R_{BG} ），進而縮短功率電晶體裝置關斷的切換效率。

【0016】 為讓本新型創作的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0017】

圖 1 是本新型創作的第一實施例的一種功率電晶體裝置的上視示意圖。

圖 2A 至圖 2E 分別是圖 1 的線 A-A'、線 B-B'、線 C-C'、線 D-D'以及線 E-E'的剖面示意圖。

圖 3 是本新型創作的第二實施例的一種功率電晶體裝置的上視示意圖。

圖 4 是本新型創作的第三實施例的一種功率電晶體裝置的上視示意圖。

【實施方式】

【0018】 參照本實施例之圖式以更全面地闡述本新型創作。然而，本新型創作亦可以各種不同的形式體現，而不應限於本文中所述之實施例。圖式中的層與區域的厚度會為了清楚起見而放大。相同或相似之標號表示相同或相似之元件，以下段落將不再一一贅述。

【0019】 圖 1 是本新型創作的第一實施例的一種功率電晶體裝置的上視示意圖。圖 2A 至圖 2E 分別是圖 1 的線 A-A'、線 B-B'、線 C-C'、線 D-D'以及線 E-E'的剖面示意圖。

【0020】 請參照圖 1、圖 2A 至圖 2E，本新型創作的第一實施例的功率電晶體裝置 1 包括基底 100、多個主動溝槽 10、終端溝槽 20、介電層 118、第一金屬層 210、第二金屬層 220、第三金屬層 230、

多個第一閘極接觸結構 212、多個第二閘極接觸結構 222 以及多個第三閘極接觸結構 232。具體來說，基底 100 定義有主動區 R1 與終端區 R2。終端區 R2 環繞主動區 R1，以防止電壓崩潰的現象發生。基底 100 例如是半導體基底或是半導體化合物基底。在本實施例中，基底 100 是矽基底。

【0021】如圖 1 所示，基底 100 具有多個主動溝槽 10。主動溝槽 10 沿第一方向 D1 排列且沿第二方向 D2 延伸。在一實施例中，主動溝槽 10 是以等距離的方式排列，而互相分離。在替代實施例中，主動溝槽 10 的至少一端面實質上是對齊的。

【0022】另外，終端區 R2 的基底 100 中具有終端溝槽 20。如圖 1 所示，終端溝槽 20 沿第一方向 D1 延伸，且環繞主動區 R1 中的主動溝槽 10，以形成封閉式的環形溝槽。終端溝槽 20 與主動溝槽 10 彼此分離，而不相連。第一方向 D1 與第二方向 D2 相交。在一實施例中，第一方向 D1 垂直於第二方向 D2。雖然圖 1 僅繪示出 1 個終端溝槽 20，但本新型創作不以此為限。在其他實施例中，終端溝槽 20 的數量可依需求來調整，其可以是 2 個、3 個或更多個終端溝槽。

【0023】從剖面角度來看，如圖 2A 至圖 2C 所示，主動溝槽 10 配置在主動區 R1 的基底 100 中，並從主動區 R1 延伸至終端區 R2。具體來說，主動溝槽 10 設置有第一閘極 112、第二閘極 116 以及絕緣層 114。絕緣層 114 包括第一絕緣層 114a 與第二絕緣層 114b。第一絕緣層 114a 配置在第一閘極 112 與基底 100 之間，以電性隔

離第一閘極 112 與基底 100。第二絕緣層 114b 配置在第一閘極 112 與第二閘極 116 之間，以電性隔離第一閘極 112 與第二閘極 116。在本實施例中，第一閘極 112 可視為底部閘極或遮蔽閘極；第二閘極 116 可視為頂部閘極或主動閘極；第二絕緣層 114b 則可視為第一閘極 112 與第二閘極 116 之間的閘間絕緣層。在一實施例中，第一閘極 112 與第二閘極 116 的材料例如是摻雜多晶矽，而絕緣層 114 的材料例如是氧化矽。

【0024】 另一方面，終端溝槽 20 配置在終端區 R2 的基底 100 中。具體來說，如圖 2A 至圖 2C 所示，終端溝槽 20 設置有電極結構 122 以及絕緣層 124。絕緣層 124 包覆電極結構 122 的底面與側壁，使得電極結構 124 與基底 100 電性隔離。在一實施例中，電極結構 122 的材料包括導體材料，例如是摻雜多晶矽。絕緣層 124 的材料包括氧化矽。

【0025】 如圖 2A 所示，介電層 118 配置在基底 100 的頂面上，以覆蓋主動溝槽 10 中的第一閘極 112、第二閘極 116 以及絕緣層 114 與終端溝槽 20 中的電極結構 122 與絕緣層 124。在一實施例中，介電層 118 的材料包括氧化矽。

【0026】 第一金屬層 210、第二金屬層 220 以及第三金屬層 230 皆配置在介電層 118 上。在一實施例中，第一金屬層 210、第二金屬層 220 以及第三金屬層 230 的材料可分別是鋁、銅或其合金。在其他實施例中，第一金屬層 210、第二金屬層 220 以及第三金屬層 230 的材料可彼此相同或不同。如上視圖 1 所示，第一金屬層

210、第二金屬層 220 以及第三金屬層 230 沿著第一方向 D1 延伸，以橫跨主動區 R1 與終端區 R2。在第二方向 D2 上，第一金屬層 210 位於第二金屬層 220 與第三金屬層 230 之間並與第二金屬層 220 與第三金屬層 230 分離。

【0027】多個第一閘極接觸結構 212 分別配置在終端區 R2 中。在替代實施例中，第一閘極接觸結構 212 分別位於第一金屬層 210 的正下方且與第一金屬層 210 重疊。多個第二閘極接觸結構 222 配置在終端區 R2 中。在替代實施例中，第二閘極接觸結構 222 分別位於第二金屬層 220 的正下方且與第二金屬層 220 重疊。第一閘極接觸結構 212 位於第二閘極接觸結構 222 與主動區 R1 之間。多個第三閘極接觸結構 232 配置在主動區 R1 中。在替代實施例中，在替代實施例中，第三閘極接觸結構 232 分別位於第三金屬層 230 的正下方且與第三金屬層 230 重疊。

【0028】在剖面圖 2A 中，第一閘極接觸結構 212 貫穿介電層 118，以分別電性連接第一金屬層 210 與第二閘極 116。第二閘極接觸結構 222 貫穿介電層 118，以分別電性連接第二金屬層 220 與第一閘極 112。第三閘極接觸結構 232 貫穿介電層 118，以分別電性連接第三金屬層 230 與第一閘極 112。如圖 2A 所示，第二金屬層 220 藉由第二閘極接觸結構 222、第一閘極 112 以及第三閘極接觸結構 232 電性連接至第三金屬層 230。也就是說，第二金屬層 220 與第三金屬層 230 可視為等電位。在一實施例中，第一閘極接觸結構 212、第二閘極接觸結構 222 以及第三閘極接觸結構 232 的材料分

別包括導體材料，其可以是金屬，例如鋁、銅、鎢或其組合。

【0029】 當第三閘極接觸結構 232 的數量為 M 個，第二閘極接觸結構 222 的數量為 N 個。在一實施例中， N 大於 M 。也就是說，第三閘極接觸結構 232 的數量小於第二閘極接觸結構 222 的數量。在替代實施例中，第二閘極接觸結構 222 的面積總和大於第三閘極接觸結構 232 的面積總和。在其他實施例中，第二閘極接觸結構 222 與第二金屬層 220 之間的接觸面積大於第三閘極接觸結構 232 與第三金屬層 230 之間的接觸面積。

【0030】 如此一來，在運作時，電流從第三金屬層 230（其可視為源極金屬）透過 M 個第三閘極接觸結構 232 流入其對應的主動溝槽 10a、10b 中的第一閘極 112，流經第二閘極接觸結構 222 至第二金屬層 220（其可視為源極匯流排）之後，再經由主動溝槽 10a、10b 以外的主動溝槽 10 上的第二閘極接觸結構 222 流入第一閘極 112。換言之，本新型創作可藉由減少第三閘極接觸結構 232 的數量，使得電流路徑變長，藉此增加第一閘極（或底部閘極）的阻抗（ R_{BG} ），進而縮短功率電晶體裝置 1 關斷的切換效率。特別是在降壓式轉換器（BUCK converter）的系統中，本新型創作之功率電晶體裝置 1 可避免因關斷切換時間太長所導致的擊穿（shoot through）狀況發生。於此，所謂的擊穿是指高側開關（high side switch）與低側開關（low side switch）同時導通。

【0031】 此外，本新型創作的功率電晶體裝置 1 更包括摻雜區 102 與接觸結構 234、236。如圖 2C 至圖 2E 所示，摻雜區 102 環繞主

動溝槽 10 的上部。在一實施例中，摻雜區 102 可例如是 N 型重摻雜區。在另一實施例中，摻雜區 102 可用以作為源極。如圖 2C 所示，接觸結構 234 貫穿介電層 118，以分別電性連接第三金屬層 230 與摻雜區 102。接觸結構 236 貫穿介電層 118，以電性連接第三金屬層 230 與電極結構 122。在一實施例中，接觸結構 234、236 的材料分別包括導體材料，其可以是金屬，例如鋁、銅、鎢或其組合。

【0032】 圖 3 是本新型創作的第二實施例的一種功率電晶體裝置的上視示意圖。

【0033】 請參照圖 3，第二實施例的功率電晶體裝置 2 與第一實施例的功率電晶體裝置 1 相似。相似或相同的構件以相似或相同的標號來表示，且其材料與配置已於上述段落說明過，於此便不再贅述。上述兩者不同之處在於：將圖 1 的第二閘極接觸結構 222 彼此連接以形成圖 3 的具有連續接觸結構的第二閘極接觸結構 322。第二閘極接觸結構 322 沿著第一方向 D1 延伸。

【0034】 圖 4 是本新型創作的第三實施例的一種功率電晶體裝置的上視示意圖。

【0035】 請參照圖 4，第三實施例的功率電晶體裝置 3 與第一實施例的功率電晶體裝置 1 相似。相似或相同的構件以相似或相同的標號來表示，且其材料與配置已於上述段落說明過，於此便不再贅述。上述兩者不同之處在於：功率電晶體裝置 3 的主動溝槽 10 與終端溝槽 20 相連，且第一導體層 112 更延伸至終端溝槽 20 中

(未繪示)。另外，功率電晶體裝置 3 更包括第四閘極接觸結構 422 位於終端溝槽 20 的正上方，以電性連接第二金屬層 420 與第一導體層 112。

【0036】 在替代實施例中，功率電晶體裝置 3 的第二閘極接觸結構 222 亦可彼此連接以形成連續接觸結構（未繪示）。

【0037】 綜上所述，本新型創作將第三閘極接觸結構的數量調整為小於第二閘極接觸結構的數量，使得電流路徑變長，藉此增加第一閘極（或底部閘極）的阻抗（ R_{BG} ），進而縮短功率電晶體裝置關斷的切換效率。

【0038】 雖然本新型創作已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本新型創作，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本新型創作的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本新型創作的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0039】

1、2、3：功率電晶體裝置

10、10a、10b：主動溝槽

20：終端溝槽

100：基底

102：摻雜區

112：第一閘極

114：絕緣層

114a：第一絕緣層

114b：第二絕緣層

116：第二閘極

118：介電層

122：電極結構

124：絕緣層

210：第一金屬層

212：第一閘極接觸結構

220、420：第二金屬層

222、322：第二閘極接觸結構

234、236：接觸結構

230：第三金屬層

232：第三閘極接觸結構

422：第四閘極接觸結構

D1：第一方向

D2：第二方向

R1：主動區

R2：終端區



公告本

【新型摘要】

M576340

【中文新型名稱】功率電晶體裝置

【英文新型名稱】POWER TRANSISTOR DEVICE

【中文】一種功率電晶體裝置包括：基底、多個主動溝槽、多個第一閘極接觸結構、 N 個第二閘極接觸結構以及 M 個第三閘極接觸結構。基底定義有主動區與終端區。終端區環繞主動區。主動溝槽配置在基底中。各主動溝槽中分別設置有第一閘極、第二閘極以及絕緣層。絕緣層配置在第一閘極與第二閘極之間。第一閘極接觸結構配置在終端區中。 N 個第二閘極接觸結構配置在終端區中。第一閘極接觸結構位於第二閘極接觸結構與主動區之間。 M 個第三閘極接觸結構配置在主動區，其中 N 大於 M 。

【英文】Provided is a power transistor device including a substrate, a plurality of active trenches, a plurality of first gate contact structures, N second gate contact structures, and M third gate contact structures. The substrate has an active region and a terminal region. The terminal region surrounds the active region. The active trenches are disposed in the substrate. Each of the active trenches has a first gate, a second gate, and an insulating layer disposed between the first gate and the second gate. The first gate contact structures are disposed in the terminal region. The N second gate contact structures are disposed in the terminal region.

The first gate contact structures are disposed between the second gate contact structures and the active region. The M third gate contact structures are disposed in the active region, wherein N is greater than M.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

1：功率電晶體裝置

10、10a、10b：主動溝槽

20：終端溝槽

100：基底

210：第一金屬層

212：第一閘極接觸結構

220：第二金屬層

222：第二閘極接觸結構

234、236：接觸結構

230：第三金屬層

232：第三閘極接觸結構

D1：第一方向

D2：第二方向

R1：主動區

R2：終端區

【新型申請專利範圍】

【第1項】 一種功率電晶體裝置，包括：

基底，定義有主動區與終端區，所述終端區環繞所述主動區；

多個主動溝槽，配置在所述基底中，且各所述主動溝槽中分別設置有第一閘極、第二閘極以及絕緣層，所述絕緣層配置在所述第一閘極與所述第二閘極之間；

多個第一閘極接觸結構，配置在所述終端區中；

N 個第二閘極接觸結構，配置在所述終端區中，其中所述第一閘極接觸結構位於所述第二閘極接觸結構與所述主動區之間；
以及

M 個第三閘極接觸結構，配置在所述主動區中，其中 N 大於 M。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述的功率電晶體裝置，其中所述第二閘極接觸結構的面積總和大於所述第三閘極接觸結構的面積總合。

【第3項】 如申請專利範圍第1項所述的功率電晶體裝置，更包括：

介電層，配置在所述基底上；

第一金屬層，配置在所述介電層上，且所述第一閘極接觸結構貫穿所述介電層，以分別電性連接所述第一金屬層與所述第二閘極；

第二金屬層，配置在所述介電層上，且所述第二閘極接觸結構貫穿所述介電層，以分別電性連接所述第二金屬層與所述第一

閘極；以及

第三金屬層，配置在所述介電層上，且所述第三閘極接觸結構貫穿所述介電層，以分別電性連接所述第三金屬層與所述第一閘極，

其中所述第一金屬層位於所述第二金屬層與所述第三金屬層之間並與所述第二金屬層與所述第三金屬層分離。

【第4項】 如申請專利範圍第3項所述的功率電晶體裝置，其中所述第二閘極接觸結構與所述第二金屬層之間的接觸面積大於所述第三閘極接觸結構與所述第三金屬層之間的接觸面積。

【第5項】 如申請專利範圍第1項所述的功率電晶體裝置，其中所述第二金屬層與所述第三金屬層為等電位。

【第6項】 如申請專利範圍第1項所述的功率電晶體裝置，其中所述第三閘極接觸結構位於所述第三金屬層的正下方且與所述第三金屬層重疊，所述第二閘極接觸結構位於所述第二金屬層的正下方且與所述第二金屬層重疊。

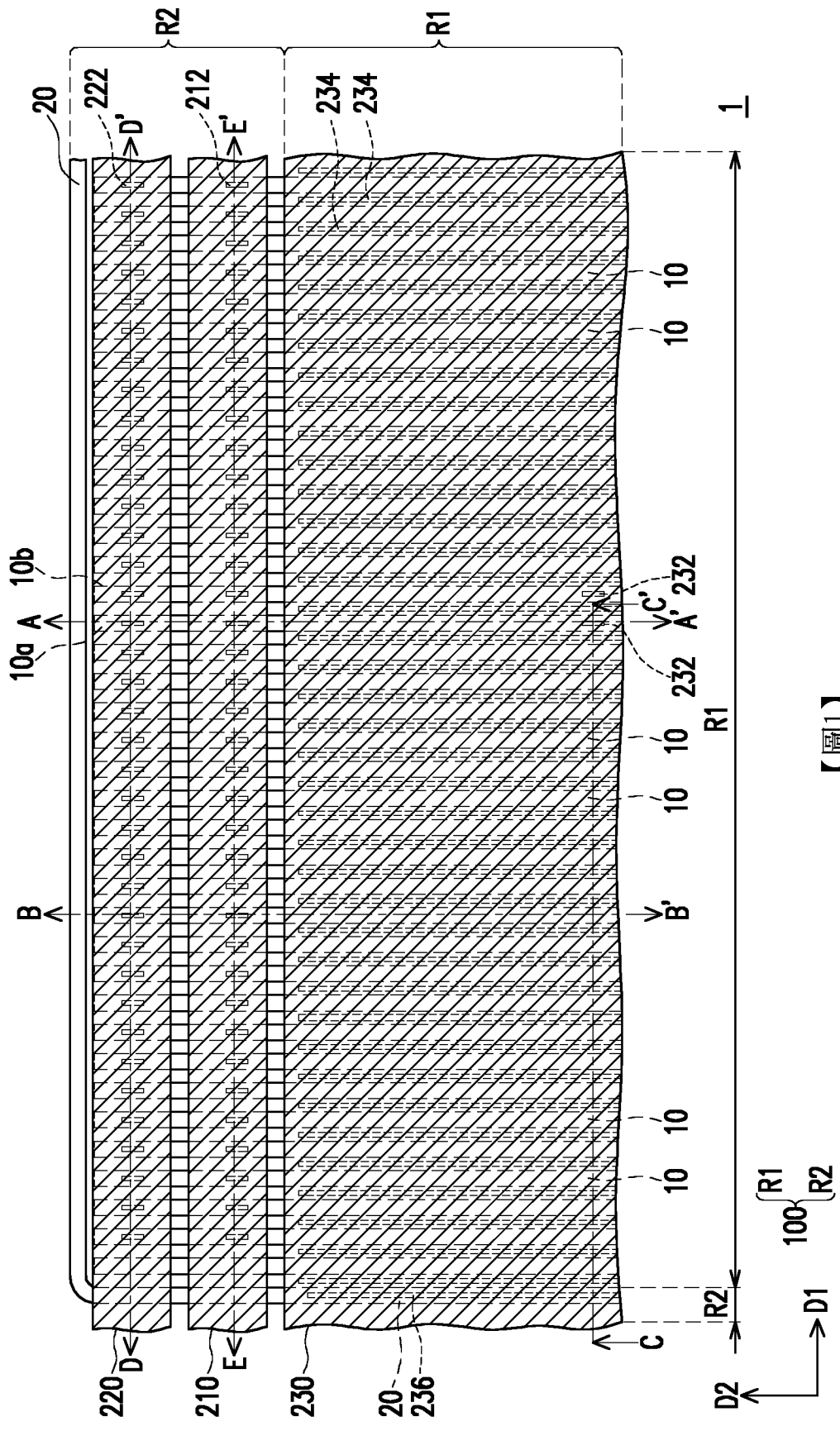
【第7項】 如申請專利範圍第1項所述的功率電晶體裝置，其中所述第二閘極接觸結構彼此連接以形成連續接觸結構。

【第8項】 如申請專利範圍第7項所述的功率電晶體裝置，其中所述連續接觸結構沿著第一方向延伸，所述主動溝槽沿著第二方向延伸，所述第一方向與所述第二方向彼此垂直。

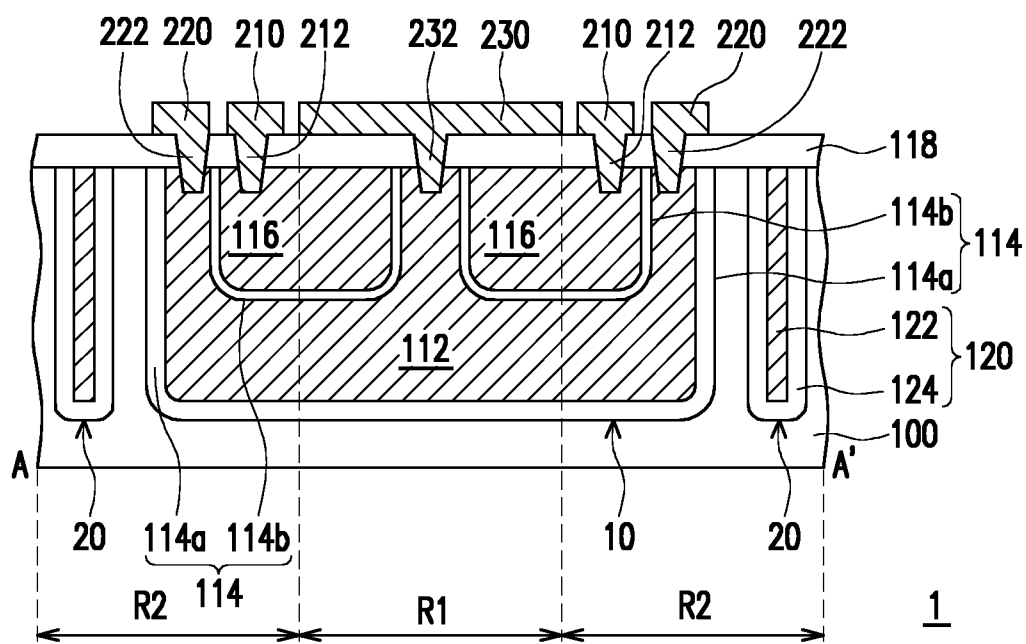
【第9項】 如申請專利範圍第1項所述的功率電晶體裝置，其中所述主動溝槽與位於所述終端區的終端溝槽相連，且所述第一閘極更延伸至所述終端溝槽中。

【第10項】 如申請專利範圍第9項所述的功率電晶體裝置，更包括第四閘極接觸結構位於所述終端溝槽的正上方，以電性連接所述第二金屬層與所述第一閘極。

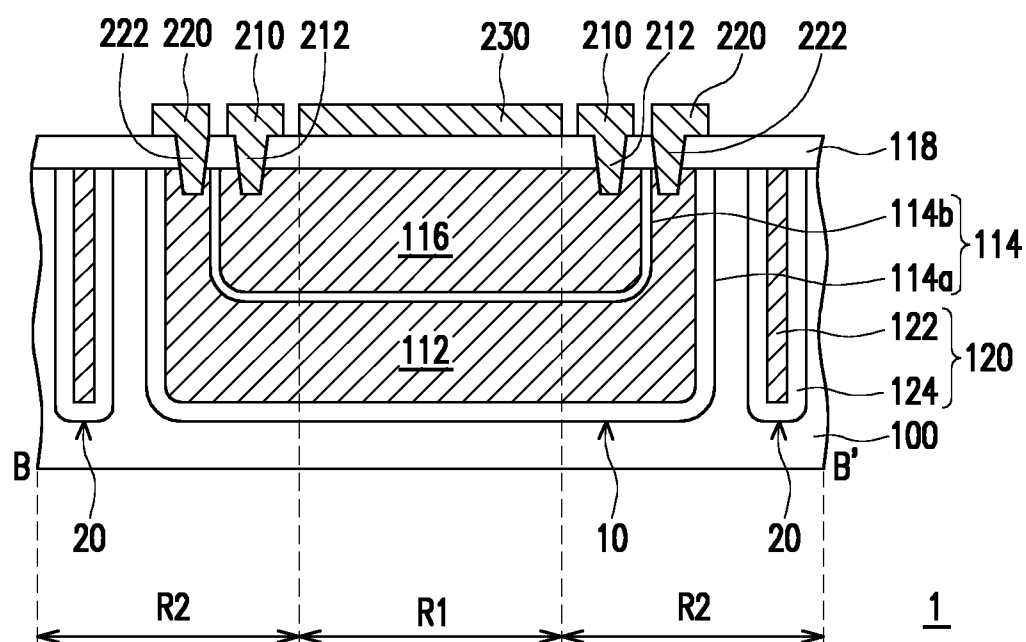
【新型圖式】



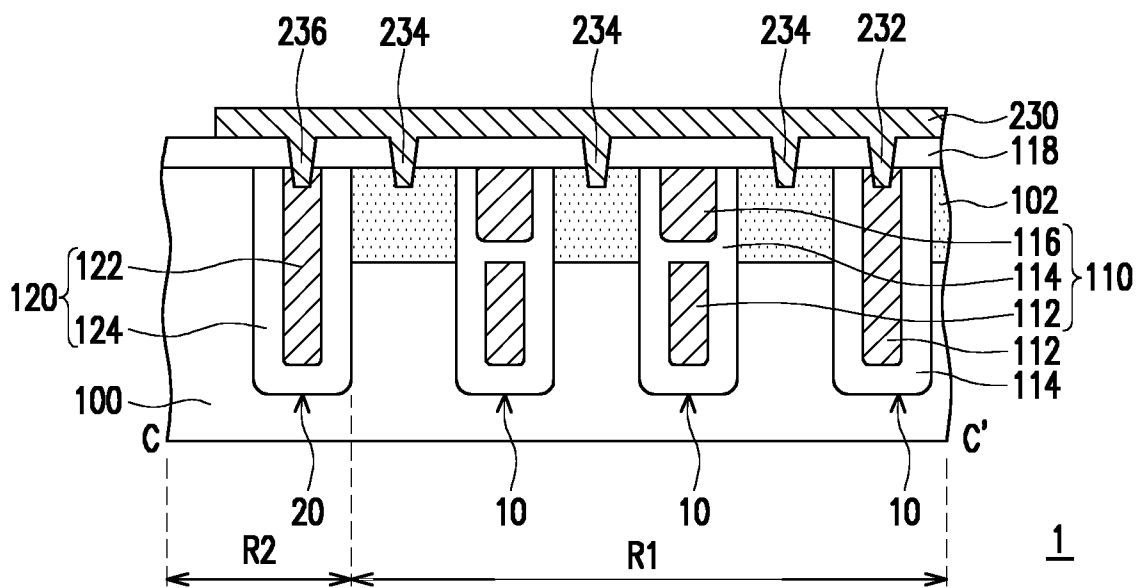
【圖1】



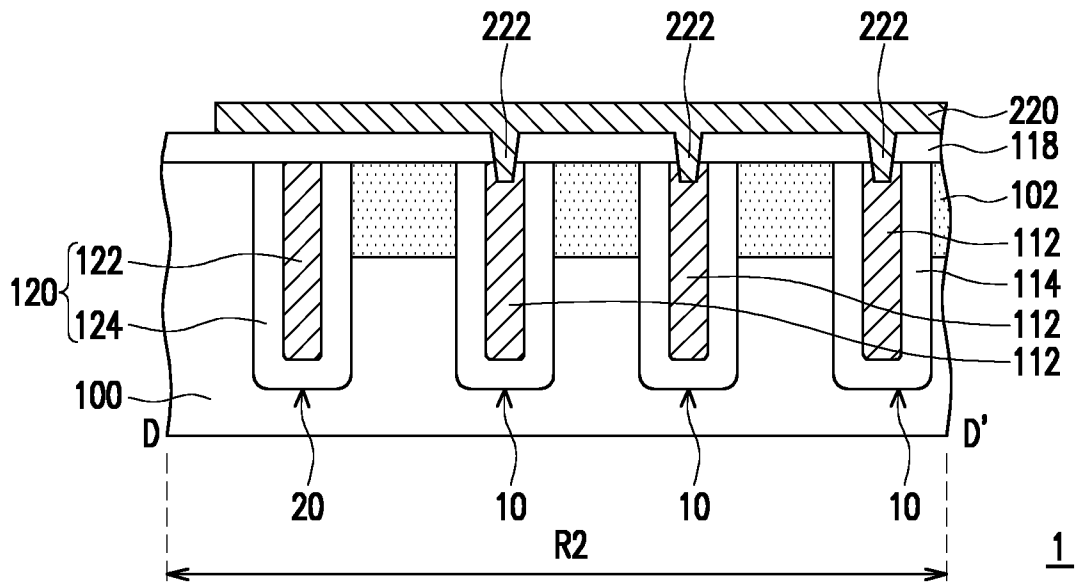
【圖2A】



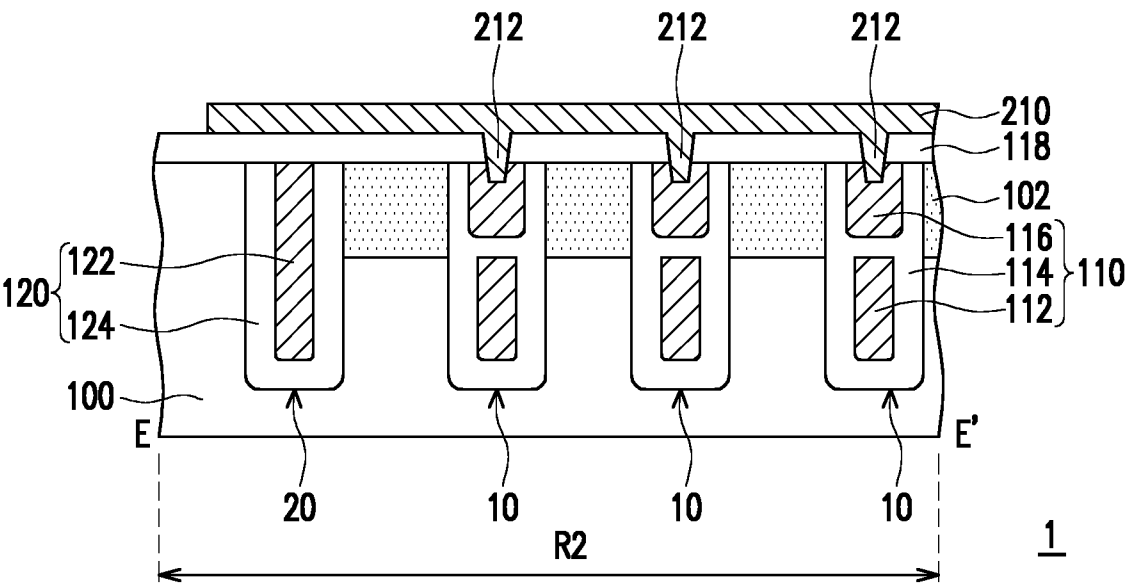
【圖2B】



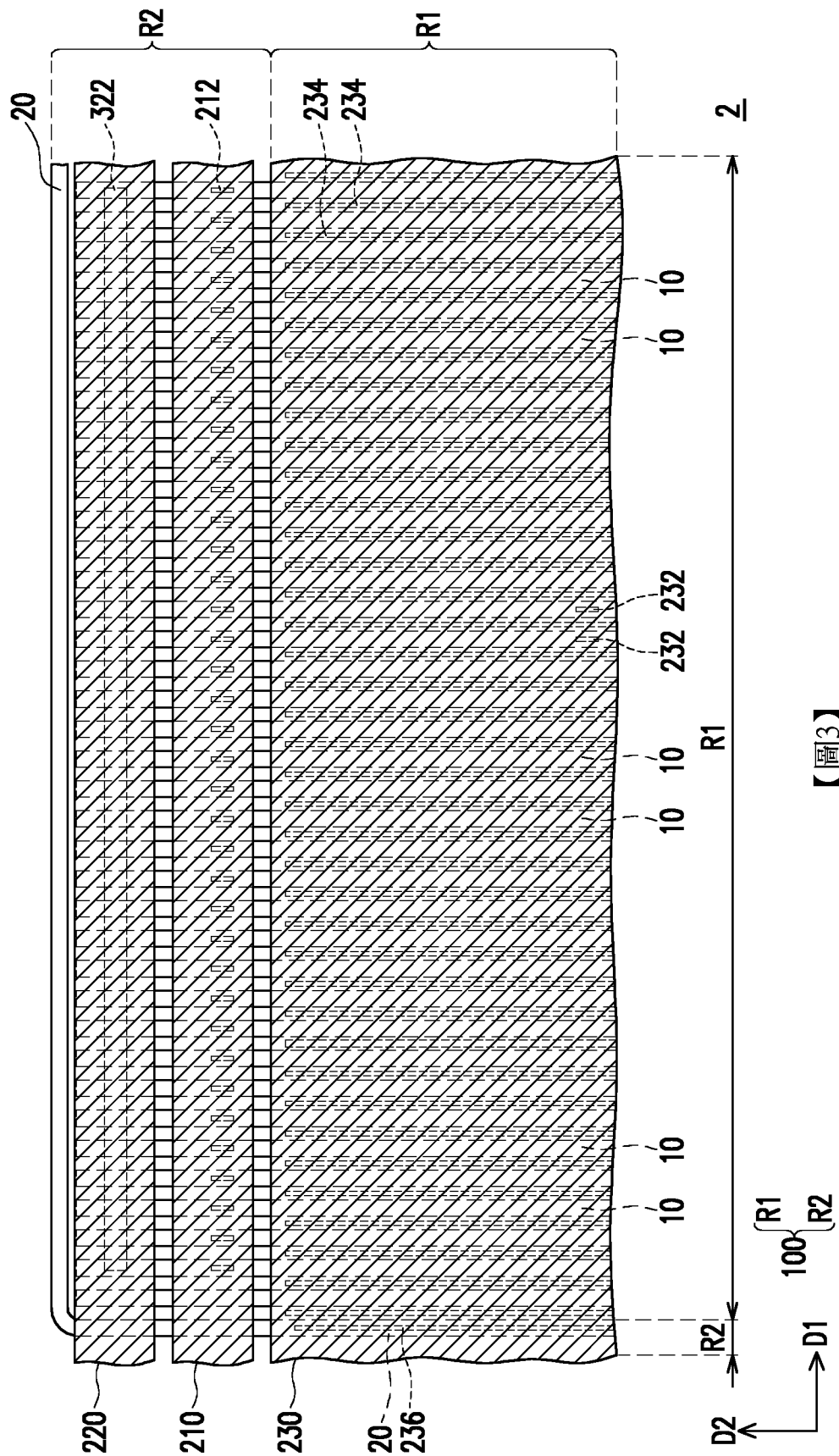
【圖2C】

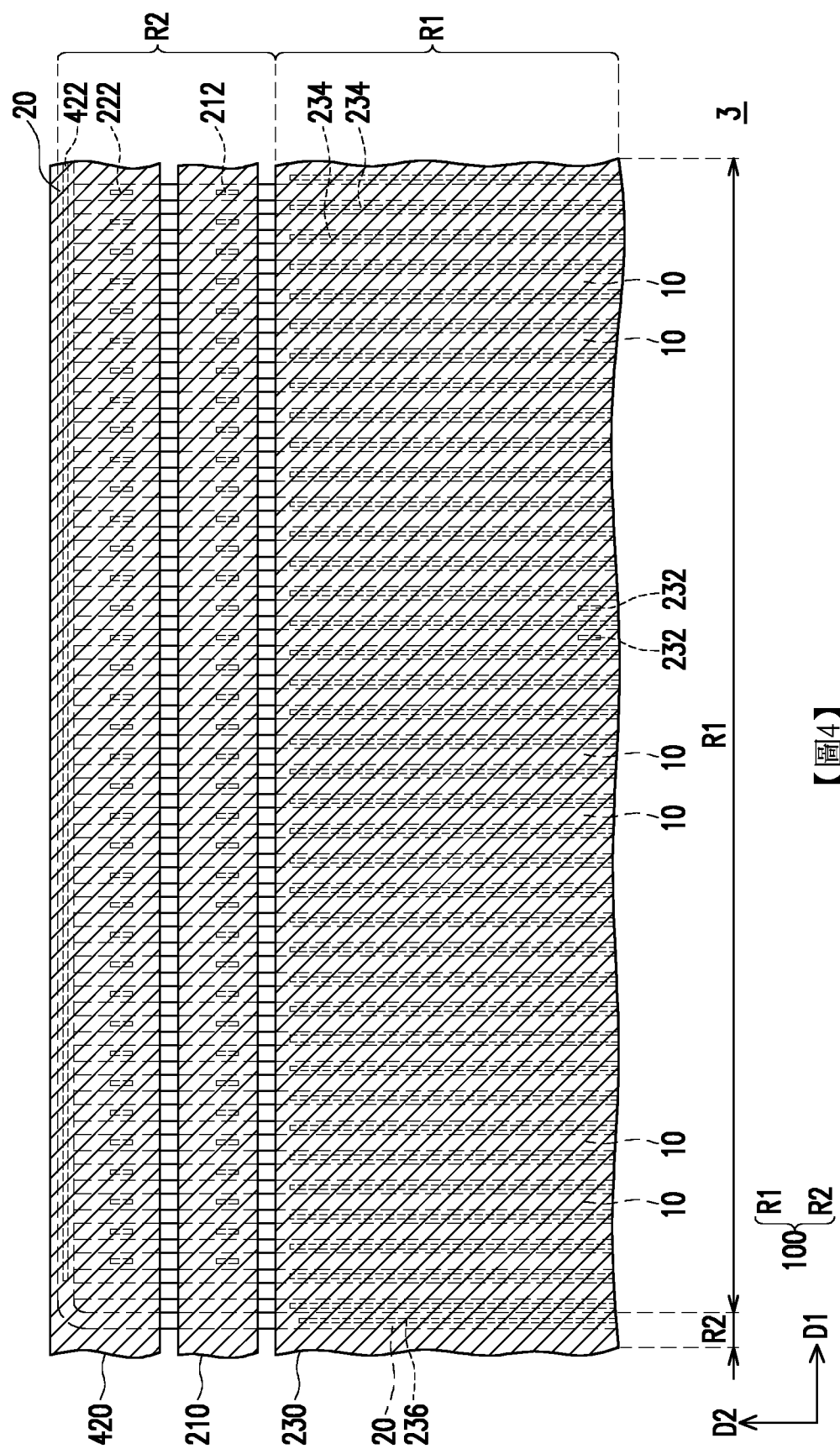


【圖2D】



【圖2E】





【圖4】