



(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 I812830 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：109101278

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 15 日

(51)Int. Cl. : *H01M10/42 (2006.01)* *H01M10/44 (2006.01)*
 H01M10/48 (2006.01) *H01L21/822 (2006.01)*
 H01L27/04 (2006.01) *H01L21/8234(2006.01)*

(30)優先權：2019/01/24 日本 2019-010581
 2019/01/28 日本 2019-012339
 2019/02/06 日本 2019-019478
 2019/12/04 日本 2019-219308
 2019/12/06 日本 2019-221555

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

日本

(72)發明人：岡本佑樹 OKAMOTO, YUKI (JP)；石津貴彥 ISHIZU, TAKAHIKO (JP)；高橋圭
 TAKAHASHI, KEI (JP)；池田隆之 IKEDA, TAKAYUKI (JP)

(74)代理人：林怡芳；童啓哲

(56)參考文獻：

TW 201730865A

US 2005/0184795A1

審查人員：陳子明

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：31 共 118 頁

(54)名稱

半導體裝置及半導體裝置的工作方法

(57)摘要

提供一種新穎結構的電池控制電路、新穎結構的電池保護電路以及包括該電池電路的蓄電裝置。本發明提供一種半導體裝置，在分別對應於一個二次電池的 n 組的單元平衡電路中，包括電晶體、比較電路、電容器，在 n 組的單元平衡電路的每一個中，電連接電晶體的源極和汲極中的一個與比較電路的反相輸入端子及電容器的一個電極，對電容器的另一個電極供應接地電位，電晶體成為開啟狀態，對電容器的一個電極供應第一電位，電晶體成為關閉狀態，電連接電容器的另一個電極與對應於單元平衡電路的每一個的二次電池的負極，對電容器的一個電極供應第一電位與對應於單元平衡電路的每一個的二次電池的負極的電位之和，以控制對應於單元平衡電路的每一個的二次電池的充電。

指定代表圖：

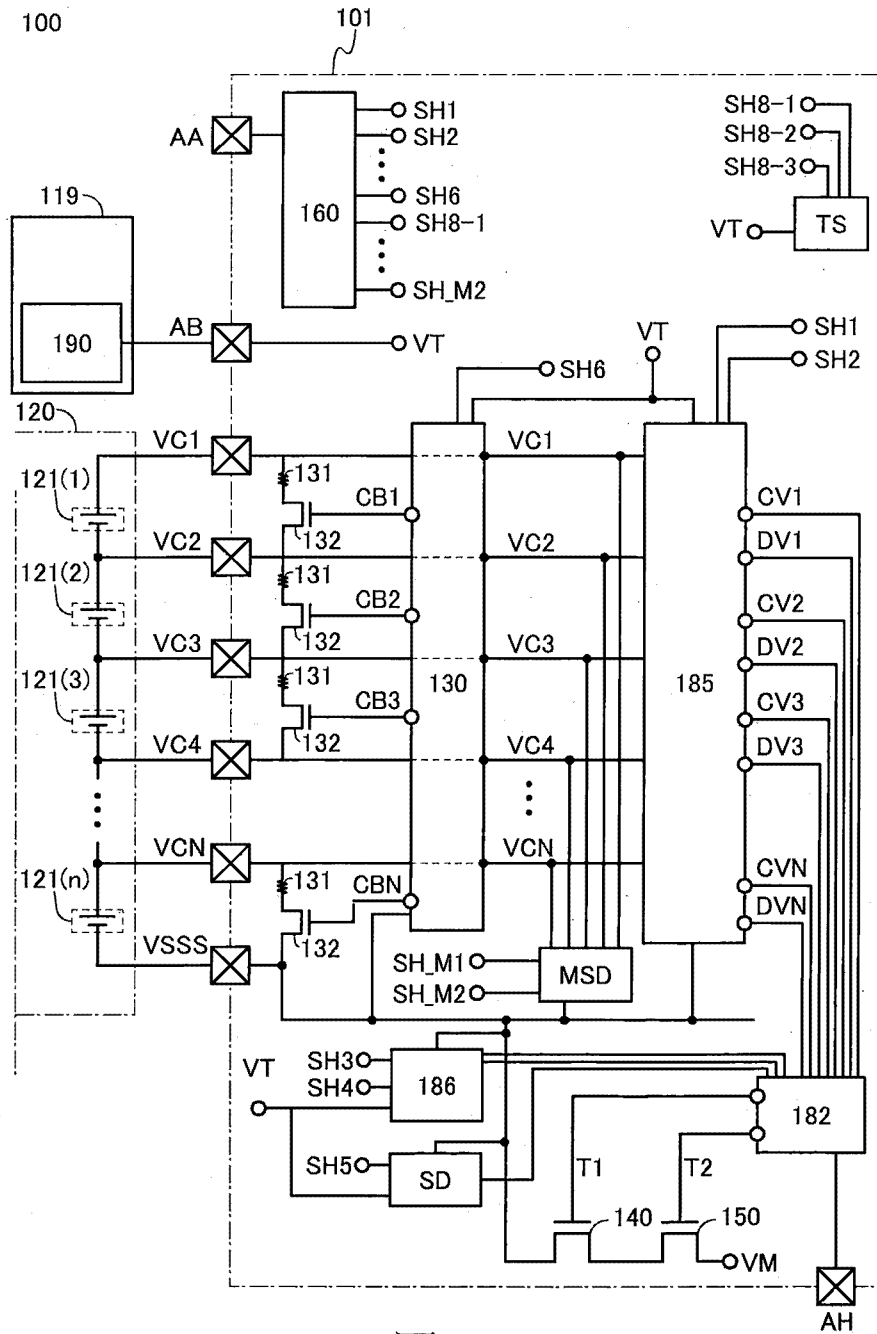


圖 1

符號簡單說明：

- 100:蓄電裝置
- 101:電池控制電路
- 119:電壓生成電路
- 120:組電池
- 121(1):電池單元
- 121(2):電池單元
- 121(3):電池單元
- 121(n):電池單元
- 131:電阻器
- 132:電晶體
- 140:電晶體
- 150:電晶體
- 160:解碼器
- 182:邏輯電路
- 185:檢測電路
- 190:數位類比轉換電路

I812830

發明摘要

【發明名稱】(中文/英文)

半導體裝置及半導體裝置的工作方法

【中文】

提供一種新穎結構的電池控制電路、新穎結構的電池保護電路以及包括該電池電路的蓄電裝置。本發明提供一種半導體裝置，在分別對應於一個二次電池的 n 組的單元平衡電路中，包括電晶體、比較電路、電容器，在 n 組的單元平衡電路的每一個中，電連接電晶體的源極和汲極中的一個與比較電路的反相輸入端子及電容器的一個電極，對電容器的另一個電極供應接地電位，電晶體成為開啟狀態，對電容器的一個電極供應第一電位，電晶體成為關閉狀態，電連接電容器的另一個電極與對應於單元平衡電路的每一個的二次電池的負極，對電容器的一個電極供應第一電位與對應於單元平衡電路的每一個的二次電池的負極的電位之和，以控制對應於單元平衡電路的每一個的二次電池的充電。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 100 蓄電裝置
- 101 電池控制電路
- 119 電壓生成電路
- 120 組電池
- 121 (1) 電池單元
- 121 (2) 電池單元
- 121 (3) 電池單元
- 121 (n) 電池單元
- 131 電阻器
- 132 電晶體
- 140 電晶體
- 150 電晶體
- 160 解碼器
- 182 邏輯電路
- 185 檢測電路
- 190 數位類比轉換電路

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

半導體裝置及半導體裝置的工作方法

【技術領域】

[0001]

本發明的一個實施方式係關於一種半導體裝置及半導體裝置的工作方法。另外，本發明的一個實施方式係關於電池控制電路、電池保護電路、蓄電裝置及電器。

[0002]

本發明的一個實施方式不限定於上述技術領域。本說明書等所公開的發明的技術領域係關於一種物體、方法或製造方法。另外，本發明的一個實施方式係關於一種製程(process)、機器(machine)、產品(manufacture)或者組合物(composition of matter)。因此，明確而言，作為本說明書所公開的本發明的一個實施方式的技術領域的例子，可以舉出顯示裝置、發光裝置、蓄電裝置、攝像裝置、記憶體裝置、這些裝置的驅動方法或這些裝置的製造方法。

【先前技術】

[0003]

蓄電裝置(也稱為電池、二次電池)被應用於小型電器、汽車等各種領域。隨著電池的應用範圍的擴大，利用將多個電池單元串聯連接的多單元結構的電池堆疊的應用增多。

[0004]

蓄電裝置具備檢測出過放電、過充電、過電流或短路等充放電時的異常的電路。如此，在進行電池的保護及控制的電路中，為了檢測出充放電時的異常，取得電壓或電流等的資料。另外，在這種電路中，根據被觀察的資料，停止充放電或進行單元平衡等控制。

[0005]

專利文獻 1 公開了被用作電池保護電路的保護 IC。在專利文獻 1 所記

載的保護 IC 中，公開了其內部設有多個比較器 (Comparator) 並對參考電壓和連接有電池的端子的電壓進行比較來檢測出充放電時的異常的結構。

[0006]

另外，在專利文獻 2 中公開了檢測出二次電池的微小短路的電池狀態檢測裝置及內藏它的電池組。

[0007]

另外，在專利文獻 3 中公開了用來保護串聯連接的二次電池單元的組電池的保護用半導體裝置。

[0008]

[專利文獻 1] 美國專利申請公開第 2011-267726 號說明書

[專利文獻 2] 日本專利申請公開第 2010-66161 號公報

[專利文獻 3] 日本專利申請公開第 2010-220389 號公報

【發明內容】

[0009]

本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種新穎的電池控制電路、新穎的電池保護電路、蓄電裝置及電器等。另外，本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種能夠降低功耗的新穎的結構的電池控制電路、電池保護電路、蓄電裝置及電器等。

[0010]

注意，本發明的一個實施方式的目的不侷限於上述目的。上述列舉的目的並不妨礙其他目的的存在。另外，其他目的是上面沒有提到而將在下面的記載中進行說明的目的。本領域技術人員可以從說明書或圖式等的記載中導出並適當抽出上面沒有提到的目的。注意，本發明的一個實施方式實現上述目的及/或其他目的中的至少一個目的。

[0011]

本發明的一個實施方式是一種半導體裝置的工作方法，該半導體裝置包括： n 組的單元平衡電路，其中， n 組的單元平衡電路的每一個對應於一個二次電池， n 組的單元平衡電路的每一個包括電晶體、比較電路、電容器，在 n 組的單元平衡電路的每一個中，電晶體的通道形成區域具有包含銮的金屬氧化物，在 n 組的單元平衡電路的每一個中，電晶體的源極和汲極中的一個與比較電路的反相輸入端子、電容器的一個電極電連接，並且，半

導體裝置的工作方法包括：對電容器的另一個電極供應接地電位的第一步驟；電晶體成為開啟狀態的第二步驟；對電容器的一個電極供應第一電位的第三步驟；電晶體成為關閉狀態的第四步驟；電連接電容器的另一個電極與對應於單元平衡電路的每一個的二次電池的負極的第五步驟；對電容器的一個電極供應第一電位與對應於單元平衡電路的每一個的二次電池的負極的電位之和的第六步驟；以及從比較電路的輸出輸出控制對應於單元平衡電路的每一個的二次電池的充電的信號的第七步驟。

[0012]

在上述結構中，在 n 組的單元平衡電路的每一個中，比較電路的非反相輸入端子較佳為與對應於單元平衡電路的每一個的二次電池的正極電連接。

[0013]

本發明的一個實施方式是一種半導體裝置，包括：第一比較電路；第二比較電路；第三比較電路；第一電晶體；第二電晶體；第三電晶體；第一電容器；第二電容器；第三電容器；以及選擇電路，其中，從第一比較電路的輸出端子輸出控制二次電池的充電的第一信號，從第二比較電路的輸出端子輸出控制二次電池的充電的第二信號，從第三比較電路的輸出端子輸出控制二次電池的放電的第三信號，第一電晶體的源極和汲極中的一個、第二電晶體的源極和汲極中的一個及第三電晶體的源極和汲極中的一個彼此電連接，第一電晶體的源極和汲極中的另一個與第一比較電路的反相輸入端子及第一電容器的一個電極電連接，第二電晶體的源極和汲極中的另一個與第二比較電路的反相輸入端子及第二電容器的一個電極電連接，第三電晶體的源極和汲極中的另一個與第三比較電路的非反相輸入端子及第三電容器的一個電極電連接，選擇電路包括兩個輸入端子及一個輸出端子，選擇電路的輸出端子與第一電容器的另一個電極、第二電容器的另一個電極、第三電容器的另一個電極電連接，並且，非反相輸入端子反相和輸入端子中的一個與二次電池的負極電連接。

[0014]

在上述結構中，二次電池的正極較佳為與第一比較電路的非反相輸入端子、第二比較電路的非反相輸入端子、第三比較電路的反相輸入端子電連接。在上述結構中，第一電晶體、第二電晶體及第三電晶體的每一個的通道形成區域較佳為具有包含銮的金屬氧化物。

[0015]

本發明的一個實施方式是一種半導體裝置的工作方法，該半導體裝置包括：第一比較電路；第二比較電路；第三比較電路；第一電晶體；第二電晶體；第三電晶體；第一電容器；第二電容器；以及第三電容器，其中，第一電晶體的源極和汲極中的一個、第二電晶體的源極和汲極中的一個及第三電晶體的源極和汲極中的一個彼此電連接，第一電晶體的源極和汲極中的另一個與第一比較電路的反相輸入端子及第一電容器的一個電極電連接，第二電晶體的源極和汲極中的另一個與第二比較電路的反相輸入端子及第二電容器的一個電極電連接，第三電晶體的源極和汲極中的另一個與第三比較電路的非反相輸入端子及第三電容器的一個電極電連接，並且，半導體裝置的工作方法包括：對第一電容器的另一個電極、第二電容器的另一個電極及第三電容器的另一個電極供應接地電位的第一步驟；第一電晶體、第二電晶體、第三電晶體成為開啟狀態的第二步驟；對第一電容器的一個電極供應第一電位的第三步驟；第一電晶體成為關閉狀態的第四步驟；對第二電容器的一個電極供應第二電位的第五步驟；第二電晶體成為關閉狀態的第六步驟；對第三電容器的一個電極供應第三電位的第七步驟；以及第三電晶體成為關閉狀態的第八步驟。

[0016]

在上述結構中，較佳的是，在第三步驟之後，電連接第一電容器的另一個電極與二次電池的負極，對第一電容器的一個電極供應第一電位與二次電池的負極的電位之和，從第一比較電路輸出控制二次電池的充電的信號。

[0017]

在上述結構中，較佳的是，在第五步驟之後，電連接第二電容器的另一個電極與二次電池的負極，對第二電容器的一個電極供應第二電位與二次電池的負極的電位之和，從第二比較電路輸出控制二次電池的充電的信號。

[0018]

在上述結構中，較佳的是，在第七步驟之後，電連接第三電容器的另一個電極與二次電池的負極，對第三電容器的一個電極供應第三電位與二次電池的負極的電位之和，從第三比較電路輸出控制二次電池的放電的信號。

[0019]

本發明的一個實施方式可以提供一種新穎的電池控制電路、新穎的電

池保護電路、蓄電裝置及電器等。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種能夠降低功耗的新穎的結構的電池控制電路、電池保護電路、蓄電裝置及電器等。

[0020]

注意，本發明的一個實施方式的效果不侷限於上述列舉的效果。上述列舉的效果並不妨礙其他效果的存在。其他效果是下面記載的在本節中未說明的效果。本領域技術人員可以從說明書或圖式等的記載導出並適當地抽出該在本節中未說明的效果。注意，本發明的一個實施方式至少具有上述列舉的效果及/或其他效果中的一個效果。因此，本發明的一個實施方式有時不具有上述列舉的效果。

【圖式簡單說明】

[0021]

在圖式中：

圖 1 是說明本發明的一個實施方式的方塊圖；

圖 2A 是說明本發明的一個實施方式的電路圖，圖 2B 是說明本發明的一個實施方式的電路圖；

圖 3A 是說明本發明的一個實施方式的方塊圖，圖 3B 是說明本發明的一個實施方式的方塊圖；

圖 4 是說明本發明的一個實施方式的方塊圖；

圖 5A 是說明本發明的一個實施方式的蓄電裝置的工作的方塊圖，圖 5B 是說明本發明的一個實施方式的電路圖，圖 5C 是說明本發明的一個實施方式的電路圖，圖 5D 是說明本發明的一個實施方式的電路圖；

圖 6 是說明本發明的一個實施方式的方塊圖；

圖 7A 是說明本發明的一個實施方式的電路圖，圖 7B 是說明本發明的一個實施方式的電路圖；

圖 8A 是說明本發明的一個實施方式的電路圖，圖 8B 是說明本發明的一個實施方式的電路圖，圖 8C 是說明本發明的一個實施方式的電路圖；

圖 9 是說明本發明的一個實施方式的電路圖；

圖 10 是示出半導體裝置的結構例子的剖面圖；

圖 11 是示出半導體裝置的結構例子的剖面圖；

圖 12A 是示出電晶體的結構例子的剖面圖，圖 12B 是示出電晶體的結

構例子的剖面圖，圖 12C 是示出電晶體的結構例子的剖面圖；

圖 13A 是示出半導體裝置的一個例子的立體圖，圖 13B 是示出半導體裝置的一個例子的立體圖，圖 13C 是示出半導體裝置的一個例子的立體圖；

圖 14A 是示出半導體裝置的一個例子的立體圖，圖 14B 是示出半導體裝置的一個例子的立體圖；

圖 15A 是示出電子構件的製程的流程圖，圖 15B 是示出電子構件的製程的立體示意圖；

圖 16A 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 16B 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 16C 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 16D 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖；

圖 17A 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 17B 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 17C 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖；

圖 18A 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 18B 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 18C 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖；

圖 19A 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 19B 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖；

圖 20A 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 20B 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 20C 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖；

圖 21 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖；

圖 22A 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 22B 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 22C 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 22D 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖，圖 22E 是說明本發明的一個實施方式的電器的圖；

圖 23A、圖 23B、圖 23C 是本發明的一個實施方式的系統的一個例子；

圖 24A、圖 24B 是本發明的一個實施方式的系統的一個例子；

圖 25 是本發明的一個實施方式的系統的一個例子；

圖 26 是本發明的一個實施方式的蓄電裝置的工作例子；

圖 27A、圖 27B、圖 27C 是比較器的工作結果；

圖 28 是示出本發明的一個實施方式的立體圖；

圖 29 是示出本發明的一個實施方式的照片；

圖 30 是示出半導體的結構例子的剖面圖；

圖 31A 是示出電晶體的結構例子的剖面圖，圖 31B 是示出電晶體的結構例子的剖面圖，圖 31C 是示出電晶體的結構例子的剖面圖。

【實施方式】

[0022]

下面，參照圖式對實施方式進行說明。注意，所屬技術領域的通常知識者可以很容易地理解一個事實，就是實施方式可以以多個不同形式來實施，其方式和詳細內容可以在不脫離本發明的精神及其範圍的條件下被變換為各種各樣的形式。因此，本發明不應該被解釋為僅限定在以下所示的實施方式所記載的內容中。

[0023]

另外，在本說明書等中，“第一”、“第二”、“第三”等序數詞是為了避免組件的混淆而附加上的。因此，這不是為了限定組件的數量而附加上的。此外，這不是為了限定組件的順序而附加上的。例如，在本說明書等的實施方式之一中附有“第一”的組件有可能在其他實施方式或申請專利範圍中附有“第二”。此外，例如，在本說明書等的實施方式之一中附有“第一”的組件有可能在其他實施方式或申請專利範圍中被省略。

[0024]

在圖式中，有時使用同一元件符號表示同一組件、具有相同功能的組件、由同一材料形成的組件或者同時形成的組件等，並且有時省略重複說明。

[0025]

此外，為了便於對發明的理解，圖式等示出的各結構的位置、大小和範圍等有時不表示實際上的位置、大小和範圍等。因此，所公開的發明不一定侷限於圖式等所公開的位置、大小、範圍等。例如，在實際的製程中，有時由於蝕刻等處理而光阻遮罩等被非意圖性地蝕刻，但是為了便於理解有時省略圖示。

[0026]

另外，尤其在俯視圖（也稱為平面圖）或透視圖等中，為了易於理解圖式，有時省略部分組件的記載。

[0027]

另外，在本說明書等中，“電極”或“佈線”不在功能上限定其組件。例如，有時將“電極”用作“佈線”的一部分，反之亦然。再者，“電極”或“佈線”還包括多個“電極”或“佈線”被形成為一體的情況等。

[0028]

另外，在本說明書等中，“上”或“下”不侷限於組件的位置關係為“正上”或“正下”且直接接觸的情況。例如，“絕緣層 A 上的電極 B”不需要在絕緣層 A 上直接接觸地形成有電極 B，也可以包括在絕緣層 A 與電極 B 之間包括其他組件的情況。

[0029]

另外，由於“源極”及“汲極”的功能，例如在採用不同極性的電晶體時或在電路工作中電流的方向變化時等，根據工作條件等而相互調換，因此很難限定哪個是“源極”，哪個是“汲極”。因此，在本說明書中，“源極”及“汲極”可以互相調換。

[0030]

在本說明書等中，“電連接”包括直接連接的情況或藉由“具有某種電作用的元件”連接的情況。在此，“具有某種電作用的元件”只要可以進行連接對象間的電信號的授收，就對其沒有特別的限制。因此，即便記載為“電連接”，在實際電路中有時存在沒有物理連接的部分而只是佈線延伸的情況。

[0031]

另外，在本說明書中，“平行”例如是指是在 -10° 以上且 10° 以下的角度的範圍中配置兩條直線的狀態。因此，也包括角度為 -5° 以上且 5° 以下的情況。另外，“垂直”或“正交”例如是指是在 80° 以上且 100° 以下的角度的範圍中配置兩條直線的狀態。因此，也包括角度為 85° 以上且 95° 以下的情況。

[0032]

另外，在本說明書等中，除非特別敘述，關於計數值或計量值提到“同一”、“相同”、“相等”或“均勻”等的情况下，包括 $\pm 20\%$ 的變動作為誤差。

[0033]

另外，在本說明書中，當在形成光阻遮罩之後進行蝕刻處理時，在沒有特別說明的情況下，在蝕刻處理結束之後去除該光阻遮罩。

[0034]

另外，電壓多指某個電位與參考電位（例如，接地電位或源極電位等）

之間的電位差。因此，有時也可以互換“電壓”與“電位”的稱謂。在本說明書等中，除非特別敘述，電壓和電位是可以互換的。

[0035]

注意，例如當導電性充分低時，即使表示為“半導體”也具有“絕緣體”的特性。因此，也可以使用“絕緣體”代替“半導體”。此時，“半導體”和“絕緣體”的境界模糊，因此難以精確地區別。由此，有時可以將本說明書所記載的“半導體”換稱為“絕緣體”。

[0036]

另外，例如當導電性充分高時，即使表示為“半導體”也具有“導體”的特性。因此，也可以使用“導體”代替“半導體”。此時，“半導體”和“導體”的境界模糊，因此難以精確地區別。由此，有時可以將本說明書所記載的“半導體”換稱為“導體”。

[0037]

注意，在本說明書等中，電晶體的“開啟狀態”是指電晶體的源極和汲極電短路的狀態（還稱為“導通狀態”）。另外，電晶體的“關閉狀態”是指電晶體的源極和汲極電斷開的狀態（還稱為“非導通狀態”）。

[0038]

另外，在本說明書等中，“通態電流（on-state current）”有時是指在電晶體處於開啟狀態時流過源極與汲極之間的電流。另外，“關態電流（off-state current）”有時是指在電晶體處於關閉狀態時流過源極與汲極之間的電流。

[0039]

另外，在本說明書等中，高電源電位 VDD（也稱為“VDD”或“H 電位”）是指比低電源電位 VSS 高的電位的電源電位。另外，低電源電位 VSS（也稱為“VSS”或“L 電位”）是指比高電源電位 VDD 低的電位的電源電位。此外，也可以將接地電位用作 VDD 或 VSS。例如，在 VDD 是接地電位時，VSS 是低於接地電位的電位，在 VSS 是接地電位時，VDD 是高於接地電位的電位。

[0040]

另外，在本說明書等中，閘極是指閘極電極及閘極佈線的一部分或全部。閘極佈線是指用來電連接至少一個電晶體的閘極電極與其他電極或其他佈線的佈線。

[0041]

另外，在本說明書等中，源極是指源極區域、源極電極及源極佈線的

一部分或全部。源極區域是指半導體層中的電阻率為一定值以下的區域。源極電極是指導電層中的連接到源極區域的部分。源極佈線是指用來電連接至少一個電晶體的源極電極與其他電極或其他佈線的佈線。

[0042]

另外，在本說明書等中，汲極是指汲極區域、汲極電極及汲極佈線的一部分或全部。汲極區域是指半導體層中的電阻率為一定值以下的區域。汲極電極是指導電層中的連接到汲極區域的部分。汲極佈線是指用來電連接至少一個電晶體的汲極電極與其他電極或其他佈線的佈線。

[0043]

實施方式 1

在本實施方式中，對電池控制電路及具備該電池控制電路的蓄電裝置的結構進行說明。

[0044]

有時將本發明的一個實施方式的電池控制電路或者具備該電池控制電路的蓄電裝置稱為“BTOS”。有時“BTOS”可以以低功耗構成系統。有時“BTOS”可以以簡單的電路構成系統。

[0045]

本發明的一個實施方式的電池控制電路具有控制電池的功能。例如，具有改變電池的充電或放電的條件的功能。該條件例如包括電流密度、上限電壓、下限電壓、模式的切換等。作為模式，例如，可以舉出定電流模式、定電壓模式等。此外，本發明的一個實施方式的電池控制電路較佳為具有保護電池的功能。例如，具有停止電池的充電或放電的功能。例如，具有檢測過充電之後使電池放電的功能。例如，具有檢測電池的異常之後停止電池的工作或改變電池的條件的功能。停止電池的工作例如可以舉出充電的停止或者放電的停止。電池的異常例如可以舉出過充電、過放電、充電時的過電流、放電時的過電流、短路、後面說明的微短路、工作溫度的從規定範圍的越出等。此外，本發明的一個實施方式的電池控制電路有時被稱為電池保護電路。

[0046]

〈蓄電裝置的一個例子 1〉

圖 1 示出蓄電裝置 100 的一個例子。圖 1 所示的蓄電裝置 100 包括電池控制電路 101、電壓生成電路 119 及組電池 120。在電池控制電路 101 中

較佳為安裝有使用在通道形成區域中包含氧化物半導體的電晶體（以下，稱為 OS 電晶體）的電路。

[0047]

電池控制電路 101 包括單元平衡電路 130、檢測電路 185、檢測電路 186、檢測電路 MSD、檢測電路 SD、溫度感測器 TS、解碼器 160 及邏輯電路 182。

[0048]

此外，電池控制電路 101 包括電晶體 140 及電晶體 150。作為電晶體 140 及電晶體 150 可以使用 OS 電晶體。

[0049]

作為電池控制電路 101 中的單元平衡電路 130、檢測電路 185、檢測電路 186、檢測電路 MSD、檢測電路 SD、溫度感測器 TS、解碼器 160 以及邏輯電路 182 所包括的電晶體可以使用 OS 電晶體。在這些電路中也可以包括 OS 電晶體以及在設置有該 OS 電晶體的層的下層構成的 Si 電晶體。或者，這些電路也可以由 OS 電晶體構成，在其下層使用 Si 電晶體構成與這些電路不同的電路。或者，也可以不在這些電路的下層設置 Si 電晶體。

[0050]

作為一個例子，解碼器 160 所包括的電晶體也可以由 OS 電晶體構成，且在其下層電壓生成電路 119 所包括的電晶體也可以由 Si 電晶體構成。

[0051]

當作為電池控制電路 101 中的單元平衡電路 130、檢測電路 185、檢測電路 186、檢測電路 MSD、檢測電路 SD、溫度感測器 TS、解碼器 160 以及邏輯電路 182 所包括的電晶體、電晶體 140、電晶體 150 使用設置在同一基板上的一個氧化物半導體層或者多個氧化物半導體層被用作通道形成區域的 OS 電晶體時，電池控制電路 101 可以設置在同一基板上。此時，例如，後面說明的端子 AA、端子 AB 及端子 AH 用於與設置在不同於電池控制電路 101 的基板的電路，例如 MCU、MPU 等的運算電路之間的信號的收發。

[0052]

端子 AA、端子 AB 及端子 AH 有時被稱為“外部端子”。

[0053]

組電池 120 包括多個電池單元 121。在圖 1 中示出包括 N 個電池單元 121 的例子。有時將第 k 電池單元（k 為 1 以上且 N 以下的整數）表示為電池單元 121 (k)。組電池 120 所包括的多個電池單元串聯電連接。

[0054]

這裡，作為電池單元例如可以使用後面說明的實施方式所示的二次電池。例如，可以使用包括捲繞的電池元件的二次電池。此外，電池單元較佳為包括外包裝體。例如，可以使用圓筒型外包裝體或方型外包裝體等。作為外包裝體的材料可以使用覆蓋絕緣體的金屬板或夾在絕緣體之間的金屬薄膜等。電池單元例如包括一對正極及負極。此外，電池單元也可以包括與正極電連接的端子以及與負極電連接的端子。此外，有時電池單元具有本發明的一個實施方式的電池控制電路的一部分的結構。

[0055]

單元平衡電路 130 具有控制組電池 120 所包括的各個電池單元 121 的充電的功能。檢測電路 185 具有檢測組電池 120 的過充電及過放電的功能。檢測電路 186 具有檢測組電池 120 的放電過電流及放電過電流的功能。

[0056]

檢測電路 MSD 具有檢測微短路的功能。

[0057]

微短路是指二次電池內部的極小的短路，不是由於二次電池的正極和負極之間發生短路而不能進行充放電的狀態，而是在極小的短路部分中短時間短路電流流過的現象。微短路的原因被估計為由於進行充放電多次而導致劣化，因此在電池內部析出鋰或鈷等的金屬元素，並且該析出物長大來在正極的一部分和負極的一部分局部發生電流的集中，由此產生隔離體的一部分不工作的部分或產生副反應產物。

[0058]

檢測電路 SD 例如檢測使用組電池 120 工作的電路群的短路。此外，檢測電路 SD 例如檢測組電池 120 的充電電流及放電電流。

[0059]

電池控制電路 101 包括與組電池 120 所包括的 N 個電池單元 121 的每一個的正極電連接的端子 VC1 至端子 VCN、與第 N 電池單元 121 的負極電連接的端子 VSSS。

[0060]

此外，電池控制電路 101 包括端子群 AA、端子群 AB 以及端子群 AH。端子群 AA、端子群 AB 以及端子群 AH 分別包括一個端子或者多個端子。

[0061]

對解碼器 160 從端子群 AA 供應對應於規定位元數的數位信號。解碼器

160 具有如下功能：生成並輸出供應給單元平衡電路 130 所包括的端子 SH6 的信號、供應給檢測電路 185 所包括的端子 SH1 及端子 SH2 的信號、供應給檢測電路 186 所包括的端子 SH3 及端子 SH4 的信號、供應給檢測電路 SD 所包括的端子 SH5 的信號以及供應給溫度感測器 TS 所包括的端子 SH8-1、端子 SH8-2 及端子 SH8-3 的信號。

[0062]

電壓生成電路 119 包括數位類比轉換電路 190。在電壓生成電路 119 中生成的電位例如藉由數位類比轉換電路 190 轉換為類比信號之後，供應給端子群 AB。

[0063]

在供應給電池控制電路所包括的每個電路的電位彼此不同時或者對一個電路供應多個電位時，在本發明的一個實施方式的電池控制電路中，可以供應各電位，而不需要設置對應於所需要的電位數的端子。因此，可以減少端子數。更明確而言，例如，在本發明的一個實施方式的電池控制電路中，藉由單元平衡電路 130、檢測電路 185 等的電路包括 OS 電晶體，可以減少端子群 AB 的端子數。例如，從一個端子輸入的信號依次供應給每個電路，可以使用包括 OS 電晶體的記憶體保持信號。在圖 1 所示的例子中，端子群 AB 與一個端子（以下，端子 VT）電連接，端子 VT 對單元平衡電路 130、檢測電路 185、檢測電路 186、檢測電路 SD 及溫度感測器 TS 分別供應類比信號。

[0064]

此外，由於藉由記憶體保持從電壓生成電路 119 供應的信號，在對每個電路供應信號之後，使電壓生成電路 119 的電源關閉，或者使電壓生成電路 119 成為待機狀態，因此可以減少電壓生成電路 119 的功耗。例如，可以進行電壓生成電路的電源閘控。

[0065]

作為記憶體，可以使用圖 2A 所示的記憶體 114 的結構。圖 2A 所示的記憶體 114 包括電容器 161 及電晶體 162。

[0066]

作為電晶體 162，較佳為使用 OS 電晶體。在本發明的一個實施方式的結構中，藉由使用包括 OS 電晶體的記憶體 114，可以利用關閉時源極與汲極間流過的洩漏電流（以下，關態電流）極低的情況在記憶體中保持所希望的電壓。

[0067]

圖 2B 與圖 2A 的不同之處在於記憶體 114 所包括的電晶體 162 包括第二閘極。第二閘極有時被稱為背閘極或者底閘極。關於 OS 電晶體所包括的第二閘極，在後面的實施方式中進行詳細說明。

[0068]

端子群 AH 較佳為具有對邏輯電路 182 供應信號的功能以及將來自邏輯電路 182 的信號供應給設置在電池控制電路 101 的外部的電路的功能。

[0069]

邏輯電路 182 具有根據來自檢測電路 185、檢測電路 186、檢測電路 SD、檢測電路 MSD 以及溫度感測器 TS 的輸出信號控制電晶體 140 及電晶體 150 的功能。此外，邏輯電路 182 也可以對設置在電池控制電路 101 的外部或內部的充電電路供應信號。此時，例如，根據從邏輯電路 182 供應給該充電電路的信號控制二次電池的充電。這裡，例如充電電路具有控制電池的充電的條件的功能。或者，將控制電池的充電條件的信號供應給其他電路，例如供應給控制本發明的一個實施方式所包括的解碼器 160、單元平衡電路、過充電檢測電路、電晶體 140、電晶體 150、電晶體 140 及電晶體 150 的電路等。

[0070]

電晶體 140 及電晶體 150 具有控制對組電池 120 的充電或放電的功能。作為一個例子，電晶體 140 藉由邏輯電路 182 所供應的控制信號 T1 控制導通狀態或非導通狀態，控制是否使組電池 120 充電。此外，電晶體 150 藉由邏輯電路 182 所供應的控制信號 T2 控制導通狀態或非導通狀態，控制是否使組電池 120 放電。此外，在圖 1 所示的例子中，電晶體 140 的源極和汲極中的一個與端子 VSSS 電連接。電晶體 140 的源極和汲極中的另一個與電晶體 150 的源極和汲極中的一個電連接。電晶體 150 的源極和汲極中的另一個與端子 VM 電連接。端子 VM 例如與充電器的負極電連接。此外，端子 VM 例如與放電時的負載電連接。

[0071]

電池控制電路 101 也可以具有觀測組電池 120 所包括的電池單元 121 的各端子的電壓值（監視電壓）以及在組電池中流過的電流值（監視電流）的功能。例如也可以具有觀測電晶體 140 或電晶體 150 的通態電流作為監視電流的結構。或者，在電晶體 140 等中串聯設置電阻器，也可以觀測該電阻器的電流值。

[0072]

電池控制電路 101 也可以具有測量電池單元 121 的溫度且根據所測量的溫度控制電池單元的充電及放電的功能。例如由於在低溫下二次電池的電阻增加，因此有時降低充電電流密度及放電電流密度。此外，由於在高溫下降低二次電池的電阻，因此有時提高放電電流密度。此外，在因在高溫下充電電流的提高導致二次電池特性的劣化時，例如，控制為劣化得到抑制的充電電流即可。充電條件、放電條件等的資料較佳為儲存在本發明的一個實施方式的電池控制電路 101 所包括的記憶體電路等中。另外，在因充電導致電池控制電路 101 或組電池 120 的溫度上升時，較佳為根據所測量的溫度控制充電。例如隨著溫度上升抑制充電電流即可。

[0073]

較佳為對組電池 120 所包括的多個電池單元 121 的每一個設置本發明的一個實施方式的一個單元平衡電路 130 及一個檢測電路 185。

[0074]

參照圖 3A 說明單元平衡電路 130 及檢測電路 185 的組件。在圖 3A 中，為了簡化，示出對應於一個電池單元 121 的單元平衡電路 130 及檢測電路 185。

[0075]

在圖 3A 中示出一個電池單元 121 與單元平衡電路 130 及檢測電路 185 連接的例子。檢測電路 185 包括電路 185c 及電路 185d。檢測電路 185 具有檢測過充電的功能，檢測電路 186 具有檢測過放電的功能。

[0076]

在圖 3A 中，電晶體 132 及電阻器 131 串聯連接，電晶體 132 的源極和汲極中的一個與電池單元 121 的負極電連接，另一個與電阻器的一個電極電連接。電阻器的另一個電極與二次電池的正極電連接。

[0077]

這裡，電晶體 132 的源極和汲極中的一個、另一個及電阻器 131 的另一個電極分別也可以與電池單元 121 的正極、電阻器 131 的一個電極及電池單元 121 的負極電連接。

[0078]

在圖 3A 中，單元平衡電路 130 及檢測電路 185 分別包括開關 SW。每個開關 SW 與端子 VC2 及被供應接地電位的端子電連接，具有任一個端子的電位供應給電容器 161 的一個電極的功能。

[0079]

如圖 3B 所示，單元平衡電路 130 及檢測電路 185 也可以包括共同開關 SW。

[0080]

在圖 3A 中，單元平衡電路 130、電路 185c 及電路 185d 分別包括比較器 113 及記憶體 114。記憶體 114 包括電容器 161 及電晶體 162。單元平衡電路 130、電路 185c 及電路 185d 所包括的每個電晶體 162 的源極和汲極中的一個與共同端子電連接，這裡與端子 VT 電連接。每個電晶體 162 的源極和汲極中的另一個與每個電路所包括的電容器 161 的另一個電極及比較器 113 的非反相輸入端子或反相輸入端子電連接。

[0081]

在圖 3A 中，單元平衡電路 130 與電池單元 121 的正極及負極電連接。電池單元 121 的正極與端子 VC1 電連接，負極與端子 VC2 電連接。在單元平衡電路 130 中，電晶體 162 的源極和汲極中的另一個與比較器 113 的反相輸入端子電連接，電晶體 162 的閘極與端子 SH6 電連接。在單元平衡電路 130 中，比較器 113 的非反相輸入端子較佳為與端子 VC1 電連接。或者，如圖 3A 所示，也可以對比較器 113 的非反相輸入端子供應在端子 VC1 與端子 VC2 之間進行了電阻分割的電壓。在單元平衡電路 130 中將與電晶體 162 的源極和汲極中的另一個連接的節點被稱為節點 N6。

[0082]

在圖 3A 中，檢測電路 185 與電池單元 121 的正極及負極電連接。在電路 185c 中，電晶體 162 的源極和汲極中的另一個與比較器的反相輸入端子電連接，電晶體 162 的閘極與端子 SH1 電連接。在電路 185c 中，較佳的是，比較器 113 的非反相輸入端子與端子 VC1 電連接。或者，如圖 3A 所示，也可以對比較器 113 的非反相輸入端子供應在端子 VC1 與端子 VC2 之間進行了電阻分割的電壓。在電路 185c 中，與電晶體 162 的源極和汲極中的另一個連接的節點被稱為節點 N1。

[0083]

在電路 185d 中，電晶體 162 的源極和汲極中的另一個與比較器的非反相輸入端子電連接，電晶體 162 的閘極與端子 SH2 電連接。在電路 185d 中，較佳的是，比較器 113 的反相輸入端子與端子 VC1 電連接。或者，如圖 3 所示，也可以對比較器 113 的反相輸入端子供應在端子 VC1 與端子 VC2 之間進行電阻分割的電壓。在電路 185d 中，與電晶體 162 的源極和汲極中的

另一個連接的節點被稱為節點 N2。

[0084]

在單元平衡電路 130 及檢測電路 185 中，與各個電路所包括的電容器 161 的另一個電極連接的節點（這裡，節點 N6、節點 N1 及節點 N2）藉由使電晶體 162 成為關閉狀態保持電位。

[0085]

端子 VT 依次對單元平衡電路 130、電路 185c 及電路 185d 供應類比信號。依次對節點 N6、節點 N1 及節點 N2 供應類比信號並保持該類比信號。在對第一節點供應類比信號之後，藉由使與節點連接的電晶體 162 成為關閉狀態，保持第一節點的電位。然後，對第二節點供應電位並保持該電位，然後，供應第三節點的電位並保持該電位。電晶體 162 的開啟與關閉的控制由從解碼器 160 輸出的信號（這裡，供應給端子 SH1、端子 SH2 及端子 SH6 的信號）控制。

[0086]

接著，在節點中保持電位的狀態下，藉由切換開關 SW 供應給電容器 161 的一個電極的電位從接地電位變動至端子 VC2 的電位，藉由電容耦合，可以使保持在節點 N6、節點 N1 及節點 N2 中的各個電位變動端子 VC2 與接地電位的差值。

[0087]

如此，單元平衡電路 130 及檢測電路 185 在節點 N6、節點 N1 及節點 N2 中可以保持從端子 VT 供應的電位和端子 VC2 的電位之和。這裡，由於端子 VC2 為電池單元 121 的負極電位，所以在節點 N6、節點 N1 及節點 N2 中可以保持從端子 VT 供應的電位與電池單元 121 的負極的電位之和。

[0088]

圖 4 示出將圖 3A 所示的單元平衡電路 130 及檢測電路 185 設置在組電池 120 所包括的電池單元 121 的每一個的例子。組電池 120 包括 N 個電池單元 121。將第 k 電池單元 121 (k 為 1 以上且 N 以下的整數) 表示為電池單元 121 (k)。將與電池單元 121 (k) 連接的單元平衡電路 130 表示為單元平衡電路 130 (k)，將與電池單元 121 (k) 連接的檢測電路 185 表示為檢測電路 185 (k)。以下，將單元平衡電路 130 (1) 至單元平衡電路 130 (N) 表示為單元平衡電路 130。此外，將檢測電路 185 (1) 至檢測電路 185 (N) 表示為檢測電路 185。

[0089]

單元平衡電路 130 及檢測電路 185 具有分別控制所連接的多個電池單元 121 的每一個的兩端的電壓差（正極與負極的電壓差）的功能。

[0090]

單元平衡電路 130 能夠作為每個電池單元 121 的正極的第一上限電壓在記憶體 114 中保持較佳的值。

[0091]

單元平衡電路 130 (k) 所包括的節點 N6 為節點 N6 (k)。單元平衡電路 130 (k) 所包括的開關 SW 與電池單元 (k) 的負極的電位電連接。換言之，對每個單元平衡電路 130 所包括的開關 SW 供應對應於每個電池單元的負極的電位。在節點 N6 (k) 中可以保持從端子 VT 供應的電位和電池單元 121 (k) 的負極的電位之和。

[0092]

如此，由於可以對每個單元平衡電路供應以每個電池單元的負極為基準使用從端子 VT 供應的共用電位的電位，所以可以對 N 個電池單元使用共同的端子。因此，可以減少端子數。

[0093]

單元平衡電路 130 根據電池單元 121 的正極的電壓與比較器 113 的非反相輸入端子的電壓的關係進行控制以使電晶體 132 成為開啟狀態或關閉狀態。藉由進行電晶體 132 的控制，可以調整在電阻器 131 中流過的電流量與在電池單元 121 中流過的電流量的比例。例如，在停止電池單元 121 的充電時，使電流流過電阻器 131，以對在電池單元 121 中流過的電流加以限制。

[0094]

在圖 1 中，多個電池單元 121 在端子 VDDD 與端子 VSSS 之間串聯電連接。藉由在端子 VDDD 與端子 VSSS 之間流過電流，可以進行多個電池單元 121 的充電。

[0095]

考慮在多個電池單元 121 之一的電池單元 121 中，正極到達規定的電壓之後，對電流加以限制的情況。在這種情況下，藉由在與該電池單元並聯連接的電晶體 132 及電阻器 131 中流過電流，在端子 VDDD 與端子 VSSS 之間的電流的路徑不被遮斷的情況下，可以繼續進行正極未到達規定的電壓的其他電池單元 121 的充電。就是說，在充電結束的電池單元 121 中，藉由使電晶體 132 成為開啟狀態停止充電，在充電未結束的電池單元 121

中，在使電晶體 132 處於關閉狀態下繼續進行充電。

[0096]

在例如每個電池單元 121 具有電阻的偏差時，有時電阻低的某個電池單元 121 的充電首先結束，與某個電池單元 121 相比電阻高的電池單元 121 的充電不充分。這裡，充電不充分例如是指正極與負極的電壓差低於所希望的電壓。藉由使用單元平衡電路 130，可以對充電時的電池單元 121 的正極的電壓以每個電池單元的負極的電壓為基準進行控制。

[0097]

在本發明的一個實施方式的單元平衡電路中，在不使用設置在電池控制電路 101 的外部的電路，例如 MPU 或 MCU 等的運算電路的情況下，可以控制一個電池單元或者多個電池單元的充電電壓或者充電容量等。

[0098]

換言之，藉由使用 N 個單元平衡電路 130，可以減少多個電池單元 121 的充電後的狀態，例如滿充電時的偏差。因此，有時組電池 120 整體的容量得到提高。此外，藉由提高容量，有時可以減少電池單元 121 的充放電循環次數，因此可以提高組電池 120 的耐久性。

[0099]

電路 185c 可以將每個電池單元 121 的充電時的正極的第二上限電壓保持在記憶體 114 中。該第二上限電壓有時被稱為過充電電壓。電路 185d 可以將放電時的正極的下限電壓保持在記憶體 114 中。該下限電壓有時被稱為過放電電壓。

[0100]

注意，構成檢測電路 185 的比較器也可以是在輸出從 L 位準變為 H 位準時及從 H 位準變為 L 位準時的臨界值不同的，亦即，滯環比較器。與滯環比較器的參照電位的輸入部連接的記憶體較佳為具有保持兩個臨界值的功能。

[0101]

檢測電路 185 (k) 所包括的節點 N1 及節點 N2 分別為節點 N1 (k) 及節點 N2 (k)。檢測電路 185 (k) 所包括的開關 SW 與電池單元 (k) 的負極的電位電連接。換言之，對每個檢測電路 185 所包括的開關 SW 供應對應於每個電池單元的負極的電位。在節點 N1 (k) 中可以保持從端子 VT 供應的電位和電池單元 121 (k) 的負極的電位之和。在節點 N2 (k) 中可以保持從端子 VT 供應的電位和電池單元 121 (k) 的負極的電位之和。

[0102]

如此，由於可以對每個檢測電路以每個電池單元的負極為基準供應使用從端子 VT 供應的共用電位的電位，所以可以對 N 個電池單元使用共同的端子。因此，可以減少端子數。

[0103]

在檢測電路 185 中，可以在不使用設置在電池控制電路 101 的外部的電路，例如 MPU 或 MCU 等的運算電路的情況下，檢測一個電池單元或者多個電池單元的過充電及過放電，進行電池單元的保護。在檢測因過放電導致的電壓的降低時，本發明的一個實施方式的控制電路遮斷放電電流，防止電壓的降低。在放電電流的遮斷不充分時，有時發生洩漏電流，發生電壓的降低。藉由採用使用電源閘控的電路結構，有時洩漏電流得到抑制。此外，藉由採用使用 OS 電晶體的電路結構，有時洩漏電流得到抑制。

[0104]

電池單元的上限電壓在與該電池單元連接的單元平衡電路及檢測過充電的電路中分別被控制。單元平衡電路所檢測的上限電壓例如低於檢測過充電的電路所檢測的上限電壓。因此，在進行充電的過程中，藉由在第一步驟中單元平衡電路檢測電池單元的上限電壓的到達，改變充電條件。這裡，例如，降低充電的電流密度。或者，也可以開始放電。然後，隨著電池單元的充電電壓上升，檢測過充電的電路檢測上限電壓的到達時，在第二步驟中改變電池單元的充電條件。這裡，例如，停止充電，開始放電。

[0105]

〈蓄電裝置的工作例子〉

在圖 26 所示的時序圖中示出本發明的一個實施方式的蓄電裝置的工作例子。在圖 26 所示的例子中，在單元平衡電路 130 中電池單元 121 (1)、電池單元 121 (2) 及電池單元 121 (n) 的每個正極與負極的電位差的電壓 VC1-VC2、電壓 VC2-VC3 以及電壓 VCN-VSSS 超過電壓 v1 時，從對應於每個電池單元的比較器的輸出端子的端子 CB1、端子 CB2 及端子 CBN 輸出高電位信號。

[0106]

在圖 26 所示的時序圖中首先在時刻 t0 至時刻 t1 的期間進行組電池 120 的充電。

[0107]

接著，在時刻 t1，電壓 VCN-VSSS 超過電壓 v1 且從端子 CBN 輸出高電

位信號，對與電池單元 121 (n) 並聯連接的電晶體 132 的閘極供應高電位信號，在電晶體 132 中流過電流，使得在電池單元 121 (n) 中流過的電流變小或者幾乎不流過。

[0108]

接著，在時刻 t_2 ，電壓 (VC2-VC3) 超過電壓 v_1 且從端子 CB2 輸出高電位信號，使得在電池單元 121 (2) 中流過的電流變小或者幾乎不流過。

[0109]

接著，在時刻 t_3 ，電壓 (VC1-VC2) 超過電壓 v_1 且從端子 CB1 輸出高電位信號，使得在電池單元 121 (1) 中流過的電流變小或者幾乎不流過。

[0110]

在時刻 t_4 ，組電池 120 的放電開始，電壓 (VC1-VC2)、電壓 (VC2-VC3) 及電壓 (VCN-VSSS) 的電壓下降。隨著電壓 (VC1-VC2)、電壓 (VC2-VC3) 及電壓 (VCN-VSSS) 低於電壓 v_1 ，從端子 CB1、CB2 及 CBN 輸出低電位信號。

[0111]

這裡，在時刻 t_1 至時刻 t_4 的期間，在電壓 (VC1-VC2)、電壓 (VC2-VC3) 以及電壓 (VCN-VSSS) 的任一個電壓超過電壓 v_2 時，電路 185c 檢測過充電，例如對電晶體 140 的閘極供應高電位信號，停止充電。

[0112]

這裡，對比較器 113 輸入的值也可以為藉由對電池單元的正極與負極之差的電壓進行電阻分割來分配的值。此時，關於單元平衡電路的上限電壓及過充電檢測電路的上限電壓，可以使用對電壓 v_1 及電壓 v_2 進行電阻分割來分配的值。

[0113]

〈比較器的工作結果〉

準備使用 OS 電晶體的記憶體 114 與反相輸入端子連接的比較器 113 確認其工作。

[0114]

將三個條件的電壓依次供應給比較器 113 的非反相輸入端子及反相輸入端子，確認工作。在第一條件中，非反相輸入端子的電壓為電壓 V_a ，在輸出端子中得到的電壓為 V_{oa} 。在第二條件中，非反相輸入端子的電壓為電壓 V_b ，在輸出端子中得到的電壓為 V_{ob} 。在第三條件中，非反相輸入端子的電壓為電壓 V_c ，在輸出端子中得到的電壓為 V_{oc} 。

[0115]

假設並輸入作為電壓 V_a 的藉由進行電阻分割使電壓 ($V_{C1}-V_{C2}$) 成為 $1/4$ 的值、作為電壓 V_b 的藉由進行電阻分割使 (電壓 $V_{C1}-V_{C2}$) 成為 $1/4$ 的值以及作為電壓 V_c 的藉由進行電阻分割使 (電壓 $V_{CN}-V_{SSS}$) 成為 $1/4$ 的值。

[0116]

此外，在第一條件、第二條件以及第三條件中，對反相輸入端子供應 $4.2V$ 的 $1/4$ 的電壓，藉由記憶體 114 保持該值。這裡， $4.2V$ 例如假設對於負極的電位 $2V$ 加上作為單元平衡電路所檢測的規定電位差的 $2.2V$ 的值。換言之，在圖 26 中示出的電壓 $v1$ 假設為 $4.2V$ 。

[0117]

注意，在本驗證中，不進行對每個比較器施加高電位信號之後的使用電晶體 132 的控制。

[0118]

在圖 27A 中作為將第一條件施加到比較器時的結果，示出被輸入的電壓 V_a 及被輸出的電壓 V_{oa} ，在圖 27B 中作為將第二條件施加到比較器時的結果，示出被輸入的電壓 V_b 及被輸出的電壓 V_{ob} ，在圖 27C 中作為將第三條件施加到比較器時的結果示出被輸入的電壓 V_c 及被輸出的電壓 V_{oc} 。在輸入電壓超過儲存在反相輸入端子中的值時，確認到從每個比較器輸出高電位信號。

[0119]

〈蓄電裝置的其他組件〉

以下，對本發明的一個實施方式的蓄電裝置所包括的其他組件的一個例子進行說明。

[0120]

圖 5A 示出 6 位元的信號從端子 AA 供應給解碼器 160 的例子。圖 5A 只不過是示出一個例子而已，對從端子 AA 供應給解碼器 160 的信號的位元數沒有限制。圖 5B 示出 NAND 電路 90 的電路符號。如圖 5C 所示，解碼器 160 可以使用多個 NAND 電路 90 構成。圖 5D 示出 NAND 電路 90 的具體例子。這裡，佈線 VDD 例如被供應高電位電源電位。

[0121]

圖 6 示出邏輯電路 182 的一個例子。圖 6 所示的邏輯電路 182 包括介面電路 IF、計數電路 CND、門鎖電路 LTC 以及電晶體 172。作為電晶體 172 較佳為使用 0S 電晶體。

[0122]

對介面電路 IF 供應來自檢測電路 185 的輸出端子 OUT11 及輸出端子 OUT12 的信號、來自檢測電路 186 的輸出端子 OUT31 及輸出端子 OUT32 的信號以及來自檢測電路 SD 的輸出端子 OUT41 的信號。輸出端子 OUT11 例如供應對應於過充電的信號。輸出端子 OUT12 例如供應對應於過放電的信號。輸出端子 OUT31 例如供應對應於充電時的過電流的信號。輸出端子 OUT32 例如供應對應於放電時的過電流的信號。

[0123]

在介面電路 IF 檢測檢測異常的信號，例如至少對應於過充電、過放電和過電流中的任一個的信號時，將信號 PG 供應給電晶體 172 的閘極。

[0124]

電晶體 172 與計數電路連接。

[0125]

計數電路在信號 PG 為使電晶體 172 成為開啟狀態的信號，更明確而言例如輸出高電位信號時，使計算器及延遲電路工作。另一方面，在信號 PG 為使電晶體 172 成為關閉狀態的信號，更明確而言例如輸出低電位信號時，可以停止計數電路 CND 的工作或待機計數電路 CND。從介面電路 IF 對計數電路 CND 及門鎖電路 LTC 供應信號 res。信號 res 為重設信號。對計數電路 CND 供應信號 res，開始計數。信號 en 為賦能信號。計數電路 CND 藉由信號 en 開始或停止工作。

[0126]

在對介面電路 IF 供應檢測異常的信號時，在計數電路 CND 中在一定期間進行計算之後，對應於所檢測的異常的信號藉由計數電路 CND 供應給門鎖電路 LTC。

[0127]

門鎖電路 LTC 根據檢測的異常對電晶體 140 或電晶體 150 的閘極供應使電晶體成為關閉狀態的信號。

[0128]

圖 7A 示出檢測電路 186 的電路圖的一個例子。檢測電路 186 包括兩個比較器 113。

[0129]

一個比較器 113 的非反相輸入端子與保持對應於放電過電流檢測的電壓的記憶體 114 電連接。記憶體 114 所包括的電晶體的閘極與端子 SH3 電

連接。此外，反相輸入端子與端子 SENS 電連接。藉由對反相輸入端子供應的電壓檢測過電流，來自輸出端子 OUT32 的輸出反相。

[0130]

另一個比較器 113 的非反相輸入端子與端子 SENS 電連接。此外，反相輸入端子與對應於充電過電流檢測的記憶體 114 電連接。記憶體 114 所包括的電晶體的閘極與端子 SH4 電連接。藉由對非反相輸入端子供應的電壓檢測過電流，來自輸出端子 OUT31 的輸出反相。

[0131]

溫度感測器 TS 具有測量組電池 120 或者包括組電池 120 的蓄電裝置 100 的溫度的功能。圖 7B 是示出溫度感測器 TS 的一個例子的電路圖。注意，圖 7B 所示的電路圖有時示出溫度感測器 TS 的一部分的電路。

[0132]

在圖 7B 中，溫度感測器 TS 包括三個比較器 113，對每個比較器的反相輸入端子供應對應於不同的溫度的電壓 V_T ($V_T = T_{m1}, T_{m2}, T_{m3}$)。所供應的每個電壓 V_T 保持在反相輸入端子電連接的記憶體 114 中。電壓 T_{m1}, T_{m2}, T_{m3} 例如可以從電壓生成電路 119 供應。

[0133]

對輸入端子 V_t 供應對應於所測量的溫度的電壓。輸入端子 V_t 被供應到三個比較器 113 的每個非反相輸入端子。

[0134]

對應於對輸入端子 V_t 供應的電壓及每個比較器 113 的反相輸入端子的電壓的比較結果，從每個比較器的輸出端子（輸出端子 OUT51、輸出端子 OUT52、輸出端子 OUT53）輸出信號，由此可以判定溫度。

[0135]

OS 電晶體具有在溫度上升時電阻值變小的性質。可以藉由利用該性質將環境溫度轉換為電壓。例如，可以將該電壓供應給輸入端子 V_t 。

[0136]

邏輯電路 182 也可以具有檢測溫度感測器 TS 的輸出，在超過組電池 120 的能夠工作的溫度範圍時，電晶體 140 及（或）電晶體 150 成為非導通，停止充電及（或）放電的結構。

[0137]

〈電池單元〉

作為電池單元 121 可以使用鋰離子二次電池單元。此外，電池單元 121

不侷限於鋰離子二次電池單元，作為二次電池的正極材料，例如可以使用包含元素 A、元素 X 及氧的材料。元素 A 較佳為選自第一族元素及第二族元素中的一個以上的元素。作為第一族元素，例如可以使用鋰、鈉、鉀等鹼金屬。另外，作為第二族元素，例如可以使用鈣、鋁、鎂等。作為元素 X，例如可以使用選自金屬元素、矽和磷中的一個以上的元素。另外，元素 X 較佳為選自鈷、鎳、錳、鐵和鈷中的一個以上的元素。典型的例子是鋰鈷複合氧化物 LiCoO_2 和磷酸鐵鋰 LiFePO_4 。

[0138]

〈電晶體〉

在本發明的一個實施方式的結構中，可以藉由使用包括 OS 電晶體的記憶體，利用關閉時源極與汲極間流過的洩漏電流（以下，關態電流）極低的特徵，將參照電壓保持在記憶體中。此時，由於可以使記憶體的電源成為關閉狀態，藉由使用包括 OS 電晶體的記憶體，可以以極低的功耗保持參照電壓。

[0139]

此外，包括 OS 電晶體的記憶體可以保持類比電位。例如，可以將二次電池的電壓不經使用類比數位轉換電路換轉為數位值而保持在記憶體中。不需要轉換電路，可以縮小電路面積。

[0140]

並且，使用 OS 電晶體的記憶體由於藉由使電荷充電或放電能夠改寫及讀出參照電壓，所以在實質上能夠取得及讀出沒有限制的監視電壓。在使用 OS 電晶體的記憶體中，沒有如磁記憶體或電阻式記憶體等那樣的原子級的結構變化，因此具有優良的改寫耐性。此外，與快閃記憶體不同，即使在反復改寫工作中，也觀察不到使用 OS 電晶體的記憶體中的電子俘獲中心的增加所導致的不穩定性。

[0141]

OS 電晶體的關態電流極低且具有即使在高溫環境下也其開關特性良好的特性。因此，即使在高溫環境下也沒有誤動作地控制對組電池 120 的充電或放電。

[0142]

另外，使用 OS 電晶體的記憶體可以層疊在使用 Si 電晶體的電路上等而能夠自由地配置，因此可以容易進行集成化。另外，藉由使用與 Si 電晶體相同的製造裝置可以製造 OS 電晶體，由此能夠以低成本製造。

[0143]

另外，作為 OS 電晶體可以採用除了閘極電極、源極電極及汲極電極之外，還包括背閘極電極的 4 端子的半導體元件。由根據供應給閘極電極或背閘極電極的電壓可以獨立地控制源極與汲極之間的信號的輸入輸出的電路網路構成。因此，可以與 LSI 同樣地進行電路設計。再者，OS 電晶體具有在高溫環境下比 Si 電晶體優越的電特性。明確而言，即使在 100°C 以上且 200°C 以下，較佳為在 125°C 以上且 150°C 以下等高溫下也因為通態電流與關態電流的比大，所以可以進行良好的切換工作。

[0144]

作為電晶體 162 較佳為使用 OS 電晶體。此外，作為電晶體 132 也可以使用 OS 電晶體。此外，作為電晶體 140 及電晶體 150 也可以使用 OS 電晶體。

[0145]

此外，也可以使用 OS 電晶體構成比較器。

[0146]

本實施方式可以與其他實施方式的記載適當地組合。

[0147]

實施方式 2

在本實施方式中，對根據本發明的一個實施方式的半導體裝置的結構例子進行說明。根據本發明的一個實施方式的半導體裝置具有如下功能：在充放電中的二次電池中按規定時間對二次電池的正極負極間電位進行取樣（取得），進行了取樣的電位及進行了取樣後的正極負極間電位進行比較，檢測微短路的短暫的電位變動（這裡，電位降低）。藉由反復進行按規定時間的取樣，對應於充放電中的二次電池的電位變動，該半導體裝置可以使用二次電池的正極負極間電位進行工作。

[0148]

注意，在本實施方式中，在充電中的二次電池中，參照時序圖等對二次電池及半導體裝置的電位變動進行說明。關於放電中的電位變動，所屬技術領域的通常知識者可以很容易地理解，因此省略其說明。

[0149]

〈檢測電路的一個例子〉

圖 8A 是示出檢測電路 MSD 的結構例子的電路圖。檢測電路 MSD 包括電

晶體 11 至電晶體 15、電容器 C11 及比較器 50。注意，在本說明書等所說明的圖式中，以箭頭或線示出主要的信號的流動，有時省略電源線等。作為檢測電路 MSD 所包括的比較器 50，也可以使用滯環比較器。注意，檢測電路 MSD 也可以在與串聯連接的多個電池單元中進行檢測，也可以在電池單元的每一個中進行檢測。圖 7 示出在對圖 4 所示的串聯連接的多個電池單元進行檢測時端子 VC1 及端子 VSSS 與檢測電路 MSD 連接的例子，也可以將與端子 VC1 的連接以及與端子 VSSS 的連接分別代替一個電池單元的正極及負極。

[0150]

此外，圖 8A 所示的檢測電路 MSD 包括端子 VC1、被供應規定電位 VB1 的佈線 VB1_IN、被供應規定電位 VB2 的佈線 VB2_IN、被供應取樣信號的佈線 SH_IN 以及輸出端子 S_OUT。

[0151]

這裡，規定電位 VB1 比規定電位 VB2 高，規定電位 VB2 比端子 VSSS 的電位高。

[0152]

圖 8B 與圖 8A 的不同之處在於檢測電路 MSD 所包括的電晶體 11 至電晶體 15 包括第二閘極。

[0153]

圖 8C 與圖 8B 的不同之處在於包括端子 VSSS、與佈線 VB1_IN 連接的記憶體 114 以及與佈線 VB2_IN 連接的記憶體 114。此外，在圖 8C 中，電晶體 11 的源極和汲極中的一個、電晶體 13 的源極和汲極中的一個、電容器 C11 的一個電極與端子 VSSS 電連接。由於電位 VB1 及電位 VB2 藉由記憶體 114 分別供應給佈線 VB1_IN 及佈線 VB2_IN，可以藉由記憶體 114 保持所供應的電位。因此，可以使供應電位 VB1 及電位 VB2 的電壓生成電路關閉，更明確而言例如可以使電壓生成電路 119 的電源關閉或成為待機狀態。

[0154]

電晶體 11 至電晶體 15 為 n 通道型電晶體。在本說明書等中示出將檢測電路 MSD 使用 n 通道型電晶體構成的例子，但是也可以為 p 通道型電晶體。關於在使用 n 通道型電晶體構成的電路圖中將電晶體改變為 p 通道型電晶體，所屬技術領域的通常知識者可以很容易地理解，因此省略其說明。

[0155]

在檢測電路 MSD 中，電晶體 11 的源極和汲極中的一個與端子 VSSS 電

連接，電晶體 11 的源極和汲極中的另一個與電晶體 12 的源極和汲極中的一個及電晶體 15 的源極和汲極中的一個電連接，電晶體 11 的閘極與佈線 VB1_IN 電連接，電晶體 12 的源極和汲極中的另一個及電晶體 12 的閘極與端子 VC1 電連接。

[0156]

電晶體 13 的源極和汲極中的一個與端子 VSSS 電連接，電晶體 13 的源極和汲極中的另一個與電晶體 14 的源極和汲極中的一個及比較器 50 的反相輸入端子（在圖 8A 中表示為“-”）電連接，電晶體 13 的閘極與佈線 VB2_IN 電連接，電晶體 14 的源極和汲極中的另一個及電晶體 14 的閘極與端子 VC1 電連接。

[0157]

電晶體 15 的源極和汲極中的另一個與電容器 C11 的另一個端子及比較器 50 的非反相輸入端子（在圖 8A 中表示為“+”）電連接，電晶體 15 的閘極與佈線 SH_IN 電連接，電容器 C11 的一個端子與端子 VSSS 電連接，比較器 50 的輸出端子與輸出端子 S_OUT 電連接。注意，電容器 C11 的一個端子即使為被供應規定電位的佈線就可以與端子 VSSS 以外的佈線電連接。

[0158]

這裡，將電晶體 11 的源極和汲極中的另一個、電晶體 12 的源極和汲極中的一個以及電晶體 15 的源極和汲極中的一個電連接的連接部稱為節點 N11，將電晶體 13 的源極和汲極中的另一個、電晶體 14 的源極和汲極中的一個以及比較器 50 的反相輸入端子電連接的連接部稱為節點 N12，將電晶體 15 的源極和汲極中的另一個、電容器 C11 的另一個端子以及比較器 50 的非反相輸入端子電連接的連接部稱為節點 N13。

[0159]

電晶體 11 及電晶體 12 構成第一源極隨耦，電晶體 13 及電晶體 14 構成第二源極隨耦。就是說，電晶體 11 的閘極相當於第一源極隨耦的輸入，第一源極隨耦對節點 N11 輸出信號。電晶體 13 的閘極相當於第二源極隨耦的輸入，第二源極隨耦對節點 N12 輸出信號。

[0160]

參照圖 8C 所示的電路說明檢測電路 MSD 的工作的一個例子。

[0161]

在組電池中充電開始時，供應給佈線 SH_IN 的取樣信號按規定時間成為高位準。作為電位 VB1 供應比電位 VB2 高的電位。隨著充電，節點 N11

的電位及節點 N12 的電位上升。

[0162]

在由於微短路的發生正極電位短暫地降低時，節點 N11 及節點 N12 的電位短暫地降低。另一方面，在供應給佈線 SH_IN 的取樣信號為低位準時，節點 N13 的電位不受到節點 N11 的電位的影響，節點 N12 的電位比節點 N13 的電位低。然後，比較器 50 的輸出反相，由此檢測出微短路。

[0163]

為了提高微短路的檢測精度，藉由類比數位轉換電路將二次電池的電壓轉換為數位資料，使用處理器單元等根據該數位資料進行運算，對充電的波形或放電的波形進行分析，由此可以進行微短路的檢測或預測。例如，在充電的波形或放電的波形中，使用各時間步驟的電壓誤差的位移進行微短路的檢測或預測。電壓誤差的位移藉由算出電壓誤差算出與上一個步驟的差異來算出。

[0164]

為了提高微短路的檢測精度，也可以使用神經網路。

[0165]

神經網路是一種方法，是在神經網路部（例如，包括 CPU（Central Processor Unit：中央處理單元）、GPU（Graphics Processing Unit：圖形處理器）、APU（Accelerated Processing Unit：加速處理單元）、記憶體等）中進行的神經網路處理。注意，APU 是指將 CPU 與 GPU 統合為一個的晶片。

[0166]

安裝在器件中的二次電池由於關於放電依賴於使用者的使用方法所以無規則，而關於充電充電條件是固定的，因此比放電相比容易預測充電。藉由一定程度的較多的充電曲線為學習用資料，可以使用神經網路預測正確的值。在取得充電曲線時，可以利用神經網路取得初期 SOC (0)、FCC、 R_0 、 R_d 、 C_d 。神經網路的運算例如可以使用微處理器等。

[0167]

明確而言，使用機器學習或人工智慧對所得到的各種資料進行評價及學習，對所預測的二次電池的劣化程度進行分析，在有異常時，停止對二次電池的充電或者調整定電流充電的電流密度。

[0168]

例如，在電動汽車中，可以在行駛中取得學習資料，可以掌握二次電

池的劣化狀態。注意，在二次電池的劣化狀態的預測中使用神經網路。神經網路可以由包括多個隱藏層的神經網路，亦即，深度神經網路構成。注意，有時將使用深度神經網路的學習稱為深度學習。

[0169]

機器學習首先從學習資料抽出特徵值。抽出隨著時間變化的相對變化量作為特徵值，根據所抽出的特徵值使神經網路學習。學習單元可以按時間間隔根據彼此不同的學習類型使神經網路學習。根據基於學習資料的學習結果可以更新應用於神經網路的結合權重。

[0170]

作為使用神經網路進行的二次電池的充電狀態推定方法，可以使用回歸模型，例如使用卡爾曼濾波等進行計算處理。

[0171]

卡爾曼濾波是無限脈衝回應濾波之一種。此外，多元回歸分析是多變數分析之一種，其中回歸分析的獨立變數為多個。作為多元回歸分析，有最小二乘法等。回歸分析需要較多的觀察值的時間序列，而卡爾曼濾波具有只要積蓄一定程度的資料就可以逐步得到最適合的校正係數的優點。此外，也可以將卡爾曼濾波應用於非平穩時間序列。

[0172]

作為推測二次電池的內部電阻及充電率（SOC）的方法，可以利用非線性卡爾曼濾波（明確而言，無損卡爾曼濾波（也稱為 UKF））。此外，也可以使用擴展卡爾曼濾波（也稱為 EKF）。SOC 示出充電狀態（也稱為充電率）的指標，滿充電時為 100%，完全放電時為 0%。

[0173]

每 n (n 為整數，例如 50) 循環收集藉由最佳化演算法得到的初期參數，將這些資料群用於監督資料進行神經網路處理，由此可以進行高精度的 SOC 的推測。

[0174]

學習系統包括監督資料生成裝置及學習裝置。監督資料生成裝置生成學習裝置學習時利用的監督資料。監督資料包括處理對象資料與識別對象同一的資料及對應於該資料的標籤的評價。監督資料生成裝置包括輸入資料取得部、評價取得部、監督資料生成部。輸入資料取得部也可以從儲存在記憶體裝置中的資料取得，也可以藉由網際網路取得學習的輸入資料，輸入資料是指用於學習的資料，包括二次電池的電流值或電壓值。此外，

作為監督資料，也可以不是實測的資料，藉由根據條件設定初期參數具有多樣性，生成近於實測的資料，將這些的規定特性資料庫用於監督資料進行神經網路處理，由此可以推測充電率（SOC）。根據某一個電池的充放電特性生成近於實測的資料，藉由將這些的固定特性資料庫用於監督資料進行神經網路處理，可以高效地進行相同種類的電池的 SOC 推測。

[0175]

在二次電池的劣化進展的情況下，在初期參數的 FCC 大大變化時有產生 SOC 的誤差的擔憂，因此可以更新用來推測 SOC 的運算的初期參數。更新的初期參數使用預先實測的充放電特性的資料藉由最佳化演算法算出。藉由使用更新的初期參數的回歸模型，例如卡爾曼濾波進行計算處理，即使劣化後也可以進行高精度的 SOC 的推測。在本說明書中，將藉由使用卡爾曼濾波進行計算處理也稱為卡爾曼濾波處理。

[0176]

更新初期參數的時機為任意，但是為了以高精度進行 SOC 的推測，更新頻率越多越好，較佳為定期連續進行更新。注意，在二次電池的溫度高的狀態下，在 SOC 較高時有時劣化進展。在此情況下，進行二次電池的放電，藉由降低 SOC，較佳為抑制二次電池的劣化。

[0177]

本實施方式可以與其他實施方式的記載適當地組合。

[0178]

實施方式 3

本實施方式示出比較器的結構例子。

[0179]

圖 9 示出上述實施方式所說明的比較器 50 的結構的一個例子。比較器 50 包括電晶體 21 至電晶體 25。比較器 50 包括被供應二次電池的負極電位的佈線 VBM_IN、被供應二次電池的正極電位 VBP 的佈線 VBP_IN、被供應規定電位 VB3 的佈線 VB3_IN、輸入端子 CP1_IN、輸入端子 CM1_IN、輸出端子 CP1_OUT 以及輸出端子 CM1_OUT。

[0180]

在將圖 9 的比較器 50 應用於圖 4 的單元平衡電路 130 (1) 及檢測電路 185 (1) 時，例如，對佈線 VBP_IN 從端子 VC1 供應電位，對佈線 VBN_IN 從端子 VC2 供應電位。

[0181]

這裡，規定電位 VB3 比負極電位 VBM 高，在比較器 50 中，正極電位 VBP 為高電源電位，負極電位 VBM 為低電源電位。

[0182]

在比較器 50 中，電晶體 21 的源極和汲極中的一個與佈線 VBM_IN 電連接，電晶體 21 的源極和汲極中的另一個與電晶體 22 的源極和汲極中的一個及電晶體 24 的源極和汲極中的一個電連接，電晶體 21 的閘極與佈線 VB3_IN 電連接。

[0183]

電晶體 22 的源極和汲極中的另一個與電晶體 23 的源極和汲極中的一個及輸出端子 CM1_OUT 電連接，電晶體 23 的源極和汲極中的另一個及電晶體 23 的閘極與佈線 VBP_IN 電連接，電晶體 22 的閘極與輸入端子 CP1_IN 電連接。

[0184]

電晶體 24 的源極和汲極中的另一個與電晶體 25 的源極和汲極中的一個及輸出端子 CP1_OUT 電連接，電晶體 25 的源極和汲極中的另一個及電晶體 25 的閘極與佈線 VBP_IN 電連接，電晶體 24 的閘極與輸入端子 CM1_IN 電連接。

[0185]

也可以使圖 9 所示的多個電路並聯連接且將其用作比較器 50。換言之，也可以將圖 9 所示的比較器的輸出輸入到下一級比較器 50，連接多個比較器而使用。

[0186]

本實施方式可以與其他實施方式的記載適當地組合。

[0187]

實施方式 4

對可用於在上述實施方式中說明的電池控制電路的半導體裝置的結構例子進行說明。

[0188]

圖 10 所示的半導體裝置包括電晶體 300、電晶體 500 及電容器 600。圖 12A 是電晶體 500 的通道長度方向上的剖面圖，圖 12B 是電晶體 500 的通道寬度方向上的剖面圖，圖 12C 是電晶體 300 的通道寬度方向上的剖面

圖。

[0189]

電晶體 500 為 OS 電晶體。由於電晶體 500 的關態電流小，所以藉由將該電晶體 500 用於半導體裝置所包括的 OS 電晶體，可以長期間保持被寫入的資料。

[0190]

電晶體 500 例如為 n 通道型電晶體。

[0191]

這裡，在上述實施方式中說明的電池控制電路例如也可以由 OS 電晶體構成。此外，例如在上述實施方式中說明的電池控制電路的一部分較佳為由 OS 電晶體構成。例如，電池控制電路所包括的電晶體 162 及電晶體 172 較佳為 OS 電晶體。例如，電池控制電路所包括的比較器可以由 OS 電晶體構成。電池控制電路所包括的比較器也可以僅由單極電晶體構成，例如僅由 n 通道型電晶體構成。

[0192]

如圖 10 所示，本實施方式所說明的半導體裝置包括電晶體 300、電晶體 500 及電容器 600。電晶體 500 設置在電晶體 300 的上方，電容器 600 設置在電晶體 300 及電晶體 500 的上方。層 385 為設置有電晶體 300 的層。在圖 10 中，例如層 385 包括基板 311、夾在基板 311 與絕緣體 322 之間各層。層 585 為設置有電晶體 500 的層。在圖 10 中例如層 585 包括夾在絕緣體 514 與絕緣體 574 之間各層。後面說明基板 311、絕緣體 322、絕緣體 514 及絕緣體 574。

[0193]

電晶體 300 設置在基板 311 上，並包括：導電體 316；絕緣體 315；由基板 311 的一部分構成的半導體區域 313；以及被用作源極區域或汲極區域的低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b。例如，電晶體 300 可以應用於上述實施方式中的比較器所包括的電晶體等。

[0194]

如圖 12C 所示，在電晶體 300 中，導電體 316 隔著絕緣體 315 覆蓋半導體區域 313 的頂面及通道寬度方向的側面。如此，藉由使電晶體 300 具有 Fin 型結構，實效上的通道寬度增加，從而可以改善電晶體 300 的通態特性。此外，由於可以增加閘極電極的電場的影響，所以可以改善電晶體 300 的關態特性。

[0195]

另外，電晶體 300 可以為 p 通道型電晶體或 n 通道型電晶體。

[0196]

半導體區域 313 的通道形成區域或其附近的區域、被用作源極區域或汲極區域的低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b 等較佳為包含矽類半導體等半導體，更佳為包含單晶矽。此外，也可以使用包含 Ge (鍺)、SiGe (矽鍺)、GaAs (砷化鎵)、GaAlAs (鎵鋁砷) 等的材料形成。可以使用對晶格施加應力，改變晶面間距而控制有效質量的矽。此外，電晶體 300 也可以是使用 GaAs 和 GaAlAs 等的 HEMT (High Electron Mobility Transistor: 高電子移動率電晶體)。

[0197]

在低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b 中，除了應用於半導體區域 313 的半導體材料之外，還包含砷、磷等賦予 n 型導電性的元素或硼等賦予 p 型導電性的元素。

[0198]

作為被用作閘極電極的導電體 316，可以使用包含砷、磷等賦予 n 型導電性的元素或硼等賦予 p 型導電性的元素的矽等半導體材料、金屬材料、合金材料或金屬氧化物材料等導電材料。

[0199]

此外，由於導電體的材料決定功函數，所以藉由選擇導電體的材料，可以調整電晶體的臨界電壓。明確而言，作為導電體較佳為使用氮化鈦或氮化鉭等材料。為了兼具導電性和埋入性，作為導電體較佳為使用鎢或鋁等金屬材料的疊層，尤其在耐熱性方面上較佳為使用鎢。

[0200]

注意，圖 10 所示的電晶體 300 的結構只是一個例子，不侷限於上述結構，根據電路結構或驅動方法使用適當的電晶體即可。例如，當只由 OS 電晶體構成半導體裝置時，如圖 11 所示，使電晶體 300 具有與使用氧化物半導體的電晶體 500 同樣的結構，即可。另外，下面描述電晶體 500 的詳細內容。

[0201]

以覆蓋電晶體 300 的方式依次層疊有絕緣體 320、絕緣體 322、絕緣體 324 及絕緣體 326。

[0202]

作為絕緣體 320、絕緣體 322、絕緣體 324 及絕緣體 326，例如可以使用氧化矽、氧氮化矽、氮氧化矽、氮化矽、氧化鋁、氧氮化鋁、氮氧化鋁及氮化鋁等。

[0203]

注意，在本說明書中，氧氮化矽是指在其組成中氧含量多於氮含量的材料，而氮氧化矽是指在其組成中氮含量多於氧含量的材料。注意，在本說明書中，氧氮化鋁是指氧含量多於氮含量的材料，“氮氧化鋁”是指氮含量多於氧含量的材料。

[0204]

絕緣體 322 也可以被用作用來減少因設置在其下方的電晶體 300 等而產生的步階平坦化的平坦化膜。例如，為了提高絕緣體 322 的頂面的平坦性，其頂面也可以藉由利用化學機械拋光（CMP）法等的平坦化處理被平坦化。

[0205]

作為絕緣體 324，較佳為使用能夠防止氫或雜質從基板 311 或電晶體 300 等擴散到設置有電晶體 500 的區域中的具有阻擋性的膜。

[0206]

作為對氫具有阻擋性的膜的一個例子，例如可以使用藉由 CVD 法形成的氮化矽。在此，有時氫擴散到電晶體 500 等具有氧化物半導體的半導體元件中，導致該半導體元件的特性下降。因此，較佳為在電晶體 500 與電晶體 300 之間設置抑制氫的擴散的膜。明確而言，抑制氫的擴散的膜是指氫的脫離量少的膜。

[0207]

氫的脫離量例如可以利用熱脫附譜分析法（TDS）等測量。例如，在 TDS 分析中的膜表面溫度為 50°C 至 500°C 的範圍內，當將換算為氫原子的脫離量換算為絕緣體 324 的每單位面積的量時，絕緣體 324 中的氫的脫離量為 $10 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^2$ 以下，較佳為 $5 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^2$ 以下，即可。

[0208]

注意，絕緣體 326 的介電常數較佳為比絕緣體 324 低。例如，絕緣體 326 的相對介電常數較佳為低於 4，更佳為低於 3。例如，絕緣體 326 的相對介電常數較佳為絕緣體 324 的相對介電常數的 0.7 倍以下，更佳為 0.6 倍以下。藉由將介電常數低的材料用於層間膜，可以減少產生在佈線之間的寄生電容。

[0209]

此外，在絕緣體 320、絕緣體 322、絕緣體 324 及絕緣體 326 中埋入有與電容器 600 或電晶體 500 連接的導電體 328、導電體 330 等。此外，導電體 328 及導電體 330 具有插頭或佈線的功能。注意，有時使用同一元件符號表示具有插頭或佈線的功能的多個導電體。此外，在本說明書等中，佈線、與佈線連接的插頭也可以是一個組件。就是說，導電體的一部分有時被用作佈線，並且導電體的一部分有時被用作插頭。

[0210]

作為各插頭及佈線（導電體 328、導電體 330 等）的材料，可以使用金屬材料、合金材料、金屬氮化物材料或金屬氧化物材料等導電材料的單層或疊層。較佳為使用兼具耐熱性和導電性的鎢或鉬等高熔點材料，較佳為使用鎢。或者，較佳為使用鋁或銅等低電阻導電材料。藉由使用低電阻導電材料可以降低佈線電阻。

[0211]

此外，也可以在絕緣體 326 及導電體 330 上設置佈線層。例如，在圖 10 中，依次層疊有絕緣體 350、絕緣體 352 及絕緣體 354。此外，在絕緣體 350、絕緣體 352 及絕緣體 354 中形成有導電體 356。導電體 356 具有與電晶體 300 連接的插頭或佈線的功能。此外，導電體 356 可以使用與導電體 328 及導電體 330 同樣的材料設置。

[0212]

此外，與絕緣體 324 同樣，絕緣體 350 例如較佳為使用對氫具有阻擋性的絕緣體。此外，導電體 356 較佳為包含對氫具有阻擋性的導電體。尤其是，在對氫具有阻擋性的絕緣體 350 所具有的開口中形成對氫具有阻擋性的導電體。藉由採用該結構，可以使用障壁層將電晶體 300 與電晶體 500 分離，從而可以抑制氫從電晶體 300 擴散到電晶體 500 中。

[0213]

注意，作為對氫具有阻擋性的導電體，例如較佳為使用氮化鉬等。此外，藉由層疊氮化鉬和導電性高的鎢，不但可以保持作為佈線的導電性而且可以抑制氫從電晶體 300 擴散。此時，對氫具有阻擋性的氮化鉬層較佳為與對氫具有阻擋性的絕緣體 350 接觸。

[0214]

此外，也可以在絕緣體 354 及導電體 356 上設置佈線層。例如，在圖 10 中，依次層疊有絕緣體 360、絕緣體 362 及絕緣體 364。此外，在絕緣體

360、絕緣體 362 及絕緣體 364 中形成有導電體 366。導電體 366 具有插頭或佈線的功能。此外，導電體 366 可以使用與導電體 328 及導電體 330 同樣的材料設置。

[0215]

此外，與絕緣體 324 同樣，絕緣體 360 例如較佳為使用對氫具有阻擋性的絕緣體。此外，導電體 366 較佳為包含對氫具有阻擋性的導電體。尤其是，較佳為在對氫具有阻擋性的絕緣體 360 所具有的開口中形成對氫具有阻擋性的導電體。藉由採用該結構，可以使用障壁層將電晶體 300 與電晶體 500 分離，從而可以抑制氫從電晶體 300 擴散到電晶體 500 中。

[0216]

此外，也可以在絕緣體 364 及導電體 366 上設置佈線層。例如，在圖 10 中，依次層疊有絕緣體 370、絕緣體 372 及絕緣體 374。此外，在絕緣體 370、絕緣體 372 及絕緣體 374 中形成有導電體 376。導電體 376 具有插頭或佈線的功能。此外，導電體 376 可以使用與導電體 328 及導電體 330 同樣的材料設置。

[0217]

此外，與絕緣體 324 同樣，絕緣體 370 例如較佳為使用對氫具有阻擋性的絕緣體。此外，導電體 376 較佳為包含對氫具有阻擋性的導電體。尤其是，較佳為在對氫具有阻擋性的絕緣體 370 所具有的開口中形成對氫具有阻擋性的導電體。藉由採用該結構，可以使用障壁層將電晶體 300 與電晶體 500 分離，從而可以抑制氫從電晶體 300 擴散到電晶體 500 中。

[0218]

此外，也可以在絕緣體 374 及導電體 376 上設置佈線層。例如，在圖 10 中，依次層疊有絕緣體 380、絕緣體 382 及絕緣體 384。此外，在絕緣體 380、絕緣體 382 及絕緣體 384 中形成有導電體 386。導電體 386 具有插頭或佈線的功能。此外，導電體 386 可以使用與導電體 328 及導電體 330 同樣的材料設置。

[0219]

此外，與絕緣體 324 同樣，絕緣體 380 例如較佳為使用對氫具有阻擋性的絕緣體。此外，導電體 386 較佳為包含對氫具有阻擋性的導電體。尤其是，較佳為在對氫具有阻擋性的絕緣體 380 所具有的開口中形成對氫具有阻擋性的導電體。藉由採用該結構，可以使用障壁層將電晶體 300 與電晶體 500 分離，從而可以抑制氫從電晶體 300 擴散到電晶體 500 中。

[0220]

在上面說明包括導電體 356 的佈線層、包括導電體 366 的佈線層、包括導電體 376 的佈線層及包括導電體 386 的佈線層，但是根據本實施方式的半導體裝置不侷限於此。與包括導電體 356 的佈線層同樣的佈線層可以為三層以下，與包括導電體 356 的佈線層同樣的佈線層可以為五層以上。

[0221]

在絕緣體 384 上依次層疊有絕緣體 510、絕緣體 512、絕緣體 514 及絕緣體 516。作為絕緣體 510、絕緣體 512、絕緣體 514 及絕緣體 516 中的任一個，較佳為使用對氧或氫具有阻擋性的物質。

[0222]

例如，作為絕緣體 510 及絕緣體 514，較佳為使用能夠防止氫或雜質從基板 311 或設置有電晶體 300 的區域等擴散到設置有電晶體 500 的區域中的具有阻擋性的膜。因此，絕緣體 510 及絕緣體 514 可以使用與絕緣體 324 同樣的材料。

[0223]

作為對氫具有阻擋性的膜的一個例子，可以使用藉由 CVD 法形成的氮化矽。在此，有時氫擴散到電晶體 500 等具有氧化物半導體的半導體元件中，導致該半導體元件的特性下降。因此，較佳為在電晶體 300 與電晶體 500 之間設置抑制氫的擴散的膜。明確而言，抑制氫的擴散的膜是指氫的脫離量少的膜。

[0224]

例如，作為對氫具有阻擋性的膜，絕緣體 510 及絕緣體 514 較佳為使用氧化鋁、氧化鉛、氧化鉭等金屬氧化物。

[0225]

尤其是，氧化鋁的不使氧及導致電晶體的電特性變動的氫、水分等雜質透過的阻擋效果高。因此，在電晶體的製程中及製程之後，氧化鋁可以防止氫、水分等雜質進入電晶體 500 中。此外，氧化鋁可以抑制氧從構成電晶體 500 的氧化物釋放。因此，氧化鋁適合用於電晶體 500 的保護膜。

[0226]

例如，作為絕緣體 512 及絕緣體 516，可以使用與絕緣體 320 同樣的材料。此外，藉由對上述絕緣體使用介電常數較低的材料，可以減少產生在佈線之間的寄生電容。例如，作為絕緣體 512 及絕緣體 516，可以使用氧化矽膜和氧氮化矽膜等。

[0227]

此外，在絕緣體 510、絕緣體 512、絕緣體 514 及絕緣體 516 中埋入有導電體 518、構成電晶體 500 的導電體（例如，導電體 503）等。此外，導電體 518 被用作與電容器 600 或電晶體 300 連接的插頭或佈線。導電體 518 可以使用與導電體 328 及導電體 330 同樣的材料設置。

[0228]

尤其是，與絕緣體 510 及絕緣體 514 接觸的區域的導電體 518 較佳為對氧、氫及水具有阻擋性的導電體。藉由採用該結構，可以利用對氧、氫及水具有阻擋性的層將電晶體 300 與電晶體 500 分離，從而可以抑制氫從電晶體 300 擴散到電晶體 500 中。

[0229]

在絕緣體 516 的上方設置有電晶體 500。

[0230]

如圖 12A、圖 12B 所示，電晶體 500 包括以埋入絕緣體 514 及絕緣體 516 的方式配置的導電體 503、配置在絕緣體 516 及導電體 503 上的絕緣體 520、配置在絕緣體 520 上的絕緣體 522、配置在絕緣體 522 上的絕緣體 524、配置在絕緣體 524 上的氧化物 530a、配置在氧化物 530a 上的氧化物 530b、彼此分開地配置在氧化物 530b 上的導電體 542a 及導電體 542b、配置在導電體 542a 及導電體 542b 上並以重疊於導電體 542a 和導電體 542b 之間的方式形成開口的絕緣體 580、配置在開口的底面及側面的氧化物 530c、配置在氧化物 530c 的形成面上的絕緣體 550 以及配置在絕緣體 550 的形成面上的導電體 560。

[0231]

另外，如圖 12A、圖 12B 所示，較佳為在氧化物 530a、氧化物 530b、導電體 542a 及導電體 542b 與絕緣體 580 之間配置有絕緣體 544。此外，如圖 12A、圖 12B 所示，導電體 560 較佳為包括設置在絕緣體 550 的內側的導電體 560a 及以埋入導電體 560a 的內側的方式設置的導電體 560b。此外，如圖 12A 和圖 12B 所示，較佳為在絕緣體 580、導電體 560 及絕緣體 550 上配置有絕緣體 574。

[0232]

注意，下面有時將氧化物 530a、氧化物 530b 及氧化物 530c 統稱為氧化物 530。

[0233]

在電晶體 500 中，在形成通道的區域及其附近層疊有氧化物 530a、氧化物 530b 及氧化物 530c 的三層，但是本發明不侷限於此。例如，可以設置氧化物 530b 的單層、氧化物 530b 與氧化物 530a 的兩層結構、氧化物 530b 與氧化物 530c 的兩層結構或者四層以上的疊層結構。另外，在電晶體 500 中，導電體 560 具有兩層結構，但是本發明不侷限於此。例如，導電體 560 也可以具有單層結構或三層以上的疊層結構。注意，圖 10、圖 12A 所示的電晶體 500 的結構只是一個例子而不侷限於上述結構，可以根據電路結構或驅動方法使用適當的電晶體。

[0234]

在此，導電體 560 被用作電晶體的閘極電極，導電體 542a 及導電體 542b 被用作源極電極或汲極電極。如上所述，導電體 560 以埋入絕緣體 580 的開口中及夾在導電體 542a 與導電體 542b 之間的區域的方式設置。導電體 560、導電體 542a 及導電體 542b 相對於絕緣體 580 的開口的配置是自對準地被選擇。換言之，在電晶體 500 中，可以在源極電極與汲極電極之間自對準地配置閘極電極。由此，可以在不設置用於對準的餘地的方式形成導電體 560，所以可以實現電晶體 500 的佔有面積的縮小。由此，可以實現半導體裝置的微型化及高積體化。

[0235]

再者，導電體 560 自對準地形成在導電體 542a 與導電體 542b 之間的區域，所以導電體 560 不包括與導電體 542a 及導電體 542b 重疊的區域。由此，可以降低形成在導電體 560 與導電體 542a 及導電體 542b 之間的寄生電容。因此，可以提高電晶體 500 的切換速度，從而電晶體 500 可以具有高頻率特性。

[0236]

導電體 560 有時被用作第一閘極（也稱為頂閘極）電極。導電體 503 有時被用作第二閘極（也稱為底閘極）電極。在此情況下，藉由獨立地改變供應到導電體 503 的電位而不使其與供應到導電體 560 的電位聯動，可以控制電晶體 500 的臨界電壓。尤其是，藉由對導電體 503 供應負電位，可以使電晶體 500 的臨界電壓大於 0V 且可以減小關態電流。因此，與不對導電體 503 施加負電位時相比，在對導電體 503 施加負電位的情況下，可以減小對導電體 560 施加的電位為 0V 時的汲極電流。

[0237]

導電體 503 以與氧化物 530 及導電體 560 重疊的方式配置。由此，在

對導電體 560 及導電體 503 供應電位的情況下，從導電體 560 產生的電場和從導電體 503 產生的電場連接，可以覆蓋形成在氧化物 530 中的通道形成區域。在本說明書等中，將由第一閘極電極的電場和第二閘極電極的電場電圍繞通道形成區域的電晶體的結構稱為 surrounded channel (S-channel：圍繞通道) 結構。

[0238]

此外，導電體 503 具有與導電體 518 相同的結構，以與絕緣體 514 及絕緣體 516 的開口的內壁接觸的方式形成有導電體 503a，其內側形成有導電體 503b。另外，在電晶體 500 中，疊層有導電體 503a 與導電體 503b，但是本發明不侷限於此。例如，導電體 503 可以具有單層結構，也可以具有三層以上的疊層結構。

[0239]

在此，作為導電體 503a 較佳為使用具有抑制氫原子、氫分子、水分子、銅原子等雜質的擴散的功能（不容易使上述雜質透過）的導電材料。另外，較佳為使用具有抑制氧（例如，氧原子、氧分子等中的至少一個）的擴散的功能（不容易使上述氧透過）的導電材料。在本說明書中，抑制雜質或氧的擴散的功能是指抑制上述雜質和上述氧中的任一個或全部的擴散的功能。

[0240]

例如，藉由使導電體 503a 具有抑制氧的擴散的功能，可以抑制因導電體 503b 氧化而導致導電率的下降。

[0241]

另外，在導電體 503 還具有佈線的功能的情況下，作為導電體 503b，較佳為使用以鎢、銅或鋁為主要成分的導電性高的導電材料。在此情況下，不一定需要設置導電體 503a。在圖式中，導電體 503b 具有單層結構，但是也可以具有疊層結構，例如，可以採用鈦或氮化鈦和上述導電材料的疊層結構。

[0242]

絕緣體 520、絕緣體 522 及絕緣體 524 被用作第二閘極絕緣膜。

[0243]

在此，與氧化物 530 接觸的絕緣體 524 較佳為使用包含超過化學計量組成的氧的絕緣體。換言之，較佳為在絕緣體 524 中形成有過量氧區域。藉由以與氧化物 530 接觸的方式設置上述包含過量氧的絕緣體，可以減少

氧化物 530 中的氧空位，從而可以提高電晶體 500 的可靠性。

[0244]

明確而言，作為具有過量氧區域的絕緣體，較佳為使用藉由加熱使一部分的氧脫離的氧化物材料。藉由加熱使氧脫離的氧化物是指在 TDS (Thermal Desorption Spectroscopy: 熱脫附譜) 分析中換算為氧原子的氧的脫離量為 1.0×10^{18} atoms/cm³ 以上，較佳為 1.0×10^{19} atoms/cm³ 以上，進一步較佳為 2.0×10^{19} atoms/cm³ 以上，或者 3.0×10^{20} atoms/cm³ 以上的氧化物膜。另外，進行上述 TDS 分析時的膜的表面溫度較佳為在 100°C 以上且 700°C 以下，或者 100°C 以上且 400°C 以下的範圍內。

[0245]

當絕緣體 524 具有過量氧區域時，絕緣體 522 較佳為具有抑制氧（例如，氧原子、氧分子等）的擴散的功能（不容易使上述氧透過）。

[0246]

當絕緣體 522 具有抑制氧或雜質的擴散的功能時，氧化物 530 所包含的氧不擴散到絕緣體 520 一側，所以是較佳的。另外，可以抑制導電體 503 與絕緣體 524 或氧化物 530 所包含的氧起反應。

[0247]

作為絕緣體 522，例如較佳為使用包含氧化鋁、氧化鉛、含有矽及鉛的氧化物（矽酸鉛）、氧化鋇、氧化鋳、鋳鈦酸鉛（PZT）、鈦酸鋇（SrTiO₃）或（Ba, Sr）TiO₃（BST）等所謂的 high-k 材料的絕緣體的單層或疊層。當進行電晶體的微型化及高積體化時，由於閘極絕緣膜的薄膜化，有時發生洩漏電流等問題。藉由作為被用作閘極絕緣膜的絕緣體使用 high-k 材料，可以在保持物理厚度的同時降低電晶體工作時的閘極電位。

[0248]

尤其是，較佳為使用作為具有抑制雜質及氧等的擴散的功能（不容易使上述氧透過）的絕緣材料的包含鋁和鉛中的一者或兩者的氧化物的絕緣體。作為包含鋁和鉛中的一者或兩者的氧化物的絕緣體，較佳為使用氧化鋁、氧化鉛、包含鋁及鉛的氧化物（鋁酸鉛）等。當使用這種材料形成絕緣體 522 時，絕緣體 522 被用作抑制氧從氧化物 530 釋放或氫等雜質從電晶體 500 的周圍部進入氧化物 530 的層。

[0249]

或者，例如也可以對上述絕緣體添加氧化鋁、氧化鋇、氧化鋳、氧化鋇、氧化鋁、氧化鈾、氧化鈾、氧化鈾、氧化鈾、氧化鈾。此外，也可以對上述絕

密的結構。因此，可以抑制由源極電極或汲極電極氧從氧化物 530b 被抽出。此外，即使進行加熱處理也可以減少氧從氧化物 530b 被抽出，所以電晶體 500 在製程中的高溫度（所謂熱積存：thermal budget）中也是穩定的。

[0255]

作為在氧化物 530 中被用作通道形成區域的金屬氧化物，較佳為使用其能帶間隙為 2eV 以上，較佳為 2.5eV 以上的金屬氧化物。如此，藉由使用能帶間隙較寬的金屬氧化物，可以減小電晶體的關態電流。

[0256]

在氧化物 530 中，當在氧化物 530b 之下設置有氧化物 530a 時，可以抑制雜質從形成在氧化物 530a 下的結構物擴散到氧化物 530b。當在氧化物 530b 之上設置有氧化物 530c 時，可以抑制雜質從形成在氧化物 530c 的上方的結構物擴散到氧化物 530b。

[0257]

另外，氧化物 530 較佳為具有各金屬原子的原子個數比互不相同的多個氧化物層的疊層結構。明確而言，用於氧化物 530a 的金屬氧化物的構成元素中的元素 M 的原子個數比較佳為大於用於氧化物 530b 的金屬氧化物的構成元素中的元素 M 的原子個數比。另外，用於氧化物 530a 的金屬氧化物中的相對於 In 的元素 M 的原子個數比較佳為大於用於氧化物 530b 的金屬氧化物中的相對於 In 的元素 M 的原子個數比。另外，用於氧化物 530b 的金屬氧化物中的相對於元素 M 的 In 的原子個數比較佳為大於用於氧化物 530a 的金屬氧化物中的相對於元素 M 的 In 的原子個數比。另外，氧化物 530c 可以使用可用於氧化物 530a 或氧化物 530b 的金屬氧化物。

[0258]

較佳的是，使氧化物 530a 及氧化物 530c 的導帶底的能量高於氧化物 530b 的導帶底的能量。換言之，氧化物 530a 及氧化物 530c 的電子親和力較佳為小於氧化物 530b 的電子親和力。

[0259]

在此，在氧化物 530a、氧化物 530b 及氧化物 530c 的接合部中，導帶底的能階平緩地變化。換言之，也可以將上述情況表達為氧化物 530a、氧化物 530b 及氧化物 530c 的接合部的導帶底的能階連續地變化或者連續地接合。為此，較佳為降低形成在氧化物 530a 與氧化物 530b 的介面以及氧化物 530b 與氧化物 530c 的介面的混合層的缺陷態密度。

[0260]

明確而言，藉由使氧化物 530a 與氧化物 530b 以及氧化物 530b 與氧化物 530c 除了氧之外還包含共同元素（為主要成分），可以形成缺陷態密度低的混合層。例如，在氧化物 530b 為 In-Ga-Zn 氧化物的情況下，作為氧化物 530a 及氧化物 530c 較佳為使用 In-Ga-Zn 氧化物、Ga-Zn 氧化物及氧化銻等。

[0261]

此時，載子的主要路徑為氧化物 530b。藉由使氧化物 530a 及氧化物 530c 具有上述結構，可以降低氧化物 530a 與氧化物 530b 的介面及氧化物 530b 與氧化物 530c 的介面的缺陷態密度。因此，介面散射對載子傳導的影響減少，可以提高電晶體 500 的通態電流。

[0262]

在氧化物 530b 上設置有被用作源極電極及汲極電極的導電體 542a 及導電體 542b。作為導電體 542a 及導電體 542b，較佳為使用選自鋁、鉻、銅、銀、金、鉑、鉭、鎳、鈦、鉬、鎢、鉛、釩、鈮、錳、鎂、銦、銻、銻、銻和鏷中的金屬元素、以上述金屬元素為成分的合金或者組合上述金屬元素的合金等。例如，較佳為使用氮化鉭、氮化鈦、鎢、包含鈦和鋁的氮化物、包含鉭和鋁的氮化物、氧化鈦、氮化鈦、包含銻和鈦的氧化物、包含鏷和鎳的氧化物等。另外，氮化鉭、氮化鈦、包含鈦和鋁的氮化物、包含鉭和鋁的氮化物、氧化鈦、氮化鈦、包含銻和鈦的氧化物、包含鏷和鎳的氧化物是不容易氧化的導電材料或者吸收氧也維持導電性的材料，所以是較佳的。氮化鉭等的金屬氮化物膜對氫或氧具有阻擋性，所以是更佳的。

[0263]

此外，雖然在圖 12 示出導電體 542a 及導電體 542b 的單層結構，但是也可以採用兩層以上的疊層結構。例如，較佳為層疊氮化鉭膜及鎢膜。另外，也可以層疊鈦膜及鋁膜。另外，也可以採用在鎢膜上層疊鋁膜的兩層結構、在銅-鎂-鋁合金膜上層疊銅膜的兩層結構、在鈦膜上層疊銅膜的兩層結構、在鎢膜上層疊銅膜的兩層結構。

[0264]

另外，也可以使用：在鈦膜或氮化鈦膜上層疊鋁膜或銅膜並在其上形成鈦膜或氮化鈦膜的三層結構、在鉬膜或氮化鉬膜上層疊鋁膜或銅膜而並在其上形成鉬膜或氮化鉬膜的三層結構等。另外，也可以使用包含氧化銻、氧化錫或氧化鋅的透明導電材料。

[0265]

另外，如圖 12A 所示，有時在氧化物 530 與導電體 542a (導電體 542b) 的介面及其附近作為低電阻區域形成有區域 543a 及區域 543b。此時，區域 543a 被用作源極區域和汲極區域中的一個，區域 543b 被用作源極區域和汲極區域中的另一個。此外，通道形成區域形成在夾在區域 543a 和區域 543b 之間的區域中。

[0266]

藉由以與氧化物 530 接觸的方式設置上述導電體 542a (導電體 542b)，區域 543a (區域 543b) 的氧濃度有時降低。另外，在區域 543a (區域 543b) 中有時形成包括包含在導電體 542a (導電體 542b) 中的金屬及氧化物 530 的成分的金屬化合物層。在此情況下，區域 543a (區域 543b) 的載子濃度增加，區域 543a (區域 543b) 成為低電阻區域。

[0267]

絕緣體 544 以覆蓋導電體 542a 及導電體 542b 的方式設置，抑制導電體 542a 及導電體 542b 的氧化。此時，絕緣體 544 也可以以覆蓋氧化物 530 的側面且與絕緣體 524 接觸的方式設置。

[0268]

作為絕緣體 544，可以使用包含選自鉛、鋁、鎵、鉕、銦、鎢、鈦、鈹、鎳、銻、釹、釷或鎂等中的一種或兩種以上的金屬氧化物。此外，作為絕緣體 544 也可以使用氮氧化矽或氮化矽等。

[0269]

尤其是，作為絕緣體 544，較佳為使用作為包含鋁和鉛中的一者或兩者的氧化物的絕緣體的氧化鋁、氧化鉛、包含鋁及鉛的氧化物 (鋁酸鉛) 等。尤其是，鋁酸鉛的耐熱性比氧化鉛膜高。因此，在後面的製程的熱處理中不容易晶化，所以是較佳的。另外，在導電體 542a 及導電體 542b 是具有耐氧化性的材料或者吸收氧也其導電性不會顯著降低的情況下，不需要必須設置絕緣體 544。根據所需要的電晶體特性，適當地設計即可。

[0270]

藉由包括絕緣體 544，可以抑制絕緣體 580 所包含的水、氫等雜質經過氧化物 530c、絕緣體 550 擴散到氧化物 530b。此外，可以抑制絕緣體 580 所包含的過量氧使導電體 560 氧化。

[0271]

絕緣體 550 被用作第一閘極絕緣膜。絕緣體 550 較佳為以接觸於氧化

物 530c 的內側（頂面及側面）的方式配置。絕緣體 550 較佳為與上述絕緣體 524 同樣地使用包含過剩的氧並藉由加熱而釋放氧的絕緣體形成。

[0272]

明確而言，可以使用包含過量氧的氧化矽、氧氮化矽、氮氧化矽、氮化矽、添加有氟的氧化矽、添加有碳的氧化矽、添加有碳及氮的氧化矽、具有空孔的氧化矽。尤其是，氧化矽及氧氮化矽具有熱穩定性，所以是較佳的。

[0273]

藉由作為絕緣體 550 以與氧化物 530c 的頂面接觸的方式設置藉由加熱而釋放氧的絕緣體，可以高效地從絕緣體 550 藉由氧化物 530c 對氧化物 530b 的通道形成區域供應氧。此外，與絕緣體 524 同樣，較佳為降低絕緣體 550 中的水或氫等雜質的濃度。絕緣體 550 的厚度較佳為 1nm 以上且 20nm 以下。

[0274]

另外，為了將絕緣體 550 所包含的過量氧高效地供應到氧化物 530，也可以在絕緣體 550 與導電體 560 之間設置金屬氧化物。該金屬氧化物較佳為抑制從絕緣體 550 到導電體 560 的氧擴散。藉由設置抑制氧的擴散的金屬氧化物，從絕緣體 550 到導電體 560 的過量氧的擴散受到抑制。換言之，可以抑制供應到氧化物 530 的過量氧量減少。另外，可以抑制因過量氧導致的導電體 560 的氧化。作為該金屬氧化物，可以使用可用於絕緣體 544 的材料。

[0275]

另外，與第二閘極絕緣膜同樣，絕緣體 550 也可以具有疊層結構。由於當進行電晶體的微型化及高積體化時，有時閘極絕緣膜的薄膜化導致洩漏電流等問題，因此藉由使被用作閘極絕緣膜的絕緣體具有 high-k 材料與具有熱穩定性的材料的疊層結構，可以在保持物理厚度的同時降低電晶體工作時的閘極電位。此外，可以實現具有熱穩定性及高相對介電常數的疊層結構。

[0276]

在圖 12A 及圖 12B 中，被用作第一閘極電極的導電體 560 具有兩層結構，但是也可以具有單層結構或三層以上的疊層結構。

[0277]

作為導電體 560a，較佳為使用具有抑制氫原子、氫分子、水分子、氮

原子、氮分子、氧化氮分子 (N_2O 、 NO 、 NO_2 等)、銅原子等雜質的擴散的功能的導電材料。另外，較佳為使用具有抑制氧（例如，氧原子、氧分子等中的至少一個）的擴散的功能的導電材料。藉由使導電體 560a 具有抑制氧的擴散的功能，可以抑制因絕緣體 550 所包含的氧導致導電體 560b 氧化而導電率下降。作為具有抑制氧的擴散的功能的導電材料，例如，較佳為使用鉬、氮化鉬、鈣或氧化鈣等。此外，作為導電體 560a 可以使用可應用於氧化物 530 的氧化物半導體。在此情況下，藉由採用濺射法形成導電體 560b，可以降低導電體 560a 的電阻值來使其成為導電體。其可以稱為 OC (Oxide Conductor) 電極。

[0278]

作為導電體 560b，較佳為使用以鎢、銅或鋁為主要成分的導電材料。由於導電體 560b 還被用作佈線，所以較佳為使用導電性高的導電體。導電體 560b 也可以具有疊層結構，例如，可以採用鈦或氮化鈦和上述導電材料的疊層結構。

[0279]

絕緣體 580 較佳為隔著絕緣體 544 設置在導電體 542a 及導電體 542b 上。絕緣體 580 較佳為具有過量氧區域。例如，絕緣體 580 較佳為包含氧化矽、氧氮化矽、氮氧化矽、氮化矽、添加有氟的氧化矽、添加有碳的氧化矽、添加有碳及氮的氧化矽、具有空孔的氧化矽或樹脂等。尤其是，氧化矽及氧氮化矽具有熱穩定性，所以是較佳的。尤其是，氧化矽和具有空孔的氧化矽容易在後面的製程中形成過量氧區域，所以是較佳的。

[0280]

絕緣體 580 較佳為具有過量氧區域。藉由以與氧化物 530c 接觸的方式設置藉由加熱而釋放氧的絕緣體 580，可以將絕緣體 580 中的氧藉由氧化物 530c 高效地供應給氧化物 530。另外，較佳為降低絕緣體 580 中的水或氫等雜質的濃度。

[0281]

絕緣體 580 的開口以與導電體 542a 和導電體 542b 之間的區域重疊的方式形成。由此，導電體 560 以埋入絕緣體 580 的開口中及夾在導電體 542a 與導電體 542b 之間的區域的方式設置。

[0282]

在進行半導體裝置的微型化時，需要縮短閘極長度，但是需要防止導電體 560 的導電性的下降。為此，在增大導電體 560 的厚度的情況下，導

電體 560 有可能具有縱橫比高的形狀。在本實施方式中，由於將導電體 560 以埋入絕緣體 580 的開口的方式設置，所以即使導電體 560 具有縱橫比高的形狀，在製程中也不發生導電體 560 的倒塌。

[0283]

絕緣體 574 較佳為以與絕緣體 580 的頂面、導電體 560 的頂面及絕緣體 550 的頂面的方式設置。藉由利用濺射法形成絕緣體 574，可以在絕緣體 550 及絕緣體 580 中形成過量氧區域。由此，可以將氧從該過量氧區域供應到氧化物 530 中。

[0284]

例如，作為絕緣體 574，可以使用包含選自鉛、鋁、鎵、鉍、銻、鎢、鈦、鉭、鎳、銻和鎂等中的一種或兩種以上的金屬氧化物。

[0285]

尤其是，氧化鋁具有高阻擋性，即使是 0.5nm 以上且 3.0nm 以下的薄膜，也可以抑制氫及氬的擴散。由此，藉由利用濺射法形成的氧化鋁可以在被用作氧供應源的同時還具有氫等雜質的障壁膜的功能。

[0286]

另外，較佳為在絕緣體 574 上設置被用作層間膜的絕緣體 581。與絕緣體 524 等同樣，較佳為降低絕緣體 581 中的水或氫等雜質的濃度。

[0287]

另外，在形成於絕緣體 581、絕緣體 574、絕緣體 580 及絕緣體 544 中的開口配置導電體 540a 及導電體 540b。導電體 540a 及導電體 540b 以隔著導電體 560 彼此對置的方式設置。導電體 540a 及導電體 540b 具有與後面說明的導電體 546 及導電體 548 同樣的結構。

[0288]

在絕緣體 581 上設置有絕緣體 582。絕緣體 582 較佳為使用對氧或氬具有阻擋性的物質。因此，作為絕緣體 582 可以使用與絕緣體 514 同樣的材料。例如，作為絕緣體 582 較佳為使用氧化鋁、氧化鉛、氧化鉭等金屬氧化物。

[0289]

尤其是，氧化鋁的不使氧及導致電晶體的電特性變動的氫、水分等雜質透過的阻擋效果高。因此，在電晶體的製程中及製程之後，氧化鋁可以防止氫、水分等雜質進入電晶體 500 中。此外，氧化鋁可以抑制氧從構成電晶體 500 的氧化物釋放。因此，氧化鋁適合用於電晶體 500 的保護膜。

[0290]

此外，在絕緣體 582 上設置有絕緣體 586。作為絕緣體 586 可以使用與絕緣體 320 同樣的材料。此外，藉由作為這些絕緣體應用介電常數較低的材料，可以減少產生在佈線之間的寄生電容。例如，作為絕緣體 586，可以使用氧化矽膜及氮化矽膜等。

[0291]

此外，在絕緣體 520、絕緣體 522、絕緣體 524、絕緣體 544、絕緣體 580、絕緣體 574、絕緣體 581、絕緣體 582 及絕緣體 586 中埋入有導電體 546 及導電體 548 等。

[0292]

導電體 546 及導電體 548 被用作與電容器 600、電晶體 500 或電晶體 300 連接的插頭或佈線。導電體 546 及導電體 548 可以使用與導電體 328 及導電體 330 同樣的材料設置。

[0293]

接著，在電晶體 500 的上方設置有電容器 600。電容器 600 包括導電體 610、導電體 620 及絕緣體 630。

[0294]

此外，也可以在導電體 546 及導電體 548 上設置導電體 612。導電體 612 被用作與電晶體 500 連接的插頭或者佈線。導電體 610 被用作電容器 600 的電極。此外，可以同時形成導電體 612 及導電體 610。

[0295]

作為導電體 612 及導電體 610 可以使用包含選自鉬、鈦、鉭、鎢、鋁、銅、鉻、釷、鈳中的元素的金屬膜或以上述元素為成分的金屬氮化物膜（氮化鉬膜、氮化鈦膜、氮化鉭膜、氮化鎢膜）等。或者，也可以使用銻錫氧化物、包含氧化鎢的銻氧化物、包含氧化鎢的銻鋅氧化物、包含氧化鈦的銻氧化物、包含氧化鈦的銻錫氧化物、銻鋅氧化物、添加有氧化矽的銻錫氧化物等導電材料。

[0296]

在圖 10 中，導電體 612 及導電體 610 具有單層結構，但是不侷限於此，也可以具有兩層以上的疊層結構。例如，也可以在具有阻擋性的導電體與導電性高的導電體之間形成與具有阻擋性的導電體以及導電性高的導電體緊密性高的導電體。

[0297]

以隔著絕緣體 630 重疊於導電體 610 的方式設置導電體 620。作為導電體 620 可以使用金屬材料、合金材料、金屬氧化物材料等導電材料。較佳為使用兼具耐熱性和導電性的鎢或鉬等高熔點材料，尤其較佳為使用鎢。當與導電體等其他組件同時形成導電體 620 時，使用低電阻金屬材料的 Cu（銅）或 Al（鋁）等即可。

[0298]

在導電體 620 及絕緣體 630 上設置有絕緣體 640。絕緣體 640 可以使用與絕緣體 320 同樣的材料設置。此外，絕緣體 640 可以被用作覆蓋其下方的凹凸形狀的平坦化膜。

[0299]

藉由採用本結構，可以在抑制使用包含氧化物半導體的電晶體的半導體裝置的電特性變動的同時提高可靠性。此外，使用包含氧化物半導體的電晶體的電池控制電路中可以實現微型化或高積體化。

[0300]

實施方式 1 所示的電晶體 140 及電晶體 150 有時稱為功率 MOSFET (Power MOSFET)。圖 30、圖 31A、圖 31B 及圖 31C 所示的電晶體 300 尤其較佳為用於電晶體 140 及電晶體 150。圖 30、圖 31A、圖 31B 及圖 31C 所示的電晶體 300 稱為 D-MOS (Double Diffusion Metal Oxide Semiconductor) FET。

[0301]

圖 30 所示的電晶體 300 為平面型電晶體。藉由將低電阻區域 314a 和低電阻區域 314b 中的一個及另一個分別用作源極區域及汲極區域，可以作為 MOSFET 工作，但是這裡低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b 都用作源極，在低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b 的外側形成區域 319，在圖 30 所示的剖面中在矽基板的半導體區域 313 的下方的區域設置低電阻區域 317，在其下方設置被用作汲極電極的背面電極 318，可以將電晶體 300 用作 D-MOSFET。注意，低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b 也可以都用作汲極，且背面電極 318 也可以用作源極電極。區域 319 較佳為與低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b 相反的極性的區域。例如，在低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b 為 n 型區域時，區域 319 較佳為 p 型區域。或者，區域 319 也可以為高電阻區域。區域 319 有時為本質區域。

[0302]

注意，在圖 30 中，藉由低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b 與相反極性的區域的區域 319 接觸，形成 pn 界面。在本說明書等中，將這種 pn 接

面區域稱為寄生二極體。寄生二極體具有逆流防止、整流等的功能。此外，寄生二極體具有保護電晶體的功能。藉由寄生二極體形成在汲極（例如低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b）與源極（例如背面電極 318）之間，緩和對源極與汲極之間施加高電壓時的電場集中等，可以抑制電晶體的破壞或劣化。

[0303]

在圖 30 中示出低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b 分別與導電體 328 等插頭電連接的例子，在圖 31A 中示出導電體 328b 與多個低電阻區域電連接的例子。導電體 328b 較佳為覆蓋多個低電阻區域的每一個的至少一部分的形狀。此外，導電體 328b 較佳為與多個低電阻區域的每一個的至少一部分重疊。

[0304]

圖 30 示出電晶體 300 為具有平面型結構的 D-MOSFET 的例子，而圖 31B 示出電晶體 300 為具有溝槽結構的 D-MOSFET 的例子。在圖 31A 中，被用作閘極的導電體 316 形成在設置在低電阻區域 314a 與低電阻區域 314b 之間的溝槽內。在低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b 與導電體 316 之間形成被用作閘極絕緣體的絕緣體 315。

[0305]

在圖 31B 中示出低電阻區域 314a 及低電阻區域 314b 分別與導電體 328 等插頭電連接的例子，在圖 31C 中示出導電體 328b 與多個低電阻區域電連接的例子。導電體 328b 較佳為覆蓋多個低電阻區域的每一個的至少一部分的形狀。此外，導電體 328b 較佳為與多個低電阻區域的每一個的至少一部分重疊。

[0306]

與平面型結構相比，在溝槽結構中，積體電路的面積較佳為縮小為 0.5 倍以下，更佳為縮小為 0.4 倍以下。

[0307]

圖 13A、圖 13B、圖 13C、圖 14A 及圖 14B 是示出本發明的一個實施方式的半導體裝置的結構的一個例子的立體圖。圖 13A、圖 13B、圖 13C、圖 14A 及圖 14B 示出將半導體裝置 900 所包括的各電路設置在上述層 385 及上述層 585 中的一個例子。層 385 例如為包括 Si 電晶體的層。層 585 例如為包括 OS 電晶體的層。注意，在各電路設置在層 385 或層 585 中時，例如構成每個電路的元件的電晶體可以構成在層 385 或層 585 中。此外，每個電

路所包括的電容器及電阻器例如也可以設置在這些層之間或者層 585 的上層。

[0308]

在圖 13A、圖 13B、圖 13C、圖 14A 及圖 14B 所示的半導體裝置 900 的一個例子中，在上述實施方式中說明的電池控制電路 101 例如包括電路 102 及電路 103。

[0309]

電路 102 例如包括單元平衡電路 130、檢測電路 185、檢測電路 186、檢測電路 MSD、檢測電路 SD、溫度感測器 TS、解碼器 160 及邏輯電路 182 的一個以上。

[0310]

電路 103 包括電晶體 140 及電晶體 150 的一個以上。

[0311]

電路 102 所包括的電路的一部分的電路包括在電路 102b 中，其他電路包括在電路 102a 中。電路 102b 所包括的電晶體主要設置在層 385 中。電路 102a 所包括的電晶體主要設置在層 585 中。電路 102b 例如包括解碼器 160 及邏輯電路 182。

[0312]

電路 102b 例如也可以包括充電電路。

[0313]

例如，在上述實施方式中說明的電壓生成電路 119 所包括的電晶體主要設置在層 385 中。

[0314]

電路 195 包括 MPU、MCU、CPU 等運算電路。電路 195 較佳為包括記憶體。電路 195 所包括的運算電路除了主要包括設置在層 385 中的電晶體的電路 195b 以外還可以包括主要包括設置在層 385 中的電晶體的電路 195a。藉由電路 195 所包括的運算電路包括電路 195a，有時可以降低待機時的功耗。更明確而言，例如，電路 195a 包括具有 OS 電晶體的正反器電路等。

[0315]

電路 195 例如具有根據劣化度控制充電電流量的功能、剩餘計的功能等。此外，電路 195 具有進行與電池控制電路 101 的信號的發送及接收的功能。電路 195 例如使用來自電池控制電路 101 的信號進行運算，根據運算結果對電池控制電路 101 供應信號。

[0316]

在圖 13A 所示的半導體裝置的一個例子中，在層 385 中設置電路 103 及電路 195，在層 585 中設置電路 102。

[0317]

在圖 13B 所示的半導體裝置的一個例子中，在層 385 中設置電路 195、電路 102b、電路 103 及電壓生成電路 119，在層 585 中設置電路 102a。

[0318]

在圖 13C 所示的半導體裝置的一個例子中，在層 385 中設置電路 195b、電路 102b、電路 103 及電壓生成電路 119，在層 585 中設置電路 195a 及電路 102a。

[0319]

在圖 14A 所示的半導體裝置的一個例子中，在層 385 中設置電路 195，在層 585 中設置電路 102 及電路 103。

[0320]

在圖 14B 所示的半導體裝置的一個例子中，在層 385 中設置電路 195b、電路 102b 及電壓生成電路 119，在層 585 中設置電路 195a、電路 102a 及電路 103。

[0321]

圖 13A、圖 13B、圖 13C、圖 14A 及圖 14B 所示的半導體裝置的一個例子例如可以用於後面說明的控制電路 420 及控制電路 590 等的控制電路。

[0322]

本實施方式可以與其他實施方式的記載適當地組合。

[0323]

實施方式 5

在本實施方式中說明本發明的一個實施方式的金屬氧化物。

[0324]

《金屬氧化物》

作為氧化物 530，較佳為使用被用作氧化物半導體的金屬氧化物。以下，將說明可用於根據本發明的氧化物 530 的金屬氧化物。

[0325]

金屬氧化物較佳為至少包含銦或鋅。尤其較佳為包含銦及鋅。另外，除此之外，較佳為還包含銻、鉍、錫等。或者，也可以包含硼、鈦、鐵、

鎳、鍺、銦、鉬、釩、鈾、釷、釷、鎢或鎂等中的一種或多種。

[0326]

在此，考慮金屬氧化物是包含銦、元素 M 及鋅的 In-M-Zn 氧化物的情況。注意，元素 M 為鋁、鎵、鉍或錫等。作為可用作元素 M 的其他元素，有硼、鈦、鐵、鎳、鍺、銦、釩、鈾、釷、鎢、鎂等。注意，作為元素 M 有時也可以組合多個上述元素。

[0327]

注意，在本說明書等中，有時將包含氮的金屬氧化物也稱為金屬氧化物 (metal oxide)。此外，也可以將包含氮的金屬氧化物稱為金屬氧氮化物 (metal oxynitride)。

[0328]

[金屬氧化物的結構]

氧化物半導體 (金屬氧化物) 被分為單晶氧化物半導體和非單晶氧化物半導體。作為非單晶氧化物半導體例如有 CAAC-OS、多晶氧化物半導體、nc-OS (nanocrystalline oxide semiconductor)、a-like OS (amorphous-like oxide semiconductor) 及非晶氧化物半導體等。

[0329]

CAAC-OS 具有 c 軸配向性，其多個奈米晶在 a-b 面方向上連結而結晶結構具有畸變。注意，畸變是指在多個奈米晶連結的區域中晶格排列一致的區域與其他晶格排列一致的區域之間的晶格排列的方向變化的部分。

[0330]

雖然奈米晶基本上是六角形，但是並不侷限於正六角形，有不是正六角形的情況。此外，在畸變中有時具有五角形或七角形等晶格排列。另外，在 CAAC-OS 中，即使在畸變附近也觀察不到明確的晶界 (也稱為 grain boundary)。亦即，可知由於晶格排列畸變，抑制晶界的形成。這是由於 CAAC-OS 因為 a-b 面方向上的氧原子排列的低密度或因金屬元素被取代而使原子間的鍵合距離產生變化等而能夠包容畸變。

[0331]

此外，CAAC-OS 趨向於具有層疊有包含銦及氧的層 (下面稱為 In 層) 和包含元素 M、鋅及氧的層 (下面稱為 (M, Zn) 層) 的層狀結晶結構 (也稱為層狀結構)。另外，銦和元素 M 彼此可以取代，在用銦取代 (M, Zn) 層中的元素 M 的情況下，也可以將該層表示為 (In, M, Zn) 層。另外，在用元素 M 取代 In 層中的銦的情況下，也可以將該層表示為 (In, M) 層。

[0332]

CAAC-OS 是結晶性高的金屬氧化物。另一方面，在 CAAC-OS 中不容易觀察到明確的晶界，因此可以說不容易發生起因於晶界的電子移動率的下降。此外，金屬氧化物的結晶性有時因雜質的進入或缺陷的生成等而降低，因此可以說 CAAC-OS 是雜質或缺陷（氧空位等）少的金屬氧化物。因此，包含 CAAC-OS 的金屬氧化物的物理性質穩定。因此，包含 CAAC-OS 的金屬氧化物具有高耐熱性及高可靠性。

[0333]

在 nc-OS 中，微小的區域（例如 1nm 以上且 10nm 以下的區域，特別是 1nm 以上且 3nm 以下的區域）中的原子排列具有週期性。另外，nc-OS 在不同的奈米晶之間觀察不到結晶定向的規律性。因此，在膜整體中觀察不到配向性。所以，有時 nc-OS 在某些分析方法中與 a-like OS 或非晶氧化物半導體沒有差別。

[0334]

另外，在包含銦、鎵和鋅的金屬氧化物的一種的 In-Ga-Zn 氧化物（以下，IGZO）是上述奈米晶時可能具有穩定的結構。尤其是，IGZO 有在大氣中不容易進行晶體生長的傾向，所以與在 IGZO 是大結晶（在此，幾 mm 的結晶或者幾 cm 的結晶）時相比在 IGZO 是小結晶（例如，上述奈米結晶）時可能在結構上穩定。

[0335]

a-like OS 是具有介於 nc-OS 與非晶氧化物半導體之間的結構的金屬氧化物。a-like OS 包含空洞或低密度區域。也就是說，a-like OS 的結晶性比 nc-OS 及 CAAC-OS 的結晶性低。

[0336]

氧化物半導體（金屬氧化物）具有各種結構及各種特性。本發明的一個實施方式的氧化物半導體也可以包括非晶氧化物半導體、多晶氧化物半導體、a-like OS、nc-OS、CAAC-OS 中的兩種以上。

[0337]

[雜質]

在此，說明金屬氧化物中的各雜質的影響。

[0338]

在雜質混入氧化物半導體中時，有時形成缺陷能階或氧空位。因此，在雜質混入氧化物半導體的通道形成區域中時，使用氧化物半導體的電晶

體的電特性容易變動而有時會降低可靠性。此外，在通道形成區域包括氧空位時，電晶體容易具有常開啟特性。

[0339]

此外，上述缺陷能階有時包括陷阱能階。被金屬氧化物的陷阱能階俘獲的電荷到消失需要較長的時間，有時像固定電荷那樣動作。因此，在通道形成區域具有陷阱態密度高的金屬氧化物的電晶體的電特性有時不穩定。

[0340]

另外，在氧化物半導體的通道形成區域存在有雜質時，通道形成區域的結晶性有時降低，或者與通道形成區域接觸地設置的氧化物的結晶性有時降低。在通道形成區域的結晶性低時，有電晶體的穩定性或可靠性下降的趨勢。此外，在與通道形成區域接觸地設置的氧化物的結晶性低時，有時形成介面能階而降低電晶體的穩定性或可靠性。

[0341]

因此，為了提高電晶體的穩定性或可靠性，降低氧化物半導體的通道形成區域及其附近的雜質濃度是有效的。作為雜質有氫、氮、鹼金屬、鹼土金屬、鐵、鎳、矽等。

[0342]

明確而言，將該氧化物半導體的通道形成區域及其附近的藉由二次離子質譜分析法（SIMS：Secondary Ion Mass Spectrometry）得到的上述雜質的濃度設定為 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下，較佳為設定為 $2 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^3$ 以下。或者，將該氧化物半導體的通道形成區域及其附近的藉由利用 EDX 的元素分析得到的上述雜質的濃度設定為 1.0atomic% 以下。另外，在作為該氧化物半導體使用包含元素 M 的氧化物時，將該氧化物半導體的通道形成區域及其附近的相對於元素 M 的上述雜質的濃度比設定為低於 0.10，較佳為設定為低於 0.05。在此，用來算出上述濃度比的元素 M 的濃度既可以是與算出上述雜質的濃度的區域相同的區域的濃度，也可以是該氧化物半導體中的濃度。

[0343]

因為其雜質濃度得到降低的金屬氧化物的缺陷態密度低，所以有時其陷阱態密度也低。

[0344]

在氫進入金屬氧化物的氧空位中時，有時氧空位和氫鍵合而形成 V_oH 。

有時 V_{oH} 被用作施體而產生作為載子的電子。此外，有時由於氫的一部分與鍵合於金屬原子的氧鍵合，產生作為載子的電子。

[0345]

由此，使用包含多量的氫的氧化物半導體的電晶體容易具有常開啟特性。此外，由於氧化物半導體中的氫容易因熱、電場等壓力而移動，因此當氧化物半導體包含多量的氫時，也有電晶體的可靠性會下降的憂慮。

[0346]

也就是說，較佳為儘量減少金屬氧化物中的 V_{oH} 來使該金屬氧化物成為高純度本質或實質上高純度本質。為了得到這種 V_{oH} 被充分減少的氧化物半導體，重要的是：去除氧化物半導體中的水分、氫等雜質（有時記載為脫水、脫氫化處理）；以及對氧化物半導體供應氧來填補氧空位（有時也稱為加氧化處理）。藉由將 V_{oH} 等雜質被充分減少的氧化物半導體用於電晶體的通道形成區域，可以賦予穩定的電特性。

[0347]

另外，較佳為將載子濃度低的氧化物半導體用於電晶體。在以降低氧化物半導體的載子濃度為目的的情況下，降低氧化物半導體中的雜質濃度以降低缺陷態密度，即可。在本說明書等中，將雜質濃度低且缺陷態密度低的狀態稱為高純度本質或實質上高純度本質。另外，作為氧化物半導體中的雜質，例如有氫、氮、鹼金屬、鹼土金屬、鐵、鎳、矽等。

[0348]

特別是，包含在氧化物半導體中的氫與鍵合於金屬原子的氧起反應生成水，因此有時在氧化物半導體中形成氧空位。在氧化物半導體中的通道形成區域包含氧空位的情況下，電晶體趨於具有常開啟特性。再者，有時氫進入氧空位中的缺陷被用作施體而產生作為載子的電子。有時由於氫的一部分與鍵合於金屬原子的氧鍵合，產生作為載子的電子。因此，使用包含多量的氫的氧化物半導體的電晶體容易具有常開啟特性。

[0349]

氫進入氧空位中的缺陷 (V_{oH}) 會被用作氧化物半導體的施體。然而，難以對該缺陷定量地進行評價。於是，在氧化物半導體中，有時不是根據施體濃度而是根據載子濃度進行評價。由此，在本說明書等中，有時作為氧化物半導體的參數，不採用施體濃度而採用假定為不被施加電場的狀態的載子濃度。也就是說，有時可以將本說明書等所記載的“載子濃度”換稱為“施體濃度”。

[0350]

由此，較佳為儘可能減少氧化物半導體中的氫。明確而言，在氧化物半導體膜中，利用 SIMS 測得的氫濃度低於 1×10^{20} atoms/cm³，較佳為低於 1×10^{19} atoms/cm³，更佳為低於 5×10^{18} atoms/cm³，進一步較佳為低於 1×10^{18} atoms/cm³。藉由將氫等雜質被充分減少的氧化物半導體用於電晶體的通道形成區域，可以賦予穩定的電特性。

[0351]

通道形成區域的氧化物半導體的載子濃度較佳為 1×10^{18} cm⁻³ 以下，更佳為低於 1×10^{17} cm⁻³，進一步較佳為低於 1×10^{16} cm⁻³，進一步較佳為低於 1×10^{13} cm⁻³，進一步較佳為低於 1×10^{12} cm⁻³。另外，對通道形成區域的氧化物半導體的載子濃度的下限值並沒有特別的限定，例如可以為 1×10^9 cm⁻³。

[0352]

根據本發明的一個實施方式可以提供一種可靠性良好的半導體裝置。根據本發明的一個實施方式可以提供一種具有良好的電特性的半導體裝置。根據本發明的一個實施方式可以提供一種通態電流大的半導體裝置。根據本發明的一個實施方式可以提供一種能夠進行微型化或高積體化的半導體裝置。根據本發明的一個實施方式可以提供一種低功耗的半導體裝置。

[0353]

《其他半導體材料》

可以用於氧化物 530 的半導體材料不侷限於上述金屬氧化物。作為氧化物 530，也可以使用具有能帶間隙的半導體材料（不是零能帶間隙半導體的半導體材料）。例如，較佳為將矽等單個元素的半導體、砷化鎵等化合物半導體、被用作半導體的層狀物質（也稱為原子層物質、二維材料等）等用於半導體材料。特別是，較佳為將被用作半導體的層狀物質用於半導體材料。

[0354]

在此，在本說明書等中，層狀物質是具有層狀結晶結構的材料群的總稱。層狀結晶結構是由共價鍵或離子鍵形成的層藉由如凡得瓦力那樣的比共價鍵或離子鍵弱的鍵合層疊的結構。層狀物質在每單位層中具有高導電性，亦即，具有高二維導電性。藉由將被用作半導體並具有高二維導電性的材料用於通道形成區域，可以提供通態電流大的電晶體。

[0355]

作為層狀物質，有石墨烯、矽烯、硫族化物等。硫族化物是包含氧族

元素的化合物。此外，氧族元素是屬於第 16 族的元素的總稱，其中包括氧、硫、硒、碲、鉍、鉍。另外，作為硫族化物，可以舉出過渡金屬硫族化物、第 13 族硫族化物等。

[0356]

作為氧化物 530，例如較佳為使用被用作半導體的過渡金屬硫族化物。作為能夠被用作氧化物 530 的過渡金屬硫族化物，可以具體地舉出硫化鉬（典型的是 MoS_2 ）、硒化鉬（典型的是 MoSe_2 ）、碲化鉬（典型的是 MoTe_2 ）、硫化鎢（典型的是 WS_2 ）、硒化鎢（典型的是 WSe_2 ）、碲化鎢（典型的是 WTe_2 ）、硫化鈦（典型的是 HfS_2 ）、硒化鈦（典型的是 HfSe_2 ）、硫化鋇（典型的是 ZrS_2 ）、硒化鋇（典型的是 ZrSe_2 ）等。

[0357]

本實施方式可以與其他實施方式的記載適當地組合。

[0358]

實施方式 6

在本實施方式中，參照圖 15A 及圖 15B 說明將在上述的實施方式中說明的電池控制電路用作電子構件的例子進行說明。

[0359]

在圖 15A 中，說明將在上述實施方式中說明的電池控制電路用作電子構件的例子。注意，電子構件也被稱為半導體封裝或 IC 用封裝。該電子構件根據端子取出方向或端子的形狀具有不同規格和名稱。在本實施方式中，說明其一個例子。

[0360]

藉由在組裝製程（後製程）中組合多個能夠裝卸在印刷電路板上的構件，完成由 OS 電晶體或 Si 電晶體構成的電路部。

[0361]

後製程可以經過進行圖 15A 所示的製程完成。明確而言，在由前製程得到的元件基板完成（步驟 S1）之後，研磨基板的背面（步驟 S2）。藉由在此階段使基板薄膜化，可以減少在前製程中產生的基板的翹曲等，而實現構件的小型化。

[0362]

研磨基板的背面且進行將基板分成多個晶片的切割（dicing）製程。並且，進行將被切割的各晶片安裝於引線框架上並實現接合的晶片接合

(die bonding) 製程 (步驟 S3)。該晶片接合製程中的晶片與引線框架的黏接可以根據產品適當地選擇合適的方法，如利用樹脂的黏接或利用膠帶的黏接等。另外，在晶片接合製程中，也可以將各晶片安裝於插入物 (interposer) 上而實現接合。

[0363]

接著，進行將引線框架的引線與晶片上的電極藉由金屬細線 (wire) 電連接的打線接合 (wire bonding) (步驟 S4)。作為金屬細線可以使用銀線或金線。此外，打線接合可以使用球焊 (ball bonding) 或楔焊 (wedge bonding)。

[0364]

對進行了打線接合後的晶片實施由環氧樹脂等密封的模塑 (molding) 製程 (步驟 S5)。藉由進行模塑製程，使電子構件的內部被樹脂填充，可以降低對安裝於電子構件內部的電路部及金屬細線因機械外力導致的損傷，還可以降低因水分或灰塵而導致的特性劣化。

[0365]

接著，對引線框架的引線進行電鍍處理。並且對引線進行切斷及成型加工 (步驟 S6)。藉由該電鍍處理可以防止引線生鏽，而在之後將引線安裝於印刷電路板時，可以更加確實地進行銲接。

[0366]

接著，對封裝表面實施印字處理 (marking) (步驟 S7)。並且經過最終的檢驗步驟 (步驟 S8) 完成包括包含 PLD 的電路部的電子構件 (步驟 S9)。

[0367]

圖 15B 示出完成的電子構件的透視示意圖。在圖 15B 中，作為電子構件的一個例子，示出 QFP (Quad Flat Package：四面扁平封裝) 的透視示意圖。圖 15B 所示的電子構件 700 包括引線 701 及電路部 703。圖 15B 所示的電子構件 700 例如安裝於印刷電路板 702。藉由組合多個這樣的電子構件 700 並使其在印刷電路板 702 上彼此電連接，可以安裝於電器的內部。完成的電路板 704 設置於電器等內部。

[0368]

作為安裝在印刷電路板 702 上的多個電子構件之一，可以舉出具備上述實施方式所示的電池控制電路的電子構件。作為其他電子構件，例如，可以舉出晶片線圈、晶片電感器等。在疊層在上述實施方式所示的層 385、層 585 或層 585 上的層中藉由濺射法、蒸鍍法等形成晶片線圈、晶片電感

器等，有時可以縮減電路板的面積。

[0369]

本實施方式可以與其他實施方式的記載適當地組合。

[0370]

實施方式 7

在本實施方式中，對可以使用包括在上述實施方式中說明的電池控制電路的電子構件的蓄電裝置及蓄電系統的結構進行說明。

[0371]

[圓筒型二次電池]

參照圖 16A 說明圓筒型二次電池的例子。如圖 16A 所示，圓筒型二次電池 400 的頂面包括正極蓋（電池蓋）401，其側面及底面包括電池罐（外裝罐）402。這些正極蓋 401 與電池罐（外裝罐）402 藉由墊片（絕緣墊片）410 絕緣。

[0372]

圖 16B 是示意性地示出圓筒型二次電池的剖面的圖。圖 16B 所示的圓筒型的二次電池在頂面具有正極蓋（電池蓋）601，並在側面及底面具有電池罐（外裝罐）602。上述正極蓋與電池罐（外裝罐）602 藉由墊片（絕緣墊片）610 絕緣。

[0373]

在中空圓柱狀電池罐 602 的內側設置有帶狀正極 604 和帶狀負極 606 夾著隔離體 605 被捲繞的電池元件。雖然未圖示，但是電池元件以中心銷為中心被捲繞。電池罐 602 的一端關閉且另一端開著。作為電池罐 602 可以使用對電解液具有抗腐蝕性的鎳、鋁、鈦等金屬、它們的合金或者它們和其他金屬的合金（例如不鏽鋼等）。另外，為了防止電解液所引起的腐蝕，電池罐 602 較佳為被鎳或鋁等覆蓋。在電池罐 602 的內側，正極、負極及隔離體被捲繞的電池元件由對置的一對絕緣板 608 和絕緣板 609 夾著。另外，在設置有電池元件的電池罐 602 的內部中注入有非水電解液（未圖示）。作為非水電解液，可以使用與硬幣型二次電池相同的電解液。

[0374]

因為用於圓筒型蓄電池的正極及負極被捲繞，從而活性物質較佳為形成在集電器的兩個表面。正極 604 連接有正極端子（正極集電引線）603，而負極 606 與負極端子（負極集電引線）607 連接。正極端子 603 及負極端

子 607 都可以使用鋁等金屬材料。將正極端子 603 電阻銲接到安全閥機構 613，而將負極端子 607 電阻銲接到電池罐 602 底。安全閥機構 613 與正極蓋 601 藉由 PTC (Positive Temperature Coefficient: 正溫度係數) 元件 611 電連接。當電池的內壓上升到超過指定的臨界值時，安全閥機構 613 切斷正極蓋 601 與正極 604 的電連接。另外，PTC 元件 611 是在溫度上升時其電阻增大的熱敏感電阻器，並藉由電阻的增大來限制電流量以防止異常發熱。PTC 元件可以使用鈦酸鋇 (BaTiO_3) 類半導體陶瓷等。

[0375]

圖 16C 示出蓄電系統 415 的一個例子。蓄電系統 415 包括多個二次電池 400。每個二次電池的正極接觸於由絕緣體 425 分離的導電體 424 而該正極彼此電連接。導電體 424 藉由佈線 423 與控制電路 420 電連接。此外，每個二次電池的負極藉由佈線 426 與控制電路 420 電連接。作為控制電路 420 可以使用上述實施方式所說明的電池控制電路。

[0376]

圖 16D 示出蓄電系統 415 的一個例子。蓄電系統 415 包括多個二次電池 400，多個二次電池 400 夾在導電板 413 和導電板 414 之間。多個二次電池 400 藉由佈線 416 與導電板 413 及導電板 414 電連接。多個二次電池 400 可以並聯連接，串聯連接或者並聯連接後再串聯連接。藉由構成包括多個二次電池 400 的蓄電系統 415，可以獲取大電力。

[0377]

考慮多個二次電池 400 並聯連接之後還串聯連接的情況。在此情況下，在圖 1 或圖 2 所示的蓄電裝置中，例如，電池單元 121 對應於並聯連接的多個二次電池，一個單元平衡電路 130 與並聯連接的多個二次電池電連接。

[0378]

另外，也可以在多個二次電池 400 之間包括溫度控制裝置。在二次電池 400 過熱時可以藉由溫度控制裝置冷卻，在二次電池 400 過冷時可以藉由溫度控制裝置加熱。因此，蓄電系統 415 的性能不容易受到外氣溫的影響。

[0379]

另外，在圖 16D 中，蓄電系統 415 藉由佈線 421 及佈線 422 與控制電路 420 電連接。作為控制電路 420 可以使用上述實施方式所說明的電池控制電路。佈線 421 藉由導電板 413 與多個二次電池 400 的正極電連接，佈線 422 藉由導電板 414 與多個二次電池 400 的負極電連接。

[0380]

[二次電池組]

接著，參照圖 17A、圖 17B 及圖 17C 對本發明的一個實施方式的蓄電系統的例子進行說明。

[0381]

圖 17A 是示出二次電池組 531 的外觀的圖。圖 17B 是說明二次電池組 531 的結構的圖。二次電池組 531 包括電路板 501 及二次電池 513。二次電池 513 貼合有簽條 509。電路板 501 由密封帶 515 固定。此外，二次電池組 531 包括天線 517。

[0382]

電路板 501 包括控制電路 590。作為控制電路 590，可以使用上述實施方式所示的電池控制電路。例如，如圖 17B 所示那樣，在電路板 501 上包括控制電路 590。另外，電路板 501 與端子 511 電連接。另外，電路板 501 與天線 517、二次電池 513 的正極引線及負極引線中的一個 551、正極引線及負極引線的另一個 552 電連接。

[0383]

另外，如圖 17C 所示那樣，二次電池組也可以包括設置在電路板 501 上的電路系統 590a 以及藉由端子 511 與電路板 501 電連接的電路系統 590b。例如，本發明的一個實施方式的控制電路的一部分設置在電路系統 590a 中，其他的一部分設置在電路系統 590b 中。

[0384]

另外，天線 517 的形狀不侷限於線圈狀，例如可以為線狀、板狀。另外，還可以使用平面天線、口徑天線、行波天線、EH 天線、磁場天線或介質天線等天線。或者，天線 517 也可以為平板狀的導體。該平板狀的導體也可以用作電場耦合用的導體之一。換言之，也可以將天線 517 用作電容器所具有的兩個導體中之一。由此，不但利用電磁、磁場，而且還可以利用電場交換電力。

[0385]

二次電池組 531 在天線 517 和二次電池 513 之間包括層 519。層 519 例如具有可以遮蔽來自二次電池 513 的電磁場的功能。作為層 519，例如可以使用磁性體。

[0386]

二次電池 513 例如為隔著隔離體層疊負極和正極且捲繞該疊層的膜。

[0387]

本實施方式可以與其他實施方式的記載適當地組合。

[0388]

實施方式 8

在本實施方式中，示出將本發明的一個實施方式的蓄電系統安裝在車輛的例子。作為車輛，例如可以舉出汽車、二輪車和自行車等。

[0389]

當將蓄電系統安裝在車輛時，可以實現混合動力汽車（HEV）、電動汽車（EV）或插電式混合動力汽車（PHEV）等新一代清潔能源汽車。

[0390]

在圖 18A、圖 18B 及圖 18C 中，例示出使用本發明的一個實施方式的蓄電系統的車輛。圖 18A 所示的汽車 8400 是作為行駛的動力源使用電動機的電動汽車。或者，汽車 8400 是作為行駛的動力源能夠適當地使用電動機或引擎的混合動力汽車。藉由使用本發明的一個實施方式，可以實現行駛距離長的車輛。另外，汽車 8400 具備蓄電系統。蓄電系統不但驅動電發動機 8406，而且還可以將電力供應到車頭燈 8401 或室內燈（未圖示）等發光裝置。

[0391]

另外，蓄電系統可以將電力供應到汽車 8400 所具有的速度表、轉速計等顯示裝置。此外，蓄電系統可以將電力供應到汽車 8400 所具有的導航系統等。

[0392]

在圖 18B 所示的汽車 8500 中，可以藉由利用插電方式或非接觸供電方式等從外部的充電設備接收電力，來對汽車 8500 所具有的蓄電系統 8024 進行充電。圖 18B 示出從地上設置型充電裝置 8021 藉由電纜 8022 對安裝在汽車 8500 中的蓄電系統 8024 進行充電的情況。當進行充電時，作為充電方法或連接器的規格等，可以適當地使用 CHAdeMO（註冊商標）或聯合充電系統“Combined Charging System”等的規定的方式。作為充電裝置

8021，也可以使用設置在商業設施的充電站或家庭的電源。例如，藉由利用插電技術從外部供應電力，可以對安裝在汽車 8500 中的蓄電系統 8024 進行充電。可以藉由 AC/DC 轉換器等轉換裝置將交流電力轉換成直流電力來進行充電。

[0393]

另外，雖然未圖示，但是也可以將受電裝置安裝在車輛中並從地上的送電裝置非接觸地供應電力來進行充電。當利用非接觸供電方式時，藉由在公路或外壁中組裝送電裝置，不但在停車時而且在行駛時也可以進行充電。此外，也可以利用該非接觸供電方式，在車輛之間進行電力的發送及接收。再者，還可以在車輛的外部設置太陽能電池，在停車時或行駛時進行蓄電系統的充電。可以利用電磁感應方式或磁場共振方式實現這樣的非接觸供電。

[0394]

圖 18C 是使用本發明的一個實施方式的蓄電系統的二輪車的例子。圖 18C 所示的小型摩托車 8600 包括蓄電系統 8602、後視鏡 8601 及方向燈 8603。蓄電系統 8602 可以對方向燈 8603 供電。

[0395]

此外，在圖 18C 所示的小型摩托車 8600 中，可以將蓄電系統 8602 收納在座位下收納部 8604 中。即使座位下收納部 8604 空間小，也可以將蓄電系統 8602 收納在座位下收納部 8604 中。

[0396]

另外，圖 19A 示出使用本發明的一個實施方式的蓄電系統的電動自行車的一個例子。圖 19A 所示的電動自行車 8700 可以使用本發明的一個實施方式的蓄電系統。本發明的一個實施方式的蓄電系統例如包括多個蓄電池、保護電路及神經網路。

[0397]

電動自行車 8700 包括蓄電系統 8702。蓄電系統 8702 對輔助駕駛者的電動機供應電力。另外，蓄電系統 8702 是可攜帶的，圖 19B 示出從自行車取出的蓄電系統 8702。蓄電系統 8702 內置有多個本發明的一個實施方式的蓄電系統所包括的蓄電池 8701，可以由顯示部 8703 顯示剩餘電量等。另外，蓄電系統 8702 包括本發明的一個實施方式的控制電路 8704。控制電路 8704

與蓄電池 8701 的正極及負極電連接。作為控制電路 8704 可以使用上述實施方式所示的電池控制電路。

[0398]

本實施方式可以與其他實施方式適當地組合。

[0399]

實施方式 9

在本實施方式中，對將上述實施方式所示的蓄電系統安裝在電子裝置中的例子進行說明。

[0400]

接著，圖 20A 和圖 20B 示出能夠進行對折的平板終端（包括 clamshell 型終端）的一個例子。圖 20A 和圖 20B 所示的平板終端 9600 包括外殼 9630a、外殼 9630b、連接外殼 9630a 和外殼 9630b 的可動部 9640、顯示部 9631、顯示模式切換開關 9626、電源開關 9627、省電模式切換開關 9625、扣件 9629 以及操作開關 9628。藉由將撓性面板用於顯示部 9631，可以實現顯示部更大的平板終端。圖 20A 示出打開平板終端 9600 的狀態，圖 20B 示出合上平板終端 9600 的狀態。

[0401]

平板終端 9600 在外殼 9630a 及外殼 9630b 的內部具備蓄電體 9635。蓄電體 9635 穿過可動部 9640 設置在外殼 9630a 及外殼 9630b。

[0402]

在顯示部 9631 中，可以將其一部分用作觸控面板的區域，並且可以藉由接觸所顯示的操作鍵來輸入資料。此外，藉由使用手指或觸控筆等接觸觸控面板上的鍵盤顯示切換按鈕的位置，可以在顯示部 9631 上顯示鍵盤按鈕。

[0403]

另外，顯示模式切換開關 9626 能夠進行豎屏顯示和橫屏顯示等顯示的方向的切換以及黑白顯示和彩色顯示的切換等。根據藉由平板終端 9600 所內置的光感測器所檢測的使用時的外光的光量，省電模式切換開關 9625 可

以使顯示的亮度設定為最適合的亮度。平板終端除了光感測器以外還可以內置陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器等的其他檢測裝置。

[0404]

圖 20B 是平板終端 9600 被對折的狀態，並且平板終端 9600 包括外殼 9630、太陽能電池 9633 及本發明的一個實施方式的蓄電系統。蓄電系統包括控制電路 9634 及蓄電體 9635。作為控制電路 9634 可以使用上面實施方式所示的電池控制電路。

[0405]

此外，平板終端 9600 能夠進行對折，因此不使用時可以以重疊的方式折疊外殼 9630a 及外殼 9630b。藉由折疊外殼 9630a 及外殼 9630b，可以保護顯示部 9631，而可以提高平板終端 9600 的耐久性。

[0406]

此外，圖 20A 和圖 20B 所示的平板終端還可以具有如下功能：顯示各種各樣的資訊（靜態影像、動態影像、文字影像等）；將日曆、日期或時刻等顯示在顯示部上；對顯示在顯示部上的資訊進行觸摸輸入操作或編輯的觸摸輸入；藉由各種各樣的軟體（程式）控制處理等。

[0407]

藉由利用安裝在平板終端的表面上的太陽能電池 9633，可以將電力供應到觸控面板、顯示部或影像信號處理部等。注意，太陽能電池 9633 可以設置在外殼 9630 的一個表面或兩個表面，可以高效地對蓄電體 9635 進行充電。

[0408]

另外，在圖 20A 及圖 20B 中說明將使用上面實施方式所示的電池控制電路的控制電路用於能夠進行對折的平板終端的結構，然而也可以採用其他結構。例如，如圖 20C 所示，可以用於作為 clamshell 型終端的膝上型個人電腦。圖 20C 示出膝上型個人電腦 9601，其在外殼 9630a 中包括顯示部 9631，在外殼 9630b 中包括鍵盤部 9650。在膝上型個人電腦 9601 中包括圖 20A 及圖 20B 所說明的控制電路 9634 及蓄電體 9635。作為控制電路 9634 可以使用上面實施方式所示的電池控制電路。

[0409]

圖 21 示出其他電子裝置的例子。在圖 21 中，顯示裝置 8000 是安裝有

本發明的一個實施方式的蓄電系統的電子裝置的一個例子。明確地說，顯示裝置 8000 相當於電視廣播接收用顯示裝置，包括外殼 8001、顯示部 8002、揚聲器部 8003 及二次電池 8004 等。根據本發明的一個實施方式的檢測系統設置在外殼 8001 的內部。顯示裝置 8000 既可以接收來自商業電源的電力供應，又可以使用蓄積在二次電池 8004 中的電力。

[0410]

作為顯示部 8002，可以使用半導體顯示裝置諸如液晶顯示裝置、在每個像素中具備有機 EL 元件等發光元件的發光裝置、電泳顯示裝置、DMD (數位微鏡裝置：Digital Micromirror Device)、PDP (電漿顯示面板：Plasma Display Panel) 及 FED (場致發射顯示器：Field Emission Display) 等。

[0411]

另外，聲音輸入裝置 8005 也使用二次電池。聲音輸入裝置 8005 包括上面實施方式所示的蓄電系統。除了無線通訊元件之外，聲音輸入裝置 8005 還包括包含麥克風的多個感測器 (光學感測器、溫度感測器、濕度感測器、氣壓感測器、照度感測器、動作感測器等)，根據使用者命令可以操作其他設備，例如可以操作顯示裝置 8000 的電源且調節照明設備 8100 的光量等。聲音輸入裝置 8005 藉由聲音可以進行周邊裝置的操作，而能夠代替手動遙控器。

[0412]

另外，聲音輸入裝置 8005 包括車輪或機械式移動單元，向聽見使用者的聲音的方向移動且由內置有的麥克風正確地聽懂命令，並且在顯示部 8008 上顯示其內容或能夠進行顯示部 8008 的觸摸輸入操作。

[0413]

另外，聲音輸入裝置 8005 可以被用作智慧手機等可攜式資訊終端 8009 的充電基座。可攜式資訊終端 8009 及聲音輸入裝置 8005 能夠以有線或無線進行電力的接受。可攜式資訊終端 8009 因為在屋裡內沒有特別攜帶的必要，並且在確保必要的容量的同時需要回避對二次電池施加負載而導致劣化，所以較佳為藉由聲音輸入裝置 8005 能夠進行二次電池的管理及維修。另外，聲音輸入裝置 8005 包括揚聲器 8007 及麥克風，因此即使對可攜式資訊終端 8009 進行充電時也可以免提通話。此外，在降低聲音輸入裝置 8005 的二次電池的容量時，向箭頭方向移動且藉由連接於外部電源的充電模組 8010 以無線充電進行充電即可。

[0414]

另外，可以將聲音輸入裝置 8005 放在台上。此外，可以使聲音輸入裝置 8005 設有車輪或機械式移動單元來移動到所希望的位置，或者聲音輸入裝置 8005 不設有台或車輪而固定於所希望的位置，例如地板上等。

[0415]

另外，除了電視廣播接收用的顯示裝置之外，顯示裝置還包括所有顯示資訊用顯示裝置，例如個人電腦用顯示裝置或廣告顯示用顯示裝置等。

[0416]

在圖 21 中，安鑲型照明設備 8100 是使用由控制充電的微處理器（包括 APS）控制的二次電池 8103 的電子裝置的一個例子。明確地說，照明設備 8100 包括外殼 8101、光源 8102 及二次電池 8103 等。雖然在圖 21 中例示出二次電池 8103 設置在安鑲有外殼 8101 及光源 8102 的天花板 8104 的內部的情況，但是二次電池 8103 也可以設置在外殼 8101 的內部。照明設備 8100 既可以接收來自商業電源的電力供應，又可以使用蓄積在二次電池 8103 中的電力。

[0417]

另外，雖然在圖 21 中例示出設置在天花板 8104 的安鑲型照明設備 8100，但是二次電池 8103 可以用於設置在天花板 8104 以外的例如側壁 8105、地板 8106 或窗戶 8107 等的安鑲型照明設備，也可以用於臺式照明設備等。

[0418]

另外，作為光源 8102，可以使用利用電力人工性地得到光的人工光源。明確地說，作為上述人工光源的一個例子，可以舉出白熾燈泡、螢光燈等放電燈以及 LED 或有機 EL 元件等發光元件。

[0419]

在圖 21 中，具有室內機 8200 及室外機 8204 的空調器是使用二次電池 8203 的電子裝置的一個例子。明確地說，室內機 8200 包括外殼 8201、出風口 8202 及二次電池 8203 等。雖然在圖 21 中例示出二次電池 8203 設置在室內機 8200 中的情況，但是二次電池 8203 也可以設置在室外機 8204 中。或者，也可以在室內機 8200 和室外機 8204 的兩者中設置有二次電池 8203。空調器可以接收來自商業電源的電力供應，也可以使用蓄積在二次電池 8203 中的電力。

[0420]

在圖 21 中，電冷藏冷凍箱 8300 是使用二次電池 8304 的電子裝置的一

個例子。明確地說，電冷藏冷凍箱 8300 包括外殼 8301、冷藏室門 8302、冷凍室門 8303 及二次電池 8304 等。在圖 21 中，二次電池 8304 設置在外殼 8301 的內部。電冷藏冷凍箱 8300 可以接收來自商業電源的電力供應，也可以使用蓄積在二次電池 8304 中的電力。

[0421]

另外，在不使用電子裝置的時間段，尤其是在商業電源的供應源能夠供應的電力總量中的實際使用的電力量的比率（稱為電力使用率）低的時間段中，將電力蓄積在二次電池中，由此可以抑制在上述時間段以外的時間段中電力使用率增高。例如，在為電冷藏冷凍箱 8300 時，在氣溫低且不進行冷藏室門 8302 或冷凍室門 8303 的開關的夜間，將電力蓄積在二次電池 8304 中。並且，在氣溫高且進行冷藏室門 8302 或冷凍室門 8303 的開關的白天，將二次電池 8304 用作輔助電源，由此可以抑制白天的電力使用率。

[0422]

二次電池不侷限於安裝在上述電子裝置，也可以安裝在所有電子裝置。藉由採用本發明的一個實施方式，可以提高二次電池的循環特性。因此，藉由將控制本發明的一個實施方式的充電的微處理器（包括 APS）安裝在本實施方式所說明的電子裝置，可以實現使用壽命更長的電子裝置。本實施方式可以與其他實施方式適當地組合而實施。

[0423]

首先，圖 22A 至圖 22E 示出將本發明的一個實施方式的蓄電系統安裝在電子裝置的例子。作為應用本發明的一個實施方式的蓄電系統的電子裝置，例如可以舉出電視機（也稱為電視或電視接收機）、用於電腦等的顯示器、數位相機、數位攝影機、數位相框、行動電話機（也稱為行動電話、行動電話裝置）、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、彈珠機等大型遊戲機等。

[0424]

圖 22A 示出行動電話機的一個例子。行動電話機 7400 除了組裝在外殼 7401 中的顯示部 7402 之外還具備操作按鈕 7403、外部連接埠 7404、揚聲器 7405、麥克風 7406 等。另外，行動電話機 7400 具有本發明的一個實施方式的蓄電系統。本發明的一個實施方式的蓄電系統例如包括蓄電池 7407、上述實施方式所示的電池控制電路。

[0425]

圖 22B 示出使行動電話機 7400 彎曲的狀態。在利用外部的力量使行動

電話機 7400 變形而使其整體彎曲時，設置在其內部的蓄電池 7407 有時也會被彎曲。在此情況下，作為蓄電池 7407，較佳為使用撓性蓄電池。圖 22C 示出撓性蓄電池的被彎曲的狀態。蓄電池與控制電路 7408 電連接。作為控制電路 7408，可以使用上面實施方式所示的電池控制電路。

[0426]

此外，也可以將具有撓性的蓄電池沿著在房屋及高樓的內壁或外壁、汽車的內部裝修或外部裝修的曲面組裝。

[0427]

圖 22D 示出手鐲型的顯示裝置的一個例子。可攜式顯示裝置 7100 包括外殼 7101、顯示部 7102、操作按鈕 7103 及本發明的一個實施方式的蓄電系統。本發明的一個實施方式的蓄電系統包括例如蓄電池 7104、上面實施方式所示的電池控制電路。

[0428]

圖 22E 是手錶型可攜式資訊終端的一個例子。可攜式資訊終端 7200 包括外殼 7201、顯示部 7202、帶子 7203、帶扣 7204、操作按鈕 7205、輸入輸出端子 7206 等。

[0429]

可攜式資訊終端 7200 可以執行行動電話、電子郵件、文章的閱讀及編寫、音樂播放、網路通訊、電腦遊戲等各種應用程式。

[0430]

顯示部 7202 的顯示面是彎曲的，能夠沿著彎曲的顯示面進行顯示。另外，顯示部 7202 具備觸控感測器，可以用手指或觸控筆等觸摸螢幕來進行操作。例如，藉由觸摸顯示於顯示部 7202 的圖示 7207，可以啟動應用程式。

[0431]

操作按鈕 7205 除了時刻設定之外，還可以具有電源開關、無線通訊的開關、靜音模式的設置及取消、省電模式的設置及取消等各種功能。例如，藉由利用組裝在可攜式資訊終端 7200 中的作業系統，可以自由地設定操作按鈕 7205 的功能。

[0432]

另外，可攜式資訊終端 7200 可以執行被通訊標準化的近距離無線通訊。例如，藉由與可無線通訊的耳麥通訊，可以進行免提通話。

[0433]

另外，可攜式資訊終端 7200 具備輸入輸出端子 7206，可以藉由連接器

直接向其他資訊終端發送資料或從其他資訊終端接收資料。另外，也可以藉由輸入輸出端子 7206 進行充電。另外，充電工作也可以利用無線供電進行，而不利用輸入輸出端子 7206。

[0434]

可攜式資訊終端 7200 包括本發明的一個實施方式的蓄電系統。該蓄電系統包括蓄電池及上面實施方式所示的電池控制電路。

[0435]

可攜式資訊終端 7200 較佳為包括感測器。作為感測器例如較佳為安裝指紋感測器、脈搏感測器、體溫感測器等人體感測器、觸控感測器、壓力感測器、加速度感測器等。

[0436]

本實施方式可以與其他實施方式的記載適當地組合。

[0437]

實施方式 10

在本實施方式中，對安裝有本發明的一個實施方式的電池控制電路的系統的一個例子進行說明。

[0438]

圖 23A 是將形成在作為撓性薄膜的撓性基板 811 上的半導體裝置 810 安裝在圓筒型二次電池 815 上的電池控制系統的示意圖。

[0439]

作為半導體裝置 810 例如可以使用上述實施方式所示的半導體裝置 900。或者，作為半導體裝置 810 例如可以使用上述實施方式所示的半導體裝置 900 的一部分的組件，例如可以使用設置在層 585 中的組件。

[0440]

本發明的一個實施方式的電池控制系統至少包括圓筒型二次電池 815、半導體裝置 810、開關。

[0441]

在圓筒型二次電池 815 中，其頂面包括第一端子 812，其底面包括第二端子 813。與圓筒型二次電池的第一端子 812 連接且傳送從圓筒型二次電池 815 輸出的電力的第一傳輸路徑藉由電極 818 與充電控制電路的端子電連接。此外，與圓筒型二次電池的第二端子 813 連接的第二傳輸路徑藉由電極 819 與遮斷第二傳輸路徑的開關連接。

[0442]

在圖 23A 中，設置有遮斷第二傳輸路徑的兩個開關（也稱為遮斷開關），分別與二極體連接，並具有用來防止過放電、過充電或過電流的保護電路功能。開關控制導通及遮斷工作，也稱為切換供應及遮斷的切換單元。形成在撓性基板 811 上的第二傳輸路徑的另一個端子的第三端子 814 與充電器 816 及移動設備 817 連接。

[0443]

作為將半導體裝置 810 形成在撓性基板 811 上的製造方法使用在半導體基板上形成之後利用剝離方法在剝離後固定於撓性基板 811 上的方法。作為剝離方法可以使用已知技術。此外，也可以使用在半導體基板上形成之後，對背面進行拋光之後，固定於撓性基板 811 上的方法。此外，也可以使用在利用雷射部分地切割的所謂雷射切割之後固定於撓性基板 811 上的方法。此外，也可以將半導體裝置 810 直接形成在撓性基板 811 上的方法。另外，使用將形成在玻璃基板上的半導體裝置 810 利用剝離方法剝離後固定於撓性基板 811 上的方法。

[0444]

在本實施方式中示出將這些二極體及開關形成或安裝在撓性基板 811 上的例子，但是並不侷限於該結構。

[0445]

在半導體裝置 810 檢測出微短路等異常時，可以藉由對遮斷第二傳輸路徑的開關的閘極輸入信號遮斷第二傳輸路徑。藉由遮斷第二傳輸路徑，可以停止來自充電器 816 的電流的供應或者對移動設備 817 的電流的供應。此外，對遮斷第二傳輸路徑的開關的閘極施加的信號電壓保持在記憶體電路（包括使用氧化物半導體的電晶體）中，可以以長時間保持遮斷狀態。因此，可以實現安全性高的充電控制系統。

[0446]

圖 23B 是示出即將貼合圓筒型二次電池 815 與撓性基板 811 之前的樣子的製程圖，示出撓性基板 811 的接觸面一側。如圖 23B 所示，對撓性基板 811 的接觸面貼圓筒型二次電池 815 的腹部上並轉動，在腹部的圓周方向上卷起撓性基板 811 並黏合。撓性基板 811 在 Y 方向上排列電極 818 及電極 819，但是並不侷限於此，其中一個也可以在 X 方向上排列。注意，圖 23C 是轉動後的圖。

[0447]

以覆蓋圓筒型二次電池 815 的腹部外周面的方式安裝外包薄膜。該外包薄膜保護用來密封二次電池內部的結構的金屬罐，用來與金屬罐絕緣。

[0448]

在不使用外包薄膜的情況下，圓筒型二次電池 815 的外表面（不包括端子部分）為金屬面時，與電極 818 之間以及與電極 819 之間較佳為夾著絕緣薄膜。電極 818 或電極 819 為導電金屬箔、由導電材料構成的導電膠帶、引線，藉由銲接、引線接合法等已知方法與圓筒型二次電池 815 的端子連接。此外，電極 818 或電極 819 藉由銲接、引線接合法與充電控制電路的端子連接。

[0449]

如圖 23A 所示，在將電力從圓筒型二次電池 815 供應給移動設備 817 時，圓筒型二次電池 815 成為放電狀態，半導體裝置 810 監視第一端子 812 及第二端子 813 的電壓或電流等的舉動，在檢測出異常時，遮斷第二傳輸路徑停止放電。

[0450]

移動設備 817 是指二次電池以外的結構，移動設備 817 的電源為圓筒型二次電池 815。注意，移動設備 817 是指能夠攜帶的電子裝置。

[0451]

在從充電器 816 將電力供應給圓筒型二次電池 815 而充電時，圓筒型二次電池 815 成為充電狀態，由半導體裝置 810 監視第一端子 812 及第二端子 813 的電壓或電流等的舉動，在檢測出異常時，遮斷第二傳輸路徑停止充電。

[0452]

充電器 816 是指包括與外部電源連接的適配器的設備或使用無線信號進行電力傳送的設備。注意，有時充電器 816 內置於移動設備 817 中。

[0453]

圖 23 示出圓筒型二次電池的例子，作為不同的例子，圖 24 示出將形成在撓性薄膜的撓性基板 910 上的半導體裝置 964 安裝在扁狀二次電池 963 中的例子。

[0454]

半導體裝置 964 形成於或固定於撓性基板 910 上。半導體裝置 964 檢測出微短路等的異常。再者，也可以具有保護二次電池 963 免受過充電、過放電及過電流的保護電路的功能。

[0455]

作為半導體裝置 964 例如可以使用上述實施方式所示的半導體裝置 900。或者，作為半導體裝置 810 例如可以使用上述實施方式所示的半導體裝置 900 的一部分的結構，例如設置在層 585 中的結構。

[0456]

除了半導體裝置 964 以外還可以設置天線及接收電路及整流電路。此外，也可以使用天線以非接觸對二次電池 963 進行充電。天線不侷限於線圈狀，例如也可以為線狀、板狀。另外，還可以使用平面天線、口徑天線、行波天線、EH 天線、磁場天線或介質天線等天線。天線例如具有能夠與外部設備進行資料通訊的功能。作為電池組與其他設備之間的使用天線的通訊方式，可以適當地使用 NFC 等能夠用於電池組與其他設備之間的響應方式等。

[0457]

如圖 24B 所示，連接端子 911 藉由半導體裝置 964 與二次電池 963 所包括的端子 951 及端子 952 電連接。注意，也可以設置多個連接端子 911，將多個連接端子 911 分別用作控制信號輸入端子、電源端子等。

[0458]

電池組在半導體裝置 964 與二次電池 963 之間包括絕緣片層 916。絕緣片層 916 例如具有防止因二次電池 963 導致的短路的功能。作為絕緣片層 916 例如可以使用有機樹脂薄膜或黏合薄片。

[0459]

在圖 24A 中示出在外殼表面設置絕緣片層 916，以設置有半導體裝置 964 的面向內側的方式固定撓性基板的例子，但是不侷限於此，也可以以形成有充電控制電路的面向外側的方式與端子 951 及端子 952 連接。注意，此時連接部分露出，有靜電破壞或短路的危險，因此對這些危險給以注意進行裝配。

[0460]

上述示出在撓性基板上設置半導體裝置 964 的例子，但是不侷限於此，也可以在同一基板上設置保護電路、遮斷開關、天線、感測器等。半導體裝置 964 形成在撓性基板上，能夠彎曲，且可以檢測二次電池的微短路等異常。此外，本發明的一個實施方式的半導體裝置可以設置在二次電池的側面，可以實現節省空間及所使用的構件的減少。

[0461]

參照圖 25 對包括本發明的一個實施方式的電池控制電路的電子裝置的例子進行說明。

[0462]

掃地機器人 7000 包括二次電池、配置在頂面的顯示器、配置在側面的多個照相機、刷子、操作按鈕及各種感測器等。雖然未圖示，但是掃地機器人 7000 安裝有輪胎、吸入口等。掃地機器人 7000 可以自動行走，檢測垃圾，可以從底面的吸入口吸引垃圾。藉由使用安裝有與掃地機器人 7000 的二次電池電連接的本發明的一個實施方式的電池控制電路的半導體裝置，可以減少所使用的構件且檢測二次電池的微短路等異常。

[0463]

機器人 7000 包括二次電池、照度感測器、麥克風、照相機、揚聲器、顯示器、各種感測器（紅外線感測器、超聲波感測器、加速度感測器、壓電感測器、光感測器、陀螺儀感測器等）及移動機構等。藉由對掃地機器人 7000 的二次電池使用安裝有本發明的一個實施方式的電池控制電路的半導體裝置，可以進行二次電池的控制及保護等。

[0464]

麥克風具有檢測使用者的聲音及周圍的聲音等音訊信號的功能。此外，揚聲器具有發出聲音及警告音等音訊信號的功能。掃地機器人 7000 可以分析藉由麥克風輸入的音訊信號，從揚聲器發出所需要的音訊信號。掃地機器人 7000 可以藉由使用麥克風及揚聲器與使用者交流。

[0465]

照相機具有拍攝掃地機器人 7000 的周圍的影像的功能。另外，掃地機器人 7000 具有使用移動機構移動的功能。掃地機器人 7000 可以藉由使用照相機拍攝周圍的影像而分析該影像，判斷移動時的障礙物的有無等。

[0466]

飛行物 7120 包括螺旋槳、照相機及二次電池等，並具有自主飛行功能。

[0467]

藉由對飛行物 7120 的二次電池使用安裝有本發明的一個實施方式的電池控制電路的半導體裝置，除了輕量化以外還可以進行二次電池的控制及保護等。

[0468]

作為移動體的一個例子示出電動汽車 7160。電動汽車 7160 包括二次電池、輪胎、制動器、轉向裝置、照相機等。藉由使用安裝有與電動汽車 7160

的二次電池連接的本發明的一個實施方式的電池控制電路的半導體裝置，可以減少所使用的構件且檢測二次電池的微短路等異常。

[0469]

注意，雖然在上述例子中作為移動體的一個例子說明了電動汽車，但是移動體不侷限於電動汽車。例如，作為移動體，可以舉出電車、單軌鐵路、船舶、飛機（直升機、無人駕駛飛機（無人機）、飛機、火箭）等，藉由使用安裝有與這些移動體的二次電池連接的本發明的一個實施方式的電池控制電路的半導體裝置，可以減少所使用的構件且檢測二次電池的微短路等異常。

[0470]

可以將包括半導體裝置 810 的圓筒型二次電池及/或包括半導體裝置 964 的電池組組裝於智慧手機 7210、PC7220（個人電腦）、遊戲機 7240 等中。注意，貼合於圓筒型二次電池的半導體裝置 810 相當於圖 23 所示的半導體裝置 810。此外，貼合於電池組的半導體裝置 964 相當於圖 24 所示的半導體裝置 964。

[0471]

智慧手機 7210 是可攜式資訊終端的一個例子。智慧手機 7210 包括麥克風、照相機、揚聲器、各種感測器及顯示部。藉由安裝有電池控制電路的半導體裝置控制這些週邊設備。藉由使用安裝有與智慧手機 7210 的二次電池電連接的本發明的一個實施方式的電池控制電路的半導體裝置，可以減少所使用的構件且進行二次電池的控制及保護等，由此可以提高安全性。

[0472]

PC7220 是筆記本型 PC 的例子。藉由使用安裝有與筆記本型 PC 的二次電池電連接的本發明的一個實施方式的電池控制電路的半導體裝置，可以減少所示用的構件且進行二次電池的控制及保護等，由此可以提高安全性。

[0473]

遊戲機 7240 是可攜式遊戲機的例子。遊戲機 7260 是家用遊戲機的例子。遊戲機 7260 以無線或有線與控制器 7262 連接。藉由對控制器 7262 使用安裝有本發明的一個實施方式的電池控制電路的半導體裝置，可以減少所示用的構件且進行二次電池的控制及保護等，由此可以提高安全性。

[0474]

本實施方式可以與其他實施方式等所記載的結構適當地組合而實施。

[0475]

實施方式 11

在實施方式 10 中，對將形成在撓性薄膜的撓性基板上的半導體裝置安裝在圓筒形二次電池中的例子進行說明，在本實施方式中，作為其他例子，對在外包裝體內部將半導體裝置與電池層層疊的例子進行說明。注意，在圖 28 中，對與圖 17 相同的部分使用相同的符號進行說明。

[0476]

如圖 28 所示電池組 531 使用方型外包裝體密封有二次電池 513。此外，方型外包裝體上貼合有簽條 509。

[0477]

層疊多個電池層 614，其中一層的電池層 614 與電路層 615 層疊，它們都密封在外包裝體中。此外，在方型外包裝體內也可以密封電解液，也可以使用聚合物凝膠電解質。

[0478]

電路層 615 包括電池控制電路、電池保護電路等，這些電路由 OS 電晶體等構成，由於薄膜化，因此可以與電池層 614 層疊。例如，在電路層 615 檢測電池層 614 的異常時，可以按每個層遮斷電流供應。因此，即使一層產生異常（例如短路），僅遮斷該一層，也可以繼續使用其他層。

[0479]

電池層 614 是指選自正極、隔離體、固體電解質、負極中的至少一個或多個的疊層體。注意，正極或負極是在集電器上形成活性物質的。

[0480]

電池層 614 當使用固體電解質時，不需要設置隔離體或間隔物。另外，由於可以使電池整體固態化，所以沒有液體洩漏的擔憂而顯著提高安全性。

[0481]

圖 28 所示的電池組 531 由於內置有關態電流小的 OS 電晶體電池控制電路、電池保護電路等，因此可以檢測微短路等異常。電路層 615 包括電池控制電路、電池保護電路等，這些電路由 OS 電晶體等構成，由於薄膜化及輕量化，可以提高電池單元的設計性或實現週邊電路的小型化。

[0482]

圖 28 所示的電池組 531 由於內置有保護電路等，因此可以不需要設置用於保護電路的印刷電路板。

[0483]

本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

[0484]

實施方式 12

在本實施方式中示出在基板上設置本發明的一個實施方式的蓄電裝置的結構的一個例子。

[0485]

在圖 29 中示出使用在矽晶圓上形成的 OS 電晶體構成的具有本發明的一個實施方式的電池控制電路的功能的晶片的照片。晶片的一邊為 4mm。圖 29 所示的電池控制電路形成在矽晶圓上，在將電池控制電路從矽晶圓剝離並轉置在薄膜上時，可以實現撓性的電路結構。

[0486]

圖 29 所示的電池控制電路具有使用上述實施方式所示的例子的結構，包括單元平衡電路、具有檢測過充電及過放電的功能的電路、具有檢測過電流的功能的電路、具有檢測微短路的功能的電路、溫度感測器、解碼器等。

[0487]

本實施方式可以與其他實施方式等所記載的結構適當地組合而實施。

[0488]

(關於本說明書等的記載的附加說明)

下面，對上述實施方式及實施方式中的各結構的說明進行附加說明。

[0489]

各實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而構成本發明的一個實施方式。另外，當在一個實施方式中示出了多個結構例子時，可以適當地組合這些結構例子。

[0490]

另外，可以將某一實施方式中說明的內容（或其一部分）應用於該實施方式中說明的其他內容（或其一部分）及/或一個或多個其他實施方式中說明的內容（或其一部分）、將某一實施方式中說明的內容（或其一部分）與該實施方式中說明的其他內容（或其一部分）及/或一個或多個其他實施方式中說明的內容（或其一部分）組合、用某一實施方式中說明的內容（或其一部分）替換該實施方式中說明的其他內容（或其一部分）及/或一個或多個其他實施方式中說明的內容（或其一部分）。

[0491]

另外，實施方式中說明的內容是指在各實施方式中參照各個圖式所說明的內容或者利用說明書所記載的文字說明的內容。

[0492]

另外，藉由將某一實施方式中示出的圖式（或其一部分）與該圖式的其他部分、該實施方式中示出的其他圖式（或其一部分）及/或一個或多個其他實施方式中示出的圖式（或其一部分）組合，可以構成更多的圖。

[0493]

此外，在本說明書等中，按照功能對組件進行分類並在方塊中以彼此獨立的方塊表示。然而，有時也存在有在實際的電路等中難以按照功能區分組件、一個電路涉及到多個功能或者多個電路涉及到一個功能的情況。因此，方塊圖中的方塊不限定於在說明書中說明過的組件，而可以根據情況適當地換個方式表述。

[0494]

此外，為了便於說明，在圖式中，任意示出尺寸、層的厚度或區域。因此，本發明並不限定於圖式中的尺寸。此外，圖式是為了明確起見而示意性地示出的，而不限定於圖式所示的形狀或數值等。例如，可以包括雜訊引起的信號、電壓或電流的不均勻、或者時間偏差引起的信號、電壓或電流的不均勻等。

[0495]

在本說明書等中，當說明電晶體的連接關係時，記載為“源極和汲極中的一個”（或者第一電極或第一端子）或“源極和汲極中的另一個”（或者第二電極或第二端子）。這是因為電晶體的源極和汲極根據電晶體的結構或工作條件等而改變。此外，根據情況可以將電晶體的源極和汲極適當地換稱為源極（汲極）端子或源極（汲極）電極等。

[0496]

此外，在本說明書等中，“電極”或“佈線”這樣的用語不在功能上限定其組件。例如，有時將“電極”用作“佈線”的一部分，反之亦然。再者，“電極”或“佈線”這樣的用語還包括多個“電極”或“佈線”被形成為一體的情況等。

[0497]

另外，在本說明書等中，可以適當地換稱電壓和電位。電壓是指與成為基準的電位之間的電位差，例如在成為基準的電位為接地電壓時，可以

將電壓換稱為電位。接地電位不一定意味著 0V。此外，電位是相對的，對佈線等供應的電位有時根據成為基準的電位而變化。

[0498]

此外，在本說明書等中，根據情況或狀況，可以互相調換“膜”和“層”等詞句。例如，有時可以將“導電層”這個用語變更為“導電膜”這個用語。此外，例如，有時可以將“絕緣膜”這個用語變更為“絕緣層”這個用語。

[0499]

在本說明書等中，開關是指具有藉由變為導通狀態（開啟狀態）或非導通狀態（關閉狀態）來控制是否使電流流過的功能的元件。或者，開關是指具有選擇並切換電流的路徑的功能的元件。

[0500]

在本說明書等中，例如，通道長度是指在電晶體的俯視圖中，半導體（或在電晶體處於導通狀態時在半導體中電流流過的部分）和閘極重疊的區域或者形成通道的區域中的源極和汲極之間的距離。

[0501]

在本說明書等中，例如，通道寬度是指半導體（或在電晶體處於導通狀態時在半導體中電流流過的部分）和閘極重疊的區域或者形成通道的區域中的源極和汲極相對的部分的長度。

[0502]

在本說明書等中，“A 與 B 連接”除了包括 A 與 B 直接連接的情況以外，還包括 A 與 B 電連接的情況。在此，“A 與 B 電連接”是指在 A 與 B 之間存在具有某種電作用的物件，能夠在 A 和 B 之間進行電信號的授受。

【符號說明】

[0503]

90 NAND 電路

100 蓄電裝置

101 電池控制電路

113 比較器

114 記憶體

120 組電池

- 121 電池單元
- 121 (1) 電池單元
- 121 (2) 電池單元
- 121 (3) 電池單元
- 121 (k) 電池單元
- 121 (n) 電池單元
- 161 電容器
- 162 電晶體
- 119 電壓生成電路
- 130 單元平衡電路
- 130 (1) 單元平衡電路
- 130 (2) 單元平衡電路
- 130 (k) 單元平衡電路
- 130 (n) 單元平衡電路
- 131 電阻器
- 132 電晶體
- 140 電晶體
- 150 電晶體
- 160 解碼器
- 172 電晶體
- 182 邏輯電路
- 185 檢測電路
- 185c 電路
- 185d 電路
- 185 (1) 檢測電路
- 185 (2) 檢測電路
- 185 (k) 檢測電路
- 185 (n) 檢測電路
- 186 檢測電路
- 190 數位類比轉換電路

申請專利範圍

1. 一種半導體裝置，包括：

第一比較電路；

第二比較電路；

第三比較電路；

第一電晶體；

第二電晶體；

第三電晶體；

第一電容器；

第二電容器；以及

第三電容器，

其中，從該第一比較電路的輸出端子輸出控制二次電池的充電的第一信號，

從該第二比較電路的輸出端子輸出控制該二次電池的充電的第二信號，

從該第三比較電路的輸出端子輸出控制該二次電池的充電的第三信號，

該第一電晶體的源極和汲極中的一個、該第二電晶體的源極和汲極中的一個及該第三電晶體的源極和汲極中的一個彼此電連接，

該第一電晶體的源極和汲極中的另一個電連接於該第一比較電路的反相輸入端子及該第一電容器的一個電極，

該第二電晶體的源極和汲極中的另一個電連接於該第二比較電路的反相輸入端子及該第二電容器的一個電極，

並且，該第三電晶體的源極和汲極中的另一個電連接於該第三比較電路的非反相輸入端子及該第三電容器的一個電極。

2. 如請求項 1 所述之半導體裝置，

其中該二次電池的正極電連接於該第一比較電路的非反相輸入端子、該第二比較電路的非反相輸入端子、該第三比較電路的反相輸入端子。

3. 如請求項 1 或 2 所述之半導體裝置，

其中該第一電晶體、該第二電晶體及該第三電晶體的每一個的通道形成區域具有包含銻的金屬氧化物。

4. 一種半導體裝置的工作方法，該半導體裝置包括：

第一比較電路；

第二比較電路；

第三比較電路；

第一電晶體；

第二電晶體；

第三電晶體；

第一電容器；

第二電容器；以及

第三電容器，

其中，該第一電晶體的源極和汲極中的一個、該第二電晶體的源極和汲極中的一個及該第三電晶體的源極和汲極中的一個彼此電連接，

該第一電晶體的源極和汲極中的另一個電連接於該第一比較電路的反相輸入端子及該第一電容器的一個電極，

該第二電晶體的源極和汲極中的另一個電連接於該第二比較電路的反相輸入端子及該第二電容器的一個電極，

該第三電晶體的源極和汲極中的另一個電連接於該第三比較電路的非反相輸入端子及該第三電容器的一個電極，

並且，該半導體裝置的工作方法包括：

對該第一電容器的另一個電極、該第二電容器的另一個電極及該第三電容器的另一個電極供應接地電位的第一步驟；

該第一電晶體、該第二電晶體及該第三電晶體成為開啟狀態的第二步驟；

對該第一電容器的該一個電極供應第一電位的第三步驟；

該第一電晶體成為關閉狀態的第四步驟；

對該第二電容器的該一個電極供應第二電位的第五步驟；

該第二電晶體成為關閉狀態的第六步驟；

對該第三電容器的該一個電極供應第三電位的第七步驟；

該第三電晶體成為關閉狀態的第八步驟。

圖式

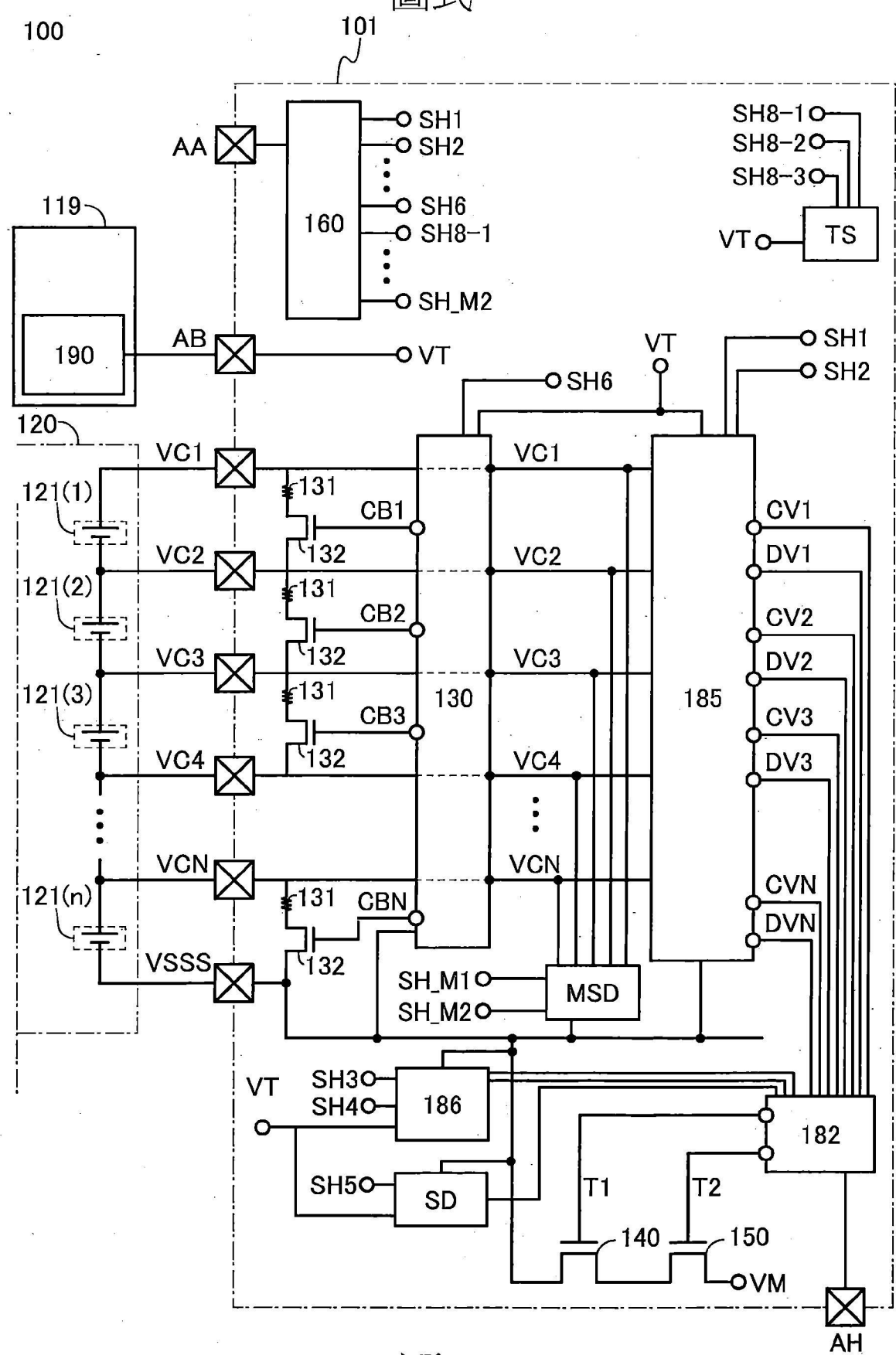


圖 1

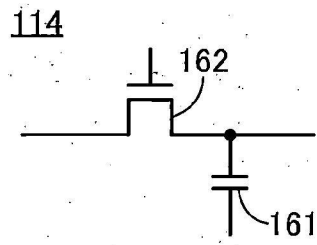


圖 2A

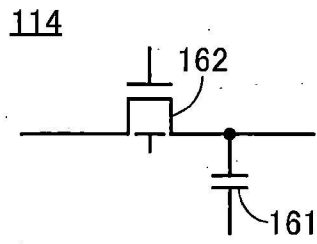


圖 2B

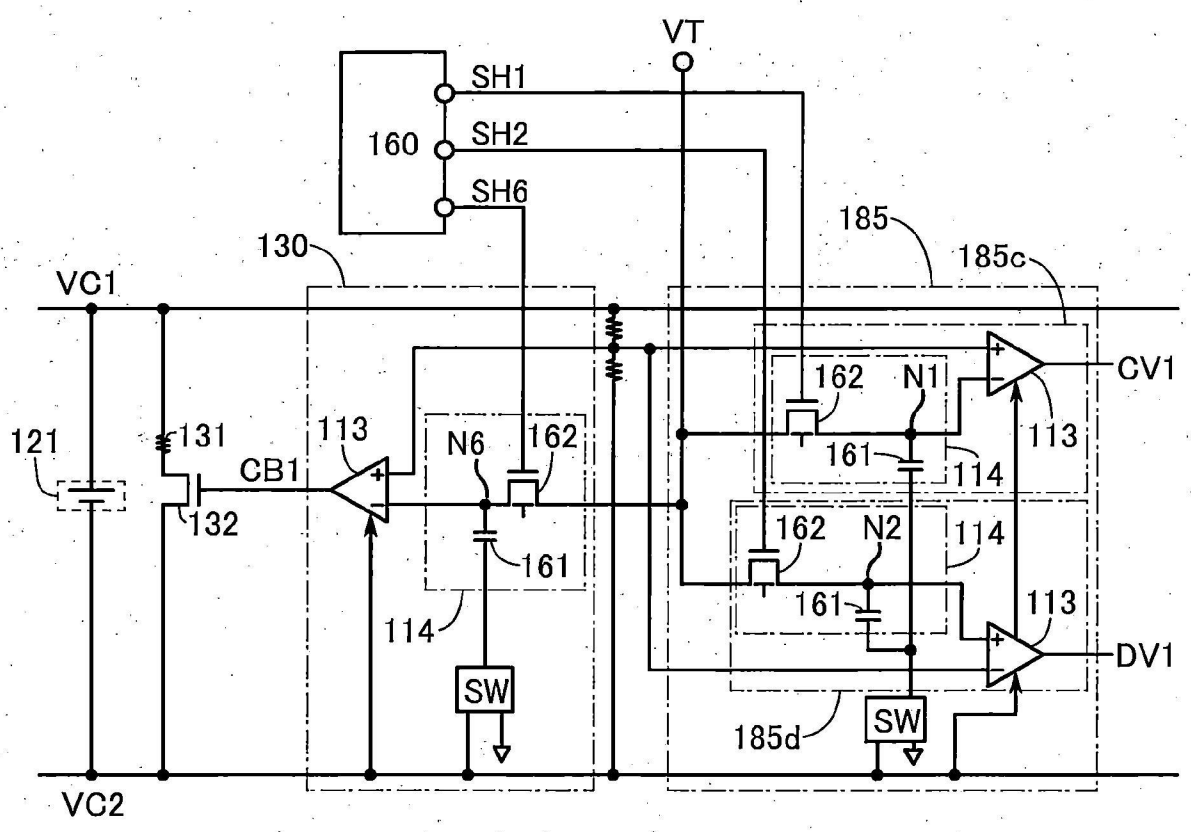


圖 3A

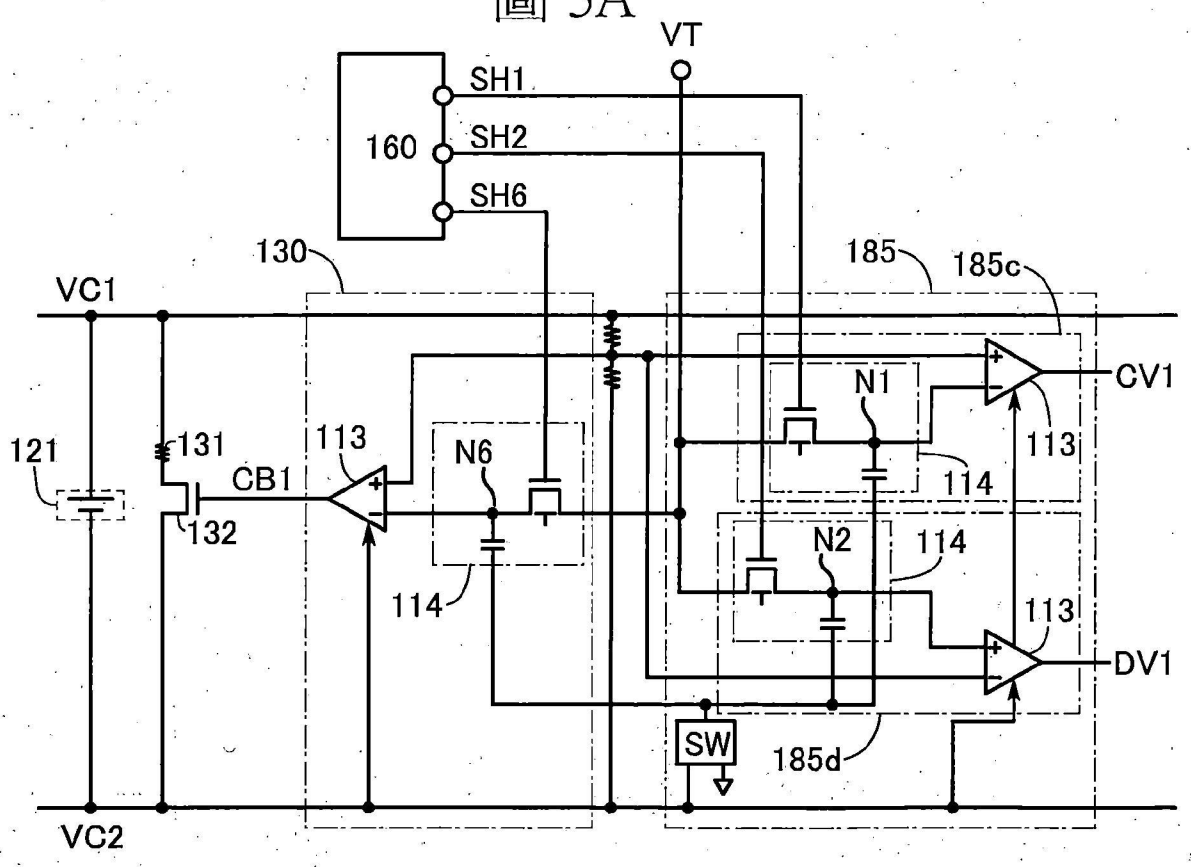


圖 3B

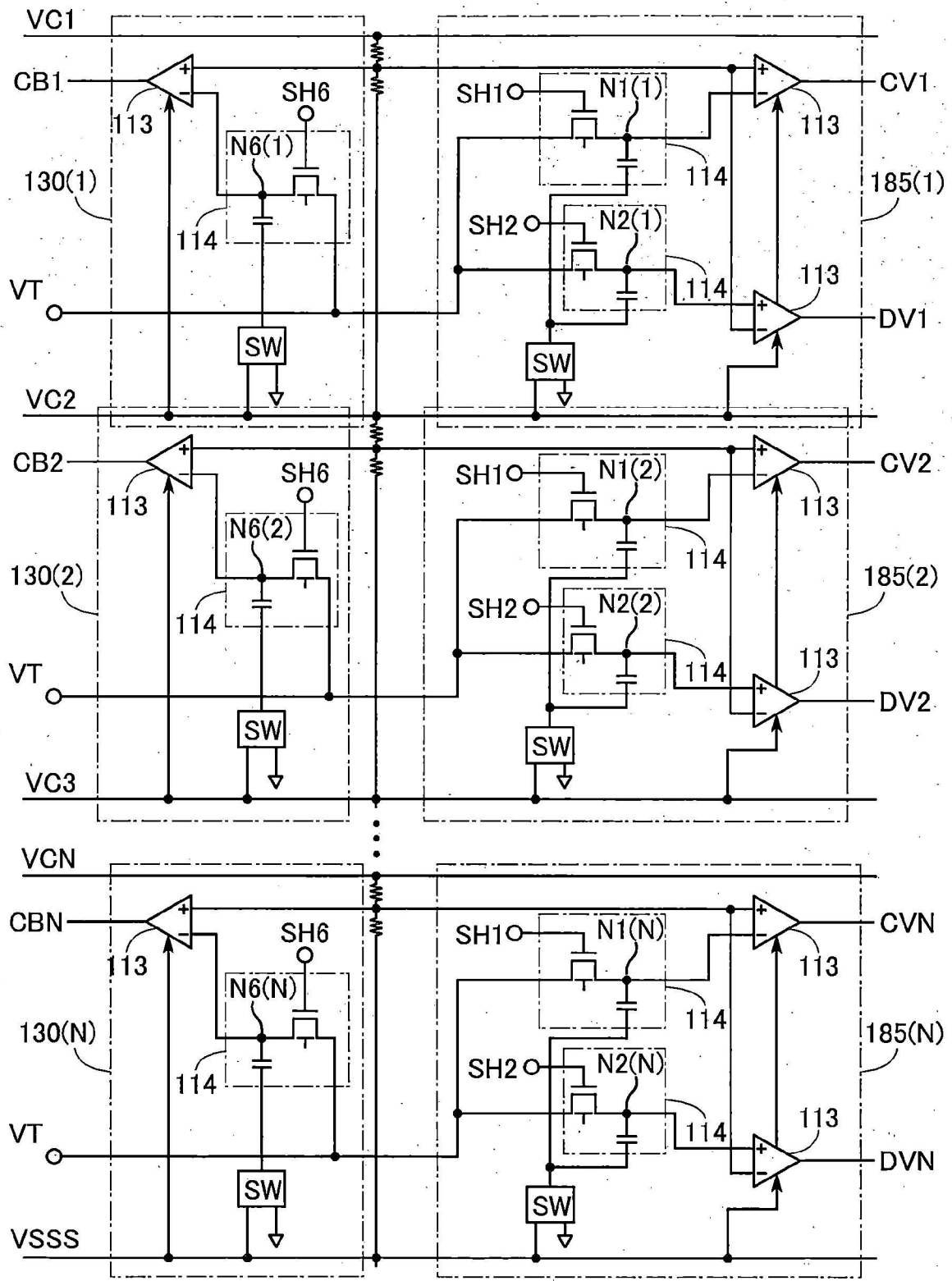


圖 4

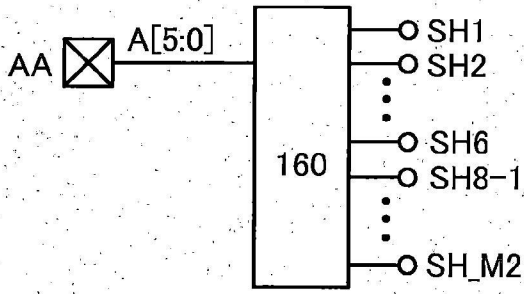


圖 5A

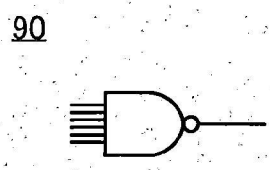


圖 5B

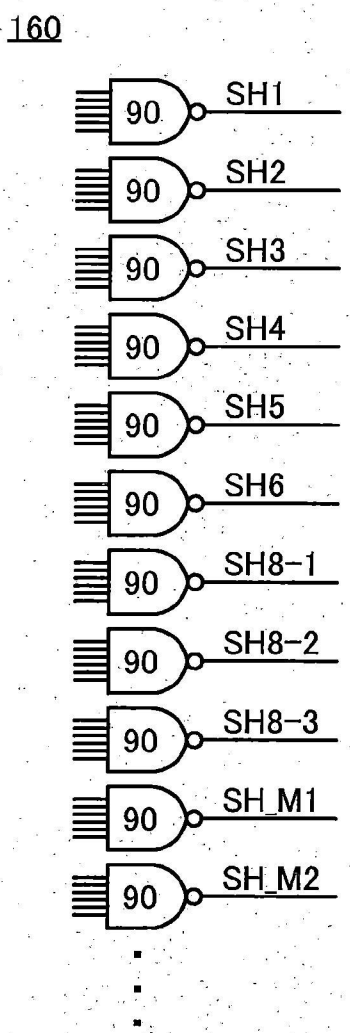


圖 5C

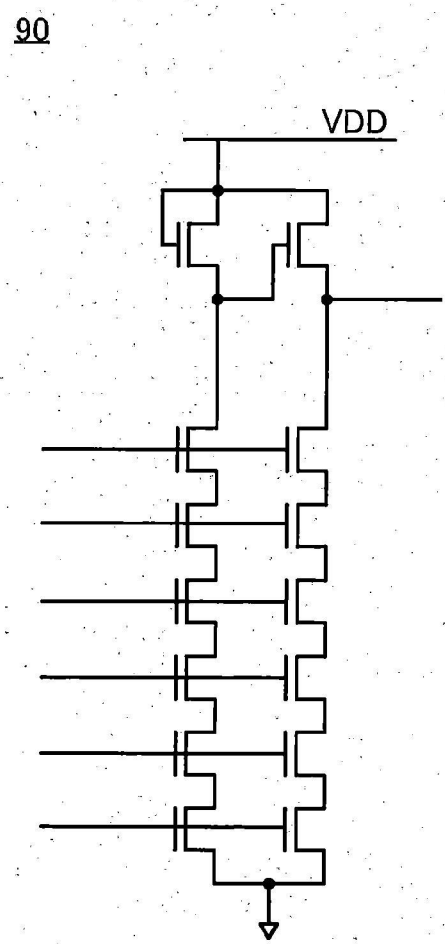


圖 5D

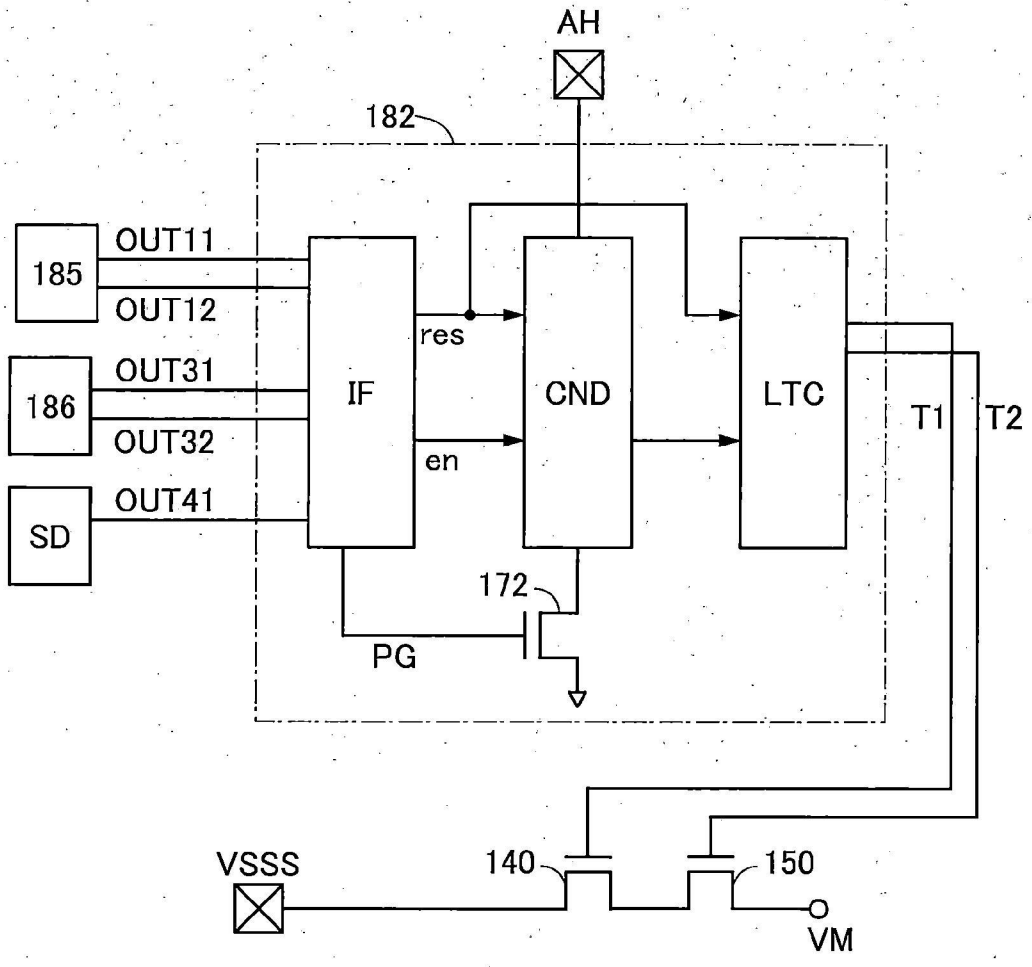


圖 6

186

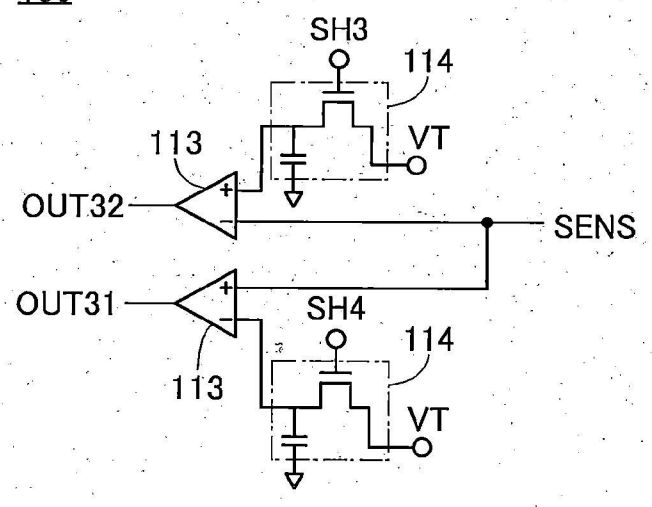


圖 7A

IS

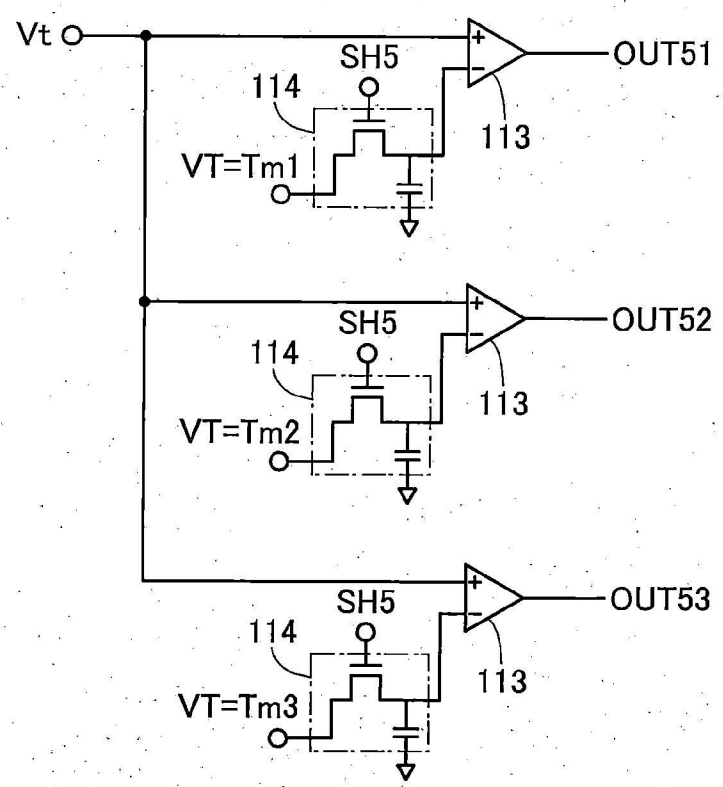


圖 7B

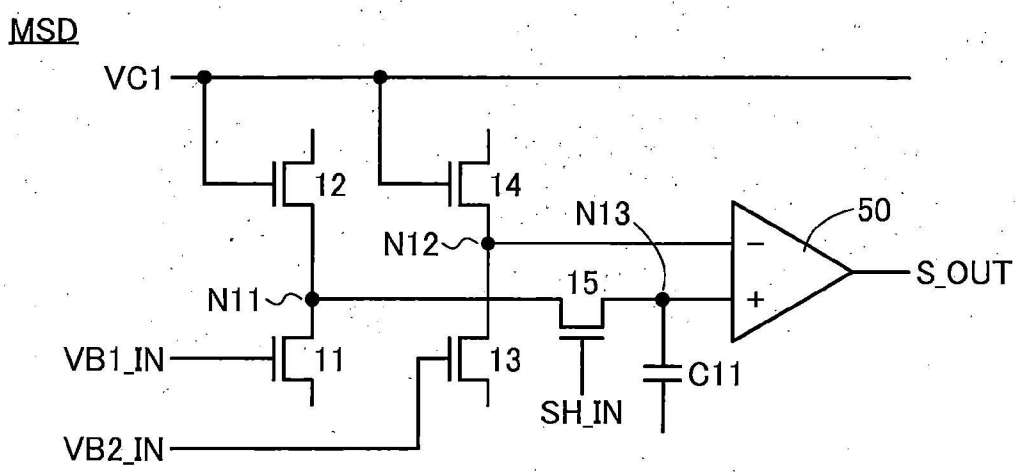


圖 8A

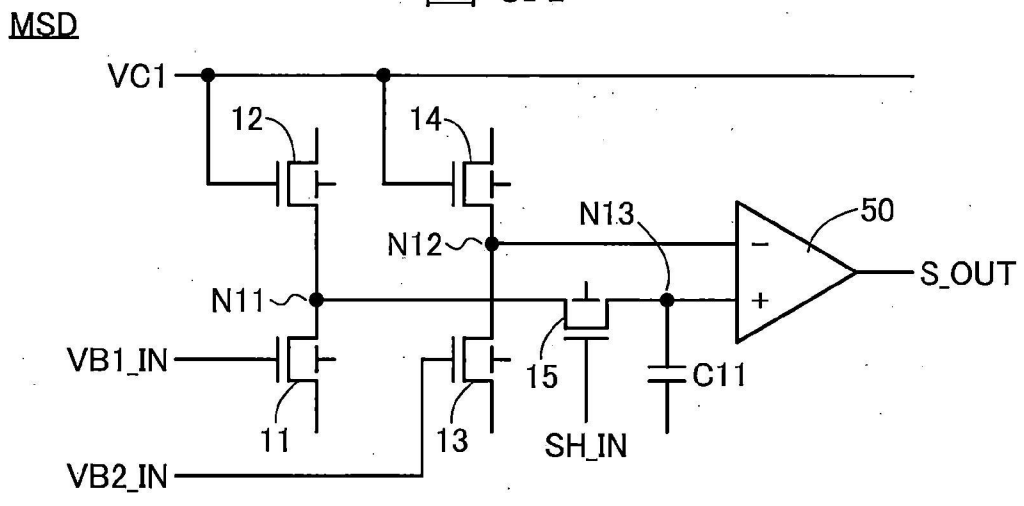


圖 8B

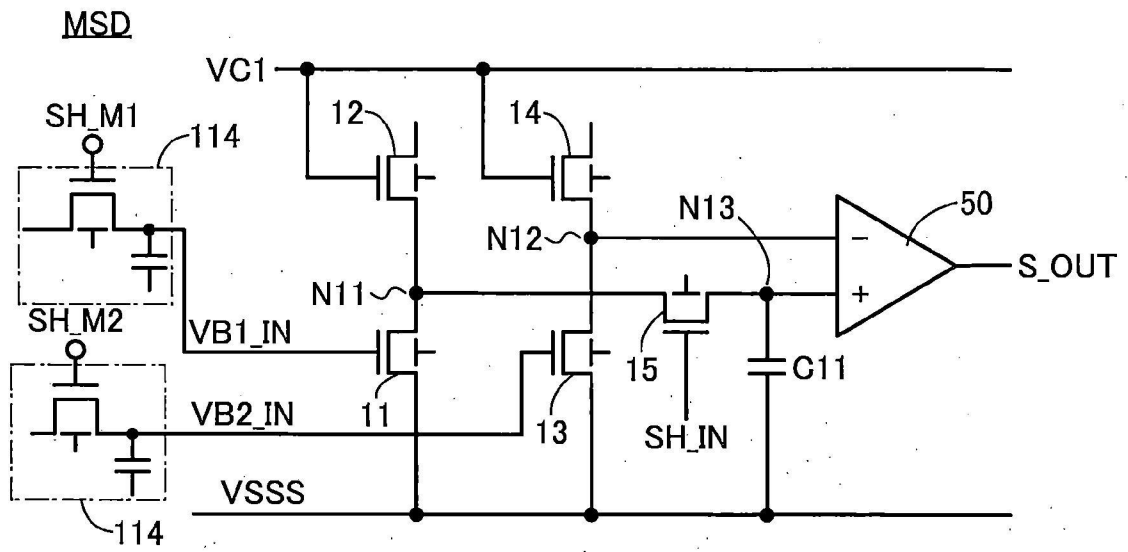


圖 8C

50

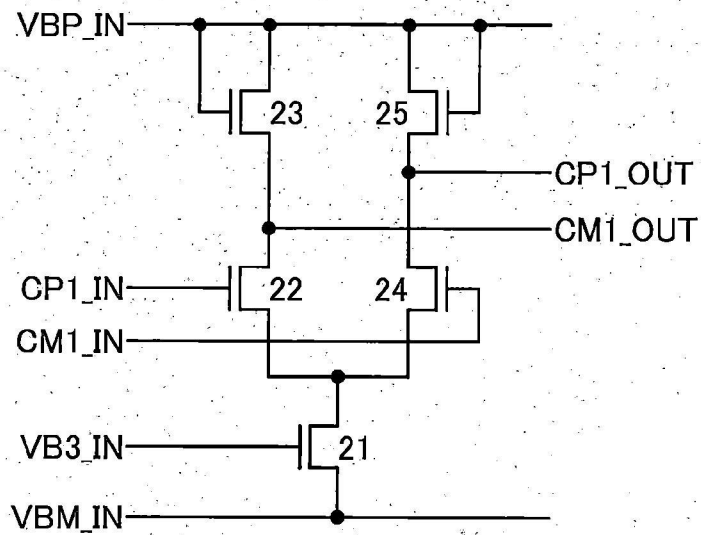


圖 9

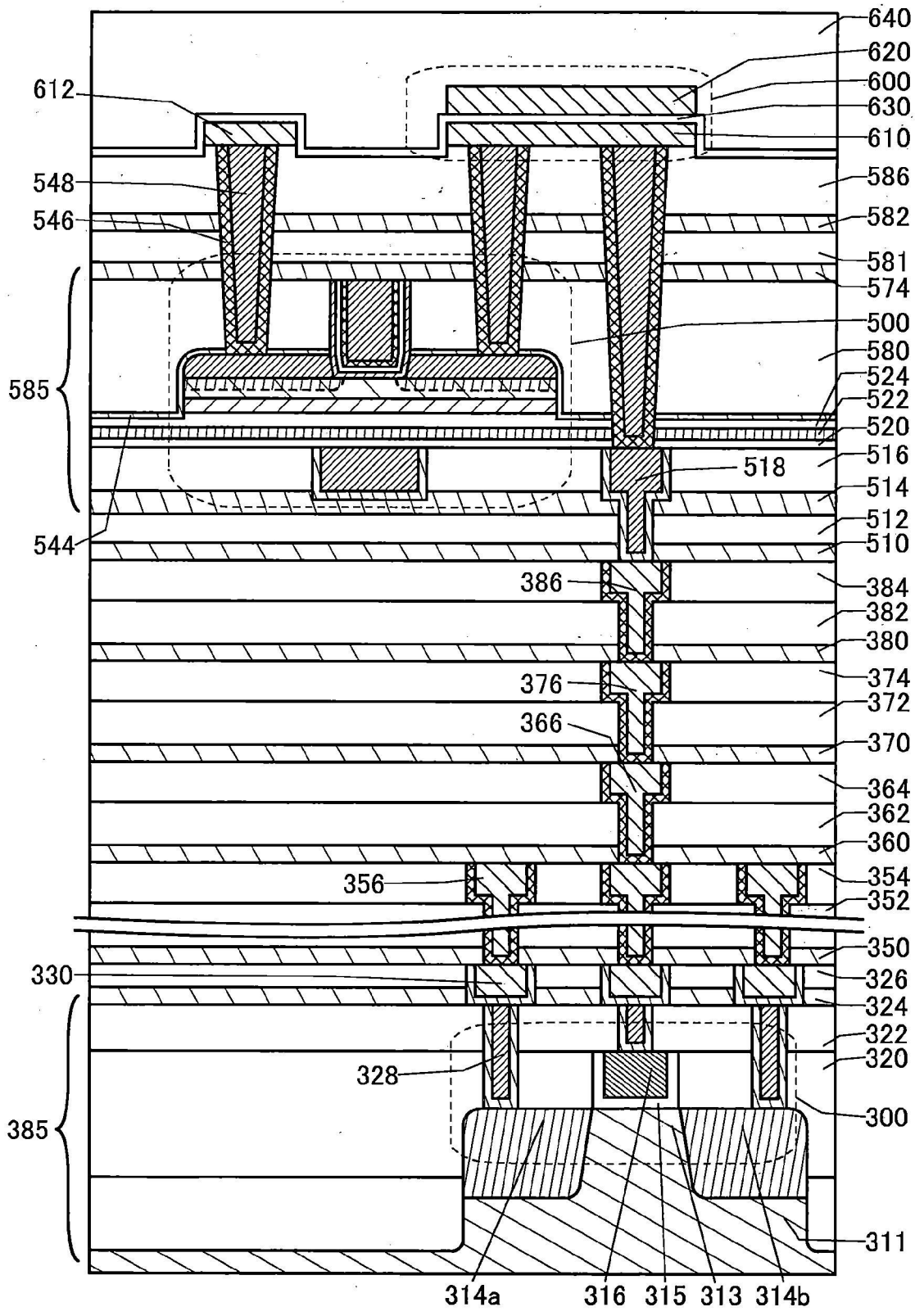


圖 10

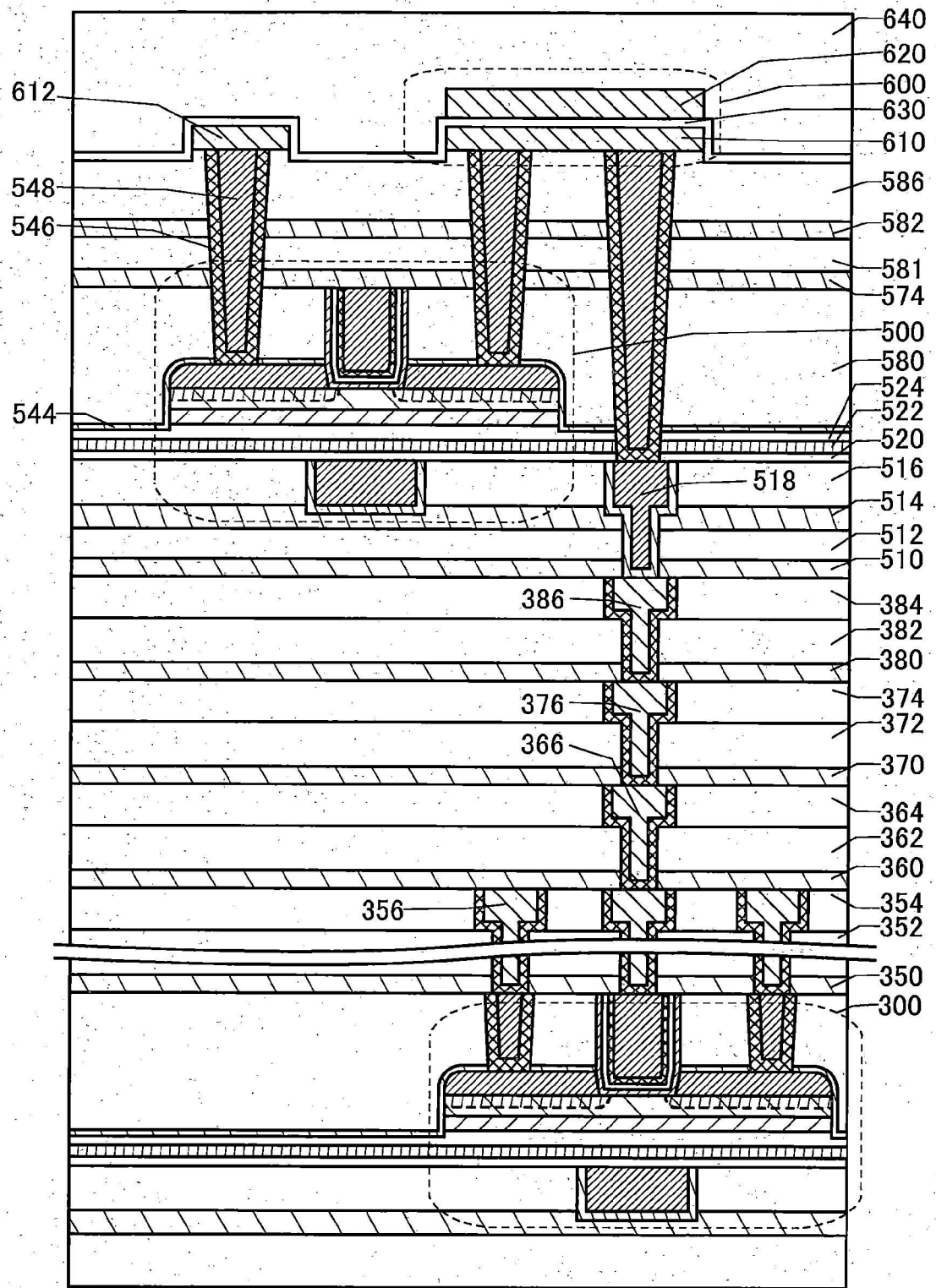


圖 11

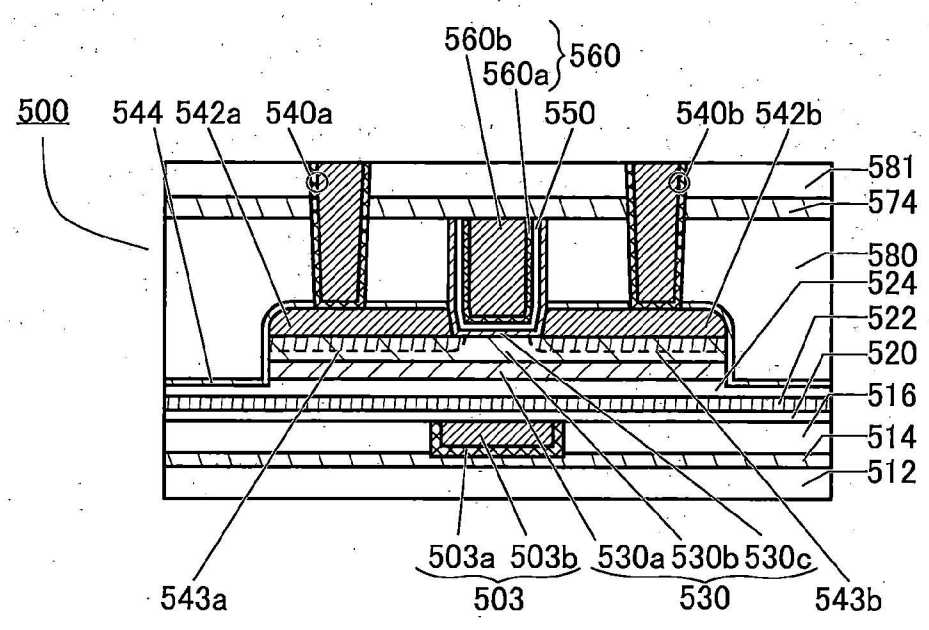


圖 12A

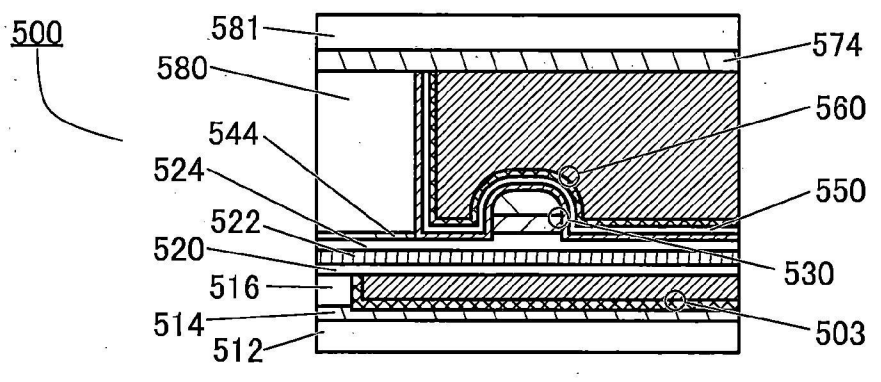


圖 12B

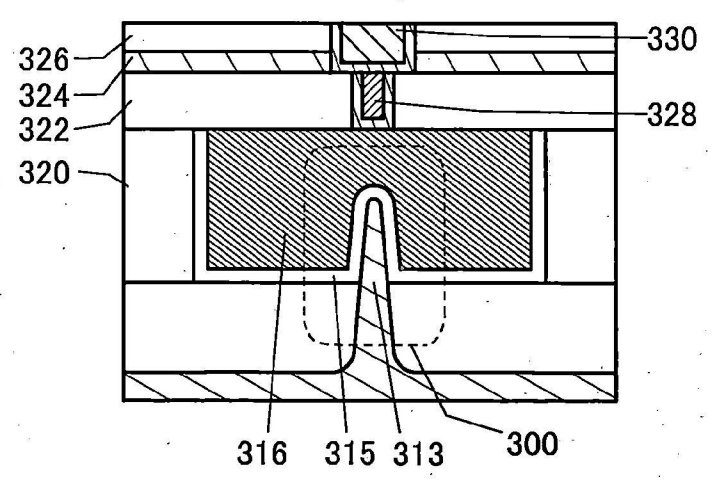


圖 12C

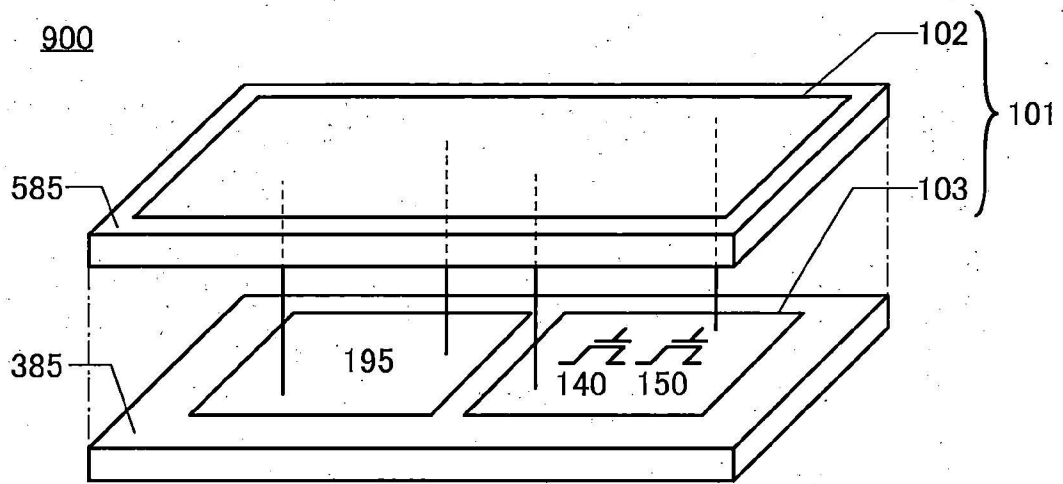


圖 13A

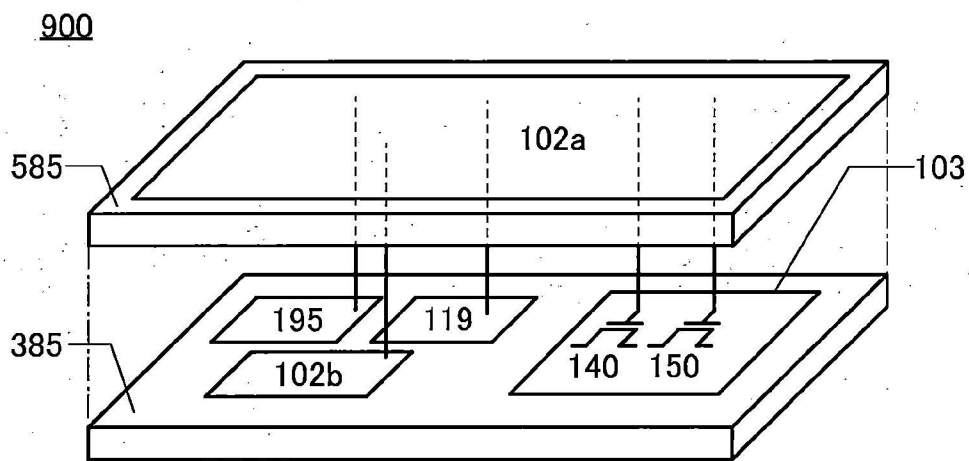


圖 13B

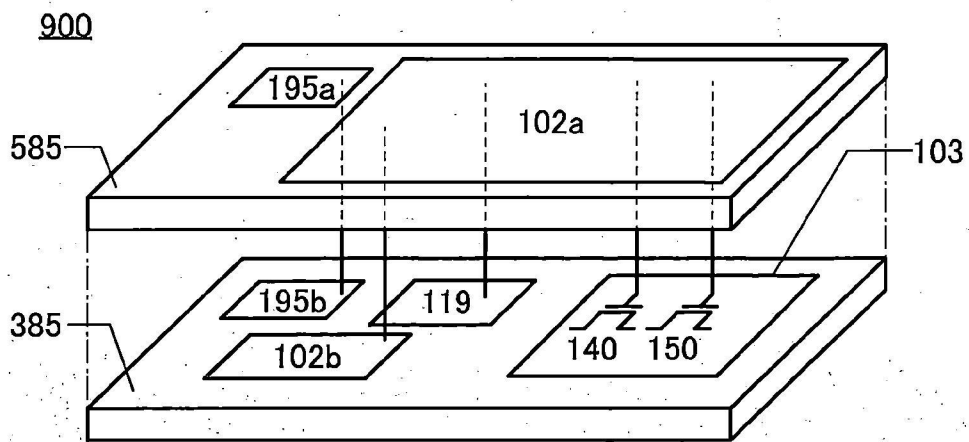


圖 13C

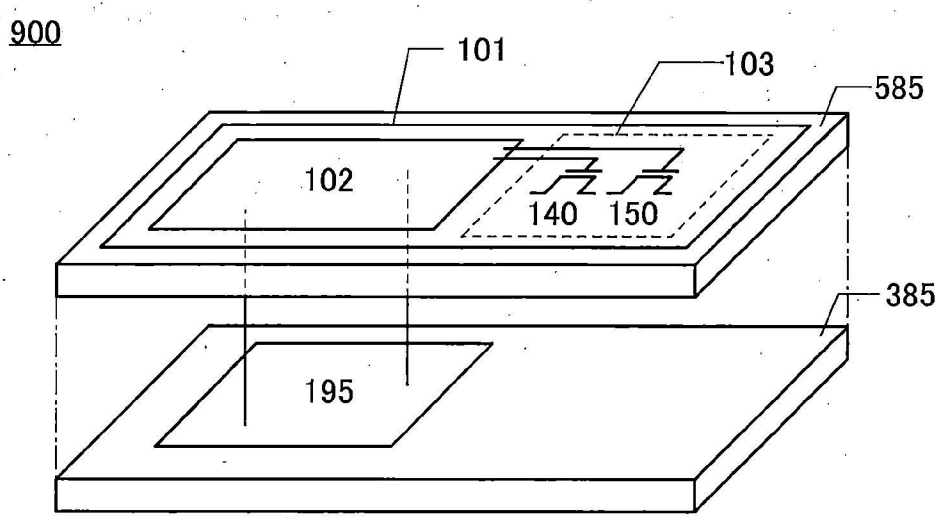


圖 14A

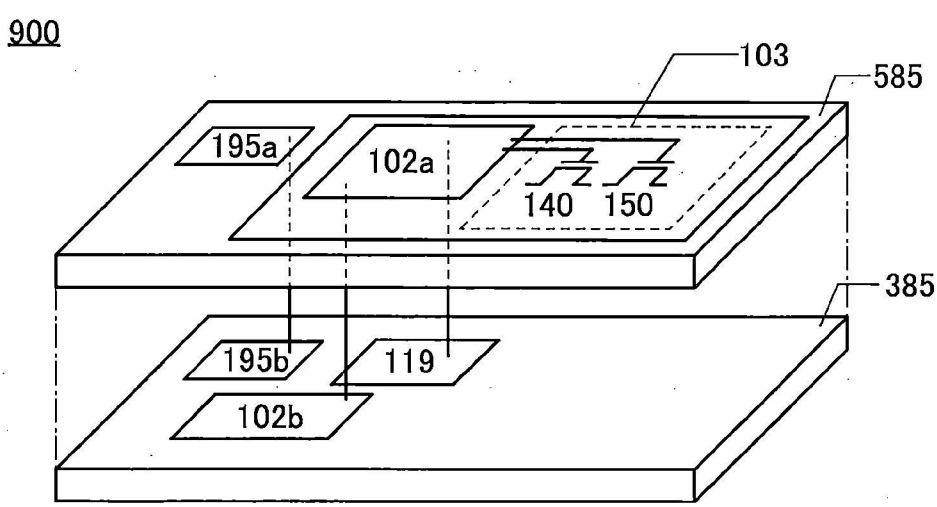


圖 14B

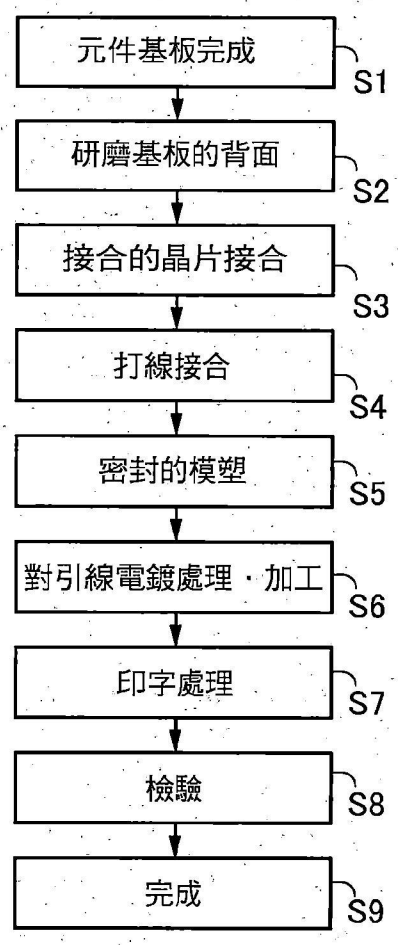


圖 15A

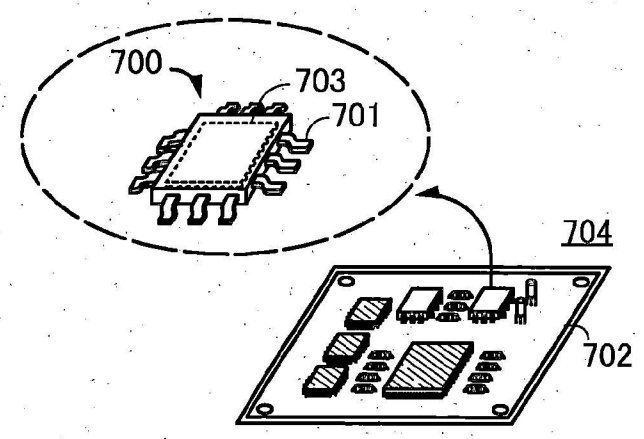


圖 15B

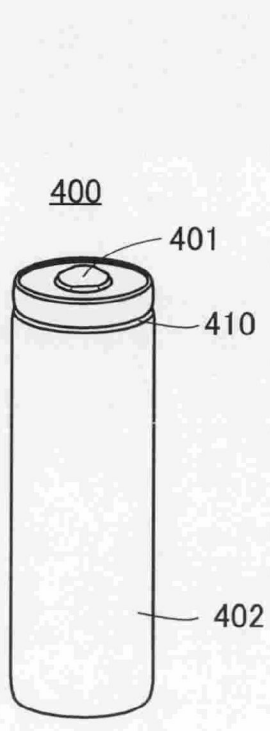


圖 16A

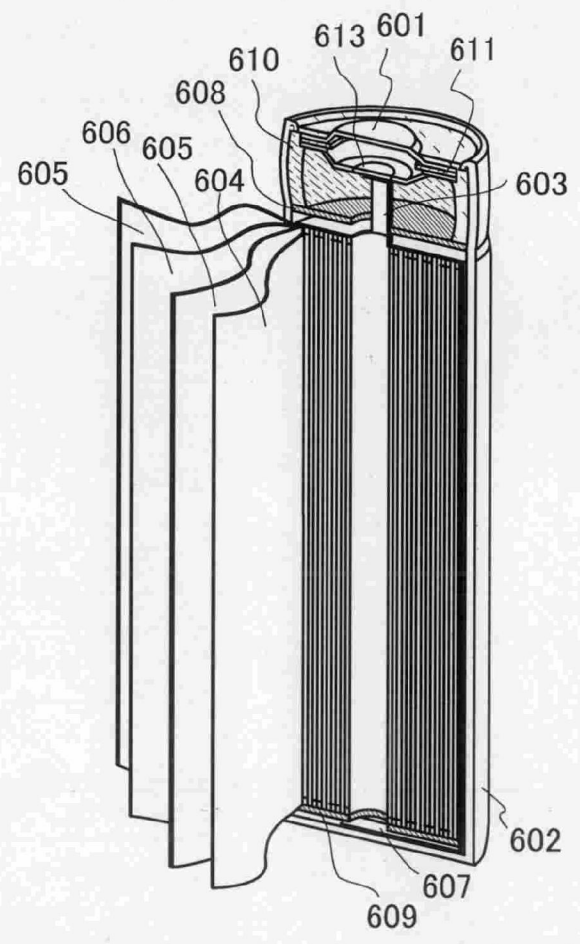


圖 16B

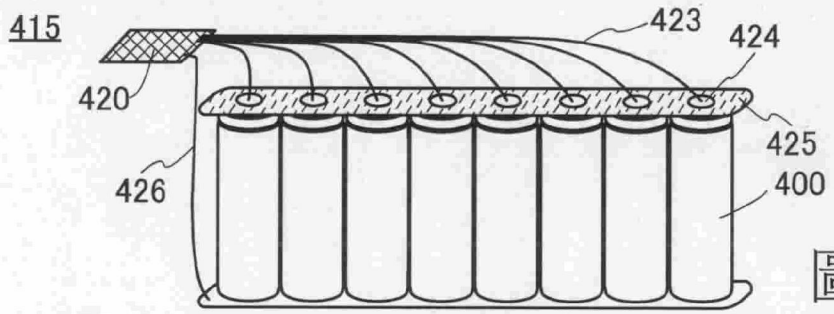


圖 16C

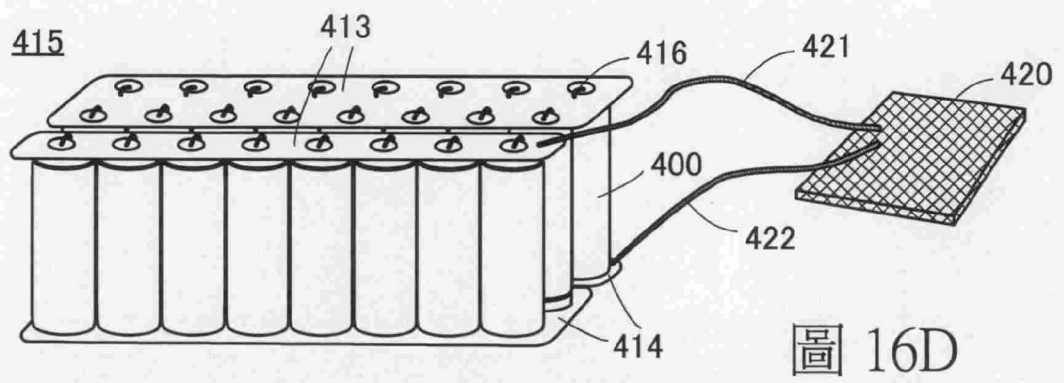


圖 16D

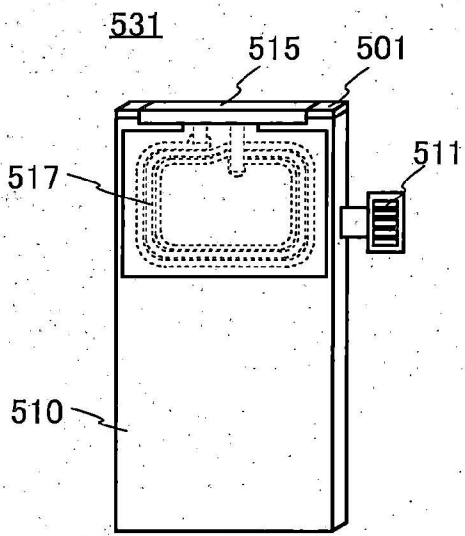


圖 17A

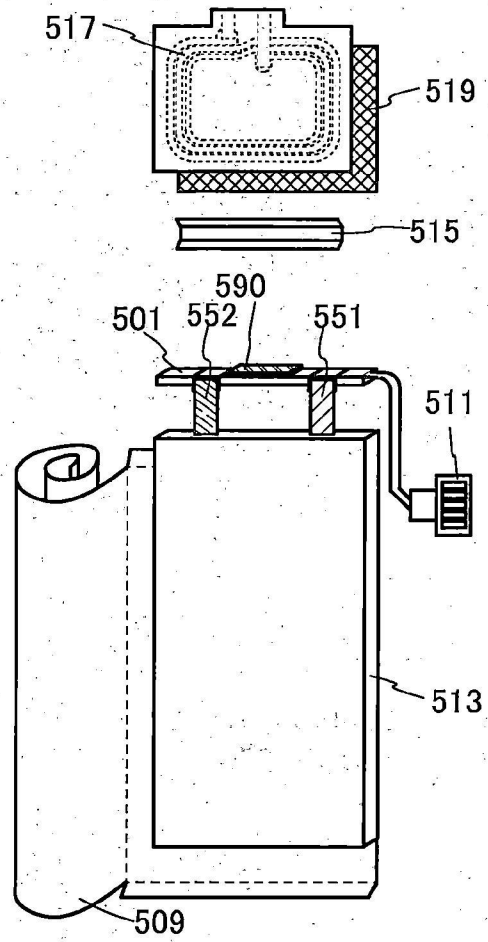


圖 17B

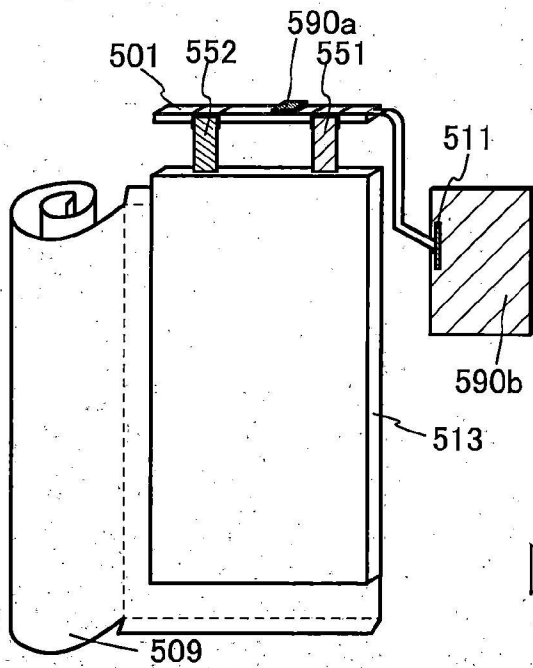


圖 17C

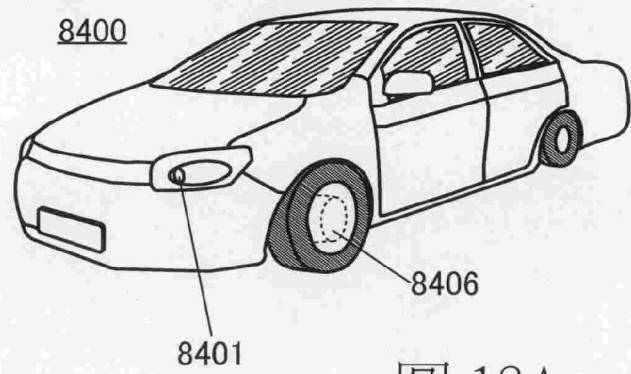


圖 18A

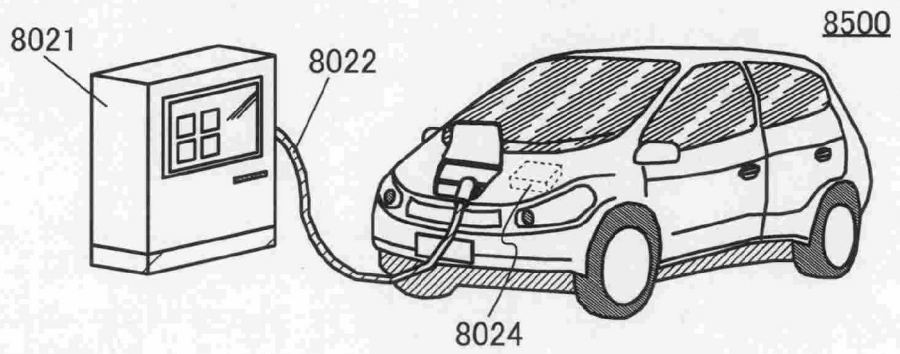


圖 18B

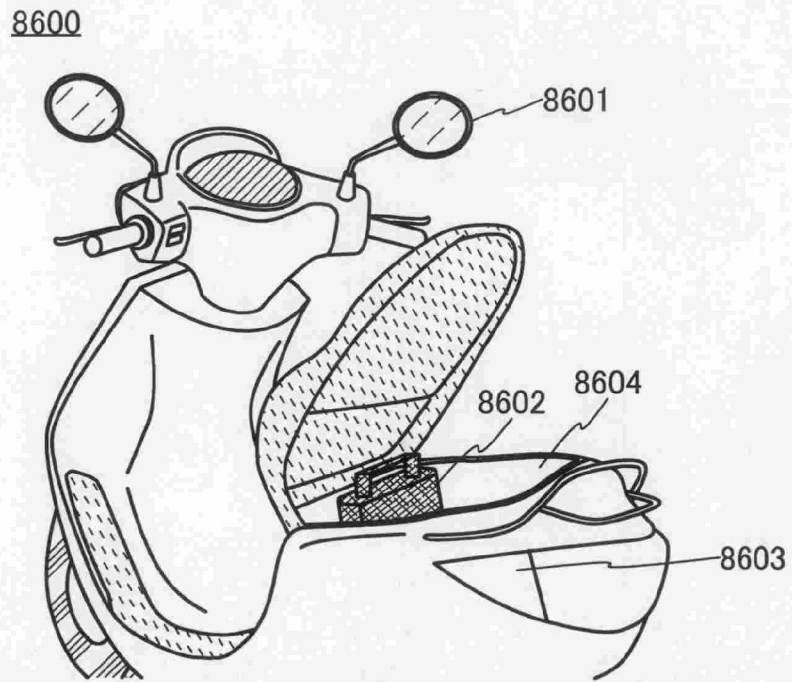


圖 18C

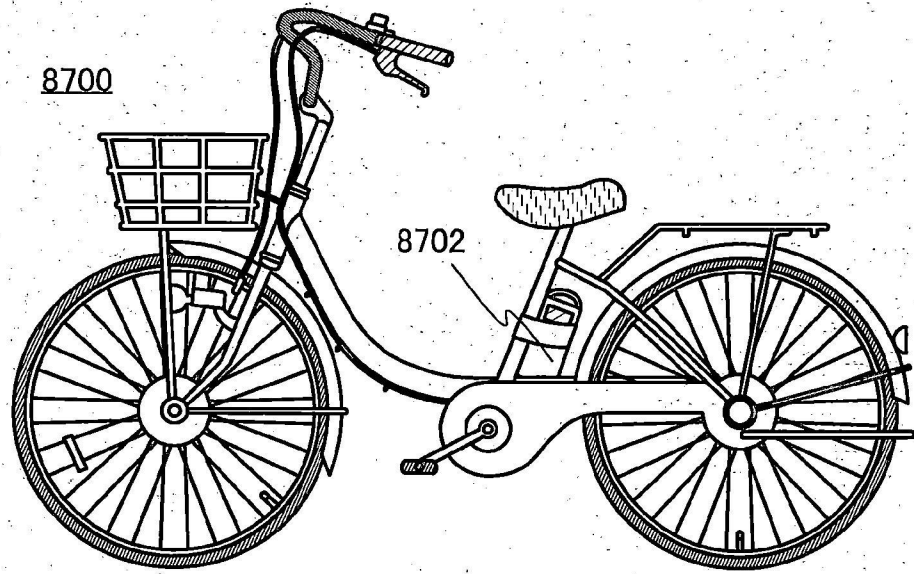


圖 19A

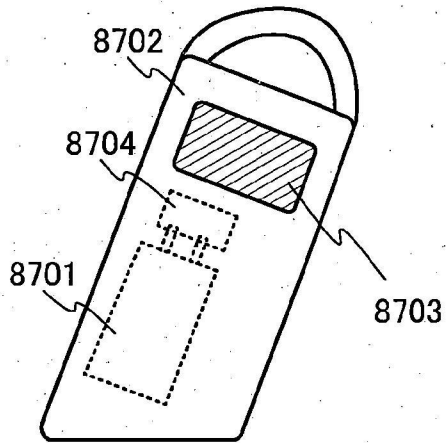


圖 19B

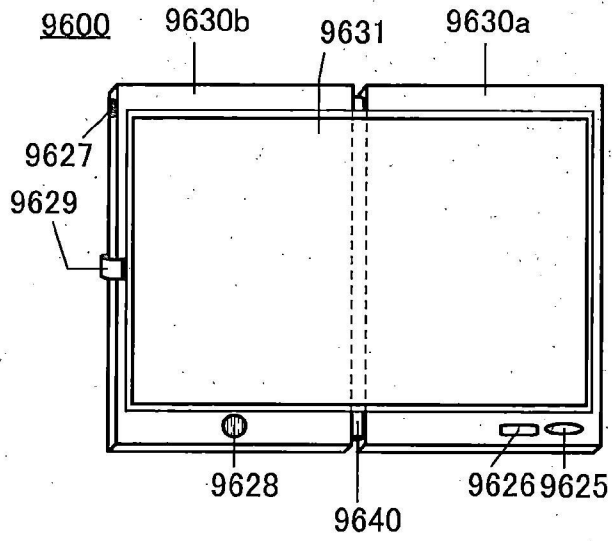


圖 20A

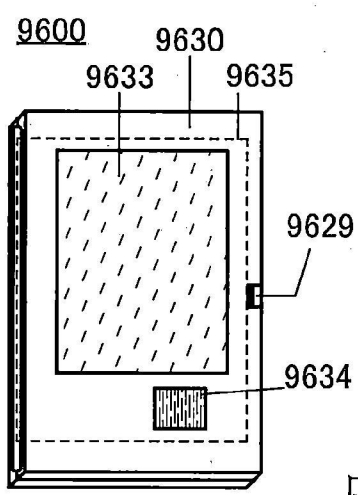


圖 20B

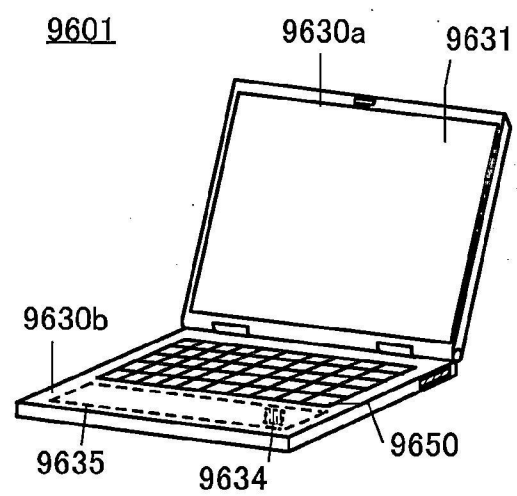


圖 20C

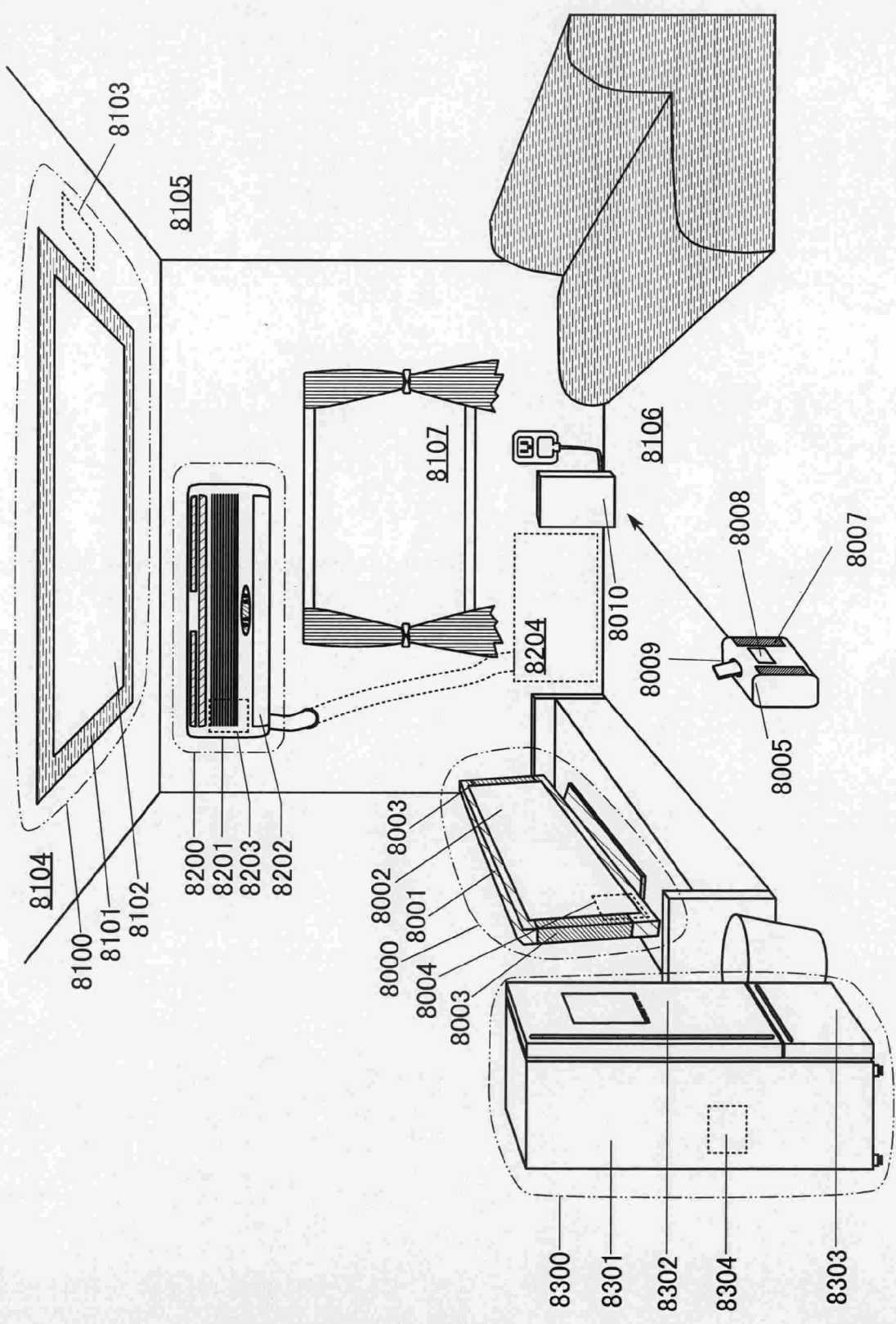


圖 21

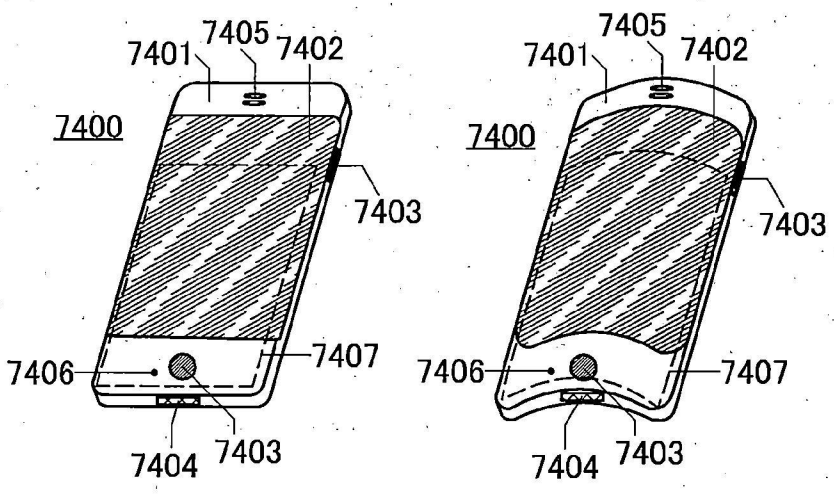


圖 22A

圖 22B

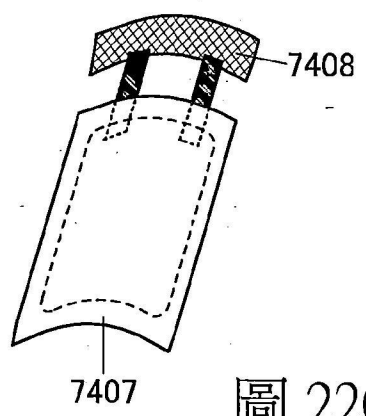


圖 22C

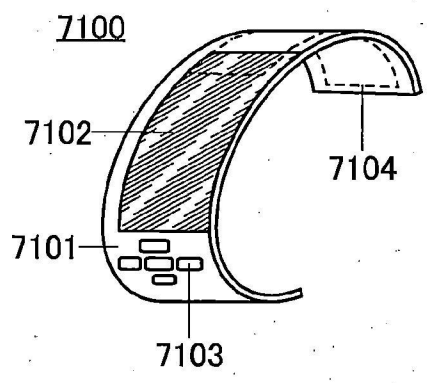


圖 22D

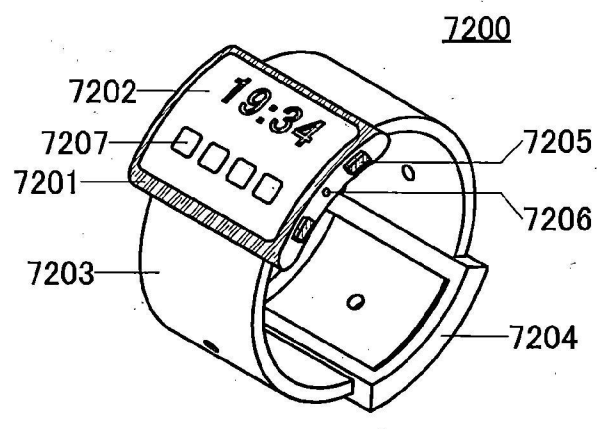


圖 22E

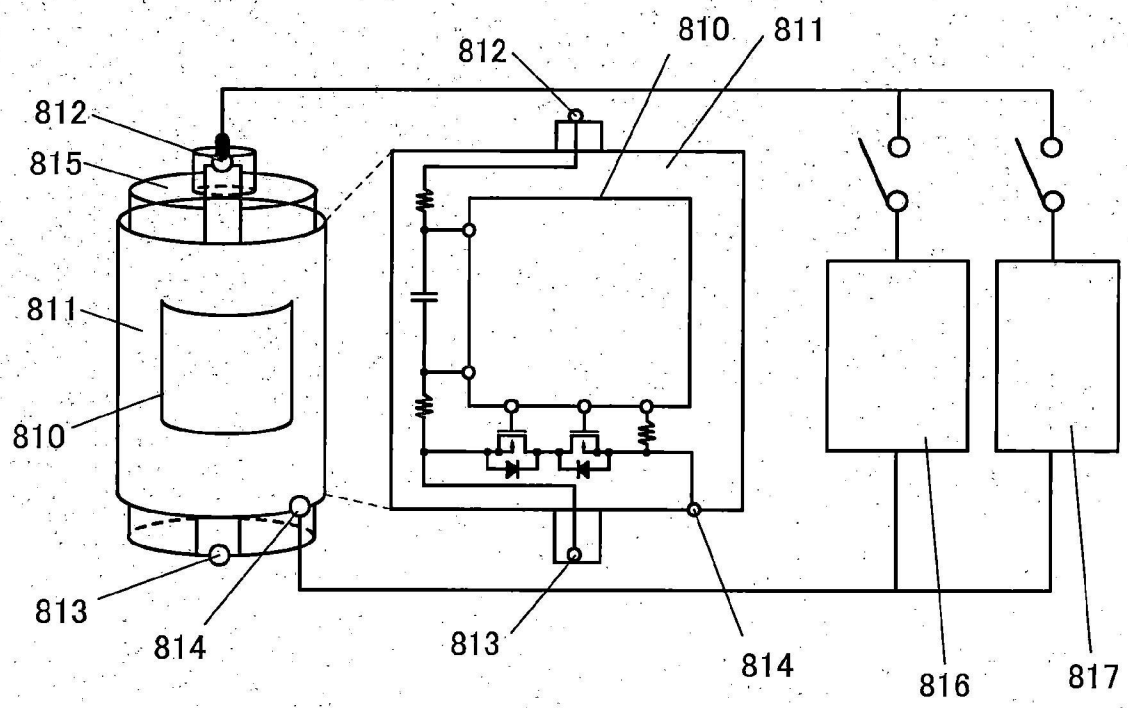


圖 23A

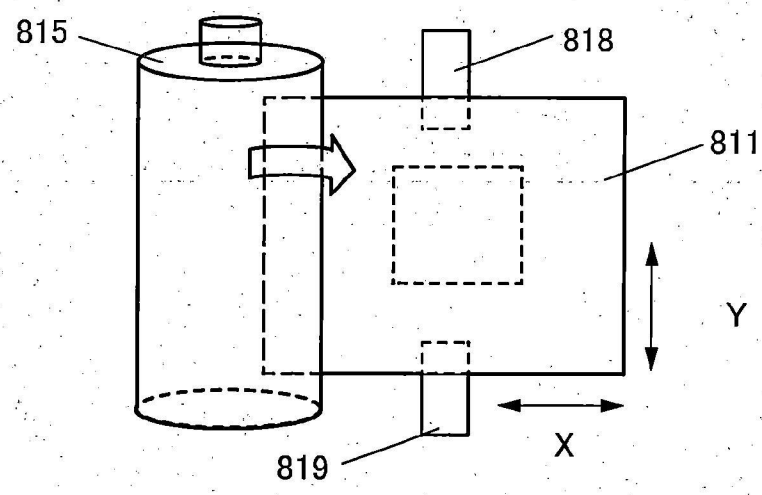


圖 23B

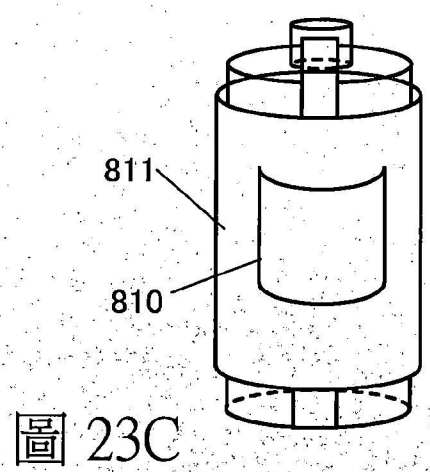


圖 23C

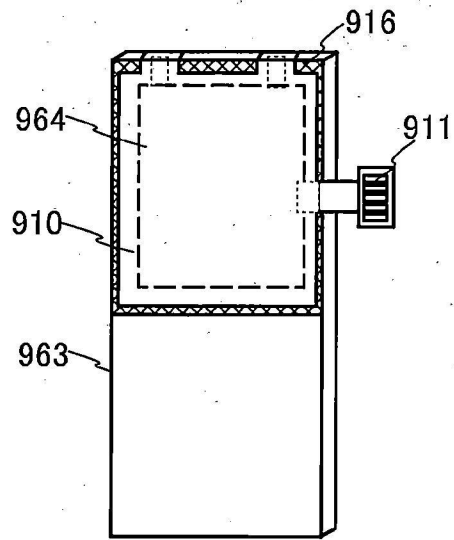


圖 24A

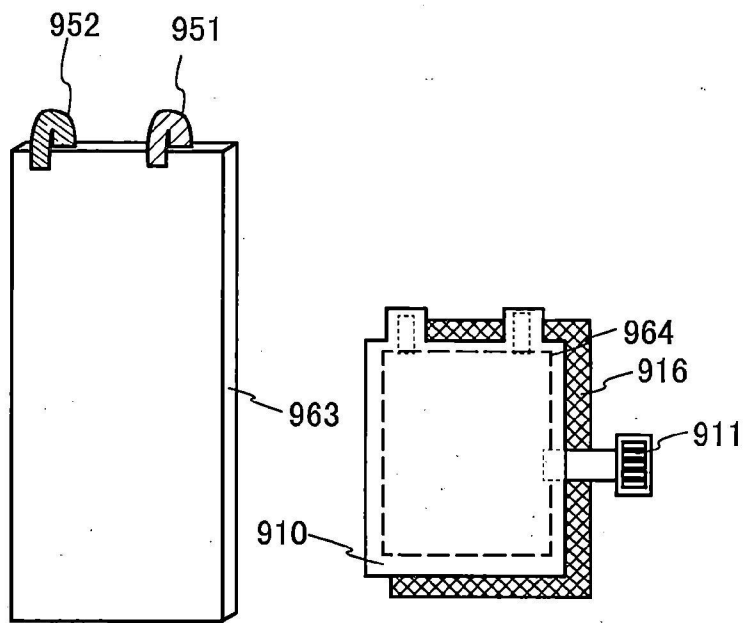


圖 24B

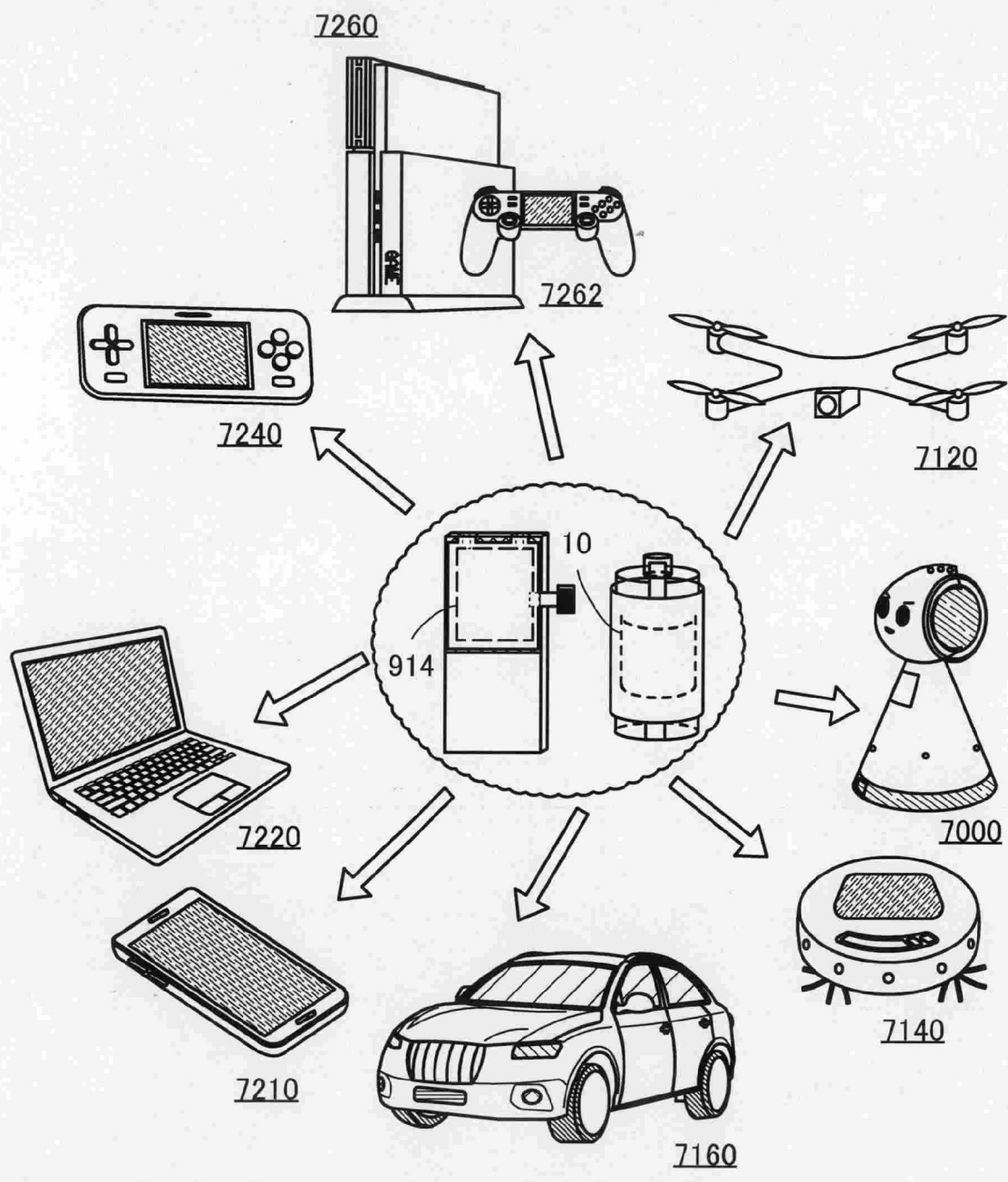


圖 25

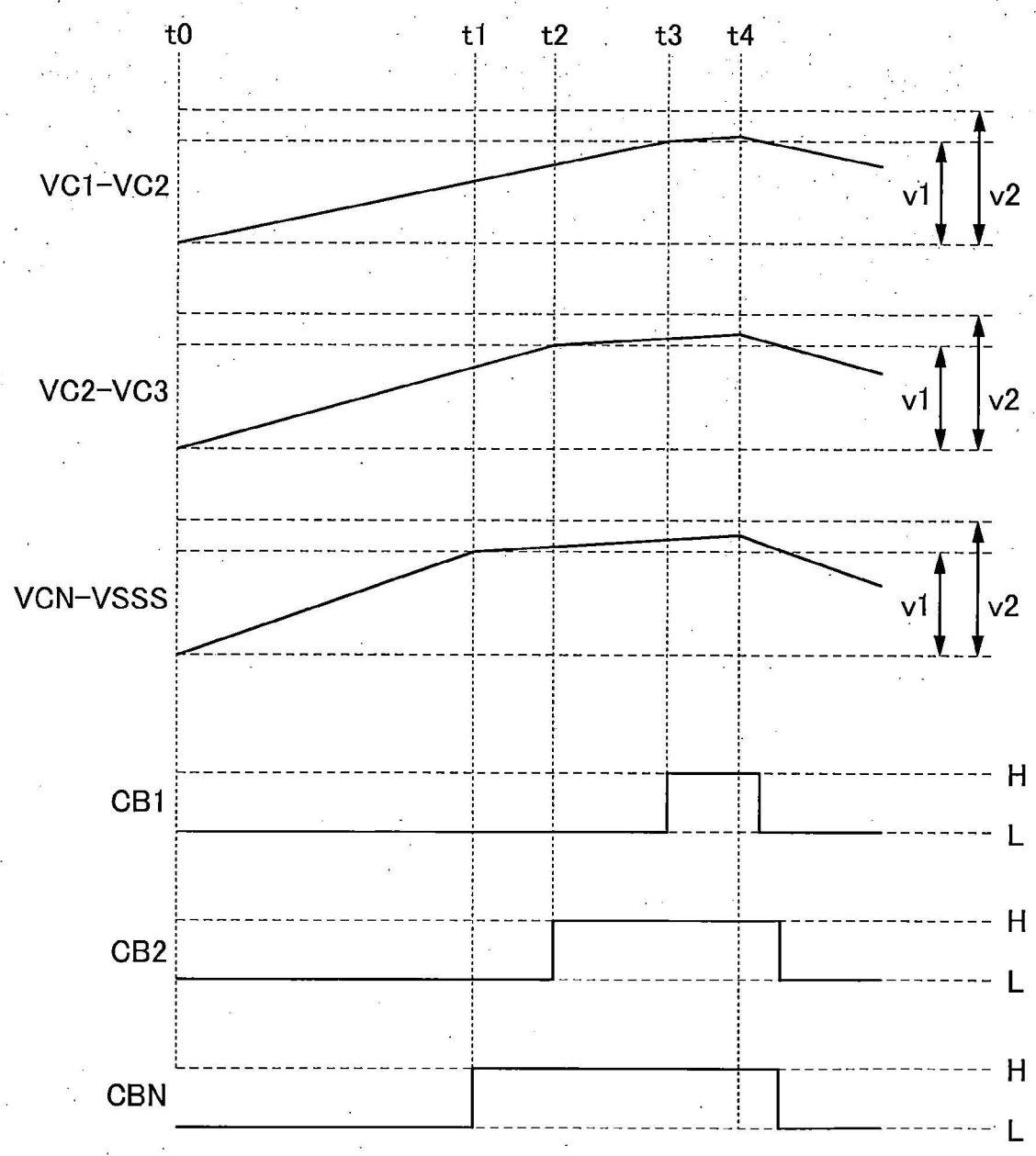


圖 26

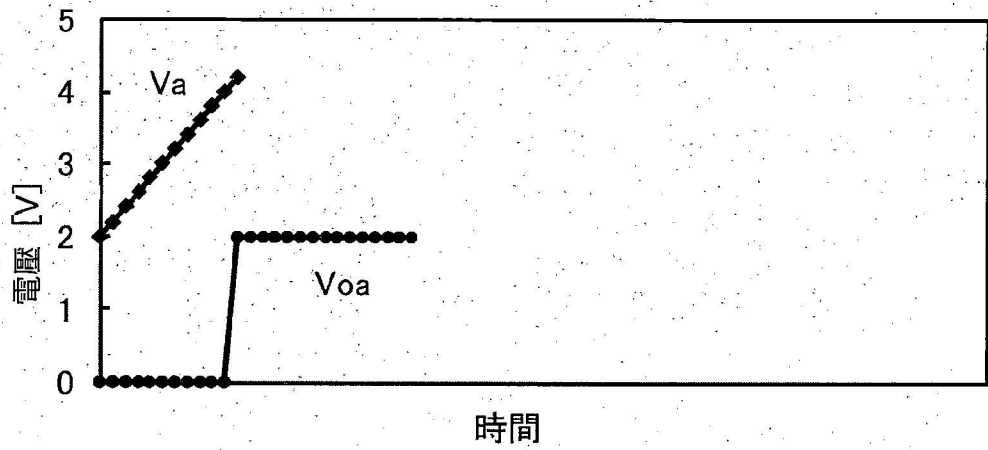


圖 27A

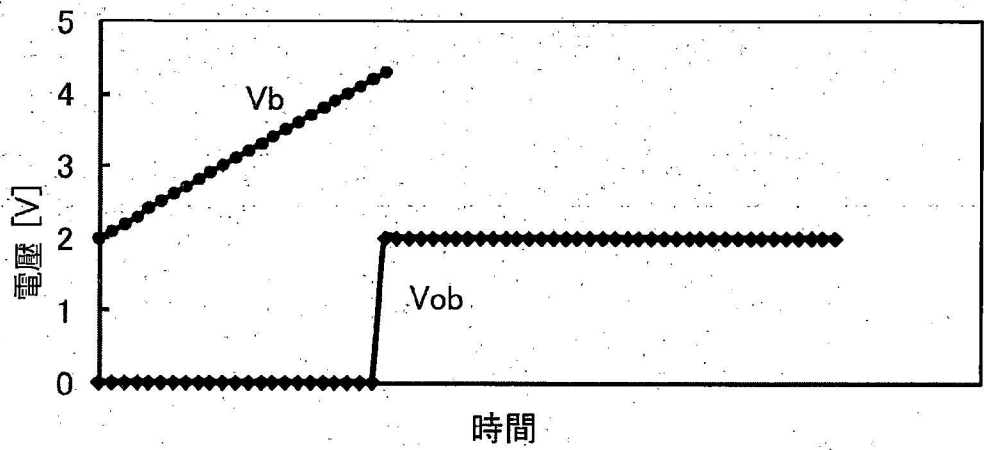


圖 27B

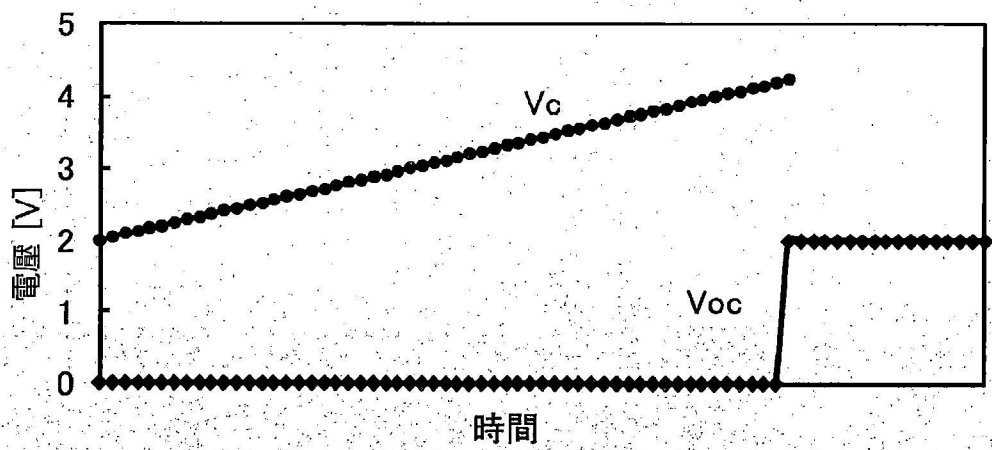


圖 27C

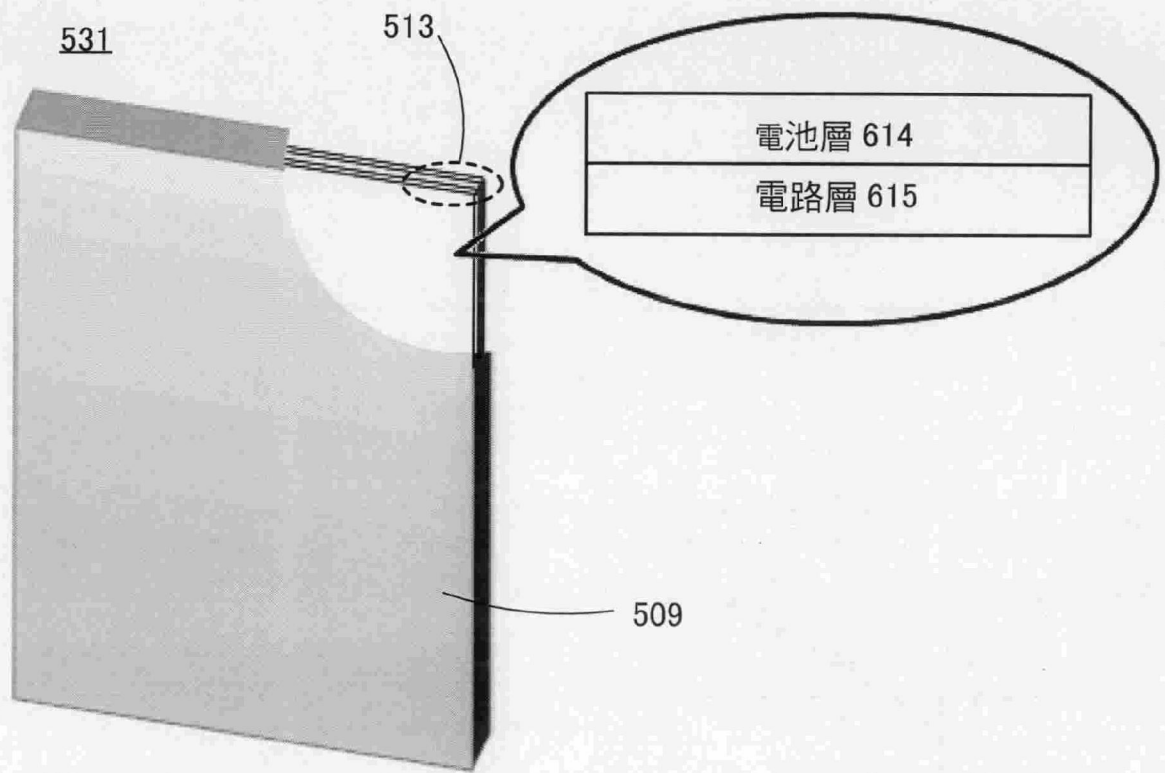
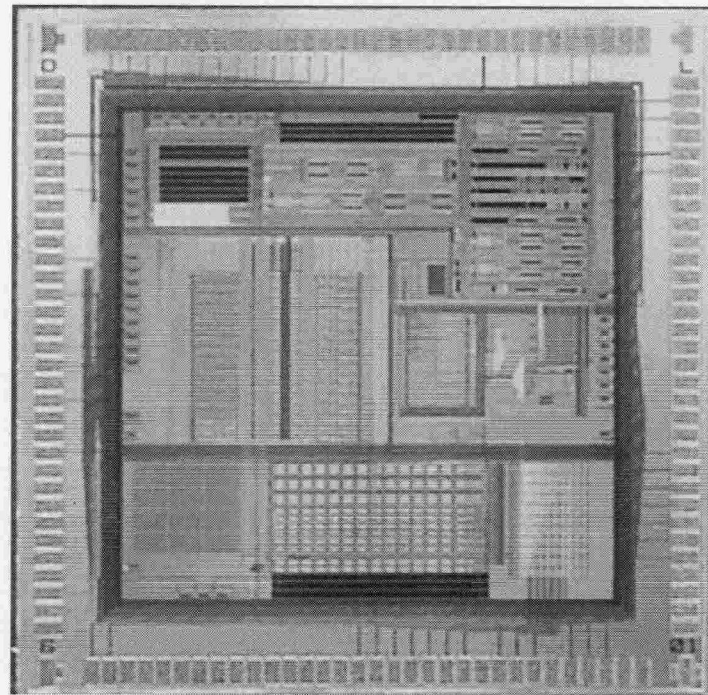


圖 28



4mm

圖 29

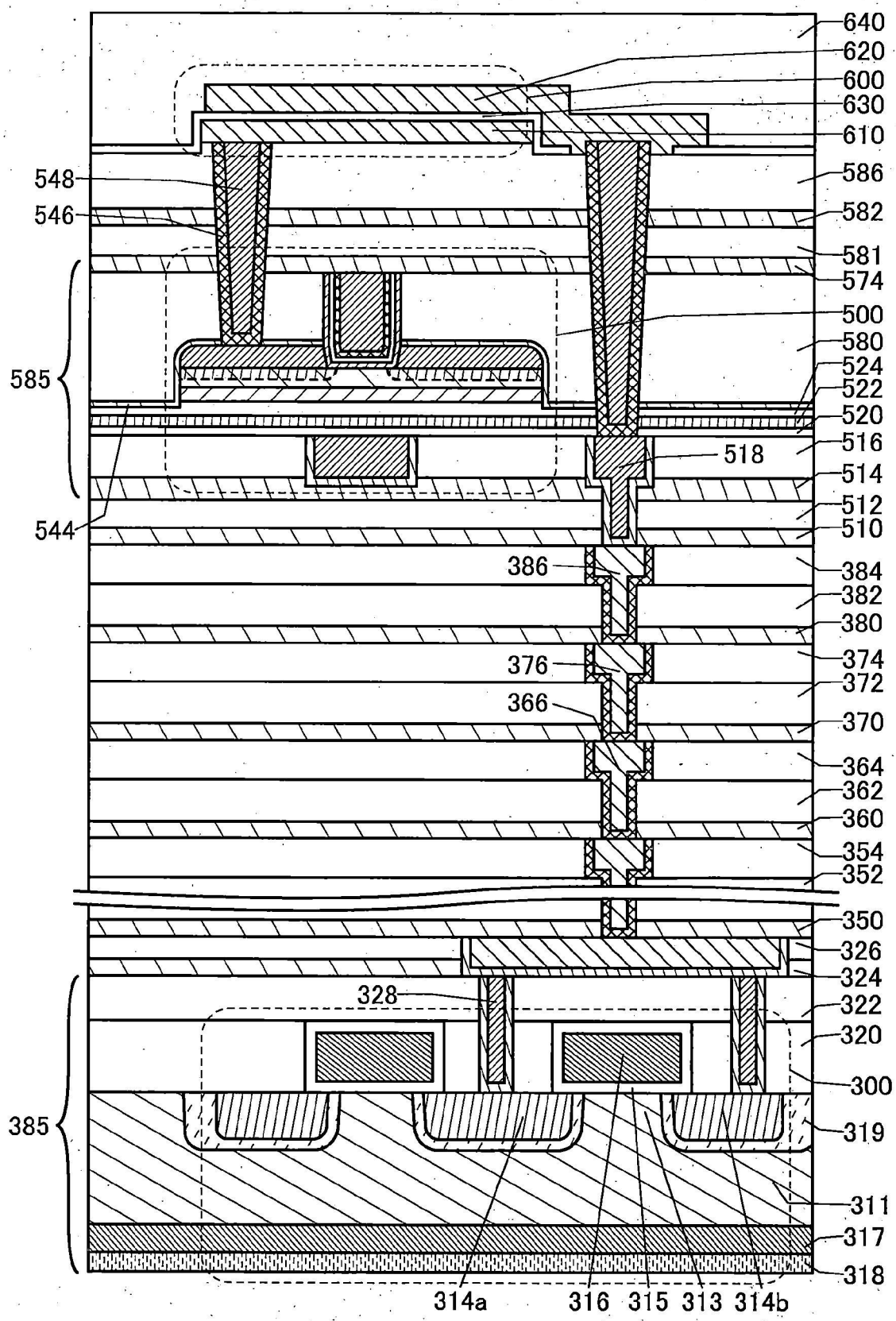


圖 30

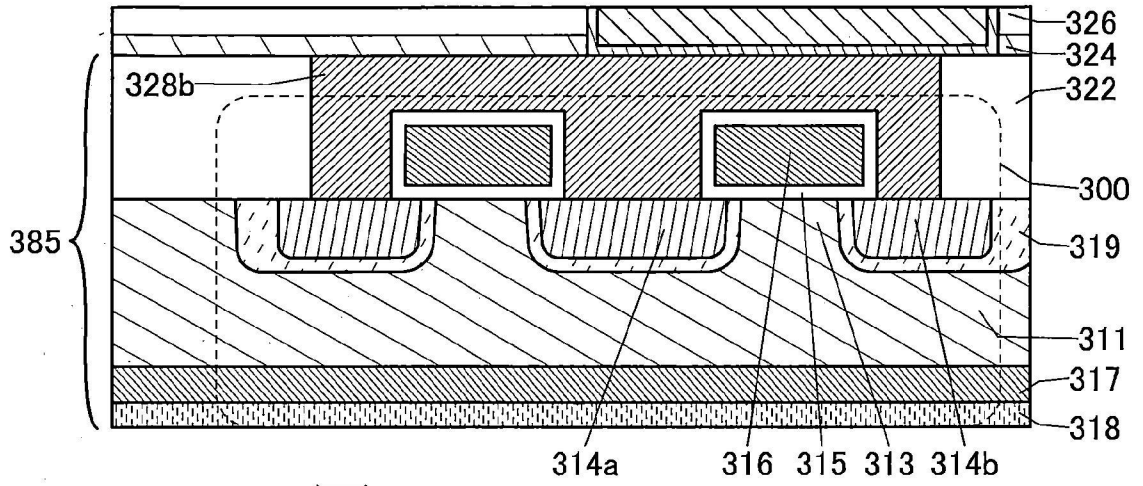


圖 31A

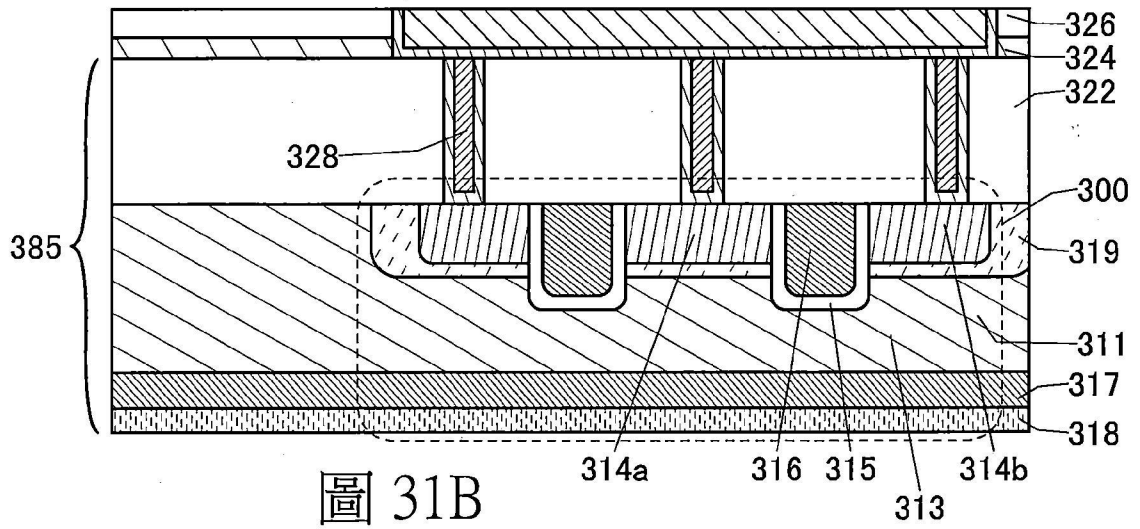


圖 31B

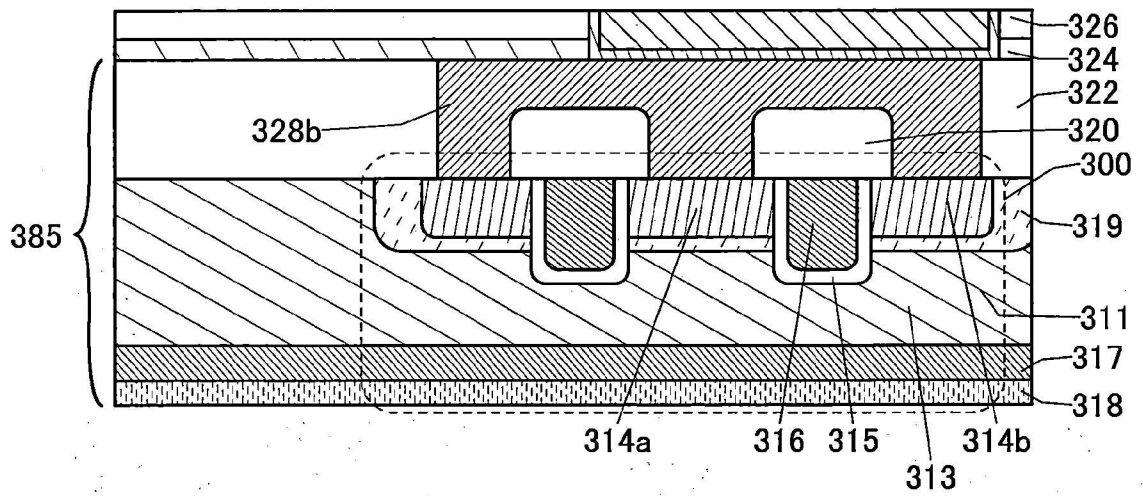


圖 31C