

(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
2014 年 1 月 9 日(09.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/007223 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/041 (2006.01) **G06F 3/044** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/068067
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 1 日(01.07.2013)
- (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 2012-150923 2012 年 7 月 4 日(04.07.2012) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 番 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 金澤 雄亮(KANAZAWA, Yusuke).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所(HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大和南森町ビル 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

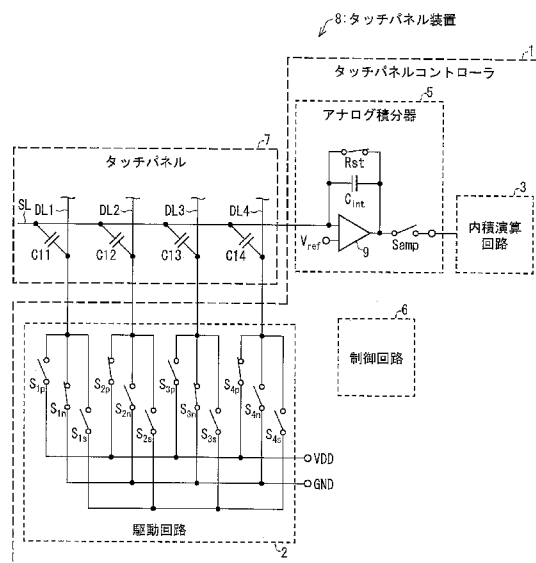
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: TOUCH PANEL CONTROLLER, INTEGRATED CIRCUIT USING SAME, TOUCH PANEL DEVICE, ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称: タッチパネルコントローラ、及びこれを用いた集積回路、タッチパネル装置、電子機器



- | | |
|-------------------------------------|----------------------|
| 1 Touch panel controller | 6 Control circuit |
| 2 Drive circuit | 7 Touch panel |
| 3 Inner product calculation circuit | 8 Touch panel device |
| 5 Analog integrator | |

(57) Abstract: A touch panel controller (1) controls a touch panel (7) which includes a sense line, 4 drive lines, and 4 capacitances (C11 to C14) which are each formed between the sense line and the respective 4 drive lines, and is provided with a drive circuit (2) and an inner product calculating circuit (3), wherein the drive circuit (2) possesses short-circuit switches ($S_{1s}/S_{2s}/S_{3s}/S_{4s}$) which apply short circuits to the M drive lines.

(57) 要約: タッチパネルコントローラ (1) は、センスラインと、4本のドライバラインと、センスラインと4本のドライバラインとの間にそれぞれ形成された4個の静電容量 (C11~C14) とを含むタッチパネル (7) を制御し、駆動回路 (2) と、内積演算回路 (3) とを備え、駆動回路 (2) は、前記M本のドライバラインを短絡する短絡スイッチ ($S_{1s} \cdot S_{2s} \cdot S_{3s} \cdot S_{4s}$) を有する。

明 細 書

発明の名称：

タッチパネルコントローラ、及びこれを用いた集積回路、タッチパネル装置、電子機器

技術分野

[0001] 本発明は、センスラインと、M本のドライブラインと、センスラインとM本のドライブラインとの間にそれぞれ形成されたM個の静電容量とを含むタッチパネルを制御するタッチパネルコントローラ、及びこれを用いた集積回路、タッチパネル装置、電子機器に関する。

背景技術

[0002] マトリックス状に分布した静電容量値を検出する装置として、M本のドライブラインとL本のセンスラインとの間に形成される静電容量行列の静電容量値の分布を検出する容量検出回路が、特許文献1に開示されている。上記容量検出装置では、指やペンでタッチパネルに触れたとき、触れられた位置において静電容量の容量値が小さくなることを利用しており、上記静電容量値の変化を検出することによって、指やペンによるタッチパネルとの接触位置を検出する。

[0003] 図13は、特許文献1に開示されているタッチパネル装置51の構成を示す模式図である。図14は、タッチパネル装置51を直交符号系列で駆動して容量を推定するための数式を示す図である。タッチパネル装置51は、タッチパネル52とタッチパネルコントローラ53とを備えている。タッチパネル52は、ドライブラインDL1～DL4と、センスラインSL1～SL4と、ドライブラインDL1～DL4とセンスラインSL1～SL4とが交差する位置に配置された静電容量C11～C44とを有している。

[0004] タッチパネルコントローラ53には、駆動部54が設けられている。駆動部54は、図14の式7に示される4行4列の直交符号系列に基づいてドライブラインDL1～DL4を駆動する。直交符号系列の要素は、「1」と「

− 1」とのいずれかである。要素が「1」であれば、駆動部54は電圧 V_{drive} を印加し、要素が「− 1」であれば、 $-V_{drive}$ を印加する。ここで、電圧 V_{drive} は、電源電圧でもよいが、電源電圧以外の電圧であってもよい。

[0005] 本明細書において、「直交符号系列」とは、符号長 N の符号系列 $d_i = (d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{iN})$ ($i = 1, \dots, M$) が、下記に示す条件を満足することをいうものとする。

[0006] [数1]

$$\begin{aligned} d_i \cdot d_k &= \sum_{j=1}^N d_{ij} \times d_{kj} \\ &= N \times \delta_{ik} \end{aligned}$$

ここで、

$$\delta_{ik} = 1 \text{ if } i = k$$

$$\delta_{ik} = 0 \text{ if } i \neq k \text{ である。}$$

[0007] 「直交符号系列」の例としては、シルベスター (sylveste) 法によって生成されるアダマール (Hadamard) 行列が挙げられる。

[0008] シルベスター法によるアダマール行列は、基本的な構造として、2行×2列の基本単位を作る。この基本単位の右上、左上、及び左下のビットは同一であり、右下はこれらのビット反転となっている。

[0009] 次に、前述した2×2の基本要素を、右上、左上、右下、及び左下にブロックとして4つ合成して、4行×4列のビット配列の符号を作る。ここで、2×2の基本単位の作成と同様に、右下のブロックはビット反転となる。同様な手順で、8行×8列、16行×16列のビット配列の符号を生成する。これらの行列は、前述した本発明の「直交符号系列」の定義を満足する。図14に示される4行×4列の直交符号系列は、シルベスター法による4行×4列のアダマール行列である。

[0010] ここで、アダマール (Hadamard) 行列とは、要素が1または−1のいずれかであり、かつ各行が互いに直交であるような正方行列をいう。すなわち、

アダマール行列の任意の2つの行は、互いに垂直なベクトルを表す。

[0011] 本発明に係る「直交符号系列」は、M次のアダマール行列から任意にN行取り出した行列を使用することができる（ここで、 $N \leq M$ である）。以下に述べるように、シルベスター法以外の方法によるアダマール行列も本発明に適用することができる。

[0012] シルベスター法によるN次のアダマール行列は、 $M=2$ のべき乗になるが、Mが4の倍数であれば、アダマール行列は存在するという予想が存在し、例えば、 $M=12$ のとき、及び、 $M=20$ のときにアダマール行列が存在する。これらのシルベスター法以外の方法によるアダマール行列も、本実施の形態に係る直交符号系列として使用することができる。

[0013] タッチパネル装置51は、センスラインSL1～SL4にそれぞれ対応する位置に配置された4個の増幅器55を有している。増幅器55は、駆動部54により駆動された静電容量のセンスラインに沿った線形和Y1、Y2、Y3、Y4を受け取って増幅する。

[0014] 例えば、上記4行×4列の直交符号系列による4回の駆動のうちの最初の駆動では、駆動部54はすべてのドライブラインDL1～DL4に電圧Vdriveを印加する。すると、例えば、下記の式5で示されるセンスラインSL3からの測定値Y1が増幅器55から出力される。そして、2回目の駆動では、ドライブラインDL1及びDL3に電圧Vdriveを印加し、残りのドライブラインDL2及びDL4に $-Vdrive$ を印加する。すると、下記の式6で示されるセンスラインSL3からの測定値Y2が増幅器55から出力される。

[0015] [数2]

$$\begin{aligned} & \text{1st vector} \\ & \frac{-(C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34})V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots \quad (\text{式5}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{2nd vector} \\ & \frac{-(C_{31} - C_{32} + C_{33} - C_{34})V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots \quad (\text{式6}) \end{aligned}$$

- [0016] 次に、3回目の駆動では、ドライブラインDL1及びDL2に電圧Vdriveを印加し、残りのドライブラインDL3及びDL4に−Vdriveを印加する。すると、センスラインSL3からの測定値Y3が増幅器55から出力される。その後、4回目の駆動では、ドライブラインDL1及びDL4に電圧Vdriveを印加し、残りのドライブラインDL2及びDL3に−Vdriveを印加する。すると、センスラインSL3からの測定値Y4が増幅器55から出力される。
- [0017] ここで、図13に示す静電容量C31～C34は、図14の式7～式9においては、説明の簡単のため、C1～C4により示している。また、図14においては、表記の簡単化のため、測定値Y1～Y4について、係数(−Vdrive/Cint)を省略して記載している。
- [0018] そして、図14の式8に示すように、測定値Y1、Y2、Y3、Y4と直交符号系列との内積をとることにより、式9に示すように、静電容量C1～C4を推定することができる。
- [0019] 図15は従来他のタッチパネル装置98の構成を示す回路図であり、図16は他のタッチパネル装置98の動作を示す波形図である。図17は他のタッチパネル装置98の動作を示す回路図であり、図18は他のタッチパネル装置98の他の動作を示す波形図である。
- [0020] 図15～図18を用いて、特許文献1に記載されているタッチパネルの課題を説明する。ここでは、簡単のため、ドライブライン数を4、センスライン数を1とする。
- [0021] タッチパネル装置98は、タッチパネル97と駆動部92とアナログ積分器95と内積演算回路93とを備えている。駆動部92は、ドライブラインDL1～DL4にそれぞれ接続されたスイッチS1～S4を有している。
- [0022] アナログ積分器95は、一方の入力がセンスラインに結合され、他方の入力が参照電圧Vrefに結合されるオペアンプ99を有している。オペアンプ99の出力はサンプリングスイッチSampに結合されている。オペアンプ99の出力とオペアンプ99の一方の入力との間には、積分容量Cintとリセッ

トスイッチ R_{st} とが互いに並行に配置されている。

- [0023] ドライブライン DL_1 とドライブライン DL_3 には、与えられる符号がすべて「-1」となる符号系列が与えられ、ドライブライン DL_2 とドライブライン DL_4 にはすべて「1」となる符号系列が与えられる。また、簡単のために、図15に示すように、スイッチ $S_1 \sim S_4$ が「オン」であれば、対応するドライブラインは電源電圧 V_{DD} に接続され、「オフ」であれば対応するドライブラインは接地されとする。また、アナログ積分器95の参照電圧 V_{ref} は $V_{DD}/2$ で与えられるとする。
- [0024] はじめに、リセットスイッチ R_{st} が「オン」となってアナログ積分器95がリセットされている期間について図18を用いて説明する。以降この期間を、時刻 T_{91} から開始され時刻 T_{92} で終了する期間 a とする。リセットスイッチ R_{st} に対応する信号は、期間 a が開始される時刻 T_{91} でオフからオンに立ち上がり、期間 a が終了する時刻 T_{92} でオンからオフに立ち下がる。この期間 a の間、スイッチ S_1 はオフで接地されており、スイッチ S_2 はオンで電源電圧 V_{DD} に結合されている。スイッチ S_3 はオフで接地されており、スイッチ S_4 はオンで電源電圧 V_{DD} に結合されている。そして、サンプリングスイッチ S_{amp} はオフとなっている。
- [0025] 図17に示すように、期間 a では、センスライン SL の電圧は、リセットされているアナログ積分器95によって参照電圧 V_{ref} ($=V_{DD}/2$) にバイアスされている。ドライブライン $DL_1 \cdot DL_3$ は接地され、ドライブライン $DL_2 \cdot DL_4$ は電源電圧 V_{DD} に接続されていることから、期間 a に静電容量 $C_{11} \cdot C_{12} \cdot C_{13} \cdot C_{14}$ に蓄えられる電荷をそれぞれ電荷 $Q_{11a} \cdot Q_{12a} \cdot Q_{13a} \cdot Q_{14a}$ とすると、電荷 $Q_{11a} \cdot Q_{12a} \cdot Q_{13a} \cdot Q_{14a}$ は、それぞれ、

[0026]

[数3]

$$Q_{11a} = \frac{-VDD \cdot C_{11}}{2}$$

$$Q_{12a} = \frac{VDD \cdot C_{12}}{2}$$

$$Q_{13a} = \frac{-VDD \cdot C_{13}}{2}$$

$$Q_{14a} = \frac{VDD \cdot C_{14}}{2}$$

[0027] で与えられる。

[0028] 次に、リセットスイッチ R s t が「オフ」となってアナログ積分器 9 5 の出力信号を読み出す期間について図 1 5 及び図 1 6 を用いて説明する。以降この期間を、時刻 T 9 3 から開始されて時刻 T 9 6 で終了する期間 b とする。

[0029] リセットスイッチ R s t は、時刻 T 9 3 から時刻 T 9 6 の間オフである。スイッチ S₁ は、期間 b が開始する時刻 T 9 3 でオフからオンになり、期間 b が終了する時刻 T 9 6 でオンからオフになる。スイッチ S₂ は、時刻 T 9 3 でオンからオフなり、時刻 T 9 6 でオフからオンになる。スイッチ S₃ は、時刻 T 9 3 でオフからオンになり、時刻 T 9 6 でオンからオフになる。スイッチ S₄ は、時刻 T 9 3 でオンからオフになり、時刻 T 9 6 でオフからオンになる。そして、サンプリングスイッチ S a m p は、時刻 T 9 4 でオフからオンになり、時刻 T 9 5 でオンからオフになる。

[0030] 期間 b では、アナログ積分器 9 5 のオペアンプ 9 9 のゲインが十分に大きければ、センスライン S L の電圧は V_{r e f} (= V D D / 2) とほぼ等しくなる。ドライブライン D L 2 ・ D L 4 は接地され、ドライブライン D L 1 ・ D L 3 は電源電圧 V D D に接続されていることから、期間 b に静電容量 C 1 1 ・ C 1 2 ・ C 1 3 ・ C 1 4 に蓄えられる電荷をそれぞれ電荷 Q_{11b} ・ Q_{12b} ・ Q_{13b} ・ Q_{14b} とすると、電荷 Q_{11b} ・ Q_{12b} ・ Q_{13b} ・ Q_{14b} は、それぞれ、

[0031]

[数4]

$$Q_{11b} = \frac{VDD \cdot C_{11}}{2}$$

$$Q_{12b} = \frac{-VDD \cdot C_{12}}{2}$$

$$Q_{13b} = \frac{VDD \cdot C_{13}}{2}$$

$$Q_{14b} = \frac{-VDD \cdot C_{14}}{2}$$

[0032] で与えられる。

[0033] 期間 a から期間 b に移行する際に、静電容量 C₁₁ と静電容量 C₁₃ とを充電する必要があるため、電源電圧 VDD より、(VDD · C₁₁ + VDD · C₁₃) の電荷が供給される。静電容量 C₁₂ と静電容量 C₁₄ との電荷はグラウンド GND に放電される。また、期間 b から期間 a に移行する際に、静電容量 C₁₂ と静電容量 C₁₄ とを充電する必要があるため、電源電圧 VDD より、(VDD · C₁₂ + VDD · C₁₄) の電荷が供給される。静電容量 C₁₁ と静電容量 C₁₃ との電荷はグラウンド GND に放電される。すなわち、動作の 1 サイクル（期間 a から期間 b を経て期間 a に至るサイクル）である時刻 T₉₁ ～時刻 T₉₇ に掛かる時間を T とすると、1 サイクルで消費される電流 I_{cycle} は、電源電圧 VDD より供給される電荷の総量を時間 T で除算することで与えられ、

[0034] [数5]

$$I_{cycle} = \frac{VDD \cdot (C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})}{T}$$

[0035] となる。

先行技術文献

特許文献

[0036] 特許文献1：日本国特許公報「特許 4 9 2 7 2 1 6 号明細書（平成 2 4 年 2 月 1 7 日登録）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0037] しかしながら、上述した図15～図18に示す構成では、期間aから期間bに移行する際に静電容量C₁₁と静電容量C₁₃とを充電するために電源電圧VDDから $(VDD \cdot C_{11} + VDD \cdot C_{13})$ の電荷を供給する必要がある、また、期間bから期間aに移行する際に静電容量C₁₂と静電容量C₁₄とを充電するために電源電圧VDDから $(VDD \cdot C_{12} + VDD \cdot C_{14})$ の電荷を供給する必要がある。
- [0038] このため、タッチパネル97の静電容量C₁₁・C₁₂・C₁₃・C₁₄の容量値が大きくなると、もしくはタッチパネル97を駆動する周期が短くなると、もしくはタッチパネル97の静電容量を駆動する電圧（図15～図18で示した例では電源電圧VDD）が大きくなると、ドライブラインを駆動するための駆動電流が増大する。また、タッチパネル97のドライブライン数、センスライン数が増えるとタッチパネルの消費電流が増大する。従って、タッチパネルコントローラの消費電流が増大するという問題がある。
- [0039] 本発明の目的は、消費電力を削減することができるタッチパネルコントローラ、及びこれを用いた集積回路、タッチパネル装置、電子機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0040] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラは、センスラインと、M本のドライブラインと、前記センスラインと前記M本のドライブラインとの間にそれぞれ形成されたM個の静電容量とを含むタッチパネルを制御するタッチパネルコントローラであって、前記M個の静電容量をN個のM次元ベクトルに基づいて並列駆動して、前記静電容量に蓄積された電荷の線形和信号を前記センスラインに沿って出力させる駆動回路と、前記線形和信号と前記N個のM次元ベクトルとの内積演算により前記M個の静電容量の値を推定する内積演算回路とを備え、前記駆動回路は、前記M本のドライブラインのうちの少なくとも2本を短絡するスイッチを有

する。

- [0041] この態様によれば、M本のドライブラインのうちの少なくとも2本がスイッチにより短絡される。このため、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を短絡されたドライブラインを通して各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力を小さくすることができる。この結果、タッチパネルコントローラの消費電力を削減することができる。
- [0042] 本発明の一態様に係る集積回路は、本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラを集積している。
- [0043] この態様によれば、タッチパネルコントローラが制御するタッチパネルのM本のドライブラインのうちの少なくとも2本がスイッチにより短絡される。このため、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力を小さくすることができる。この結果、タッチパネルコントローラの消費電力を削減することができる集積回路を提供することができる。
- [0044] 本発明の一態様に係るタッチパネル装置は、本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラと、前記タッチパネルコントローラにより制御されるタッチパネルとを備えている。
- [0045] この態様によれば、タッチパネルコントローラが制御するタッチパネルのM本のドライブラインのうちの少なくとも2本がスイッチにより短絡される。このため、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力を小さくすることができる。この結果、タッチパネル装置の消費電力を削減することができる。
- [0046] 本発明の一態様に係る電子機器は、本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラと、前記タッチパネルコントローラにより制御されるタッチパネルとを備えている。
- [0047] この態様によれば、タッチパネルコントローラが制御するタッチパネルの

M本のドライブラインのうちの少なくとも2本がスイッチにより短絡される。このため、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力を小さくすることができる。この結果、電子機器の消費電力を削減することができる。

発明の効果

[0048] 本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラは、M本のドライブラインのうちの少なくとも2本がスイッチにより短絡される。このため、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を短絡されたドライブラインを通して各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力を小さくすることができる。この結果、タッチパネルコントローラの消費電力を削減することができる。

図面の簡単な説明

[0049] [図1]実施の形態1に係るタッチパネル装置の構成を示す回路図である。
[図2]上記タッチパネル装置の動作を示す波形図である。
[図3]上記タッチパネル装置の動作を説明するための回路図である。
[図4]上記タッチパネル装置の動作を説明するための他の回路図である。
[図5]上記タッチパネル装置の動作を説明するための模式図である。
[図6]上記タッチパネル装置の動作を説明するための他の模式図である。
[図7]従来のタッチパネル装置の動作を説明するための模式図である。
[図8]実施の形態2に係るタッチパネル装置の構成を示す回路図である。
[図9]上記タッチパネル装置の動作を示す波形図である。
[図10]上記タッチパネル装置に設けられた制御回路及び符号系列生成回路の構成を示すブロック図である。
[図11]上記制御回路及び符号系列生成回路の動作を示す波形図である。
[図12]実施の形態3に係る携帯電話機の構成を示すブロック図である。
[図13]従来のタッチパネル装置の構成を示す回路図である。
[図14]上記タッチパネル装置の動作を説明するための図である。

[図15]従来の他のタッチパネル装置の構成を示す回路図である。

[図16]上記他のタッチパネル装置の動作を示す波形図である。

[図17]上記他のタッチパネル装置の動作を示す回路図である。

[図18]上記他のタッチパネル装置の他の動作を示す波形図である。

発明を実施するための形態

[0050] 以下、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。

[0051] (実施の形態1)

(タッチパネル装置8の構成)

図1は、実施の形態1に係るタッチパネル装置8の構成を示す回路図である。タッチパネル装置8は、タッチパネル7とタッチパネルコントローラ1とを備えている。ここでは説明を簡潔にするため、タッチパネル7が4本のドライブラインと1本のセンスラインとを有するものとして説明する。

[0052] タッチパネル7は、ドライブラインDL1～DL4と、センスラインSLと、ドライブラインDL1～DL4及びセンスラインSLが交差する位置に形成された静電容量C11～C14とを有している。

[0053] タッチパネルコントローラ1は、駆動回路2を有している。駆動回路2は、静電容量C11～C14をN個の4次元ベクトルに基づいて並列駆動して、静電容量C11～C14にそれぞれ蓄積された電荷の線形和信号をセンスラインSLに沿ってアナログ積分器5に出力させる。

[0054] アナログ積分器5は、一方の入力がセンスラインSLに結合され、他方の入力が参照電圧 V_{ref} に結合されるオペアンプ9を有している。オペアンプ9の出力はサンプリングスイッチSampに結合されている。オペアンプ9の出力とオペアンプ9の一方の入力との間には、積分容量 C_{int} とリセットスイッチRstとが互いに並行に配置されている。アナログ積分器5は、センスラインSLに沿って出力された線形和信号を積分して内積演算回路3に供給する。

[0055] 内積演算回路3は、アナログ積分器5から供給された線形和信号とN個の4次元ベクトルとの内積演算により静電容量C11～C14の値を推定する

。

- [0056] 駆動回路2は、N個の4次元ベクトル（符号系列）に基づいて電源電圧VDDをドライブラインDL1に供給するためのスイッチ S_{1p} と、符号系列に基づいてグランドGNDをドライブラインDL1に供給するためにスイッチ S_{1p} と並列に配置されたスイッチ S_{1n} と、符号系列に基づいて電源電圧VDDをドライブラインDL2に供給するためのスイッチ S_{2p} と、符号系列に基づいてグランドGNDをドライブラインDL2に供給するためにスイッチ S_{2p} と並列に配置されたスイッチ S_{2n} と、符号系列に基づいて電源電圧VDDをドライブラインDL3に供給するためのスイッチ S_{3p} と、符号系列に基づいてグランドGNDをドライブラインDL3に供給するためにスイッチ S_{3p} と並列に配置されたスイッチ S_{3n} と、符号系列に基づいて電源電圧VDDをドライブラインDL4に供給するためのスイッチ S_{4p} と、符号系列に基づいてグランドGNDをドライブラインDL4に供給するためにスイッチ S_{4p} と並列に配置されたスイッチ S_{4n} とを有している。
- [0057] 駆動回路2には、ドライブラインDL1～DL4をそれぞれ短絡するための短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ が設けられている。短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ の一端は、それぞれドライブラインDL1～DL4に接続されており、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ の他端は互いに結合されている。
- [0058] タッチパネルコントローラ1は、制御回路6を有している。制御回路6は、N個の4次元ベクトルに基づいて、駆動回路2及びアナログ積分器5を制御する。
- [0059] ここでは、簡単のため、ドライブラインDL1・DL3には、与えられる符号がすべて「-1」となる符号系列が与えられ、ドライブラインDL2・DL4にはすべて「1」となる符号系列が与えられている。また、簡単のために、スイッチ S_1 （図15参照）が「オン」であれば（即ち図1に示すようにスイッチ S_{1p} がオンでスイッチ S_{1n} がオフであれば）、ドライブラインDL1は電源電圧VDDに接続される。スイッチ S_2 （図15参照）が「オン」であれば（即ち図1に示すようにスイッチ S_{2p} がオンでスイッチ S_{2n} がオフ

であれば)、ドライブラインDL2は電源電圧VDDに接続される。そして、スイッチS₃(図15参照)が「オン」であれば(即ち図1に示すようにスイッチS_{3p}がオンでスイッチS_{3n}がオフであれば)、ドライブラインDL3は電源電圧VDDに接続される。スイッチS₄(図15参照)が「オン」であれば(即ち図1に示すようにスイッチS_{4p}がオンでスイッチS_{4n}がオフであれば)、ドライブラインDL4は電源電圧VDDに接続される。

[0060] そして、スイッチS₁が「オフ」であれば(即ちスイッチS_{1p}がオフでスイッチS_{1n}がオンであれば)、ドライブラインDL1はグランドGNDに接続される。スイッチS₂が「オフ」であれば(即ちスイッチS_{2p}がオフでスイッチS_{2n}がオンであれば)、ドライブラインDL2はグランドGNDに接続される。そして、スイッチS₃が「オフ」であれば(即ちスイッチS_{3p}がオフでスイッチS_{3n}がオンであれば)、ドライブラインDL3はグランドGNDに接続される。スイッチS₄が「オフ」であれば(即ちスイッチS_{4p}がオフでスイッチS_{4n}がオンであれば)、ドライブラインDL4はグランドGNDに接続される。

[0061] また、参照電圧V_{ref}はVDD/2で与えられるとする。

[0062] 図1に示すタッチパネルコントローラ1は、図15に示した従来の構成に加えて、複数のドライブライン間を短絡する短絡スイッチS_{1s}~S_{4s}を備える。この短絡スイッチS_{1s}~S_{4s}は、短絡スイッチS_{1s}~S_{4s}にそれぞれ対応する制御信号により制御される。また、ドライブラインー電源間に接続されるスイッチS_{1p}~S_{4p}は、スイッチS_{1p}~S_{4p}にそれぞれ対応する制御信号により制御される。ドライブラインーグランド間に接続されるスイッチS_{1n}~S_{4n}は、スイッチS_{1n}~S_{4n}にそれぞれ対応する制御信号により制御されるとする。

[0063] タッチパネルコントローラ1は、タッチパネルコントローラ1を集積した集積回路により構成することができる。

[0064] (タッチパネル装置8の動作)

図2は、タッチパネル装置8の動作を示す波形図であり、これらの制御信

号のタイミング図の一例を示している。

- [0065] まず、期間 c が開始する時刻 T 1 において、リセットスイッチ R s t がオフからオンとなるとき、スイッチ $S_{1p} \cdot S_{1n} \cdot S_{2p} \cdot S_{2n} \cdot S_{3p} \cdot S_{3n} \cdot S_{4p} \cdot S_{4n}$ はいずれもオフであり、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ はオフからオンとなる。そして、期間 c が終了して期間 a が開始する時刻 T 2 において、スイッチ $S_{1n} \cdot S_{3n} \cdot S_{2p} \cdot S_{4p}$ がオフからオンになり、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ がオンからオフになる。
- [0066] 次に、期間 a が終了して期間 d が開始する時刻 T 3 において、リセットスイッチ R s t がオンからオフになり、スイッチ $S_{1n} \cdot S_{3n} \cdot S_{2p} \cdot S_{4p}$ がオンからオフになり、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ はオフからオンになる。その後、期間 d が終了して期間 b が始まる時刻 T 4 において、スイッチ $S_{1p} \cdot S_{3p} \cdot S_{2n} \cdot S_{4n}$ がオフからオンになり、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ はオンからオフになる。
- [0067] そして時刻 T 5 において、サンプリングスイッチ S a m p がオフからオンになる。次に期間 b が終了する時刻 T 6 において、スイッチ $S_{1p} \cdot S_{3p} \cdot S_{2n} \cdot S_{4n}$ 及びサンプリングスイッチ S a m p がオンからオフになる。
- [0068] その後、期間 c が始まる時刻 T 7 において、リセットスイッチ R s t がオフからオンとなるとき、スイッチ $S_{1p} \cdot S_{1n} \cdot S_{2p} \cdot S_{2n} \cdot S_{3p} \cdot S_{3n} \cdot S_{4p} \cdot S_{4n}$ はいずれもオフであり、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ はオフからオンとなる。そして、以下同様の動作を繰り返す。
- [0069] このように、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ は、アナログ積分器 5 がリセットされるリセット期間の時刻 T 1 ～時刻 T 3 に基づいてドライブライン D L 1 ～D L 4 を短絡する。即ち、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ は、リセット期間が開始する時刻 T 1 からドライブライン D L 1 ～D L 4 の短絡を開始する。そして、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ は、リセット期間が終了する時刻 T 3 からドライブライン D L 1 ～D L 4 の短絡を開始する。
- [0070] 図 2 に示す例では、アナログ積分器 5 のリセットスイッチ R s t に対応する信号の値が変化した後に、ドライブライン間を短絡する短絡スイッチ S_{1s}

～ S_{4s} が「オン」となる。アナログ積分器5のリセットスイッチ Rst 「オン」であり、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ が「オン」である期間を期間cとし、アナログ積分器5のリセットスイッチ Rst が「オフ」であり、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ が「オン」である期間を期間dとして動作を説明する。期間a、期間bについては、上記の従来の構成と同様の動作をする。

[0071] 図3及び図4は、タッチパネル装置8の動作を説明するための回路図である。図5及び図6は、タッチパネル装置8の動作を説明するための模式図である。図7は、従来のタッチパネル装置の動作を説明するための模式図である。

[0072] まず期間cにおける動作を、図3、図5及び図6を用いて説明する。ここでは、期間bから期間cに移行している。期間cでは、センスライン SL の電圧は、リセットされているアナログ積分器5によって参照電圧 V_{ref} ($=VDD/2$) にバイアスされている。ドライブライン $DL1 \sim DL4$ はすべて短絡されていることから、静電容量 $C_{11} \cdot C_{12} \cdot C_{13} \cdot C_{14}$ に蓄えられていた電荷 $Q_{11b} \cdot Q_{12b} \cdot Q_{13b} \cdot Q_{14b}$ は、静電容量 $C_{11} \cdot C_{12} \cdot C_{13} \cdot C_{14}$ に分配される。電荷の合計を Q_c とすると、

[0073] [数6]

$$Q_c = \frac{VDD \cdot (C_{11} - C_{12} + C_{13} - C_{14})}{2}$$

[0074] となる。短絡されたドライブラインの電圧 V_{short} は、

[0075] [数7]

$$V_{short} = \frac{Q_c}{(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} + \frac{VDD}{2} = \frac{VDD \cdot (C_{11} - C_{12} + C_{13} - C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} + \frac{VDD}{2}$$

[0076] で与えられる。したがって、期間cにそれぞれの静電容量 $C_{11} \cdot C_{12} \cdot C_{13} \cdot C_{14}$ に蓄えられる電荷をそれぞれ電荷 $Q_{11c} \cdot Q_{12c} \cdot Q_{13c} \cdot Q_{14c}$ とすると、電荷 $Q_{11c} \cdot Q_{12c} \cdot Q_{13c} \cdot Q_{14c}$ は、それぞれ、

[0077]

[数8]

$$Q_{11c} = C_{11} \left(V_{short} - \frac{VDD}{2} \right) = C_{11} \left(\frac{VDD \cdot (C_{11} - C_{12} + C_{13} - C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right)$$

$$Q_{12c} = C_{12} \left(\frac{VDD \cdot (C_{11} - C_{12} + C_{13} - C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right)$$

$$Q_{13c} = C_{13} \left(\frac{VDD \cdot (C_{11} - C_{12} + C_{13} - C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right)$$

$$Q_{14c} = C_{14} \left(\frac{VDD \cdot (C_{11} - C_{12} + C_{13} - C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right)$$

[0078] となる。

[0079] 期間dにおける動作を、図4、図5、及び図6を用いて説明する。ここでは、期間aから期間dに移行している。期間dでは、アナログ積分器5のオペアンプ9のゲインが十分に大きければ、センスラインSLの電圧は参照電圧 V_{ref} ($= VDD / 2$) とほぼ等しくなる。

[0080] ドライブラインDL1～DL4はすべて短絡されていることから、静電容量 $C_{11} \cdot C_{12} \cdot C_{13} \cdot C_{14}$ に蓄えられていた電荷 $Q_{11a} \cdot Q_{12a} \cdot Q_{13a} \cdot Q_{14a}$ は、静電容量 $C_{11} \cdot C_{12} \cdot C_{13} \cdot C_{14}$ に分配される。電荷の合計を Q_d とすると、

[0081] [数9]

$$Q_d = \frac{VDD \cdot (-C_{11} + C_{12} - C_{13} + C_{14})}{2}$$

[0082] となる。短絡されたドライブラインの電圧 V_{short} は、

[0083] [数10]

$$V_{short} = \frac{Q_d}{(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} + \frac{VDD}{2} = \frac{VDD \cdot (-C_{11} + C_{12} - C_{13} + C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} + \frac{VDD}{2}$$

[0084] で与えられる。したがって、期間dにそれぞれの静電容量 $C_{11} \cdot C_{12} \cdot C_{13} \cdot C_{14}$ に蓄えられる電荷をそれぞれ電荷 $Q_{11d} \cdot Q_{12d} \cdot Q_{13d} \cdot Q_{14d}$ とすると、電荷 $Q_{11d} \cdot Q_{12d} \cdot Q_{13d} \cdot Q_{14d}$ は、それぞれ、

[0085]

[数11]

$$\begin{aligned} Q_{11d} &= C_{11} \left(V_{short} - \frac{VDD}{2} \right) = C_{11} \left(\frac{VDD \cdot (-C_{11} + C_{12} - C_{13} + C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right) \\ Q_{12d} &= C_{12} \left(\frac{VDD \cdot (-C_{11} + C_{12} - C_{13} + C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right) \\ Q_{13d} &= C_{13} \left(\frac{VDD \cdot (-C_{11} + C_{12} - C_{13} + C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right) \\ Q_{14d} &= C_{14} \left(\frac{VDD \cdot (-C_{11} + C_{12} - C_{13} + C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right) \end{aligned}$$

[0086] となる。

[0087] 次に、図5及び図6を参照して、期間cから期間aに移行する場合について考える。静電容量C₁₁について考えると、

[0088] [数12]

$$Q_{11c} = C_{11} \left(\frac{VDD \cdot (C_{11} - C_{12} + C_{13} - C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right), \quad Q_{11a} = \frac{-VDD \cdot C_{11}}{2}$$

[0089] より、電荷の移動量 ΔQ_{11ca} は、

[0090] [数13]

$$\begin{aligned} \Delta Q_{11ca} &= \frac{-VDD \cdot C_{11}}{2} - C_{11} \left(\frac{VDD \cdot (C_{11} - C_{12} + C_{13} - C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right) \\ &= \frac{-VDD \cdot C_{11} (C_{11} + C_{13})}{(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \end{aligned}$$

[0091] となり、 ΔQ_{11ca} の電荷が、グラウンドGNDに放電される。静電容量C₁₃についても同様に動作する。

[0092] 次に、静電容量C₁₂について考える。

[0093] [数14]

$$Q_{12c} = C_{12} \left(\frac{VDD \cdot (C_{11} - C_{12} + C_{13} - C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right), \quad Q_{12a} = \frac{VDD \cdot C_{12}}{2}$$

[0094] より、電荷の移動量 ΔQ_{12ca} は、

[0095]

[数15]

$$\begin{aligned}\Delta Q_{12ca} &= \frac{VDD \cdot C_{12}}{2} - C_{12} \left(\frac{VDD \cdot (C_{11} - C_{12} + C_{13} - C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right) \\ &= \frac{VDD \cdot C_{12} (C_{12} + C_{14})}{(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})}\end{aligned}$$

[0096] となり、 ΔQ_{12ca} の電荷が、電源電圧VDDより供給される。静電容量C14についても同様に動作する。

[0097] 次に、期間dから期間bに移行する場合について考える。静電容量C11について考えると、

[0098] [数16]

$$Q_{11d} = C_{11} \left(\frac{VDD \cdot (-C_{11} + C_{12} - C_{13} + C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right), \quad Q_{11b} = \frac{VDD \cdot C_{11}}{2}$$

[0099] より、電荷の移動量 ΔQ_{11db} は、

[0100] [数17]

$$\begin{aligned}\Delta Q_{11db} &= \frac{VDD \cdot C_{11}}{2} - C_{11} \left(\frac{VDD \cdot (-C_{11} + C_{12} - C_{13} + C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right) \\ &= \frac{VDD \cdot C_{11} (C_{11} + C_{13})}{(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})}\end{aligned}$$

[0101] となり、 ΔQ_{11db} の電荷が、電源電圧Vddより供給される。静電容量C13についても同様に動作する。

[0102] 次に、静電容量C12について考える。

[0103] [数18]

$$Q_{12d} = C_{12} \left(\frac{VDD \cdot (-C_{11} + C_{12} - C_{13} + C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right), \quad Q_{12b} = \frac{-VDD \cdot C_{12}}{2}$$

[0104] より、電荷の移動量 ΔQ_{12db} は、

[0105]

[数19]

$$\begin{aligned}\Delta Q_{12db} &= \frac{-VDD \cdot C_{12}}{2} - C_{12} \left(\frac{VDD \cdot (-C_{11} + C_{12} - C_{13} + C_{14})}{2(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})} \right) \\ &= \frac{-VDD \cdot C_{12} (C_{12} + C_{14})}{(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})}\end{aligned}$$

[0106] となり、 ΔQ_{12db} の電荷が、グラウンドGNDに放電される。静電容量C14についても同様に動作する。

[0107] 期間aから期間dへの移行と、期間bから期間cへの移行の場合は、電荷の分配が行われるだけなので、電源電圧Vddからの電荷の供給や、グラウンドGNDへの放電は行われない。動作の1サイクルで電源電圧Vddより供給される電荷の総量は、

[0108] [数20]

$$\Delta Q_{12ca} + \Delta Q_{14ca} + \Delta Q_{11db} + \Delta Q_{13db} = \frac{VDD \cdot ((C_{12} + C_{14})^2 + (C_{11} + C_{13})^2)}{(C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14})}$$

[0109] ここで、静電容量C11・C12・C13・C14がすべて等しいとすれば電荷の総量は、

[0110] [数21]

$$\Delta Q_{12ca} + \Delta Q_{14ca} + \Delta Q_{11db} + \Delta Q_{13db} = 2 \cdot VDD \cdot C_{11}$$

[0111] で与えられる。すなわち、動作の1サイクルに掛かる時間をTとすると、1サイクルで消費される電流 I_{cycle} は、

[0112] [数22]

$$I_{cycle} = \frac{2 \cdot VDD \cdot C_{11}}{T}$$

[0113] となる。

[0114] 図5、図6、及び図7を参照すると、実施の形態1では、期間bから期間aに移る間にドライブラインDL1～DL4を短絡する期間cを設け、期間aから期間bに移る間にドライブラインDL1～DL4を短絡する期間dを設けている。このため、期間c及び期間dにおいて静電容量C11～C44

の電荷が再配分される。

[0115] 図 17 及び図 7 に示した従来の構成で、静電容量 $C_{11} \cdot C_{12} \cdot C_{13} \cdot C_{14}$ がすべて等しいとした場合、1 サイクルで消費される電流 I_{cycle_old} は、

[0116] [数23]

$$I_{cycle_old} = \frac{4 \cdot VDD \cdot C_{11}}{T}$$

[0117] であり、従来の構成と比較して消費電流を半分にすることができた。

[0118] なお、実施の形態 1 では、4 本のすべてのドライブラインを短絡させる例を示したが、本発明はこれに限定されない。短絡するドライブラインは 2 本でもよいし、3 本でもよい。

[0119] (実施の形態 2)

(タッチパネル装置 8 A の構成)

図 8 は、実施の形態 2 に係るタッチパネル装置 8 A の構成を示す回路図である。前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付している。従って、これらの構成要素の詳細な説明は繰り返さない。

[0120] タッチパネル装置 8 A は、タッチパネルコントローラ 1 A を備えている。タッチパネルコントローラ 1 A は、符号系列生成回路 10 と制御回路 6 A とを有している。

[0121] ここでは、簡単のために実施の形態 1 と同様に、スイッチ $S_1 \sim S_4$ が「オン」であれば、ドライブラインは電源電圧 VDD に接続され、「オフ」であれば接地されとする。また、参照電圧 V_{ref} は $VDD/2$ で与えられるとする。

[0122] 図 1 に示したタッチパネルコントローラ 1 では、簡単のため、ドライブライン $DL1 \cdot DL3$ には、与えられる符号がすべて「-1」となる符号系列が与えられ、ドライブライン $DL2 \cdot DL4$ にはすべて「1」となる符号系列が与えられていた。しかしながら実施の形態 2 では、ドライブライン $DL1$ には、「-1、1」を繰り返す符号系列が与えられ、ドライブライン DL

2には、「1、-1」を繰り返す符号系列が与えられるとする。ドライブラインDL3・DL4については図1の例と同様に、ドライブラインDL3にすべて「-1」となる符号系列が与えられ、ドライブラインDL4にすべて「1」となる符号系列が与えられる。

[0123] 図9は、タッチパネル装置8Aの動作を示す波形図である。まず、期間cが開始する時刻T1において、リセットスイッチRstがオフからオンとなると、スイッチ $S_{1p} \cdot S_{2n} \cdot S_{3p} \cdot S_{3n} \cdot S_{4p} \cdot S_{4n}$ はいずれもオフであり、スイッチ $S_{1n} \cdot S_{2p}$ はオンである。短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{2s}$ はオフであり、短絡スイッチ $S_{3s} \sim S_{4s}$ はオフからオンとなる。そして、期間cが終了して期間aが開始する時刻T2において、スイッチ $S_{3n} \cdot S_{4p}$ がオフからオンになり、短絡スイッチ $S_{3s} \cdot S_{4s}$ がオンからオフになる。

[0124] 次に、期間aが終了して期間dが開始する時刻T3において、リセットスイッチRstがオンからオフになり、スイッチ $S_{1n} \cdot S_{3n} \cdot S_{2p} \cdot S_{4p}$ がオンからオフになり、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ はオフからオンになる。その後、期間dが終了して期間bが始まる時刻T4において、スイッチ $S_{1p} \cdot S_{3p} \cdot S_{2n} \cdot S_{4n}$ がオフからオンになり、短絡スイッチ $S_{1s} \sim S_{4s}$ はオンからオフになる。

[0125] そして時刻T5において、サンプリングスイッチSampがオフからオンになる。次に期間bが終了する時刻T6において、スイッチ $S_{3p} \cdot S_{4n}$ 及びサンプリングスイッチSampがオンからオフになる。

[0126] その後、期間cが始まる時刻T7において、リセットスイッチRstがオフからオンとなると、スイッチ $S_{1n} \cdot S_{2p} \cdot S_{3p} \cdot S_{3n} \cdot S_{4p} \cdot S_{4n}$ はいずれもオフであり、スイッチ $S_{1p} \cdot S_{2n}$ はオンである。短絡スイッチ $S_{3s} \sim S_{4s}$ はオフからオンとなる。短絡スイッチ $S_{1s} \cdot S_{2s}$ はオフである。そして、以下同様の動作を繰り返す。

[0127] このように、ドライブラインDL1とドライブラインDL2とは、期間b→期間c→期間aと移行する際に、期間bと期間aとにおけるドライブラインDL1・DL2の接続先に変化がないため、その間の期間cにおいて短絡

スイッチ $S_{1s} \cdot S_{2s}$ を「オン」状態にして短絡しない。この場合、静電容量 C_{11} と静電容量 C_{12} とでは、期間 b と期間 a とにおけるドライブラインの接続先が変化しないので、静電容量 C_{11} と静電容量 C_{12} とは電荷の移動が無い。従って、期間 $b \rightarrow$ 期間 $c \rightarrow$ 期間 a の移行によって電力を消費しない。

[0128] 図 10 は、タッチパネル装置 8 A に設けられた制御回路 6 A 及び符号系列生成回路 10 の構成を示すブロック図である。図 11 は、制御回路 6 A 及び符号系列生成回路 10 の動作を示す波形図である。

[0129] 符号系列生成回路 10 は、 N 個の 4 次元ベクトルの符号系列を生成する。制御回路 6 A は、符号系列生成回路 10 が生成した 4 次元ベクトルの 1 次元分をそれぞれ受け取って 1 クロック遅延させたドライブライン制御信号を生成する 4 個の遅延回路 11 と、遅延回路 11 からの出力と、符号系列生成回路 10 が生成した 4 次元ベクトルの 1 次元分をそれぞれ受け取ってドライブライン短絡制御信号を生成する 4 個の短絡制御信号生成回路 12 とを有している。

[0130] このように、符号系列生成回路 10 の出力した信号を遅延回路 11 で遅延させたドライブライン制御信号をそれぞれのドライブラインに与える。図 11 に示すように、短絡制御信号生成回路 12 は、符号系列生成回路 10 からの出力信号と、遅延回路 11 からの出力信号とが一致すれば「-1」を出力し、一致しなければ「1」を出力する。短絡制御信号生成回路 12 からの出力信号が「1」であれば、次のクロックの期間 c において、それぞれのドライブラインの短絡を行わない。そして、短絡制御信号生成回路 12 からの出力信号が「-1」であれば、次のクロックの期間 c において、それぞれのドライブラインを短絡する。

[0131] このようにドライブラインに与えられる符号系列の符号の態様に応じて、適応的に短絡用のスイッチを制御することにより、タッチパネルコントローラの消費電力をさらに抑えることができる。

[0132] (実施の形態 3)

図１２は、実施の形態３に係る携帯電話機１００の構成を示すブロック図である。本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラを集積した集積回路により制御されるタッチパネルを搭載した電子機器の例である携帯電話機１００について、図１２に従って説明する。

[0133] 携帯電話機１００は、ＣＰＵ１１０と、ＲＡＭ１１２と、ＲＯＭ１１１と、カメラ１１３と、マイクロフォン１１４と、スピーカ１１５と、操作キー１１６と、表示パネル１１８と、表示制御回路１０９と、タッチパネルシステム１０１とを備えている。各構成要素は、相互にデータバスによって接続されている。

[0134] ＣＰＵ１１０は、携帯電話機１００の動作を制御する。ＣＰＵ１１０は、たとえばＲＯＭ１１１に格納されたプログラムを実行する。操作キー１１６は、ユーザによる携帯電話機１００への指示の入力を受ける。ＲＡＭ１１２は、ＣＰＵ１１０によるプログラムの実行により生成されたデータ、または操作キー１１６を介して入力されたデータを揮発的に格納する。ＲＯＭ１１１は、データを不揮発的に格納する。

[0135] また、ＲＯＭ１１１は、ＥＰＲＯＭ（Ｅｒａｓａｂｌｅ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｒｅａｄ－Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）またはフラッシュメモリなどの書込みおよび消去が可能なＲＯＭである。また、図１２には示していないが、携帯電話機１００が、他の電子機器に有線により接続するためのインターフェイス（ＩＦ）を備える構成としてもよい。

[0136] カメラ１１３は、ユーザの操作キー１１６の操作に応じて、被写体を撮影する。なお、撮影された被写体の画像データは、ＲＡＭ１１２や外部メモリ（たとえば、メモリカード）に格納される。マイクロフォン１１４は、ユーザの音声の入力を受付ける。携帯電話機１００は、当該入力された音声（アナログデータ）をデジタル化する。そして、携帯電話機１００は、通信相手（たとえば、他の携帯電話機）にデジタル化した音声を送る。スピーカ１１５は、例えば、ＲＡＭ１１２に記憶された音楽データなどに基づく音を出力する。

[0137] タッチパネルシステム 101 は、タッチパネル 102 とタッチパネルコントローラ 103（集積回路）とを有している。CPU 110 は、タッチパネルシステム 101 の動作を制御する。CPU 110 は、例えば ROM 111 に記憶されたプログラムを実行する。RAM 112 は、CPU 110 によるプログラムの実行により生成されたデータを揮発的に格納する。ROM 111 は、データを不揮発的に格納する。

[0138] 表示パネル 118 は、表示制御回路 109 により、ROM 111、RAM 112 に格納されている画像を表示する。表示パネル 118 は、タッチパネル 102 に重ねられていてもよいし、タッチパネル 102 を内蔵していてもよい。

[0139] [まとめ]

本発明の態様 1 に係るタッチパネルコントローラは、センスラインと、M 本のドライブラインと、前記センスラインと前記 M 本のドライブラインとの間にそれぞれ形成された M 個の静電容量とを含むタッチパネルを制御するタッチパネルコントローラであって、前記 M 個の静電容量を N 個の M 次元ベクトルに基づいて並列駆動して、前記静電容量に蓄積された電荷の線形和信号を前記センスラインに沿って出力させる駆動回路と、前記線形和信号と前記 N 個の M 次元ベクトルとの内積演算により前記 M 個の静電容量の値を推定する内積演算回路とを備え、前記駆動回路は、前記 M 本のドライブラインのうちの少なくとも 2 本を短絡するスイッチを有する。

[0140] 上記構成によれば、M 本のドライブラインのうちの少なくとも 2 本がスイッチにより短絡される。このため、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を短絡されたドライブラインを通して各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力を小さくすることができる。この結果、タッチパネルコントローラの消費電力を削減することができる。

[0141] 本発明の態様 2 に係るタッチパネルコントローラは、上記態様 1 において、前記 N 個の M 次元ベクトルに基づいて、前記スイッチを制御するための短

絡制御信号を生成する制御回路をさらに備えることが好ましい。

[0142] 上記構成によれば、N個のM次元ベクトルに基づいて生成した短絡制御信号により、M本のドライブラインのうちの少なくとも2本を短絡するスイッチを制御するので、M本のドライブラインのうちの少なくとも2本がスイッチにより短絡される。このため、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力を小さくすることができる。この結果、タッチパネルコントローラの消費電力を削減することができる。

[0143] 本発明の態様3に係るタッチパネルコントローラは、上記態様1において、前記線形和信号をアナログ積分して前記内積演算回路に供給するアナログ積分器をさらに備え、前記スイッチは、前記アナログ積分器がリセットされるリセット期間に基づいて前記ドライブラインを短絡することが好ましい。

[0144] 上記構成によれば、アナログ積分器がリセットされるリセット期間に基づいてドライブラインが短絡される。このため、アナログ積分器に接続されたセンスラインの電圧は、リセットされているアナログ積分器によってバイアスされ、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力をより小さくすることができる。

[0145] 本発明の態様4に係るタッチパネルコントローラは、上記態様3において、前記スイッチは、前記リセット期間の開始に基づいて前記ドライブラインの短絡を開始することが好ましい。

[0146] 上記構成によれば、リセット期間の開始に基づいてドライブラインの短絡が開始される。このため、アナログ積分器に接続されたセンスラインの電圧は、リセットされたアナログ積分器によってバイアスされ、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力をより小さくすることができる。

[0147] 本発明の態様5に係るタッチパネルコントローラは、上記態様3において

、前記スイッチは、前記リセット期間の終了に基づいて前記ドライブラインの短絡を開始することが好ましい。

[0148] 上記構成によれば、リセット期間の終了に基づいてドライブラインの短絡が開始される。このとき、アナログ積分器に接続されたセンスラインの電圧は、 $V_{ref} (= VDD / 2)$ とほぼ等しくなる。そして、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷が、各静電容量に再配分され、ドライブラインの駆動電力をより小さくすることができる。

[0149] 本発明の態様6に係る集積回路は、上記態様1～5の何れかのタッチパネルコントローラを集積している。

[0150] 上記構成によれば、タッチパネルコントローラが制御するタッチパネルのM本のドライブラインのうちの少なくとも2本がスイッチにより短絡される。このため、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力を小さくすることができる。この結果、タッチパネルコントローラの消費電力を削減することができる集積回路を提供することができる。

[0151] 本発明の態様7に係るタッチパネル装置は、上記態様1～5の何れかのタッチパネルコントローラと、前記タッチパネルコントローラにより制御されるタッチパネルとを備えている。

[0152] 上記構成によれば、タッチパネルコントローラが制御するタッチパネルのM本のドライブラインのうちの少なくとも2本がスイッチにより短絡される。このため、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力を小さくすることができる。この結果、タッチパネル装置の消費電力を削減することができる。

[0153] 本発明の態様8に係る電子機器は、上記態様1～5の何れかのタッチパネルコントローラと、前記タッチパネルコントローラにより制御されるタッチパネルとを備えている。

[0154] 上記構成によれば、タッチパネルコントローラが制御するタッチパネルの

M本のドライブラインのうちの少なくとも2本がスイッチにより短絡される。このため、短絡されたドライブラインに接続された静電容量に蓄積された電荷を各静電容量に再配分することができる。従って、ドライブラインの駆動電力を小さくすることができる。この結果、電子機器の消費電力を削減することができる。

[0155] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0156] 本発明は、センスラインと、M本のドライブラインと、センスラインとM本のドライブラインとの間にそれぞれ形成されたM個の静電容量とを含むタッチパネルを制御するタッチパネルコントローラ、及びこれを用いた集積回路、タッチパネル装置、電子機器に利用することができる。

符号の説明

- [0157]
- 1 タッチパネルコントローラ
 - 2 駆動回路
 - 3 内積演算回路
 - 5 アナログ積分器
 - 6 制御回路
 - 7 タッチパネル
 - 8 タッチパネル装置
 - 9 オペアンプ
 - 10 符号系列生成回路
 - 11 遅延回路
 - 12 短絡制御信号生成回路

請求の範囲

- [請求項1] センスラインと、M本のドライブラインと、前記センスラインと前記M本のドライブラインとの間にそれぞれ形成されたM個の静電容量とを含むタッチパネルを制御するタッチパネルコントローラであって、
- 前記M個の静電容量をN個のM次元ベクトルに基づいて並列駆動して、前記静電容量に蓄積された電荷の線形和信号を前記センスラインに沿って出力させる駆動回路と、
- 前記線形和信号と前記N個のM次元ベクトルとの内積演算により前記M個の静電容量の値を推定する内積演算回路とを備え、
- 前記駆動回路は、前記M本のドライブラインのうちの少なくとも2本を短絡するスイッチを有することを特徴とするタッチパネルコントローラ。
- [請求項2] 前記N個のM次元ベクトルに基づいて、前記スイッチを制御するための短絡制御信号を生成する制御回路をさらに備える請求項1に記載のタッチパネルコントローラ。
- [請求項3] 前記線形和信号をアナログ積分して前記内積演算回路に供給するアナログ積分器をさらに備え、
- 前記スイッチは、前記アナログ積分器がリセットされるリセット期間に基づいて前記ドライブラインを短絡する請求項1に記載のタッチパネルコントローラ。
- [請求項4] 前記スイッチは、前記リセット期間の開始に基づいて前記ドライブラインの短絡を開始する請求項3に記載のタッチパネルコントローラ。
- [請求項5] 前記スイッチは、前記リセット期間の終了に基づいて前記ドライブラインの短絡を開始する請求項3に記載のタッチパネルコントローラ。
- [請求項6] 請求項1に記載のタッチパネルコントローラを集積したことを特徴

とする集積回路。

[請求項7]

請求項1に記載のタッチパネルコントローラと、

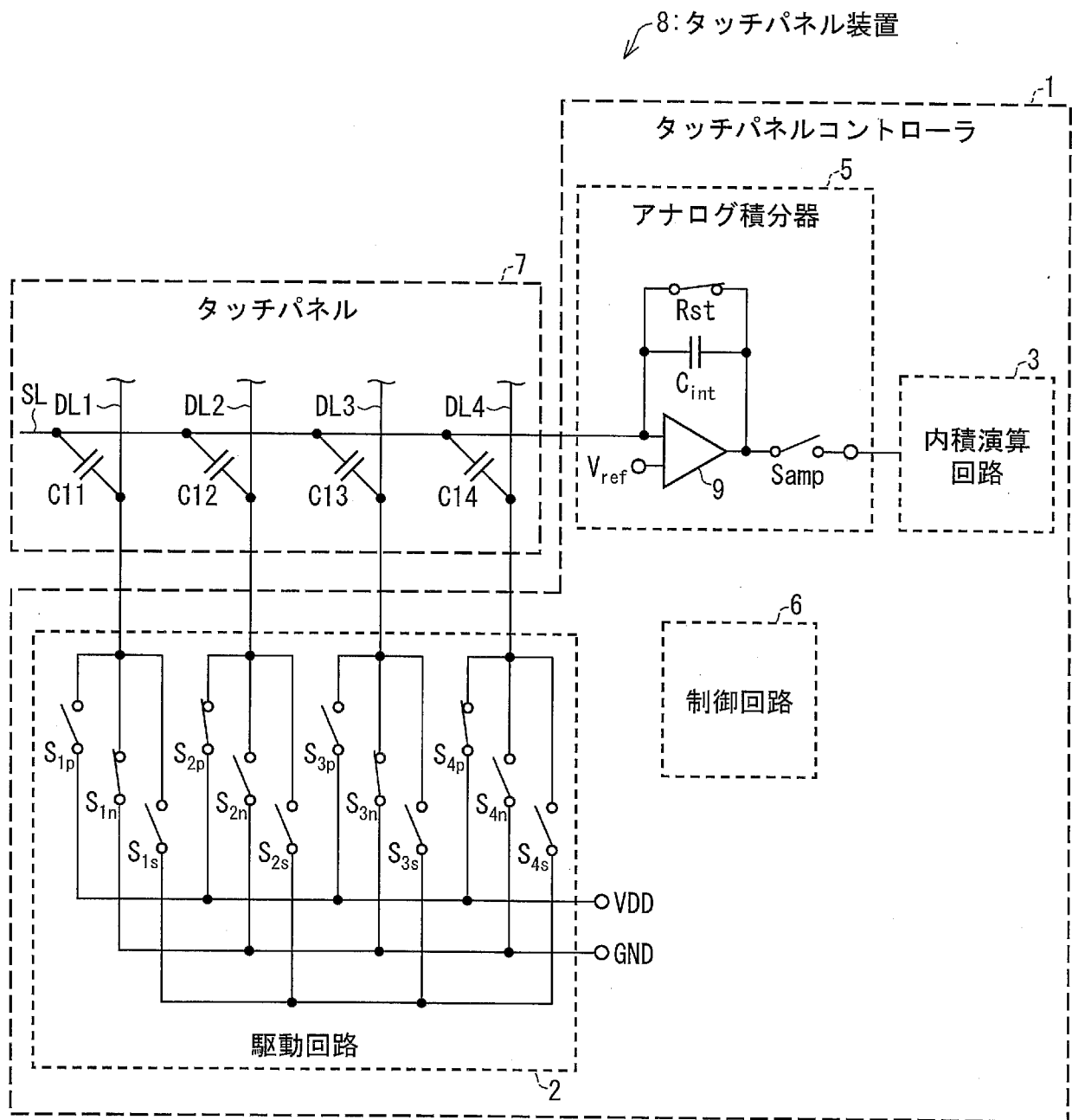
前記タッチパネルコントローラにより制御されるタッチパネルとを
備えたことを特徴とするタッチパネル装置。

[請求項8]

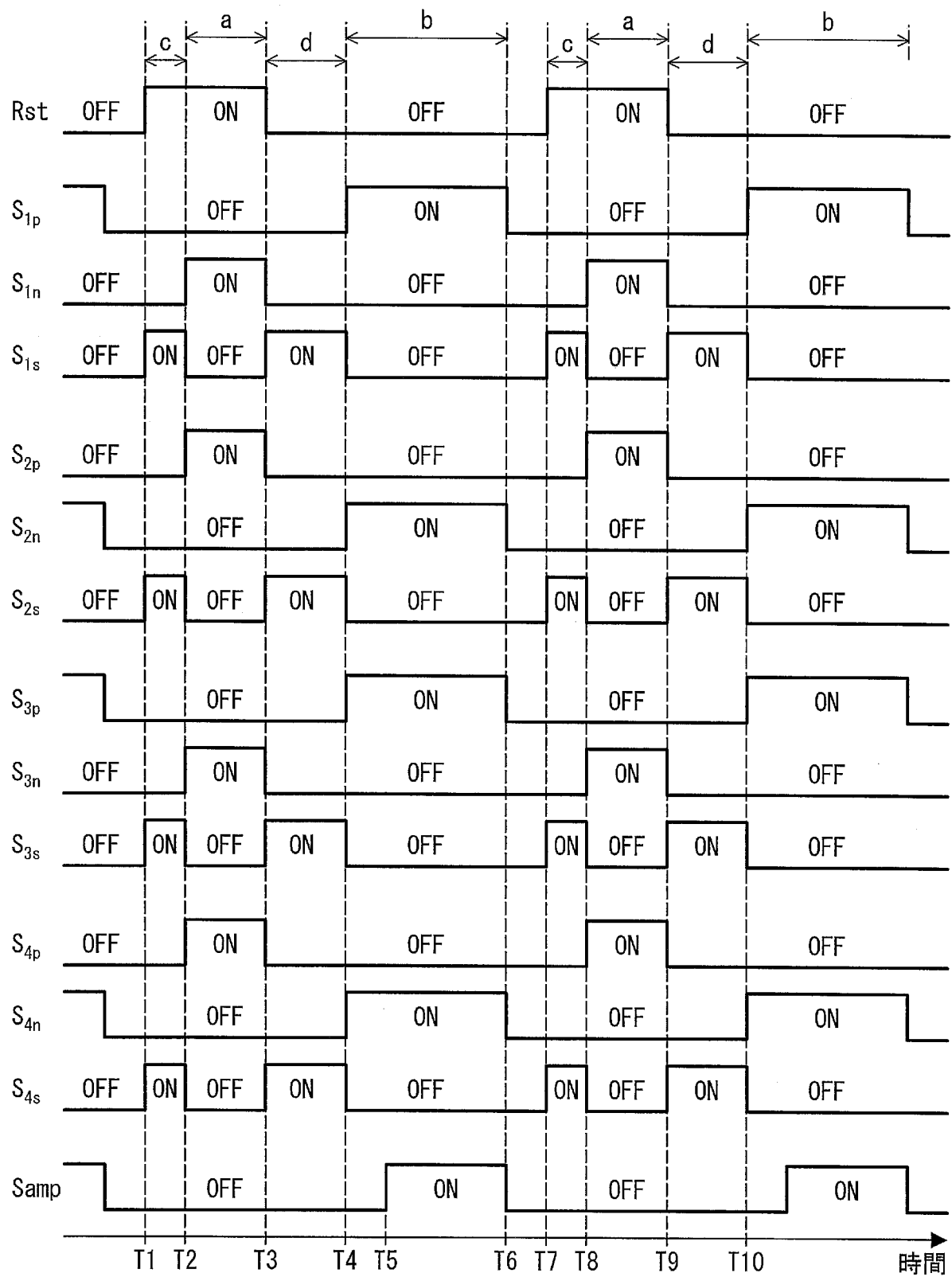
請求項1に記載のタッチパネルコントローラと、

前記タッチパネルコントローラにより制御されるタッチパネルとを
備えたことを特徴とする電子機器。

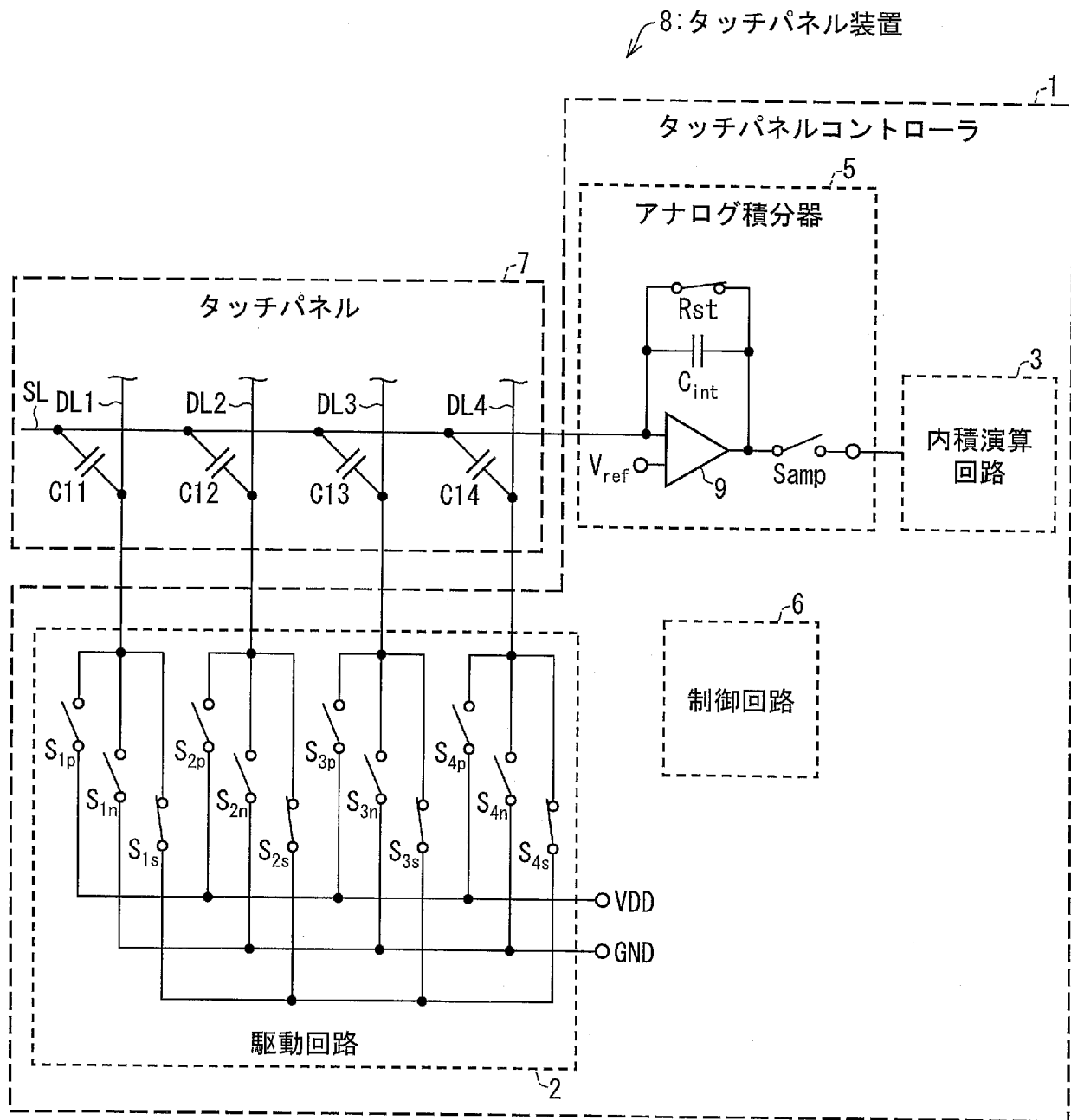
[図1]



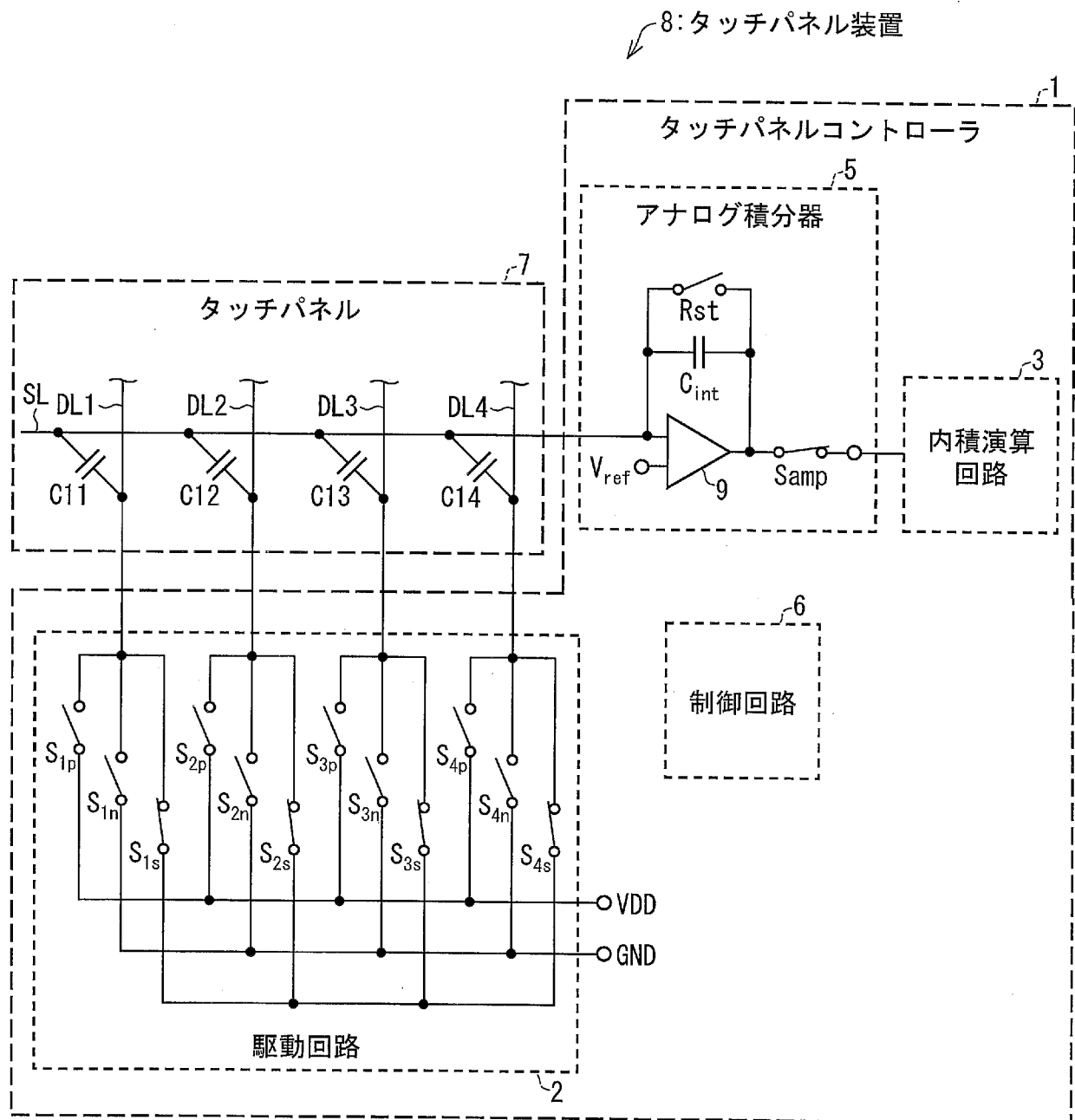
[図2]



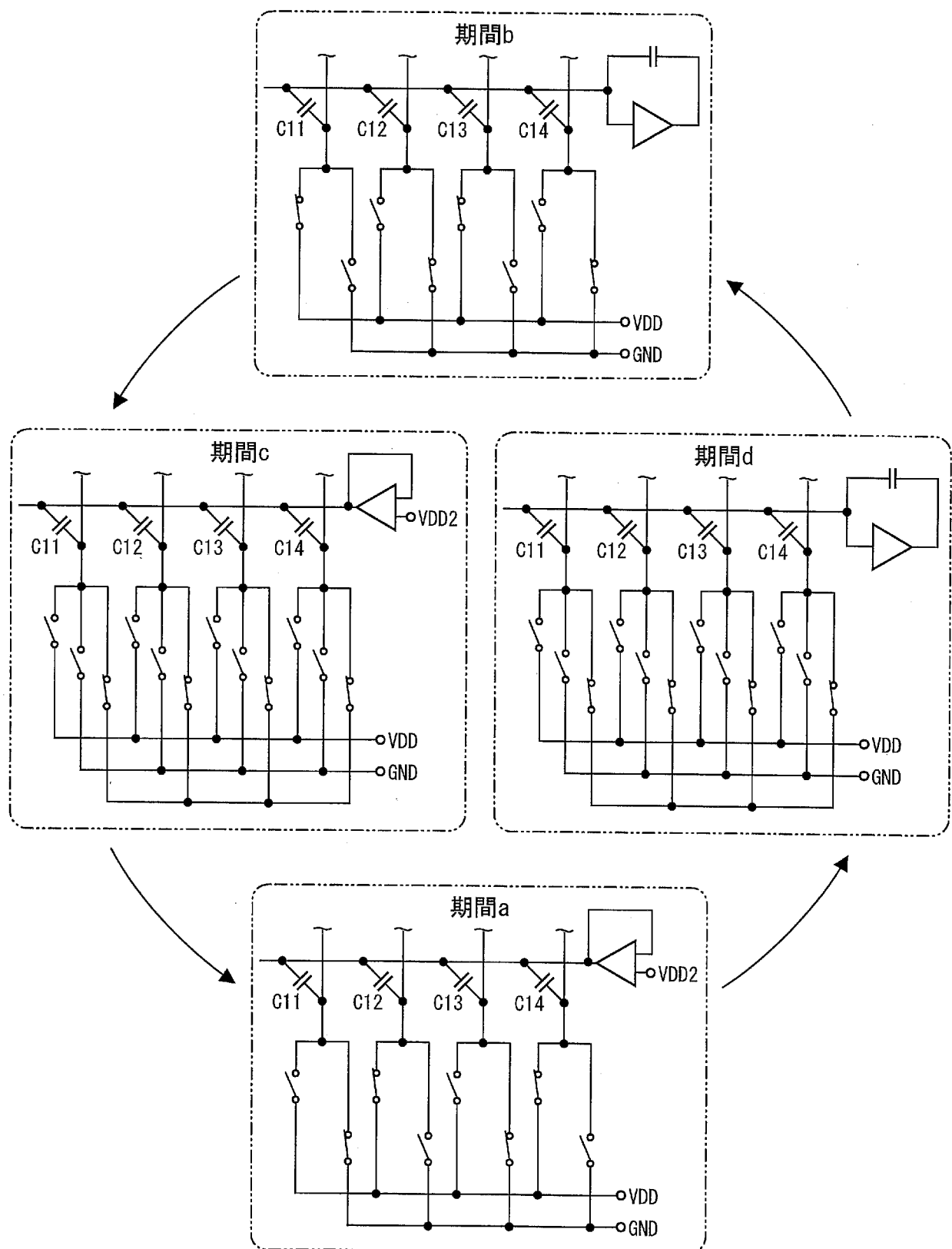
[図3]



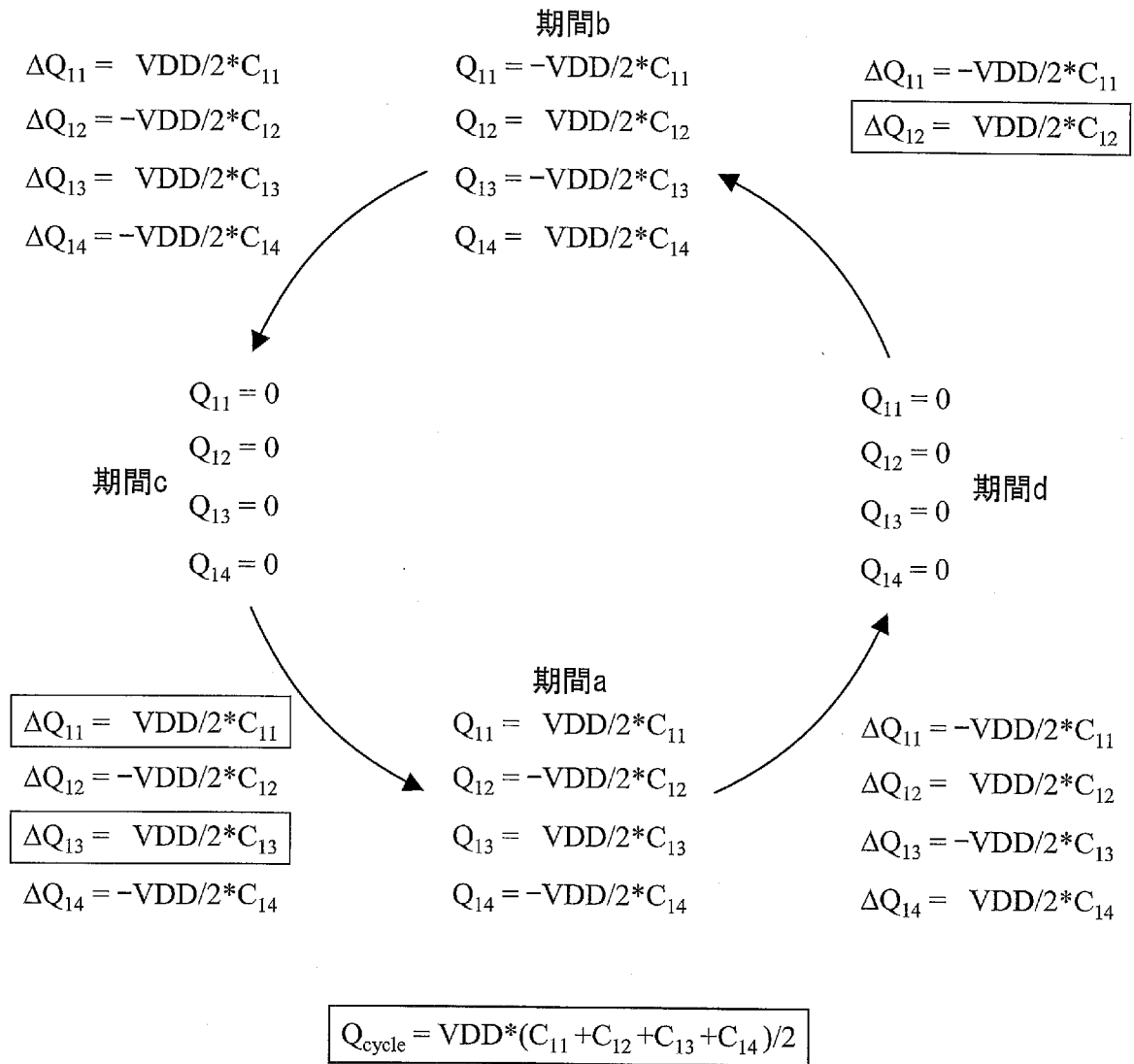
[図4]



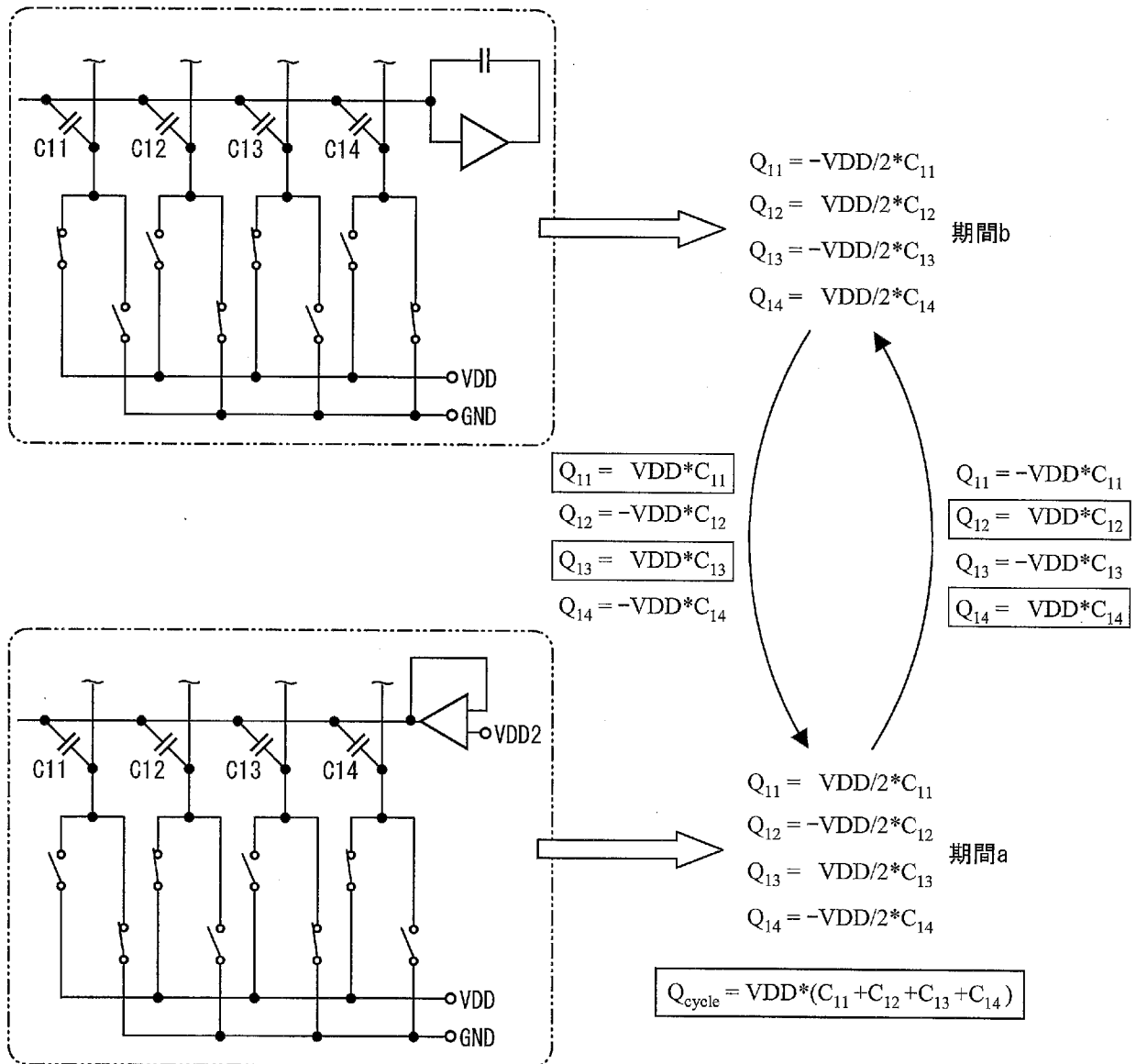
[図5]



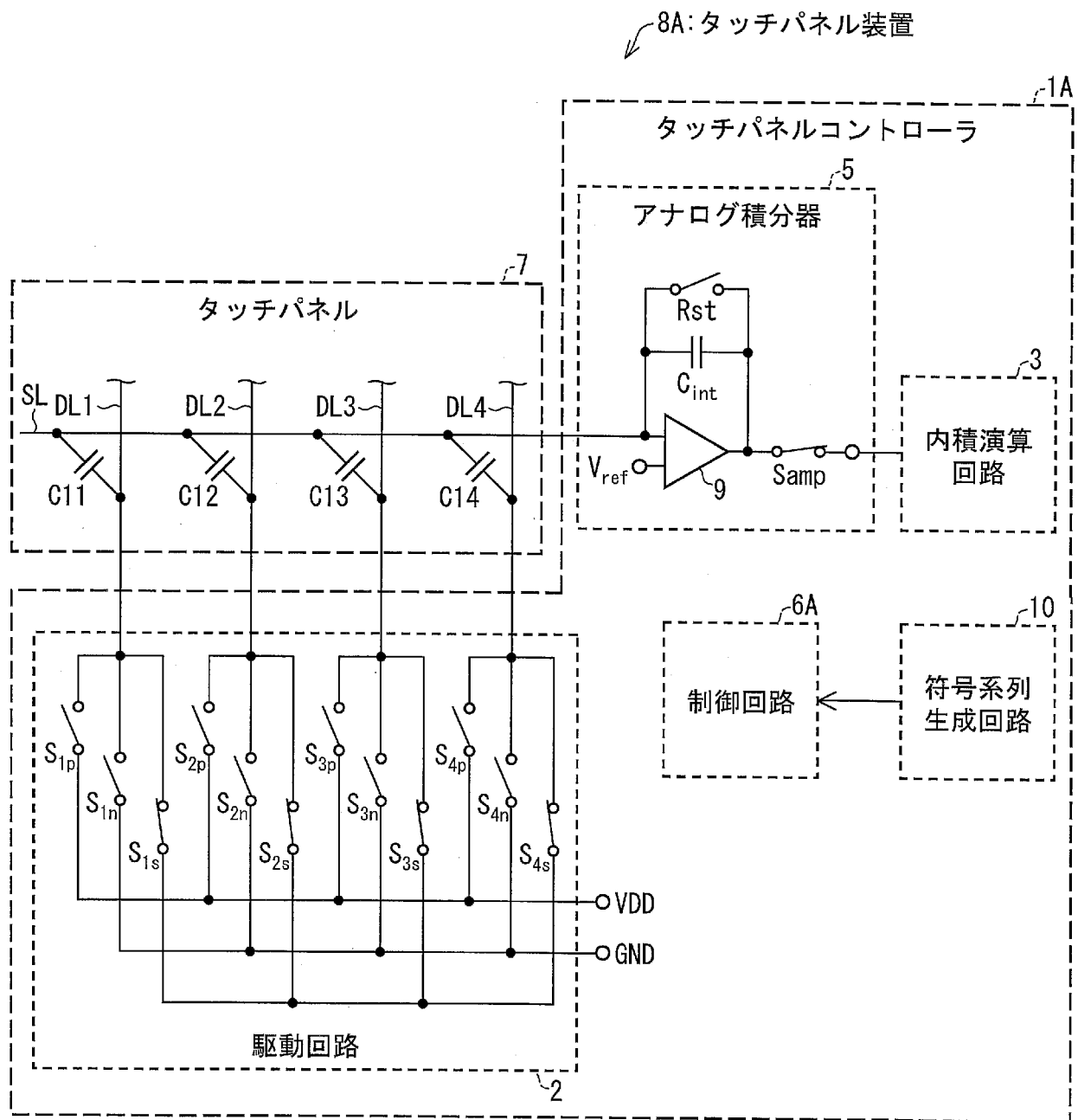
[図6]



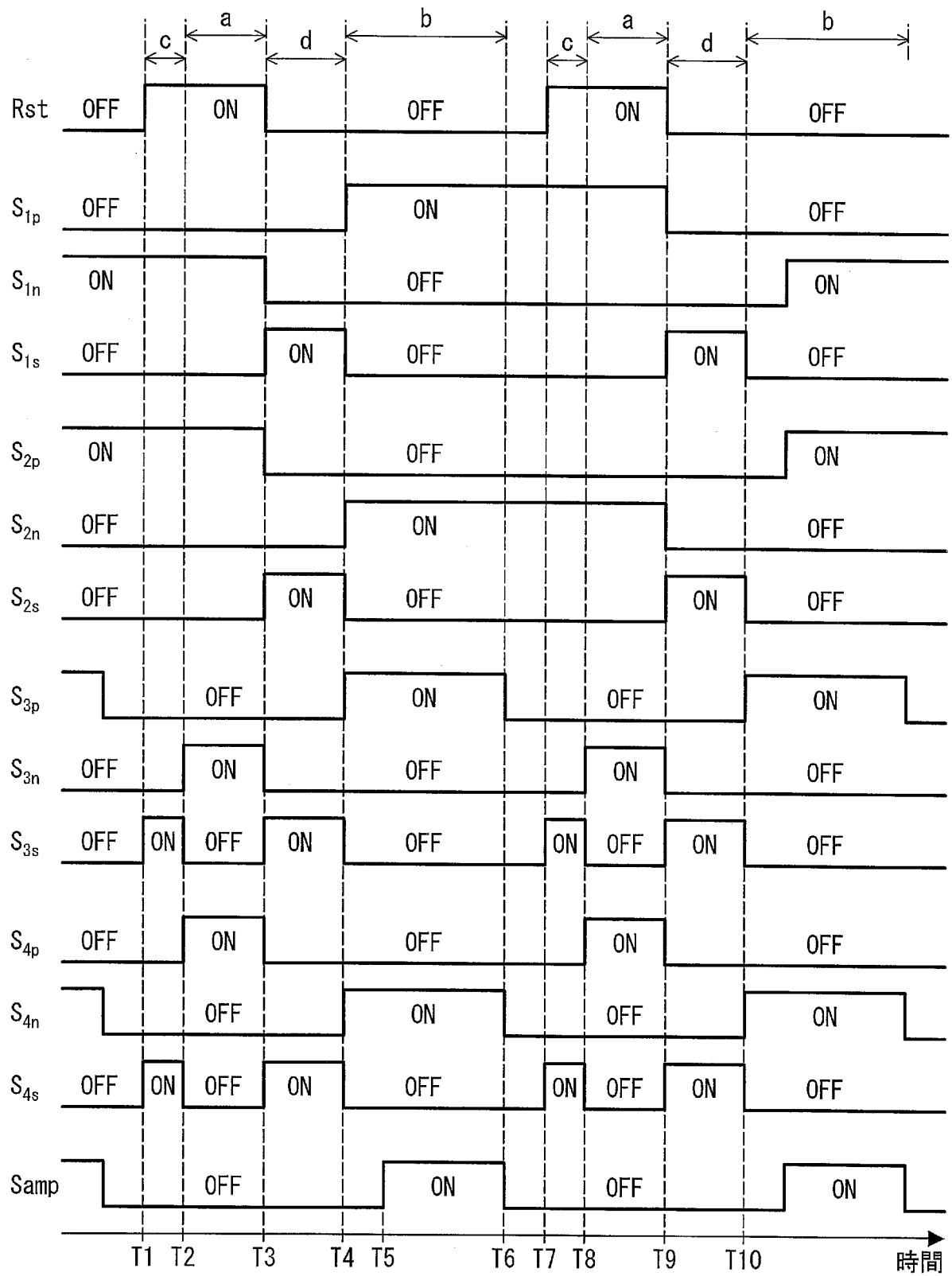
[図7]



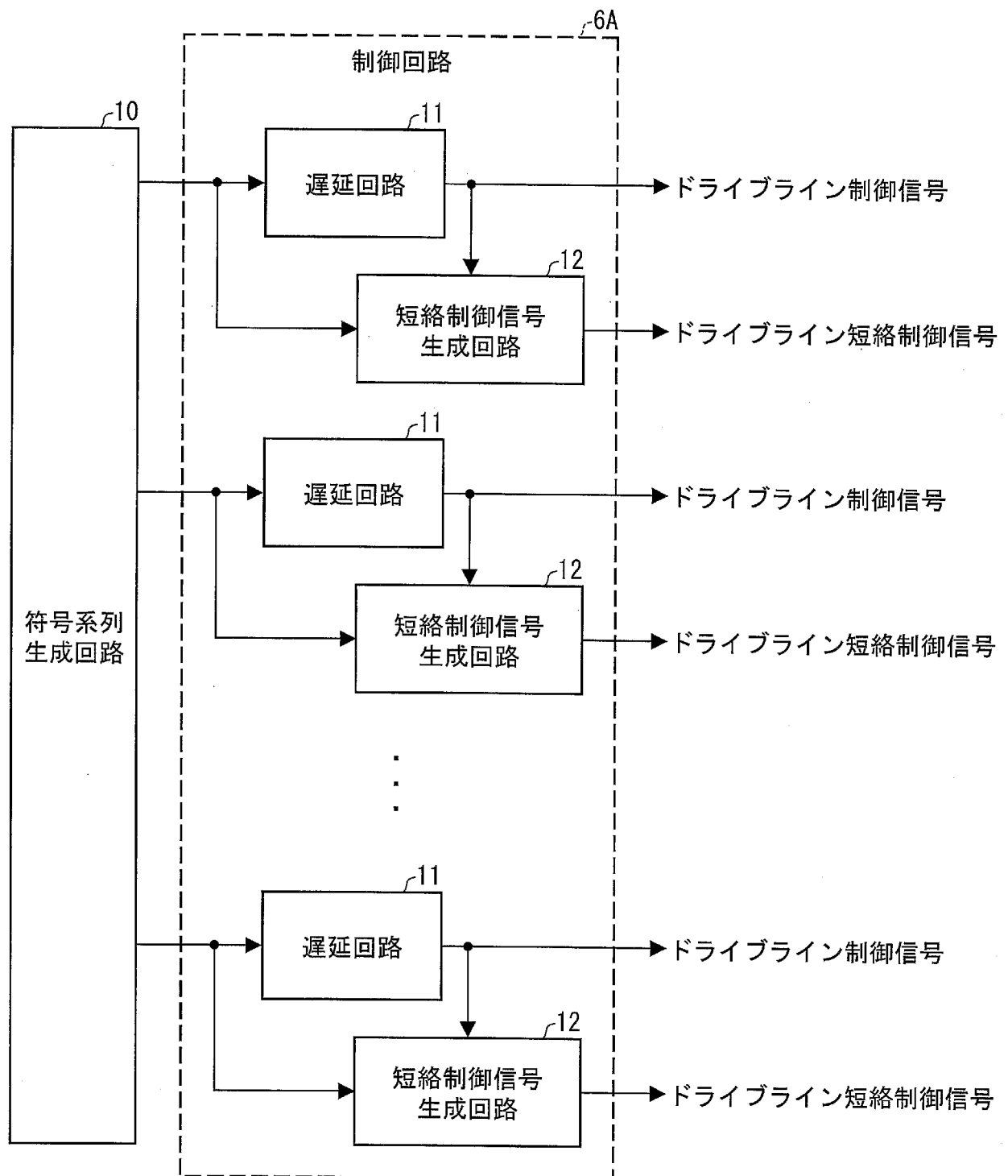
[図8]



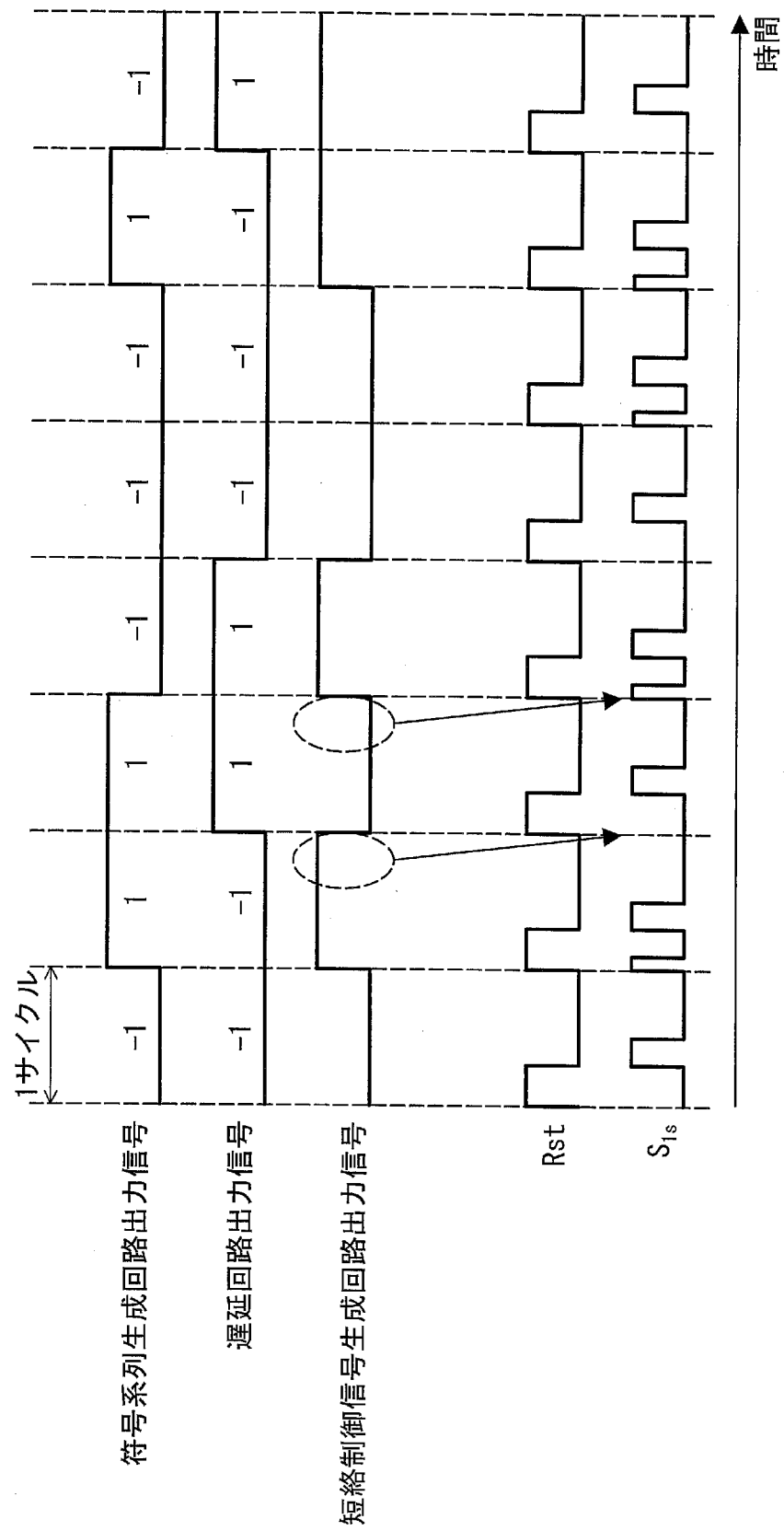
[図9]



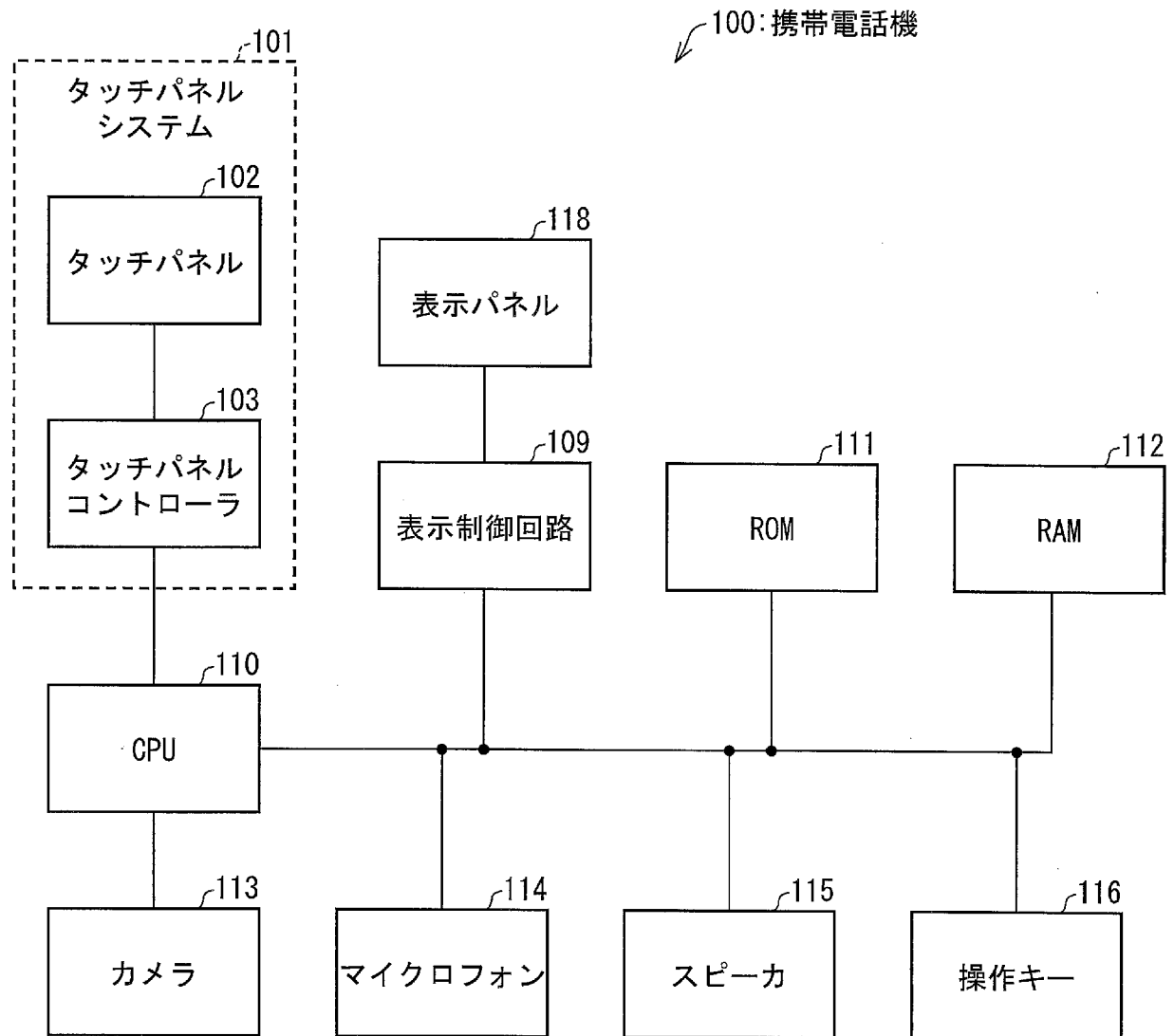
[図10]



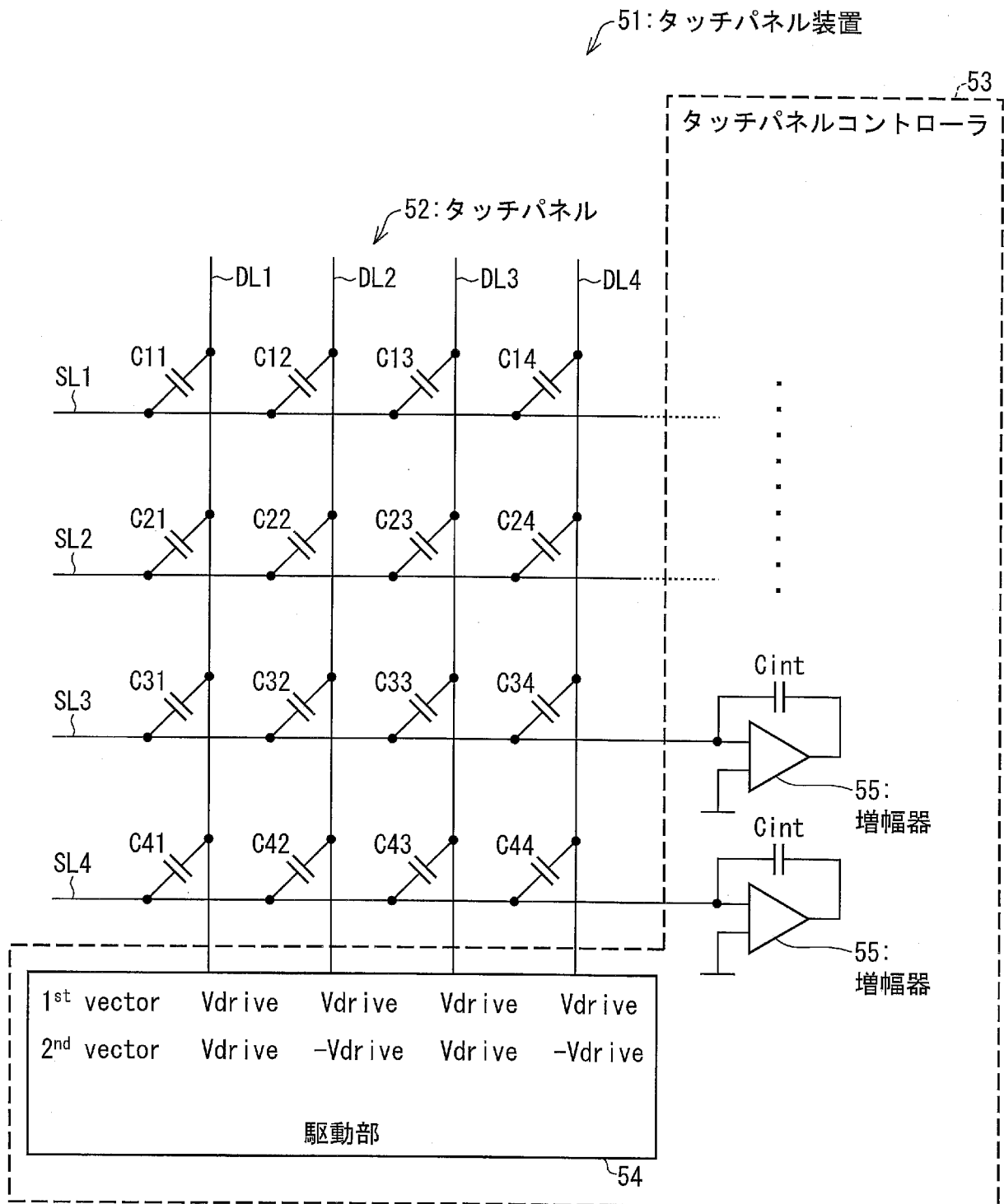
[図11]



[図12]



[図13]



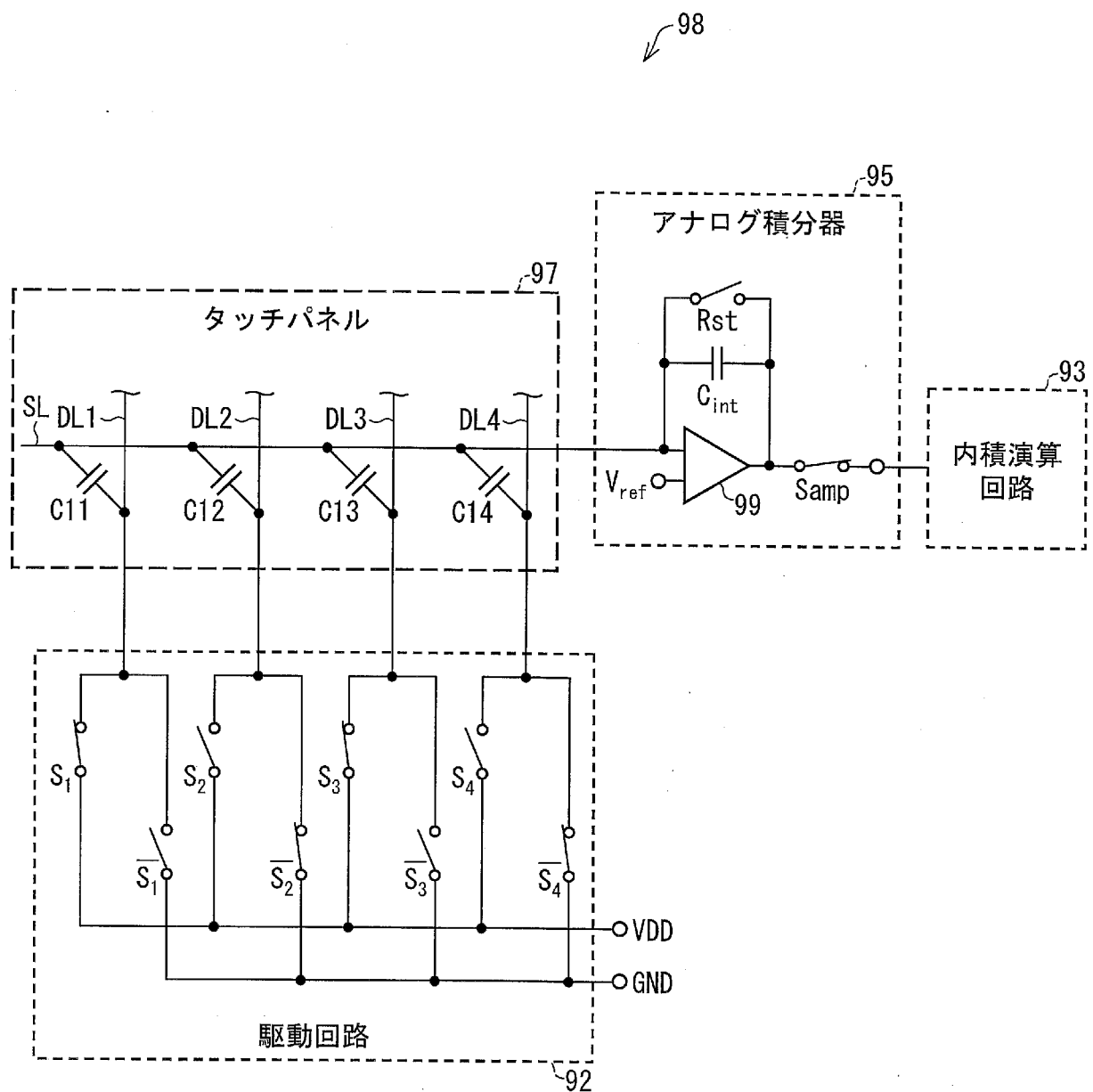
[図14]

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式7)$$

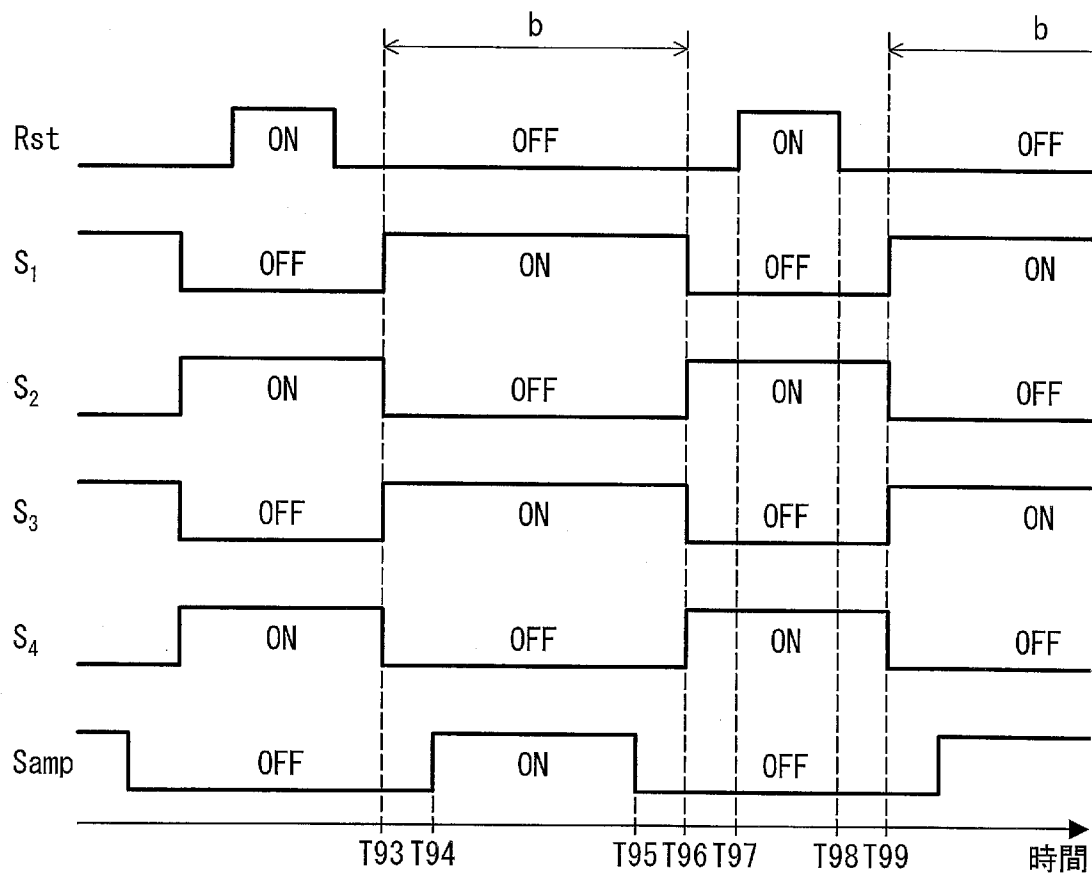
$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式8)$$

$$\begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式9)$$

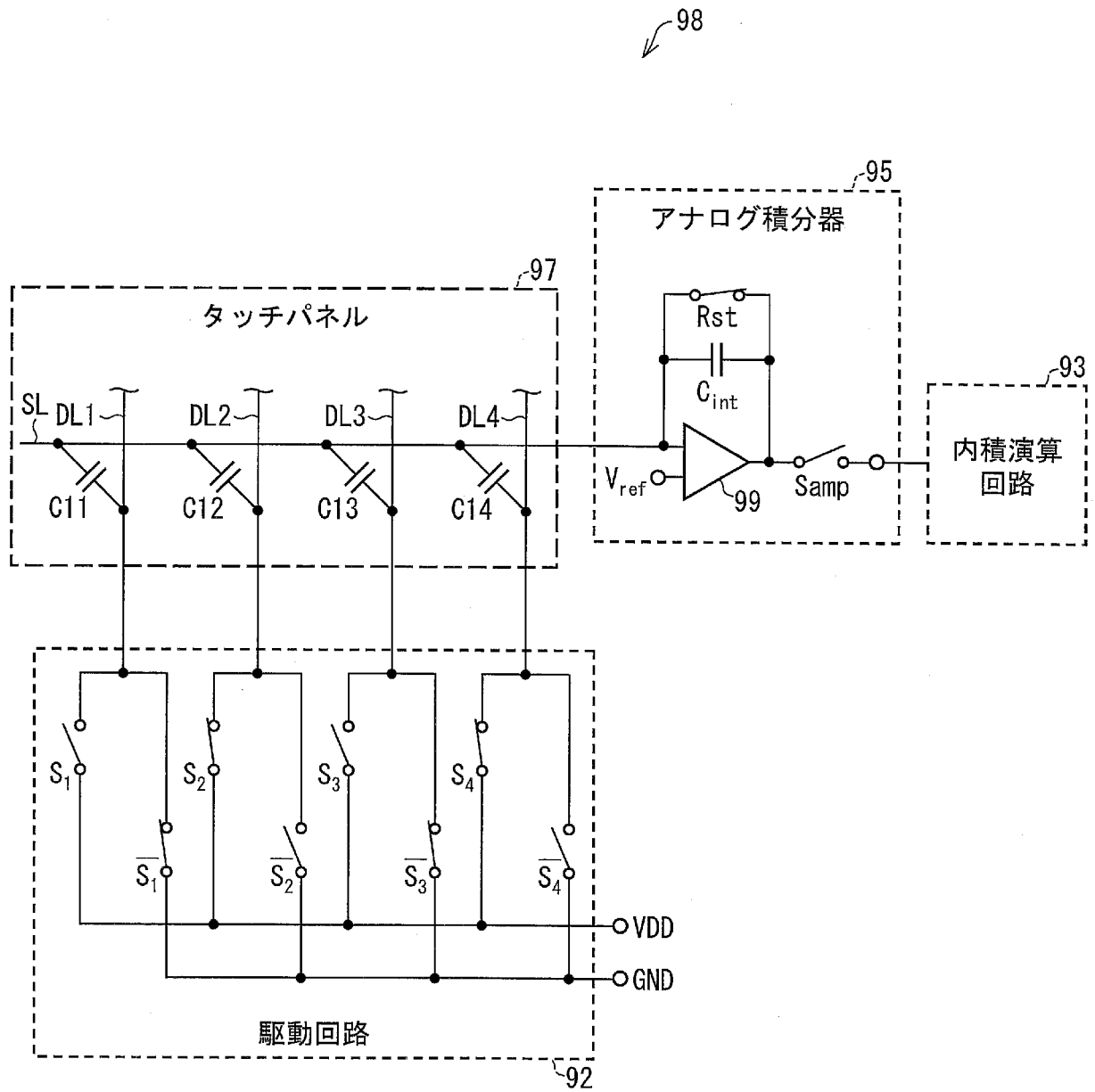
[図15]



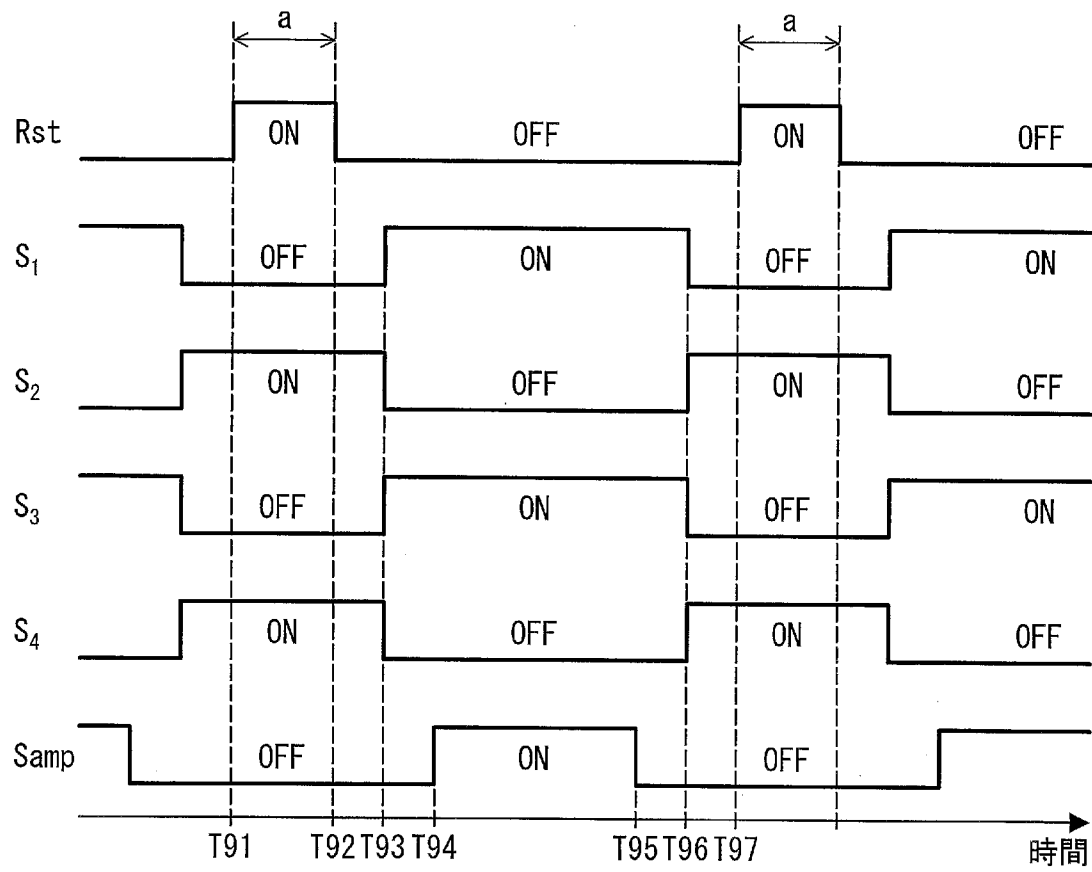
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/068067

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F3/041(2006.01) i, G06F3/044(2006.01) i

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)

G06F3/041, G06F3/044

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2012-118957 A (Sharp Corp.), 21 June 2012 (21.06.2012), entire text; all drawings & JP 4927216 B1 & WO 2012/063520 A1 & WO 2013/001920 A1 & WO 2013/001921 A1 & WO 2013/001954 A1 & WO 2013/001996 A1 & TW 201224882 A & CN 103201715 A & TW 201301112 A & TW 201303682 A & TW 201303683 A & TW 201305873 A	1-8

☐ 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
18 September, 2013 (18.09.13)

Date of mailing of the international search report
01 October, 2013 (01.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F3/041(2006.01)i, G06F3/044(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F3/041, G06F3/044

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

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）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の 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 請求項の番号
A	JP 2012-118957 A (シャープ株式会社) 2012.06.21, 全文, 全図 & JP 4927216 B1 & WO 2012/063520 A1 & WO 2013/001920 A1 & WO 2013/001921 A1 & WO 2013/001954 A1 & WO 2013/001996 A1 & TW 201224882 A & CN 103201715 A & TW 201301112 A & TW 201303682 A & TW 201303683 A & TW 201305873 A	1-8

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「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

「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）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「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

「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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 8 . 0 9 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 1 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐藤 匡

5 E

9 6 5 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 2 1