

【19】中華民國**【12】專利公報 (B)****【11】證書號數：**I938363**【45】公告日：**中華民國 115 (2026) 年 09 月 11 日

【51】Int. Cl.：

<i>H10W20/44</i>	<i>(2026.01)</i>	<i>H10D84/00</i>	<i>(2025.01)</i>
<i>H10D84/40</i>	<i>(2025.01)</i>	<i>H10D84/83</i>	<i>(2025.01)</i>
<i>H10D64/23</i>	<i>(2025.01)</i>	<i>H10D64/27</i>	<i>(2025.01)</i>
<i>H10D64/66</i>	<i>(2025.01)</i>	<i>H10D48/00</i>	<i>(2025.01)</i>
<i>H10D30/67</i>	<i>(2025.01)</i>	<i>H10D30/68</i>	<i>(2025.01)</i>
<i>H10D30/69</i>	<i>(2025.01)</i>	<i>H10B12/00</i>	<i>(2023.01)</i>
<i>H10B41/00</i>	<i>(2023.01)</i>		

發明

全 84 頁

【54】名 稱：半導體裝置**【21】申請案號：**111133748**【22】申請日：**中華民國 111 (2022) 年 09 月 06 日**【11】公開編號：**202339171**【43】公開日期：**中華民國 112 (2023) 年 10 月 01 日

【30】優先權： 2021/09/21 日本 2021-153623
2021/11/08 日本 2021-182108
2022/03/24 日本 2022-049107

【72】發明人：國武寬司 (JP) KUNITAKE, HITOSHI；方堂涼太 (JP) HODO, RYOTA；神保安弘 (JP) JINBO, YASUHIRO；倉田求 (JP) KURATA, MOTOMU；笹川慎也 (JP) SASAGAWA, SHINYA；福島邦宏 (JP) FUKUSHIMA, KUNIHIRO；山崎舜平 (JP) YAMAZAKI, SHUNPEI

【71】申請人：日商半導體能源研究所股份有限 SEMICONDUCTOR ENERGY
公司 LABORATORY CO., LTD.
日本

【74】代理人：林怡芳；童 哲**【56】參考文獻：**

TW 201911478A

JP 2014-116591A

審查人員：蕭允政

【57】申請專利範圍

1. 一種包括電晶體的半導體裝置，
其中，該電晶體包括：
氧化物；
該氧化物上的第一導電體及第二導電體；
該第一導電體及該第二導電體上的具有開口的第一絕緣體；
該第一絕緣體所具有的開口內的第二絕緣體；
該第二絕緣體上的第三絕緣體；
該第三絕緣體上的第四絕緣體；
該第四絕緣體上的第三導電體；以及
第五絕緣體，
該第一絕緣體所具有的開口包括與該氧化物重疊的區域，
該第三導電體包括隔著該第二絕緣體、該第三絕緣體及該第四絕緣體與該氧化物重疊的區域，
該第二絕緣體包括與該氧化物的頂面及該第一絕緣體所具有的開口的側壁接觸的區域，

(2)

該第二絕緣體包括其厚度比該第三絕緣體小的區域，
該第四絕緣體與該第三絕緣體相比不容易透過氧，
在該電晶體的通道長度方向的剖面中，該第三導電體包括寬度為 3nm 以上且 15nm 以下的區域，
該第五絕緣體設置在該第一導電體及該第二導電體與該第一絕緣體之間，
該第五絕緣體包括與該第一絕緣體所具有的開口重疊的開口，
該第五絕緣體與該第三絕緣體相比不容易透過氧，
該第五絕緣體包括與該氧化物的側面、該第一導電體的側面及該第二導電體的側面接觸的區域，
並且，該第二絕緣體包括與該第五絕緣體所具有的開口的側壁接觸的區域。

2. 一種包括電晶體的半導體裝置，

其中，該電晶體包括：

氧化物；

該氧化物上的第一導電體及第二導電體；

該第一導電體及該第二導電體上的具有開口的第一絕緣體；

該第一絕緣體所具有的開口內的第二絕緣體；

該第二絕緣體上的第三絕緣體；

該第三絕緣體上的第四絕緣體；

該第四絕緣體上的第三導電體；以及

第五絕緣體，

該第一絕緣體所具有的開口包括與該氧化物重疊的區域，

該第三導電體包括隔著該第二絕緣體、該第三絕緣體及該第四絕緣體與該氧化物重疊的區域，

該第二絕緣體包括與該氧化物的頂面及該第一絕緣體所具有的開口的側壁接觸的區域，

該第二絕緣體包括其厚度比該第三絕緣體小的區域，

該第四絕緣體與該第三絕緣體相比不容易透過氧，

在該電晶體的通道長度方向的剖面中，該第三導電體包括寬度為 3nm 以上且 15nm 以下的區域，

該第五絕緣體設置在該第一導電體及該第二導電體與該第一絕緣體之間，

該第五絕緣體包括與該第一絕緣體所具有的開口重疊的開口，

該第五絕緣體與該第三絕緣體相比不容易透過氧，

該第五絕緣體包括與該氧化物的側面、該第一導電體的側面及該第二導電體的側面接觸的區域，

該第二絕緣體包括與該第五絕緣體所具有的開口的側壁接觸的區域，

並且，在該電晶體的通道長度方向的剖面中，該第一導電體的下端部與該第二導電體的下端部之間的距離為 10nm 以上且小於 40nm。

3. 一種包括電晶體的半導體裝置，

其中，該電晶體包括：

氧化物；

該氧化物上的第一導電體及第二導電體；

該第一導電體及該第二導電體上的具有開口的第一絕緣體；

該第一絕緣體所具有的開口內的第二絕緣體；

該第二絕緣體上的第三絕緣體；

該第三絕緣體上的第四絕緣體；

該第四絕緣體上的第三導電體；以及

第五絕緣體，
 該第一絕緣體所具有的開口包括與該氧化物重疊的區域，
 該第三導電體包括隔著該第二絕緣體、該第三絕緣體及該第四絕緣體與該氧化物重疊的區域，
 該第二絕緣體包括與該氧化物的頂面及該第一絕緣體所具有的開口的側壁接觸的區域，
 該第二絕緣體包括其厚度比該第三絕緣體小的區域，
 該第四絕緣體與該第三絕緣體相比不容易透過氧，
 在該電晶體的通道長度方向的剖面中，該第三導電體包括寬度為 3nm 以上且 15nm 以下的區域，
 該第五絕緣體設置在該第一導電體及該第二導電體與該第一絕緣體之間，
 該第五絕緣體包括與該第一絕緣體所具有的開口重疊的開口，
 該第五絕緣體與該第三絕緣體相比不容易透過氧，
 該第五絕緣體包括與該氧化物的側面、該第一導電體的側面及該第二導電體的側面接觸的區域，
 該第二絕緣體包括與該第五絕緣體所具有的開口的側壁接觸的區域，
 該氧化物包含銦、鋅以及選自鎵、鋁和錫中的一個或多個，
 該氧化物具有結晶，
 並且，該結晶的 c 軸大致垂直於該氧化物的表面或被形成面。

4. 如請求項 1 至 3 中任一項之半導體裝置，
 其中該第三導電體是第四導電體及該第四導電體上的第五導電體的疊層體，
 並且該第一導電體、該第二導電體及該第五導電體都包含金屬及氮。
5. 如請求項 4 之半導體裝置，
 其中該電晶體包括第一層及第二層，
 該第一層位於該第一導電體與該第二絕緣體之間，
 該第二層位於該第二導電體與該第二絕緣體之間，
 該第一層的通道長度方向的長度比該寬度小，
 該第二層的通道長度方向的長度比該寬度小，
 並且該第一層及該第二層都包含該金屬及氧。
6. 如請求項 1 至 3 中任一項之半導體裝置，
 其中該第三導電體的底面包括平坦的區域，
 並且該寬度是該平坦的區域的寬度。
7. 如請求項 1 至 3 中任一項之半導體裝置，
 其中該第三導電體具有曲率中心位於該第三導電體內的圓弧狀的底面，
 並且該寬度是包括該曲率中心且平行於該氧化物的底面的直線與該第三導電體重疊的區域的寬度。
8. 如請求項 1 至 3 中任一項之半導體裝置，
 其中該氧化物包括該氧化物的與該第三導電體重疊的區域的厚度比該氧化物的與該第一導電體重疊的區域的厚度小的區域。
9. 如請求項 1 至 3 中任一項之半導體裝置，
 其中該電晶體的截止頻率在室溫環境下為 100GHz 以上。

圖式簡單說明

[圖 1A]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的俯視圖。[圖 1B]至[圖 1D]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。

[圖 2A]及[圖 2B]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。

[圖 3]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。
[圖 4A]至[圖 4F]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。
[圖 5A]及[圖 5B]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。
[圖 6A]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的俯視圖。[圖 6B]至[圖 6D]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。
[圖 7A]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的俯視圖。[圖 7B]至[圖 7D]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。
[圖 8A]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的俯視圖。[圖 8B]至[圖 8D]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。
[圖 9A]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的俯視圖。[圖 9B]至[圖 9D]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。
[圖 10A]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的俯視圖。[圖 10B]至[圖 10D]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的剖面圖。
[圖 11A]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的俯視圖。[圖 11B]至[圖 11D]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的剖面圖。
[圖 12A]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的俯視圖。[圖 12B]至[圖 12D]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的剖面圖。
[圖 13A]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的俯視圖。[圖 13B]至[圖 13D]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的剖面圖。
[圖 14A]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的俯視圖。[圖 14B]至[圖 14D]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的剖面圖。
[圖 15A]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的俯視圖。[圖 15B]至[圖 15D]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的剖面圖。
[圖 16A]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的俯視圖。[圖 16B]至[圖 16D]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的剖面圖。
[圖 17A]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的俯視圖。[圖 17B]至[圖 17D]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的剖面圖。
[圖 18A]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的俯視圖。[圖 18B]至[圖 18D]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的剖面圖。
[圖 19A]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的俯視圖。[圖 19B]至[圖 19D]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的剖面圖。
[圖 20A]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的俯視圖。[圖 20B]至[圖 20D]是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的製造方法的剖面圖。
[圖 21]是說明根據本發明的一個實施方式的微波處理裝置的俯視圖。
[圖 22]是說明根據本發明的一個實施方式的微波處理裝置的剖面示意圖。
[圖 23]是說明根據本發明的一個實施方式的微波處理裝置的剖面示意圖。
[圖 24]是說明根據本發明的一個實施方式的微波處理裝置的示意圖。
[圖 25A]是根據本發明的一個實施方式的半導體裝置的俯視圖。[圖 25B]及[圖 25C]是本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。
[圖 26]是示出根據本發明的一個實施方式的記憶體裝置的結構的剖面圖。
[圖 27]是示出根據本發明的一個實施方式的記憶體裝置的結構的剖面圖。
[圖 28]是根據本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。
[圖 29A]及[圖 29B]是根據本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。
[圖 30]是根據本發明的一個實施方式的半導體裝置的剖面圖。

[圖 31A]是示出根據本發明的一個實施方式的記憶體裝置的結構例子的方塊圖。[圖 31B]是示出根據本發明的一個實施方式的記憶體裝置的結構例子的立體圖。

[圖 32A]至[圖 32H]是示出根據本發明的一個實施方式的記憶體裝置的結構例子的電路圖。

[圖 33A]及[圖 33B]是根據本發明的一個實施方式的半導體裝置的示意圖。

[圖 34A]及[圖 34B]是說明電子構件的一個例子的圖。

[圖 35A]至[圖 35E]是根據本發明的一個實施方式的記憶體裝置的示意圖。

[圖 36A]至[圖 36H]是示出根據本發明的一個實施方式的電子裝置的圖。

[圖 37A]至[圖 37C]是示出所試作的電晶體的結構的示意圖。

[圖 38A]及[圖 38B]是所試作的樣本的平面 SEM 影像。

[圖 39A]及[圖 39B]是所製造的樣本的剖面 STEM 影像。[圖 39C]是金屬氧化物的剖面 STEM 影像。[圖 39D]是局部性的傅立葉變換影像。

[圖 40A]及[圖 40B]是電晶體的 I_d - V_g 特性。

[圖 41]是示出 V_{th} 的正態概率分佈圖。

[圖 42]是說明 V_{th} 的尺寸依賴性的圖。

[圖 43A]是示出關態電流的測量電路的圖。[圖 43B]是示出關態電流的溫度依賴性的圖。

[圖 44A]是說明截止頻率測量的評價環境的圖。[圖 44B]是說明截止頻率測量的 TEG 的圖。

[圖 45A]及[圖 45B]是示出電晶體的截止頻率的測量結果的圖。

[圖 46]是示出 OS 電晶體的路線的圖。

[圖 47]是電晶體的 I_d - V_d 特性。

[圖 48A]是示出電晶體的截止頻率的測量結果的圖。[圖 48B]是示出電晶體的最大振盪頻率的測量結果的圖。

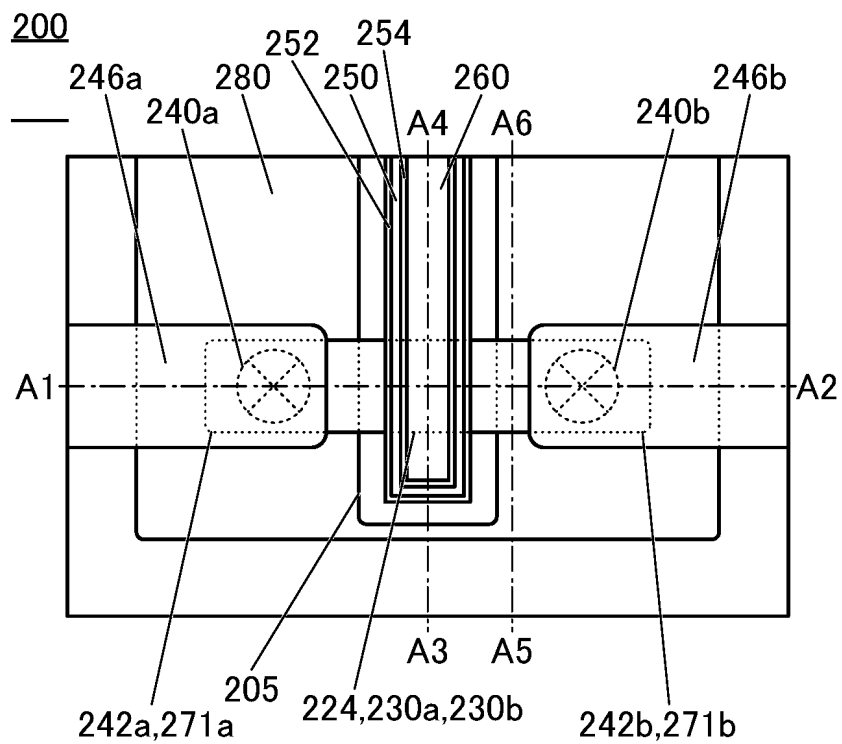
[圖 49A]至[圖 49D]是電晶體的 I_d - V_g 特性。

[圖 50A]至[圖 50D]是電晶體的 I_d - V_g 特性。

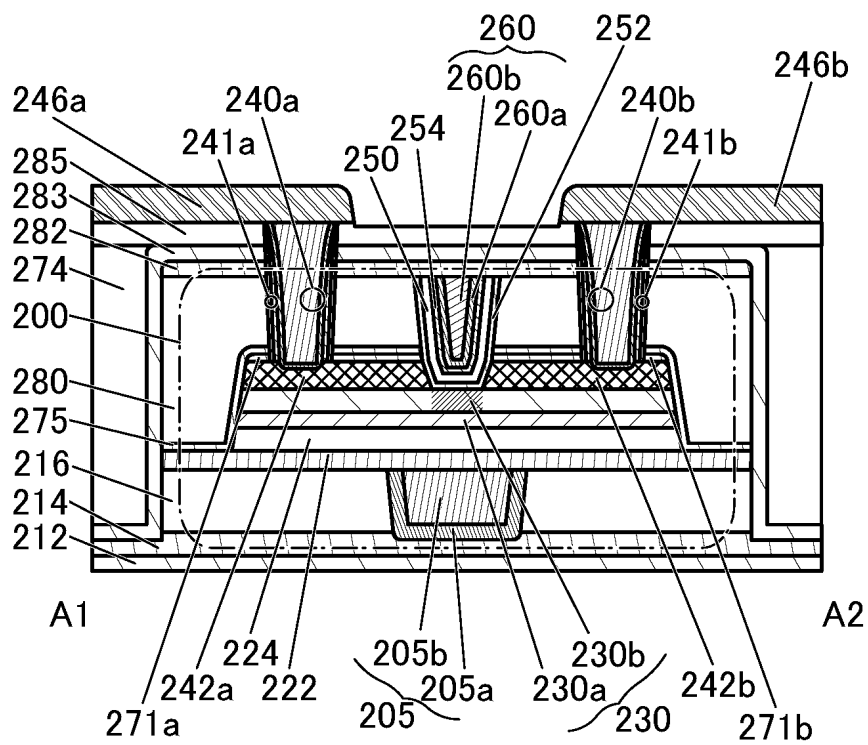
[圖 51]是示出所試作的樣本的結構的示意圖。

[圖 52A]及[圖 52B]是電晶體的 I_d - V_g 特性。

(6)

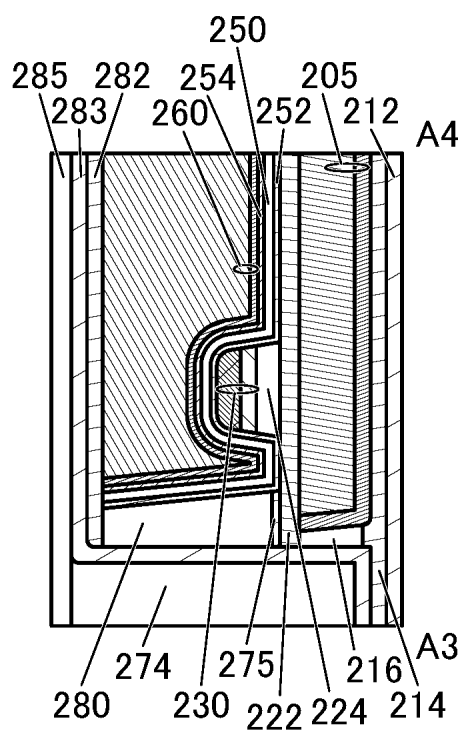


【圖1A】

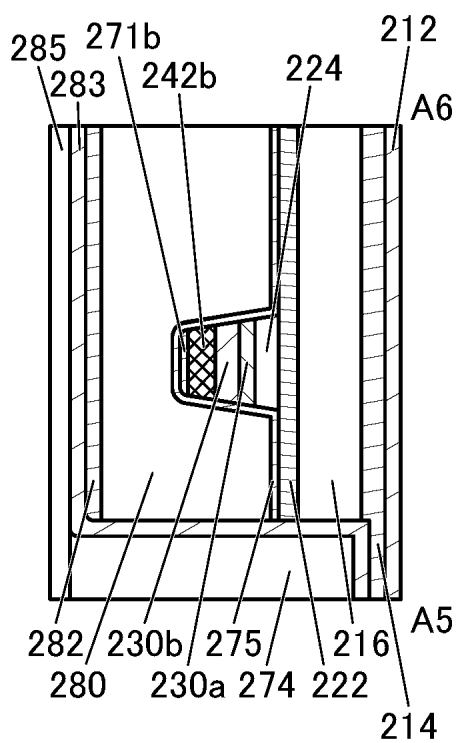


【圖1B】

(7)

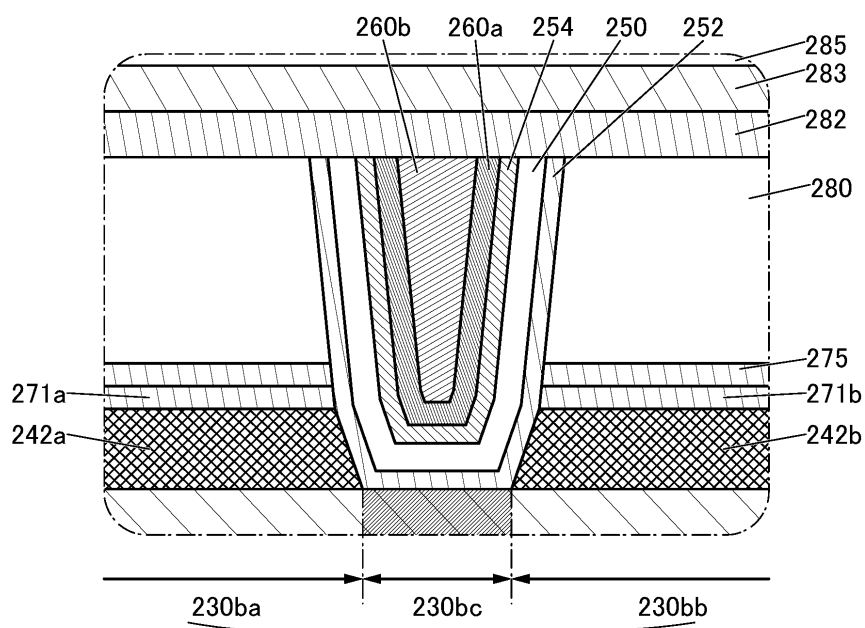


【圖1C】

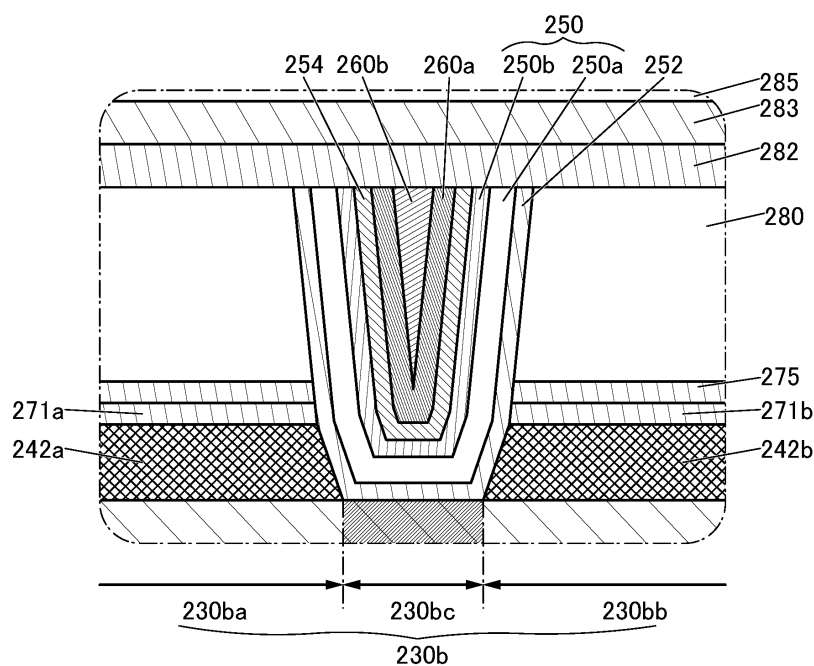


【圖1D】

(8)

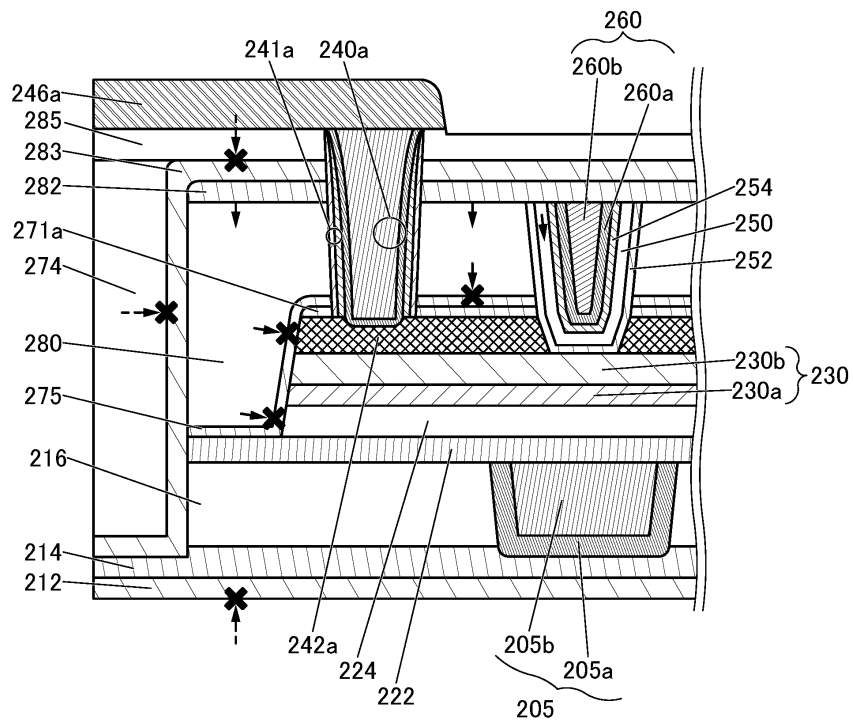


【圖2A】

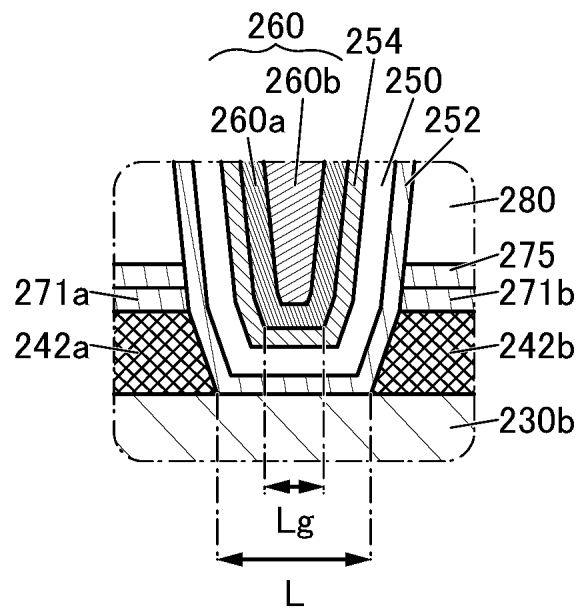


【圖2B】

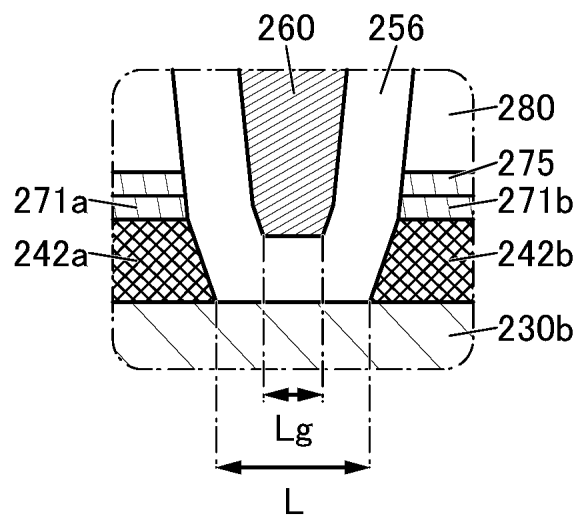
(9)



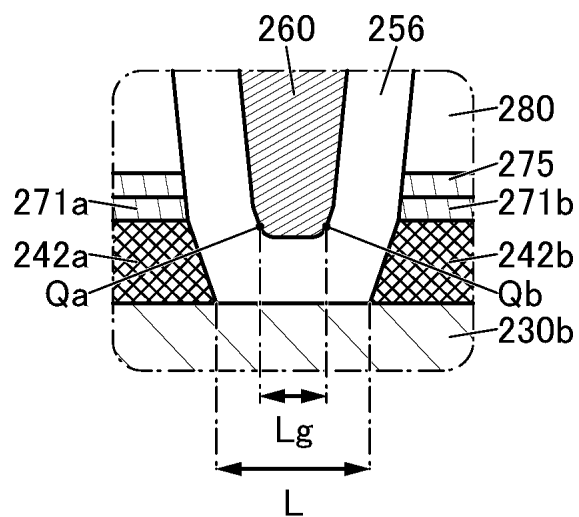
【圖3】



【圖4A】

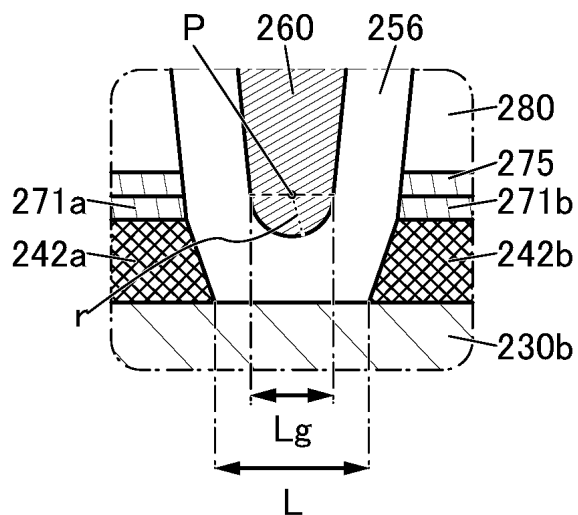


【圖4B】

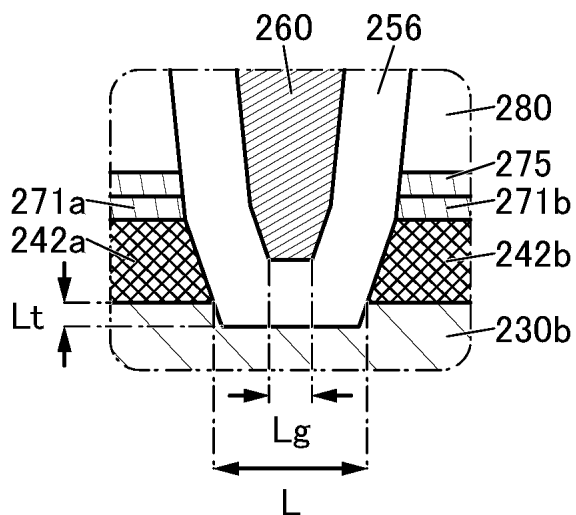


【圖4C】

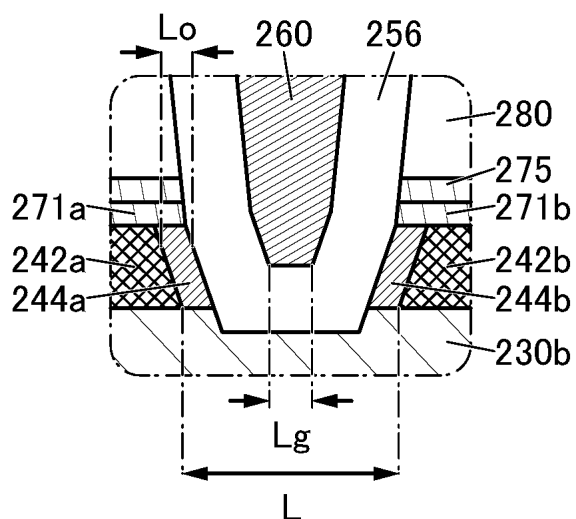
(11)



【圖4D】

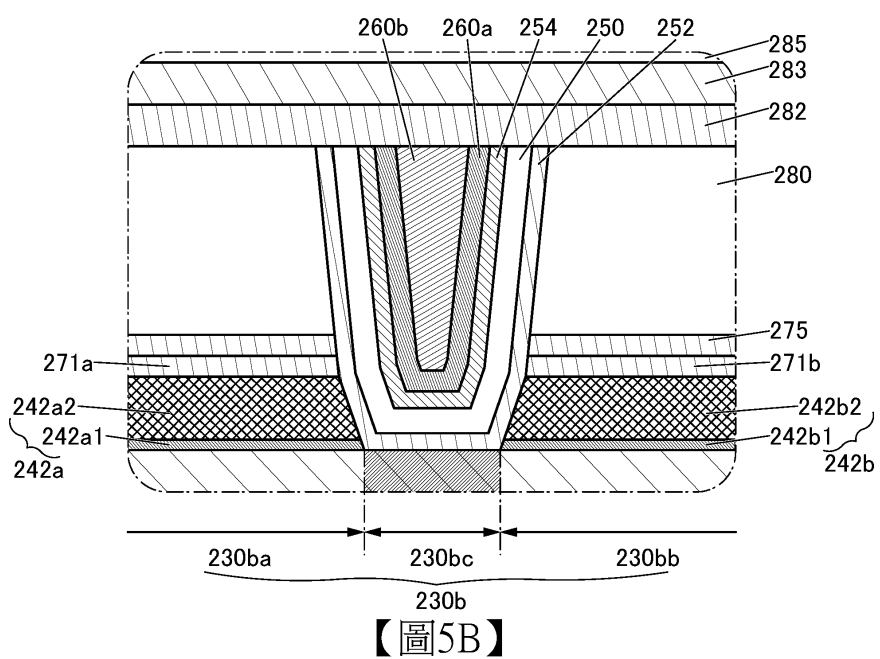
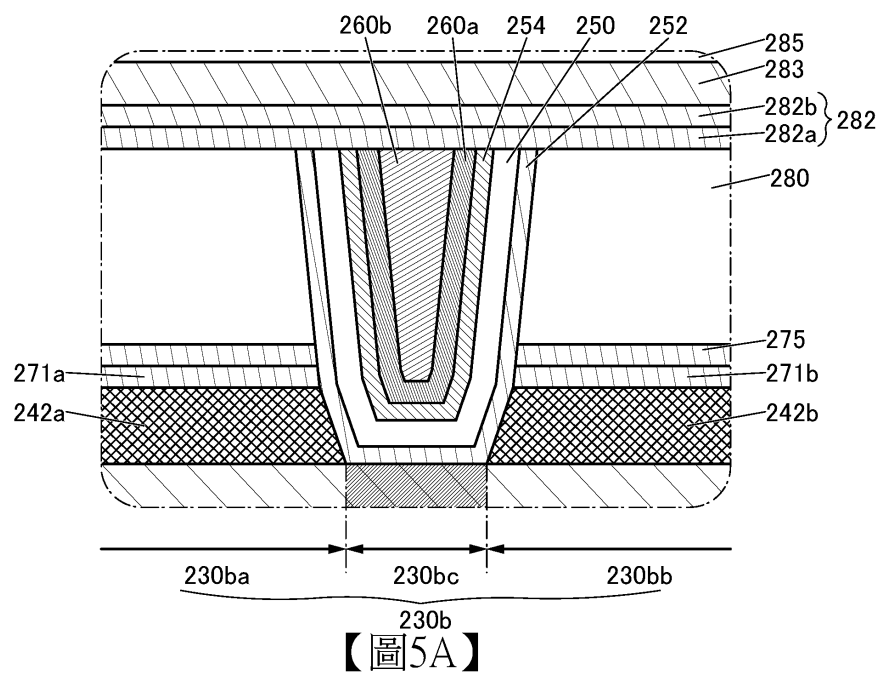


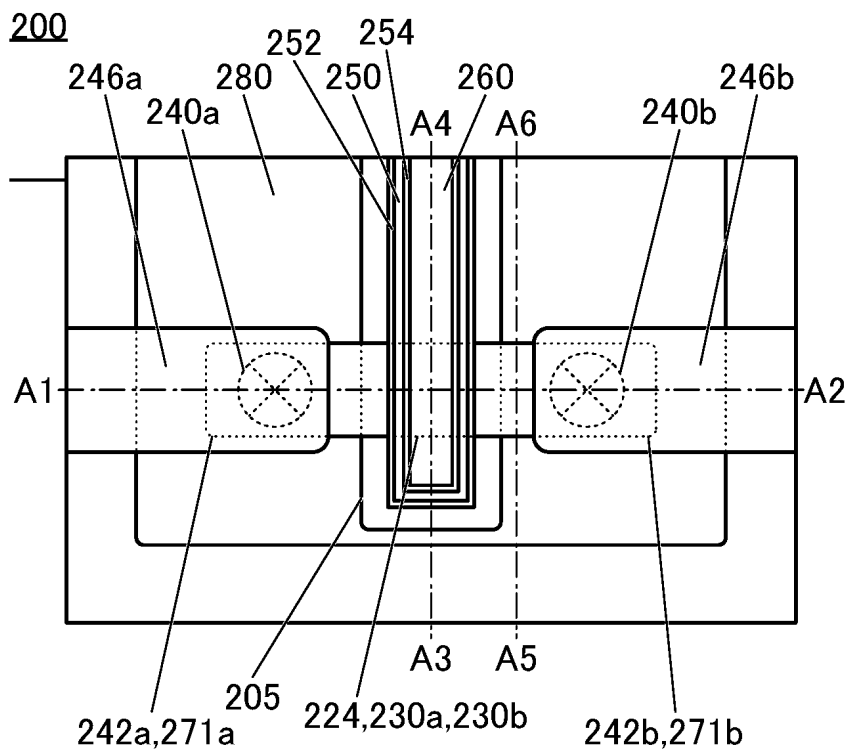
【圖4E】



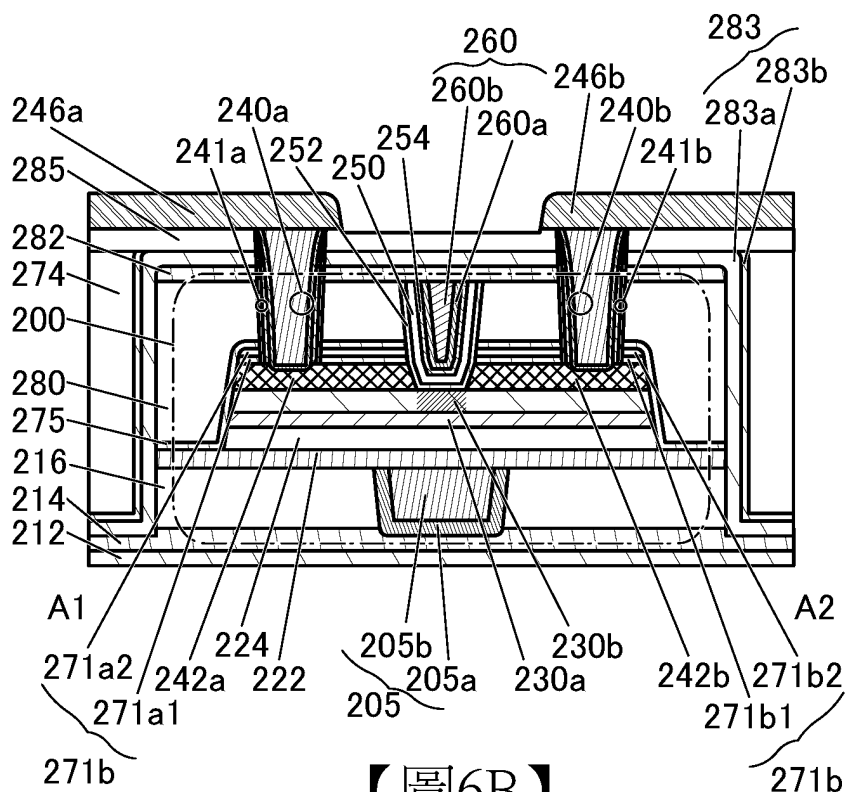
【圖4F】

(12)



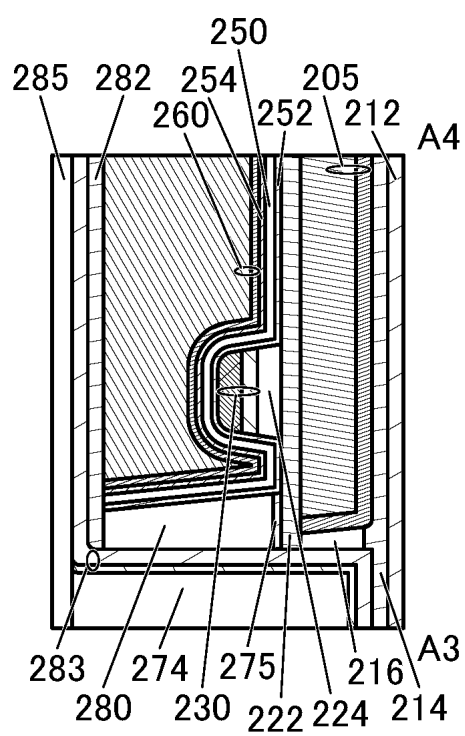


【圖6A】

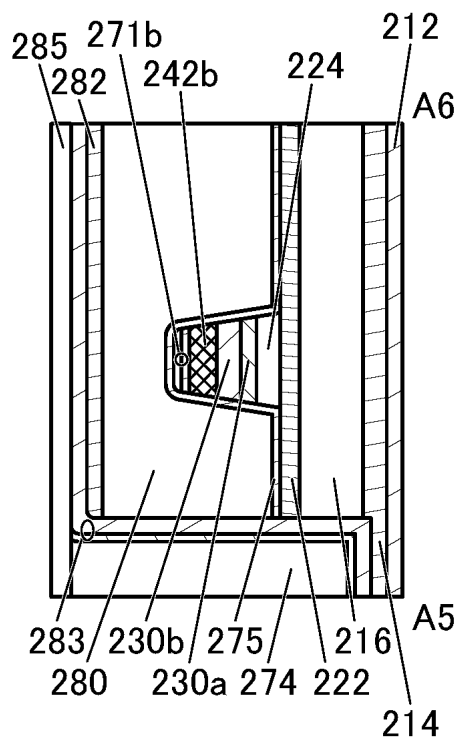


【圖6B】

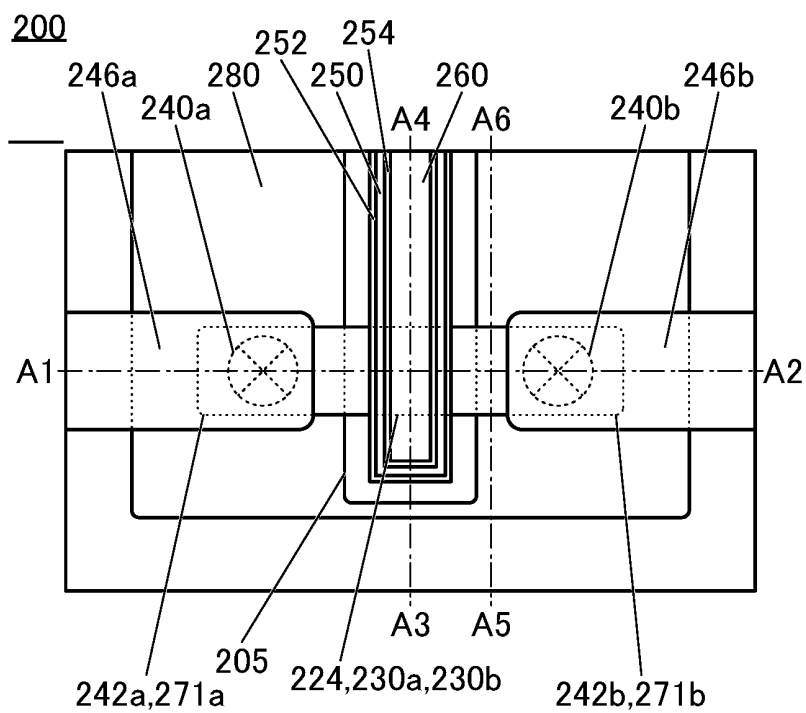
(14)



【圖6C】

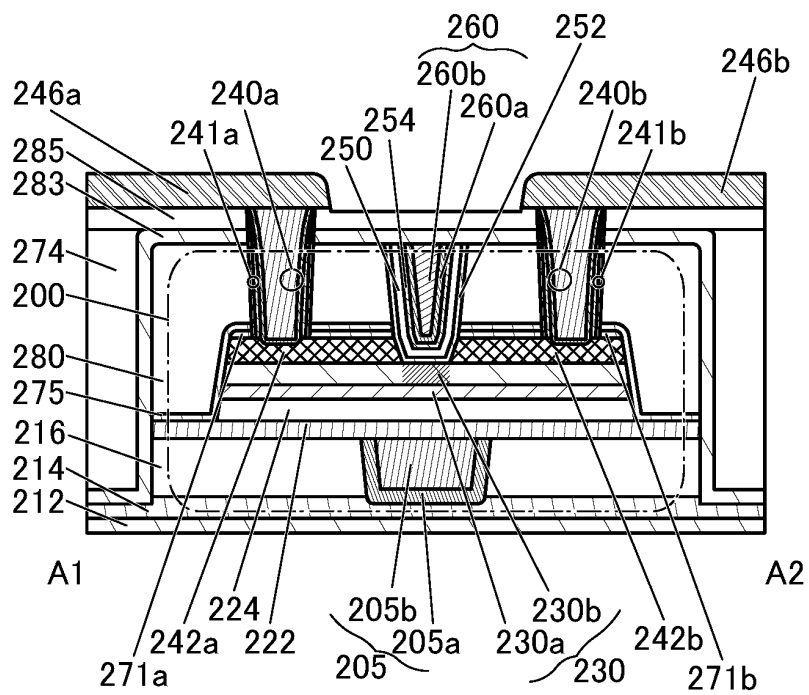


【圖6D】

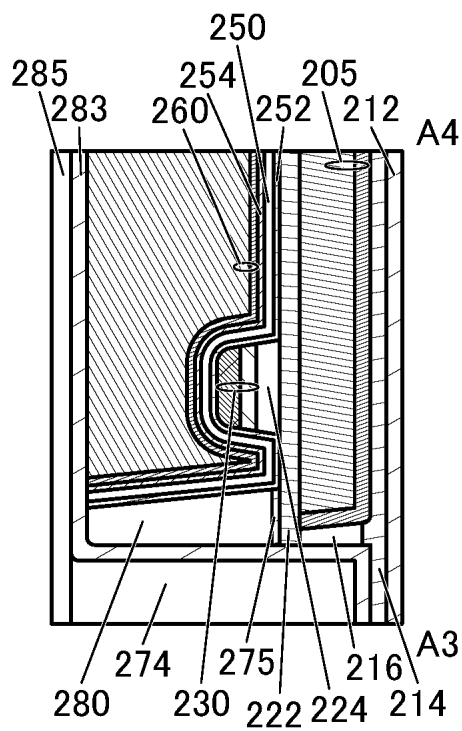


【圖7A】

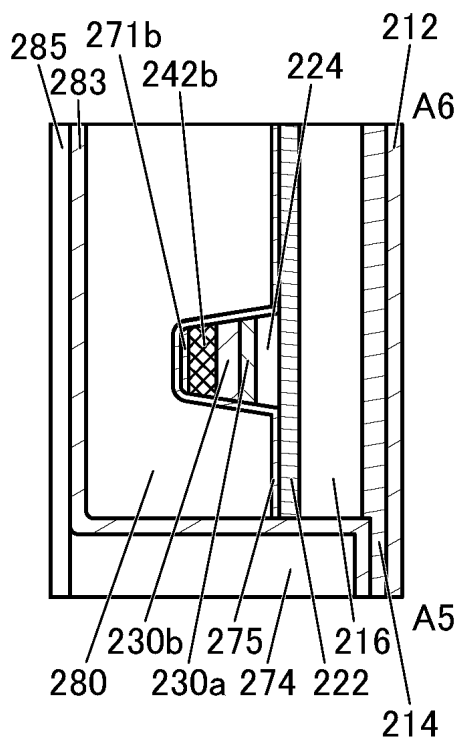
(16)



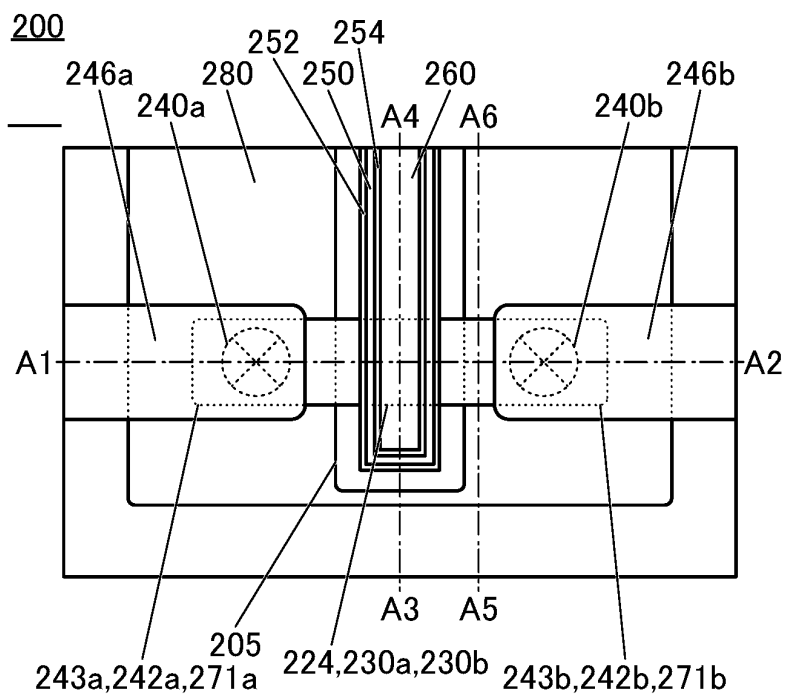
【圖7B】



【圖7C】

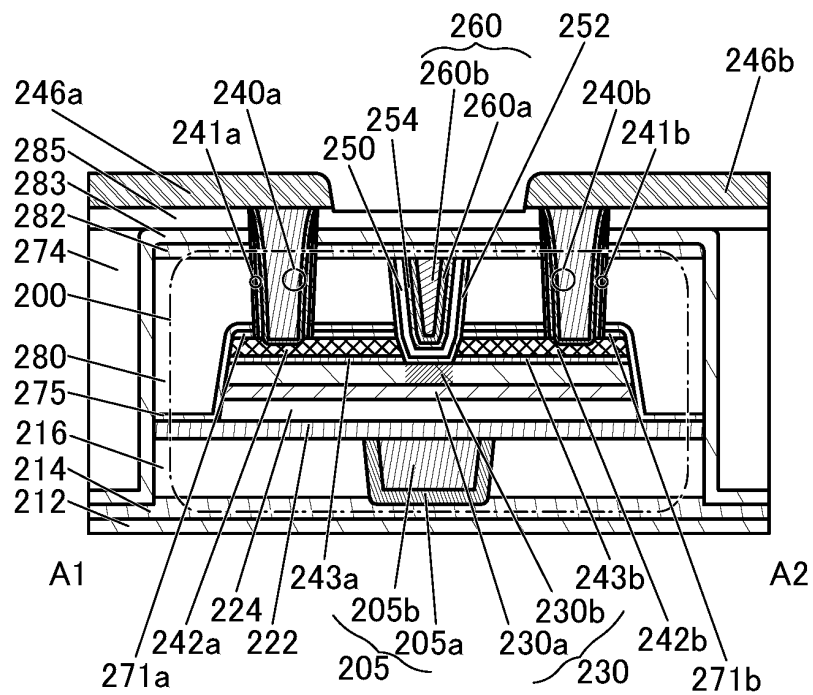


【圖7D】

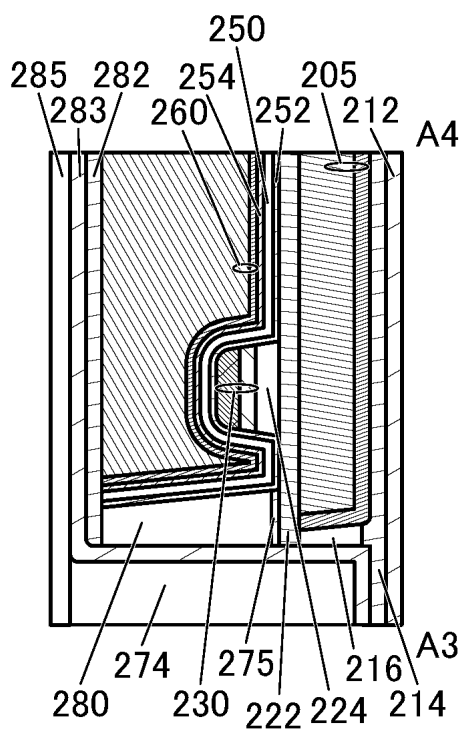


【圖8A】

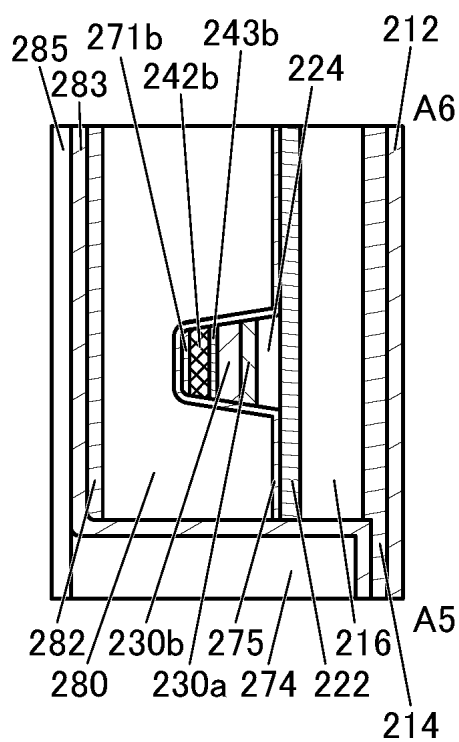
(18)



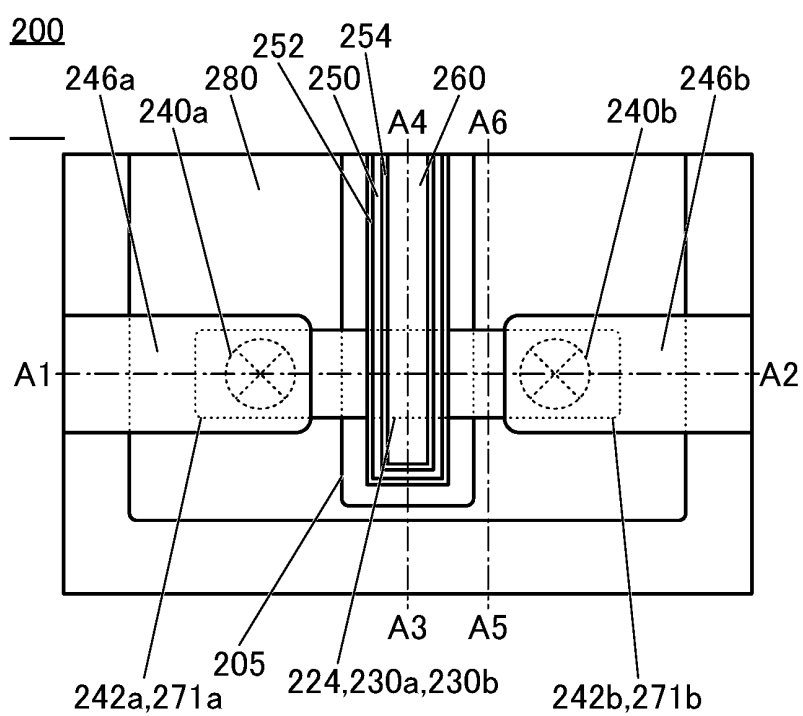
【圖8B】



【圖8C】

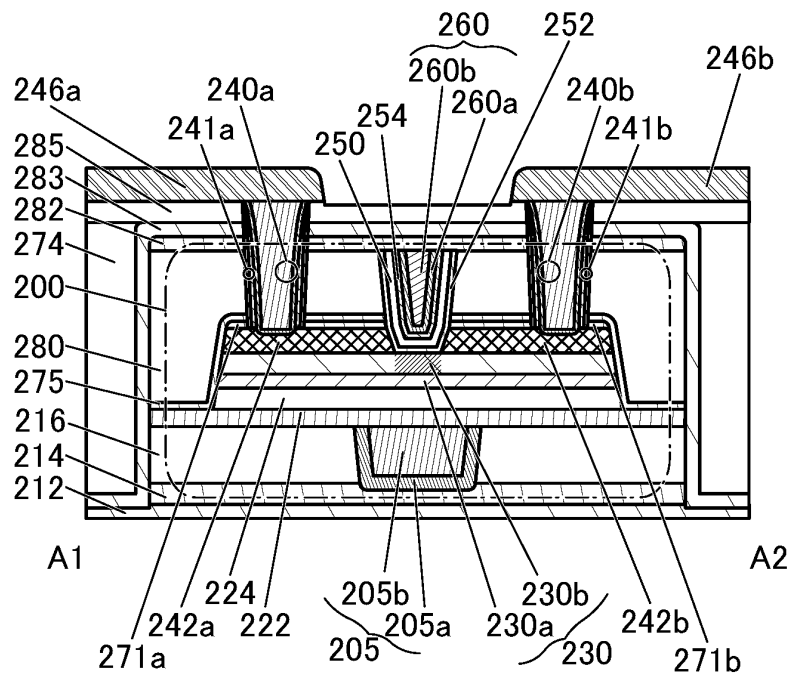


【圖8D】

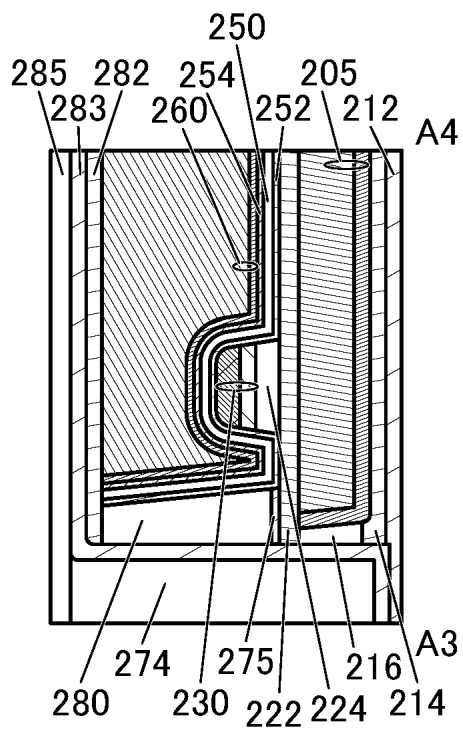


【圖9A】

(20)

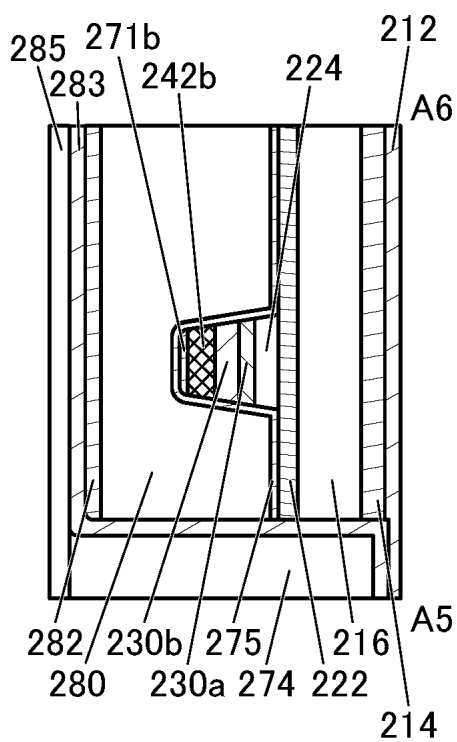


【圖9B】

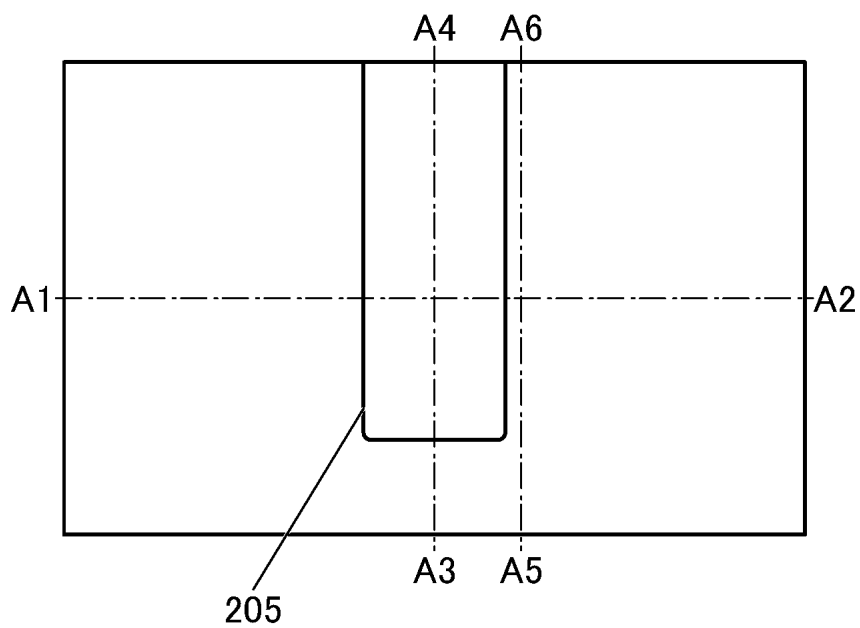


【圖9C】

(21)

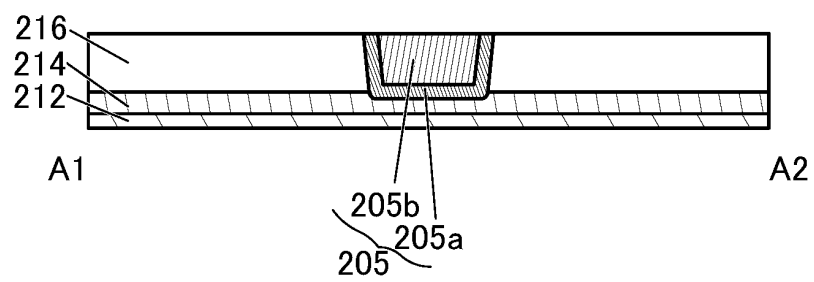


【圖9D】

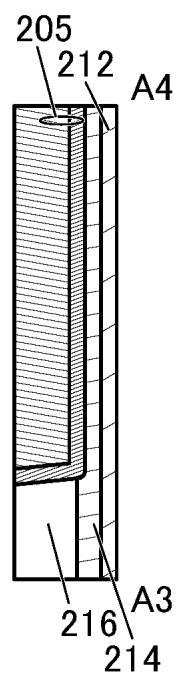


【圖10A】

(22)

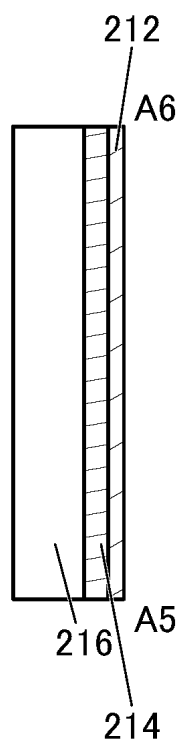


【圖10B】

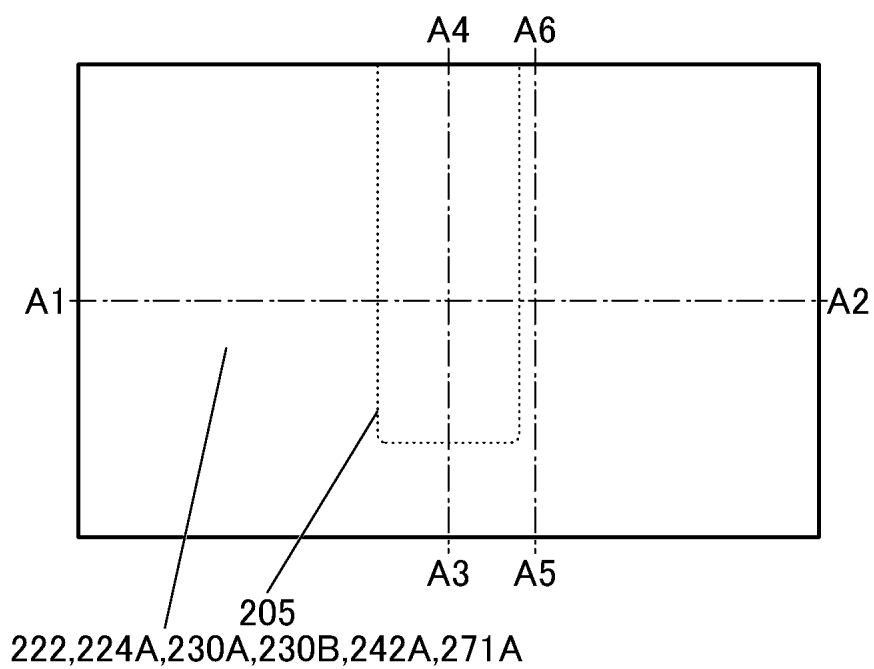


【圖10C】

(23)

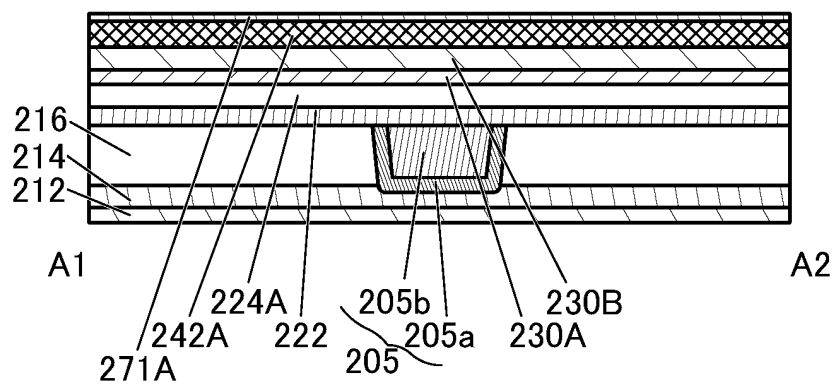


【圖10D】

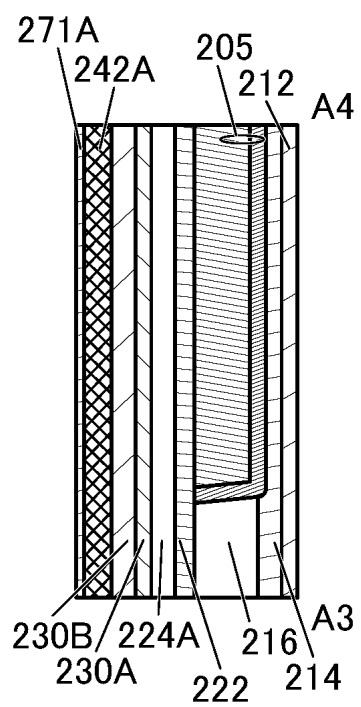


【圖11A】

(24)

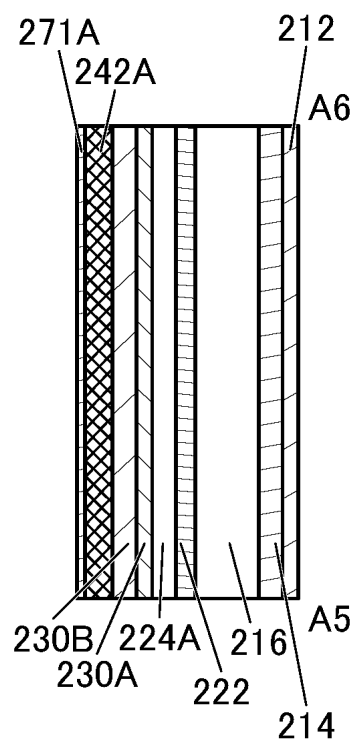


【圖11B】



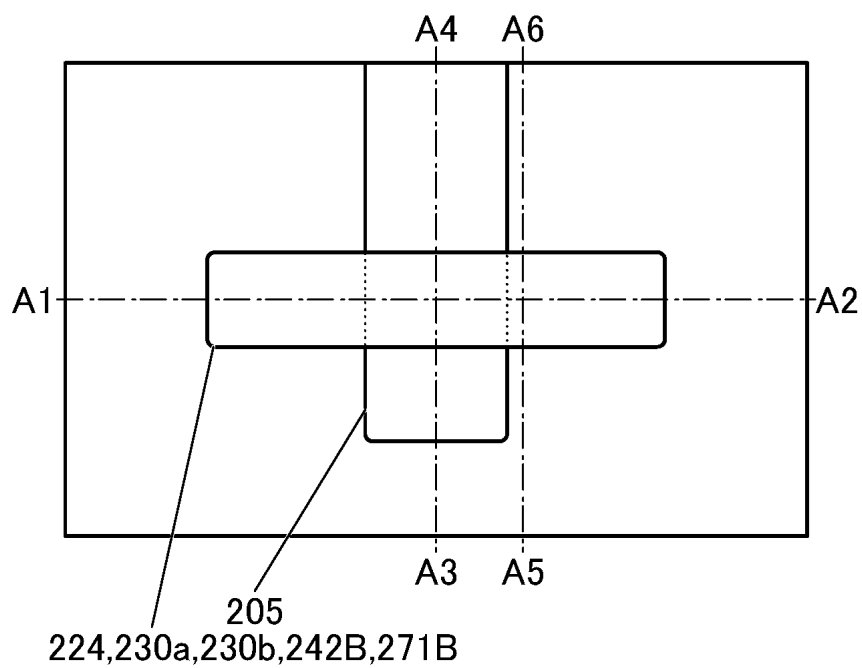
【圖11C】

(25)

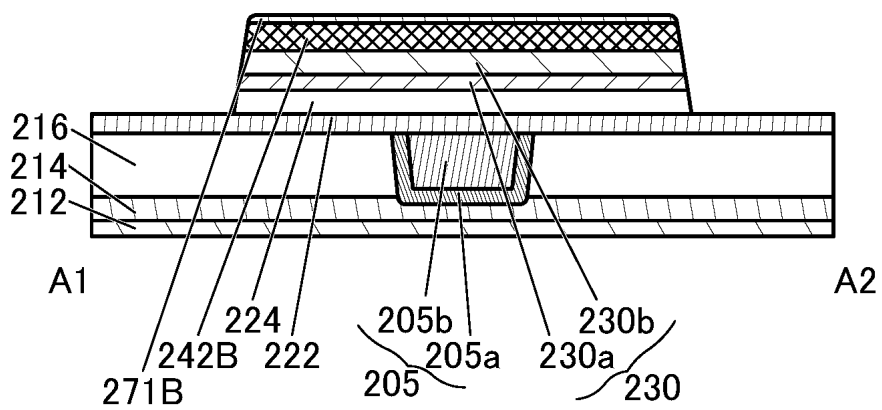


【圖11D】

(26)

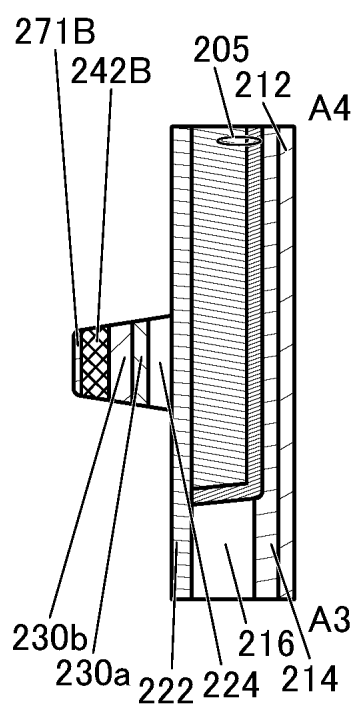


【圖12A】

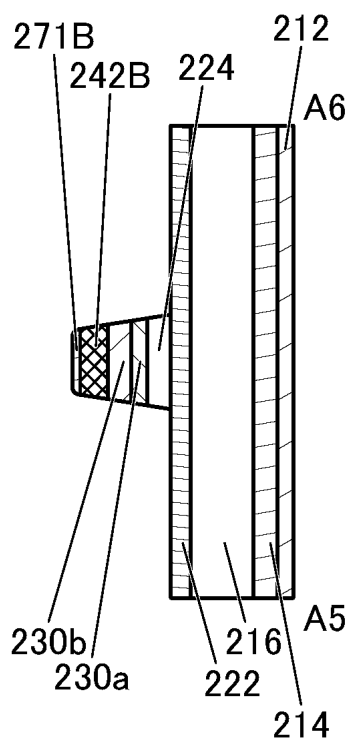


【圖12B】

(27)

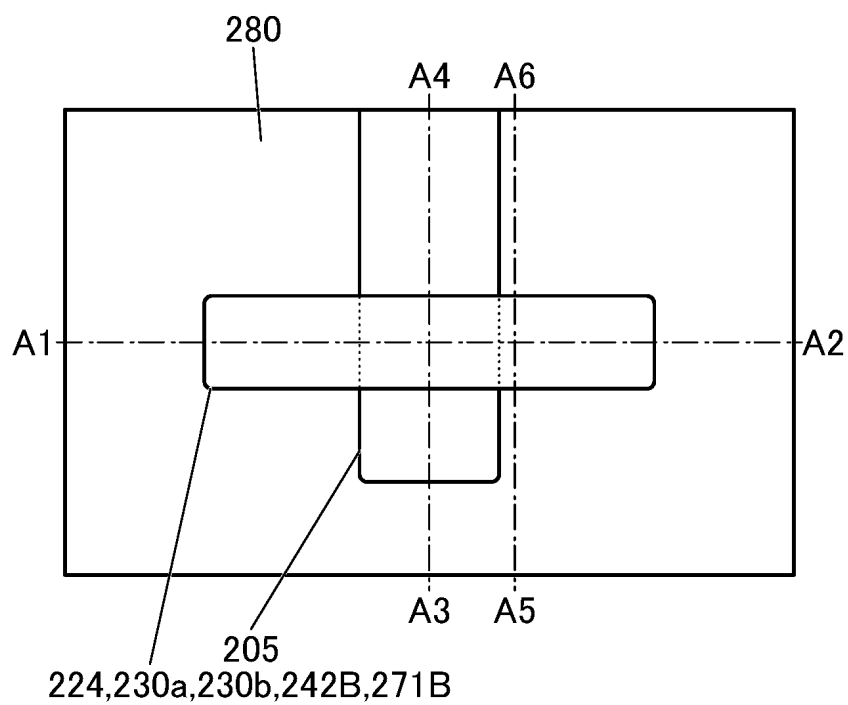


【圖12C】

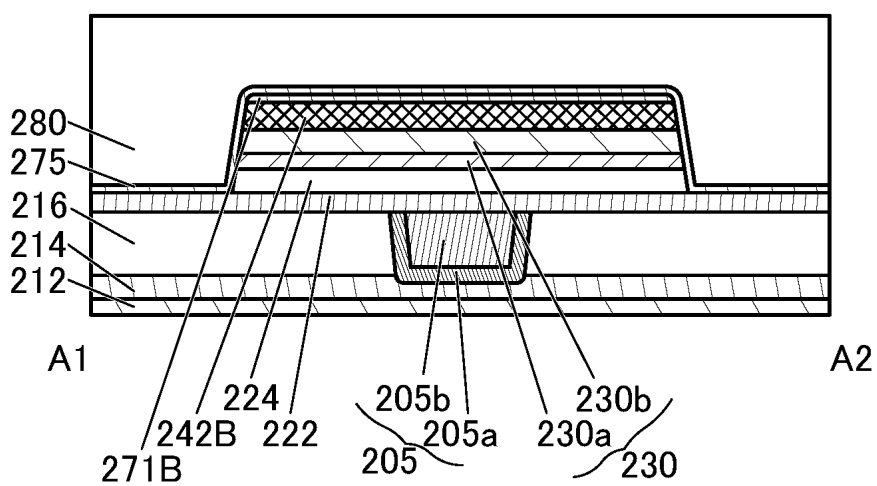


【圖12D】

(28)

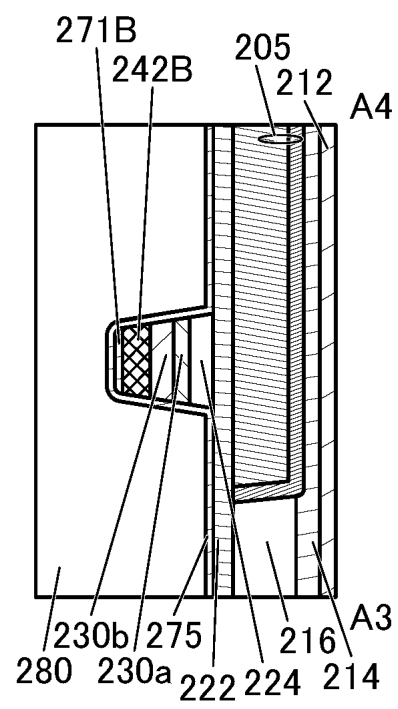


【圖13A】



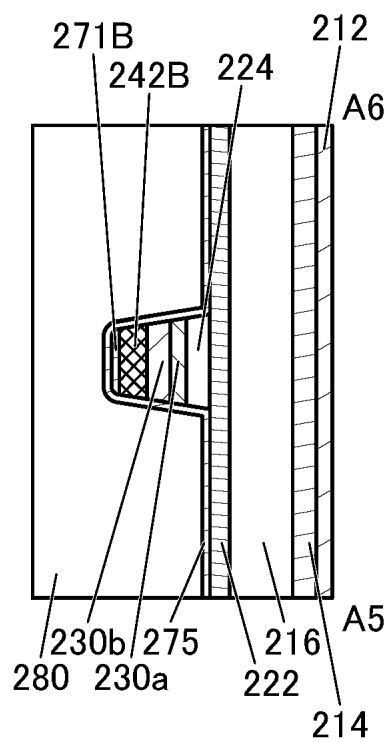
【圖13B】

(29)

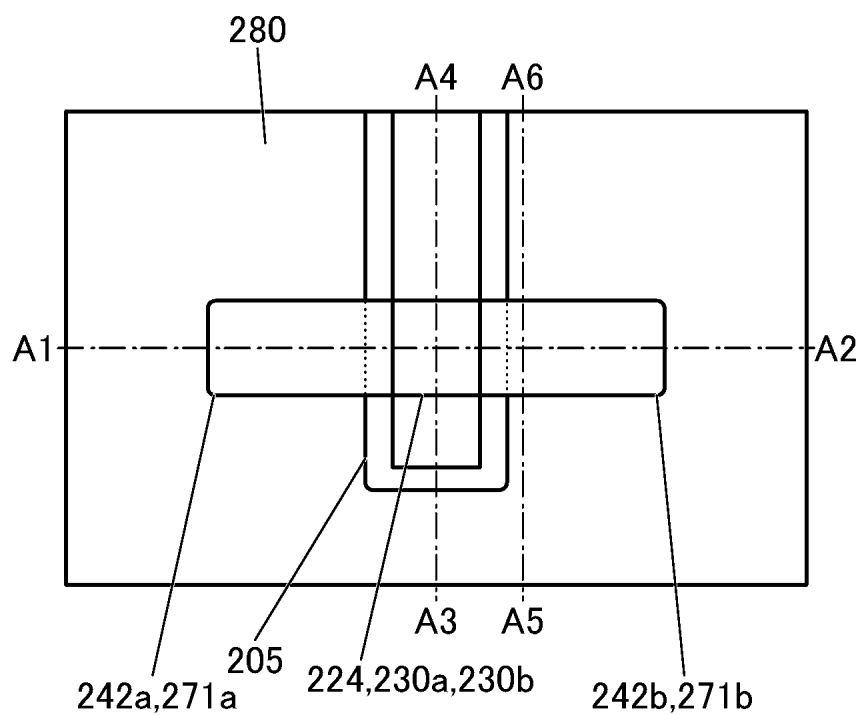


【圖13C】

(30)

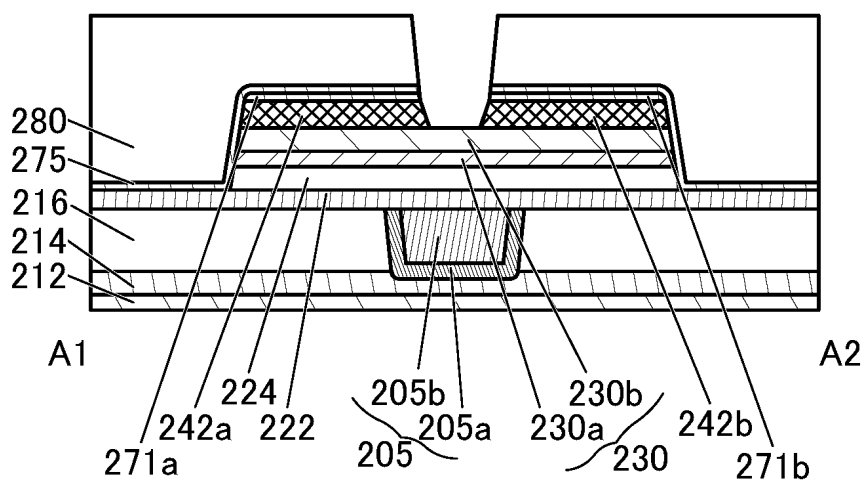


【圖13D】

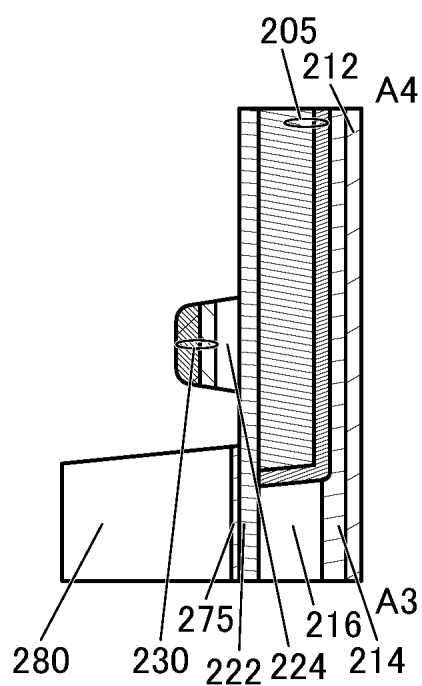


【圖14A】

(31)

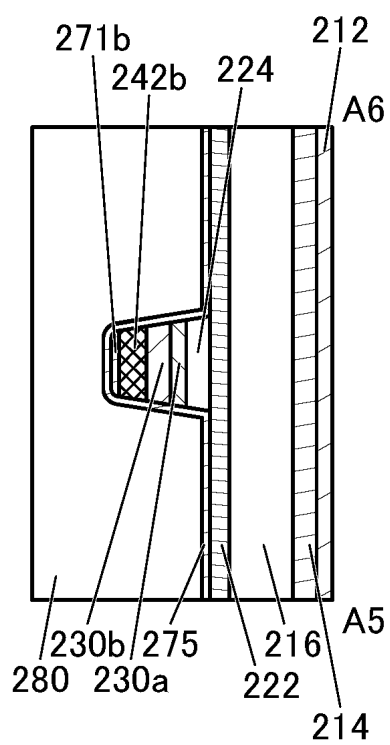


【圖14B】

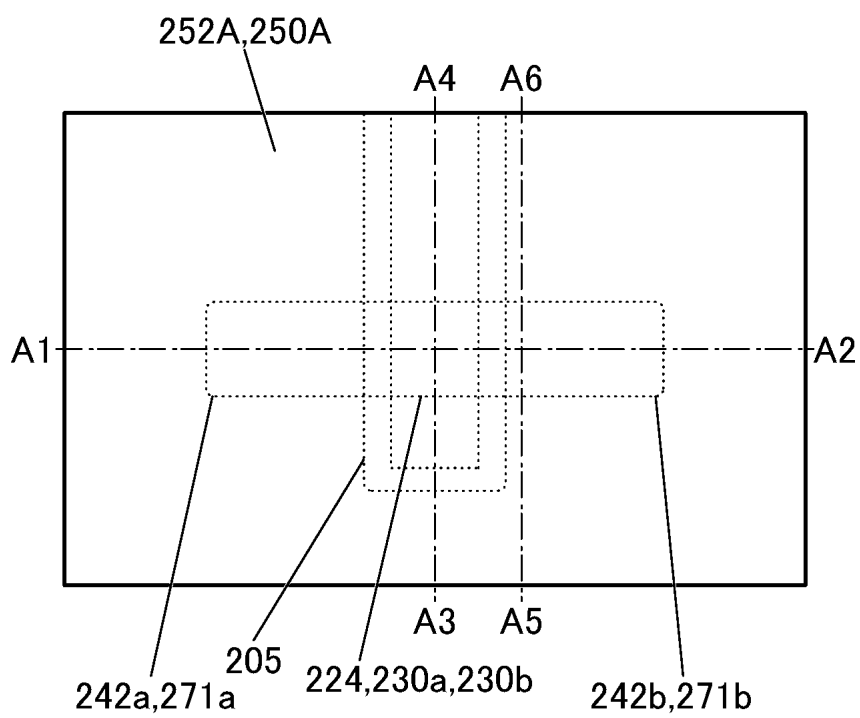


【圖14C】

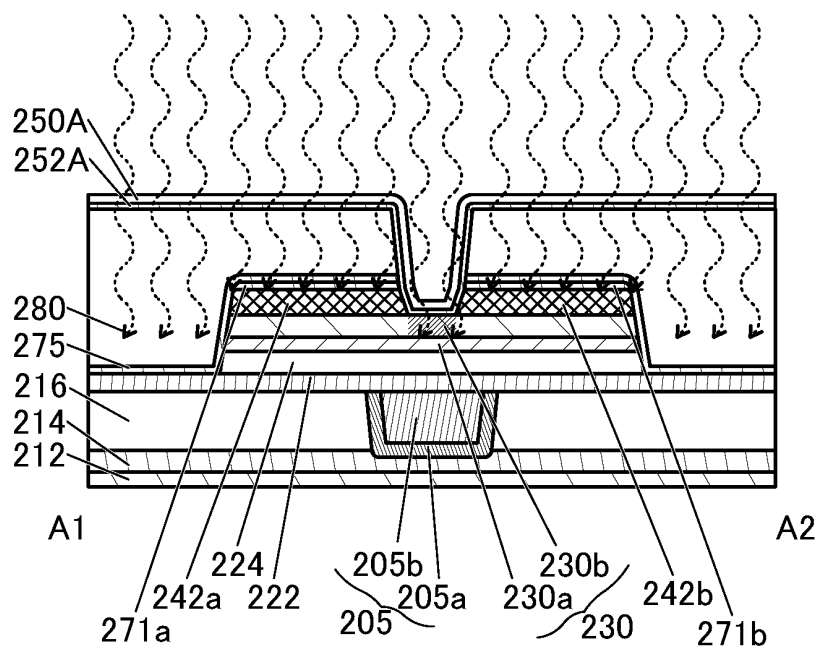
(32)



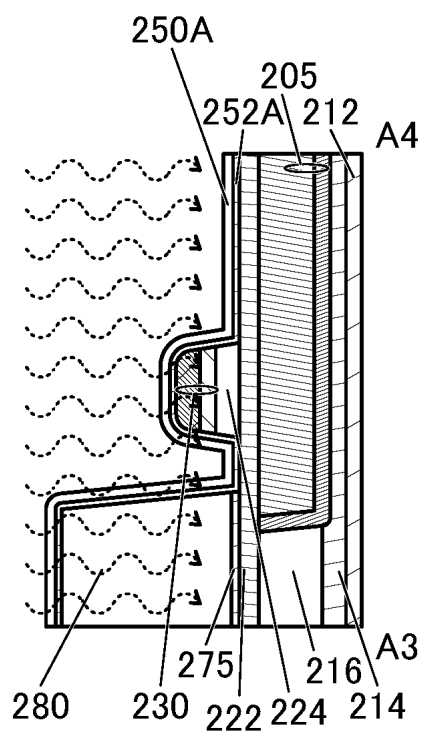
【圖14D】



【圖15A】

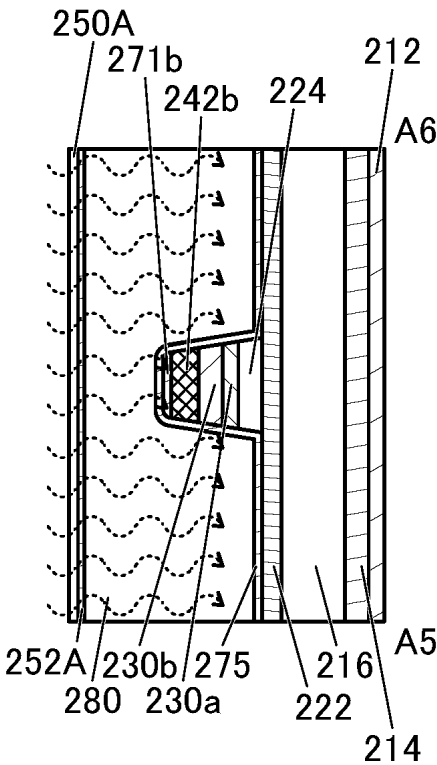


【圖15B】

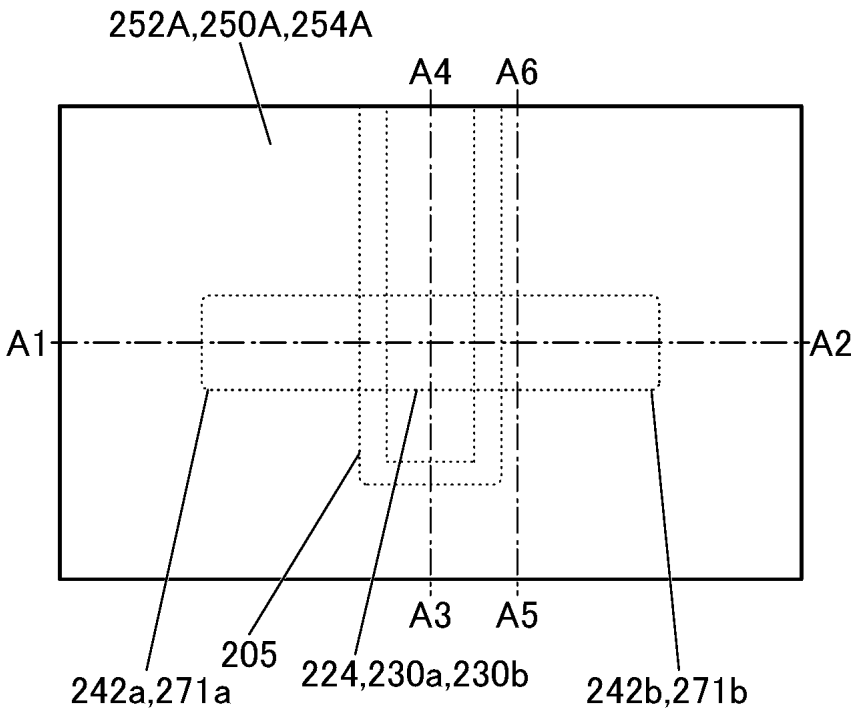


【圖15C】

(34)

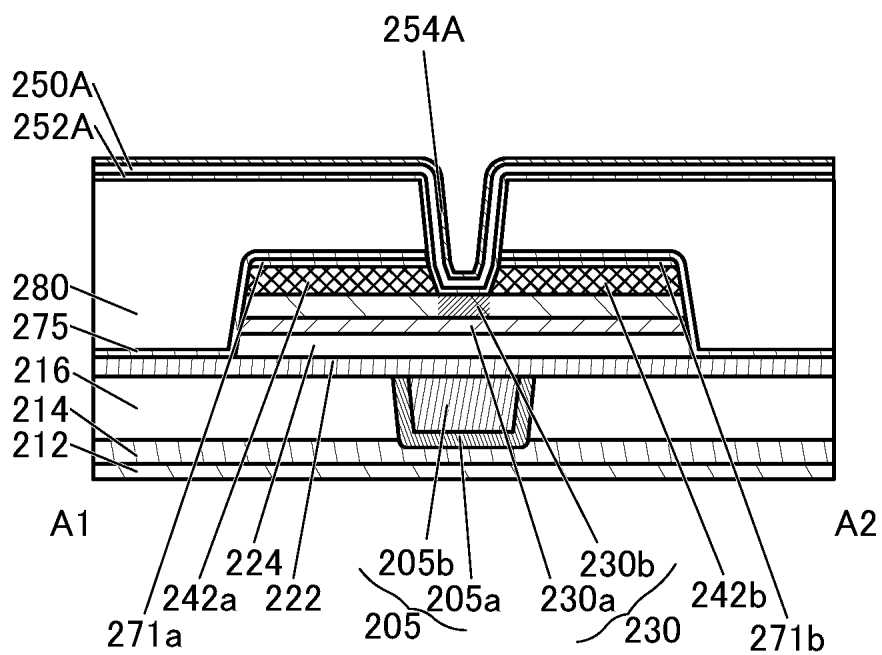


【圖15D】

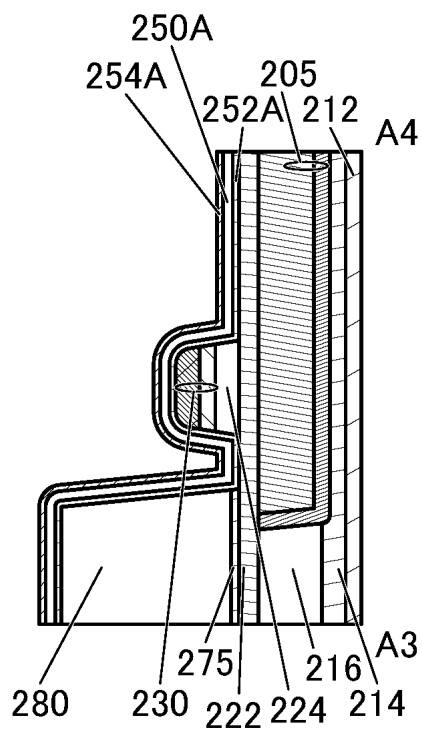


【圖16A】

(35)

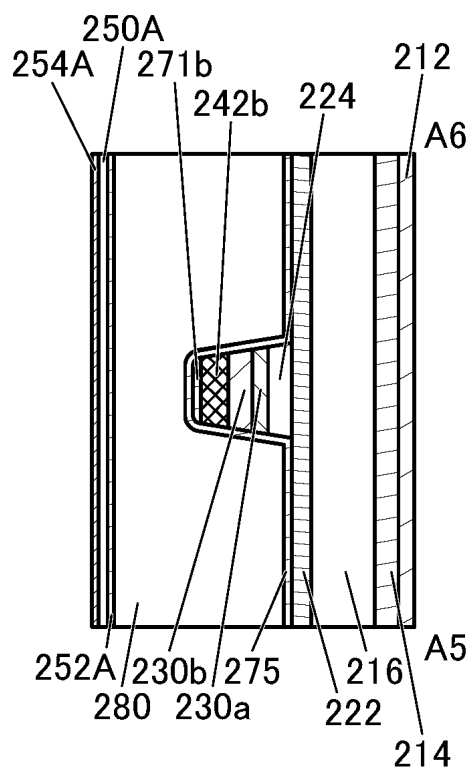


【圖16B】

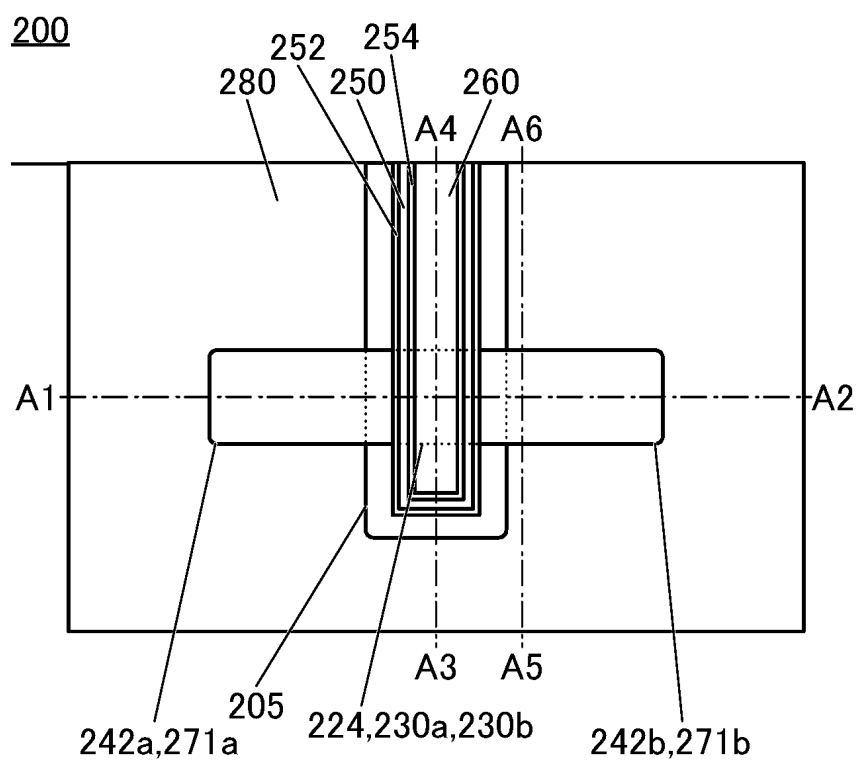


【圖16C】

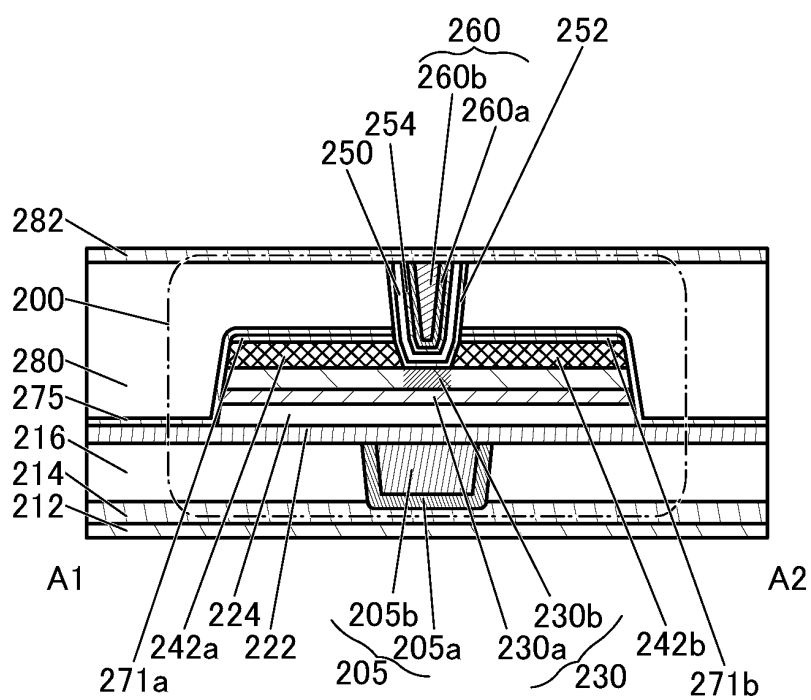
(36)



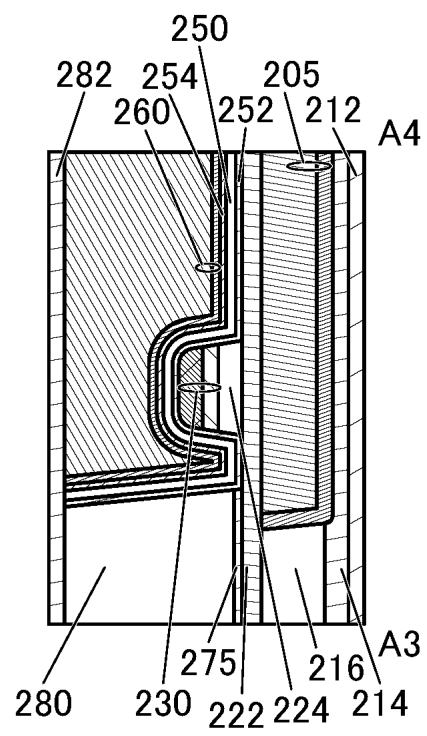
【圖16D】



【圖17A】

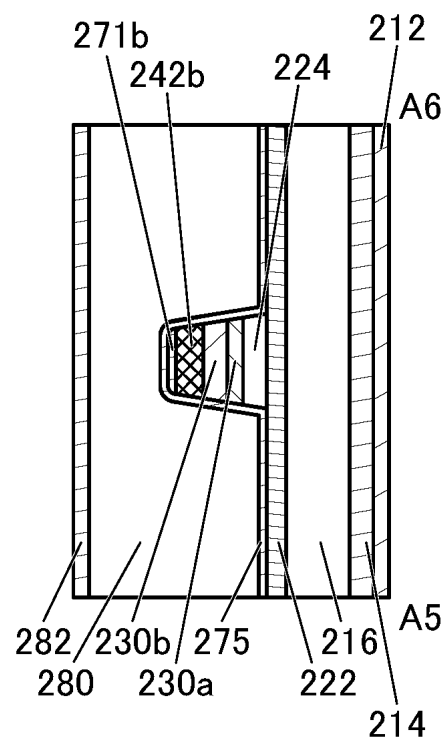


【圖17B】

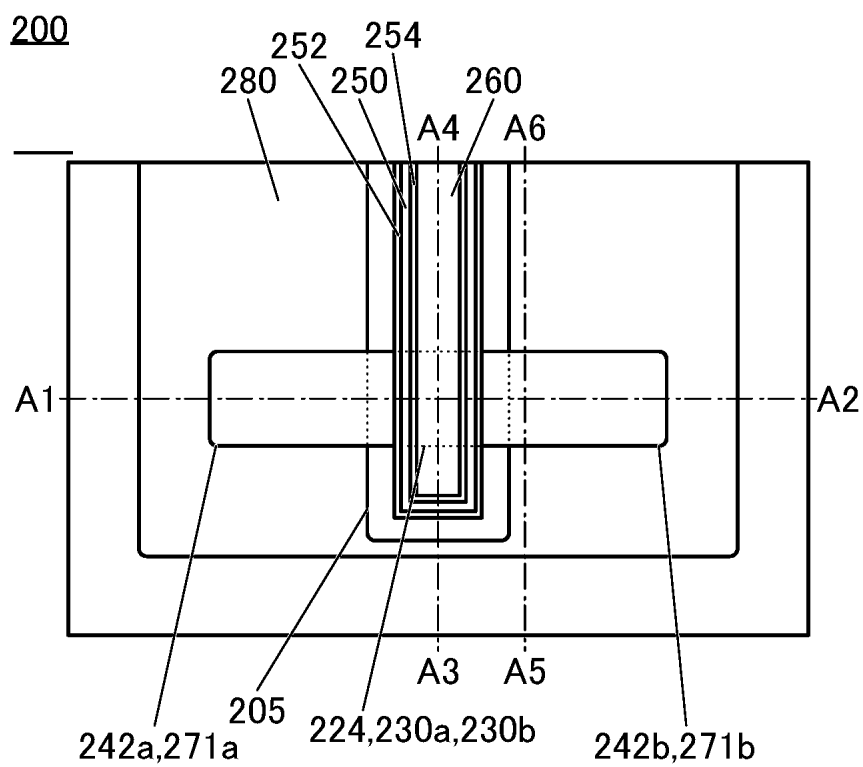


【圖17C】

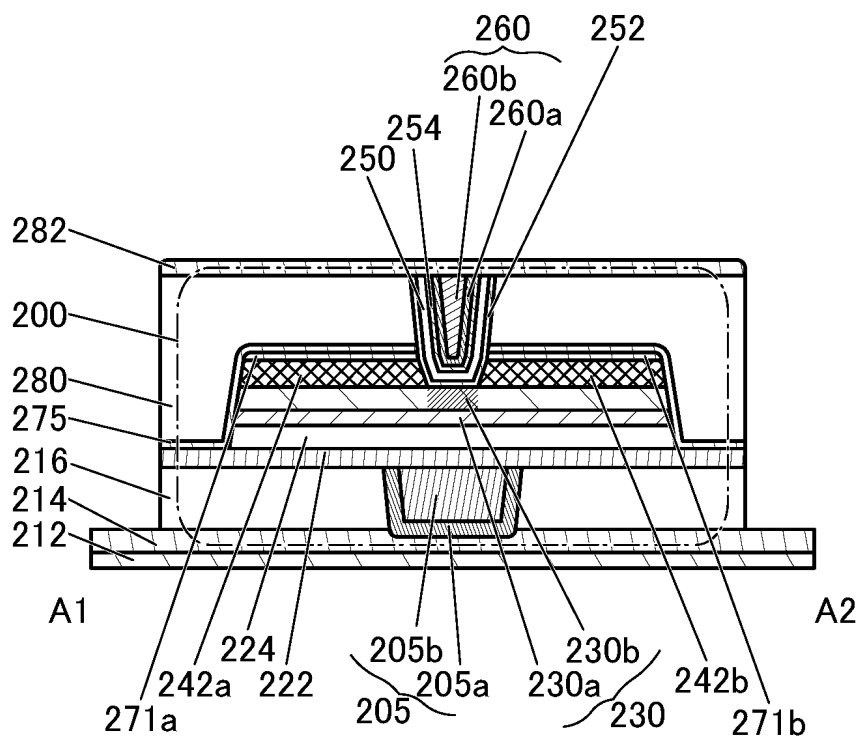
(39)



【圖17D】

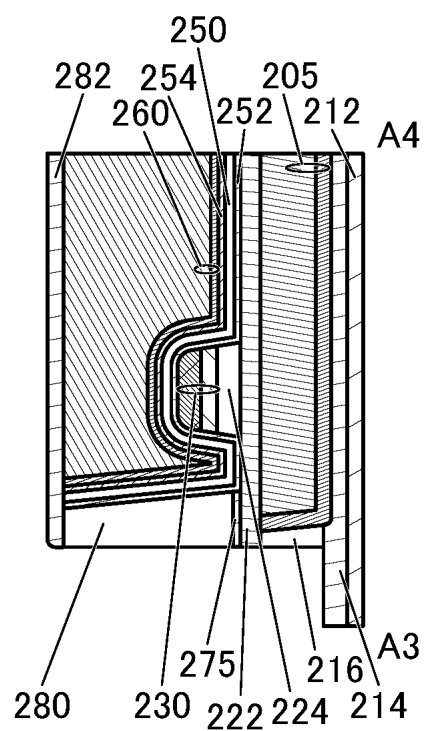


【圖18A】

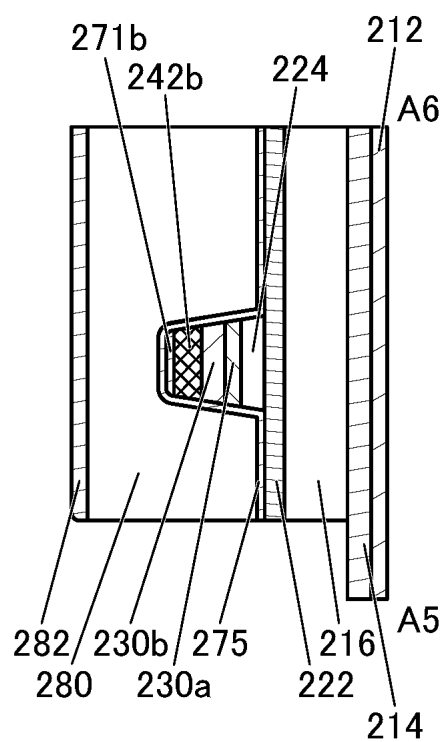


【圖18B】

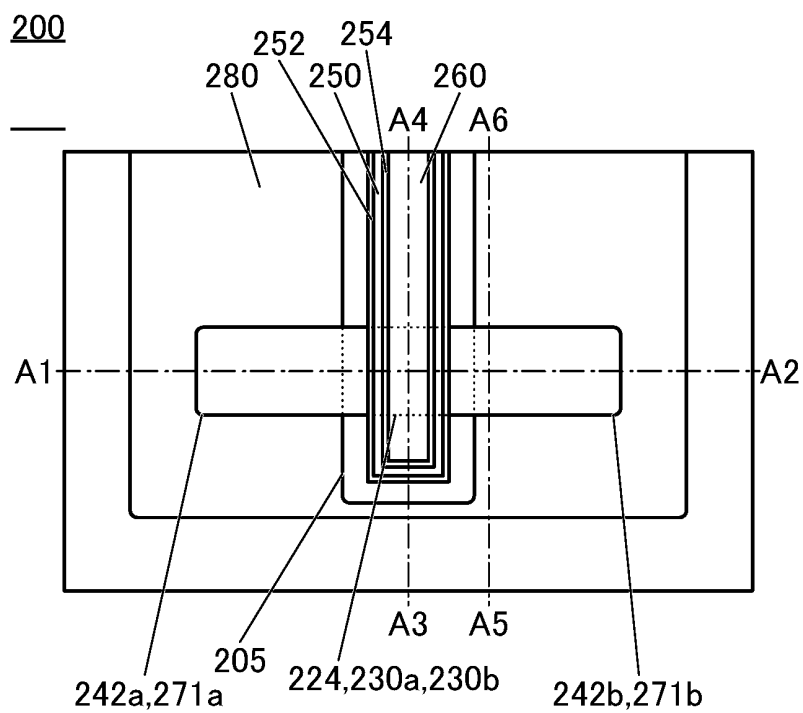
(41)



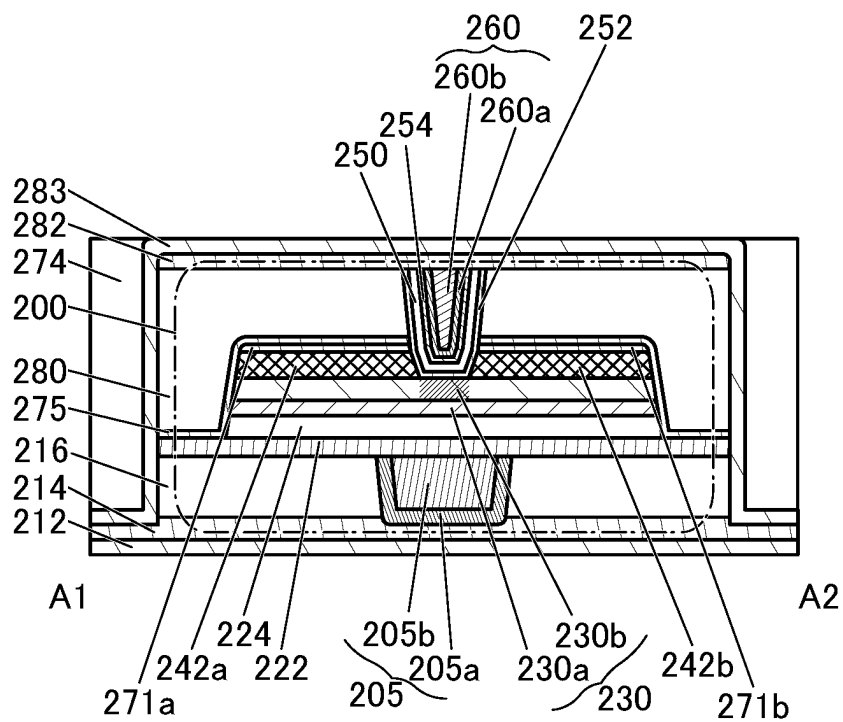
【圖18C】



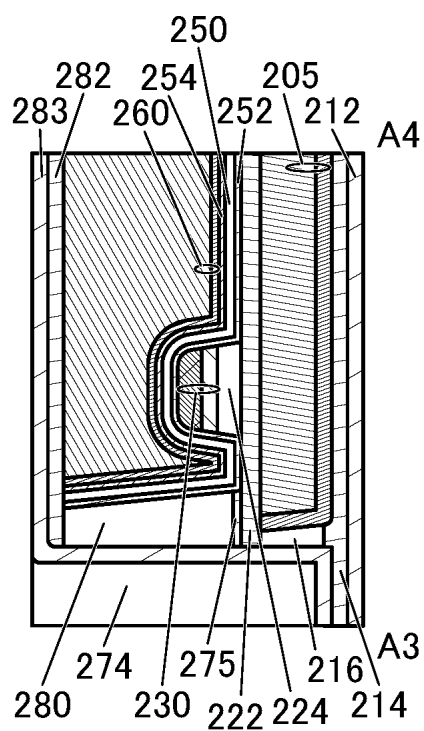
【圖18D】



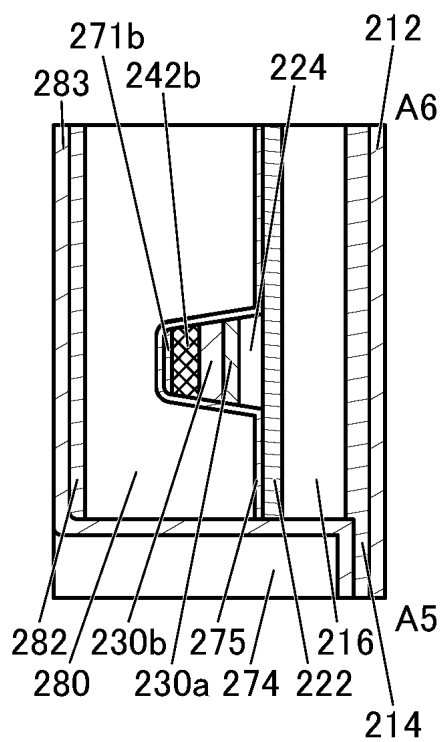
【圖19A】



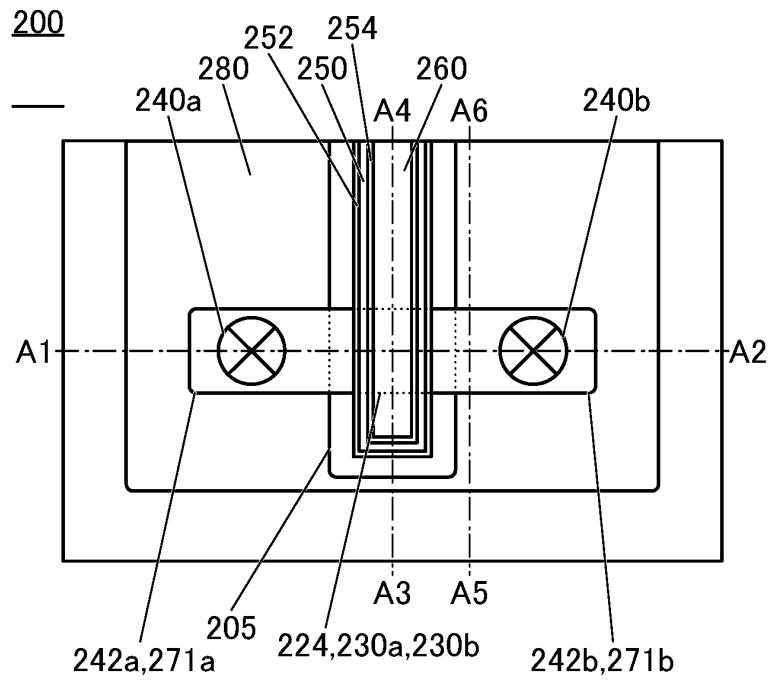
【圖19B】



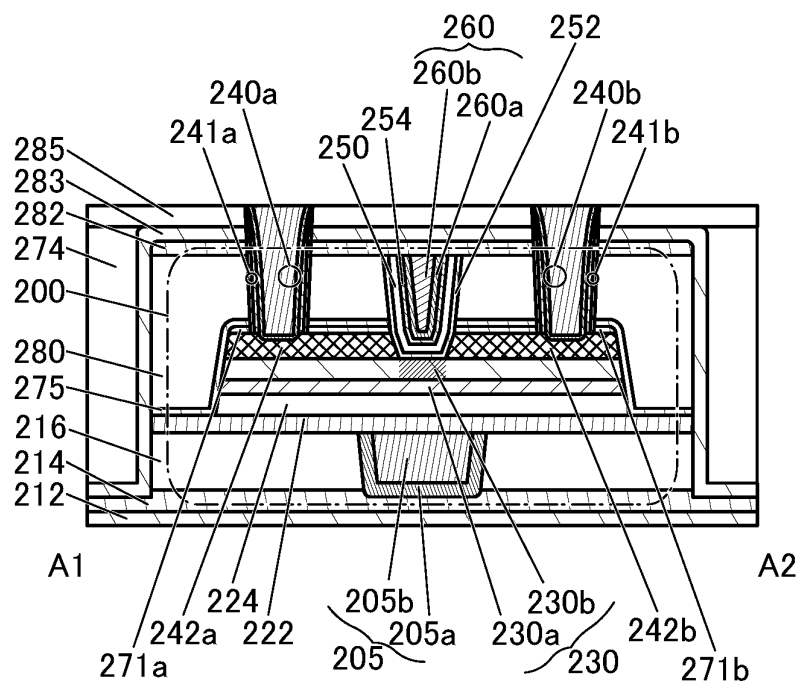
【圖19C】



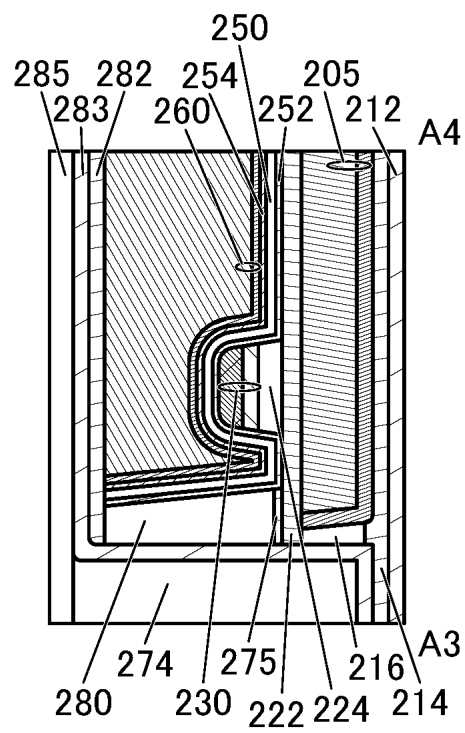
【圖19D】



【圖20A】

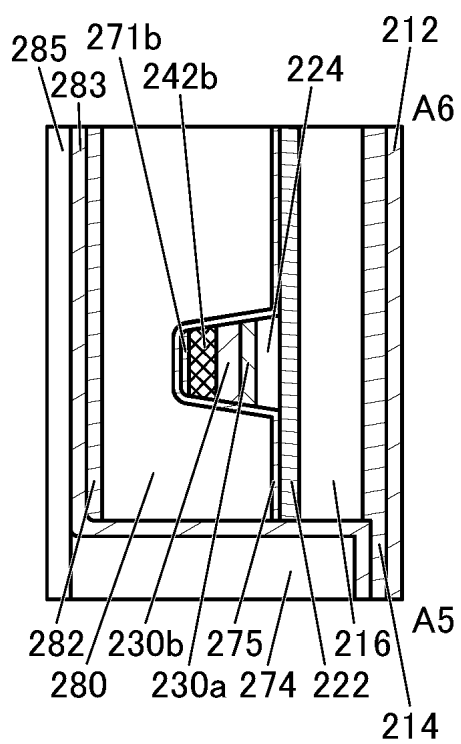


【圖20B】



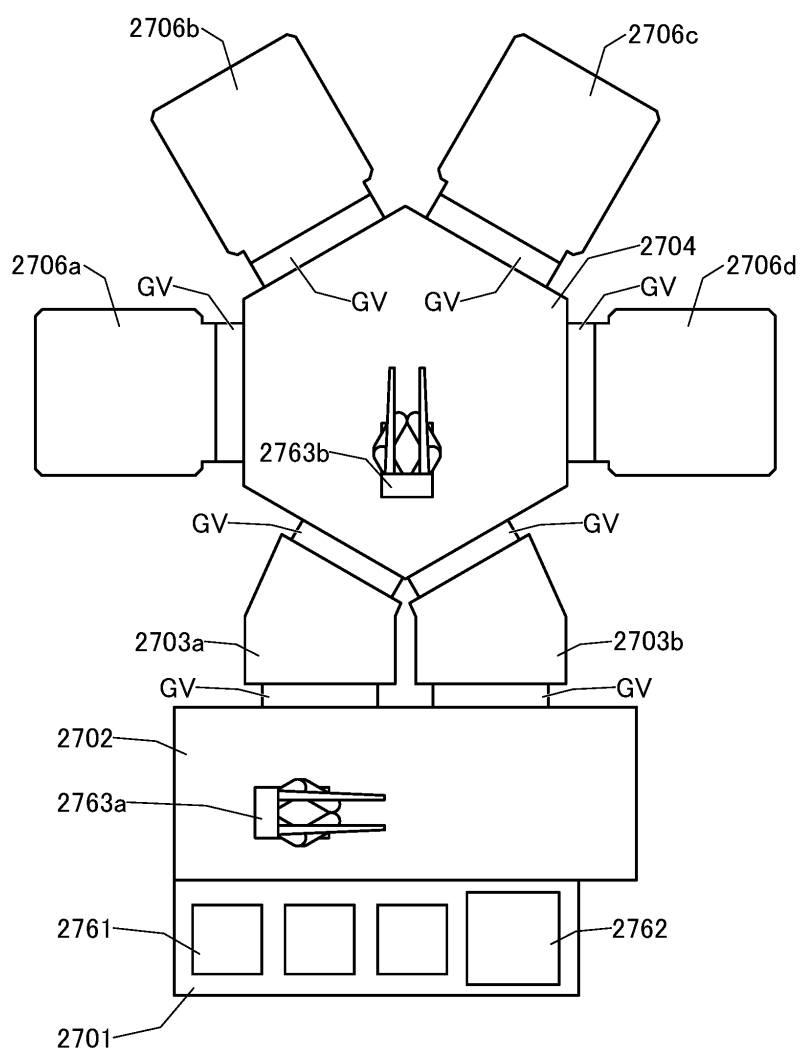
【圖20C】

(46)



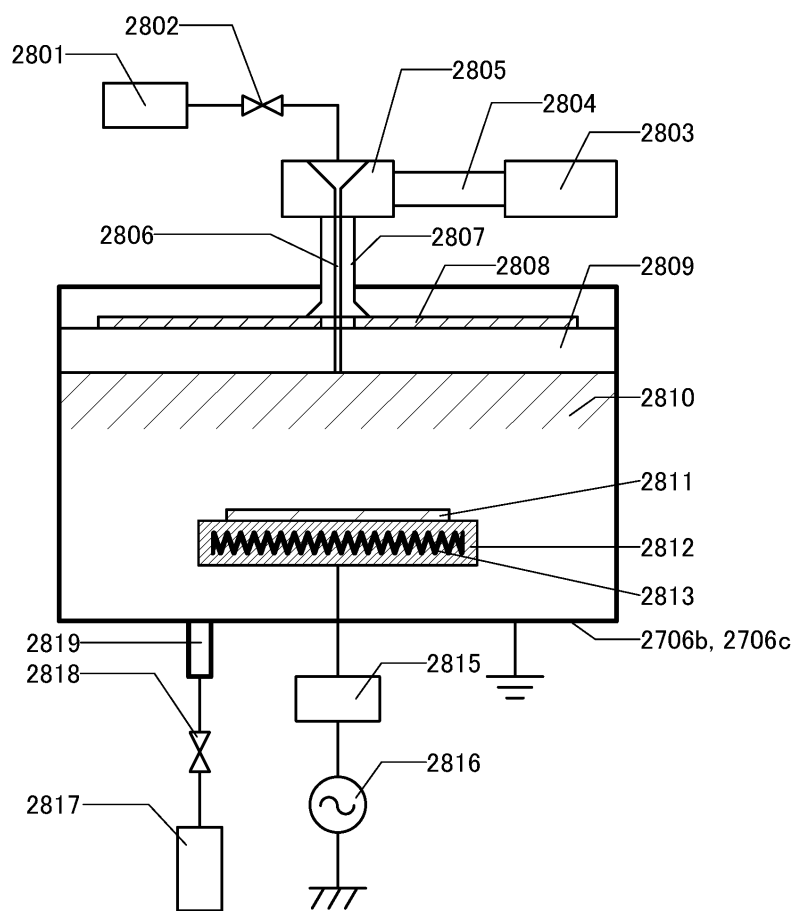
【圖20D】

2700

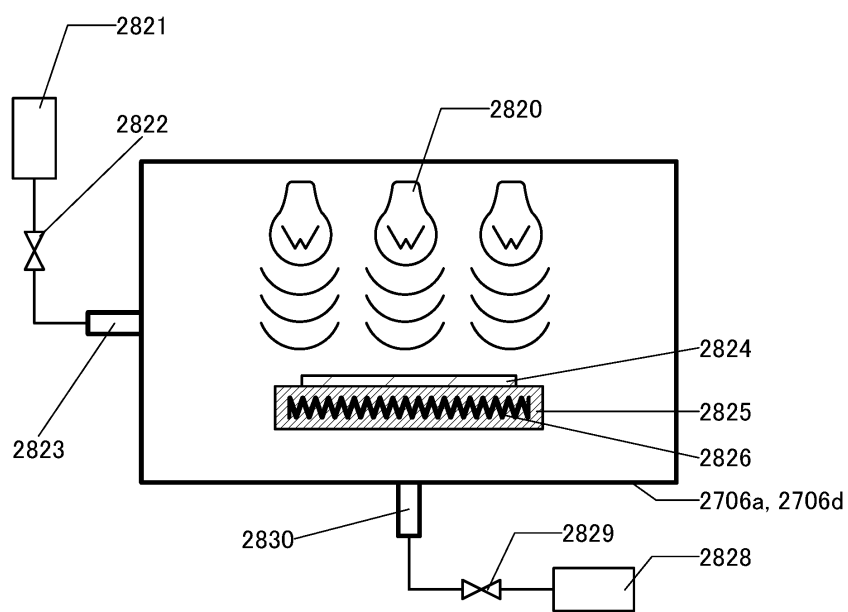


【圖21】

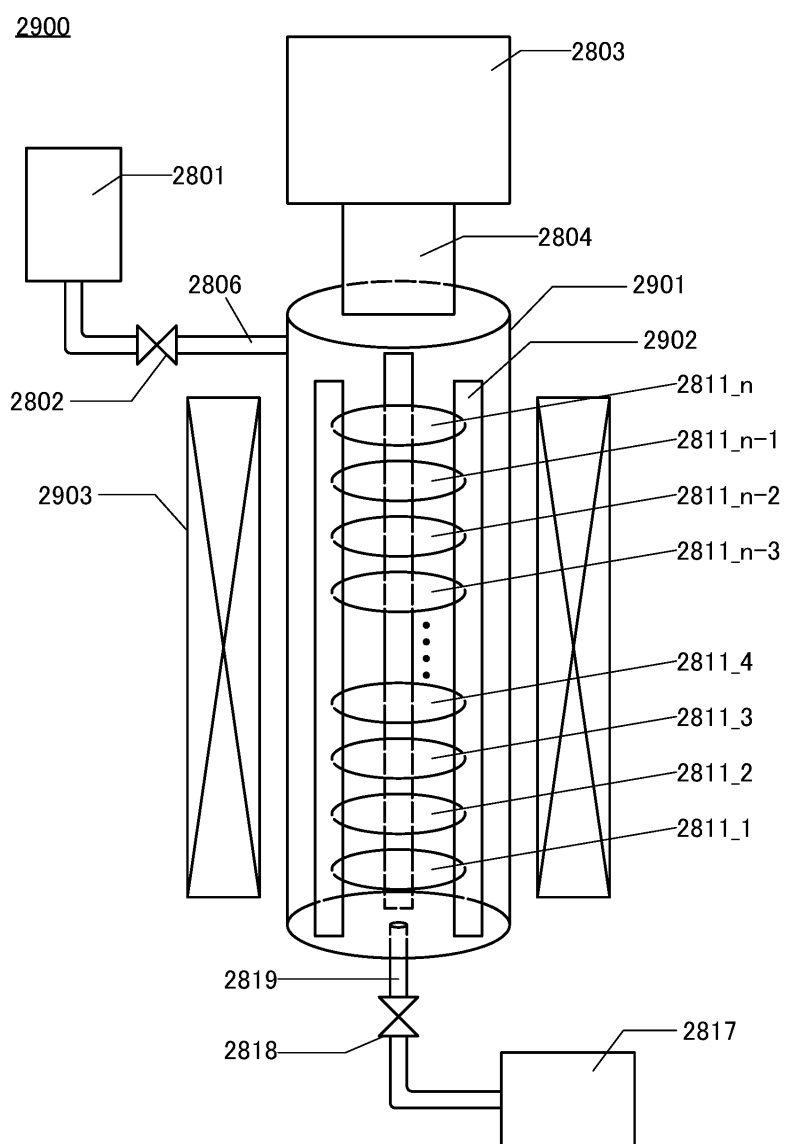
(48)



【圖22】

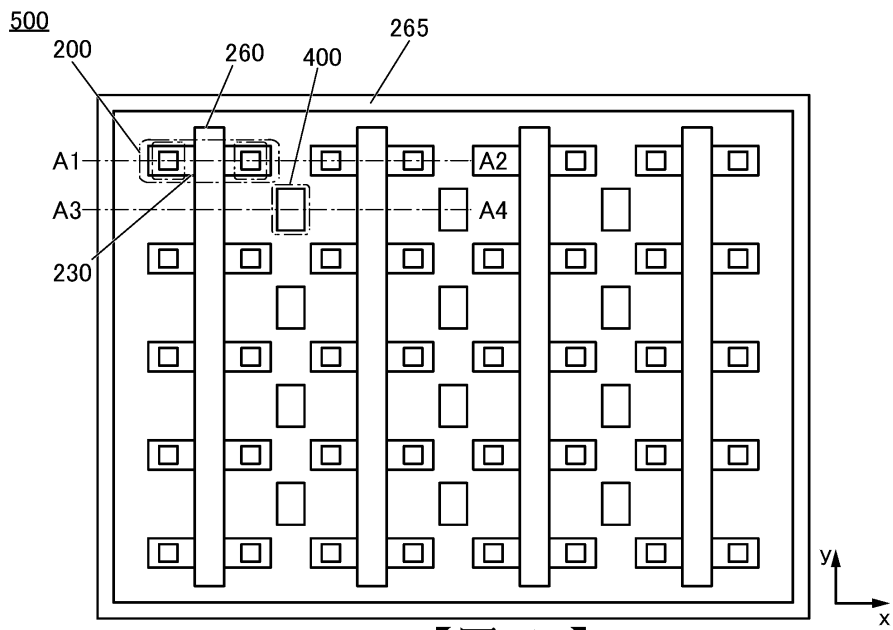


【圖23】

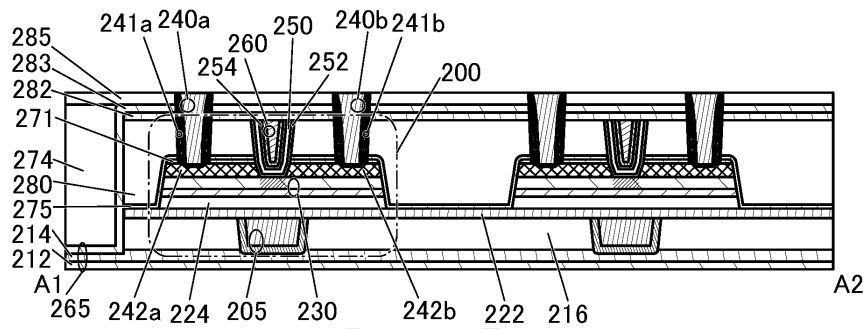


【圖24】

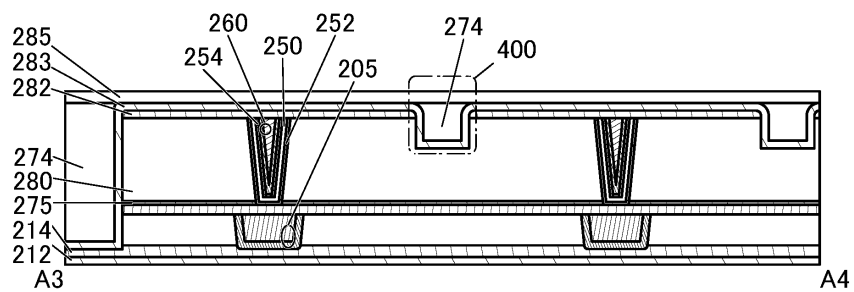
(51)



【圖25A】

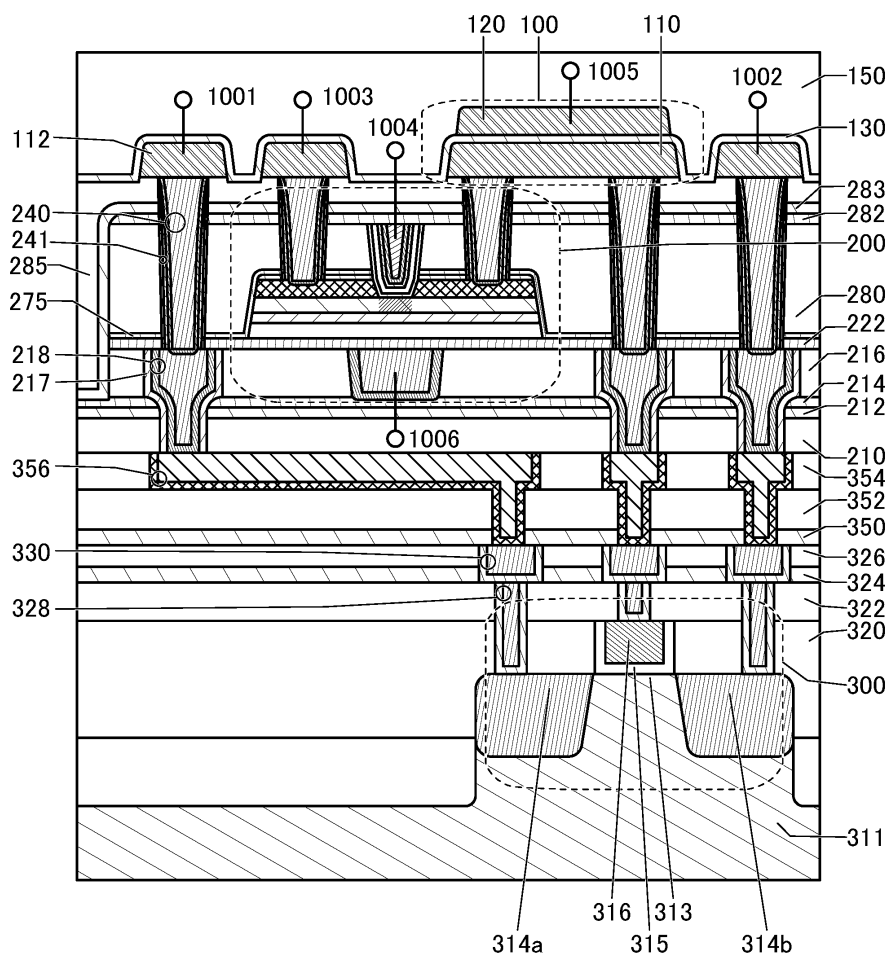


【圖25B】

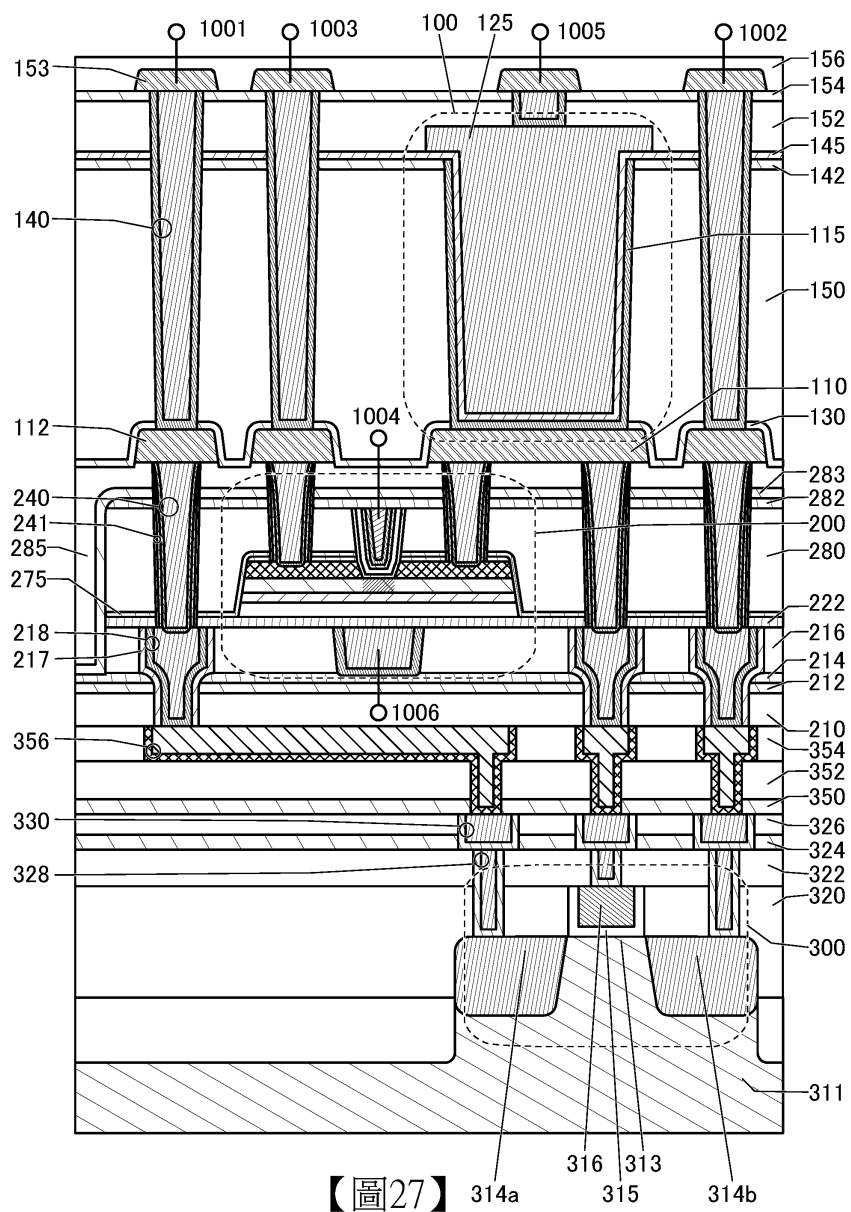


【圖25C】

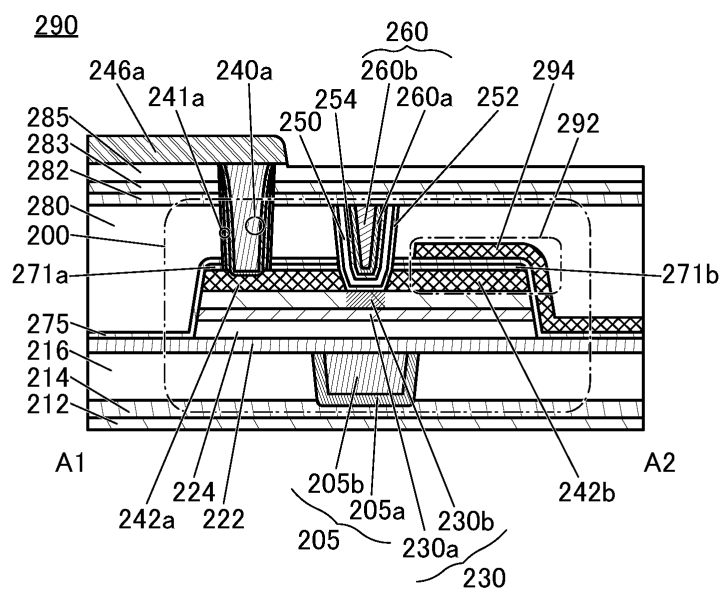
(52)



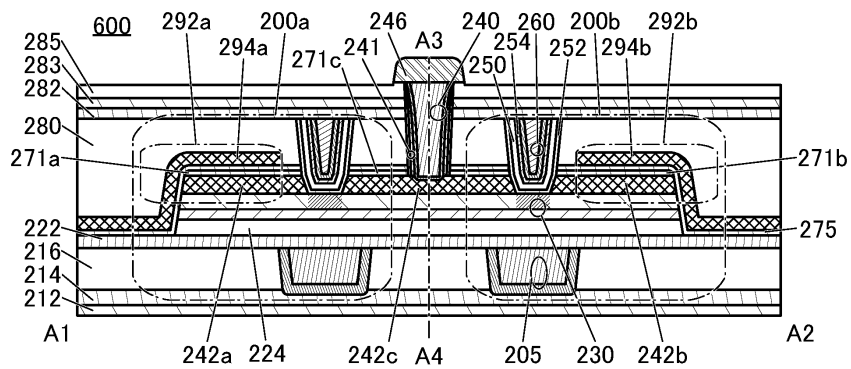
【圖26】



【圖27】

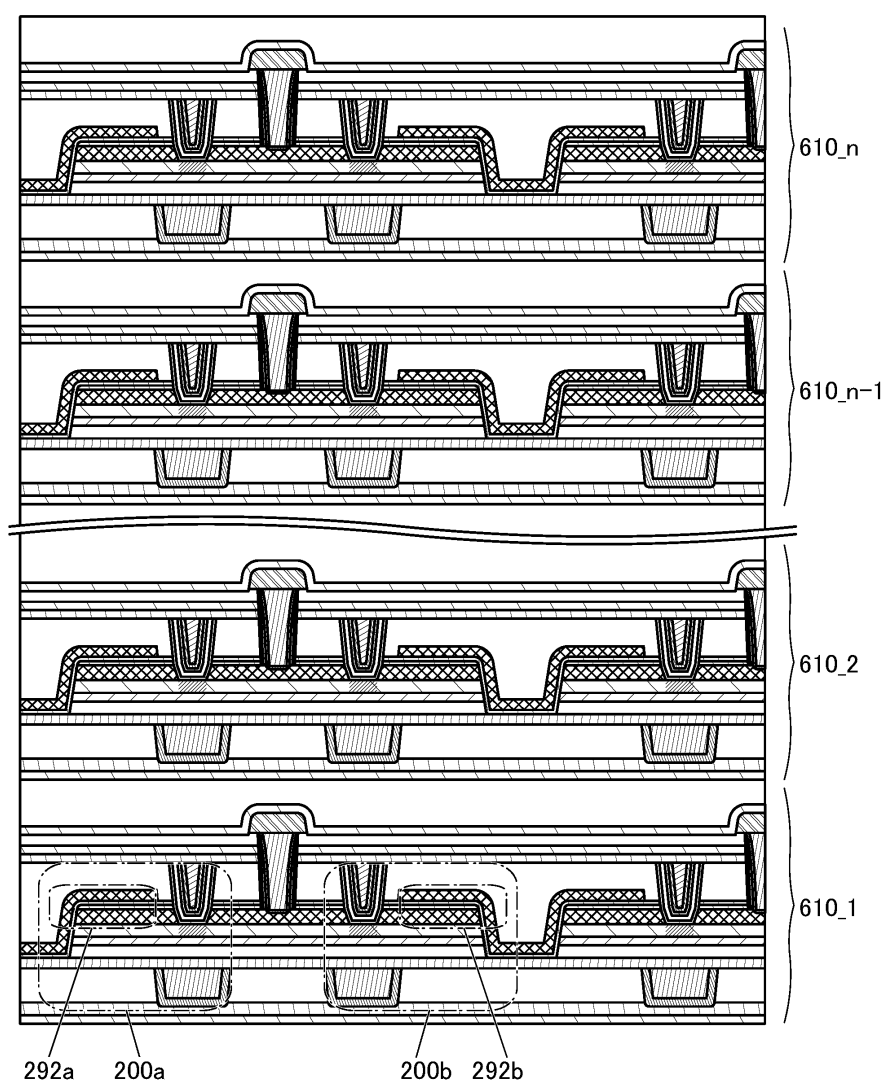
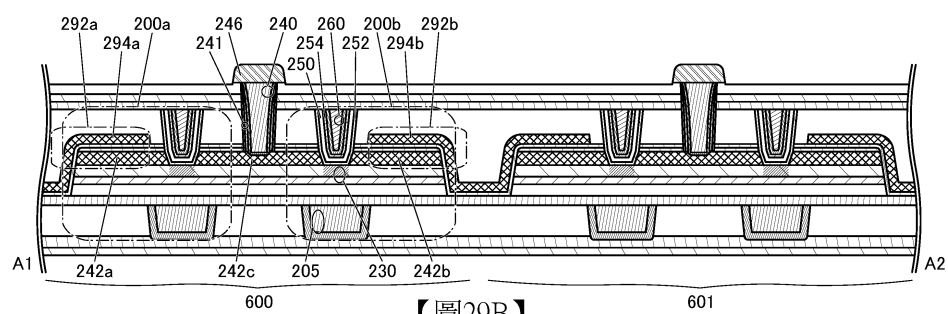


【圖28】

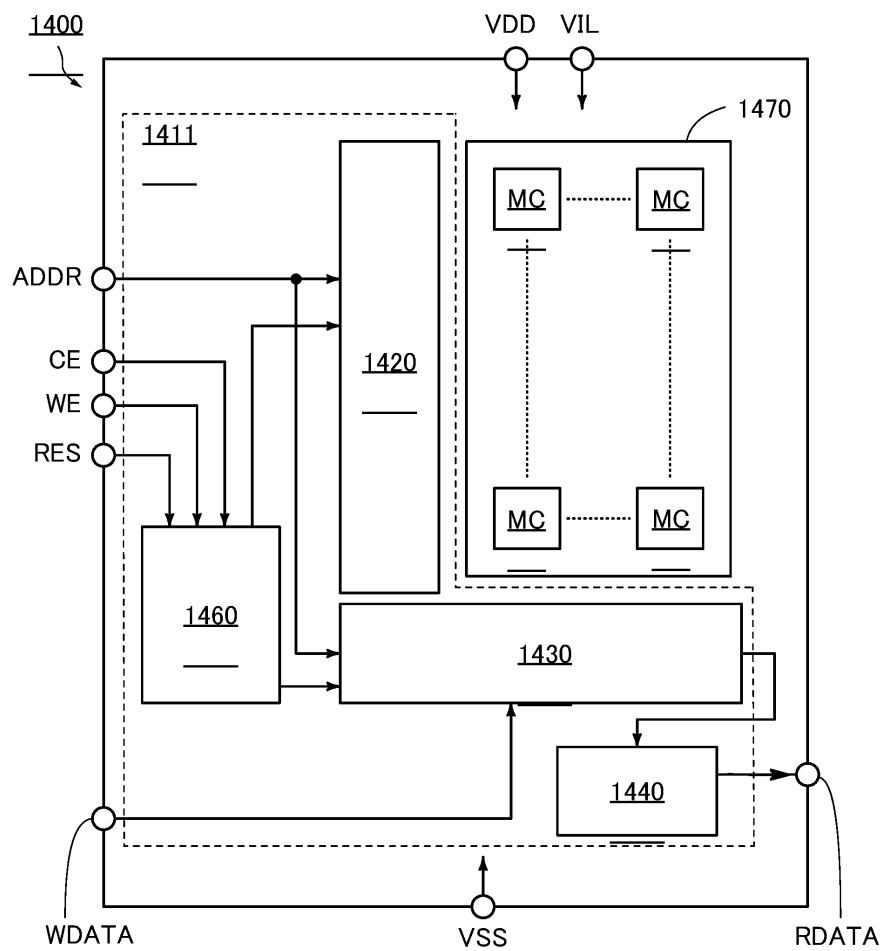


【圖29A】

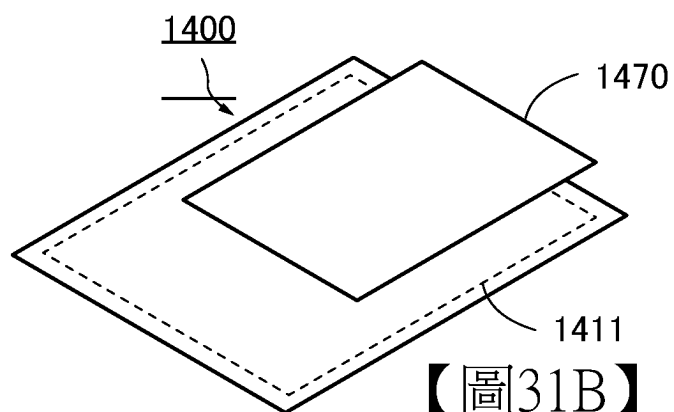
(55)



【圖30】

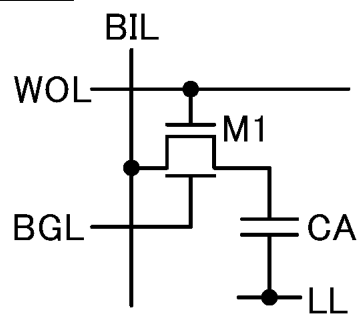


【圖31A】



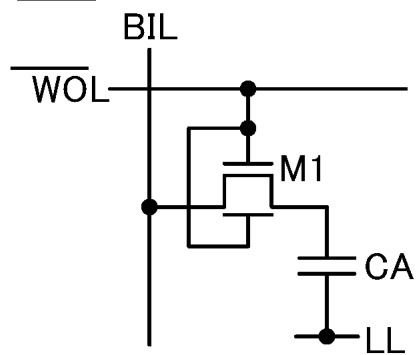
【圖31B】

1471



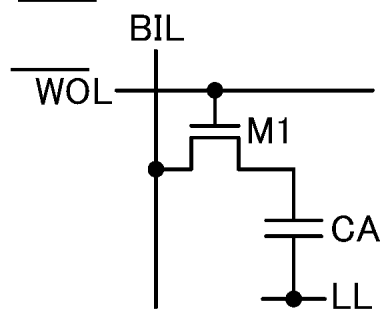
【圖32A】

1472



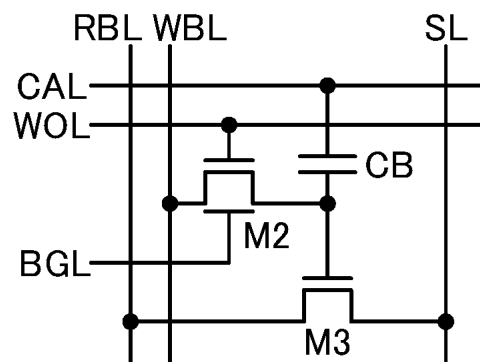
【圖32B】

1473



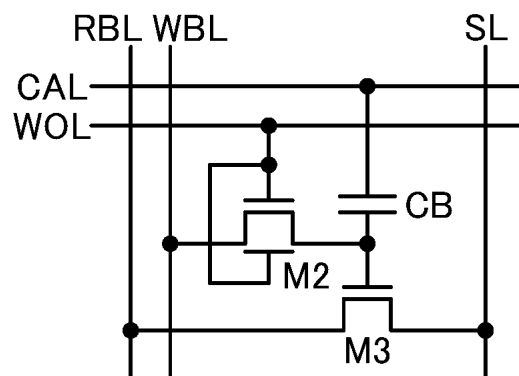
【圖32C】

1474



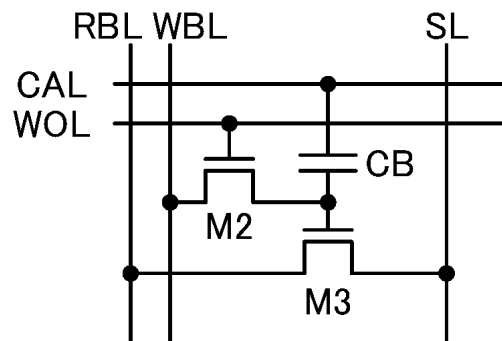
【圖32D】

1475



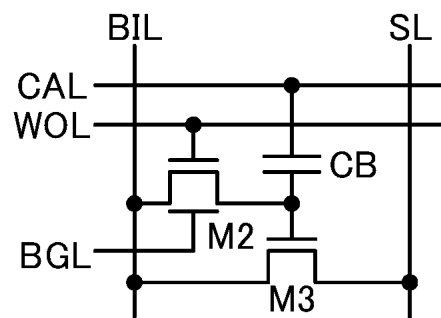
【圖32E】

1476



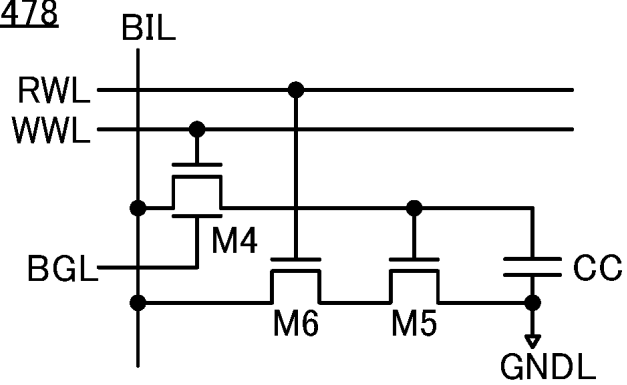
【圖32F】

1477



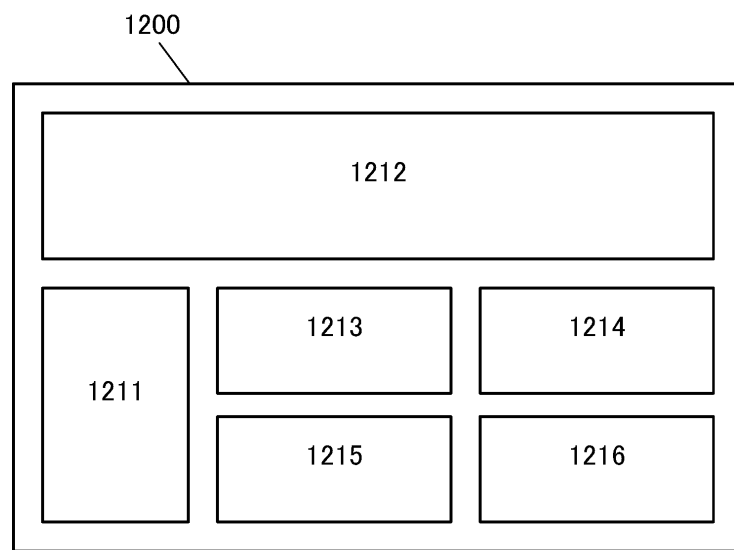
【圖32G】

1478

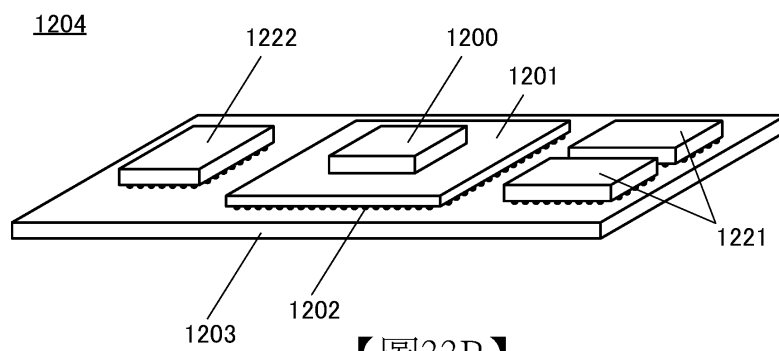


【圖32H】

(60)

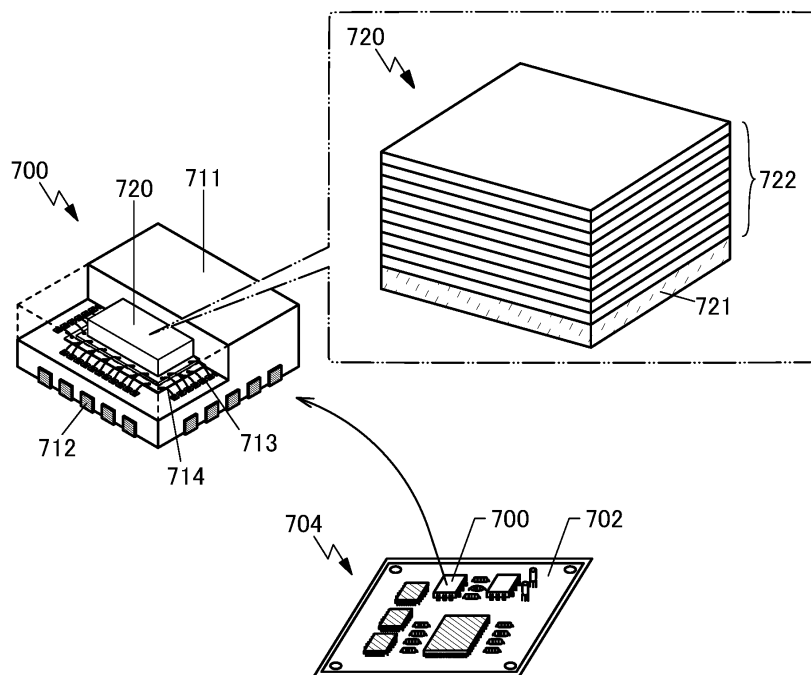


【圖33A】

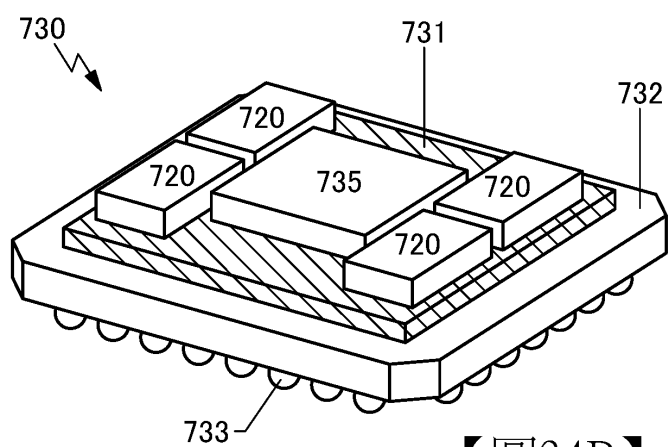


【圖33B】

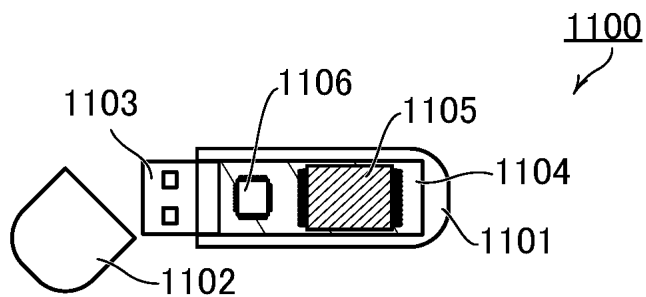
(61)



【圖34A】

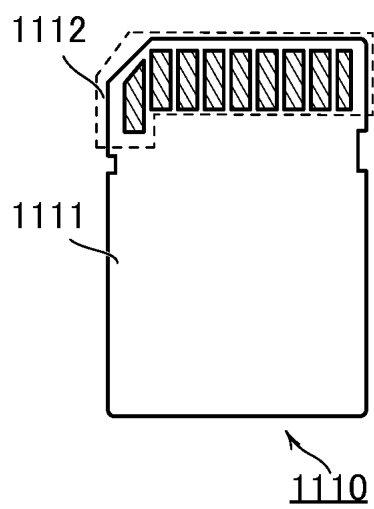


【圖34B】

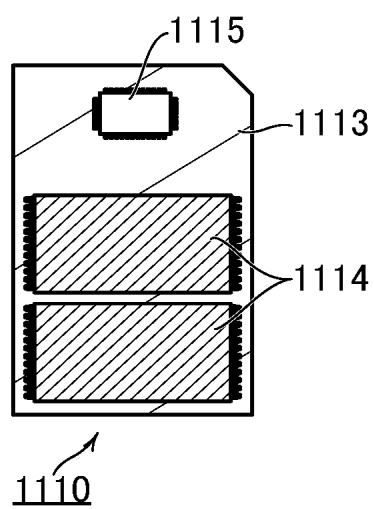


【圖35A】

(62)

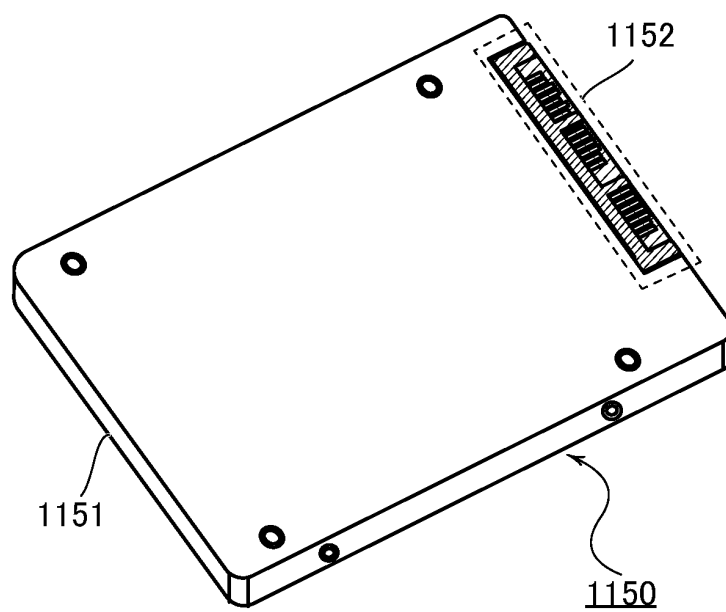


【圖35B】



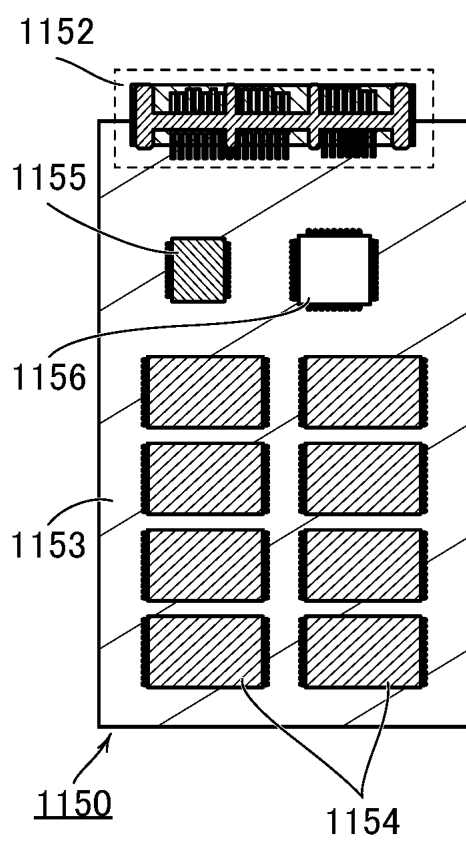
【圖35C】

(63)

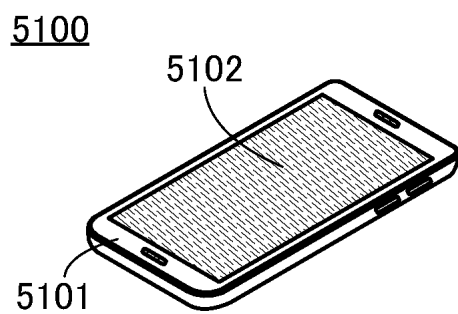


【圖35D】

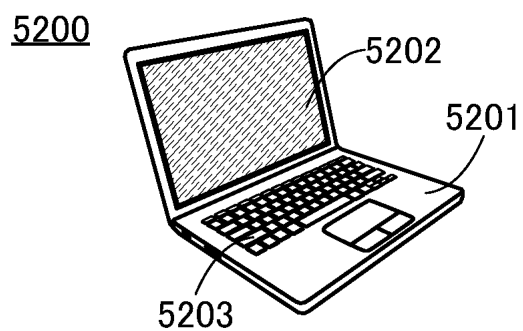
(64)



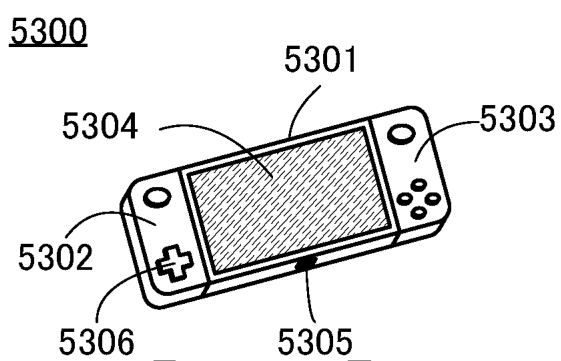
【圖35E】



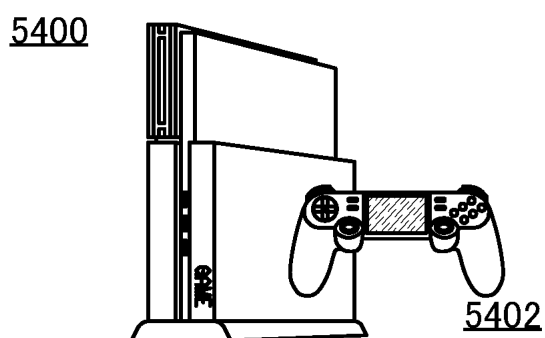
【圖36A】



【圖36B】

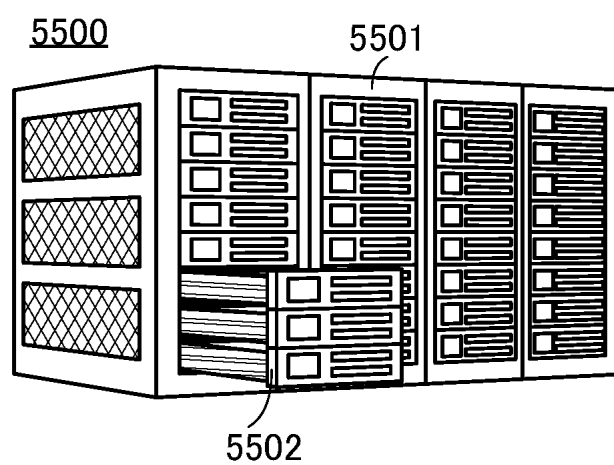


【圖36C】

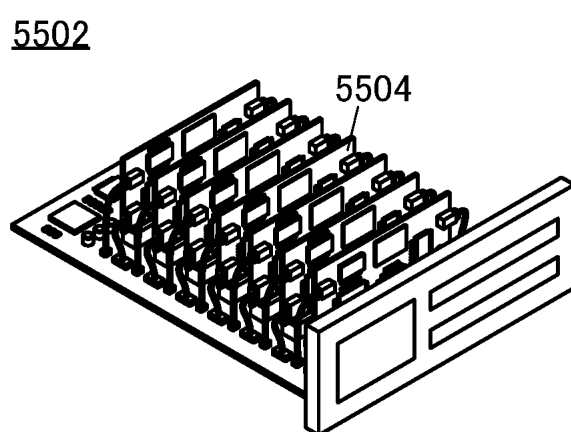


【圖36D】

(66)

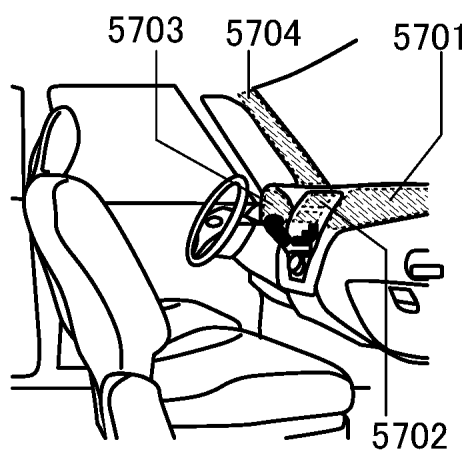


【圖36E】



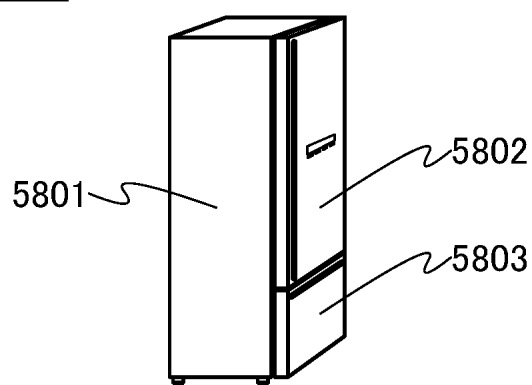
【圖36F】

(67)

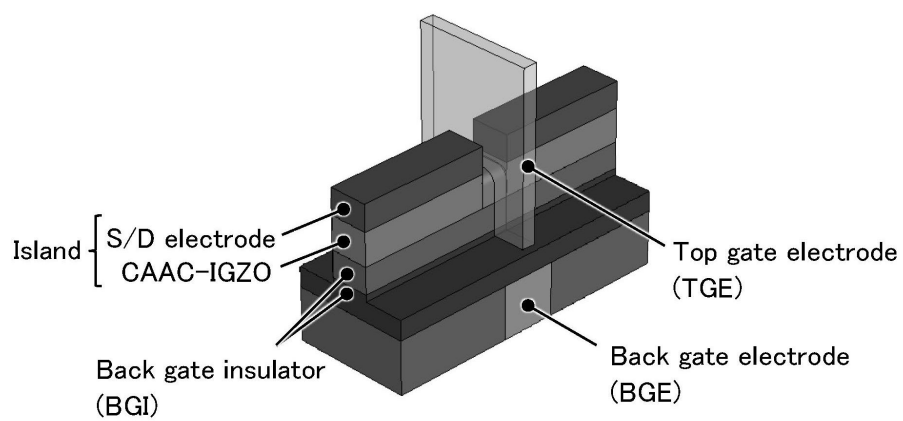


【圖36G】

5800

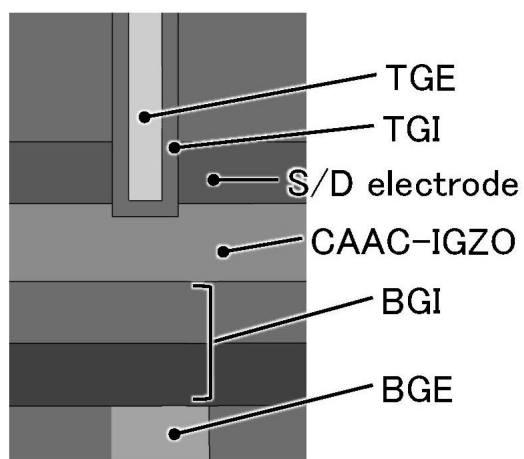


【圖36H】

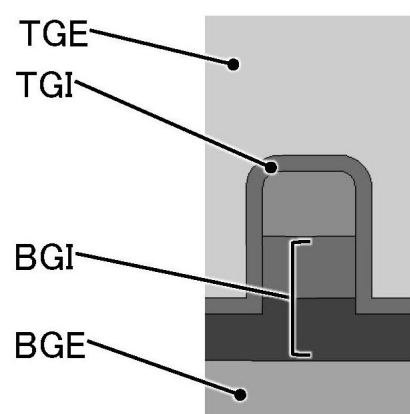


【圖37A】

(68)

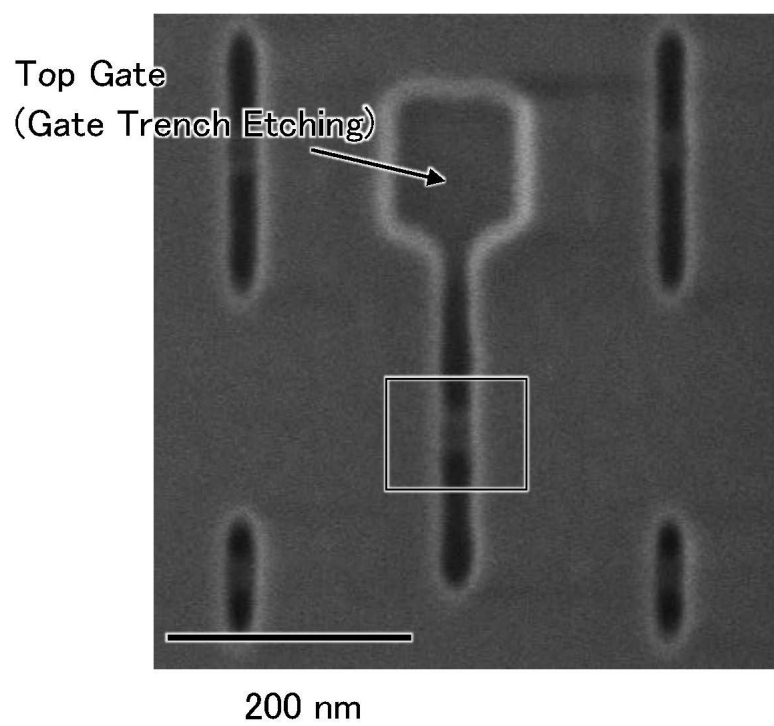


【圖37B】

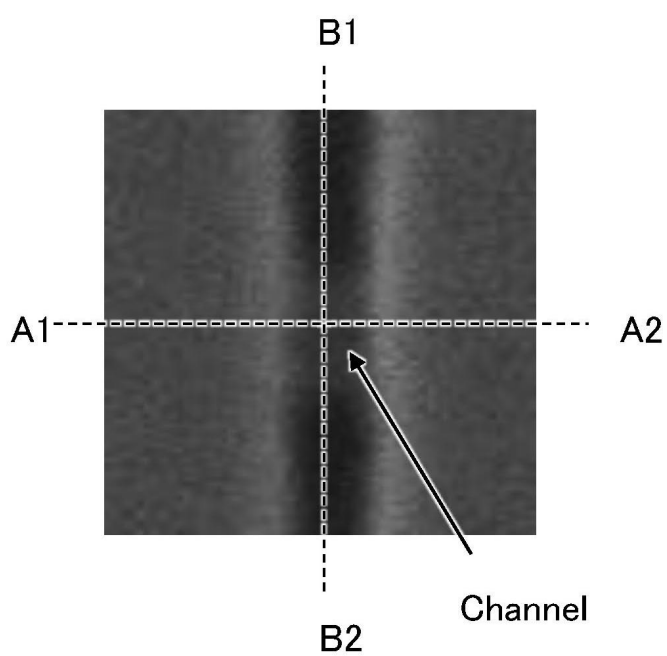


【圖37C】

(69)

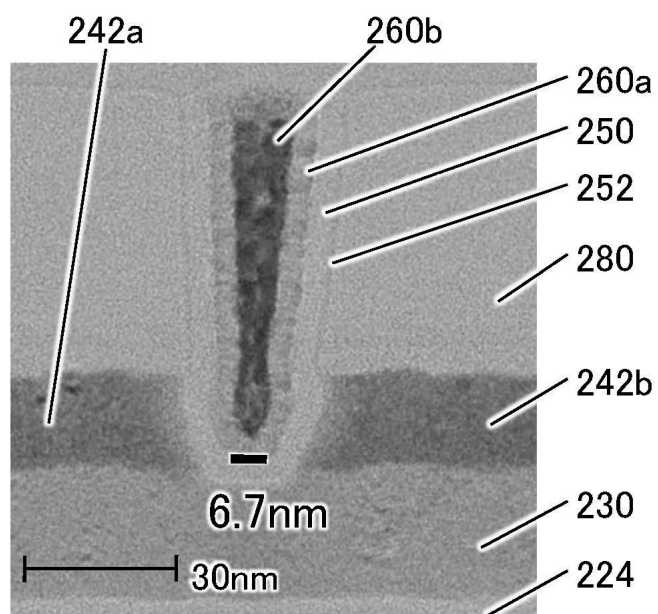


【圖38A】

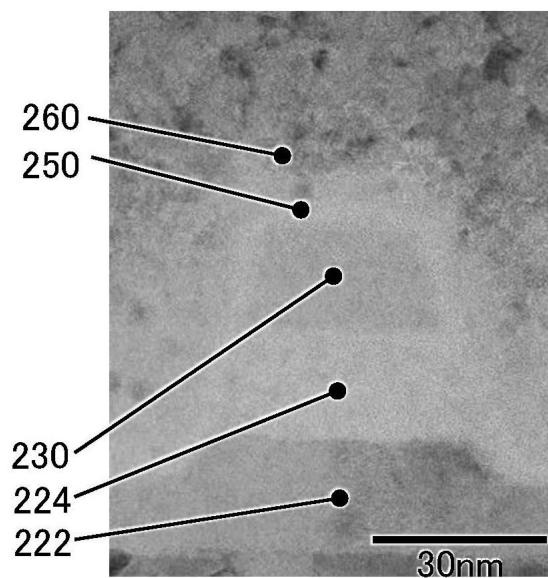


【圖38B】

(70)

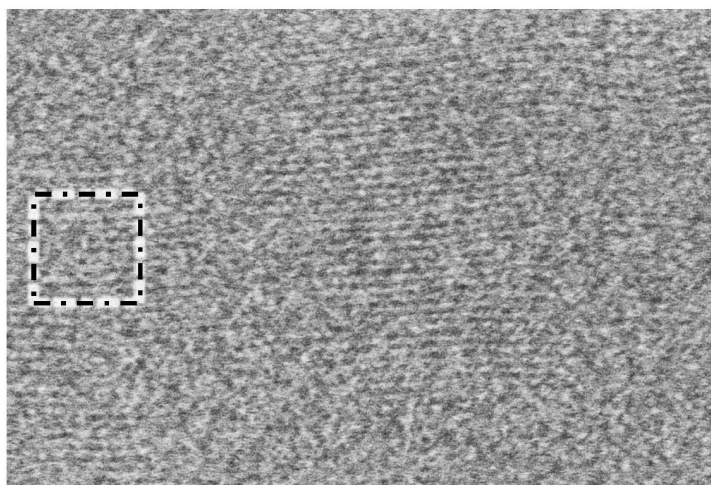


【圖39A】



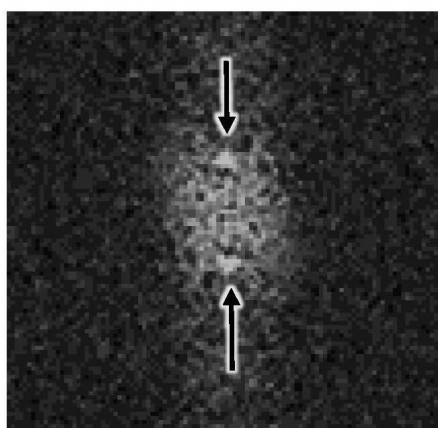
【圖39B】

(71)

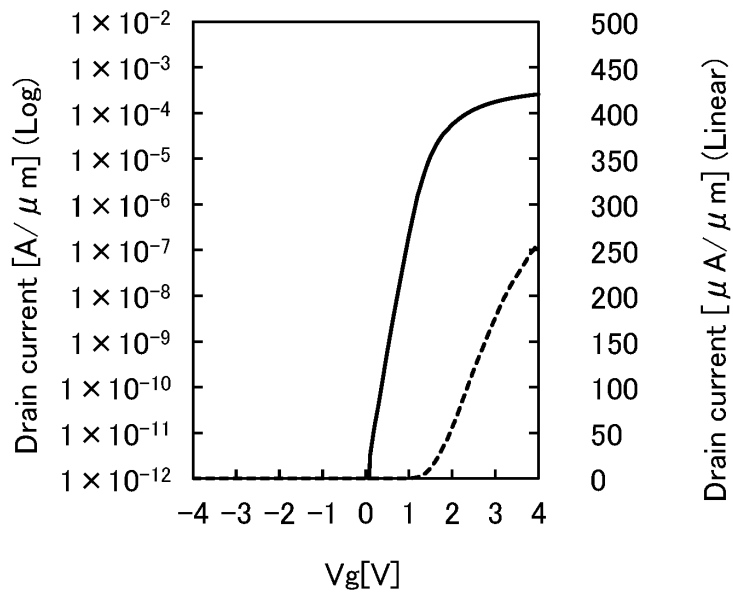


4nm

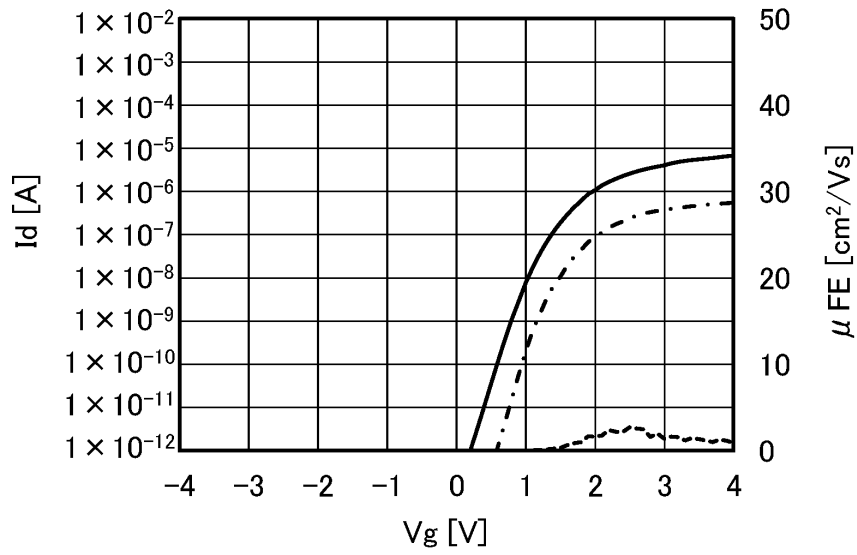
【圖39C】



【圖39D】

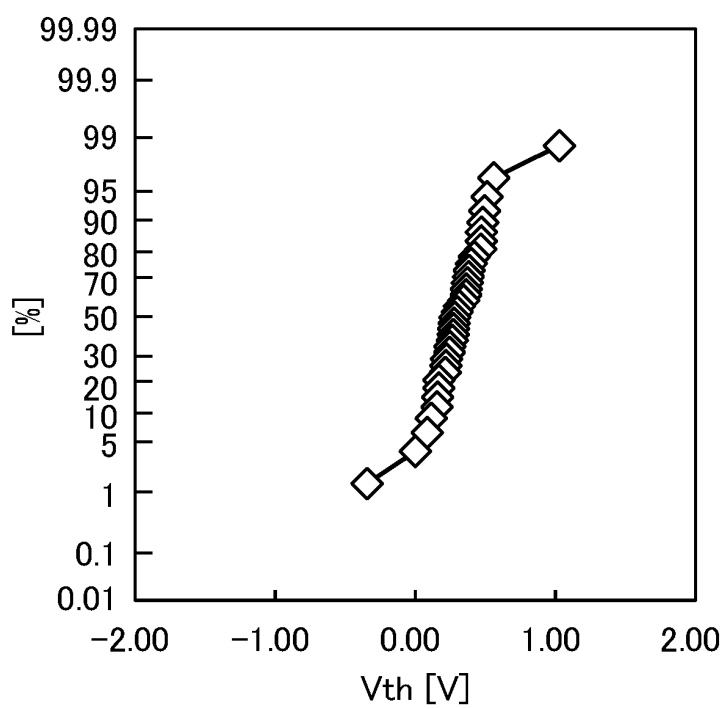


【圖40A】

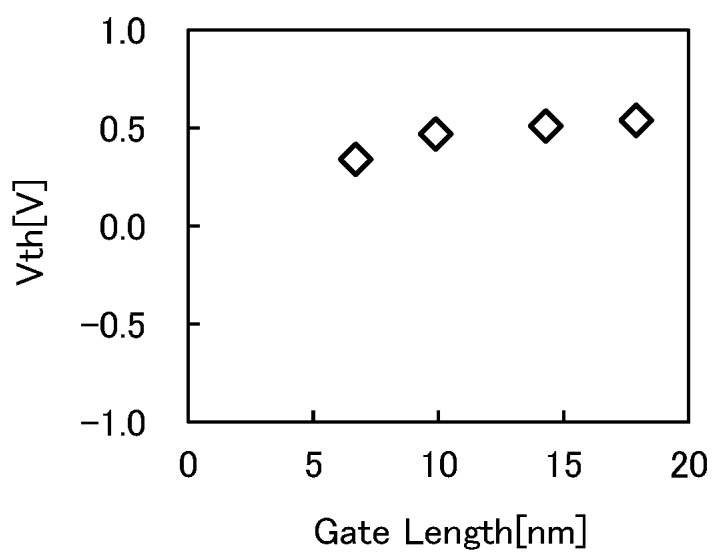


【圖40B】

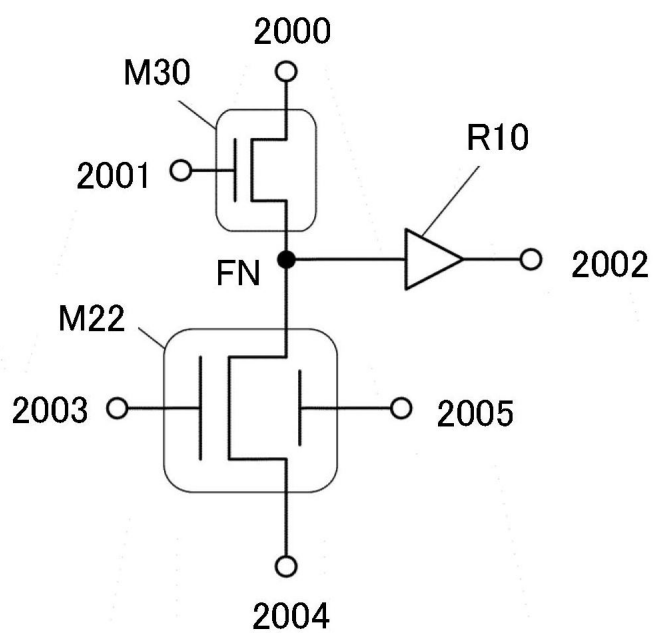
(73)



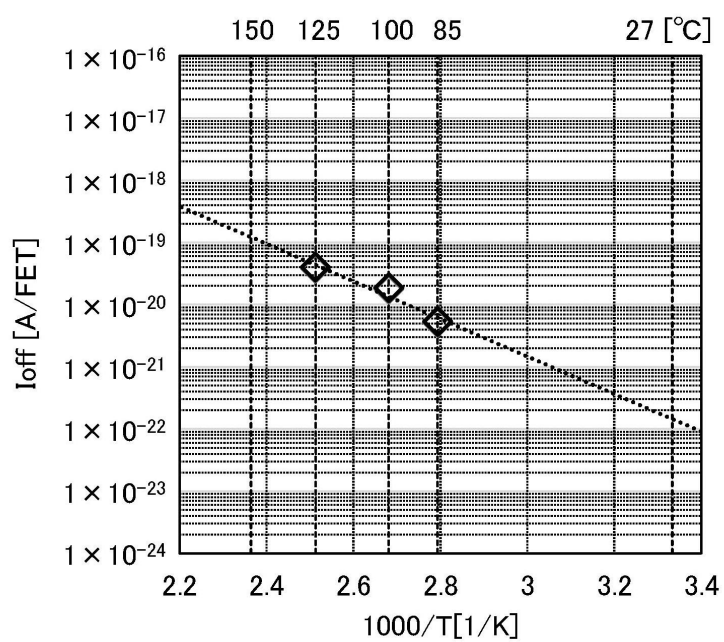
【圖41】



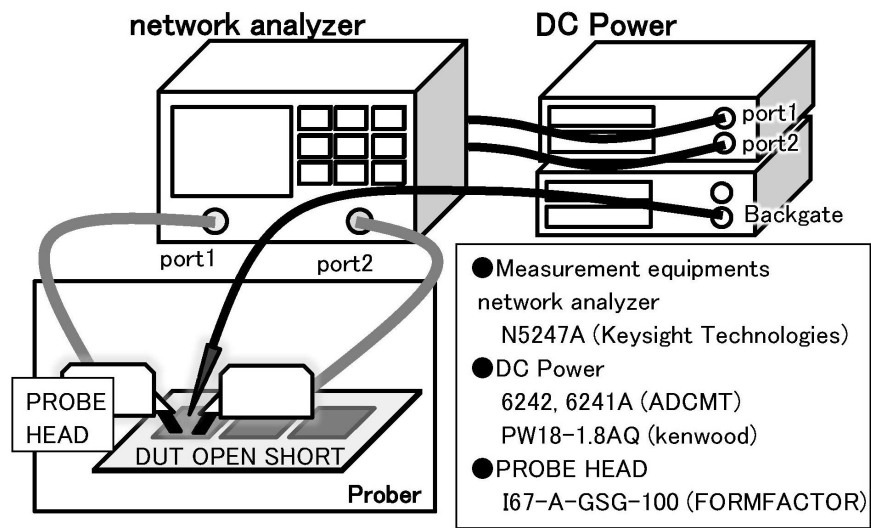
【圖42】



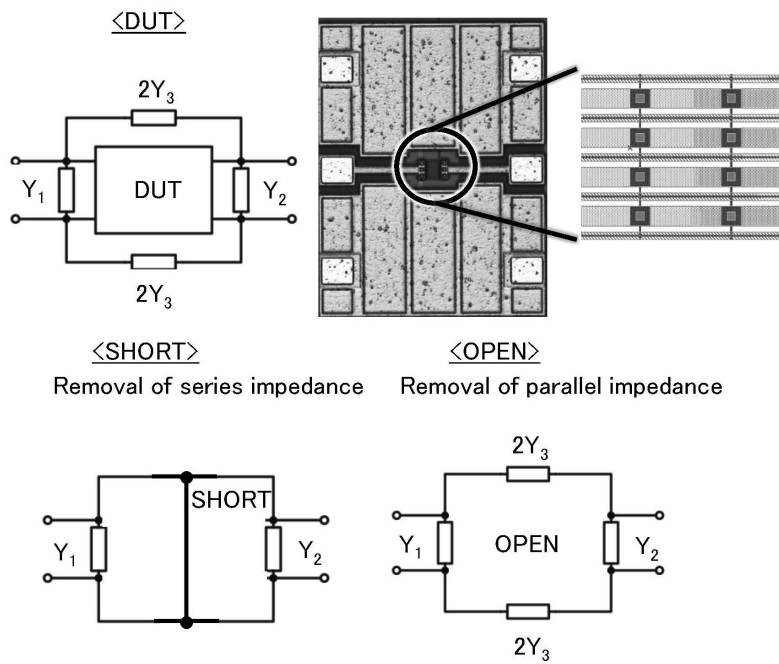
【圖43A】



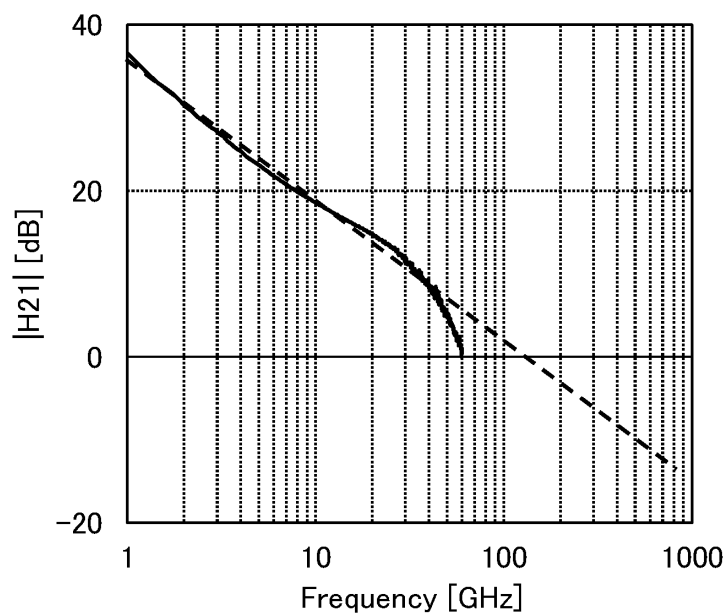
【圖43B】



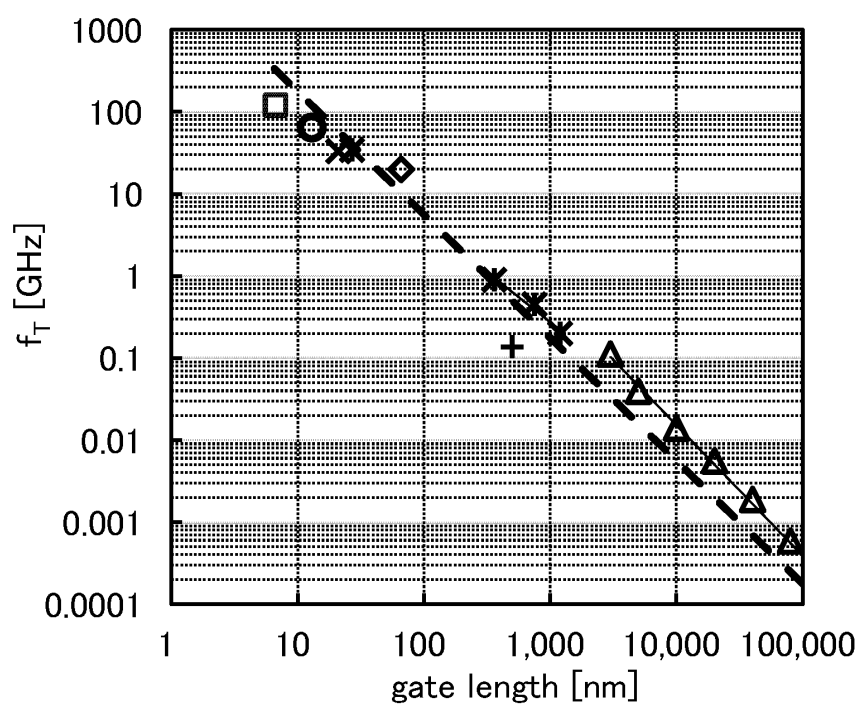
【圖44A】



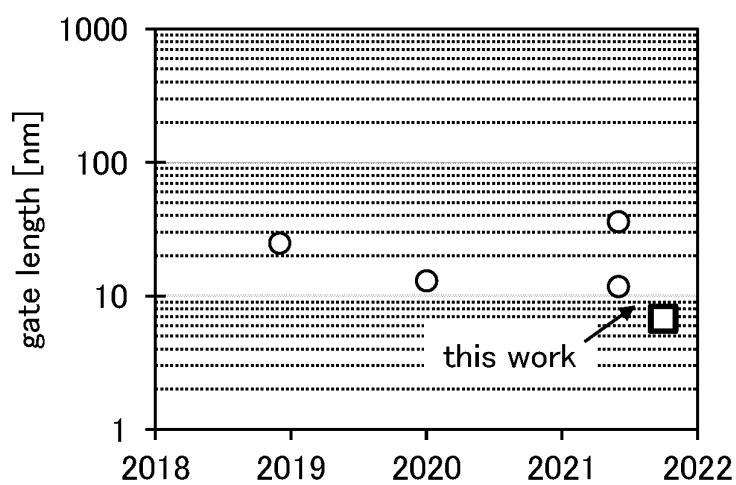
【圖44B】



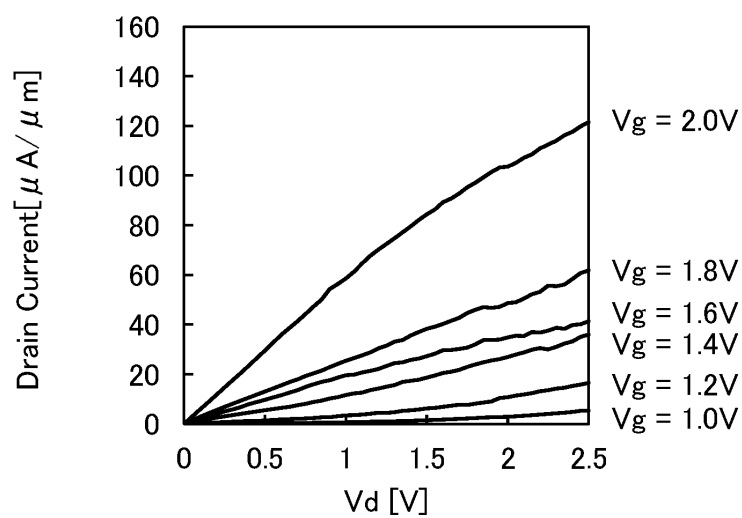
【圖45A】



【圖45B】

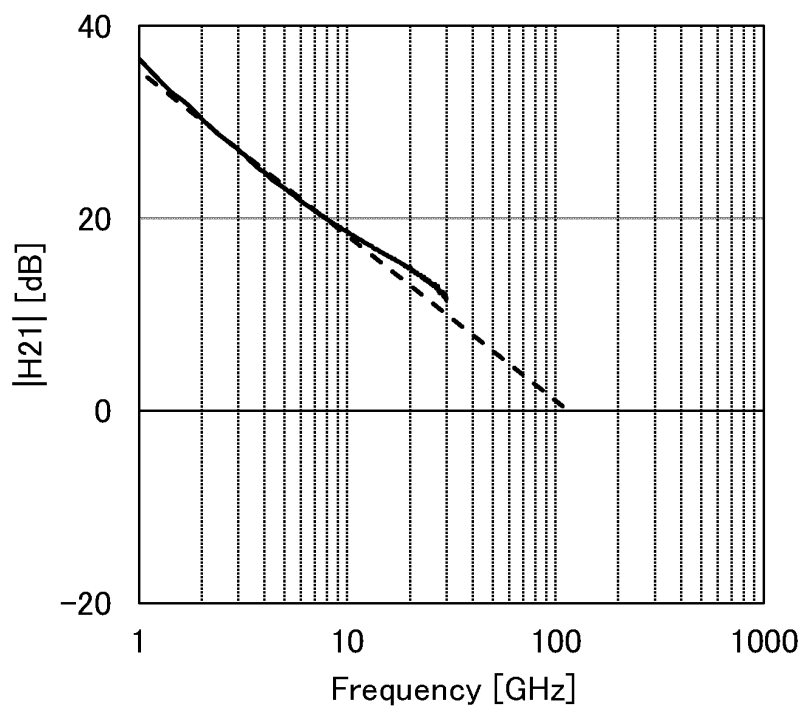


【圖46】

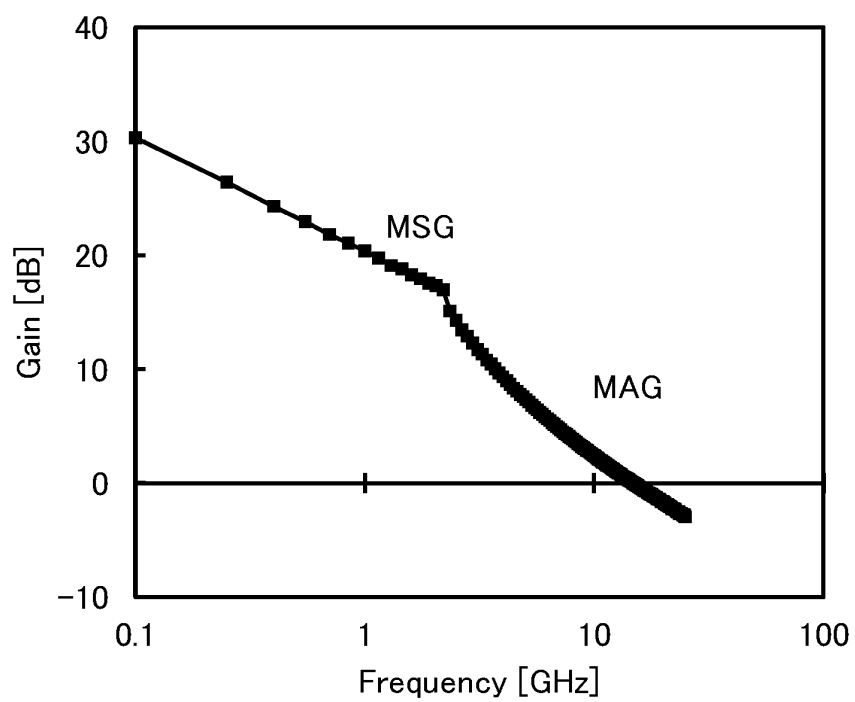


【圖47】

(78)

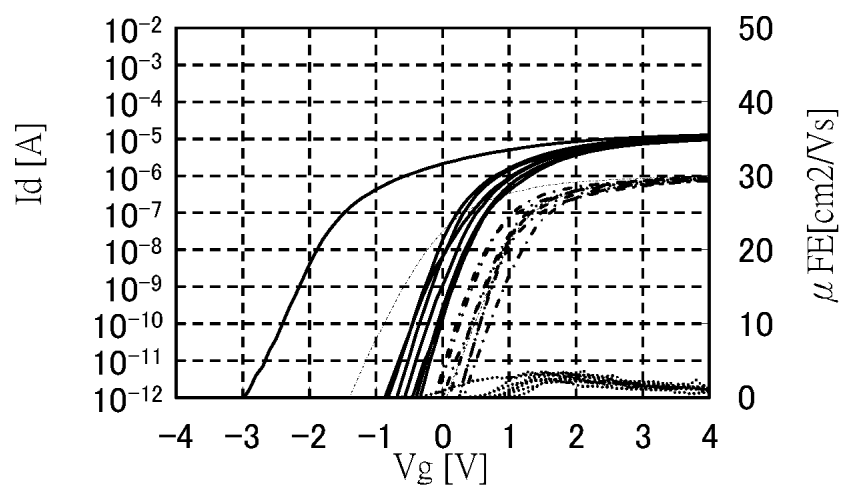


【圖48A】

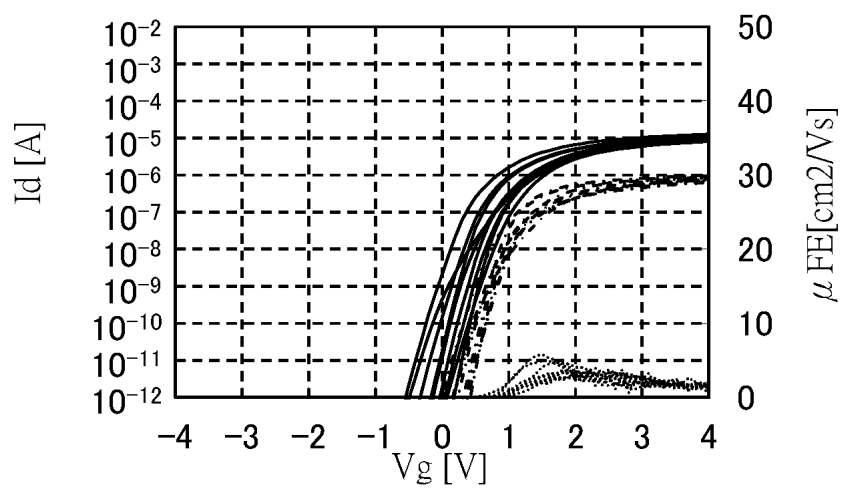


【圖48B】

(79)

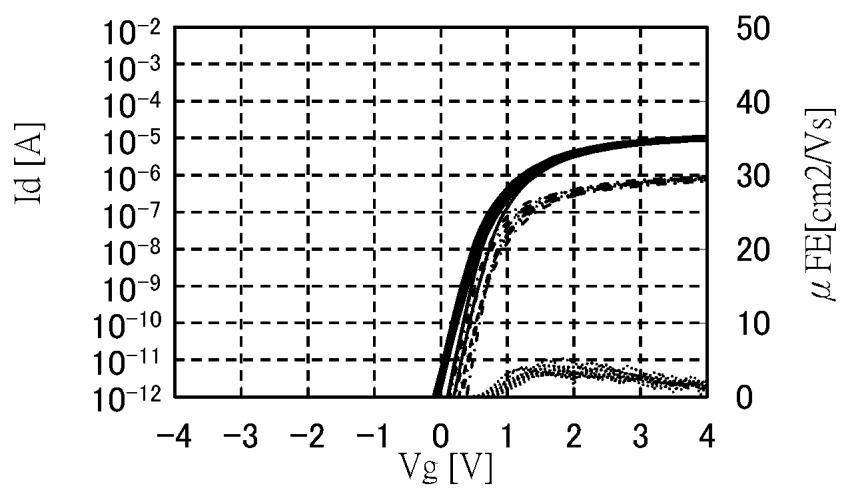


【圖49A】

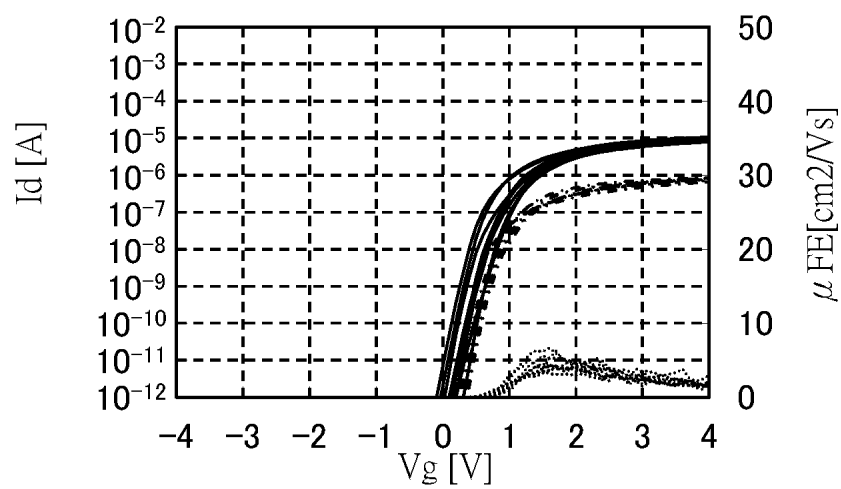


【圖49B】

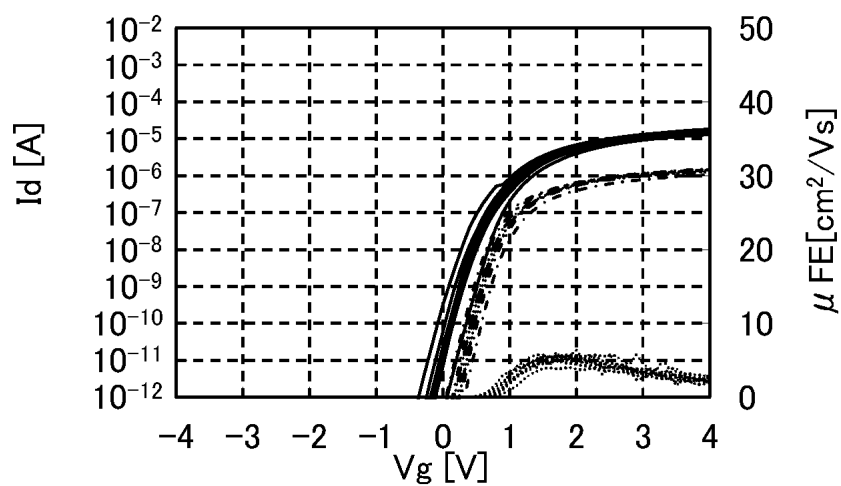
(80)



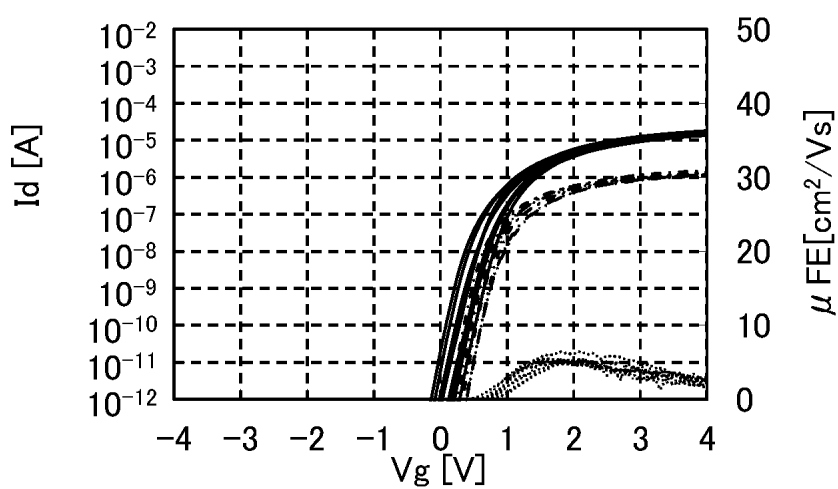
【圖49C】



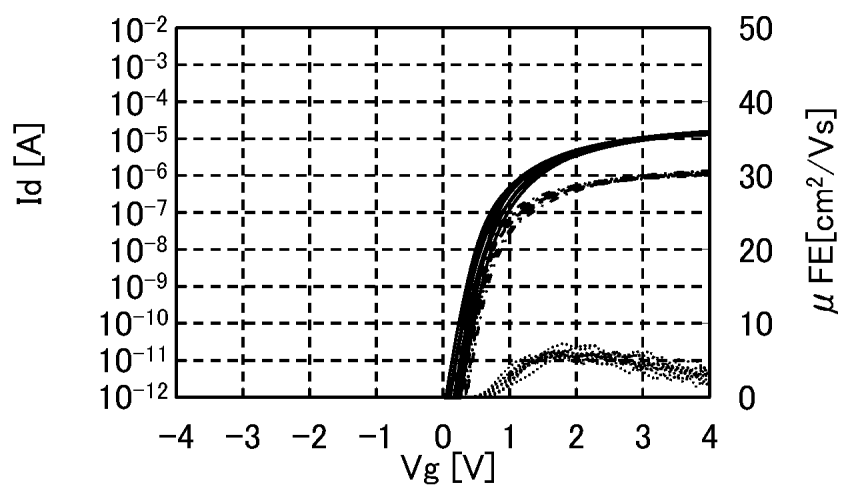
【圖49D】



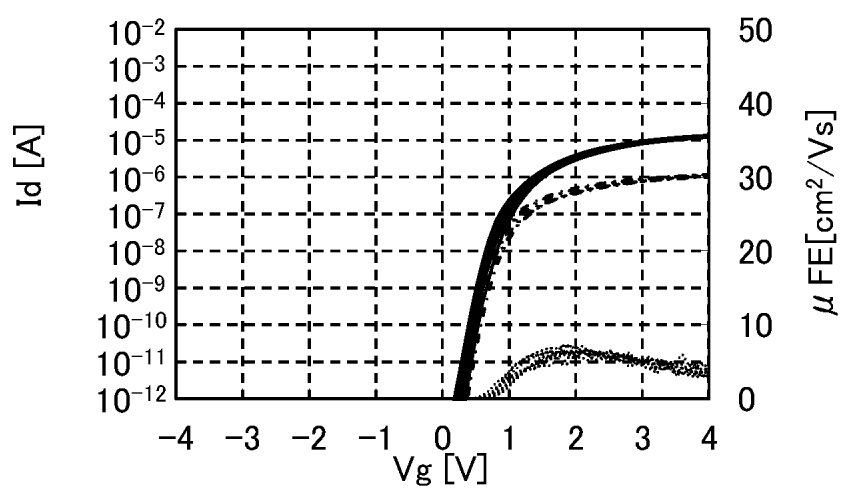
【圖50A】



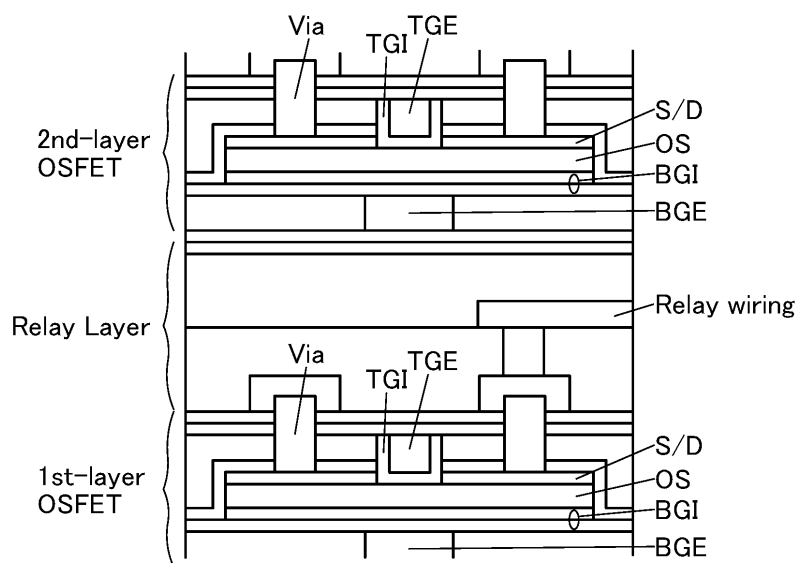
【圖50B】



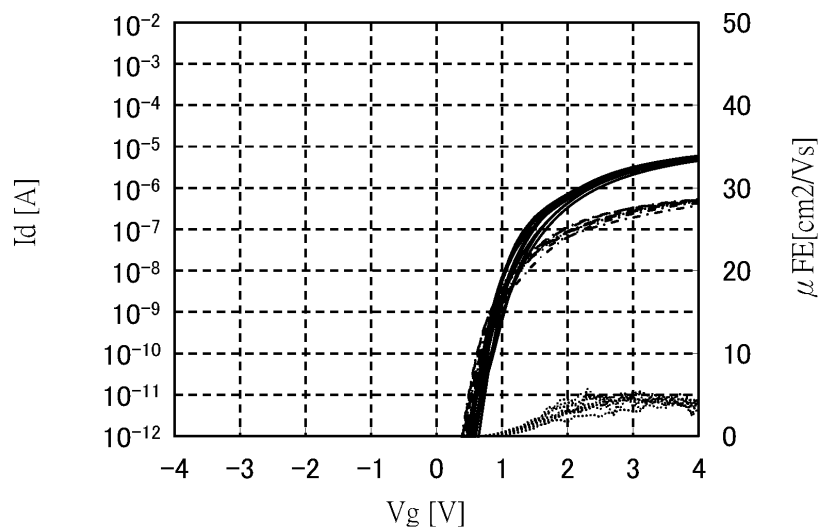
【圖50C】



【圖50D】

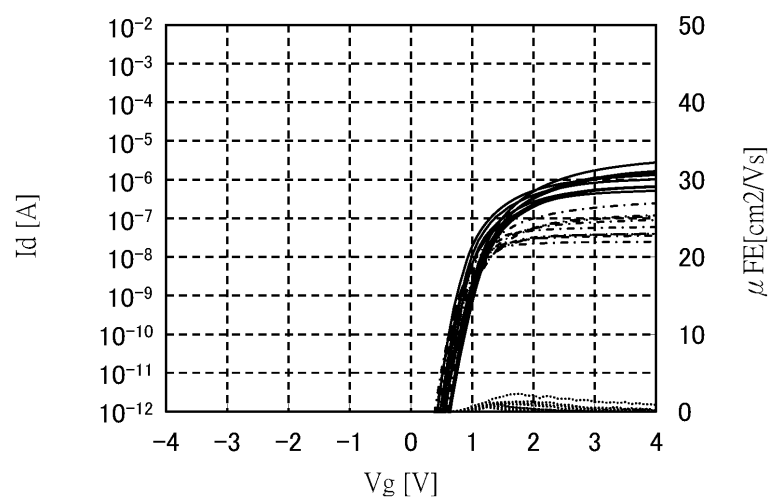


【圖51】



【圖52A】

(84)



【圖52B】