



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I878768 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：112100066

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 01 月 03 日

(51)Int. Cl. : H10D10/80 (2025.01)

H10D10/01 (2025.01)

H01L21/60 (2006.01)

H01L21/768 (2006.01)

(30)優先權：2022/01/07 日本

2022-001851

(71)申請人：日商村田製作所股份有限公司(日本)MURATA MANUFACTURING CO., LTD.

(JP)

日本

(72)發明人：佐治真理 SAJI, MARI (JP)；黑川敦 KUROKAWA, ATSUSHI (JP)；柴田雅博

SHIBATA, MASAHIRO (JP)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 202109819A

JP 2009-64812A

US 2021/0391233A1

審查人員：陳穎慧

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：11 共 32 頁

(54)名稱

半導體裝置

(57)摘要

本發明之半導體裝置，具有：半導體基板；至少 1 個電晶體，設於半導體基板，包含複數個半導體層；電極，設於電晶體；有機絕緣膜，在於與半導體基板垂直之第 1 方向俯視時與電晶體及電極重疊之區域設有開口；以及凸塊，於第 1 方向俯視時，與至少 1 個電晶體重疊，經由有機絕緣膜之開口而與電極電氣連接；在與半導體基板平行之第 2 方向上之凸塊之寬度，小於在第 2 方向上之有機絕緣膜之開口之寬度。

無

指定代表圖：

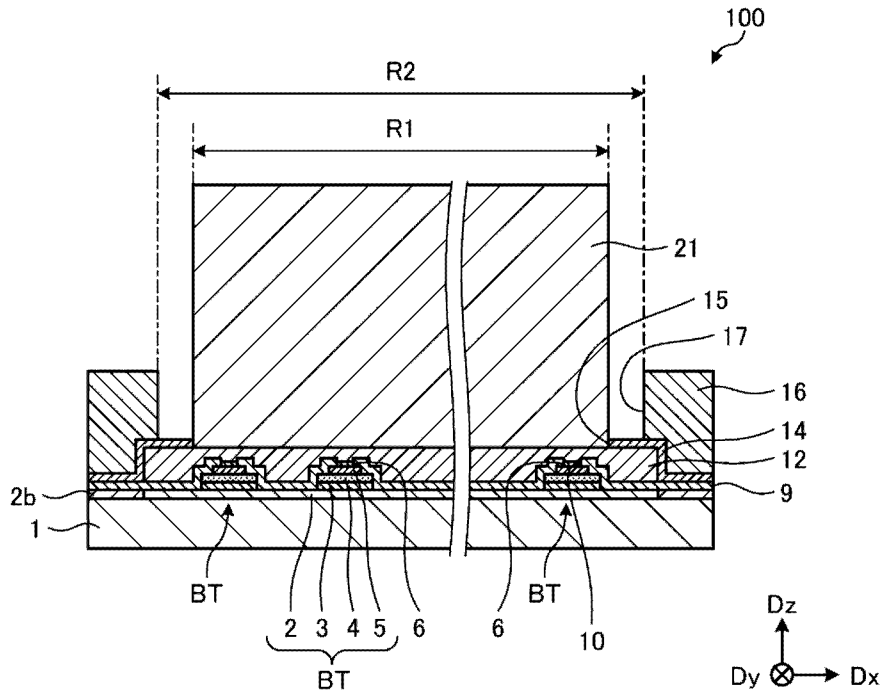


圖2

符號簡單說明：

- 1: 半導體基板
- 2: 子集極層
- 2b: 絕緣區域
- 3: 集極層
- 4: 基極層
- 5: 射極層
- 6: 射極電極
- 9: 第 1 絕緣膜
- 10: 第 1 絕緣膜開口
- 12: 射極配線
- 14: 無機絕緣膜
- 15、17: 開口
- 16: 第 1 有機絕緣膜
- 21: 凸塊
- 100: 半導體裝置
- R1、R2: 寬度
- BT: 電晶體



I878768

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 半導體裝置

【英文發明名稱】 無

### 【中文】

本發明之半導體裝置，具有：半導體基板；至少1個電晶體，設於半導體基板，包含複數個半導體層；電極，設於電晶體；有機絕緣膜，在於與半導體基板垂直之第1方向俯視時與電晶體及電極重疊之區域設有開口；以及凸塊，於第1方向俯視時，與至少1個電晶體重疊，經由有機絕緣膜之開口而與電極電氣連接；在與半導體基板平行之第2方向上之凸塊之寬度，小於在第2方向上之有機絕緣膜之開口之寬度。

### 【英文】

無

【指定代表圖】 圖2

【代表圖之符號簡單說明】

1:半導體基板

2:子集極層

2b:絕緣區域

3:集極層

4:基極層

5:射極層

6:射極電極

9:第1絕緣膜

10:第1絕緣膜開口

12:射極配線

14:無機絕緣膜

15、17:開口

16:第1有機絕緣膜

21:凸塊

100:半導體裝置

R1、R2:寬度

BT:電晶體

## 【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 半導體裝置

【英文發明名稱】 無

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於半導體裝置。

### 【先前技術】

【0002】 於專利文獻1中記載有具備異質接合型之雙極性電晶體的半導體裝置。專利文獻1所記載之半導體裝置，具有於電晶體之正上方設置之凸塊。凸塊經由覆蓋電晶體之有機絕緣膜(樹脂膜)之開口而與電晶體之射極電極電氣連接。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 [專利文獻1]日本特開2019-102724號公報

### 【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】 在與電晶體之台面構造之整個區域重疊而設有凸塊之情形時，雖散熱性提高(即，熱阻變小)，但由於來自凸塊之應力而於台面構造產生裂痕等，而有半導體裝置之可靠性降低之可能性。

【0005】 本發明之目的，在於提供可抑制於電晶體產生之應力之半導體裝置。

[解決問題之手段]

**【0006】** 本發明之一態樣之半導體裝置，具有：半導體基板；至少1個電晶體，設於上述半導體基板，包含複數個半導體層；電極，設於上述電晶體；有機絕緣膜，在於與上述半導體基板垂直之第1方向俯視時與上述電晶體及上述電極重疊之區域設有開口；以及凸塊，於上述第1方向俯視時，與至少1個上述電晶體重疊，經由上述有機絕緣膜之開口而與上述電極電氣連接；在與上述半導體基板平行之第2方向上之上述凸塊之寬度，小於在上述第2方向上之上述有機絕緣膜之開口之寬度。

**【0007】** 本發明之一態樣之半導體裝置，具有：半導體基板；至少1個電晶體，設於上述半導體基板，包含複數個半導體層；電極，設於上述電晶體；有機絕緣膜，在於與上述半導體基板垂直之第1方向俯視時與上述電晶體及上述電極重疊之區域設有開口；以及凸塊，於上述第1方向俯視時，與至少1個上述電晶體重疊，經由上述有機絕緣膜之開口而與上述電極電氣連接；在與上述半導體基板平行之第2方向上之上述凸塊之寬度，與在上述第2方向上之上述有機絕緣膜之開口之寬度相等。

[發明效果]

**【0008】** 根據本發明之半導體裝置，可抑制於電晶體產生之應力。

### **【圖式簡單說明】**

**【0009】**

[圖1]係第1實施形態之半導體裝置之俯視圖。

[圖2]係圖1之II-II'剖面圖。

[圖3]係第2實施形態之半導體裝置之剖面圖。

[圖4]係第3實施形態之半導體裝置之剖面圖。

[圖5]係第4實施形態之半導體裝置之剖面圖。

[圖6]係用以說明第4實施形態之半導體裝置之製造步驟之說明圖。

[圖7]係第5實施形態之半導體裝置之剖面圖。

[圖8]係第5實施形態之變形例之半導體裝置之剖面圖。

[圖9]係用以說明第5實施形態之半導體裝置之製造步驟之說明圖。

[圖10]係第6實施形態之半導體裝置之剖面圖。

[圖11]係第7實施形態之半導體裝置之剖面圖。

### 【實施方式】

【0010】 以下，根據圖式，對本發明之半導體裝置之實施形態進行詳細說明。此外，並非藉由此實施形態來限定本發明。各實施形態為例示，當然可將不同實施形態中所示之構成進行部分置換或者組合。第2實施形態以後，省略關於與第1實施形態共通之情況的記述，僅對不同點進行說明。尤其關於由同樣之構成所產生的同樣之作用效果，未於每個實施形態中逐次提及。

#### 【0011】 (第1實施形態)

圖1係第1實施形態之半導體裝置之俯視圖。此外，圖1係將各電晶體BT之詳細構成省略而示出，示意性地表示各電晶體之包含基極層4之台面構造及射極電極6之配置關係。

【0012】 如圖1所示，半導體裝置100具有：半導體基板1、電晶體群組Q1、第1有機絕緣膜16、及凸塊21。

【0013】 以下之說明中，將與半導體基板1之表面平行之面內之一方向設為X軸方向Dx。又，將在與半導體基板1之表面平行之面內與X軸方向Dx正交之方向設為Y軸方向Dy。又，將與X軸方向Dx及Y軸方向Dy分別正交之方向設為Z軸方向Dz。Z軸方向Dz係與半導體基板1之表面垂直之方向。Z軸方向Dz為「第1方向」之一例，X軸方向Dx及Y軸方向Dy為「第2方向」之一例。又，本說明書

中，所謂俯視，係表示當自Z軸方向Dz來看時之位置關係。

【0014】 電晶體群組Q1設於半導體基板1之表面。電晶體群組Q1具有複數個電晶體BT。電晶體BT為異質接合型之雙極性電晶體（HBT：Heterojunction Bipolar Transistor）。電晶體BT亦稱為單位電晶體，單位電晶體係定義為構成電晶體群組Q1之最小電晶體。電晶體BT電氣地並聯連接而構成電晶體群組Q1。

【0015】 電晶體群組Q1之複數個電晶體BT並排排列於X軸方向Dx。複數個電晶體BT之包含基極層4之台面構造及射極電極6，分別於Y軸方向Dy延伸存在。

【0016】 於圖1中，電晶體群組Q1具有3個以上之電晶體BT而構成。但，電晶體BT之數量及配置僅為一例，可適當變更。電晶體BT設置至少1個即可。又，雖於圖1中為了使說明易於理解，以1個電晶體群組Q1來表示，但亦可於同一半導體基板1上設置2個以上之電晶體群組。

【0017】 凸塊21，係於俯視時與電晶體群組Q1之複數個電晶體BT重疊。凸塊21，經由設於第1有機絕緣膜16之開口17，而與複數個電晶體BT電氣連接。凸塊21係於俯視時呈長圓形狀，延伸存在於X軸方向Dx，沿著複數個電晶體BT的排列方向設置。凸塊21係將並排於X軸方向Dx之複數個電晶體BT整體覆蓋而設置。又，凸塊21在Y軸方向Dy上之寬度，大於複數個電晶體BT之包含基極層4之台面構造及射極電極6在Y軸方向Dy上之寬度。

【0018】 俯視時，凸塊21的一部分設於在第1有機絕緣膜16設置之開口17之內側。亦即，凸塊21的一部之面積小於開口17之面積，凸塊21的外周與開口17的內周隔離。關於凸塊21與設於第1有機絕緣膜16之開口17之詳細關係於後說明。

【0019】 其次，對半導體裝置100之詳細之剖面構成進行說明。圖2係圖1之II-II'剖面圖。如圖2所示，於半導體裝置100中，電晶體BT包含子集極層2、集

極層3、基極層4、射極層5、及射極電極6。電晶體BT，在半導體基板1上依序積層子集極層2、集極層3、基極層4、射極層5、射極電極6。此外，集極電極設於子集極層2，基極電極設於基極層4，惟於圖2中省略圖示。

【0020】 本實施形態之台面構造，係由電晶體BT所具有之半導體層(子集極層2、集極層3、基極層4、射極層5)之中，1個或複數個半導體層所構成。例如，台面構造係由集極層3及基極層4所構成之集極台面。

【0021】 更具體而言，半導體基板1例如為半絕緣性GaAs(砷化鎵)基板。子集極層2設於半導體基板1上。子集極層2為高濃度n型GaAs層，厚度例如為0.5  $\mu\text{m}$ 左右。集極層3設於子集極層2上。集極層3為n型GaAs層，厚度例如為1  $\mu\text{m}$ 左右。基極層4設於集極層3上。基極層4為p型GaAs層，厚度例如為100 nm左右。

【0022】 射極層5設於基極層4上。雖省略圖示，但射極層5例如自基極層4側起包含本質射極層、以及設於其上部之射極台面層。本質射極層為n型InGaP(磷化銦鎵)層，厚度例如為30 nm以上、40 nm以下。射極台面層以高濃度n型GaAs層與高濃度n型InGaAs層形成。高濃度n型GaAs層與高濃度n型InGaAs層之厚度分別為例如100 nm左右。射極台面層之高濃度n型InGaAs層係為了進行與射極電極6之歐姆接觸而設置。

【0023】 基極層4及集極層3磊晶成長於半導體基板1上之後，實施蝕刻加工處理而形成台面構造。此外，亦可不除去集極層3之下部，由基極層4與集極層3之上部來形成台面構造。

【0024】 集極電極(省略圖示)係接觸於子集極層2而設於子集極層2上。集極電極例如於X軸方向Dx上與台面構造(基極層4及集極層3)相鄰而配置。集極電極例如具有依序積層有AuGe(金鍺)膜、Ni(鎳)膜、Au(金)膜之積層膜。AuGe膜之膜厚例如為60 nm。Ni膜之膜厚例如為10 nm。Au膜之膜厚例如為200 nm。

【0025】 基極電極(省略圖示)係接觸於基極層4而設於基極層4上。基極電極係依序積層有Ti膜、Pt膜、Au膜之積層膜。Ti膜之膜厚例如為50 nm。Pt膜之膜厚例如為50 nm。Au膜之膜厚例如為200 nm。

【0026】 射極電極6係與射極層5接觸而設於射極層5上。射極電極6例如為Ti(鈦)膜。Ti膜之膜厚例如為50 nm。

【0027】 此外，於半導體基板1上，與子集極層2相鄰而設有絕緣區域2b。絕緣區域2b藉由離子注入技術而絕緣化。藉由絕緣區域2b，元件間(複數個電晶體BT間)被絕緣。

【0028】 第1絕緣膜9，除了射極電極6的一部分以外覆蓋複數個電晶體BT而設於子集極層2及絕緣區域2b上。第1絕緣膜9例如為SiN(氮化矽)層。第1絕緣膜9可為單層，或者亦可積層複數個氮化物層或氧化物層。由金屬構成之射極配線12積層於第1絕緣膜9上。射極配線12設於複數個電晶體BT之間。於在與半導體基板1垂直之方向俯視時，第1絕緣膜9之與射極電極6重疊之區域設有第1絕緣膜開口10，凸塊21於第1絕緣膜開口10與射極電極6電氣連接。

【0029】 覆蓋射極配線12的一部分而設置無機絕緣膜14(鈍化膜)，進而，在無機絕緣膜14上設置第1有機絕緣膜16。無機絕緣膜14，例如係使用包含SiN或SiON(氮氧化矽)之至少一種以上之無機材料之無機保護膜。此外，無機絕緣膜14，亦可視需要而省略。

【0030】 第1有機絕緣膜16例如為使用聚醯亞胺、BCB(benzocyclobutene，苯環丁烯)等有機材料之有機保護膜。於無機絕緣膜14及第1有機絕緣膜16，在與複數個電晶體BT及射極電極6重疊之區域分別設有開口15、17。

【0031】 凸塊21，形成於與無機絕緣膜14之開口15及第1有機絕緣膜16之開口17重疊之區域，經由開口15、17而與複數個電晶體BT之射極電極6電氣連接。凸塊21為柱凸塊，例如使用銅(Cu)。凸塊21，除了Cu之外，亦使用鋁(Al)或金(Au)

等低電阻之金屬材料。

【0032】 此外，於圖2中雖省略圖示，但亦可在凸塊21與射極配線12之間，設置擴散防止層或鍍敷之種晶層等金屬膜。作為擴散防止層或種晶層，例如使用鎳（Ni）、鈦（Ti）、鎢（W）、鉻（Cr）等材料。

【0033】 在X軸方向Dx上之凸塊21之寬度R1，小於在X軸方向Dx上之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。凸塊21之外周面，與第1有機絕緣膜16之開口17之內周面隔離並對向。凸塊21，係從第1有機絕緣膜16之開口17之內部起，沿著較第1有機絕緣膜16更上側，形成為具有一定之寬度R1。又，在X軸方向Dx上之凸塊21之寬度R1，與在X軸方向Dx上之無機絕緣膜14之開口15之寬度相等。凸塊21之外周面係在下端側，與無機絕緣膜14之開口15之內周面接觸。亦即，無機絕緣膜14，係在凸塊21與第1有機絕緣膜16之間，覆蓋射極配線12之表面。

【0034】 此外，當在X軸方向Dx上之凸塊21之寬度R1沿著較第1有機絕緣膜16更上側有些許不均之情形時，該寬度R1亦可為不均之寬度中任意之寬度。又，在X軸方向Dx上之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度，係指將形成開口17之第1有機絕緣膜16之相互對向之內周面彼此連結之在X軸方向Dx上之距離。又，在凸塊21之外周面與第1有機絕緣膜16之開口17之間之空隙，亦可例如充填無機絕緣膜或金屬膜。

【0035】 又，如圖1所示，在Y軸方向Dy上之凸塊21之寬度，亦可小於在Y軸方向Dy上之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度。於Y軸方向Dy，凸塊21之外周面，係與第1有機絕緣膜16之開口17之內周面隔離並對向。

【0036】 如以上所說明的，本實施形態之半導體裝置100具有：半導體基板1；至少1個電晶體BT，設於半導體基板1，包含複數個半導體層；電極(例如射極電極6)，設於電晶體BT；第1有機絕緣膜16，在與電晶體BT及電極重疊之區域設有開口17；以及凸塊21，與至少1個電晶體BT重疊，經由第1有機絕緣膜16之

開口17而與電極電氣連接。在與半導體基板1平行之X軸方向Dx上之凸塊21之寬度R1，小於在X軸方向Dx上之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。

【0037】 藉此，半導體裝置100中，凸塊21覆蓋複數個電晶體BT之台面構造之整個區域而設置，可提高散熱性。又，當將半導體裝置100構裝於印刷配線基板等外部基板時所產生之熱應力，自凸塊21施加於複數個電晶體BT之台面構造。於本實施形態中，凸塊21之寬度R1，形成為小於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。因此，相較於凸塊21之寬度R1形成為大於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2，凸塊21的一部分亦設於第1有機絕緣膜16上之情形，於本實施形態中，可抑制自凸塊21而施加於電晶體BT之台面構造之熱應力。

【0038】 更詳細而言，由於在與第1有機絕緣膜16之開口17之內周面重疊之區域未設有凸塊21，因此，相較於凸塊21的一部分亦設於第1有機絕緣膜16上之情形，可抑制來自凸塊21之熱應力集中於第1有機絕緣膜16之開口17附近之情況。此結果，可抑制熱應力集中於電晶體BT之台面構造的一部分，可抑制於電晶體BT之台面構造發生裂痕之情況。

【0039】 此外，於圖1、2中所示之各電晶體BT及凸塊21，僅係示意性地表示者，形狀等可適當變更。例如，凸塊21雖以剖面四角形狀來表示，亦可為上表面具有曲面等其他形狀。

#### 【0040】 (第2實施形態)

圖3係第2實施形態之半導體裝置之剖面圖。如圖3所示，於第2實施形態中，與上述之第1實施形態不同，係對在X軸方向Dx上之無機絕緣膜14之開口15之寬度R3，小於凸塊21之寬度R1之構成進行說明。此外，因電晶體群組Q1(複數個電晶體BT)之構成與第1實施形態相同，故省略重複之說明。

【0041】 如圖3所示，於第2實施形態之半導體裝置100A中，凸塊21係與無機絕緣膜14之開口15之周緣部重疊而設置。藉此，無機絕緣膜14，係覆蓋凸塊21

與第1有機絕緣膜16之間之射極配線12之表面整面而設置。因此，半導體裝置100A，可抑制來自凸塊21側之水分之滲入，耐濕性優異。

【0042】 又，無機絕緣膜14，如上所述係由無機材料形成，具有較第1有機絕緣膜16為大之楊氏模量。亦即，由於無機絕緣膜14，容易將來自凸塊21之應力傳導至電晶體BT側，因此，即使在將無機絕緣膜14之開口15之寬度R3形成得較小之情形，亦可抑制應力集中之發生。

【0043】 （第3實施形態）

圖4係第3實施形態之半導體裝置之剖面圖。如圖4所示，於第3實施形態中，與上述之第1實施形態及第2實施形態不同，係對在X軸方向Dx上之凸塊21之寬度R1，與在X軸方向Dx上之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2相等之構成進行說明。

【0044】 如圖4所示，於第3實施形態之半導體裝置100B中，凸塊21之外周面與第1有機絕緣膜16之開口17之內周面接觸。凸塊21，係從第1有機絕緣膜16之開口17之內部起，沿著較第1有機絕緣膜16更上側，具有一定之寬度R1。又，無機絕緣膜14之開口15，以與第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2相等之寬度而形成。但，不限於此，亦可與第2實施形態同樣地，無機絕緣膜14之開口15，形成為小於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。

【0045】 於本實施形態中，凸塊21亦可在較第1有機絕緣膜16之開口17更外側之區域而設於第1有機絕緣膜16上。因此，相較於凸塊21之寬度R1形成為大於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2之情形，可抑制施加於電晶體BT之台面構造之熱應力。

【0046】 （第4實施形態）

圖5係第4實施形態之半導體裝置之剖面圖。如圖5所示，於第4實施形態中，與上述第1實施形態至第3實施形態不同，係對凸塊21具有不同寬度之第1部分

21a與第2部分21b之構成進行說明。

【0047】 如圖5所示，於第4實施形態之半導體裝置100C中，凸塊21於複數個電晶體BT上依序積層第2部分21b、第1部分21a。在X軸方向Dx上之第1部分21a之寬度R1，小於在X軸方向Dx上之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。此外，當在X軸方向Dx上之第1部分21a之寬度R1沿著較第1有機絕緣膜16更上側有些許不均之情形時，該寬度R1亦可為不均之寬度中任意之寬度。

【0048】 第2部分21b，係在Z軸方向Dz設於第1部分21a與電晶體BT之間，且設於第1有機絕緣膜16之開口17之內部。第2部分21b，係充填第1有機絕緣膜16之開口17而設置，第2部分21b之外周面，係與第1有機絕緣膜16之開口17之內周面接觸。亦即，第2部分21b之寬度，大於第1部分21a之寬度，且與第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2相等。

【0049】 圖6係用以說明第4實施形態之半導體裝置之製造步驟之說明圖。如圖6所示，在半導體基板1上設置複數個電晶體BT及各絕緣膜，覆蓋複數個電晶體BT及各絕緣膜而形成供電膜11(步驟ST1)。供電膜11係覆蓋第1有機絕緣膜16及開口17而設置，在開口17之底部與複數個電晶體BT之射極電極6接觸。供電膜11使用具有良好的導電性之金屬材料。此外，供電膜11於上述之圖2至圖5中省略圖示。

【0050】 其次，將第1有機絕緣膜16之上部之供電膜11去除(步驟ST2)。將設於開口17之底部之供電膜11不去除而殘留。供電膜11，例如藉由蝕刻等將第1有機絕緣膜16之上部之既定部分區去除。

【0051】 其次，於第1有機絕緣膜16之開口17之內部，形成凸塊21之第2部分21b(步驟ST3)。凸塊21之第2部分21b，例如藉由鍍敷而形成。

【0052】 其次，於第1有機絕緣膜16及第2部分21b上塗布形成光阻200，藉由光微影，在光阻200之與第2部分21b的一部分重疊之區域形成開口201。於光阻

200之開口201之內部，形成凸塊21之第1部分21a(步驟ST4)。凸塊21之第1部分21a，例如藉由鍍敷而形成。

【0053】 其後，藉由去除光阻200，形成具有第1部分21a與第2部分21b之凸塊21(步驟ST5)。如此，第4實施形態之半導體裝置100C之製造方法，可藉由分開進行2次之鍍敷步驟來形成具有第1部分21a與第2部分21b之凸塊21。

【0054】 (第5實施形態)

圖7係第5實施形態之半導體裝置之剖面圖。如圖7所示，於第5實施形態中，與上述第1實施形態至第4實施形態不同，係對具有再配線層18之構成進行說明。

【0055】 如圖7所示，於第5實施形態之半導體裝置100D中，再配線層18設於第1有機絕緣膜16上，經由開口17而與複數個電晶體BT電氣連接。

【0056】 第2有機絕緣膜19，覆蓋再配線層18而設於第1有機絕緣膜16上。在第2有機絕緣膜19之與再配線層18重疊之區域形成開口20。凸塊21設於與開口20重疊之區域，經由開口20而與再配線層18電氣連接。此外，第1有機絕緣膜16與第2有機絕緣膜19以相同材料形成亦可。亦即，將第1有機絕緣膜16與第2有機絕緣膜19一體形成，兩者之間無明確之界面亦可。

【0057】 在X軸方向Dx上之凸塊21之寬度R1，與在X軸方向Dx上之第2有機絕緣膜19之開口20之寬度相等。又，在X軸方向Dx上之凸塊21之寬度R1，小於在X軸方向Dx上之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。換言之，第2有機絕緣膜19之開口20之寬度，小於在X軸方向Dx上之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。

【0058】 如此，第5實施形態之半導體裝置100D，具有與至少1個電晶體BT重疊之再配線層18，且包含自靠近電晶體BT側起依序積層之第1有機絕緣膜16、及第2有機絕緣膜19。再配線層18，係設於第1有機絕緣膜16與第2有機絕緣膜19之間，經由設於第1有機絕緣膜16之開口17(第1開口)而與電晶體BT之射極

電極6電氣連接。凸塊21，係經由設於第2有機絕緣膜19之開口20(第2開口)而與再配線層18電氣連接。在X軸方向Dx上之凸塊21之寬度R1，小於在X軸方向Dx上之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。

【0059】 如此，即使係具有再配線層18之構成，藉由在複數個第1有機絕緣膜16與第2有機絕緣膜19之中，使凸塊21之寬度R1形成為小於設在靠近電晶體BT側之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2，亦可與上述各實施形態同樣地，可抑制自凸塊21施加於電晶體BT之台面構造之熱應力。

【0060】 (變形例)

圖8係第5實施形態之變形例之半導體裝置之剖面圖。於圖7所示之第5實施形態之半導體裝置100D中，凸塊21之寬度R1，不限於與第2有機絕緣膜19之開口20之寬度相等之構成。如圖8所示，於第5實施形態之變形例之半導體裝置100E中，凸塊21之寬度R1，亦可大於第2有機絕緣膜19之開口20之寬度，且小於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。

【0061】 圖9係用以說明第5實施形態之半導體裝置之製造步驟之說明圖。如圖9所示，覆蓋複數個電晶體BT及各絕緣膜而形成供電膜11(步驟ST11)。供電膜11覆蓋第1有機絕緣膜16及開口17而設置，在開口17之底部與複數個電晶體BT之射極電極6接觸。供電膜11，藉由蝕刻等而圖案化。具體而言，供電膜11，係第1有機絕緣膜16上之外緣側被去除，覆蓋第1有機絕緣膜16之上表面之開口17附近的一部分而設。

【0062】 其次，覆蓋第1有機絕緣膜16及開口17，在供電膜11上形成再配線層18(步驟ST12)。再配線層18，例如藉由鍍敷而形成。

【0063】 其次，覆蓋再配線層18及第1有機絕緣膜16而形成第2有機絕緣膜19，在第2有機絕緣膜19之與再配線層18的一部分重疊之區域形成開口20(步驟ST13)。第2有機絕緣膜19之開口20之寬度，形成為小於第1有機絕緣膜16之開口

17之寬度。

【0064】 其次，於第2有機絕緣膜19及再配線層18上塗布形成光阻200，藉由光微影，在光阻200之與第2有機絕緣膜19之開口20重疊之區域形成開口201。於光阻200之開口201之內部，形成凸塊21(步驟ST14)。凸塊21，例如藉由鍍敷而形成。此處，光阻200之開口201之寬度，以與第2有機絕緣膜19之開口20之寬度相等之大小而形成。其結果，凸塊21之寬度R1亦形成為與第2有機絕緣膜19之開口20之寬度相等。

【0065】 其後，藉由去除光阻200，形成凸塊21(步驟ST15)。如此，第5實施形態之半導體裝置100D之製造方法，可形成再配線層18及凸塊21。

【0066】 此外，圖9所示之製造步驟僅係一例，可進行適當變更。例如，於步驟ST14中，亦可將光阻200之開口201之寬度，形成為大於第2有機絕緣膜19之開口20之寬度，且小於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。於此情形，凸塊21之寬度R1，形成為大於第2有機絕緣膜19之開口20之寬度，且小於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。

【0067】 (第6實施形態)

圖10係第6實施形態之半導體裝置之剖面圖。如圖10所示，第6實施形態之半導體裝置100F，相對於第4實施形態之半導體裝置100C(參照圖5)，凸塊21之第2部分21b之寬度R1b小於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2之構成不同。或是，亦可謂第6實施形態之半導體裝置100F，係於第1實施形態之半導體裝置100中，組合第4實施形態之凸塊21而成之構成。

【0068】 如圖10所示，於第6實施形態之半導體裝置100F中，凸塊21具有不同寬度之第1部分21a與第2部分21b。凸塊21於複數個電晶體BT上依序積層第2部分21b、第1部分21a。在X軸方向Dx上之第1部分21a之寬度R1a，小於第2部分21b之寬度R1b。又，在X軸方向Dx上之第1部分21a之寬度R1a，小於在X軸方向

Dx上之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。

【0069】 第2部分21b，在Z軸方向Dz上設於第1部分21a與電晶體BT之間，且設於第1有機絕緣膜16之開口17之內部。第2部分21b之外周面，係與第1有機絕緣膜16之開口17之內周面具有間隔而對向設置。亦即，第2部分21b之寬度R1b，大於第1部分21a之寬度，且小於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。

【0070】 (第7實施形態)

圖11係第7實施形態之半導體裝置之剖面圖。如圖11所示，第7實施形態之半導體裝置100G，相對於第1實施形態之半導體裝置100，具有凸塊底部金屬22(UBM:Under Bump Metal)之構成不同。

【0071】 凸塊底部金屬22設於凸塊21之下部。更具體而言，凸塊底部金屬22，於與半導體基板1垂直之方向設在凸塊21與射極配線12之間。當在X軸方向Dx上之凸塊21之寬度R1小於在X軸方向Dx上之第1有機絕緣膜16之開口17之寬度時，凸塊底部金屬22在X軸方向Dx上之寬度亦小於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。

【0072】 凸塊底部金屬22例如以包含Ti、Cr、Cu、Au、Ni、Pb之中至少一種材料形成。亦可在凸塊底部金屬22與射極配線12之間設有其他密合層。例如，在本實施形態之半導體裝置100G經由凸塊21而構裝於外部基板之情形時，凸塊21有可能會被構裝時的壓力壓扁，其寬度R1可能會大於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2。即使於如此情形，若凸塊底部金屬22之寬度窄於第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2，則與構裝前之半導體裝置100G中之凸塊21之寬度R1較第1有機絕緣膜16之開口17之寬度R2為窄同義，如上所述可降低自凸塊21施加於電晶體BT之台面構造之熱應力。

【0073】 此外，雖圖11所示之半導體裝置100G，係於第1實施形態之半導體裝置100組合凸塊底部金屬22而構成，但並不限定於此。亦可將凸塊底部金屬

22與第2實施形態至第6實施形態所示之各半導體裝置100A、100B、100C、100D、100E、100F進行組合。

【0074】 又，於上述之各實施形態中，雖以重疊於複數個電晶體BT而設有1個凸塊21之半導體裝置為例來進行說明，但並不限定於此。亦可係重疊於1個電晶體而形成有1個凸塊之半導體裝置。又，作為凸塊，雖以柱凸塊為例來進行說明，但除柱凸塊以外，例如亦可為焊料凸塊或栓狀凸塊。

【0075】 又，上述之各實施形態中所示之各構成之材料、厚度、尺寸等僅為例示，亦可適當變更。子集極層2、集極層3、基極層4、射極層5或各種配線之材料或厚度亦可適當變更。

【0076】 此外，上述之實施形態係用以使本發明容易理解，並非用於限定解釋本發明。本發明可於不脫離其主旨之情況下進行變更/改良，並且本發明中亦包含其均等物。

#### 【符號說明】

##### 【0077】

1:半導體基板

2:子集極層

2b:絕緣區域

3:集極層

4:基極層

5:射極層

6:射極電極

9:第1絕緣膜

10:第1絕緣膜開口

11:供電膜  
12:射極配線  
14:無機絕緣膜  
15、17、20:開口  
16:第1有機絕緣膜  
18:再配線層  
19:第2有機絕緣膜  
21:凸塊  
21a:第1部分  
21b:第2部分  
22:凸塊底部金屬  
100、100A、100B、100C、100D、100E、100F、100G:半導體裝置  
200:光阻  
201:開口  
R1、R2、R3、R1a、R1b:寬度  
BT:電晶體  
Q1:電晶體群組

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種半導體裝置，具有：

半導體基板；

至少1個電晶體，設於上述半導體基板，包含複數個半導體層；

電極，設於上述電晶體；

有機絕緣膜，在於與上述半導體基板垂直之第1方向俯視時與上述電晶體及上述電極重疊之區域設有開口；以及

凸塊，於上述第1方向俯視時，與至少1個上述電晶體重疊，經由上述有機絕緣膜之開口而與上述電極電氣連接；

在與上述半導體基板平行之第2方向上之上述凸塊之較上述有機絕緣膜為高之部分之寬度，小於在上述第2方向上之上述有機絕緣膜之開口之寬度；

上述凸塊包含：

第1部分；以及

第2部分，設於上述有機絕緣膜之開口之內部，且設於在上述第1方向上述第1部分與上述電晶體之間；

上述凸塊之上述第1部分之寬度小於上述第2部分之寬度。

【請求項2】如請求項1之半導體裝置，其具有：

於上述第2方向並排排列之複數個上述電晶體；

上述凸塊及上述有機絕緣膜之開口係跨越複數個上述電晶體而設置。

【請求項3】如請求項1或2之半導體裝置，其具有：

無機絕緣膜，設於上述半導體基板與上述有機絕緣膜之間；

於上述無機絕緣膜，在於上述第1方向俯視時與上述有機絕緣膜之開口及上述凸塊重疊之區域設有開口；

上述凸塊，與上述無機絕緣膜之開口之周緣部重疊而設置。

【請求項4】如請求項1或2之半導體裝置，其具有：

再配線層，於上述第1方向俯視時與至少1個上述電晶體重疊；

上述有機絕緣膜，包含從靠近上述電晶體之側起依序積層之第1有機絕緣膜、及第2有機絕緣膜；

上述再配線層，設於上述第1有機絕緣膜與上述第2有機絕緣膜之間，經由設於上述第1有機絕緣膜之第1開口而與上述電極電氣連接；

上述凸塊，經由設於上述第2有機絕緣膜之第2開口而與上述再配線層電氣連接；

在上述第2方向上之上述凸塊之寬度，小於在上述第2方向上之上述第1有機絕緣膜之上述第1開口之寬度。

【請求項5】如請求項4之半導體裝置，其中，

在上述第2方向上之上述第1有機絕緣膜之上述第1開口之寬度，大於在上述第2方向上之上述第2有機絕緣膜之上述第2開口之寬度。

【請求項6】一種半導體裝置，具有：

半導體基板；

至少1個電晶體，設於上述半導體基板，包含複數個半導體層；

電極，設於上述電晶體；

有機絕緣膜，在於與上述半導體基板垂直之第1方向俯視時與上述電晶體及上述電極重疊之區域設有開口；以及

凸塊，於上述第1方向俯視時，與至少1個上述電晶體重疊，經由上述有機絕緣膜之開口而與上述電極電氣連接；

在與上述半導體基板平行之第2方向上之上述凸塊之較上述有機絕緣膜為高之部分之寬度，與在上述第2方向上之上述有機絕緣膜之開口之寬度相等；

上述凸塊包含：

第1部分；以及

第2部分，設於上述有機絕緣膜之開口之內部，且設於在上述第1方向上述第1部分與上述電晶體之間；

上述凸塊之上述第1部分之寬度小於上述第2部分之寬度。

【發明圖式】

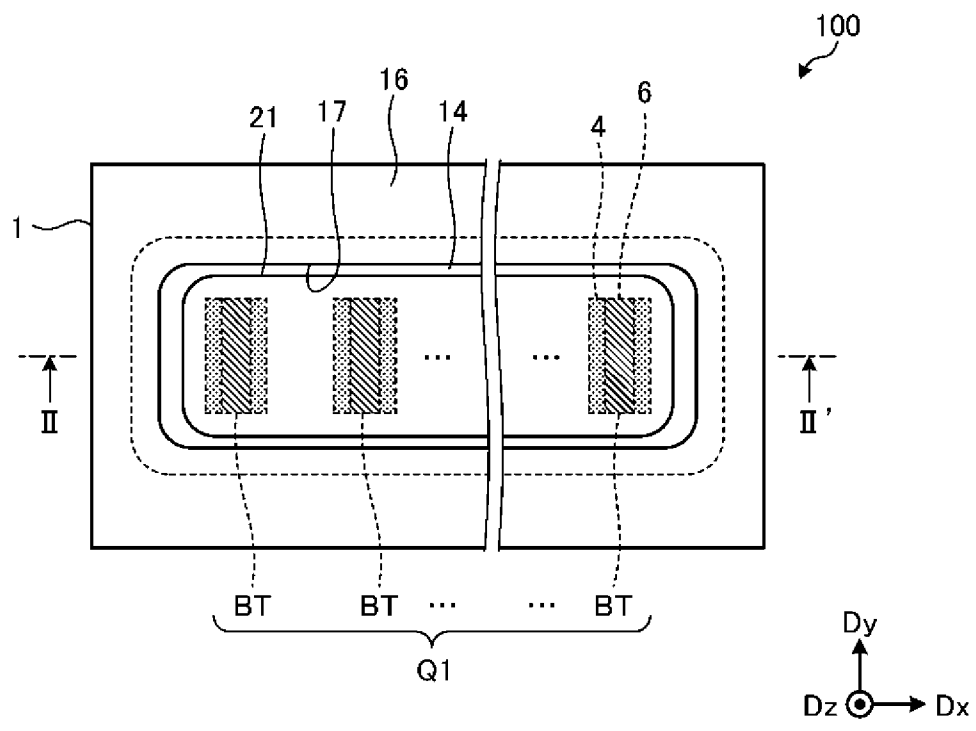


圖1

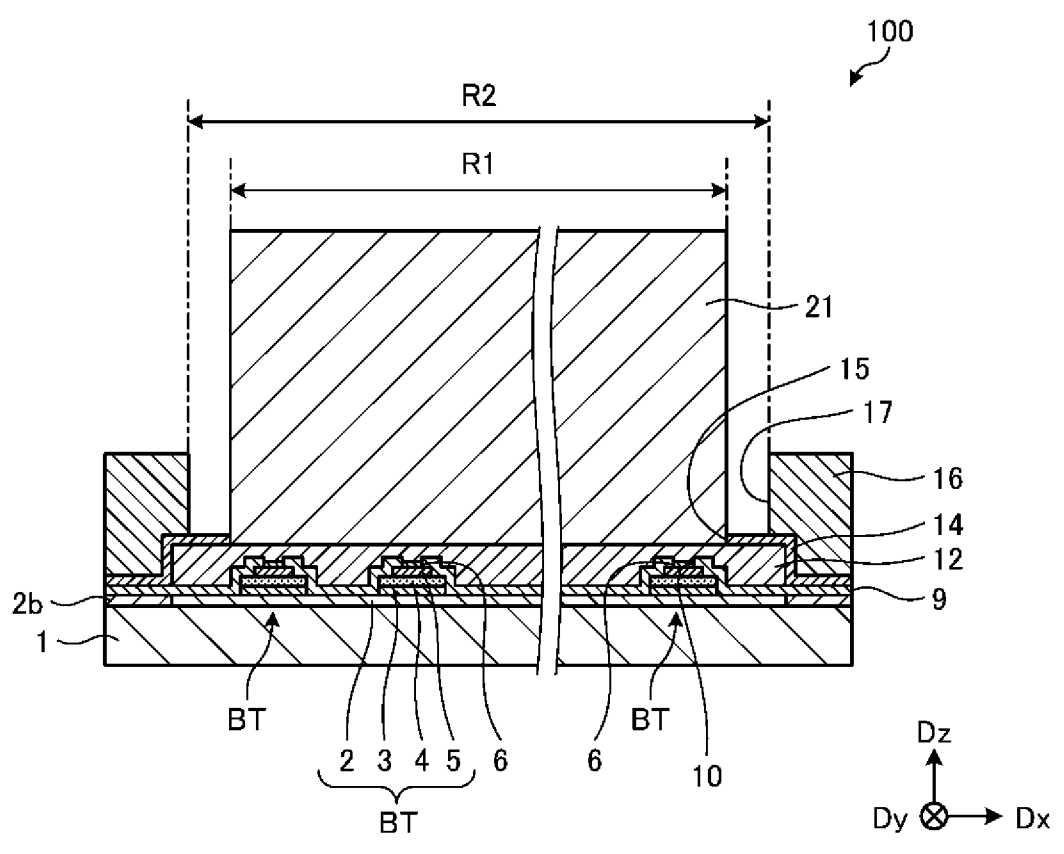


圖2

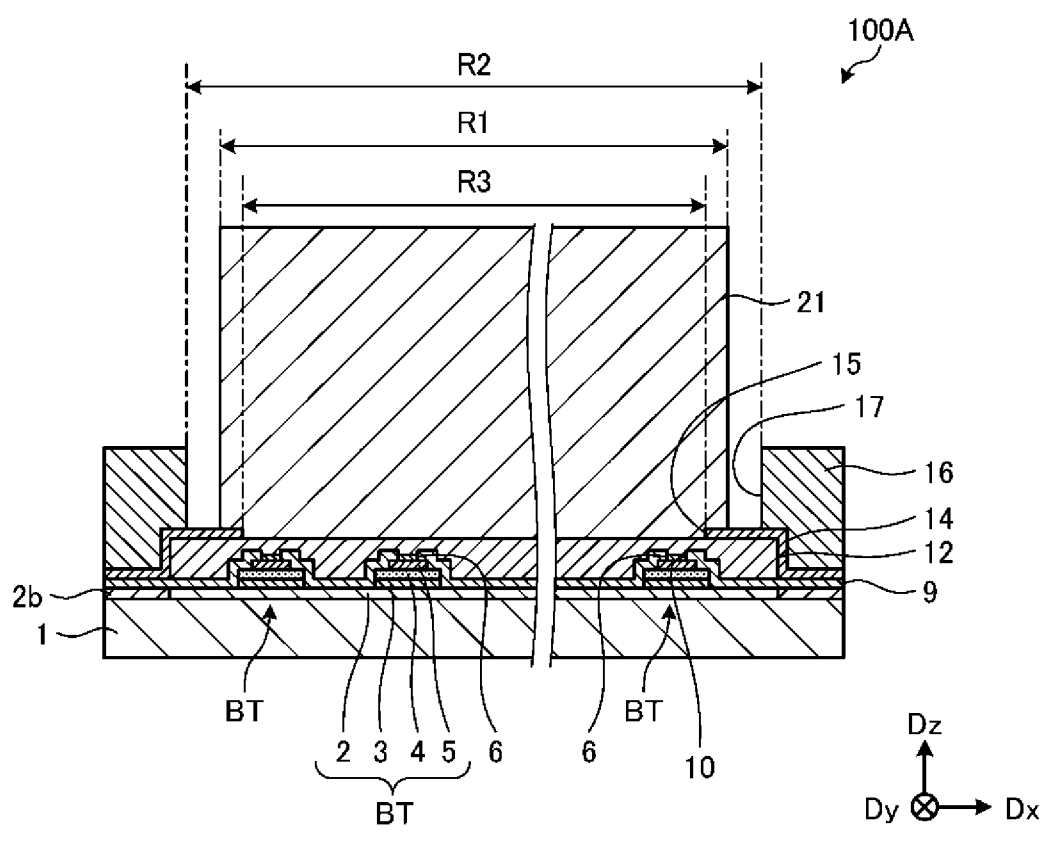


圖3

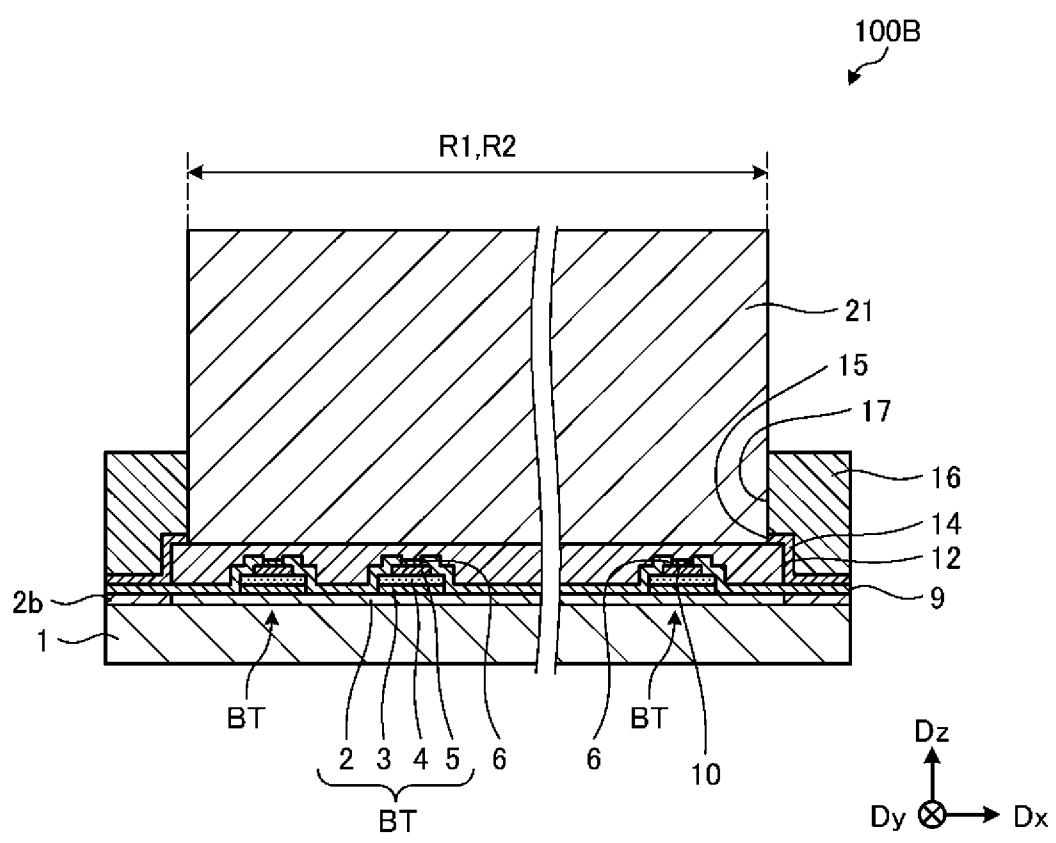


圖4

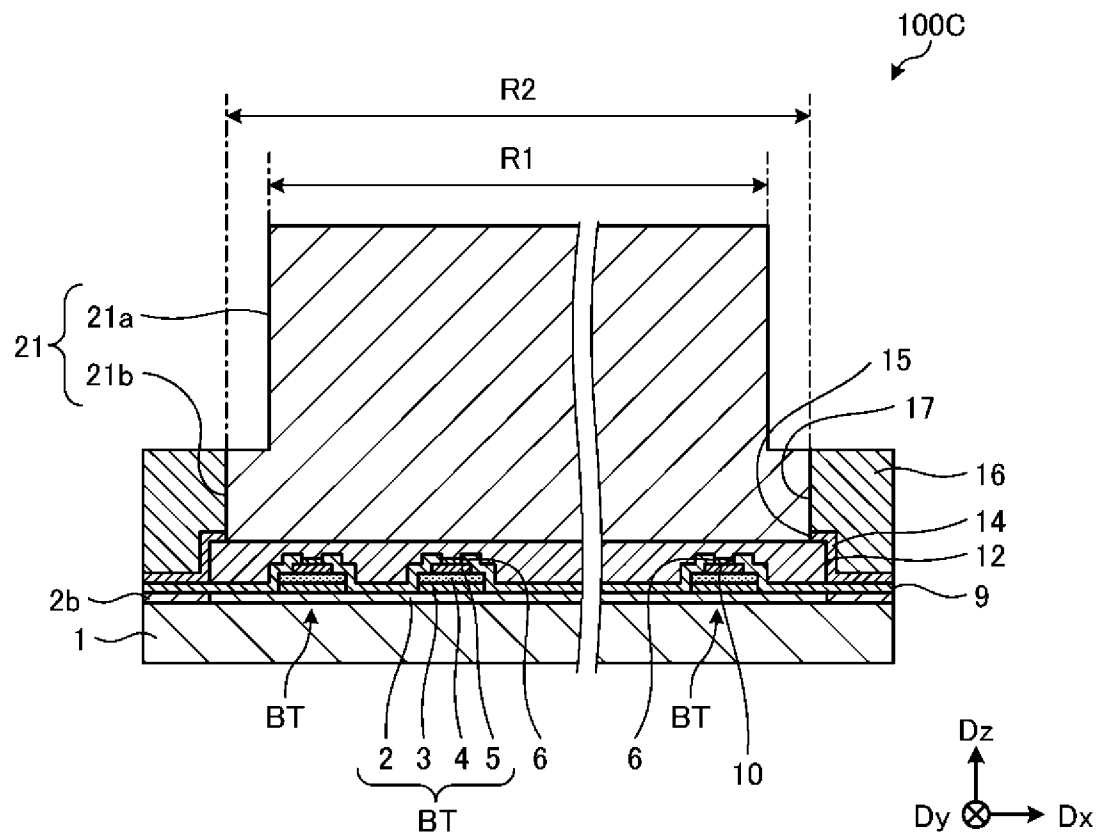


圖5

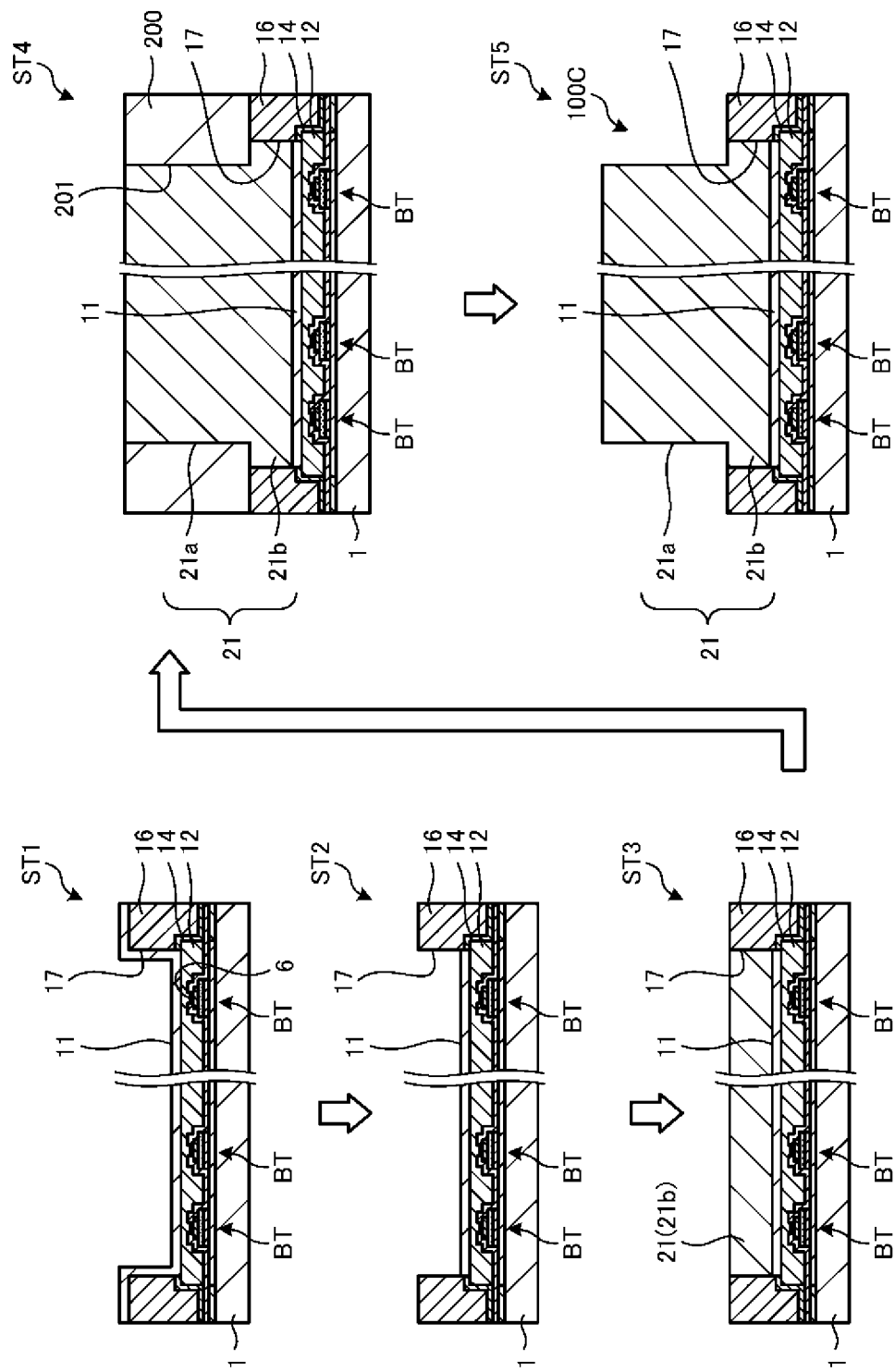


圖6

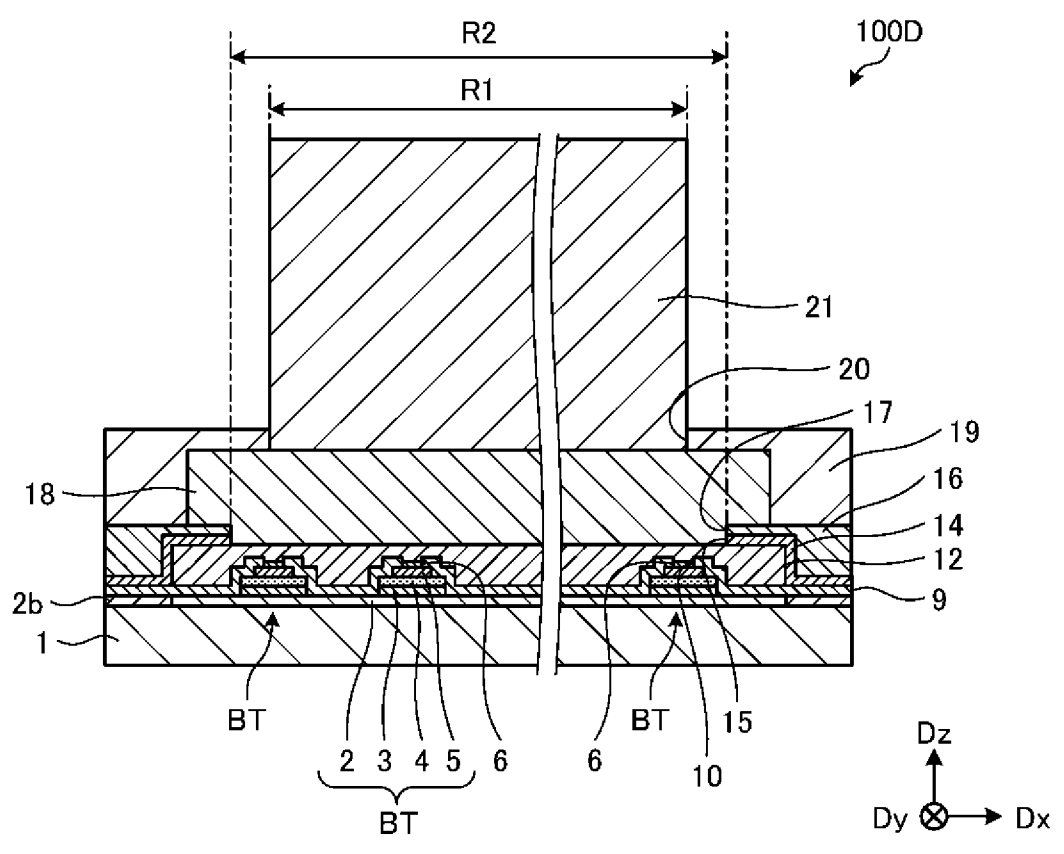


圖7

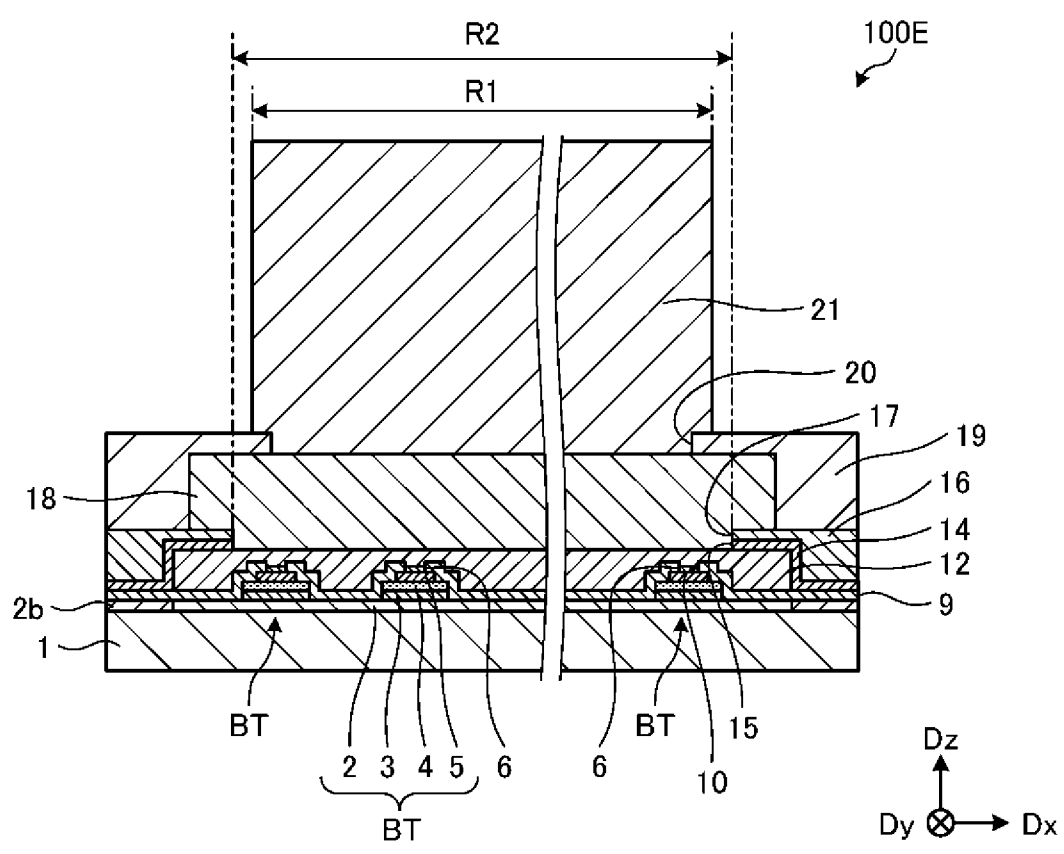


圖8

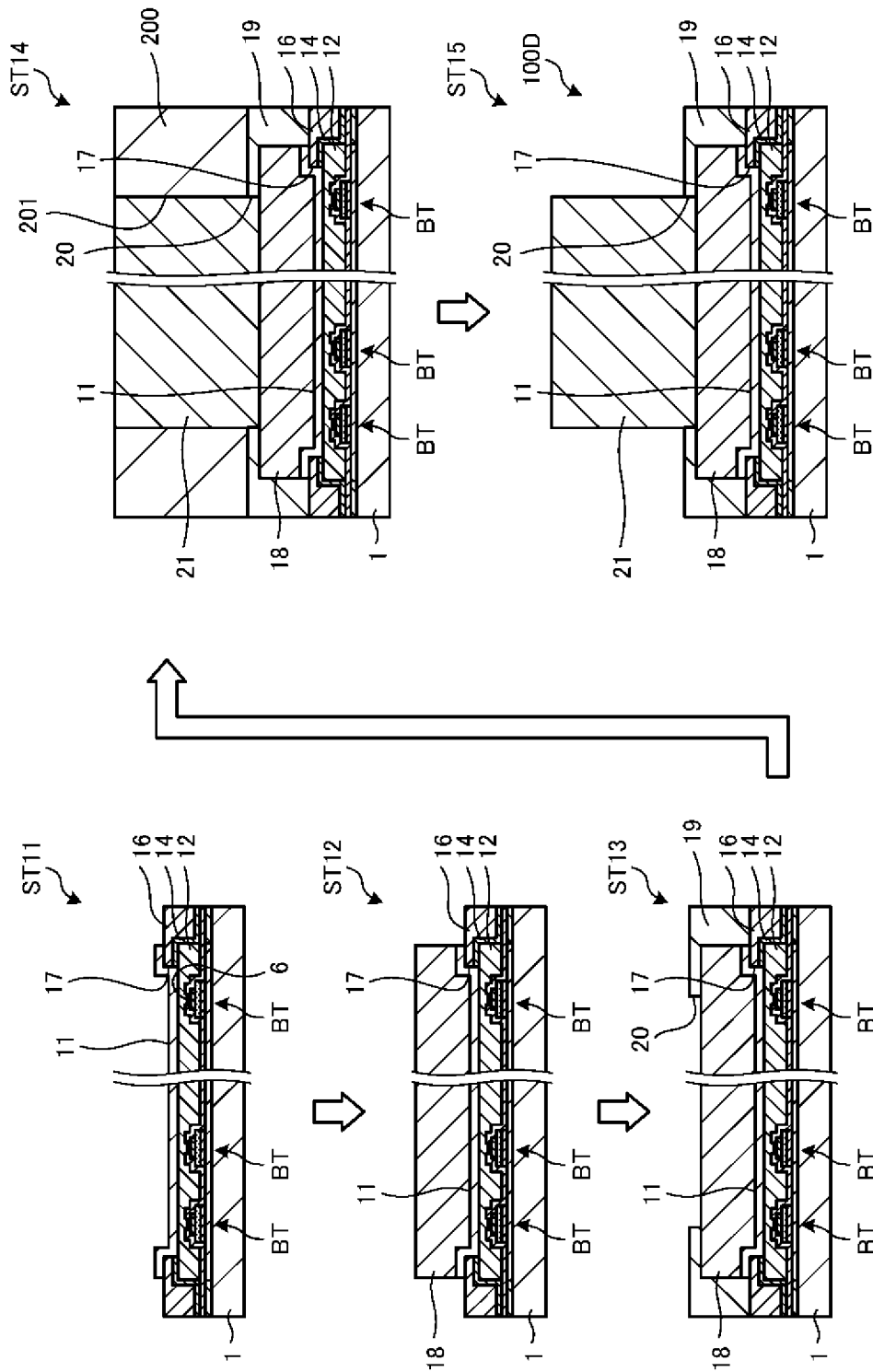


圖9

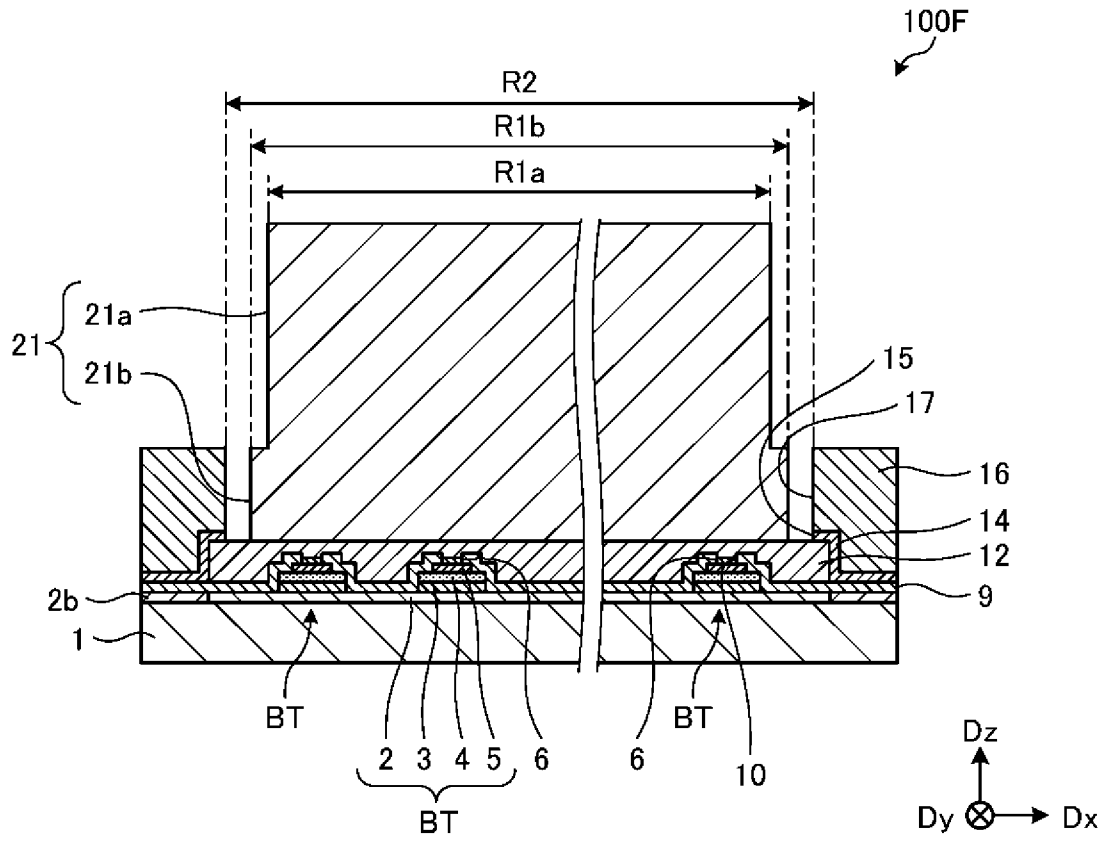


圖10

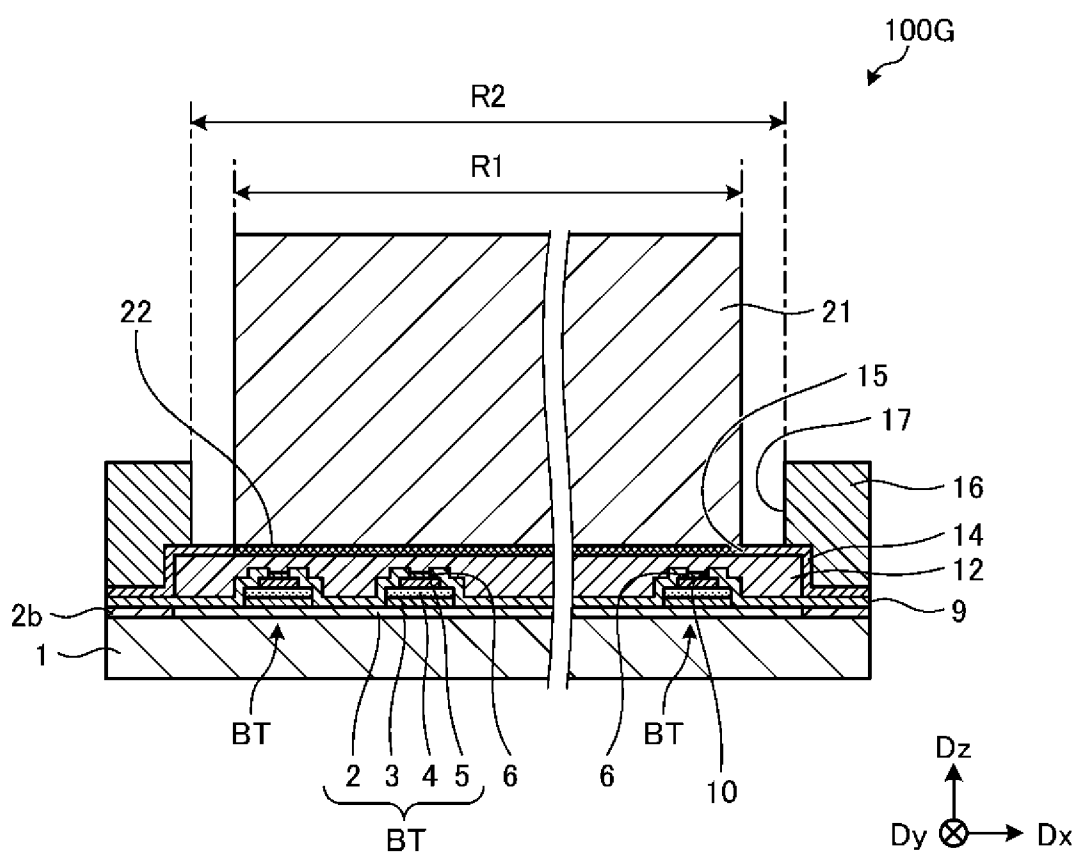


圖11