

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2023年1月19日(19.01.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/286506 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/82 (2006.01) H01L 27/04 (2006.01)  
H01L 21/822 (2006.01) H03K 19/003 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/023609

(22) 国際出願日: 2022年6月13日(13.06.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2021-117798 2021年7月16日(16.07.2021) JP

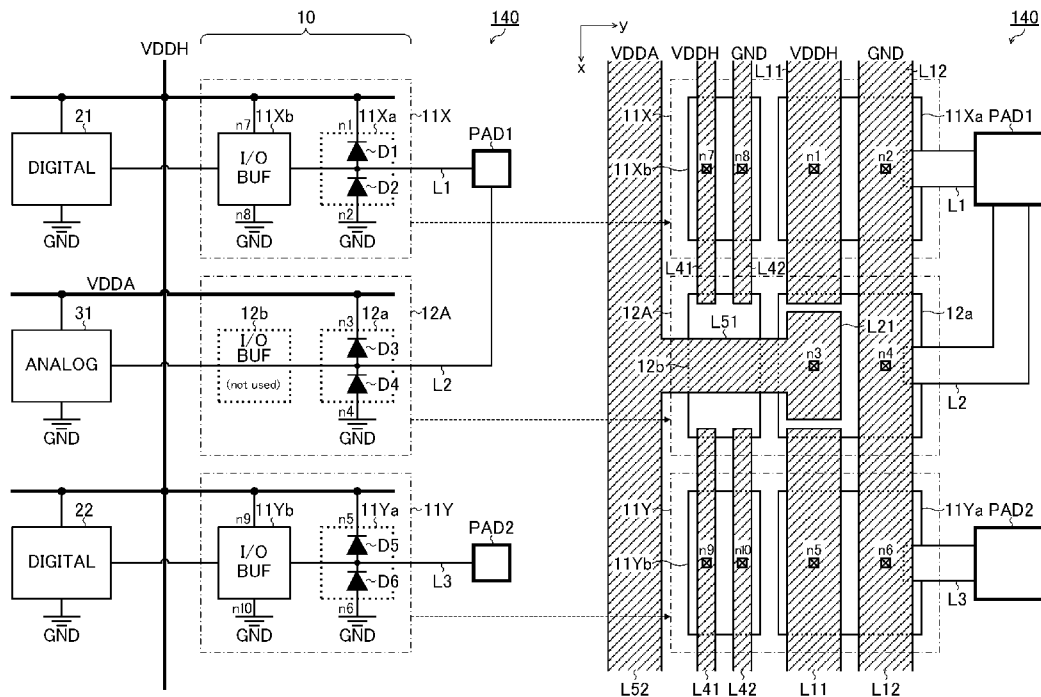
(71) 出願人: ローム株式会社 (ROHM CO., LTD.)  
[JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 吉村 賢一 (YOSHIMURA Kenichi); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 木村 啓明 (KIMURA Hiromitsu); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 岡田 友和 (OKADA Tomokazu); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 黒土 勇二 (KUROTsuchi Yuji); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 佐野特許事務所 (SANO PATENT OFFICE); 〒5400032 大阪府

(54) Title: I/O CIRCUIT, SEMICONDUCTOR DEVICE, CELL LIBRARY, AND METHOD FOR DESIGNING CIRCUIT OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: I/O回路、半導体装置、セルライブラリ、半導体装置の回路設計方法



(57) Abstract: For example, an I/O circuit 140 is formed by combining a plurality of types of standard cells included in a cell library 10, as desired. The plurality of types of standard cells include at least first standard cells 11X and 11Y and a second standard cell 12A. The first standard cells 11X and 11Y comprise first protection elements 11Xa and 11Ya, and a first power supply line L11 formed in a region over the first protection elements 11Xa and 11Ya so as to be in electrical communication with the first protection elements 11Xa and 11Ya. The second standard cell 12A comprises: a second

大阪市中央区天満橋京町 2 - 6 天満橋八  
千代ビル別館 5 F Osaka (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

protection element 12a formed in the same layout as the first protection elements 11Xa and 11Ya; and a second power supply line L21 formed in a region over the second protection element 12a so as to be in electrical communication with the second protection element 12a while being separated from the first power supply line L11.

(57) 要約: 例えば、1/O回路140は、セルライブラリ10に含まれる複数種類の標準セルを任意に組み合わせることにより形成されるものである。複数種類の標準セルは、少なくとも第1標準セル11X及び11Yと第2標準セル12Aを含む。第1標準セル11X及び11Yは、第1保護素子11Xa及び11Yaと、第1保護素子11Xa及び11Yaと導通するように第1保護素子11Xa及び11Yaの上部領域に形成された第1電源線L11と、を含む。第2標準セル12Aは、第1保護素子11Xa及び11Yaと同一のレイアウトで形成された第2保護素子12aと、第1電源線L11から離断しつつ第2保護素子12aと導通するように第2保護素子12aの上部領域に形成された第2電源線L21と、を含む。

## 明 細 書

発明の名称：

### I／O回路、半導体装置、セルライブラリ、半導体装置の回路設計方法 技術分野

[0001] 本明細書中に開示されている発明は、I／O [input/output] 回路、半導体装置、セルライブラリ、及び、半導体装置の回路設計方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、セルライブラリに含まれる複数種類の標準セルを任意に組み合わせることにより半導体装置の回路設計を行う手法が知られている。

[0003] なお、上記に関連する従来技術としては、特許文献1及び2を挙げることができる。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-28126号公報

特許文献2：特開2010-192932号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来のセルライブラリでは、例えば、異なる電源を用いる複数の回路で単一のパッドを共有する場合に要求される保護系統を備えたI／O回路を標準セルの組み合わせで形成することができなかった。

[0006] 本明細書中に開示されている発明は、本願発明者らが見出した上記の課題に鑑み、所望の保護系統を備えたI／O回路を標準セルの組み合わせで形成することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0007] 例えば、本明細書中に開示されているI／O回路は、セルライブラリに含まれる複数種類の標準セルを任意に組み合わせることにより形成されるもの

であって、前記複数種類の標準セルは、少なくとも第１標準セルと第２標準セルを含み、前記第１標準セルは、第１保護素子と、前記第１保護素子と導通するように前記第１保護素子の上部領域に形成された第１電源線と、を含み、前記第２標準セルは、前記第１保護素子と同一のレイアウトで形成された第２保護素子と、前記第１電源線から離断しつつ前記第２保護素子と導通するように前記第２保護素子の上部領域に形成された第２電源線と、を含む。

[0008] なお、その他の特徴、要素、ステップ、利点、及び、特性については、以下に続く発明を実施するための形態及びこれに関する添付の図面によって、さらに明らかとなる。

### 発明の効果

[0009] 本明細書中に開示されている発明によれば、所望の保護系統を備えた１／０回路を標準セルの組み合わせで形成することが可能となる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図１]図１は、半導体装置を用いたアプリケーションの一構成例を示す図である。

[図２]図２は、１／０回路の第１比較例を示す図である。

[図３]図３は、１／０回路の第２比較例を示す図である。

[図４]図４は、１／０回路の第３比較例を示す図である。

[図５]図５は、１／０回路の第１実施形態を示す図である。

[図６]図６は、１／０回路の第２実施形態を示す図である。

[図７]図７は、１／０回路の第３実施形態を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] ＜半導体装置（アプリケーション）＞

図１は、半導体装置を用いたアプリケーションの一構成例を示す図である。本構成例の半導体装置１００は、車載ネットワーク経由で指令を受け、各種の末端装置に搭載されたコントローラ（ＥＣＵ [electronic control unit] など）を制御するための車載向け統合通信ＩＣである。なお、半導体装

置 100 は、装置外部との電氣的な接続を確立するための手段として、複数の外部端子 T1 ～ T5 を備えている。

[0012] 外部端子 T1 は、バッテリーから電力供給を受け付ける電源端子である。外部端子 T2 ～ T4 は、それぞれ、各種の末端装置（例えば LED [light emitting diode] 発光装置 200、モータ装置 300 及びスイッチ装置 400）との間において任意のプロトコル（I2C [inter-integrated circuit]、SPI [serial peripheral interface]、GPIO [general-purpose input/output] 及び PWM [pulse width modulation] など）で信号授受を行うための通信端子である。外部端子 T5 は、任意の車載ネットワーク（LIN [local interconnect network]、CXPI [clock extension peripheral interface] 及び CAN [controller area network] など）に接続されるネットワーク端子である。

[0013] LED 発光装置 200 は、LED 210 と、半導体装置 100 からの指令を受けて LED 210 の発光駆動を制御する LED ドライバ IC 220 と、を有する。

[0014] モータ装置 300 は、モータ 310 と、半導体装置 100 からの指令を受けてモータ 310 の回転駆動を制御するモータドライバ IC 320 と、を有する。

[0015] スwitch 装置 400 は、スitch 410 と、スitch 410 の開閉状態を監視して半導体装置 100 に検出結果を通知するスitch モニタ IC 420 と、を有する。

[0016] 引き続き、図 1 を参照しつつ半導体装置 100 の内部構成について説明する。本構成例の半導体装置 100 は、電源回路 110 と、デジタル回路 120（本図ではデジタル回路 120A 及び 120B）と、アナログ回路 130 と、I/O 回路 140 と、電源スitch SW を有する。

[0017] 電源回路 110 は、外部端子 T1 に印加されるバッテリー電圧から所定の内部電源電圧を生成して半導体装置 100 の各部に供給する。なお、半導体装置 100 に集積化されている回路ブロックは、AO [always ON] 領域と P

S O [partial shut-OFF] 領域のいずれかに属する。A O領域は、半導体装置 1 0 0 が通常モード（＝第 1 動作モードに相当）であるかスタンバイモード（＝第 2 動作モード）であるかに依ることなく常に電源オン状態に維持される領域である。一方、P S O領域は、電源スイッチ S Wの下流に設けられており、半導体装置 1 0 0 が通常モード（S W＝O N）であるときには電源オン状態となり、半導体装置 1 0 0 がスタンバイモード（S W＝O F F）であるときには電源オフ状態となる。当然のことながら、電源回路 1 1 0 は、A O領域に実装されている。

[0018] デジタル回路 1 2 0 Aは、A O領域に実装されている回路ブロックの一つであり、電源コントローラ、低速オシレータ、及び、テスト回路の一部などを含む。

[0019] デジタル回路 1 2 0 Bは、P S O領域に実装されている回路ブロックの一つであり、C P U [central processing unit]、S R A M [static random access memory]、高速オシレータ、テスト回路の一部、L I N／C A N／C X P I インタフェイス、I 2 C／S P I インタフェイス、及び、G P I O インタフェイスなどを含む。

[0020] アナログ回路 1 3 0は、フラッシュメモリ、D A C [digital-to-analog converter] 及びA D C [analog-to-digital] などを含む。なお、アナログ回路 1 3 0は、A O領域に実装してもよいし、P S O領域に実装してもよい。

[0021] I／O回路 1 4 0は、外部端子 T 1～T 5と内部回路（電源回路 1 1 0、デジタル回路 1 2 0 A並びに 1 2 0 B、及び、アナログ回路 1 3 0）との間で信号の授受を行うフロントエンドである。なお、I／O回路 1 4 0は、半導体装置 1 0 0の平面視において、上記の内部回路を取り囲むように半導体装置 1 0 0の四辺に沿って配置してもよい。

[0022] 電源スイッチ S Wは、デジタル回路 1 2 0 A（特に電源コントローラ）からの指示に基づいて、電源回路 1 1 0からP S O領域への電力供給経路を導通／遮断する。

[0023] ＜I/O回路（第1比較例）＞

図2は、I/O回路140の第1比較例（＝後出の第1～第3実施形態それぞれと対比される一般的な構成例）を示す図である。なお、本図の左側には、I/O回路140の模式的な回路図が描写されている。一方、本図の右側には、x y平面視におけるI/O回路140の模式的な回路レイアウトが描写されている。

[0024] 第1比較例のI/O回路140は、I/Oセルライブラリ10に含まれる複数種類の標準セルを任意に組み合わせることにより形成されている。I/Oセルライブラリ10は、コンピュータで実行される回路設計プログラムから読み出されるものであり、回路設計用データベースの一種として理解することができる。なお、上記複数種類の標準セルは、いずれかの標準セルを別の標準セルに置換しても、その周囲に配置された標準セルに一切修正を加える必要がないように、それぞれの形状及びレイアウトが規格化されている。

[0025] I/Oセルライブラリ10を用いた半導体装置100（特にI/O回路140）の回路設計方法について簡単に説明しておく。まず、I/Oセルライブラリ10に含まれる複数種類の標準セルを選択及び配置して任意に組み合わせるステップを実施する。次に、任意に組み合わせられた複数種類の標準セルとその他の回路ブロックとを接続するように電源線及び信号線などを敷設するステップを実施する。最後に、設計済み回路が所望の条件（電気的特性など）を満足しているか否かを検証するステップを実施する。

[0026] このように、I/Oセルライブラリ10を用いて半導体装置100の回路設計を行うことにより、回路設計者の負担を減らすとともに設計ミスを減らすことができる。

[0027] なお、本図に即して述べると、第1比較例のI/O回路140は、上記した複数種類の標準セルとして、同一種類のI/Oセル11X及び11Yと、これとは別の種類のI/Oセル12とを組み合わせることにより形成されている。

[0028] I/Oセル11Xは、保護素子11Xaと、I/Oバッファ11Xbと、

を含む。I/Oセル12は、保護素子12aと、I/Oバッファ12bと、を含む。I/Oセル11Yは、保護素子11Yaと、I/Oバッファ11Ybと、を含む。

[0029] 保護素子11Xaは、静電保護ダイオードD1及びD2を含む。静電保護ダイオードD1のカソード(=ノードn1に相当)は、第1電源電圧VDDHが印加される電源線L11に接続されている。静電保護ダイオードD1のアノードと静電保護ダイオードD2のカソードは、いずれも配線L1を介してパッドPAD1に接続されている。静電保護ダイオードD2のアノード(=ノードn2に相当)は、基準電源電圧GND(=接地電圧)が印加される電源線L12に接続されている。

[0030] 保護素子12aは、静電保護ダイオードD3及びD4を含む。静電保護ダイオードD3のカソード(=ノードn3に相当)は、第1電源電圧VDDHが印加される電源線L11に接続されている。静電保護ダイオードD3のアノードと静電保護ダイオードD4のカソードは、いずれも配線L2を介してパッドPAD1に接続されている。静電保護ダイオードD4のアノード(=ノードn4に相当)は、基準電源電圧GNDが印加される電源線L12に接続されている。

[0031] 保護素子11Yaは、静電保護ダイオードD5及びD6を含む。静電保護ダイオードD5のカソード(=ノードn5に相当)は、第1電源電圧VDDHが印加される電源線L11に接続されている。静電保護ダイオードD5のアノードと静電保護ダイオードD6のカソードは、いずれも配線L3を介してパッドPAD2に接続されている。静電保護ダイオードD6のアノード(=ノードn6に相当)は、基準電源電圧GNDが印加される電源線L12に接続されている。

[0032] I/Oバッファ11Xbは、保護素子11Xaと接続するように形成された入力バッファ、出力バッファ又は入出力バッファである。I/Oバッファ11Xbの電源ノード(=ノードn7に相当)は、第1電源電圧VDDHが印加される電源線L41に接続されている。I/Oバッファ11Xbの接地



ノード（＝ノードn 8に相当）は、基準電源電圧GNDが印加される電源線L 4 2に接続されている。

[0033] I/Oバッファ1 2 bは、保護素子1 2 aと接続するように形成された入力バッファ、出力バッファ又は入出力バッファである。ただし、I/Oセル1 2に含まれているI/Oバッファ1 2 bは不使用であり、保護素子1 2 aとアナログ回路3 1が直結される形となる。そのため、I/Oバッファ1 2 bの電源ノード及び接地ノードは、いずれもオープン状態とされている。

[0034] I/Oバッファ1 1 Y bは、保護素子1 1 Y aと接続するように形成された入力バッファ、出力バッファ又は入出力バッファである。I/Oバッファ1 1 Y bの電源ノード（＝ノードn 9に相当）は、第1電源電圧VDDHが印加される電源線L 4 1に接続されている。I/Oバッファ1 1 Y bの接地ノード（＝ノードn 1 0に相当）は、基準電源電圧GNDが印加される電源線L 4 2に接続されている。

[0035] このように、パッドPAD 1には、I/Oセル1 1 XとI/Oセル1 2が共通接続されている。従って、半導体装置1 0 0では、パッドPAD 1の機能を用途によって使い分けることが可能である。

[0036] デジタル回路2 1は、I/Oセル1 1 Xを介してパッドPAD 1に接続されており、第1電源電圧VDDHの供給を受けて動作する。

[0037] デジタル回路2 2は、I/Oセル1 1 Yを介してパッドPAD 2に接続されており、第1電源電圧VDDHの供給を受けて動作する。

[0038] アナログ回路3 1は、I/Oセル1 2を介してパッドPAD 1に接続されており、第1電源電圧VDDHの供給を受けて動作する。

[0039] 上記のデジタル回路2 1及び2 2は、先に説明したデジタル回路1 2 0 A及び1 2 0 B（図1）のいずれかに属するものとして理解され得る。また、アナログ回路3 1は、先に説明したアナログ回路1 3 0（図1）に属するものとして理解され得る。

[0040] なお、I/Oセル1 1 X、1 1 Y及び1 2は、x y平面視において、それぞれ同一の矩形状に形成されており、それぞれに含まれている保護素子1 1

X a、1 1 Y a及び1 2 aは、同一のレイアウトで配置されている。また、I/Oバッファ1 1 X b、1 1 Y b並びに1 2 bについても、同一のレイアウトで配置されている。

[0041] また、I/Oセル1 1 X、1 1 Y及び1 2は、x y平面視において、第1方向x（＝紙面上下方向）に沿って紙面上側から1 1 X→1 2→1 1 Yの順で配列されている。

[0042] 電源線L 1 1（＝保護素子用VDDH印加ライン）は、保護素子1 1 X a、1 2 a及び1 1 Y aそれぞれの上部領域を順に通るように第1方向xに沿って敷設されており、ノードn 1、n 3及びn 5（＝コンタクトホール又はビアなど）を介して保護素子1 1 X a、1 2 a及び1 1 Y aとそれぞれ導通されている。

[0043] 同様に、電源線L 1 2（＝保護素子用GND印加ライン）は、保護素子1 1 X a、1 2 a及び1 1 Y aそれぞれの上部領域を順に通るように第1方向xに沿って電源線L 1 1と平行に敷設されており、ノードn 2、n 4及びn 6（＝コンタクトホール又はビアなど）を介して保護素子1 1 X a、1 2 a及び1 1 Y aとそれぞれ導通されている。

[0044] また、電源線L 4 1（＝I/Oバッファ用VDDH印加ライン）は、I/Oバッファ1 1 X b、1 2 b及び1 1 Y bそれぞれの上部領域を順に通るように第1方向xに沿って敷設されており、ノードn 7及びn 9（＝コンタクトホール又はビアなど）を介してI/Oバッファ1 1 X b及び1 1 Y bとそれぞれ導通されている。

[0045] 同様に、電源線L 4 2（＝I/Oバッファ用GND印加ライン）は、I/Oバッファ1 1 X b、1 2 b及び1 1 Y bそれぞれの上部領域を順に通るように第1方向xに沿って電源線L 4 1と平行に敷設されており、ノードn 8及びn 10（＝コンタクトホール又はビアなど）を介してI/Oバッファ1 1 X b及び1 1 Y bとそれぞれ導通されている。

[0046] 一方、配線L 1～L 3は、それぞれ、第1方向xと直交する第2方向y（＝紙面左右方向）に沿って敷設されている。

[0047] ところで、保護素子 11 X a、11 Y a 及び 12 a それぞれに直結する回路は、保護素子 11 X a、11 Y a 及び 12 a それぞれに印加される電源電圧と同じ電源電圧を用いて動作しなければならない、という条件がある。

[0048] 本図に即して述べると、保護素子 11 X a とこれに直結される I/O バッファ 11 X b には、いずれも第 1 電源電圧 VDDH が印加されている。同様に、保護素子 12 a とこれに直結されるアナログ回路 31（不使用の I/O バッファ 12 b は無視）には、いずれも第 1 電源電圧 VDDH が印加されている。また、保護素子 11 Y a とこれに直結される I/O バッファ 11 Y b には、いずれも第 1 電源電圧 VDDH が印加されている。従って、上記の条件が満たされている。

[0049] < I/O 回路（第 2 比較例） >

図 3 は、I/O 回路 140 の第 2 比較例（＝後出の第 1～第 3 実施形態それぞれと対比される一般的な構成例）を示す図である。なお、先出の図 2 と同じく、本図の左側には、I/O 回路 140 の模式的な回路図が描写されている。一方、本図の右側には、x y 平面視における I/O 回路 140 の模式的な回路レイアウトが描写されている。

[0050] 第 2 比較例の I/O 回路 140 は、I/O セルライブラリ 10 に含まれる複数種類の標準セルとして I/O セル 13、14 及び 15 を組み合わせることにより形成されている。

[0051] I/O セル 13 は、保護素子 13 a と、I/O バッファ 13 b と、を含む。I/O セル 14 は、保護素子 14 a と、制限抵抗 14 b と、を含む。I/O セル 15 は、保護素子 15 a と、I/O バッファ 15 b と、を含む。

[0052] 保護素子 13 a は、静電保護ダイオード D7 を含む。静電保護ダイオード D7 のカソード（＝ノード n11 に相当）は、第 1 電源電圧 VDDH が印加される電源線 L11 に接続されている。静電保護ダイオード D7 のアノード（＝ノード n12 に相当）は、配線 L4 を介してパッド PAD3 に接続されている。なお、パッド PAD3 は、基準電源電圧 GND（＝接地電圧）が印加される GND パッドに相当する。

- [0053] 保護素子 14 a は、静電保護ダイオード D 8 及び D 9 を含む。静電保護ダイオード D 8 のカソード（＝ノード n 13 に相当）は、第 1 電源電圧 VDDH が印加される電源線 L 11 に接続されている。静電保護ダイオード D 8 のアノードと静電保護ダイオード D 9 のカソードは、いずれも配線 L 5 を介してパッド PAD 4 に接続されている。静電保護ダイオード D 9 のアノード（＝ノード n 14 に相当）は、基準電源電圧 GND が印加される電源線 L 12 に接続されている。
- [0054] 保護素子 15 a は静電保護ダイオード D 10 を含む。静電保護ダイオード D 10 のカソード（＝ノード n 15 に相当）は、配線 L 6 を介してパッド PAD 5 に接続されている。なお、パッド PAD 5 は、第 1 電源電圧 VDDH が印加される電源パッドに相当する。静電保護ダイオード D 10 のアノード（＝ノード n 16 に相当）は、基準電源電圧 GND が印加される電源線 L 12 に接続されている。
- [0055] I/Oバッファ 13 b は、保護素子 13 a と接続するように形成された入力バッファ、出力バッファまたは入出力バッファである。ただし、I/Oセル 13 に含まれている I/Oバッファ 13 b は不使用である。そのため、I/Oバッファ 13 b の電源ノード及び接地ノードは、いずれもオープン状態とされている。
- [0056] 制限抵抗 14 b は、保護素子 14 a と接続するように形成された抵抗素子である。
- [0057] I/Oバッファ 15 b は、保護素子 15 a と接続するように形成された入力バッファ、出力バッファまたは入出力バッファである。ただし、I/Oセル 15 に含まれている I/Oバッファ 15 b は不使用である。そのため、I/Oバッファ 15 b の電源ノード及び接地ノードは、いずれもオープン状態とされている。
- [0058] アナログ回路 32 は、I/Oセル 14 を介してパッド PAD 4 に接続されており、第 1 電源電圧 VDDH の供給を受けて動作する。なお、アナログ回路 32 は、先に説明したアナログ回路 130（図 1）に属するものとして理

解され得る。

[0059] なお、I/Oセル13～15は、xy平面視において、それぞれ同一の矩形状に形成されており、それぞれに含まれている保護素子13a～15aは、同一のレイアウトで配置されている。また、I/Oバッファ13b、制限抵抗14b及びI/Oバッファ15bについても、同一のレイアウトで配置されている。

[0060] また、I/Oセル13～15は、xy平面視において、第1方向x（＝紙面上下方向）に沿って紙面上側から13→14→15の順で配列されている。

[0061] 電源線L11（＝保護素子用VDDH印加ライン）は、保護素子13a、14a及び15aそれぞれの上部領域を順に通るように第1方向xに沿って敷設されており、ノードn11、n13及びn15（＝コンタクトホール又はビアなど）を介して保護素子13a、14a及び15aとそれぞれ導通されている。

[0062] 同様に、電源線L12（＝保護素子用GND印加ライン）は、保護素子13a、14a及び15aそれぞれの上部領域を順に通るように、第1方向xに沿って電源線L11と平行に敷設されており、ノードn12、n14及びn16（＝コンタクトホール又はビアなど）を介して保護素子13a、14a及び15aとそれぞれ導通されている。

[0063] また、電源線L41（＝I/Oバッファ用VDDH印加ライン）は、I/Oバッファ13b、制限抵抗14b及びI/Oバッファ15bそれぞれの上部領域を順に通るように、第1方向xに沿って敷設されている。ただし、電源線L41は、I/Oバッファ13b、制限抵抗14b及びI/Oバッファ15bのいずれにも導通されていない。

[0064] 同様に、電源線L42（＝I/Oバッファ用GND印加ライン）は、I/Oバッファ13b、制限抵抗14b及びI/Oバッファ15bそれぞれの上部領域を順に通るように、第1方向xに沿って電源線L41と平行に敷設されている。ただし、電源線L42は、先の電源線L41と同じく、I/Oバ

ッファ 13b、制限抵抗 14b 及び I/Oバッファ 15b のいずれにも導通されていない。

[0065] 一方、配線 L4～L6 は、それぞれ、第 1 方向 x と直交する第 2 方向 y（＝紙面左右方向）に沿って敷設されている。

[0066] このように、I/Oセルライブラリ 10 に含まれる複数種類の標準セル、例えば、第 1 比較例（図 2）の I/Oセル 11X 及び 11Y と、第 2 比較例（図 3）の I/Oセル 12～15 を任意に組み合わせることにより、多種多様な I/O回路 140 を設計することが可能である。

[0067] < I/O回路（第 3 比較例） >

図 4 は、I/O回路 140 の第 3 比較例（＝後出の第 1～第 3 実施形態それぞれと対比される一般的な構成例）を示す図である。なお、先出の図 2 及び図 3 と同じく、本図の左側には、I/O回路 140 の模式的な回路図が描写されている。一方、本図の右側には、x y 平面視における I/O回路 140 の模式的な回路レイアウトが描写されている。

[0068] 第 3 比較例は、先出の第 1 比較例（図 2）と基本的に同様の構成である。ただし、単一のパッド PAD1 をデジタル回路 21 とアナログ回路 31（特に ADC のように高精度が要求されるもの）の双方で共有する場合には、デジタル回路 21 及び 22 の動作に起因する電源ノイズの影響がアナログ回路 31 まで及ばないように、デジタル回路 21 及び 22 とアナログ回路 31 それぞれの電源系統を分離することが望ましい。

[0069] 本図に即して具体的に述べると、デジタル回路 21 及び 22（＝第 1 内部回路に相当）には、先出の第 1 電源電圧 VDDH が供給されている。一方、アナログ回路 31（＝第 2 内部回路に相当）には、第 1 電源電圧 VDDH とは別系統の第 2 電源電圧 VDDA が供給されている。

[0070] 本構成を採用する場合には、先出の保護素子 12a に印加される第 1 電源電圧 VDDH と、保護素子 12a に直結されるアナログ回路 31（不使用の I/Oバッファ 12b は無視）に印加される第 2 電源電圧 VDDA とが異なる形となる。すなわち、保護素子 12a に直結する回路は、保護素子 12a

に印加される電源電圧と同じ電圧を用いて動作しなければならない、という  
先述の条件を満たすことができなくなる。

[0071] このように、これまで説明してきた I/O セルライブラリ 10 では、例えば、異なる電源電圧を用いるデジタル回路 21 とアナログ回路 31 により単一のパッド PAD1 を共有する場合において要求される保護システムを実現することができない。

[0072] そのため、第 3 比較例では、I/O 回路 140 の外部において、アナログ回路 32 と共通の第 2 電源電圧 VDDA が印加される別途の保護素子 40 (=ダイオード D11 及び D12) を設ける必要がある。その結果、保護素子 40 が必要な分だけ回路面積が増大する上、チップ設計も煩雑となる。

[0073] 上記の課題に鑑み、以下では、例えば、異なる電源電圧を用いるデジタル回路 21 とアナログ回路 31 により単一のパッド PAD1 を共有する場合であっても、所望の保護システムを備えた I/O 回路 140 を標準セルの組み合わせで形成することのできる新規な I/O セルライブラリ 10 を提案する。

[0074] < I/O 回路 (第 1 実施形態) >

図 5 は、I/O 回路 140 の第 1 実施形態を示す図である。なお、先出の図 2 ~ 図 4 と同じく、本図の左側には、I/O 回路 140 の模式的な回路図が描写されている。一方、本図の右側には、xy 平面視における I/O 回路 140 の模式的な回路レイアウトが描写されている。

[0075] 第 1 実施形態の I/O 回路 140 は、先出の第 1 比較例 (図 2) を基本としつつ、先出の I/O セル 12 に代えて新規な I/O セル 12A を用いることにより形成されている。すなわち、I/O 回路 140 の回路設計で用いられる I/O セルライブラリ 10 は、複数種類の標準セルとして、既存の I/O セル 11X 及び 11Y (=それぞれ第 1 標準セルに相当) と、新規な I/O セル 12A (=第 2 標準セルに相当) を含む。もちろん、I/O セルライブラリ 10 は、上記以外の標準セル (先出の I/O セル 12 ~ 15 など) を含んでいてもよい。

[0076] I/O セル 12A は、先出の I/O セル 12 と同じく、保護素子 12a と

I/Oバッファ12bを含む。なお、I/Oセル11X、11Y及び12Aは、xy平面視において、それぞれ同一の矩形状に形成されており、それぞれに含まれている保護素子11Xa、11Ya及び12aは、同一のレイアウトで配置されている。また、I/Oバッファ11Xb、11Yb並びに12bについても、同一のレイアウトで配置されている。この点については、先出の第1比較例（図2）と何ら変わるところはない。ただし、I/Oセル12Aは、その特徴的な構成要素として電源線L21及びL51を含む。

[0077] 電源線L21（＝第2電源線に相当）は、先出の電源線L11及びL12（＝第1電源線に相当）から離断しつつ先出のノードn3を介して保護素子12aと導通するように、保護素子12aの上部領域に形成されている。本図に即して述べると、保護素子12aの上部領域では、先出の電源線L11が部分的に取り除かれており、その空いた領域に電源線L21が設けられている。

[0078] また、電源線L51（＝第5電源線に相当）は、電源線L41及びL42（＝第4電源線に相当）から離断しつつ上記の電源線L21と導通するように、I/Oバッファ12bの上部領域に形成されている。本図に即して述べると、I/Oバッファ12bの上部領域では、先出の電源線L41及びL42が部分的に取り除かれており、その空いた領域に電源線L51が設けられている。なお、電源線L51は、第2方向y（＝紙面左右方向）に沿ってI/Oセル12Aの端部（本図では左端）まで延出されており、I/O回路140の外部において、第2電源電圧VDDAが印加される電源線L52と導通している。

[0079] このように、I/Oセル12Aでは、保護素子12aの電源接続先を第1電源電圧VDDHから変更するために必要な電源線L51の配線領域として、I/Oバッファ12bの上部領域が用いられている。従って、保護素子12a及びI/Oバッファ12bの回路構成及びレイアウトを一切変更することなく、保護素子12aの電源接続先を選択することが可能となる。具体的には、第1実施形態のI/O回路140では、保護素子12aに第1電源電



圧VDDHとは異なる第2電源電圧VDDAを印加することが可能となる。

[0080] その結果、保護素子12aとアナログ回路31の双方に共通の第2電源電圧VDDAを供給することができる。従って、例えば、異なる電源電圧を用いるデジタル回路21とアナログ回路31により単一のパッドPAD1を共有する場合において、保護素子12aに直結する回路は、保護素子12aに印加される電源電圧と同じ電圧を用いて動作しなければならない、という先述の条件を満たすことが可能となる。

[0081] 特に、新規なI/Oセル12Aを用いれば、先出の第3比較例（図4）と異なり、別途の保護素子40（図4）を要せずに済む。つまり、第1実施形態のI/O回路140であれば、電源系統が単一である第1比較例のI/O回路140（図2）と同等の面積を維持しつつ、アナログ回路31に接続される保護素子12aの電源系統を他の保護素子11Xa及び11Yaの電源系統から分離することができる。

[0082] なお、I/Oセル12Aでは、I/Oバッファ12bが使用不可となる。ただし、I/Oセル12Aの接続先がアナログ回路31である場合には、そもそもI/Oバッファ12bが不要（図2を参照）なので特段問題はない。また、I/Oセル12Aの接続先がデジタル回路である場合には、デジタル回路内部に別途のI/Oバッファを設ければよい。I/Oバッファは、一般に保護素子よりも小面積なので、別途の保護素子40を要する第3比較例（図4）と比べれば面積の増大を抑えることができる。

[0083] <I/O回路（第2実施形態）>

図6は、I/O回路140の第2実施形態を示す図である。なお、先出の図2～図5と同じく、本図の左側には、I/O回路140の模式的な回路図が描写されている。一方、本図の右側には、xy平面視におけるI/O回路140の模式的な回路レイアウトが描写されている。

[0084] 第2実施形態のI/O回路140は、先出の第1実施形態（図5）を基本としつつ、先出のI/Oセル12Aに代えて、I/Oセル12Bを用いることにより形成されている。I/Oセル12Bは、基本的に先出のI/Oセル

1 2 Aと同様の構成であるが、電源線L 3 1、及び、電源線L 6 1並びにL 6 2をさらに有する（図中の大破線を参照）。

[0085] 電源線L 3 1（＝第3電源線に相当）は、先出の電源線L 2 1（＝第2電源線に相当）を跨いで電源線L 1 1（＝第1電源線に相当）と導通するように形成されている。

[0086] 本図に即して述べると、電源線L 1 1及びL 2 1は、x y平面視において、第1方向x（＝紙面上下方向）に沿って紙面上側からL 1 1→L 2 1→L 1 1の順で、相互に間隔を空けながら配列されている。また、電源線L 3 1は、電源線L 1 1及びL 2 1とは異なる配線層において、x y平面視で電源線L 1 1及びL 2 1と上下に重なり合うように形成されている。そして、電源線L 1 1と電源線L 3 1は、ノードn 1 7及びn 1 8（コンタクトホール又はビアなど）を介して導通されている。

[0087] このような構成によれば、I/Oセル1 2 Bの内部において、電源線L 2 1により分断された電源線L 1 1同士を電源線L 3 1により導通させることができる。従って、I/Oセル1 1 X及び1 1 Yそれぞれに接続されている電源線L 1 1をI/Oセル1 2 Bの外部で繋ぎ直す必要がないので、配線レイアウトを単純化することが可能となる。

[0088] 電源線L 6 1及びL 6 2（＝第6電源線に相当）についても上記と同様であり、先出の電源線L 5 1（＝第5電源線に相当）を跨いで電源線L 4 1及びL 4 2（＝第4電源線に相当）と導通するように形成するとよい。本図に即して述べると、電源線L 4 1と電源線L 6 1は、ノードn 1 9及びn 2 0（コンタクトホール又はビアなど）を介して導通されている。また、電源線L 4 2と電源線L 6 2は、ノードn 2 1及びn 2 2（コンタクトホール又はビアなど）を介して導通されている。

[0089] このような構成によれば、I/Oセル1 2 Bの内部において、電源線L 5 1により分断された電源線L 4 1同士及び電源線L 4 2同士をそれぞれ電源線L 6 1及びL 6 2により導通させることができる。従って、I/Oセル1 1 X及び1 1 Yそれぞれに接続されている電源線L 4 1及びL 4 2をI/O

セル 1 2 B の外部で繋ぎ直す必要がないので、配線レイアウトを単純化することが可能となる。

[0090] < I / O 回路 (第 3 実施形態) >

図 7 は、I / O 回路 1 4 0 の第 3 実施形態を示す図である。なお、先出の図 2 ～図 6 と同じく、本図の左側には、I / O 回路 1 4 0 の模式的な回路図が描写されている。一方、本図の右側には、x y 平面視における I / O 回路 1 4 0 の模式的な回路レイアウトが描写されている。

[0091] 第 3 実施形態の I / O 回路 1 4 0 は、先出の第 1 実施形態 (図 5) を基本としつつ、先出の I / O セル 1 2 A に代えて、I / O セル 1 2 C を用いることにより形成されている。

[0092] I / O セル 1 2 C は、基本的に先出の I / O セル 1 2 A 及び 1 2 B と同様の構成であるが、I / O バッファ 1 2 b の上部領域には、先出の電源線 L 5 1 を形成するための非配線領域が設けられている。つまり、I / O バッファ 1 2 b の上部領域では、先出の電源線 L 4 1 及び L 4 2 が部分的に取り除かれており、その空いた領域がそのまま電源線 L 5 1 の敷設領域として確保されている。

[0093] このように、電源線 L 5 1 は、必ずしも I / O セル 1 2 C の構成要素ではなく、I / O セルライブラリ 1 0 に含まれる複数種類の標準セルを任意に組み合わせることで I / O 回路 1 4 0 の大枠を確定させてから別途敷設してもよい。

[0094] < 総括 >

以下では、上記で説明した種々の実施形態について総括的に述べる。

[0095] 例えば、本明細書中に開示されている I / O 回路は、セルライブラリに含まれる複数種類の標準セルを任意に組み合わせることにより形成されるものであって、前記複数種類の標準セルは、少なくとも第 1 標準セルと第 2 標準セルを含み、前記第 1 標準セルは、第 1 保護素子と、前記第 1 保護素子と導通するように前記第 1 保護素子の上部領域に形成された第 1 電源線と、を含み、前記第 2 標準セルは、前記第 1 保護素子と同一のレイアウトで形成された第 2 保護素子と、前記第 1 電源線から離断しつつ前記第 2 保護素子と導通

するように前記第2保護素子の上部領域に形成された第2電源線とを含む構成（第1の構成）とされている。

[0096] なお、上記第1の構成によるI/O回路において、前記複数種類の標準セルは、第1方向に沿って配列されており、前記第1電源線は、前記第1方向に沿って敷設されている構成（第2の構成）にしてもよい。

[0097] また、上記第1又は第2の構成によるI/O回路において、前記第2標準セルは、前記第2電源線を跨いで前記第1電源線と導通するように形成された第3電源線をさらに含む構成（第3の構成）にしてもよい。

[0098] また、上記第3の構成によるI/O回路において、前記第1標準セルは、前記第1保護素子と接続するように形成された第1バッファ又は第1抵抗と、前記第1バッファ又は前記第1抵抗の上部領域に形成された第4電源線とをさらに含み、前記第2標準セルは、前記第1バッファ又は前記第1抵抗と同一のレイアウトで前記第2保護素子と接続するように形成された第2バッファ又は第2抵抗をさらに含む構成（第4の構成）にしてもよい。

[0099] また、上記第4の構成によるI/O回路において、前記第2バッファ又は前記第2抵抗の上部領域には、前記第4電源線から離断しつつ前記第2電源線と導通するように形成された第5電源線、又は、前記第5電源線を形成するための非配線領域が設けられている構成（第5の構成）にしてもよい。

[0100] また、上記第4又は第5の構成によるI/O回路において、前記第1バッファ及び前記第2バッファは、それぞれ、入力バッファ、出力バッファ、又は、入出力バッファである構成（第6の構成）にしてもよい。

[0101] また、本明細書中に開示されている半導体装置は、上記第1～第6いずれかの構成によるI/O回路と、前記第1標準セルに接続されて前記第1電源線から電力供給を受けるように構成された第1内部回路と、前記第2標準セルに接続されて前記第2電源線から電力供給を受けるように構成された第2内部回路を有する構成（第7の構成）とされている。

[0102] なお、上記第7の構成による半導体装置は、前記第1標準セル及び前記第2標準セルが共通接続されるように構成されたパッドを更に有する構成（第

8の構成)にしてもよい。

[0103] また、本明細書中に開示されているセルライブラリは、コンピュータで実行される回路設計プログラムから読み出されて半導体装置のI/O回路を形成するために任意に組み合わせることのできる複数種類の標準セルを含むものであり、前記複数種類の標準セルは、少なくとも第1標準セルと第2標準セルを含み、前記第1標準セルは、第1保護素子と、前記第1保護素子と導通するように前記第1保護素子の上部領域に形成された第1電源線と、を含み、前記第2標準セルは、前記第1保護素子と同一のレイアウトで形成された第2保護素子と、前記第1電源線から離断しつつ前記第2保護素子と導通するように前記第2保護素子の上部領域に形成された第2電源線を含む構成(第9の構成)とされている。

[0104] また、本明細書中に開示されている半導体装置の回路設計方法は、上記第9のセルライブラリを用いたものであって、前記セルライブラリに含まれる前記複数種類の標準セルを選択及び配置して任意に組み合わせるステップと、任意に組み合わされた前記複数種類の標準セルとその他の回路ブロックとを接続するように電源線及び信号線を敷設するステップと、を有する構成(第10の構成)とされている。

[0105] <その他の変形例>

なお、本明細書中に開示されている種々の技術的特徴は、上記実施形態のほか、その技術的創作の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能である。すなわち、上記実施形態は、全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきであり、本発明の技術的範囲は、上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内に属する全ての変更が含まれると理解されるべきである。

## 符号の説明

[0106] 10 セルライブラリ

11X、11Y、12、12A、12B、12C、13、14、15  
標準セル

1 1 X a、1 1 Y b、1 2 a、1 3 a、1 4 a、1 5 a 保護素子  
1 1 X b、1 1 Y b、1 2 b、1 3 b、1 5 b I/Oバッファ  
1 4 b 制限抵抗  
2 1、2 2 デジタル回路  
3 1、3 2 アナログ回路  
4 0 保護素子  
1 0 0 半導体装置  
1 1 0 電源回路  
1 2 0 デジタル回路  
1 2 0 A デジタル回路（A O領域）  
1 2 0 B デジタル回路（P S O領域）  
1 3 0 アナログ回路  
1 4 0 I/O回路  
2 0 0 LED発光装置  
2 1 0 LED  
2 2 0 LEDドライバIC  
3 0 0 モータ装置  
3 1 0 モータ  
3 2 0 モータドライバIC  
4 0 0 スイッチ装置  
4 1 0 スイッチ  
4 2 0 スイッチモニタIC  
D 1～D 1 2 静電保護ダイオード  
L 1～L 6 配線  
L 1 1、L 1 2 電源線  
L 2 1 電源線  
L 3 1 電源線  
L 4 1、L 4 2 電源線

L 5 1、L 5 2      電源線  
L 6 1、L 6 2      電源線  
n 1 ～ n 2 2      ノード  
P A D 1 ～ P A D 5      パッド  
S W      電源スイッチ  
T 1 ～ T 5      外部端子

## 請求の範囲

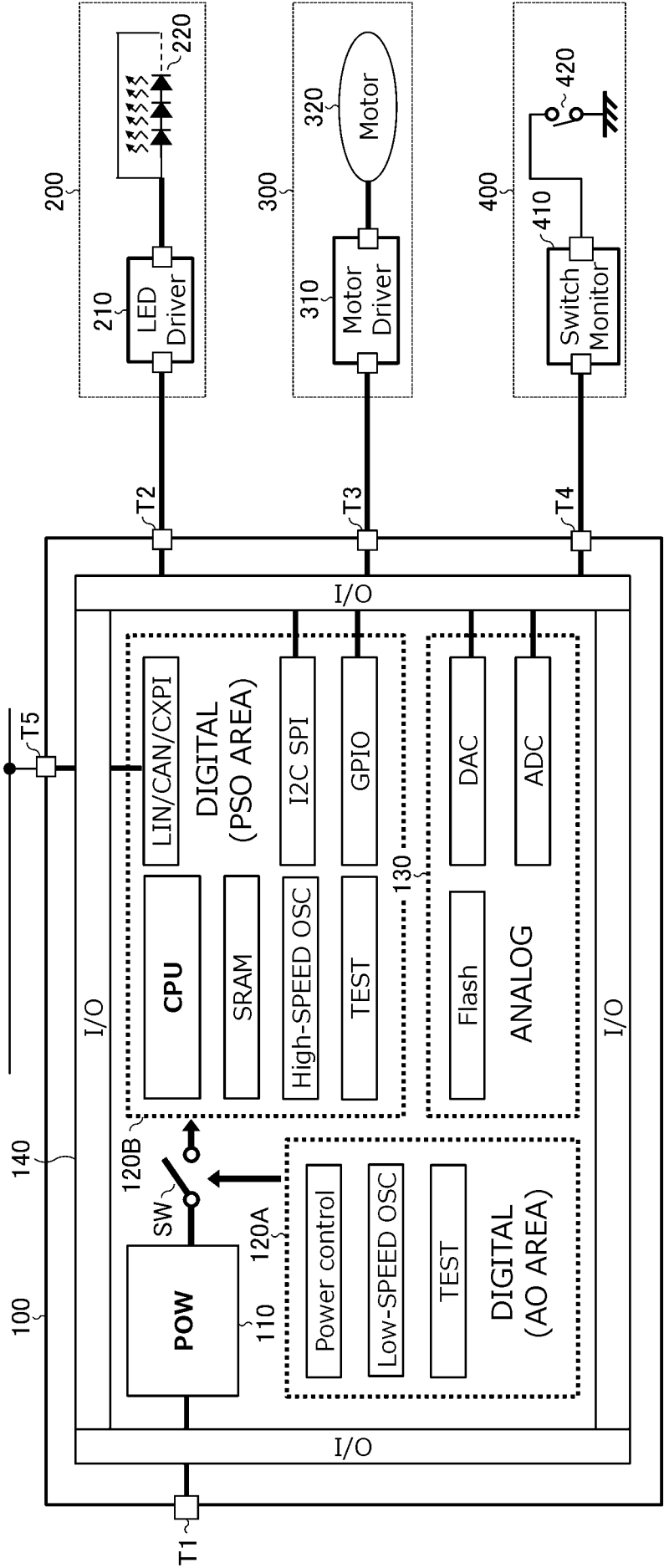
- [請求項1]           セルライブラリに含まれる複数種類の標準セルを任意に組み合わせることにより形成されたI/O回路であって、
- 前記複数種類の標準セルは、少なくとも第1標準セルと第2標準セルを含み、
- 前記第1標準セルは、第1保護素子と、前記第1保護素子と導通するように前記第1保護素子の上部領域に形成された第1電源線と、を含み、
- 前記第2標準セルは、前記第1保護素子と同一のレイアウトで形成された第2保護素子と、前記第1電源線から離断しつつ前記第2保護素子と導通するように前記第2保護素子の上部領域に形成された第2電源線と、を含む、I/O回路。
- [請求項2]           前記複数種類の標準セルは、第1方向に沿って配列されており、前記第1電源線は、前記第1方向に沿って敷設されている、請求項1に記載のI/O回路。
- [請求項3]           前記第2標準セルは、前記第2電源線を跨いで前記第1電源線と導通するように形成された第3電源線をさらに含む、請求項1又は2に記載のI/O回路。
- [請求項4]           前記第1標準セルは、前記第1保護素子と接続するように形成された第1バッファ又は第1抵抗と、前記第1バッファ又は前記第1抵抗の上部領域に形成された第4電源線と、をさらに含み、
- 前記第2標準セルは、前記第1バッファ又は前記第1抵抗と同一のレイアウトで前記第2保護素子と接続するように形成された第2バッファ又は第2抵抗をさらに含む、請求項3に記載のI/O回路。
- [請求項5]           前記第2バッファ又は前記第2抵抗の上部領域には、前記第4電源線から離断しつつ前記第2電源線と導通するように形成された第5電源線、または、前記第5電源線を形成するための非配線領域が設けられている、請求項4に記載のI/O回路。



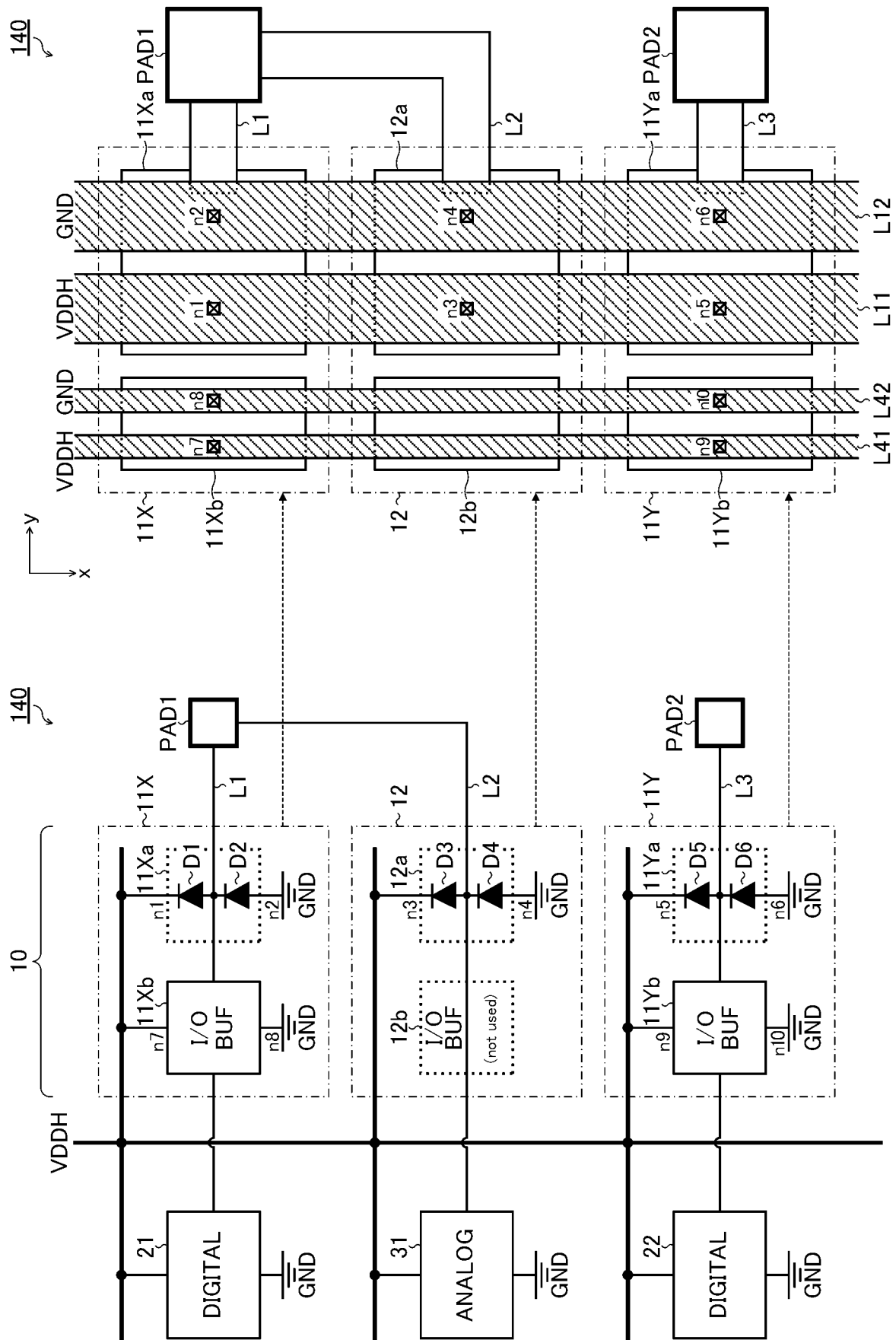
- [請求項6] 前記第1バッファ及び前記第2バッファは、それぞれ、入力バッファ、出力バッファ、又は、入出力バッファである、請求項4又は5に記載の1／0回路。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれか一項に記載の1／0回路と、  
前記第1標準セルに接続されて前記第1電源線から電力供給を受けるように構成された第1内部回路と、  
前記第2標準セルに接続されて前記第2電源線から電力供給を受けるように構成された第2内部回路と、  
を有する、半導体装置。
- [請求項8] 前記第1標準セル及び前記第2標準セルが共通接続されるように構成されたパッドをさらに有する、請求項7に記載の半導体装置。
- [請求項9] コンピュータで実行される回路設計プログラムから読み出されて半導体装置の1／0回路を形成するために任意に組み合わせることのできる複数種類の標準セルを含むセルライブラリであって、  
前記複数種類の標準セルは、少なくとも第1標準セルと第2標準セルを含み、  
前記第1標準セルは、第1保護素子と、前記第1保護素子と導通するように前記第1保護素子の上部領域に形成された第1電源線と、を含み、  
前記第2標準セルは、前記第1保護素子と同一のレイアウトで形成された第2保護素子と、前記第1電源線から離断しつつ前記第2保護素子と導通するように前記第2保護素子の上部領域に形成された第2電源線と、を含む、セルライブラリ。
- [請求項10] 請求項9のセルライブラリを用いた半導体装置の回路設計方法であって、  
前記セルライブラリに含まれる前記複数種類の標準セルを選択及び配置して任意に組み合わせるステップと、  
任意に組み合わされた前記複数種類の標準セルとその他の回路プロ

ックとを接続するように電源線及び信号線を敷設するステップと、  
を有する、半導体装置の回路設計方法。

[図1]



[図2]



[図3]

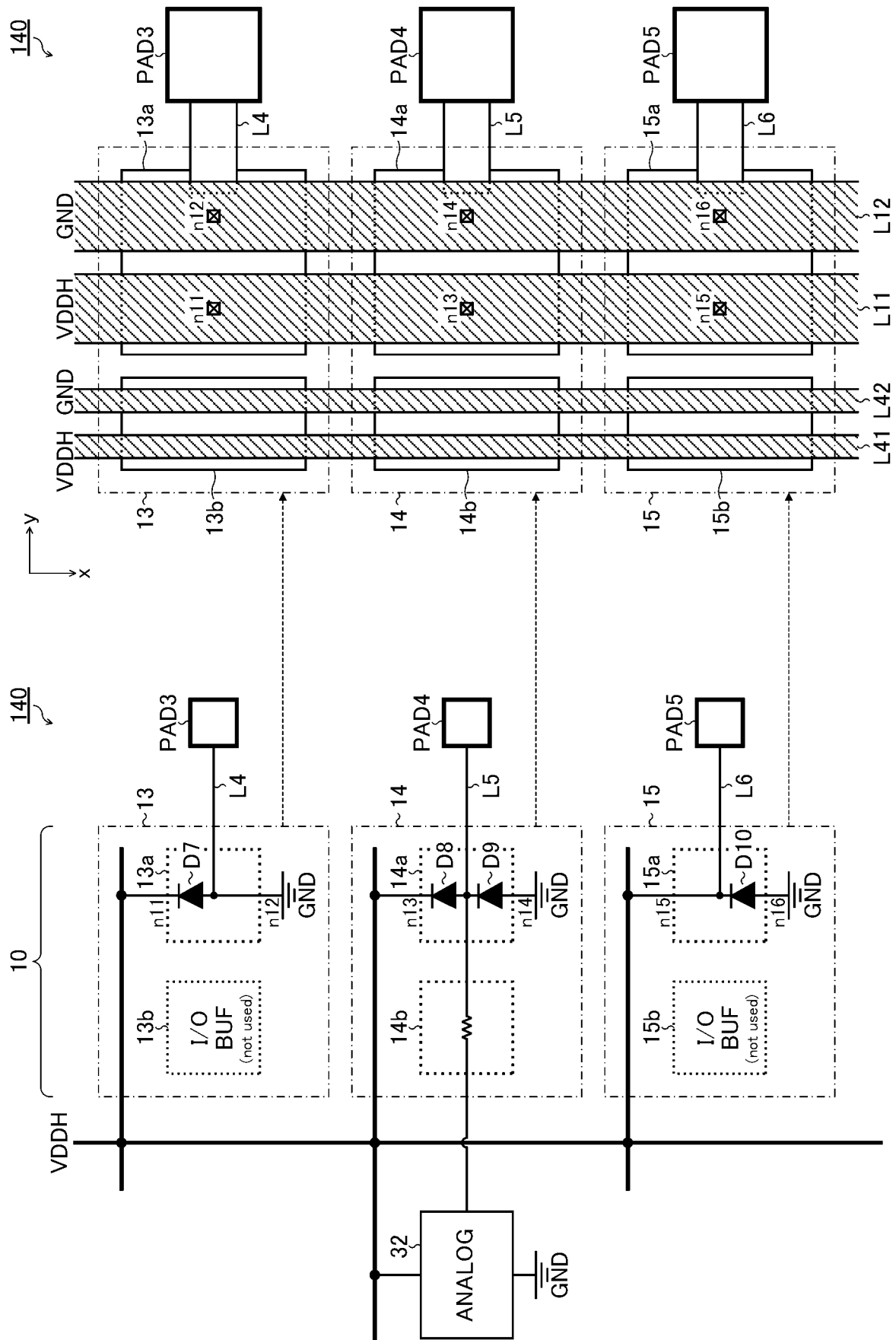
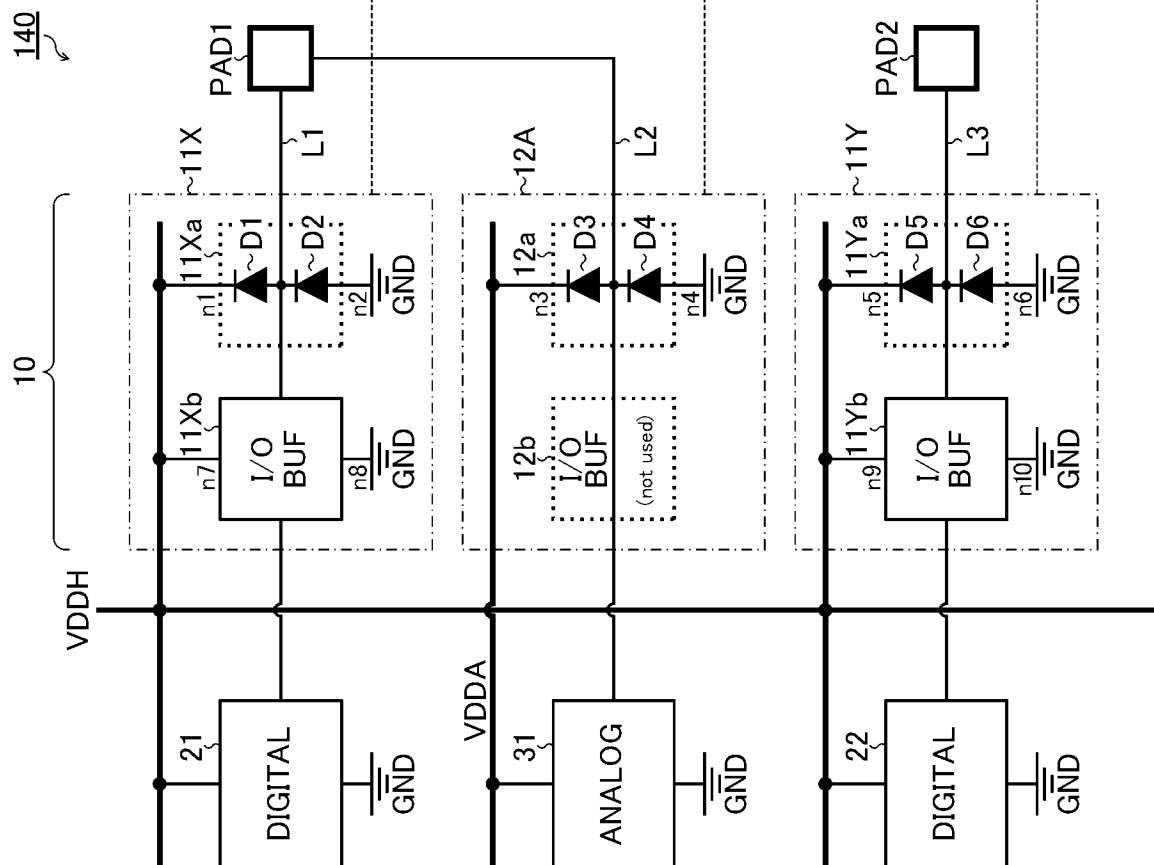
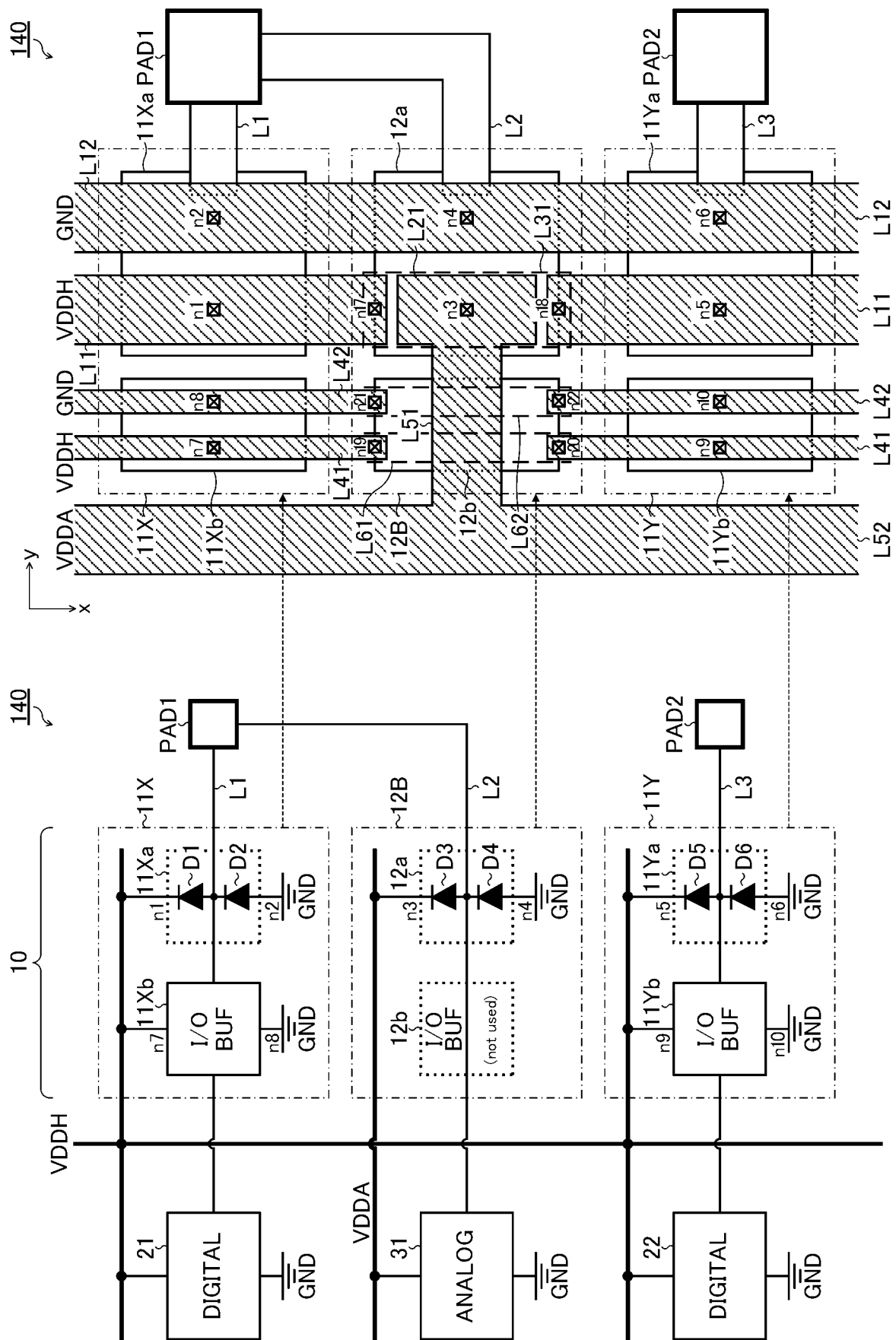




FIG. 140 is a cross-sectional view of a semiconductor device. The device features a central core structure (140) with a top layer (141) and a bottom layer (142). The core is surrounded by a multi-layered structure. The top layer (141) is a conductive layer, and the bottom layer (142) is an insulating layer. The core structure is connected to a top conductive layer (141) and a bottom conductive layer (142). The device includes various layers and structures, including a top conductive layer (141), a bottom conductive layer (142), and a central core structure (140). The device is shown in a cross-sectional view, with a coordinate system (x, y) indicating the orientation.

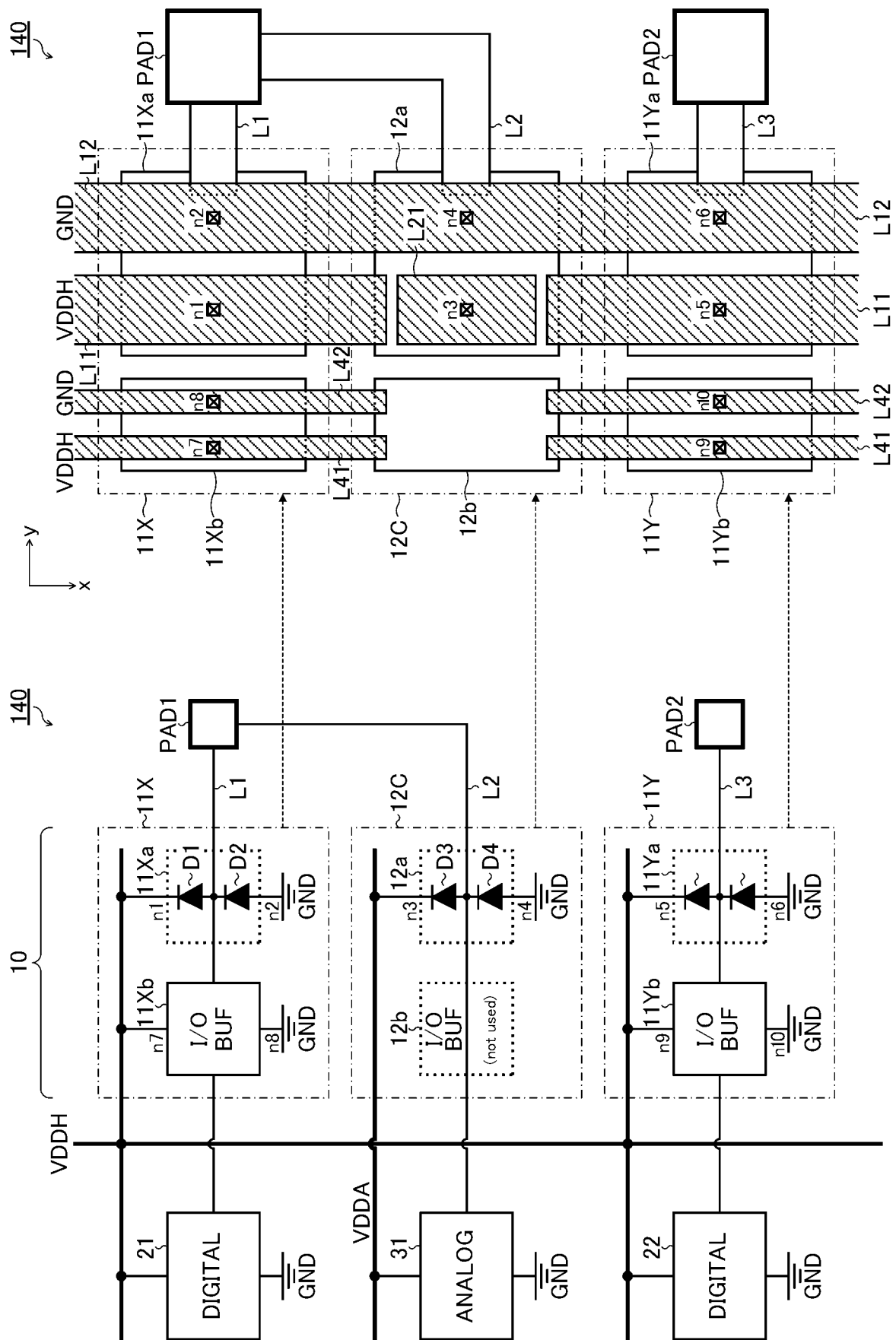


[図6]





[図7]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/023609

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 21/82**(2006.01)i; **H01L 21/822**(2006.01)i; **H01L 27/04**(2006.01)i; **H03K 19/003**(2006.01)i

FI: H01L21/82 P; H01L27/04 H; H03K19/003 230

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/82; H01L21/822; H01L27/04; H03K19/003

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                 | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 4-267542 A (FUJITSU LTD) 24 September 1992 (1992-09-24)<br>entire text, all drawings            | 1-10                  |
| A         | WO 2018/180010 A1 (SOCIONEXT INC) 04 October 2018 (2018-10-04)<br>entire text, all drawings        | 1-10                  |
| A         | JP 2013-21249 A (TOSHIBA CORP) 31 January 2013 (2013-01-31)<br>entire text, all drawings           | 1-10                  |
| A         | JP 2014-241497 A (ROHM CO LTD) 25 December 2014 (2014-12-25)<br>entire text, all drawings          | 1-10                  |
| A         | JP 2000-106419 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 11 April 2000 (2000-04-11)<br>entire text, all drawings | 1-10                  |
| A         | JP 11-214521 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 06 August 1999 (1999-08-06)<br>entire text, all drawings | 1-10                  |
| A         | JP 5-175432 A (HITACHI LTD) 13 July 1993 (1993-07-13)<br>entire text, all drawings                 | 1-10                  |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**09 August 2022**

Date of mailing of the international search report

**23 August 2022**

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)**  
**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915**  
**Japan**

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/JP2022/023609****C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                 | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2004-228156 A (NEC MICRO SYSTEMS LTD) 12 August 2004 (2004-08-12)<br>entire text, all drawings  | 1-10                  |
| A         | JP 2001-176980 A (NEC CORP) 29 June 2001 (2001-06-29)<br>entire text, all drawings                 | 1-10                  |
| A         | WO 2005/088701 A1 (ROHM CO LTD) 22 September 2005 (2005-09-22)<br>entire text, all drawings        | 1-10                  |
| A         | JP 2009-81293 A (OKI SEMICONDUCTOR CO LTD) 16 April 2009 (2009-04-16)<br>entire text, all drawings | 1-10                  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/023609**

| Patent document<br>cited in search report |             |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                                                      | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|----|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 4-267542    | A  | 24 September 1992                    | (Family: none)                                                               |                                      |
| WO                                        | 2018/180010 | A1 | 04 October 2018                      | US 2019/0385945 A1<br>CN 110392922 A                                         |                                      |
| JP                                        | 2013-21249  | A  | 31 January 2013                      | (Family: none)                                                               |                                      |
| JP                                        | 2014-241497 | A  | 25 December 2014                     | US 2015/0249079 A1                                                           |                                      |
| JP                                        | 2000-106419 | A  | 11 April 2000                        | (Family: none)                                                               |                                      |
| JP                                        | 11-214521   | A  | 06 August 1999                       | (Family: none)                                                               |                                      |
| JP                                        | 5-175432    | A  | 13 July 1993                         | (Family: none)                                                               |                                      |
| JP                                        | 2004-228156 | A  | 12 August 2004                       | (Family: none)                                                               |                                      |
| JP                                        | 2001-176980 | A  | 29 June 2001                         | US 2001/0004762 A1<br>EP 1111522 A2<br>KR 10-2001-0067440 A<br>CN 1300992 A  |                                      |
| WO                                        | 2005/088701 | A1 | 22 September 2005                    | US 2007/0158817 A1<br>CN 1930676 A<br>KR 10-2006-0127190 A<br>TW 200535963 A |                                      |
| JP                                        | 2009-81293  | A  | 16 April 2009                        | US 2009/0078967 A1<br>CN 101399250 A                                         |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H01L 21/82(2006.01)i; H01L 21/822(2006.01)i; H01L 27/04(2006.01)i; H03K 19/003(2006.01)i<br>FI: H01L21/82 P; H01L27/04 H; H03K19/003 230                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>H01L21/82; H01L21/822; H01L27/04; H03K19/003<br>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの<br><table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                |                                                               | 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                           | 1922-1996年                                                                                                                                                                                                     | 日本国公開実用新案公報 | 1971-2022年 | 日本国実用新案登録公報 | 1996-2022年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994-2022年 |
| 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1922-1996年                                                                                                                                                                                                     |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| 日本国公開実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1971-2022年                                                                                                                                                                                                     |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1996-2022年                                                                                                                                                                                                     |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1994-2022年                                                                                                                                                                                                     |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| 引用文献の<br>カテゴリー*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                                                                              | 関連する<br>請求項の番号                                                |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP 4-267542 A（富士通株式会社）24.09.1992（1992-09-24）<br>全文，全図                                                                                                                                                          | 1-10                                                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WO 2018/180010 A1（株式会社ソシオネクスト）04.10.2018（2018-10-04）<br>全文，全図                                                                                                                                                  | 1-10                                                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP 2013-21249 A（株式会社東芝）31.01.2013（2013-01-31）<br>全文，全図                                                                                                                                                         | 1-10                                                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP 2014-241497 A（ローム株式会社）25.12.2014（2014-12-25）<br>全文，全図                                                                                                                                                       | 1-10                                                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP 2000-106419 A（沖電気工業株式会社）11.04.2000（2000-04-11）<br>全文，全図                                                                                                                                                     | 1-10                                                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP 11-214521 A（三菱電機株式会社）06.08.1999（1999-08-06）<br>全文，全図                                                                                                                                                        | 1-10                                                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP 5-175432 A（株式会社日立製作所）13.07.1993（1993-07-13）<br>全文，全図                                                                                                                                                        | 1-10                                                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| <table border="0"> <tr> <td>           * 引用文献のカテゴリー<br/>           “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの<br/>           “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br/>           “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）<br/>           “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br/>           “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献         </td> <td>           “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br/>           “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br/>           “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br/>           “&amp;” 同一パテントファミリー文献         </td> </tr> </table> |                                                                                                                                                                                                                |                                                               | * 引用文献のカテゴリー<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの<br>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 | “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |             |            |             |            |             |            |
| * 引用文献のカテゴリー<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの<br>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| 国際調査を完了した日<br>09.08.2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                | 国際調査報告の発送日<br>23.08.2022                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                | 権限のある職員（特許庁審査官）<br>市川 武宜 5F 4056<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3514 |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |             |            |             |            |             |            |

| C. 関連すると認められる文献 |                                                                          |                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                        | 関連する<br>請求項の番号 |
| A               | JP 2004-228156 A (NECマイクロシステム株式会社) 12.08.2004 (2004 - 08 - 12)<br>全文, 全図 | 1-10           |
| A               | JP 2001-176980 A (日本電気株式会社) 29.06.2001 (2001 - 06 - 29)<br>全文, 全図        | 1-10           |
| A               | W0 2005/088701 A1 (ローム株式会社) 22.09.2005 (2005 - 09 - 22)<br>全文, 全図        | 1-10           |
| A               | JP 2009-81293 A (OKIセミコンダクタ株式会社) 16.04.2009 (2009 - 04 - 16)<br>全文, 全図   | 1-10           |

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/023609

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献 |                 |    | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|-------------|-----------------|----|-----|
| JP   | 4-267542    | A  | 24.09.1992 | (ファミリーなし)   |                 |    |     |
| WO   | 2018/180010 | A1 | 04.10.2018 | US          | 2019/0385945    | A1 |     |
|      |             |    |            | CN          | 110392922       | A  |     |
| JP   | 2013-21249  | A  | 31.01.2013 | (ファミリーなし)   |                 |    |     |
| JP   | 2014-241497 | A  | 25.12.2014 | US          | 2015/0249079    | A1 |     |
| JP   | 2000-106419 | A  | 11.04.2000 | (ファミリーなし)   |                 |    |     |
| JP   | 11-214521   | A  | 06.08.1999 | (ファミリーなし)   |                 |    |     |
| JP   | 5-175432    | A  | 13.07.1993 | (ファミリーなし)   |                 |    |     |
| JP   | 2004-228156 | A  | 12.08.2004 | (ファミリーなし)   |                 |    |     |
| JP   | 2001-176980 | A  | 29.06.2001 | US          | 2001/0004762    | A1 |     |
|      |             |    |            | EP          | 1111522         | A2 |     |
|      |             |    |            | KR          | 10-2001-0067440 | A  |     |
|      |             |    |            | CN          | 1300992         | A  |     |
| WO   | 2005/088701 | A1 | 22.09.2005 | US          | 2007/0158817    | A1 |     |
|      |             |    |            | CN          | 1930676         | A  |     |
|      |             |    |            | KR          | 10-2006-0127190 | A  |     |
|      |             |    |            | TW          | 200535963       | A  |     |
| JP   | 2009-81293  | A  | 16.04.2009 | US          | 2009/0078967    | A1 |     |
|      |             |    |            | CN          | 101399250       | A  |     |